جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی

جلد اول:

تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط

(تجدید نظراول)

نشریه شماره ۱-۱۱۰

معاونت امور فنی
دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی
http://tec.mporg.ir

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

مشخصات فنی عمومی و اجرایی
تأسیسات برقی کارهای ساختمانی
جلد اول:
تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط
(تجدید نظر اول)

نشریه شماره ۱-۱۱۰

معاونت امور فنی
دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

چاپ سوم
۱۳۸۲

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۲/۰۰/۸۰

فهرستبرگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی
مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی/ معاونت امور فنی، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی؛ [تهیه و تدوین پرویز سید احمدی ... و دیگران] .- تجدیدنظر اول [ویرایش ۲].- تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۲ -
ج. : مصور.- (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی ؛ نشریه شماره ۱۱۰) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور؛ ۸۲/۰۰/۸۰
مربوط به دستورالعمل شماره ۵۴/۲۸-۱۰۵/۱۰۰ مورخ ۱۳۸۰/۱/۸
ISBN 964-425-458-9 (set)
ویرایش‌های قبلی توسط سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها منتشر شده است.
عنوان جلد اول ویرایش اول "تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار قوی"
مندرجات: ج.۱. تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط

۱. برق – مهندسی – استانداردها. ۲. برق – سیمکشی – مشخصات. ۳. روشنایی برق – مشخصات. ۴.تأسیسات– استانداردها. ۵. ساختمان‌سازی – استانداردها. الف. سید احمدی، پرویز. ب. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات.ج. عنوان. د. فروست.

الف ۱۳۸۲ ش. ۱۱۰ ۲س/۳۶۸ TA

شابک ۹-۴۵۸-۴۲۵-۹۶۴ (دوره) ISBN 964-425-458-9(set)

مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی

تهیه کننده: معاونت امور فنی. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. معاونت امور پشتیبانی. مرکز مدارک علمی و انتشارات
چاپ سوم : ۳۰۰۰ نسخه، ۱۳۸۲
قیمت: ۴۵۰۰۰ ریال
لیتوگرافی: قاسملو
چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی
همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
دفتر رئیس

بسمه تعالی

به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره :** ۱۰۵/۱۰۰-۵۴/۲۸
	تاریخ : ۱۳۸۰/۱/۸

موضوع : مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی

به استناد آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح های عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت۱۴۸۹۸ه، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیات وزیران) به پیوست، نشریه شماره ۱-۱۱۰ دفتر امور فنی وتدوین معیارهای این سازمان، با عنوان "مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی - جلد اول : تاسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط" از نوع گروه اول ابلاغ می شود تا از تاریخ ۸۰/۴/۱ به اجرا در آید.

رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرحهای عمرانی الزامی است .

با انتشار این دستورالعمل، دستورالعمل شماره ۱۹۰۴-۱۹۹۲۵/۵۶-۱ مورخ ۷۰/۱۲/۲۵ لغو می گردد.

محمدرضا عارف

معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ۱ لوله‌کشی برق	۱۳
۱ ـ ۱ کلیات	۱۳
۱ ـ ۲ طبقه‌بندی	۱۳
۱ ـ ۳ انواع لوله و موارد کاربرد	۱۶
۱ ـ ۴ ظرفیت لوله‌ها	۱۸
۱ ـ ۵ اصول و روشهای نصب لوله‌های برق	۲۱
۱ ـ ۶ علایم ترسیمی الکتریکی برای لوله‌کشی برق	۲۶
فصل ۲ سیمکشی برق	۲۹
۲ ـ ۱ تعاریف	۲۹
۲ ـ ۲ استاندارد ساخت	۲۹
۲ ـ ۳ مشخصات و موارد مصرف انواع سیمهای دارای عایق پی ـ وی ـ سی	۳۰
۲ ـ ۴ مشخصات و موارد کاربرد سیمهای عایقدار و کابلهای قابل انعطاف	۳۱
۲ ـ ۵ ضوابط طراحی سیستم سیمکشی	۳۷
۲ ـ ۶ اصول و روشهای نصب در سیمکشی	۴۲
۲ ـ ۷ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای سیمکشی برق	۴۴
فصل ۳ کلید و پریز	۴۷
۳ ـ ۱ تعاریف	۴۷
۳ ـ ۲ استاندارد ساخت	۴۷
۳ ـ ۳ کلیدهای برق	۴۸
۳ ـ ۳ـ۱ طبقه‌بندی	۴۸
۳ ـ ۳ـ۲ موارد کاربرد	۴۹
۳ ـ ۳ـ۳ انتخاب نوع، ظرفیت بار و روش سیمکشی کلیدها	۵۰
۳ ـ ۴ پریزهای برق	۵۳
۳ ـ ۴ـ۱ طبقه‌بندی و موارد کاربرد	۵۳
۳ ـ ۴ـ۲ سیستم سیمکشی مدار و تعداد پریزها	۵۴
۳ ـ ۵ اصول و روشهای نصب کلید و پریز	۵۶
۳ ـ ۶ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای لوازم برقی	۵۹
فصل ۴ چراغهای روشنایی	۶۳
۴ ـ ۱ تعاریف	۶۳

عنوان | صفحه

۴ ـ ۲ استاندارد ساخت چراغها، لامپها و تجهیزات جانبی ۶۴
۴ ـ ۳ طبقه‌بندی چراغها ۶۶
۴ ـ ۳ـ۱ طبقه‌بندی برحسب درجه حفاظت در برابر برقگرفتگی ۶۶
۴ ـ ۳ـ۲ طبقه‌بندی برحسب درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار ۶۶
۴ ـ ۳ـ۳ طبقه‌بندی برحسب جنس سطوح نگهدارندهٔ چراغ ۶۹
۴ ـ ۴ طراحی و محاسبهٔ روشنایی ۷۱
۴ ـ ۴ـ۱ روشهای نورپردازی ۷۱
۴ ـ ۴ـ۲ روشهای محاسبه روشنایی ۷۱
۴ ـ ۴ـ۳ تعیین نوع و تعداد چراغها در یک طرح روشنایی ۷۲
۴ ـ ۵ مشخصات چراغهای روشنایی و موارد کاربرد آن ۸۲
۴ ـ ۶ اصول و روشهای نصب چراغهای روشنایی ۸۳
۴ ـ ۷ نشانه‌های ترسیمی تأسیسات روشنایی ۸۴

فصل ۵ تابلوهای فشار ضعیف ۸۹
۵ ـ ۱ کلیات ۸۹
۵ ـ ۱ـ۱ تعاریف ۸۹
۵ ـ ۱ـ۲ طبقه‌بندی ۹۰
۵ ـ ۲ انواع و موارد کاربرد ۹۱
۵ ـ ۲ـ۱ تابلو تمام بسته: (برای نصب در فضاهای سرپوشیده) ۹۱
۵ ـ ۲ـ۲ تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز ۹۱
۵ ـ ۳ استاندارد ساخت ۹۲
۵ ـ ۴ مشخصات فنی ساخت و روش نصب ۹۳
۵ ـ ۴ـ۱ تابلوهای اصلی توزیع فشار ضعیف ـ نوع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل‌دسترسی از پشت ۹۳
۵ ـ ۴ـ۲ تابلوهای نیم‌اصلی توزیع فشار ضعیف ـ انواع ایستاده قابل دسترسی از جلو و پشت ۹۵
۵ ـ ۴ـ۳ تابلو اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف ـ نوع ایستاده چند خانه‌ای ۹۵
۵ ـ ۴ـ۴ روش نصب تابلوهای ایستاده قابل دسترسی از جلو، قابل دسترسی از پشت و چندخانه‌ای ۹۶
۵ ـ ۴ـ۵ تابلو نیم‌اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف ـ نوع ایستاده چندخانه‌ای ۹۷
۵ ـ ۴ـ۶ تابلو توزیع نیرو ـ نوع ایستاده چندجعبه‌ای ۹۷
۵ ـ ۴ـ۷ تابلو توزیع فرعی نیروی برق ـ نوع دیواری ۹۷
۵ ـ ۴ـ۸ تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز ۹۹
۵ ـ ۵ لوازم، وسایل، و تجهیزات داخل تابلو ۱۰۰
۵ ـ ۵ـ۱ اجزای داخلی تابلوهای اصلی ۱۰۰
۵ ـ ۵ـ۲ تابلوهای فرمان وسایل موتوری ۱۰۰
۵ ـ ۵ـ۳ تابلوهای فرعی روشنایی ۱۰۱
۵ ـ ۶ مشخصات فنی لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو ۱۰۲
۵ ـ ۶ـ۱ کلیدهای اتوماتیک با رله حرارتی و مغناطیسی ۱۰۲
۵ ـ ۶ـ۲ کنتاکتورهای فشار ضعیف ۱۰۳
۵ ـ ۶ـ۳ فیوزها ۱۰۳

عنوان | صفحه

۵ ـ ۶ ـ ۴ کلیدهای مینیاتوری ۱۰۴
۵ ـ ۶ ـ ۵ ترانسهای جریان ۱۰۵
۵ ـ ۶ ـ ۶ وسایل اندازه‌گیری و نمایشگر ۱۰۵
۵ ـ ۷ آزمایش تابلوهای فشار ضعیف ۱۰۶
۵ ـ ۸ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای وسایل تابلوهای فشار ضعیف ۱۰۶
ضمیمه ۱۳۹

فصل ٦ تابلوهای فشار متوسط ۱۵۵
۶ ـ ۱ تعاریف ۱۵۵
۶ ـ ۲ طبقه‌بندی ۱۵۸
۶ ـ ۳ انواع تابلوهای ایستادهٔ تمام بسته فشار متوسط ۱۵۸
۶ ـ ۳ ـ ۱ تابلو ایستاده، تمام بسته، قابل دسترسی و فرمان از جلو ۱۵۸
۶ ـ ۳ ـ ۲ تابلو ایستاده، تمام بسته، کشویی ۱۵۸
۶ ـ ۴ استاندارد ساخت ۱۵۹
۶ ـ ۴ ـ ۱ تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی ۱۵۹
۶ ـ ۴ ـ ۲ تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش عایق ۱۵۹
۶ ـ ۴ ـ ۳ سایر انواع تابلوهای فشار متوسط ۱۵۹
۶ ـ ۴ ـ ۴ لوازم و وسایل داخل تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط ۱۵۹
۶ ـ ۵ مشخصات فنی ساخت تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط، ایستاده، تمام بسته
با پوشش فلزی ۱۶۰
۶ ـ ۵ ـ ۱ مشخصات عمومی ۱۶۰
۶ ـ ۵ ـ ۲ تابلو فشار متوسط، ایستاده، تمام بسته و قابل دسترسی و فرمان از جلو ۱۶۵
۶ ـ ۵ ـ ۳ تابلو فشار متوسط، نوع ایستاده، تمام بسته، و کشویی ۱۶۶
۶ ـ ۶ مشخصات فنی لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو ۱۶۷
۶ ـ ۶ ـ ۱ کلیدهای قدرت ۱۶۷
۶ ـ ۶ ـ ۲ ترانسفورماتورهای جریان ۱۶۸
۶ ـ ۶ ـ ۳ ترانسفورماتورهای ولتاژ ۱۶۹
۶ ـ ۶ ـ ۴ کلیدهای جداکننده و کلیدهای زمین ۱۷۰
۶ ـ ۶ ـ ۵ وسایل اندازه‌گیری ۱۷۱
۶ ـ ۷ ترکیب کلی تابلو فشار متوسط ۱۷۲
۶ ـ ۷ ـ ۱ تابلو فشار متوسط برای استفاده در سیستم حلقه‌ای (رینگ) ۱۷۲
۶ ـ ۷ ـ ۲ تابلو فشار متوسط برای استفاده در سیستم شعاعی ۱۷۲
۶ ـ ۷ ـ ۳ شماتیک یک تابلو برق فشار متوسط نمونه
۶ ـ ۸ روش نصب ۱۷۳
۶ ـ ۸ ـ ۱ تابلوهای فشار متوسط ایستاده تمام‌بسته، انواع قابل دسترسی و فرمان از جلو، و کشویی ۱۷۳
۶ ـ ۸ ـ ۲ سیمکشیها و فرم‌بندی مدارهای ثانوی تابلو ۱۷۳
۶ ـ ۹ آزمایش تابلوهای فشار متوسط ۱۷۳
۶ ـ ۹ ـ ۱ تابلوهای فشار متوسط پوشش فلزی ۱۷۳

عنوان | صفحه

۶ ـ ۹ـ۲ تابلوهای فشار متوسط مجهز به‌پوشش عایق ۱۷۴
۶ ـ ۱۰نشانه‌های ترسیمی الکتریکی ۱۷۵

فصل ۷ کابلهای فشار ضعیف ۱۸۱
۷ ـ ۱ کلیات و تعاریف ۱۸۱
۷ ـ ۱ـ۱ تعاریف ۱۸۱
۷ ـ ۱ـ۲ نشانه‌های شناسایی کابلها در سیستم VDE ۱۸۱
۷ ـ ۱ـ۳ طبقه‌بندی ۱۸۳
۷ ـ ۱ـ۴ مشخصات اصلی کابلها و عوامل مؤثر در انتخاب نوع کابلها ۱۸۳
۷ ـ ۱ـ۵ تعیین جریان مجاز کابلها ۱۸۴
۷ ـ ۲ کابلهای هوایی ۱۸۶
۷ ـ ۲ـ۱ استاندارد و مشخصات کابلهای هوایی ۱۸۶
۷ ـ ۲ـ۲ اصول و روشهای نصب کابلهای هوایی ۱۸۷
۷ ـ ۳ کابلهای زمینی ۱۹۰
۷ ـ ۳ـ۱ استاندارد و مشخصات کابلهای زمینی دارای عایقبندی پلاستیکی ۱۹۰
۷ ـ ۳ـ۲ استاندارد و مشخصات کابلهای زمینی دارای عایقبندی پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE) ۱۹۱
۷ ـ ۳ـ۳ استاندارد و مشخصات کابلهای زمینی مجهز به‌عایقبندی کاغذی ۱۹۱
۷ ـ ۳ـ۴ میزان جریان مجاز کابلهای زمینی با توجه به‌شرایط نصب، درجه حرارت محیط و تعداد کابلها ۱۹۲
۷ ـ ۳ـ۵ اصول و روشهای نصب کابلهای زمینی ۱۹۲
۷ ـ ۴ کابلهای زیرآبی ۲۰۰
۷ ـ ۴ـ۱ استاندارد و مشخصات کابلهای زیرآبی ۲۰۰
۷ ـ ۴ـ۲ اصول و روشهای نصب کابلهای زیرآبی ۲۰۰
۷ ـ ۵ کابلهای مخصوص ۲۰۰
۷ ـ ۵ـ۱ استاندارد و مشخصات کابلهای مخصوص ۲۰۱
۷ ـ ۵ـ۲ اصول و روشهای نصب کابلهای مخصوص ۲۰۱
۷ ـ ۶ کابلشوها، سرکابلها و مفصلها ۲۰۱
۷ ـ ۶ـ۱ کابلشوها ۲۰۱
۷ ـ ۶ـ۲ سرکابلها ۲۰۲
۷ ـ ۶ـ۳ مفصلها ۲۰۲

فصل ۸ کابلهای فشار متوسط ۲۱۵
۸ ـ ۱ کلیات و تعاریف ۲۱۵
۸ ـ ۱ـ۱ کابل فشار متوسط ۲۱۵
۸ ـ ۱ـ۲ طبقه‌بندی ولتاژ نامی عایقبندی کابلهای فشار متوسط ۲۱۵
۸ ـ ۲ استاندارد و مشخصات کابلهای فشار متوسط ۲۱۶
۸ ـ ۲ـ۱ کابلهای فشار متوسط با عایقبندی کاغذی ۲۱۶
۸ ـ ۲ـ۲ کابلهای فشار متوسط با عایقبندی پلاستیکی ۲۱۷
۸ ـ ۲ـ۳ کابلهای فشار متوسط با عایقبندی پلی‌اتیلن (PE) و پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE) ۲۱۸

۸ ـ ۳ اصول و روشهای نصب کابلهای فشار متوسط ۲۲۰
۸ ـ ۳ـ۱ اصول و روشهای نصب کلی کابلهای فشار متوسط ۲۲۰
۸ ـ ۳ـ۲ نصب کابل در داخل کانال خاکی ۲۲۲
۸ ـ ۳ـ۳ نصب کابل در داخل کانال پیش‌ساخته ۲۲۵
۸ ـ ۴ کابلشوها، سرکابلها و مفصلها ۲۲۸
۸ ـ ۴ـ۱ کابلشوها ۲۲۸
۸ ـ ۴ـ۲ سرکابلها ۲۲۸
۸ ـ ۴ـ۳ مفصلها ۲۳۰
۸ ـ ۵ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی ۲۳۲

فصل ۹ مولدهای برق ۲۳۵
۹ ـ ۱ کلیات و تعاریف ۲۳۵
۹ ـ ۲ موارد استفاده از نیروی برق اضطراری و سیستم برق بدون وقفه ۲۳۶
۹ ـ ۳ استاندارد و مشخصات فنی مولدهای برق ۲۳۷
۹ ـ ۳ـ۱ موتور دیزل ۲۳۷
۹ ـ ۳ـ۲ تابلوی وسایل اندازه‌گیری موتور ۲۴۰
۹ ـ ۳ـ۳ سیستم اگزوست موتور و دودکش ۲۴۱
۹ ـ ۳ـ۴ سیستم سوخت ۲۴۱
۹ ـ ۳ـ۵ ژنراتور ۲۴۲
۹ ـ ۳ـ۶ تابلو کنترل الکتریکی ۲۴۳
۹ ـ ۳ـ۷ مشخصات فنی اضافی برای مولدهای برق اضطراری ۲۴۳
۹ ـ ۳ـ۸ دستگاه سنکرونیزاسیون (همزمانی) ۲۴۴
۹ ـ ۴ اصول و روشهای نصب ۲۴۴
۹ ـ ۵ آزمون دستگاهها ۲۴۵
۹ ـ ۶ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی ۲۴۵

فصل ۱۰ ترانسفورماتورهای قدرت فشار متوسط ۲۴۹
۱۰ ـ ۱ کلیات و تعاریف ۲۴۹
۱۰ ـ ۲ استاندارد و مشخصات فنی ترانسفورماتورها ۲۵۰
۱۰ ـ ۲ـ۱ استاندارد ساخت ۲۵۰
۱۰ ـ ۲ـ۲ شرایط محیط کار عادی ۲۵۰
۱۰ ـ ۲ـ۳ پیش‌بینیهای لازم برای شرایط محیط کار غیرعادی ۲۵۱
۱۰ ـ ۲ـ۴ نوع ترانسفورماتورها ۲۵۱
۱۰ ـ ۲ـ۵ مشخصات الکتریکی ۲۵۱
۱۰ ـ ۲ـ۶ مشخصات ساخت ۲۵۲
۱۰ ـ ۳ اصول و روشهای نصب ترانسفورماتور ۲۵۵
۱۰ ـ ۳ـ۱ نصب ترانسفورماتور در داخل ساختمان ۲۵۵
۱۰ ـ ۳ـ۲ نصب ترانسفورماتور در خارج ساختمان (فضای آزاد) ۲۵۷

۱۰ ـ ۴ محافظت ترانسفورماتور در برابر ازدیاد جریان ۲۵۹

فصل ۱۱ خازنهای صنعتی ۲۶۱
۱۱ ـ ۱ کلیات ۲۶۱
۱۱ ـ ۲ تعاریف ۲۶۱
۱۱ ـ ۳ استاندارد و مشخصات فنی خازنهای صنعتی ۲۶۳
۱۱ ـ ۴ آزمونهای خازن ۲۶۶
۱۱ ـ ۵ توان واحدهای خازنی فشار ضعیف و روش محاسبه خازن موردنیاز ۲۶۷
۱۱ ـ ۶ وسایل قطع و وصل و حفاظت خازنهای فشار ضعیف ۲۶۹
۱۱ ـ ۷ روشهای کنترل خودکار توان راکتیو ۲۶۹
۱۱ ـ ۸ اصول و روشهای نصب ۲۷۰
۱۱ ـ ۸ـ۱ دمای کار ۲۷۰
۱۱ ـ ۸ـ۲ شرایط محل نصب ۲۷۰
۱۱ ـ ۸ـ۳ نصب مجموعه سیستم اصلاح ضریب قدرت ۲۷۱
۱۱ ـ ۹ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی ۲۷۱

فصل ۱۲ منابع تغذیه جریان مستقیم یا یکسوسازها ۲۷۳
۱۲ ـ ۱ کلیات ۲۷۳
۱۲ ـ ۲ تعاریف ۲۷۳
۱۲ ـ ۳ استانداردها و مشخصات فنی یکسوسازها ۲۷۴
۱۲ ـ ۴ آزمونهای دستگاههای یکسوساز ۲۷۷
۱۲ ـ ۵ اصول و روشهای نصب ۲۷۸
۱۲ ـ ۶ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی ۲۷۸

فصل ۱۳ وسایل شبکه ۲۸۱
۱۳ ـ ۱ کلیات ۲۸۱
۱۳ ـ ۲ تعاریف ۲۸۱
۱۳ ـ ۳ استانداردها و مشخصات فنی پایه‌های برق ۲۸۲
۱۳ ـ ۳ـ۱ پایه‌های بتنی مسلح و پیش‌تنیده ۲۸۲
۱۳ ـ ۳ـ۲ پایه‌های فلزی ۲۸۴
۱۳ ـ ۳ـ۳ پایه‌های چوبی ۲۸۶
۱۳ ـ ۴ اصول و روشهای نصب پایه‌های برق ۲۹۰
۱۳ ـ ۴ـ۱ ضوابط کلی ۲۹۰
۱۳ ـ ۴ـ۲ اصول و روشهای نصب پایه‌های بتنی ۲۹۱
۱۳ ـ ۴ـ۳ اصول و روشهای نصب پایه‌های فلزی ۲۹۱
۱۳ ـ ۴ـ۴ اصول و روشهای نصب پایه‌های چوبی ۲۹۳
۱۳ ـ ۴ـ۵ حریم مجاز نصب تیر یا سیم ۲۹۶
۱۳ ـ ۵ کنسول‌ها و براکت‌ها ۲۹۶

عنوان | صفحه

۱۳ ـ ۶ مقره‌ها ۲۹۷
۱۳ ـ ۷ بست‌ها ۲۹۸
۱۳ ـ ۸ هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع ۲۹۹
۱۳ ـ ۹ مهارها و حایلها ۳۰۰
۱۳ ـ ۹ـ۱ مهارها ۳۰۰
۱۳ ـ ۹ـ۲ حایلها ۳۰۱
۱۳ ـ ۹ـ۳ اصول و روشهای نصب مهارها و حایلها ۳۰۱
۱۳ ـ ۱۰ برقگیر حفاظتی ۳۰۲
۱۳ ـ ۱۱نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای وسایل شبکه ۳۰۲

فصل ۱۴ سیستم حفاظت در برابر آذرخش (برقگیر حفاظتی) ۳۰۵
۱۴ ـ ۱ کلیات ۳۰۵
۱۴ ـ ۲ تعاریف ۳۰۶
۱۴ ـ ۳ استانداردها و مشخصات فنی سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش ۳۰۷
۱۴ ـ ۳ـ۱ استاندارد سیستمها
۱۴ ـ ۳ـ۲ مشخصات سیستم برقگیر نوع قفس فاراده یا شکلی از آن ۳۰۷
۱۴ ـ ۳ـ۳ مشخصات فنی برقگیر الکترونیک (ESE) براساس استاندارد NFC 17-102 ۳۰۸
۱۴ ـ ۴ موارد استفاده و ضوابط محاسباتی برقگیرها ۳۱۳
۱۴ ـ ۴ـ۱ برقگیرهای قفس فاراده یا شکلی از آن ۳۱۳
۱۴ ـ ۴ـ۲ سیستم برقگیر مولد برق اولیه (ESE) موسوم به‌الکترونیک ۳۱۸
۱۴ ـ ۵ اصول و روشهای نصب سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش ۳۲۳
۱۴ ـ ۵ـ۱ برقگیرهای قفس فاراده یا شکلی از آن ۳۲۳
۱۴ ـ ۵ـ۲ اصول و روشهای نصب سیستم برقگیر الکترونیک (ESE) ۳۲۴

فصل ۱۵ سیستم اتصال زمین ۳۳۹
۱۵ ـ ۱ کلیات و تعاریف ۳۳۹
۱۵ ـ ۱ـ۱ تعاریف ۳۳۹
۱۵ ـ ۱ـ۲ کلیات ۳۴۰
۱۵ ـ ۲ استانداردها و مشخصات فنی سیستم اتصال زمین ۳۴۲
۱۵ ـ ۳ محاسبهٔ تعداد چاه اتصال زمین لازم ۳۴۵
۱۵ ـ ۴ اصول و روشهای نصب سیستم اتصال زمین ۳۴۶
۱۵ ـ ۴ـ۱ نصب الکترودهای اتصال زمین ۳۴۶
۱۵ ـ ۴ـ۲ نصب جعبه اتصال آزمون ۳۴۷
۱۵ ـ ۴ـ۳ نصب هادیهای اتصال زمین ۳۴۷
۱۵ ـ ۴ـ۴ آزمون سیستم اتصال زمین ۳۴۸

فهرست منابع و استانداردها ۳۶۵

فصل ۱
لوله‌کشی برق

۱ـ۱ کلیات

۱ـ۱ـ۱ استاندارد ساخت

لوله‌های فلزی و لوازم مربوط به‌آن، که برای حفاظت هادیهای عایقدار در تأسیسات الکتریکی ساختمانها به‌کار می‌رود، باید برابر استانداردهای IEC 423 ، IEC 423A ، IEC 614-1 و IEC 614-2-1 و یا جدیدترین اصلاحیه استاندارد ملی شماره ۲۹۴ ساخته شده باشد. لوله‌های غیرفلزی و اتصالات مربوط به‌آن، که در تأسیسات مزبور مورد استفاده قرار می‌گیرد باید براساس استانداردهای IEC 423 ، IEC 423A ، IEC 614-1 و IEC 614-2-2 ، و لوله‌های خرطومی پلاستیکی مطابق جدیدترین اصلاحیه استاندارد ملی شماره ۲۸۳ تولید شده باشد.
سایر انواع لوله‌ها که مشمول استانداردهای فوق نمی‌شود یا برای مصارف خاص یا محیطهای ویژه مانند مناطق مخاطره‌آمیز[1] به‌کار می‌رود باید برابر یکی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی همچون کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک ساخته شده باشد. لوله‌هایی که به‌وسیلهٔ یکی از استانداردهای نامبرده مورد تأیید قرار نگرفته باشد نباید مورد مصرف قرار داده شود.

۱ـ۲ طبقه‌بندی

لوله‌های برق با توجه به‌نوع جنس، روش اتصال، ویژگیهای الکتریکی و مکانیکی، قابلیت انعطاف، مقاومت در برابر حرارت و آتش، و حفاظت در برابر اثرات عوامل خارجی به‌شرح زیر طبقه‌بندی شده‌است (IEC 614-1) :

۱ـ۲ـ۱ طبقه‌بندی برحسب جنس لوله

- لوله‌های فلزی
- لوله‌های عایق
- لوله‌های مرکب

1- Hazardous locations

۱ـ۲ـ۲ طبقه‌بندی برحسب روش اتصال لوله

۱ـ۲ـ۲ـ۱ لوله‌های قابل دنده پیچ کردن

۱ـ۲ـ۲ـ۲ لوله‌های بدون دنده پیچ

ـ لوله‌های ساده

ـ لوله‌های خرطومی

۱ـ۲ـ۳ طبقه‌بندی براساس خواص مکانیکی

ـ لوله‌های مناسب برای تنشهای مکانیکی خیلی سبک

ـ لوله‌های مناسب برای تنشهای مکانیکی سبک

ـ لوله‌های مناسب برای تنشهای مکانیکی متوسط

ـ لوله‌های مناسب برای تنشهای مکانیکی سنگین

ـ لوله‌های مناسب برای تنشهای مکانیکی خیلی سنگین

۱ـ۲ـ۴ طبقه‌بندی برحسب قابلیت خمش

ـ لوله‌های سخت

ـ لوله‌های قابل خم نمودن

ـ لوله‌های خودبرگردان[1]

ـ لوله‌های قابل انعطاف

۱ـ۲ـ۵ طبقه‌بندی برحسب درجه حرارت طبق جدول زیر:

طبقه‌بندی دما (C°)	حداقل معمولی دما		حدود تغییرات دما در بهره‌برداری دائمی (C°)
	دمای حمل و انبار (C°)	دمای نصب‌واستفاده (C°)	
−۵	−۵	−۵	−۵ تا +۶۰
−۲۵	−۲۵	−۱۵	−۱۵ تا +۶۰
+۹۰	−۵	−۵	−۵ تا *+۶۰

* در مواردی که لوله نوع ۹۰+ در بتن پیش‌ساخته استفاده می‌شود موقتاً تا حرارت ۹۰+ درجه پایدار خواهد بود.

توجه: لوله‌های عایق تا حرارت ۲۰۰°C در دست بررسی است.

۱ـ۲ـ۶ طبقه‌بندی برحسب مقاومت در برابر شعله

ـ لوله‌های مقاوم در برابر شعله

ـ لوله‌های آتشگیر

1– Self recovering

۱ ـ ۲ـ۷ طبقه‌بندی برحسب ویژگیهای الکتریکی

ـ لوله‌های فاقد مداومت الکتریکی
ـ لوله‌های دارای مداومت الکتریکی
ـ لوله‌های فاقد خواص عایقبندی
ـ لوله‌های دارای خواص عایقبندی

۱ ـ ۲ـ۸ طبقه‌بندی برحسب مقاومت در برابر اثرات عوامل خارجی

۱ ـ ۲ـ۸ـ۱ حفاظت در برابر نفوذ آب

ـ لوله‌های بدون حفاظت	IPX0
ـ لوله‌های دارای حفاظت در برابر ترشح[1] آب	IPX3
ـ لوله‌های دارای حفاظت در برابر پاشیدن[2] آب	IPX4
ـ لوله‌های دارای حفاظت در برابر فوران[3] آب	IPX5
ـ لوله‌های دارای حفاظت در برابر امواج[4] دریا	IPX6
ـ لوله‌های دارای حفاظت در برابر فرو رفتن[5] در آب	IPX7
ـ لوله‌های دارای حفاظت در برابر فرو رفتن نامحدود[6] در آب	IPX8

۱ ـ ۲ـ۸ـ۲ حفاظت در برابر ورود اجسام صلب خارجی

ـ لوله‌های دارای حفاظت در برابر اجسام صلب بزرگتر از ۲/۵ میلیمتر	IP3X
ـ لوله‌های دارای حفاظت در برابر اجسام صلب بزرگتر از یک میلیمتر	IP4X
ـ لوله‌های دارای حفاظت در برابر گرد و غبار	IP5X
ـ لوله‌های دارای حفاظت کامل در برابر گرد و غبار[7]	IP6X

۱ ـ ۲ـ۸ـ۳ مقاومت در برابر مواد خورنده یا آلاینده

الف ـ لوله‌های دارای حفاظت یکسان در سطوح داخلی و خارجی

ـ لوله‌های دارای حفاظت کم
ـ لوله‌های دارای حفاظت متوسط
ـ لوله‌های دارای حفاظت زیاد

ب ـ لوله‌هایی که حفاظت سطح خارجی آن بیش از سطح داخلی آن است

ـ لوله‌هایی که در سطح خارجی دارای حفاظت متوسط و در سطح داخلی دارای حفاظت کم است.
ـ لوله‌هایی که در سطح خارجی دارای حفاظت زیاد و در سطح داخلی دارای حفاظت کم است.
ـ لوله‌هایی که در سطح خارجی دارای حفاظت زیاد و در سطح داخلی دارای حفاظت متوسط است.

1– Spraying water 2– Splashing water 3– Water jets 4– Heavy seas 5– Immersion
6– Submersion 7– Dust-tight

۱ ـ ۲ـ۸ ـ۴ طبقه‌بندی برحسب میزان مقاومت در برابر نور خورشید

الف ـ لوله‌های فاقد حفاظت در برابر نور خورشید

ب ـ لوله‌های دارای حفاظت در برابر نور خورشید

ـ لوله‌های دارای حفاظت کم در برابر نور خورشید

ـ لوله‌های دارای حفاظت متوسط در برابر نور خورشید

ـ لوله‌های دارای حفاظت زیاد در برابر نور خورشید

۱ ـ ۳ انواع لوله و موارد کاربرد

۱ ـ ۳ـ۱ لوله‌های فولادی سیاه

این نوع لوله و لوازم مربوط به‌آن، که به‌وسیلهٔ رنگ یا وارنیش مقاوم می‌شود، را می‌توان صرفاً در داخل ساختمانها (فضاهای سرپوشیده) مورد استفاده قرار داد. مصرف این قبیل لوله‌ها در ارتباط مستقیم با زمین، و یا در محلهایی که در معرض نفوذ عوامل زنگ‌زدگی و خوردگی شدید است مجاز نخواهد بود.

۱ ـ ۳ـ۲ لوله‌های گالوانیزه

۱ ـ ۳ـ۲ـ۱ این نوع لوله و لوازم مربوط به‌آن راکه در برابر زنگ‌زدگی و خوردگی با ماده مقاومی مانند روی یاکادمیم، از داخل و خارج پوشیده می‌شود، می‌توان زیراندود گچی مورد استفاده قرار داد.

۱ ـ ۳ـ۲ـ۲ لوله فولادی گالوانیزه عمقی داغ

این نوع لوله و لوازم مربوط به‌آن دربتن، در تماس مستقیم با زمین، در لوله‌کشیهای روکار که در فضای آزاد انجام می‌شود، یا در مواردی که لوله‌ها در معرض عوامل زنگ‌زدگی و خوردگی قرار می‌گیرد مانند محلهای تَر و مرطوب و همچنین در مواردی که استحکام مکانیکی زیاد مورد نیاز است، باید مورد استفاده قرار گیرد.

۱ ـ ۳ـ۲ـ۳ لوله‌های فولادی گالوانیزه بدون درز ضدانفجار

این‌گونه لوله‌ها و لوازم مربوط به‌آن، در لوله‌کشیهای مناطق مخاطره‌آمیز (طبقه‌بندی‌شده) باید به‌کار برده شود.

۱ ـ ۳ـ۳ لوله‌های فولادی قابل انعطاف

۱ ـ ۳ـ۳ـ۱ موارد مصرف

در مواردی که لوله‌های برق از درز انبساط ساختمان عبور می‌کند و همچنین برای اتصال برق به‌موتورها یا ماشین‌آلاتی که ایجاد لرزش می‌کند باید از لوله‌های فولادی قابل انعطاف متناسب با نوع لوله‌کشی استفاده شود. داخل این نوع لوله‌ها باید دارای پوششی از لاستیک، یا مواد مشابه باشد.

۱ـ۳ـ۳ـ۲ موارد عدم مصرف

لوله‌های فولادی قابل انعطاف در موارد زیر نباید مورد استفاده قرار گیرد:

الف ـ نصب در مکانهای تَر[1] به‌استثنای مواردی که هادیها دارای پوشش سربی، یا از انواع مصوب برای شرایط موردنظر باشد و مجاری سیمکشی به‌گونه‌ای باشد که ورود آب به‌داخل آن نامحتمل باشد.

ب ـ استفاده در چاه آسانسور به‌استثنای مواردی که در آیین‌نامه مربوط مشخص شده است.

پ ـ نصب در اتاق باتریهای ذخیره‌ای[2]

ت ـ کاربرد در محیطهای مخاطره‌آمیز به‌استثنای مواردی که در آیین‌نامه مربوط تعیین شده است.

ث ـ استفاده در مواردی که هادیهای عایق لاستیکی در معرض بنزین، روغن و مانند آن قرار دارد.

ج ـ استفاده در زیرزمین یا در بتن‌ریزیها.

۱ـ۳ـ۴ لوله‌های غیرفلزی

این‌گونه لوله‌ها و لوازم مربوط به‌آن در مواردی که در بالای سطح زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد باید در برابر رطوبت، فضاهای شیمیایی، ضربه، فشار، شعله، تغییرشکل ناشی از حرارت در شرایط بهره‌برداری، برودت، و اثرات نور خورشید مقاومت کافی داشته باشد. لوله‌های غیرفلزی مورد استفاده در زیر سطح زمین باید از موادی ساخته شود که در برابر رطوبت و عوامل خورنده مقاوم بوده و در برابر ضربه و فشارهایی که ممکن است در حمل و نقل و هنگام نصب به‌آن وارد شود نیز مقاومت نماید. در مواردی که این نوع لوله‌ها بدون غلاف بتنی مستقیماً در زمین نصب می‌شود باید از موادی ساخته شده باشد که بارهای مداوم محتمل پس از نصب را تحمل کند. برخی از موادی که دارای خواص فیزیکی نامبرده می‌باشد، برای مصارف زیرزمینی عبارت است از فیبر، سیمان ازبست، سنگ صابون[3]، پلی‌واینال کلراید سخت (PVC)، فایبرگلاس اپوکسی[4]، و پلی‌اتیلن با غلظت زیاد، و برای مصارف بالای سطح زمین پلی‌واینال کلراید سخت ممکن است به‌کار برده شود.

۱ـ۳ـ۴ـ۱ موارد مصرف

استفاده از لوله‌های غیرفلزی سخت و لوازم مربوط به‌آن در موارد زیر مجاز است:

الف ـ نصب توکار در دیوار، کف و سقف

ب ـ در محلهایی که لوله‌ها در معرض عوامل ایجاد خوردگی شدید قرار می‌گیرد و یا در مکانهایی که در معرض مواد شیمیایی باشد. در این‌گونه موارد بنابر نوع عامل خورنده جنس لوله خاص مربوط باید به‌کار رود.

پ ـ در مکانهای تر از قبیل محلهایی که دیوارها غالباً شسته می‌شود و یا قسمتهایی از برخی کارخانه‌ها و کارگاهها مانند لبنیات‌سازی، لباسشویی، کنسروسازی، و امثال آن، کلیهٔ سیستم لوله‌کشی شامل جعبه‌ها و لوازم مربوط به‌لوله‌کشی، باید به‌گونه‌ای مجهز و نصب‌شود که از ورود آب به‌داخل آن جلوگیری شود. همچنین کلیهٔ پایه‌ها، پیچها، بستها، مهره‌ها، و مانندآن باید از نوع مقاوم در برابر

---

۱ ـ مکانهای تر در تأسیسات برقی شامل محلهایی است که تأسیسات در زیرزمین، یا در دال بتنی یا آجری در ارتباط مستقیم با زمین باشد، و یا در معرض اشباع آب یا سایر مایعات قرار گرفته باشد و یا این‌که در فضای آزاد استقرار داشته باشد.

2– Storage batteries 3– Soapstone 4– Fiberglass epoxy

زنگ‌زدگی و خوردگی بوده و یا با پوششی از مواد مقاوم مورد تأیید ساخته شده باشد.

ت - در بخشهای عمل، زایمان، و مراقبتهای ویژه (CCU و ICU) که از سیستم برق ایزوله استفاده می‌شود، سیستم لوله‌کشی باید کلاً با لوله‌های پی - وی - سی سخت (PVC) انجام شود.

ث - کاربرد در مکانهای خشک یا مرطوب منوط به این‌که در بند ۱-۳-۴-۲ مصرف آن منع نشده باشد.

ج - نصب روکار در موارد مجاز مشروط بر این‌که در معرض صدمه و آسیب فیزیکی یا تابش مستقیم خورشید نباشد.

چ - نصب مستقیم در زیر سطح زمین منوط به‌این‌که لوله‌ها برای این منظور ساخته شده باشد و ضوابط مربوط به‌حداقل عمق نصب رعایت شود.

۱ - ۳-۴-۲ موارد عدم مصرف

کاربرد لوله‌های غیرفلزی سخت در موارد زیر مجاز نخواهد بود:

الف - استفاده در محیطهای مخاطره‌آمیز (طبقه‌بندی شده) بجز نصب در عمق حداقل ۶۰ سانتیمتر از سطح زمین که در این صورت باید سیستم اتصال زمین اضافی برای حفظ مداومت الکتریکی مجاری فلزی و قسمتهای فلزی ماشین‌آلات کشیده شود و لوله قبل از خروج از زمین به‌طول ۶۰ سانتیمتر از نوع فلزی باشد.

ب - کاربرد به‌عنوان پایه نگهدارنده چراغها و سایر وسایل برقی

پ - استفاده در مواردی که در معرض صدمات فیزیکی قرار گیرد.

ت - نصب در محلی که لوله‌ها در معرض حرارتی بیش از دمای مجاز آن قرار گیرد.

ث - کاربرد در مواردی که محدودیت حرارتی عایقبندی هادیها بیش از حرارت مجاز لوله‌ها باشد.

۱ - ۴ ظرفیت لوله‌ها

۱ - ۴-۱ تعداد مجاز هادیها در هر لوله بستگی به‌درصد سطح مقطعی از لوله که به‌وسیلهٔ هادیها اشغال می‌شود دارد و نباید از مقادیر تعیین شده در جدول ۱ - ۱ تجاوز نماید.

جدول ۱ - ۱ درصد سطح مقطع مجاز اشغال شده در هر لوله برحسب تعداد و نوع هادی

تعداد هادیها / نوع هادیها	۱	۲	۳	۴	بیش از ۴ رشته
هادیهای غلاف سربی	٪۵۵	٪۳۰	٪۴۰	٪۳۸	٪۳۵
انواع دیگر هادیها	٪۵۳	٪۳۱	٪۴۰	٪۴۰	٪۴۰

۱ - ۴-۲ حداکثر تعداد مجاز هادیهای روشنایی و نیرو در داخل لوله‌های فولادی‌عایقدار، بدون‌عایق، و پلاستیکی سخت برحسب سطح مقطع هادیها و قطر داخلی لوله‌ها به‌شرح مندرج در جدول‌شماره ۱-۲ خواهد بود.

۱ - ۴-۳ حداکثر تعداد مجاز هادیهای جریان ضعیف (تلفن، زنگ و مانند آن) در لوله‌های فولادی عایقدار، بدون عایق، و پلاستیکی سخت برحسب سطح مقطع و یا قطر هادیها، و قطر داخلی لوله‌ها به‌شرح مندرج در جدول ۱ - ۳ خواهد بود.

جدول ۱ ـ ۲ حداکثر تعداد مجاز هادیهای روشنایی و نیرو در داخل لوله‌های فولادی عایقدار، بدون‌عایق، و پلاستیکی سخت برحسب سطح مقطع هادیها و قطر داخلی لوله‌ها

تعداد هادی	۲			۳			۴			۵			۶		
سطح مقطع هادی (میلیمترمربع)	فولادی عایقدار	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	شماره لوله	فولادی عایقدار	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	شماره لوله	فولادی عایقدار	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	شماره لوله	فولادی عایقدار	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	شماره لوله	فولادی عایقدار	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	شماره لوله
	قطر	قطر	PG	قطر	قطر	PG	قطر	قطر	PG	قطر	قطر	PG	قطر	قطر	PG
۱ (ت) و (چ)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)
۱/۵ (ت) و (چ)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۲۱	۱۸	(۱۳/۵)	۲۱	۱۸	(۱۳/۵)
۲/۵ (ت) و (چ)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۲۱	۱۸	(۱۳/۵)	۲۱	۱۸	(۱۳/۵)	۲۱	۱۹/۹	(۱۶)
۴ (ت) و (چ)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۸	(۱۳/۵)	۲۱	۱۹/۹	(۱۶)	۲۱	۲۵/۵	(۲۱)	۲۹	۲۵/۵	(۲۱)
۶ (ت) و (چ)	۱۶	۱۸	(۱۳/۵)	۲۱	۱۹/۹	(۱۶)	۲۱	۲۵/۵	(۲۱)	۲۹	۲۵/۵	(۲۱)	۲۹	۳۴/۲	(۲۹)
۱۰ (ت) و (چ)	۲۱	۱۹/۹	(۱۶)	۲۹	۲۵/۵	(۲۱)	۲۹	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)
۱۶ (ت)	۲۹	۲۵/۵	(۲۱)	۲۹	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۴۴	(۳۶)	۴۲	۴۴	(۳۶)
۱۶ (چ)	۲۹	۲۵/۵	(۲۱)	۲۹	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۴۴	(۳۶)	۴۲	۴۴	(۳۶)
۲۵ (ت)	۲۹	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۴۲	۴۴	(۳۶)	۴۸	۵۱	(۴۲)	۴۸	۵۱	(۴۲)
۲۵ (چ)	۲۹	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۴۲	۴۴	(۳۶)	۴۸	۵۱	(۴۲)	۴۸	۵۱	(۴۲)
۳۵ (چ)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۴۲	۴۴	(۳۶)	۴۲	۴۴	(۳۶)	۴۸	۵۱	(۴۲)	۴۸	۵۵/۸	(۴۸)
۵۰ (چ)	۴۲	۴۴	(۳۶)	۴۸	۵۱	(۴۲)	ـ	۵۵/۸	(۴۸)	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ
۷۰ (چ)	۴۸	۴۴	(۳۶)	۴۸	۵۱	(۴۲)	ـ	۵۵/۸	(۴۸)	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ
۹۵ (چ)	ـ	۵۱	(۴۲)	ـ	۵۵/۸	(۴۸)	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ
۱۲۰ (چ)	ـ	۵۵/۸	(۴۸)	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ
۱۵۰ (چ)	ـ	۵۵/۸	۴۸)	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ	ـ

توضیحات ضروری:

۱ ـ ارقام مندرج در جدول زیر عنوان قطر نمایانگر قطر داخلی لوله‌ها برحسب میلیمتر است.

۲ ـ جدول فوق شامل سیمهای NGA و NYA می‌شود که ممکن است در لوله زیرکار و یا روی کار نصب شود.

۳ ـ حرف «ت» نشان‌دهندهٔ هادیهای تک‌رشته‌ای و حرف «چ» معرف هادیهای چندرشته‌ای می‌باشد.

۴ ـ در ستونهایی که لغت «فولادی» به‌کار رفته است منظور لوله‌های فولادی سیاه و یا گالوانیزه است.

جدول ۱ ـ ۳ حداکثر تعداد مجاز هادیهای جریان‌ضعیف (تلفن، زنگ و مانند آن) در لوله‌های‌فولادی عایقدار، بدون‌عایق و پلاستیکی سخت

فولادی بدون عایق (۱۱) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایقدار ۱۶ میلیمتر	فولادی بدون عایق (۱۳/۵) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایقدار ۲۱ میلیمتر	فولادی بدون عایق (۱۶) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایقدار ۲۱ میلیمتر	فولادی بدون عایق (۲۱) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایقدار ۲۹ میلیمتر	فولادی بدون عایق (۲۹) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایقدار ۳۶ میلیمتر	فولادی بدون عایق (۳۶) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایقدار ۴۲ میلیمتر
۸ تا ۱۰ (۰/۸ تا ۰/۶) mm	۱۲ تا ۱۴ (۰/۸ تا ۰/۶) mm	۲۰×۰/۸ mm	۲۶×۰/۸ mm	۳۴×۰/۸ mm	۴۸×۰/۸ mm
–	۲×۱/۵ mm^2 ۳×۰/۶ mm	۲×۱/۵ mm^2 ۶×۰/۶ mm	۲×۱/۵ mm^2 ۱۴×۰/۸ mm	۲×۱/۵ mm^2 ۳۰×۰/۶ mm	۲×۱/۵ mm^2 ۴۲×۰/۶ mm
–	۲×۲/۵ mm^2 ۲×۰/۶ mm	۲×۲/۵ mm^2 ۳×۰/۶ mm	۲×۲/۵ mm^2 ۹×۰/۶ mm	۲×۲/۵ mm^2 ۲۶×۰/۶ mm	۲×۲/۵ mm^2 ۳۶×۰/۶ mm

توضیح: در هریک از موارد مندرج در جدول فوق یک سیم زمین نیز مجاز است.

۱ـ۴ـ۴ حداقل قطر داخلی لوله‌های فولادی عایقدار برق ۱۶/۴ میلیمتر (pg 11) و حداقل قطر داخلی لوله‌های فولادی بدون عایق و پلاستیکی سخت ۱۶ میلیمتر خواهد بود.

۱ـ۵ اصول و روشهای نصب لوله‌های برق

۱ـ۵ـ۱ کلیات

۱ـ۵ـ۱ـ۱ پیمانکار یا مجری تأسیسات برق به‌منظور ایجاد هماهنگی و احتراز از دوباره‌کاری باید قبلاً نقشه‌های ساختمانی و مکانیکی را مورد بررسی و مطالعه دقیق قرار داده و ترتیب انجام عملیات مربوط به‌لوله‌کشی و نصب تأسیسات برقی را به‌نحوی فراهم نماید که با سایر فعالیتهای ساختمانی هم‌آهنگ بوده و موجبات تداخل و تأخیر آن نشود. بدیهی است در صورتی که عملیات مذکور تغییراتی در نقشه‌ها ایجاد کند، مراتب باید به‌واحد نظارت گزارش و پس از تأیید اجرا شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۲ تمامی سیمکشیهای داخلی ساختمانها، اعم از روکار یا توکار، باید در داخل لوله‌های مخصوص برق یا مجاری ویژه این کار (ترانکینگها) انجام شود و برای اجرای انشعابها، خمها، زانوها، سه یا چهارراهه‌ها و غیره باید از وسایل و متعلقات استاندارد و مخصوص هر نوع لوله یا مجرا استفاده شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۳ **سیستمهای لوله‌کشی**

سیستمهای زیر باید توسط لوله‌های جداگانه و یا تقسیم‌بندیهای متفاوت در کانال[1] انجام پذیرد:

الف ـ سیستم برق‌رسانی به‌پریزهای عمومی

ب ـ سیستم برق‌رسانی به‌پریزهای اضطراری

پ ـ سیستم برق‌رسانی به‌فن‌کویل‌ها

ت ـ سیستم روشنایی برق متناوب

ث ـ سیستم برق اضطراری ـ برق متناوب

ج ـ سیستم برق اضطراری ـ برق مستقیم

چ ـ سیستم تلفن و فکس

ح ـ سیستم احضار

خ ـ سیستم دربازکن

د ـ سیستم تصویری

ذ ـ سیستم مادر ساعت

ر ـ سیستم اعلام حریق

ز ـ سیستم صوتی

ژ ـ سیستم تلکس

س ـ سیستم کنترل تأسیسات مکانیکی از قبیل تهویه مطبوع، آسانسور و غیره

1– Duct

ش - دستگاههای یک‌فاز

ص - سیستم شبکه رایانه

یادآوری

مدارهای سیستمهای جریان ضعیف در موارد زیر ممکن است به‌صورت یکجا کشیده شود مشروط بر این‌که ولتاژ هیچ‌یک از هادیها از ولتاژ اسمی عایقبندی هادیهای فشار ضعیف مورد استفاده تجاوز نکند:

- تلفن، تلکس، فکس، و نظایر آن؛
- زنگ اخبار، احضار، دربازکن؛
- خطوط ارتباطی سیستم اعلام حریق با مرکز آتش‌نشانی یا مرکز اصلی.

۱-۵-۱-۴ لوله‌های حاوی هادیهای الکتریکی، جعبه‌ها، کابلهای زره‌دار، تابلوها، زانوها و سایر لوازم مربوط به‌لوله‌کشی برق باید براساس ضوابط مشروحه در بند ۱-۳ انتخاب شود به‌نحوی که برای محیط مورد مصرف مناسب باشد.

۱-۵-۱-۵ مجاری سیمکشی (ترانکینگها) اعم از فلزی یا پلاستیکی، توکار و یا روکار، باید مجهز به‌جعبه‌تقسیمها، جعبه‌انشعابها، قطعات اتصالی و انتهایی و انواع زانوها، (داخلی و خارجی) و سه‌راهها و چهارراهه‌های مناسب و مخصوص به‌خود باشد. مجاری سیمکشی‌که از داخل آن علاوه‌بر سیمکشیهای مربوط به‌قدرت، سیمکشیهای تأسیسات فشار ضعیف نیز عبور می‌کند، باید حداقل به‌یک دیوارهٔ جداکنندهٔ دو نوع سیمکشی مجهز باشد و این جدایی باید در سراسر مجرا و جعبه‌تقسیمها و جعبه‌انشعابها و غیره برقرار باقی بماند. مجاری فلزی باید به‌پیچهای مخصوص مداومت الکتریکی بدنه مجهز باشد و در سراسر سیستم مجرا، بدنه‌ها به‌طور کامل به‌یکدیگر متصل و همگی به‌هادی حفاظتی تابلوی مربوط وصل شود.

۱-۵-۱-۶ تمامی لوله‌کشیهای برق باید از تابلوی برق مربوط شروع و به‌جعبه‌تقسیم یا جعبه‌کلید و پریز ختم شود، بدین‌معنی که باقی گذاردن سر لوله به‌طور آزاد و یا استفاده از سر چپقی برای ختم لوله مجاز نیست.

۱-۵-۱-۷ در مکانهای تَر و مرطوب کلیهٔ اتصالیهای مجراها و لوله‌ها باید در برابر رطوبت عایق، و کلیهٔ درپوشهای جعبه‌تقسیمها دارای واشر بوده و با پیچ به‌جعبه‌ها متصل شود.

۱-۵-۱-۸ در سیستم لوله‌کشی فلزی به‌منظور اجتناب از فعل و انفعالات گالوانیک باید حتی‌الامکان لوله‌های فلزی ناهمجنس مورد استفاده قرار نگیرد.

۱-۵-۱-۹ در مواردی‌که از لوله‌های غیرفلزی استفاده‌می‌شود باید کلیهٔ لوازم اتصال آن نیز از همان‌نوع انتخاب شود.

۱-۵-۱-۱۰ کلیهٔ لوله‌های روکار و یا توکار باید با خط‌الرأس دیوارها و سقف، موازی و یا عمود بر آن، به‌طرز منظمی نصب شود. همچنین فواصل لوله‌ها از یکدیگر باید مساوی بوده و شعاع خمش لوله‌ها یکسان باشد. اتصال لوله‌های روکار به‌دیوار باید به‌وسیلهٔ پیچ و مهره فلزی مناسب انجام شود به‌گونه‌ای که ظاهر کار کاملاً تمیز و مرتب باشد.

۱-۵-۱-۱۱ در مواردی که لوله‌های برق از درز انبساط ساختمان عبور می‌کند باید از بوش منبسط شونده استفاده شود و یا ممکن است لولهٔ اصلی را در داخل لولهٔ بزرگتری قرار داد به‌نحوی که بتواند آزادانه منقبض و

منبسط شود و انتهای دیگر لولهٔ بزرگتر نیز به‌وسیلهٔ یک تبدیل به‌دنبالهٔ لوله‌کشی وصل گردد و یک سیم رابط نیز به‌منظور حفظ مداومت اتصال زمین بین دو لوله کشیده شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۱۲ خم کردن لوله‌ها ـ خم کردن لوله‌ها، در صورت لزوم، باید به‌گونه‌ای انجام شود که لوله‌ها زخمی نشده و قطر داخلی آن به‌طور مؤثر نقصان نیابد. برای لوله‌های با قطر ۲۵ میلیمتر می‌توان از لوله خم‌کن دستی استفاده کرد لیکن برای لوله‌های بیش از ۲۵ میلیمتر قطر باید از ماشین خم‌کن استفاده شود. شعاع داخلی انحنای لوله‌هایی که در کارگاه خم می‌شود، در صورتی که لوله حاوی هادیهای بدون روکش سربی باشد نباید از ۸ برابر قطر لوله کمتر باشد و در صورتی‌که لوله حاوی هادیهای دارای روکش سربی باشد ۱۲ برابر قطر لوله باید در نظر گرفته شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۱۳ تعداد خمها ـ در مسیر لوله‌کشی بین دو نقطهٔ اتصال مکانیکی مانند دو جعبه (اعم از جعبه تقسیم و یا جعبه‌کلید و پریز) و یا یک جعبه و یک بوشن و یا دو بوشن در صورتی که تعداد خمها از چهار خم ۹۰ درجه (مجموعاً ۳۶۰ درجه) بیشتر گردد باید از جعبه کشش[1] استفاده شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۱۴ در مواردی که لوله‌ها در کارگاه بریده می‌شود باید لبه‌های تیز و برندهٔ آن از داخل و خارج لوله صاف، و به‌کلی برطرف شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۱۵ لوله‌های له شده و زده‌دار نباید در لوله‌کشی مصرف شود، و در هنگام نصب نیز باید دقت و مواظبت به‌عمل آید که لوله‌ها زخمی و معیوب نشود.

۱ـ۵ـ۱ـ۱۶ تمامی مجاری و لوله‌ها باید از یک نقطه اتصال تا نقطهٔ اتصال دیگر (جعبه‌تقسیم به‌جعبه‌تقسیم یا پریز به‌پریز و مانند آن) به‌صورت پیوسته امتداد یابد.

۱ـ۵ـ۱ـ۱۷ دهانهٔ ورودی لوله‌هایی که از ساختمان خارج و یا به‌ساختمان وارد می‌شود باید به‌طریق مصوب در برابر آب و گاز مسدود شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۱۸ کلیهٔ لوله‌ها و مجاری و جعبه‌ها و مانند آن باید در جریان نصب به‌طریق مناسب و به‌طور موقت مسدود شود تا از ورود گچ و شن و مواد خارجی مشابه به‌داخل آن جلوگیری شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۱۹ لوله‌ها باید در هنگام نصب خالی باشد و سیمها یا کابلها پس از پایان لوله‌کشی به‌داخل آن هدایت شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۲۰ حداقل فاصلهٔ بین لوله‌های برق و سایر لوله‌های تأسیساتی از قبیل آب، بخار، گاز، و امثال آن باید ۱۵ سانتیمتر باشد.

۱ـ۵ـ۱ـ۲۱ در مسیر لوله‌کشی روکار و یا توکار در هر نقطه اتصال چراغ، کلید، پریز و مانند آن باید یک جعبه متناسب با مورد کاربرد نصب شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۲۲ کلیهٔ هادیهایی‌که به‌جعبه‌تقسیم یا جعبه‌کشش وارد می‌شود باید در برابر ساییدگی حفاظت شود، به‌این ترتیب که برای حراست پوشش عایق سیمها، در محل ورود هادی، یا اتصال لوله به‌جعبه‌تقسیم، و مانند آن، باید یک بوشن فیبری و یا برنجی نصب شود مگر این‌که معادل آن در ساخت جعبه در نظر گرفته شده باشد.

۱ـ۵ـ۱ـ۲۳ اندازهٔ جعبه‌های تقسیم یا کشش باید طوری انتخاب شود که فضای کافی برای سیمها و کابلهای داخل آن وجود داشته باشد.

۱ـ۵ـ۱ـ۲۴ در موارد اتصال لوله به‌جعبه در صورتی که از بوشن یا مهرهٔ قفلی[2] استفاده شود جعبه‌های مدور نباید به‌کار برده شود.

1– Pull box 2– Lock nut

۱ـ۵ـ۱ـ۲۵ جعبه‌های اتصال و جعبه‌تقسیمهای فلزی مخصوص کشش باید با مهرهٔ قفلی یا بوشن متناسب با نوع لوله‌کشی به‌لوله متصل شود و دقت کافی به‌عمل آید که رزوه‌های سر لوله به‌قدر کافی به‌داخل جعبه وارد شود و در نتیجه محل لازم برای نصب بوشن یا مهرهٔ قفلی و تأمین اتصال الکتریکی محکم با جعبه مربوط به‌وجود آید.

۱ـ۵ـ۱ـ۲۶ در لوله‌کشی فلزی کلیهٔ اتصالات اعم از لوله و جعبه‌ها و سایر لوازم مربوط باید به‌نحوی انجام شود که اتصال مؤثر الکتریکی تحقق پذیرد.

۱ـ۵ـ۱ـ۲۷ مجاری فلزی، جعبه‌های تقسیم و کشش، تابلوها، کابلهای زره‌دار، و لوازم لوله‌کشی مربوط، باید به‌سیستم زمین اتصال داده شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۲۸ در مواردی که لوله‌ها به‌کانال فلزی، یا تابلو، و یا هر نوع صفحهٔ فلزی، ختم می‌شود، اتصال باید به‌وسیلهٔ بوشن برنجی و واشر سربی انجام شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۲۹ کلیهٔ مجاری و لوله‌هایی که به‌جعبه‌های تقسیم و یا کشش، تابلوها، کابینت‌ها، و مانند آن ختم می‌شود، باید به‌طریق مقتضی، علامتگذاری و مشخص شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۳۰ در مواردی که لوله‌های برق از زیر دیوار یا کف بتنی و یا از زیر پارتیشن عبور می‌کند، باید قبل از دیوارکشی یا بتن‌ریزی برحسب محل عبور لولهٔ اصلی، لوله‌های محافظ از نوع چدنی، فولادی، یا سیمانی پیش‌بینی و نصب شود.

ورودی لوله‌هایی که از زیر دیوار خارجی عبور می‌کند باید به‌نحو مقتضی، در برابر نفوذ آب و گاز و مانند آن مسدود شود. در صورتی که لولهٔ برق با جاده یا لوله‌های آب و گاز و امثال آن تقاطع داشته باشد باید از غلاف محافظ فلزی مناسب استفاده شود.

۱ـ۵ـ۱ـ۳۱ کلیهٔ لوازم الکتریکی، باید به‌طور کاملاً مستقل روی دیوارها نصب شود و اتکایی به‌لوله‌های برق مجاور خود نداشته باشد.

۱ـ۵ـ۲ لوله‌کشی توکار

۱ـ۵ـ۲ـ۱ در دیوارهای بتنی برای نصب و عبور لوله‌های برق باید هنگام قالب‌بندی محل لازم در نظر گرفته شود. کندن شیار روی این‌گونه دیوارها، یا سقف و کف بتنی، پس از اتمام بتن‌ریزی، مجاز نخواهد بود.

۱ـ۵ـ۲ـ۲ در دیوارهای آجری، شیارکنی و یا جاسازی و ایجاد سوراخ برای نصب لوله‌های برق، باید پس از کاهگل‌کاری و یا گچ و خاک دیوارها و یا سقف انجام شود. عمق این‌گونه شیارها باید به‌نحوی باشد که اولاً، بیش از نصف ضخامت دیوار برداشته نشود و ثانیاً، سطح خارجی لوله نصب شده، حداقل ۱/۵ سانتیمتر زیرسطح تمام‌شده دیوار قرار گیرد. شیارهای فوق‌الذکر باید حتی‌المقدور با وسایل مکانیکی و در صورت عدم امکان دسترسی به‌وسایل مذکور با تیشه مخصوص انجام شود. عرض شیار باید حتی‌الامکان متناسب با مجموع پهنای لوله‌های مورد نظر باشد و درآوردن شیار بیش از حد لزوم مجاز نمی‌باشد.

۱ـ۵ـ۲ـ۳ تمامی جعبه‌های تقسیم، کشش و کلید و پریز باید به‌گونه‌ای نصب شود که لبهٔ خارجی آن با سطح تمام شده دیوار کاملاً هم‌سطح و تراز باشد. در مواردی که این‌گونه جعبه‌ها پایین‌تر از سطح دیوار قرار گیرد، باید به‌وسیلهٔ حلقه‌های قابل تنظیم[1] لبه‌های خارجی جعبه با سطح دیوار یکسان شود.

1– Extension rings

۱ـ۵ـ۲ـ۴ کاربرد لوله‌های برکمان و خرطومی پی ـ وی ـ سی در سیستم توکار به‌هیچ وجه مجاز نمی‌باشد.

۱ـ۵ـ۲ـ۵ لوله‌های توکار باید به‌طریقی نصب شود که از پیچ و خمهای اضافی امتناع شود و حتی‌المقدور از کوتاهترین فاصله استفاده شود.

۱ـ۵ـ۲ـ۶ لوله‌های توکار باید حداقل ۱۵ میلیمتر زیر سطح تمام شده دیوار یا سقف نصب شود.

۱ـ۵ـ۲ـ۷ در مواردی که لوله‌ها در کف نصب می‌شود حداقل فاصله از روی لوله تا سطح تمام‌شده، باید سه سانتیمتر باشد.

۱ـ۵ـ۲ـ۸ جعبه‌های تقسیم و کشش و امثال آن، باید به‌گونه‌ای نصب شود که سیمها و کابلهای محتوی آن بدون تخریب ساختمان و یا خاکبرداری قابل دسترسی باشد ضمن این‌که حتی‌المقدور دور از انظار قرار گیرد.

۱ـ۵ـ۲ـ۹ اتصالات بدون رزوه باید به‌طور محکم انجام شود. در مکانهای مرطوب یا در جایی که لوله در بتن یا زیر خاک و امثال آن دفن می‌شود، اتصال باید از نوعی باشد که از ورود آب به‌داخل لوله‌ها جلوگیری کند.

۱ـ۵ـ۲ـ۱۰ کلیهٔ لوله‌ها و لوازم مربوط به‌آن و سایر تأسیسات برقی که در زیر کار نصب می‌شود باید پس از بازرسی، آزمایش و تصویب مهندس ناظر پوشیده شود. بدیهی است این امر باید به‌نحوی برنامه‌ریزی و اجرا شود که موجبات تأخیر و یا اختلال در انجام سایر فعالیتهای ساختمانی را فراهم نکند.

۱ـ۵ـ۳ لوله‌کشی روکار

۱ـ۵ـ۳ـ۱ در سیستم لوله‌کشی روکار تمامی اتصالات باید از نوع پیچی باشد و به‌وسیلهٔ پیچ و مهره و بوشن و زانو و سه‌راه به‌یکدیگر متصل شود. محکم کردن لوله‌ها باید به‌وسیلهٔ لوازمی انجام گیرد که سبب زدگی و یا فرورفتگی آن نشود.

۱ـ۵ـ۳ـ۲ محل و فاصلهٔ بستهای لوله‌های روکار به‌وسیلهٔ مهندس ناظر تأسیسات برق دقیقاً در کارگاه تعیین می‌شود لیکن در هر حال فاصلهٔ بستها نباید از ۴۰ سانتیمتر کمتر و از ۱۰۰ سانتیمتر بیشتر باشد. بستها باید به‌وسیلهٔ رول‌پلاگ و پیچ به‌دیوار یا سقف محکم شود. در مواردی که لوله بر روی سطح فلزی نصب می‌شود باید از پیچهای فولادی مخصوص فلز استفاده شود و در صورتی که لوله در روی سطح چوب نصب شود پیچهای مخصوص چوب باید به‌کار رود. استفاده از میخ به‌منظور محکم کردن لوله‌ها، جعبه‌های تقسیم، چراغها، و غیره مجاز نمی‌باشد.

۱ـ۵ـ۳ـ۳ لوله‌های برق، در سقف کاذب نباید روی رابیتس نصب شود بلکه این‌گونه لوله‌ها را باید از سقف اصلی عبور داد. در صورتی که کلیهٔ لوله‌های برق حتی‌المقدور از کف اطاقها عبور داده شود از نظر آسیب‌دیدگی بیشتر مصون خواهد بود.

۱ـ۵ـ۳ـ۴ اتصال لوله‌کشی به‌دستگاههای دارای لرزش (مانند موتور) باید به‌کمک لوله‌های فولادی قابل انعطاف با بوشهای مناسب، که حداقل طول آن ۲۰ سانتیمتر باشد، انجام شود.

۱ـ۵ـ۳ـ۵ در لوله‌کشی روکار در صورتی که از لوله‌های فولادی سیاه استفاده شود، کلیهٔ لوله‌ها، جعبه‌ها، و سایر وسایل مربوط، باید با یکدست رنگ ضدزنگ و یا رنگ ثانویه پوشانده شود. نصب لوله‌های فولادی سیاه در مکانهای تَر، یا در خارج ساختمانها (فضای آزاد) مجاز نخواهد بود.

۱ـ۵ـ۳ـ۶ در سیستم لوله‌کشی روکار در مکانهای تَر داخل ساختمانها، لوله‌کشی روکار باید به‌نحوی انجام شود که بین تمامی لوله‌ها، جعبه‌ها و سایر لوازم مربوط به‌آن، و دیوار یا سطح اتکایی حداقل شش میلیمتر فاصله وجود داشته باشد.

۱ـ۵ـ۴ لوله کشی روکار ضدانفجار

۱ـ۵ـ۴ـ۱ در محیطهای مخاطره‌آمیز که ایجاد جرقه، قوس الکتریکی، و دمای بالا خطرساز است مانند محلهایی که گازهای محترق و قابل‌انفجار، بخارهای هادی جریان برق، مواد نفتی، رشته‌های قابل اشتعال معلق در فضا و مانند آن وجود دارد، باید کلیهٔ لوله‌کشیهای برق براساس طبقه‌بندیها و استانداردهای وزارت نفت، یا یکی از استانداردهای شناخته‌شده بین‌المللی مانند کمیتهٔ بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) و NFPA انجام شود.

۱ـ۶ علایم ترسیمی الکتریکی برای لوله‌کشی برق در جدول ۱ـ۴ نشان داده شده است.

جدول ۱ ـ ۴ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای لوله‌کشی برق

شـــرح	نشانه
مسیر لوله‌کشی توکار، در سقف، یا کف، و یا دیوار	———
مسیر لوله‌کشی روکار، روی سقف، یا کف، و یا دیوار	- - - - - - - - - - - -
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم برق اضطراری	——— E ———
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم تلفن	——— T ———
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم اینترفون	——— IF ———
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم احضار پرستار	——— N ———
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم آنتن	——— A ———
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم ما در ساعت	——— C ———
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم اعلام و اطفای حریق	——— F ———
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم صوتی	——— S ———
مسیر لوله‌کشی توکار، برای سیستم موسیقی	——— M ———
جعبه انتهایی (تقسیم یا کشش)، یک‌راه، نوع روکار	■— ●—
جعبه‌تقسیم یا جعبه کشش، دوراه، نوع روکار	■ ●
جعبه‌تقسیم یا جعبه کشش، سه‌راه، نوع روکار	■ ●
جعبه‌تقسیم یا جعبه کشش، چهارراه، نوع روکار	■ ●
جعبه انتهایی (تقسیم یا کشش)، یک‌راه، نوع توکار	□— ○—
جعبه‌تقسیم یا جعبه‌کشش، دوراه، نوع توکار	□ ○
جعبه‌تقسیم یا جعبه‌کشش، سه‌راه، نوع توکار	□ ○
جعبه‌تقسیم یا جعبه‌کشش، چهارراه، نوع توکار	□ ○

فصل ۲
سیمکشی برق

۲ـ۱ تعاریف

سیم (رشته): سیم شامل هادی است که توسط پوششی (عایق) احاطه شده باشد.

هادی: هادی شامل مفتولهای نازک مسی (افشان) در سیم قابل انعطاف و شامل تک‌مفتول یا مفتولهای منظم تابیده شده در سیم غیرقابل انعطاف می‌باشد.

ولتاژ اسمی: ولتاژ اسمی سیم ولتاژی است که سیم برای آن طراحی شده و آزمونهای الکتریکی براساس آن انجام می‌شود. ولتاژ اسمی به‌صورت U_o/U برحسب ولت بیان می‌شود.

U_o- مقدار مؤثر ولتاژ بین هر رشته و زمین می‌باشد.

U- مقدار مؤثر ولتاژ بین هر دو فاز سیستمی از سیمها می‌باشد.

جریان مجاز حرارتی یک هادی یا جریان اسمی: مقدار ثابتی از جریان، که تحت شرایط تعیین شده‌ای بدون این که درجه حرارت حالت تعادل هادی از میزان معینی تجاوز نماید، می‌تواند از آن عبور کند. برای هادیها جریان مجاز، جریان اسمی آن در نظر گرفته می‌شود.

اضافه جریان: هر جریانی است که بیش از جریان اسمی باشد.

جریان اضافه‌بار: اضافه جریان به‌وجود آمده در مداری که از نظر الکتریکی آسیب ندیده باشد.

جریان اتصال کوتاه: اضافه جریانی است که در اثر متصل شدن دو نقطه با ولتاژهای مختلف، در هنگام کار عادی از طریق مقاومت ظاهری (امپدانس) بسیار کم، به‌وجود آمده باشد.

۲ـ۲ استاندارد ساخت

سیمهای دارای عایق پلی‌وینیل کلراید (PVC) با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰ ولت که برای نصب ثابت در تأسیسات برقی کارهای ساختمانی به‌کار می‌رود، باید برابر استانداردهای ملی ایران با شماره‌های ۱ ـ ۶۰۷ و ۳ ـ ۶۰۷، و یا استانداردهای کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک با شماره‌های IEC 227-1 و IEC 227-3 ساخته شده باشد. سیمهای قابل انعطاف با پوشش لاستیکی (طبیعی، مصنوعی، و یا مخلوطی از آن دو)، با ولتاژ اسمی حداکثر ۷۵۰ ولت، مورد مصرف در تأسیسات یادشده، باید بر طبق استاندارد ملی ایران با شماره ۱۹۲۶ و یا استانداردهای آی ـ ای ـ سی با شماره‌های IEC 245-1، IEC 245-3، IEC 245-4 تولید شده باشد. در مواردی که برای سیم مورد نیاز استاندارد ایرانی موجود

نباشد باید از استانداردهای کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک و یا سایر استانداردهای معتبر جهانی مانند CENELEC ، VDE ، BS و مشابه آن استفاده شود.

۲ـ۳ مشخصات و موارد مصرف انواع سیمهای دارای عایق پی ـ وی ـ سی براساس استانداردهای ملی شماره‌های ۱ـ۶۰۷ و ۳ـ۶۰۷ و IEC 227-1 و IEC 227-3.

۲ـ۳ـ۱ سیم با هادی تک‌مفتولی و چندمفتولی برای مصارف عمومی:

این نوع سیم که باکد مشخصه ۰۱ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت بوده و هادیهای آن به‌صورت تک‌مفتولی (گروه ۱) و یا چندمفتولی تابیده شده منظم (گروه ۲) مطابق مقررات استاندارد ملی شماره ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع C بوده و هادی را پوشش دهد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول (۱) از استاندارد ملی شماره ۳ـ۶۰۷ باشد. سیمهای نوع ۰۱ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع ۱/۵ تا ۴۰۰ میلیمتر مربع ساخته شود. حداکثر دمای هادی در استفاده عادی برای این گونه سیمها ۷۰ درجه سلسیوس است.

۲ـ۳ـ۲ سیم با هادی قابل انعطاف برای مصارف عمومی

این نوع سیم که باکد مشخصه ۰۲ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت بوده و هادیهای قابل انعطاف آن (گروه ۵) از جنس مس و مطابق استاندارد ملی شماره ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع C بوده و هادی را پوشش دهد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول (۳) از استاندارد ملی شماره ۳ ـ ۶۰۷ باشد. سیمهای نوع ۰۲ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع ۱/۵ تا ۲۴۰ میلیمتر مربع ساخته شود. حداکثر دمای هادی در بهره‌برداری عادی برای این‌گونه سیمها ۷۰ درجه سلسیوس است.

۲ـ۳ـ۳ سیم با هادی تک‌مفتولی برای سیمکشی داخلی

این نوع سیم که باکد مشخصه ۰۵ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت بوده و هادیهای آن به‌صورت تک‌مفتولی (گروه ۱) مطابق استاندارد ملی شماره ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع C بوده و هادی را دربرگرفته باشد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول شماره (۵) از استاندارد ملی شماره ۳ ـ ۶۰۷ باشد. سیمهای نوع ۰۵ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع اسمی ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلیمتر مربع ساخته شود. حداکثر دمای هادی در استفاده عادی ۷۰ درجه سلسیوس می‌باشد.

۲ـ۳ـ۴ سیم با هادی قابل انعطاف برای سیمکشی داخلی

این نوع سیم که باکد مشخصه ۰۶ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت بوده و

هادیهای قابل انعطاف آن (گروه ۵) از جنس مس و مطابق استاندارد ملی ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع C بوده و هادی را پوشش دهد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول شماره (۷) از استاندارد ملی شماره ۳ ـ ۶۰۷ باشد. سیمهای نوع ۰۶ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع اسمی ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلیمتر مربع تولید شود. حداکثر دمای هادی در بهره‌برداری عادی ۷۰ درجه سلسیوس می‌باشد.

۲ ـ ۳ ـ ۵ سیم با هادی تک‌مفتولی برای سیمکشی داخلی

این نوع سیم که با کد مشخصه ۰۷ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت بوده و هادی آن به‌صورت تک‌مفتولی (گروه ۱) مطابق استاندارد ملی ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع E بوده و هادی را پوشش دهد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول شماره (۹) از استاندارد ملی شماره ۳ ـ ۶۰۷ باشد. سیمهای نوع ۰۷ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع اسمی ۰/۵ تا ۶ میلیمتر مربع تولید شود. حداکثر دمای هادی در استفاده عادی ۱۰۵ درجه سلسیوس می‌باشد.

۲ ـ ۳ ـ ۶ سیم با هادی قابل انعطاف برای سیمکشی داخلی برای دمای هادی ۱۰۵ درجه سلسیوس

این نوع سیم که با کد مشخصه ۰۸ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت بوده و هادیهای آن از نوع مسی قابل انعطاف (گروه ۵) مطابق استاندارد ملی شماره ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع E بوده و هادیها را پوشش دهد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول شماره (۱۱) از استاندارد ملی شماره ۳ ـ ۶۰۷ باشد. سیمهای نوع ۰۸ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع اسمی ۰/۵ تا ۶ میلیمتر مربع تولید شود. حداکثر دمای هادی در استفاده عادی برای این نوع سیمها ۱۰۵ درجه سلسیوس می‌باشد.

۲ ـ ۴ مشخصات و موارد کاربرد سیمهای عایقدار و کابلهای قابل انعطاف براساس استانداردهای CENELEC و VDE

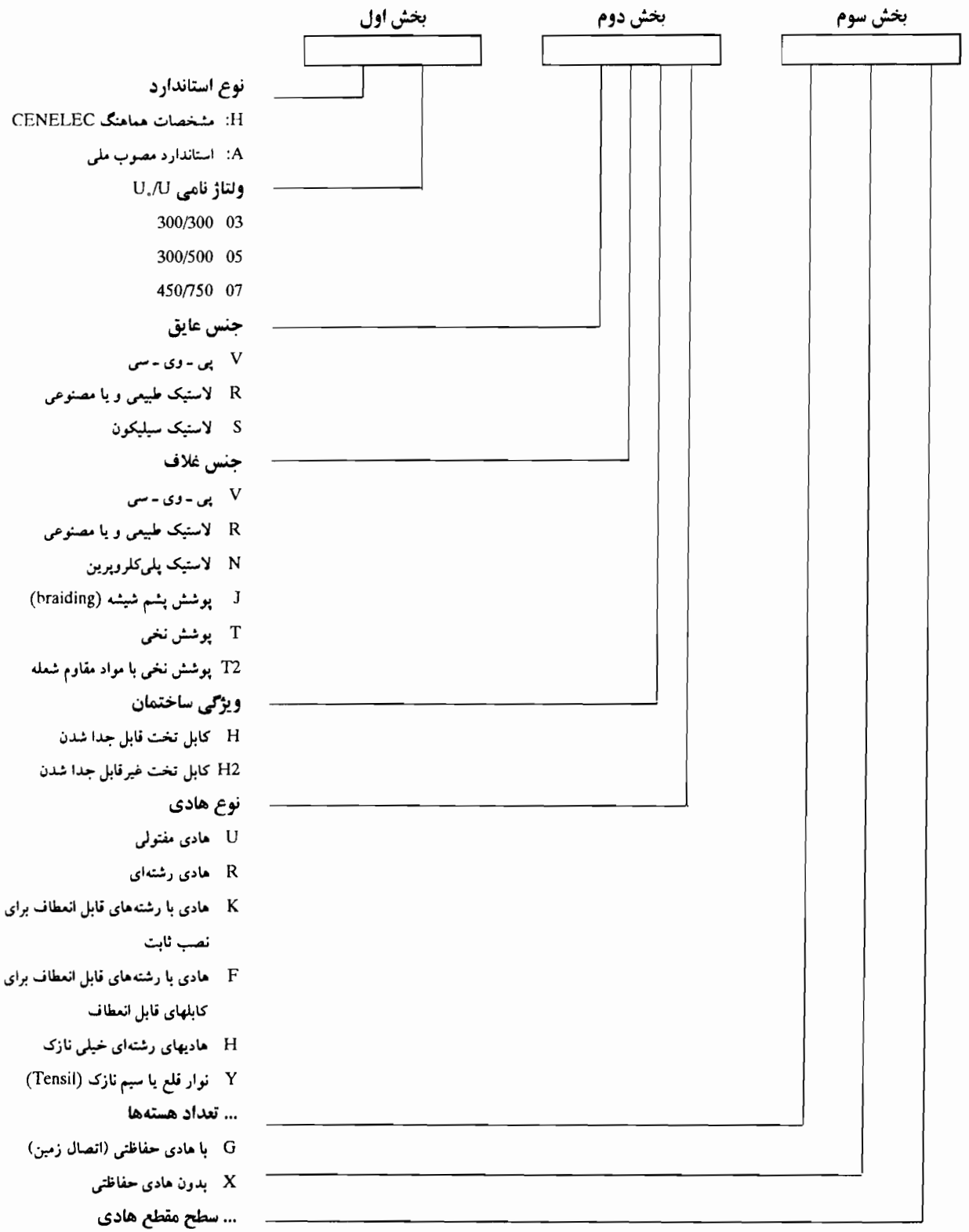
۲ ـ ۴ ـ ۱ کد بین‌المللی هماهنگ[1]

نشانهٔ شناسایی سیمها و کابلها در این سیستم عبارت است از حروف HAR یا نخی با رنگهای متوالی مشکی ـ قرمز ـ زرد، که همراه با نشانه‌های استاندارد کشور سازنده باید حداقل بر روی یک هسته علامتگذاری شود، به‌طوری که مثلاً سیمها و کابلهای استاندارد آلمان در سیستم هماهنگ با علامت ◁VDE▷◁HAR▷ مشخص می‌شود. در مواردی که از نخ شناسایی استفاده می‌شود ملیت استاندارد تولیدکننده ممکن است با استفاده از طول رنگهای مختلف نیز مشخص شود.

کد شناسایی مشخصات سیمها و کابلها در سیستم هماهنگ (CENELEC) در جدول ۲ـ۱ ارائه شده است.

1– CENELEC Harmonized Code

جدول ۲ ـ ۱ کد شناسایی مشخصات سیمها و کابلها در سیستم هماهنگ (CENELEC)



۲ـ۴ـ۲ انواع سیمها و کابلهای قابل انعطاف

عمده‌ترین انواع سیمهای عایقدار و کابلهای قابل انعطاف مورد استفاده در تأسیسات برقی کارهای ساختمانی برابر استانداردهای سیستم هماهنگ CENELEC و VDE به‌قرار زیر است:

۲ـ۴ـ۲ـ۱ سیم از نوع H07V-U (NYA)

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی مفتولی از جنس مس نرم شده می‌باشد که با ماده پی ـ وی ـ سی به‌رنگهای مختلف پوشیده شده است. این‌گونه سیمها در تابلوهای برق و تأسیسات نصب ثابت در محیطهای خشک در داخل لوله، روی دیوار یا داخل آن به‌کار می‌رود. استفاده از این نوع سیم به‌طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نخواهد بود.

۲ـ۴ـ۲ـ۲ سیم از نوع H07V-R (NYAB)

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی رشته‌ای (نیمه‌افشان) از مس نرم شده با پوششی از ماده پی ـ وی ـ سی به‌رنگهای مختلف می‌باشد و در تأسیسات نصب ثابت در محیطهای خشک درون لوله به‌صورت روکار یا توکار به‌کار می‌رود. استفاده ازا ین نوع سیم به‌طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نخواهد بود. سیم نوع NYAB نسبت به‌نوع NYA دارای نرمش بیشتری است.

۲ـ۴ـ۲ـ۳ سیم از نوع H07V-K (NYAF)

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی افشان (قابل انعطاف) از مس نرم شده با پوششی از ماده پی ـ وی ـ سی به‌رنگهای مختلف می‌باشد و در تأسیسات نصب ثابت در محیطهای خشک در داخل لوله به‌صورت روکار یا توکار به‌کار می‌رود. استفاده ازا ین نوع سیم به‌طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نیست.

۲ـ۴ـ۲ـ۴ سیمهای نوع H05V-U (NYFA) و H05V-K (NYFAF)

این نوع سیمها با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت دارای پوشش عایق از جنس پی ـ وی ـ سی می‌باشد. سیم H05V-U دارای هادی مسی تک‌مفتولی و سیم H05V-K دارای هادیهای مسی افشان (قابل انعطاف) است. این‌گونه سیمها در محیطهای خشک برای سیمکشی داخلی یا اتصالات لوازم و دستگاههای اندازه‌گیری و کنترل تأسیسات نیرو، لوازم برقی و چراغها، و در تأسیسات حفاظت شده نصب ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ـ۴ـ۲ـ۵ کابل پلاستیکی سبک NYM

این نوع کابل با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت دارای هادیهای مسی مفتولی یا افشان، عایق ترموپلاستیک (پی ـ وی ـ سی)، پوشش مشترک بر روی هسته، و غلاف ترموپلاستیک می‌باشد و در محیطهای خشک، تَر و مرطوب، در زیر یا روی کار به‌صورت نصب ثابت به‌کار می‌رود. استفاده از کابل مزبور در فضای باز در صورتی که در برابر نور مستقیم خورشید محافظت شود بلامانع است لیکن دفن آن در زیرزمین مجاز نخواهد بود.

۲ـ۴ـ۲ـ۶ سیم از نوع NYIF

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۲۲۰/۳۸۰ ولت، دارای هادی مسی مفتولی و عایق پلاستیکی است که چندرشته از آن با فاصله به‌موازات یکدیگر قرار داده شده و با یک روپوش مشترک لاستیکی پوشانیده شده است و برای سیمکشی نصب ثابت در محیطهای خشک درون گچکاری و یا زیر آن به‌کار می‌رود. استفاده از این نوع سیمها در حمام آپارتمانها و هتلها نیز مجاز است.

۲ـ۴ـ۲ـ۷ سیمهای نوع N4GA و N4GAF

سیمهای نوع N4GA با هادی مسی قلع‌اندود مفتولی و نوع N4GAF با هادیهای مسی قلع‌اندود افشان، با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت و عایق مقاوم حرارت از جنس لاستیک مصنوعی در تأسیسات حفاظت شده نصب ثابت به‌کار می‌رود. این‌گونه سیمها در مواردی که حرارت محیط بیش از ۵۵ درجه سانتیگراد باشد در محیطهای خشک برای سیمکشی داخلی وسایل حرارتی، ماشینهای برقی، تابلوهای توزیع و به‌ویژه برای عبور سیم از داخل چراغها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ـ۴ـ۲ـ۸ سیم از نوع H05SJ-K

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت دارای هادی مسی افشان، عایق از لاستیک سلیکون و روکش پشم شیشه با اندود وارنیش می‌باشد. سیم مزبور در مواردی که حرارت محیط بیش از ۵۵ درجه سانتیگراد باشد در محیطهای خشک برای سیمکشی داخلی چراغهای روشنایی دارای شدت نور زیاد یا با نور متمرکز، موتورهای برقی، و تمامی انواع وسایل حرارتی به‌کار می‌رود. همچنین این نوع سیم ممکن است در شرایطی که نصب وسایل برقی مشکل یا با تنشهای مکانیکی زیاد همراه باشد مورد استفاده قرار گیرد و در مقاطع ۱/۵ میلیمتر مربع به‌بالا نیز ممکن است از آن در تأسیسات حفاظت شده نصب ثابت در لوله به‌صورت روکار یا توکار استفاده شود.

۲ـ۴ـ۲ـ۹ کابلهای N2GMH2G و 4GMH4G

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت برای حرارت محیط بیش از ۵۵ درجه سانتیگراد، در محیطهای خشک، مرطوب، تَر، و هوای آزاد به‌عنوان کابل اتصال قابل انعطاف برای لوازم حرارتی و وسایل برقی پخت و پز مورد استفاده قرار می‌گیرد. کابل N2GMH2G دارای هادی مسی افشان، و عایق و غلاف از لاستیک سیلیکون می‌باشد و در مواردی که تنشهای مکانیکی کم مطرح است باید از آن استفاده شود.

کابل 4GMH4G دارای هادی مسی قلع‌اندود افشان، و عایق و غلاف از لاستیک مصنوعی می‌باشد و در مواردی که تنشهای مکانیکی متوسط موجود باشد باید به‌کار رود.

۲ـ۴ـ۲ـ۱۰ سیمها و کابلهای NHXMH و NYBUY

این نوع سیمها و کابلها با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت، در محیطهای خشک، مرطوب، تر، و در هوای آزاد در صورتی که در برابر نور مستقیم خورشید محافظت شود، ممکن است درون گچ و زیر یا روی آن به‌صورت نصب ثابت مورد استفاده قرار گیرد لیکن دفن آن در زیرزمین مجاز نخواهد بود. کابل

NHXMH دارای هادیهای مسی مفتولی یا افشان، عایق از جنس پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE) ، پوشش درونی بر روی هسته و غلاف از نوع EVA مستحکم می‌باشد. این نوع سیمهای ساختمانی فاقد ترکیبات هالوژن بوده و در برابر آتش مقاومت بیشتری دارد. کابل NYBUY دارای هادی مسی مفتولی، عایق از نوع پروتودر، پوشش داخلی هسته، غلاف سربی با روکش پروتودر می‌باشد. استفاده از کابلهای غلاف سربی در حمام مجاز نخواهد بود.

۲ـ۴ـ۲ـ۱۱ سیمهای NHXA و NHXAF

سیم NHXA با هادی مسی مفتولی و سیم NHXAF با هادی مسی افشان با ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای عایق از جنس EVA می‌باشد و در محیطهای خشک برای سیمکشی داخلی تجهیزات برقی و در چراغها به‌صورت حفاظت شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از این نوع سیمها در لوله به‌صورت روکار یا توکار و در کانالهای بسته نیز مجاز است.

۲ـ۴ـ۲ـ۱۲ سیم H03VH-H(NYZ)

این نوع سیم که به‌صورت بند تخت دوتایی ساخته می‌شود دارای ولتاژ اسمی ۳۰۰/۳۰۰ ولت، هادی از رشته‌های مسی خیلی نازک، و عایق از جنس پی ـ وی ـ سی می‌باشد، در محیطهای خشک با تنشهای مکانیکی خیلی کم برای تغذیه وسایل برقی خیلی کم‌مصرف که گرمازا نمی‌باشد مانند رادیو، چراغ رومیزی و ساعت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ـ۴ـ۲ـ۱۳ بندهای قابل انعطاف H03VV-F(NYLHY) و H05VV-F(NYMHY)

این نوع بندها با ولتاژ ۳۰۰/۵۰۰ ولت، دارای‌هادی‌از رشته‌های‌مسی‌نازک، عایق و غلاف پی ـ وی ـ سی می‌باشد. بند اتصال H03VV-F در محیطهای خشک با تنشهای مکانیکی کم برای تغذیه وسایل الکتریکی کوچک که گرمازا نمی‌باشد مانند چراغهای روشنایی معمولی، لوازم برقی آشپزخانه، و لوازم برقی دفتری مورد استفاده قرار می‌گیرد. بند اتصال H05VV-F در محیطهای خشک، مرطوب، و تَر، جز در هوای آزاد، برای تغذیه لوازم برقی، در مواردی که تنشهای مکانیکی متوسط وجود دارد مانند ماشین لباسشویی و یخچال به‌کار می‌رود.

۲ـ۴ـ۲ـ۱۴ کابلهای H05RR-F(NLH/NMH) و H05RN-F

این‌گونه کابلها با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت دارای هادی از رشته‌های نازک مسی قلع‌اندود و عایق لاستیکی می‌باشد. کابل H05RR-F دارای غلاف از لاستیک سخت سبک است و در محیطهای خشک در مواردی که تنشهای مکانیکی کم وجود دارد برای اتصال الکتریکی لوازم برقی همچون جارو برقی، اجاق برقی، هاویه و مانند آن به‌کار می‌رود. کابل H05RN-F دارای غلاف از لاستیک مصنوعی سخت است و در محیطهای خشک، تَر و در هوای آزاد؛ در مواردی که تنشهای مکانیکی کم مطرح است، برای اتصال الکتریکی لوازم برقی باغبانی همچون چمن‌زن برقی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ـ۴ـ۲ـ۱۵ بند از نوع H05RN-F و کابل از نوع H07RN-F(NMHou/NSHou)

بند H05RN-F با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت دارای هادی از رشته‌های مسی نازک، عایق از لاستیک

مصنوعی (EPR) و غلاف از الاستومر کلردار[1] مانند پلی‌کلروپرین می‌باشد که در برابر روغن مقاوم و در مقابل شعله کندسوز است. این‌گونه بندها در اطاقهای خشک و مرطوب، در مواردی که تنشهای مکانیکی کم وجود دارد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کابل H07RN-F با ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت، دارای هادی از رشته‌های نازک مسی، عایق سیم از لاستیک، عایق هسته از لاستیک (برای مقاطع ۱۶ میلیمتر مربع به‌بالا) و غلاف خارجی از لاستیک مصنوعی می‌باشد. این‌گونه کابلها در محیطهای خشک، مرطوب، تَر، و در هوای آزاد؛ در مواردی که تنشهای مکانیکی متوسط وجود دارد، برای اتصال الکتریکی لوازم و وسایل برقی سیار، دیگهای بخار بزرگ و مانند آن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ـ۴ـ۲ـ۱۶ کابل از نوع (N)HXSHXO

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۰/۶ تا یک کیلوولت دارای هادی از رشته‌های نازک مسی، عایق از لاستیک اتیلن پروپیلن (EPR)، غلاف داخلی و خارجی از ماده ای ـ وی ـ اِی مستحکم[2] می‌باشد. این‌گونه کابلها، که فاقد ترکیبات هالوژن بوده و در برابر آتش مقاوم است، در محیطهای خشک، مرطوب، تَر و در هوای آزاد برای اتصال لوازم الکتریکی همچون موتورهای سیار، دیگهای بخار بزرگ و مانند آن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ـ۴ـ۲ـ۱۷ کابل از نوع NSSHOU

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۰/۶ تا یک کیلو ولت دارای هادی از رشته‌های نازک مسی قلع‌اندود، عایق از لاستیک اتیلن پروپیلن (EPR)، غلاف داخلی از لاستیک و غلاف خارجی از الاستومر کلردار یا پروتوفرم[3] می‌باشد. این‌گونه کابلها در محیطهای خشک، مرطوب، تر، و در هوای آزاد؛ در مواردی که تنشهای مکانیکی زیاد وجود دارد، برای اتصال الکتریکی وسایل برقی سنگین در صنایع، کارگاههای ساختمانی و معادن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ـ۴ـ۲ـ۱۸ سیم از نوع NFYW

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۰/۶ تا یک کیلو ولت، دارای هادیهای مسی رشته‌ای، و عایق و غلاف ترموپلاستیک (پی ـ وی ـ سی) می‌باشد. این‌گونه سیمها که به‌صورت تک‌رشته‌ای ساخته می‌شود در برابر عوامل جوی مقاوم است و برای انشعاب مشترکین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ـ۴ـ۲ـ۱۹ سیم از نوع NYL

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۴ تا ۷ کیلوولت و ۸ تا ۱۴ کیلوولت، دارای هادی از رشته‌های مسی نازک و عایق از ترموپلاستیک (پی ـ وی ـ سی) می‌باشد، که برای نصب در چراغهای فلورسنت برابر استاندارد شماره VDE0128 آلمان، و در لوله‌های فولادی سخت یا قابل انعطاف در رو یا زیر کار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1– Chloronated Elastomer

2– Cross-Linked EVA (Ethylene Vinyl Acetate copolymer)

3– Protofirm

۲-۵ ضوابط طراحی سیستم سیمکشی

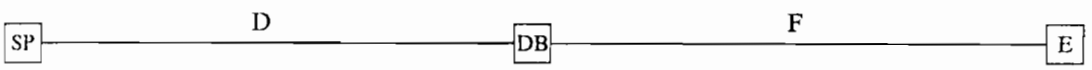
طراحی سیستم سیمکشی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی باید مطابق ضوابط مندرج در آیین‌نامه تأسیسات الکتریکی ساختمانها (استاندارد ملی شماره ۱۹۳۷)، یا استاندارد IEC 364 ، و یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مشابه انجام شود. در طراحی سیمکشیها موارد زیر باید مورد توجه قرار گرفته و رعایت شود:

۲-۵-۱ سیستم توزیع نیرو و اتصال زمین مورد استفاده در تأسیسات برقی کارهای ساختمانی عموماً سیستم TN از نوع TN-C-S و یا در صورت انتخاب، سیستم TN-S خواهد بود[1]. در مواردی که به‌علت توسعه وضع موجود یا علل موجه دیگر، از سیستمهای TT و IT و یا نوع دیگری از سیستمهای ایمنی استفاده می‌شود باید ضمن رعایت کلیات ضوابط این مشخصات فنی، از استانداردهای معتبر همچون IEC ، VDE ، NEC ، BS و مانند آن استفاده شود. در این‌گونه موارد باید مجوز لازم قبلاً از مقام مجری این ضوابط یا نمایندهٔ مجاز وی کسب شود.

۲-۵-۲ انتخاب نوع سیمکشی و طرز نصب آن باید با توجه به‌ماهیت محل، نوع و ماهیت دیوارها و سایر قسمتهای حاوی سیمکشیها، امکان دسترسی انسان یا حیوانات اهلی، میزان ولتاژ، و تنشهای مکانیکی که ممکن است در جریان نصب یا بهره‌برداری به‌وجود آید، انجام شود.

۲-۵-۳ سطح مقطع هادیها باید با توجه به‌حداکثر دمای مجاز، افت ولتاژ مجاز، تنشهای الکترومکانیکی ناشی از اتصال کوتاه و دیگر تنشهای مکانیکی، حداکثر مقاومت ظاهری (امپدانس) با توجه به‌عمل وسیلهٔ حفاظتی در برابر اتصال کوتاه، و صرفه اقتصادی تعیین شود.

۲-۵-۴ در طراحی مدارهای توزیع (D) و مدارهای نهایی (F) ، حداکثر افت ولتاژ مجاز باید مطابق مقادیر ارائه شده در جدول ۲ - ۲ باشد.



SP= نقطهٔ تغذیه (ورودی سرویس مشترک - تابلو اصلی ترانسفورماتور)

D= مدار توزیع (این مدار ممکن است مرکب از چند مدار مختلف باشد که پس از عبور از چند تابلو به‌تابلو نهایی یا جعبهٔ توزیع می‌رسد).

DB= جعبهٔ توزیع

F= مدار نهایی (فقط در مورد تأسیسات نصب ثابت)

E= تجهیزات مصرف نصب ثابت یا پریز

۱ - برای تعاریف و شرح انواع سیستمهای توزیع نیرو و اتصال زمین به‌استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷ یا IEC 364-3 رجوع شود.

جدول ۲ ـ ۲ حداکثر افت ولتاژ مجاز در مدارهای توزیع و مدارهای نهایی

نوع مدار	نوع مصرف یا لوازم وصل شده	افت ولتاژ مجاز (درصد)
توزیع (D)	تابلوی توزیع	۲
نهایی (F)	روشنایی	۳
	تجهیزات دیگر	۵

۲ـ۵ـ۵ برگ نمونه محاسبه اندازهٔ سیمها و کابلها شامل روش محاسبه افت ولتاژ و تعیین سطح مقطع هادیها برای برق مستقیم و متناوب یک فاز غیرالقایی و سه‌فاز در جدول ۲ ـ ۶ ارائه شده است. برای محاسبهٔ اندازهٔ کابلها و افت ولتاژ با در نظرگرفتن مقاومت القایی به‌فصل هفتم مراجعه شود.

۲ـ۵ـ۶ استفاده از ضرایب همزمانی فقط در مواردی مجاز است که مصرف‌کننده‌های غیرهمزمان در مدار یا مدارهای تابلو وجود داشته باشد. در مورد مدارهای انفرادی نهایی مانند روشنایی، پریز، موتور و غیره، نباید ضریب همزمانی اعمال شود؛ این‌گونه مدارها با بار کامل باید در نظرگرفته شود.

۲ـ۵ـ۷ هادیهای برقدار باید در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه، جز در مواردی که منبع تغذیه قادر به‌تأمین جریان به‌مقداری که بیش از جریان مجاز هادیها نباشد (مانند ترانسفورماتورهای زنگ، جوشکاری و یا ژنراتورهای ترموالکتریک) به‌کمک یک یا چند وسیله که به‌طور خودکار مدار تغذیه را قطع کند حفاظت شود. علاوه بر این، حفاظتهای اضافه‌بار و اتصال کوتاه باید با یکدیگر هماهنگ شود. وسایلی که حفاظت در برابر اضافه‌بار و اتصال کوتاه را با هم تضمین می‌نماید عبارتند از کلیدهای خودکار، انواع مخصوص فیوزها و کلیدهای خودکار توأم با فیوز.

۲ـ۵ـ۸ در مواردی که در طول مدار جریان مجاز حرارتی هادیها در نتیجه تغییر در سطح مقطع یا نوع هادیها یا طرز ساختمان یا نحوهٔ نصب آن تقلیل یابد یا از آن انشعاب گرفته شود باید یک وسیلهٔ حفاظت در برابر اضافه جریان متناسب با جریان مجاز مقطع کوچکتر پیش‌بینی و نصب شود، مگر آن‌که:

الف ـ حداکثر طول مدار یا انشعاب با مقطع کوچکتر، ۳ متر باشد، یا

ب ـ وسیلهٔ حفاظتی در شروع مدار اصلی مناسب برای مدار یا انشعاب مقطع کوچکتر باشد.

۲ـ۵ـ۹ در انتخاب جریان مجاز هادیهای برقدار باید به‌تأثیر مدارهای همجوار و شرایط نصب توجه و در صورت لزوم از ضریب تعدیل مناسبی استفاده شود. وسایل حفاظتی مدار باید با توجه به‌جریان مجاز تعدیل شده انتخاب شود.

۲ـ۵ـ۱۰ برای تعیین قابلیت بار مجاز و سطح مقطع سیمها و کابلها باید از جداول نشریه استاندارد ایران شماره ۱۹۳۶ و یا استاندارد IEC 364-5-523 استفاده شود. (برای تعیین میزان جریان مجاز انواع کابلها با توجه به‌شرایط نصب، درجه حرارت محیط و تعداد کابلها به‌فصل هفتم رجوع شود). در صورتی که با توجه به‌شرایط مندرج در نشریات یادشده نتوان جداول مورد نظر را ملاک عمل قرار داد ممکن است مقادیر ارائه شده در جدول ۲ ـ ۳ به‌کار برده شود. در این جدول جریان مجاز و جریان فیوز کلیهٔ سیمها و کابلهای ساخته شده برابر استاندارد ISIRI 607 ایران و VDE 0100/12-69 برای حرارت محیط ۲۵ درجه سانتیگراد، در سه گروه ارائه شده است. گروه اول هادیهای مسی یک یا چندرشته‌ای مانند سیم NYA در داخل لوله را شامل می‌شود؛ گروه دوم کابلهای چندرشته‌ای مانند سیمها و کابلهای غلاف‌دار، کابلهای

اتصال وسایل متحرک و کابلهای مسلح را دربر می‌گیرد؛ و گروه سوم کابلهای تک‌رشته مورد استفاده در فضای آزاد که با فواصلی برابر با قطر آن قابل نصب است و نیز هادیهای تک‌رشته که در تابلوهای توزیع و کنترل به‌کار می‌رود را شامل می‌شود.

اطلاعات ارائه شده در جدول ۲ ـ ۳ برای حرارت محیطی حداکثر ۲۵ درجه سانتیگراد معتبر است، در مواردی که حرارت محیط از ۲۵ درجه سانتیگراد متجاوز باشد جریان مجاز سیمها و کابلها باید براساس ضرایب تقلیل مندرج در جدول ۲ ـ ۴ اصلاح شود.

۲ـ۵ـ۱۱ در انتخاب سطح مقطع هادی خنثی در مدارهای سه‌فاز، باید دقت کافی به‌عمل آید و در صورت لزوم سطح مقطع این هادی برابر هادیهای فاز انتخاب شود.

۲ـ۵ـ۱۲ سطح مقطع یا قطر هادیهای مسی برای مدارهای مختلف الکتریکی باید براساس محاسبه تعیین شود لیکن در هیچ موردی از مقادیر ارائه شده در جدول ۲ ـ ۵ نباید کمتر باشد.

جدول ۲ ـ ۳ قابلیت بار مجاز سیمهای مسی عایقدار و سطح مقطع‌های مربوط[1]

سطح مقطع	گروه اول: یک یا چند سیم عایقدار نوع NYA یا استاندارد ایران ۱۰(۶۰۷)		گروه دوم: کابلهای رشته‌ای مانند NYM یا استاندارد ایران ۱۰(۶۰۷)		گروه سوم: سیمهای مخصوص نصب در هوای آزاد و مراکز توزیع	
	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)
۱	۱۲	۱۰	۱۶	۱۶	۲۰	۲۰
۱/۵	۱۶	۱۶	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵
۲/۵	۲۱	۲۰	۲۷	۲۵	۳۴	۳۵
۴	۲۷	۲۵	۳۶	۳۵	۴۵	۵۰
۶	۳۵	۳۵	۴۷	۵۰	۵۷	۶۳
۱۰	۴۸	۵۰	۶۵	۶۳	۷۸	۸۰
۱۶	۶۵	۶۳	۸۷	۸۰	۱۰۴	۱۰۰
۲۵	۸۸	۸۰	۱۱۵	۱۰۰	۱۳۷	۱۲۵
۳۵	۱۱۰	۱۰۰	۱۴۳	۱۲۵	۱۶۰	۱۶۰
۵۰	۱۴۰	۱۲۵	۱۷۸	۱۶۰	۲۱۰	۲۰۰
۷۰	۱۷۵	۱۶۰	۲۲۰	۲۲۴	۲۶۰	۲۵۰
۹۵	۲۱۰	۲۰۰	۲۶۵	۲۵۰	۳۱۰	۳۰۰
۱۲۰	۲۵۰	۲۵۰	۳۱۰	۳۰۰	۳۶۵	۳۵۵
۱۵۰	-	-	۳۵۵	۳۵۵	۴۱۵	۴۲۵
۱۸۵	-	-	۴۰۵	۳۵۵	۴۷۵	۴۲۵
۲۴۰	-	-	۴۸۰	۴۲۵	۵۶۰	۵۰۰
۳۰۰	-	-	۵۵۵	۵۰۰	۶۴۵	۶۰۰
۴۰۰	-	-	-	-	۷۷۰	۷۱۰
۵۰۰	-	-	-	-	۸۸۰	۸۵۰

۱ ـ مقادیر جدول ۲ ـ ۳ باید با در نظر گرفتن مفاد بند ۲ ـ ۵ ـ ۱۱ و سایر اصول مندرج در این فصل مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۲ ـ ۴ ضرایب تصحیح جریان مجاز سیم و کابل برحسب تغییرات درجه حرارت محیط از ۲۵ درجه سانتیگراد[1]

درجه حرارت محیط (درجه سانتیگراد)	حداکثر بار مداوم مجاز به‌صورت درصد مقادیر مندرج در جدول ۲ ـ ۲	
	عایق لاستیکی	عایق پی ـ وی ـ سی
بیش از ۲۵ و حداکثر تا ۳۰	۹۲	۹۴
بیش از ۳۰ و حداکثر تا ۳۵	۸۵	۸۸
بیش از ۳۵ و حداکثر تا ۴۰	۷۵	۸۲
بیش از ۴۰ و حداکثر تا ۴۵	۶۵	۷۵
بیش از ۴۵ و حداکثر تا ۵۰	۵۳	۶۷
بیش از ۵۰ و حداکثر تا ۵۵	۳۸	۵۸

۱ ـ مقادیر جدول فوق باید با در نظر گرفتن مفاد بند ۲ ـ ۵ ـ ۱۱ و سایر اصول مندرج در این فصل مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۲ ـ ۵ حداقل سطح مقطع یا قطر هادیهای مسی برای مدارهای مختلف الکتریکی

نوع مدار	حداقل سطح مقطع یا قطر هادی
سیستم روشنایی	۱/۵ میلیمتر مربع
سیستم پریزها	۲/۵ میلیمتر مربع
سیستم تلفن یا فکس	۰/۶ میلیمتر
سیستم فراخوان و دربازکن:	
انشعاب اصلی	۱ میلیمتر مربع
انشعاب فرعی	۰/۵ میلیمتر مربع
سیستم ساعت مرکزی	۱/۵ میلیمتر مربع
سیستم اعلام و اطفای حریق	۱/۵ میلیمتر مربع
سیستم صوتی	۱ میلیمتر مربع

جدول ۲ ـ ٦ برگ محاسبه اندازه سیم یا کابل

نام پروژه: **شماره پروژه:**
محل پروژه:
بخش: **طبقه:** **شماره نقشه:**
نام اطاق: **شماره اطاق:**

مجموع بار متصل شده: **کیلووات** **آمپر**
مجموع بار مصرفی (دیماند): **کیلووات** **آمپر**
فاصله: **متر**

محاسبات

در مواردی که توان مشخص باشد

برای برق مستقیم و متناوب یک فاز غیرالقایی

$$\Delta V = \frac{۲ \times L \times P}{x \times A \times V} \qquad A = \frac{۲ \times L \times P}{x \times \Delta V \times V}$$

برای برق متناوب سه‌فاز

$$\Delta V = \frac{L \times P}{x \times A \times V} \qquad A = \frac{L \times P}{x \times \Delta V \times V}$$

در مواردی که جریان معلوم باشد

برای برق مستقیم و متناوب یک فاز غیرالقایی

$$\Delta V = \frac{۲ \times L \times I}{x \times A} \qquad A = \frac{۲ \times L \times I}{x \times \Delta V}$$

برای برق متناوب سه‌فاز

$$\Delta V = \frac{۱/۷۳ \times L \times I \times \cos\phi}{x \times A} \qquad A = \frac{۱/۷۳ \times L \times I \times \cos\phi}{x \times \Delta V}$$

V= ولتاژ خط برحسب ولت؛
I= جریان برحسب آمپر؛
x= ضریب هدایت: Cu=۵۶ ، Al=۳۴ ، Zn=۱۶ ، Ir=۱۰ ؛
$\cos\phi$= ضریب توان؛
اندازهٔ سیم یا کابل مورد نیاز:
جریان نامی استاندارد سیم یا کابل:

ΔV= افت ولتاژ برحسب ولت؛
P= توان برحسب وات؛
A= سطح مقطع برحسب میلیمتر مربع،
L= طول خط (یک سیم) برحسب متر

۲-۶ اصول و روشهای نصب در سیمکشی

۲-۶-۱ سیمهای مدارهای مختلف الکتریکی حامل ولتاژهای متفاوت باید از لوله‌های جداگانه عبور کند.

۲-۶-۲ سیمها باید در برابر گرم شدن زیاد با وسایل خودکاری که بستگی به‌مقدار جریان و درجه حرارت دارد محافظت گردد. (به‌بند ۲-۵-۷ رجوع شود).

۲-۶-۳ هادیهای مربوط به‌یک مدار (فاز یا فازها، هادی خنثی و هادی حفاظتی) باید کلاً در داخل یک لوله یا مجرا یا کانال سیمکشی (ترانکینگ) کشیده شود.

۲-۶-۴ سیم نول هر مدار فیوز باید به‌طور مجزا تعبیه شود و استفاده از یک نول مشترک برای مدارهای مختلف مجاز نخواهد بود.

۲-۶-۵ به‌کار بردن سیم اتصال زمین (هادی حفاظتی) به‌جای سیم نول مجاز نمی‌باشد، سیم نول (خنثی) باید به‌طور جداگانه کشیده شود.

۲-۶-۶ تمامی سیمهای درون لوله‌ها اعم از سیم خنثی (سیم صفر) و یا سیم محافظ (مخصوص اتصال بدنه به‌زمین) باید دارای پوشش باشد.

۲-۶-۷ لوله‌های فلزی و پوششهای فلزی سیمهای عایقدار نباید به‌عنوان سیم نول یا سیم حفاظت مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۶-۸ تمامی مدارها باید در داخل مجاری ساختمانی (کانالها، رایزرها و غیره)، کانالهای ویژه سیمکشی (مانند ترانکینگ و نظایر آن) یا لوله‌ها یا نگهدارهای مخصوص مانند سینی کابل یا نردبان کابل و غیره به‌گونه‌ای نصب یا هدایت شود که بازدید، خارج کردن و نصب مجدد آن در داخل مجاری، لوله‌ها و دیگر محلهای ذکر شده بدون ایجاد خرابی و کندوکاو، امکان‌پذیر باشد.

۲-۶-۹ استفاده از مسیر (شافت) آسانسور به‌عنوان کانال بالارو برای هر نوع مداری جز مدارهای مجاز مربوط به‌خود آسانسور ممنوع است، مگر این‌که کانال عبور این‌گونه مدارها با دیواری که حداقل ضخامت آن برابر با عرض یک آجر (۱۰ سانتیمتر) یا معادل آن از بتن باشد، از مسیر (شافت) آسانسور مجزا شده باشد. در هر حال استفاده از این دیوار به‌عنوان دیوار حامل کابلها ممنوع است.

۲-۶-۱۰ سیستم سیمکشی باید به‌گونه‌ای علامتگذاری شود که شناسایی هادیها برای بازرسی، آزمایش و تعمیرات بعدی به‌سهولت امکان‌پذیر باشد.

۲-۶-۱۱ پوشش سیمها برای مصارف مختلف باید به‌رنگهای متفاوت باشد، لیکن برای یک نوع مصرف همچون سیمکشی سیستم تلفن و مانند آن، رنگ پوشش سیم در تمام ساختمان باید یکسان انتخاب شود به‌گونه‌ای که تغییرات و تعمیرات بعدی به‌سهولت انجام پذیرد.

۲-۶-۱۲ رنگ سیمها باید برحسب فاز تغذیه‌کننده تغییر کرده و بر طبق فهرست زیر باشد:

فاز اول = قرمز　　نول = آبی کمرنگ

فاز دوم = زرد　　برگشت = ترجیحاً رنگ‌فاز مربوطه با خط سفید و درصورت عدم امکان خاکستری

فاز سوم = سیاه　　زمین = رنگ دوگانه سبز/زرد

۲-۶-۱۳ در اطراف هود آشپزخانه و محیطهایی که درجه حرارت محیط از ۵۵ درجه سانتیگراد تجاوز می‌کند باید از سیمهای نسوز در برابر حرارت که در داخل لوله‌های فولادی معمولی یا نرم قرار خواهد گرفت استفاده شود.

۲ـ۶ـ۱۴ سیمها نباید به‌داخل چراغها، لوازم، یا دستگاههایی وارد شود که به‌علت انتقال حرارت در شرایط عادی کار ممکن است سبب تجاوز دمای هادیها از مقادیر منظور شده در محاسبه جریان و سطح مقطع گردد.

۲ـ۶ـ۱۵ سیمها و کابلها نباید از ابتدا در داخل لوله‌های برق قرار داده شود بلکه باید پس از نصب لوله‌ها و اتمام نازک‌کاری، در موقع مناسب نسبت به‌قرار دادن آن در داخل لوله‌ها اقدام شود.

۲ـ۶ـ۱۶ هنگام نصب یا کشیدن سیمها به‌داخل لوله‌ها، بهتر است تنش و کشش بر هادیها وارد شود و نه بر پوشش آن.

۲ـ۶ـ۱۷ تمامی سیمهایی که در داخل لوله‌های برق قرار می‌گیرد باید یک تکه و بدون زدگی باشد.

۲ـ۶ـ۱۸ اتصال سیمها به‌یکدیگر باید در داخل جعبه‌های تقسیم انجام شود و موکداً به‌وسیلهٔ ترمینال یا اتصالی نوع شانه‌ای پیچی صورت پذیرد.

۲ـ۶ـ۱۹ سرسیمهای افشان باید قبل از قرار گرفتن در ترمینال با لحیمکاری یکپارچه شود. درصورتی که عمل لحیمکاری مشکل باشد باید از کابلشوهای لوله‌ای پرسی مخصوص زیر ترمینال استفاده شود.

۲ـ۶ـ۲۰ پوشش سر سیمها (به‌ویژه سیمهای افشان) باید با استفاده از ابزار مخصوص (سیم لخت‌کن) برداشته شود و توجه گردد که به‌رشته‌ها یا هادیها آسیبی وارد نشود.

۲ـ۶ـ۲۱ در هر نقطهٔ خروجی و در هر قسمت کلیدی حداقل باید ۱۵ سانتیمتر از سیم برای ایجاد اتصالات و وصل وسایل و دستگاههای مربوطه در نظر گرفته شود مگر آنکه سیم بدون اتصال از آن نقطه یا قسمت عبور داده شود.

۲ـ۶ـ۲۲ اتصال سیمها به‌شینه‌های تابلو، ماشینها و مصرف‌کننده‌های دیگر فقط با پیچ و مهره مجاز است.

۲ـ۶ـ۲۳ هر رشته سیم نول باید مستقلاً به‌شینه نول تابلو متصل شود و اتصال دو یا چند سیم نول به‌هم بسته به‌تابلو مجاز نخواهد بود.

۲ـ۶ـ۲۴ تمامی مدارهای نهایی روشنایی و پریزها، برای اتصال به‌بدنه‌های هادی چراغها یا کُنتاکت حفاظتی پریزها (برحسب مورد) باید شامل هادی حفاظتی باشد.

۲ـ۶ـ۲۵ سیمهای مورد استفاده در سیستم سیمکشی باید برای‌مقاطع پایین تا ۱۰ میلیمترمربع از نوع تک‌مفتولی و برای مقاطع بالاتر از نوع چندمفتولی، با عایقبندی پی ـ وی ـ سی انتخاب شود. کاربرد سیمهای افشان فقط در مواردی که انجام برخی قسمتهای سیمکشی به‌طور استثنایی مشکل باشد مجاز است.

۲ـ۶ـ۲۶ سیمهای لخت که به‌سیستم زمین متصل نیست باید فقط روی مقره کشیده شود و از دیوارها و قسمتهای فلزی و ساختمانها فاصلهٔ کافی داشته باشد.

۲ـ۶ـ۲۷ سیستمهای سیمکشی روکار یا توکار که در محیطهای تَر و مرطوب مورد استفاده قرار می‌گیرد باید با استفاده از لوله‌های فولادی مقاوم در برابر زنگ‌زدگی و خوردگی، یا پلاستیکی سخت، و یا کابلهای غلاف پلاستیکی یا غلاف سربی، و یا عایق معدنی انجام شود.

۲ـ۶ـ۲۸ لوازم سیمکشی که در محیطهای تَر[1] و مرطوب[2] به‌کار می‌رود باید مجهز به‌اتصالات متناسب با نوع

---

۱ ـ برای تعریف محیط تر به‌فصل اول رجوع شود.

۲ ـ محیطهای مرطوب یا نمناک شامل مکانهایی است که وجود رطوبت، ژاله‌زایی یا آثار مواد شیمیایی و مانند آن ممکن است مانع از کار صحیح لوازم و وسایل الکتریکی شود. این‌گونه محیطها شامل مکانهای نیمه‌حفاظت‌شده مانند فضاهای باز مسقف، ایوانها و بالکن‌ها، و محلهای درونی ساختمان که در معرض درجات متوسطی از رطوبت قرار دارد مانند زیرزمین، سردخانه، آشپزخانه تجاری، گلخانه و غیره می‌شود.

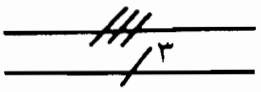
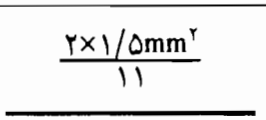
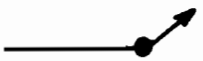
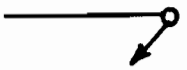
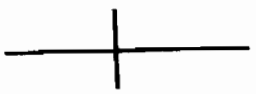
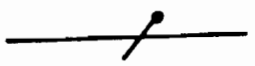
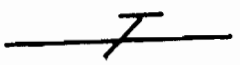
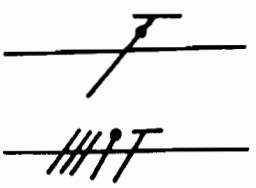
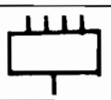
سیمکشی باشد تا از نفوذ آب و رطوبت به‌درون لوله‌ها و سایر تجهیزات مانند جعبه‌ها، کلیدها، پریزها، چراغها و سایر مصرف‌کننده‌ها جلوگیری شود. تمامی لوازم مورد استفاده در این‌گونه محیطها باید حداقل دارای درجات حفاظت زیر باشد:

الف ـ لوازم و تجهیزات مورد مصرف در محیطهای مرطوب باید حداقل دارای درجه حفاظت IP44 باشد (مقاوم در برابر ترشح آب)

ب ـ لوازم و تجهیزات مورد استفاده در محیطهای تَر باید حداقل دارای درجه حفاظت IP45 باشد (مقاوم در برابر آب تحت فشار)

۲ ـ ۷ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای سیمکشی برق در جدول ۲ ـ ۷ نشان داده شده است.

جدول ۲ ـ ۷ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای سیمکشی برق

شـــرح	نشانه
مسیر لوله و سیم (دو سیم)	
مسیر لوله و سیم، تعداد خطوط مورب نشانهٔ شمار سیمها (بیش از دو سیم) می‌باشد که ممکن است با عدد نیز نشان داده شود	
دو رشته سیم با سطح مقطع ۱/۵ میلیمتر مربع در لوله شماره ۱۱	
مسیر لوله و سیم به‌طرف تابلو محلی، مدار شماه ۸	
مسیر لوله و سیم به‌طرف بالا	
مسیر لوله و سیم به‌طرف پایین	
مسیر لوله و سیم از پایین به‌بالا، یا از بالا به‌پایین	
نقطهٔ انشعاب	
تقاطع، بدون اتصال الکتریکی	
هادی خنثی	
هادی حفاظتی	
هادی مشترک حفاظتی و خنثی مثال: سیمکشی سه‌فاز با هادیهای خنثی و حفاظتی	
مرکز توزیع با ۵ لولهٔ خروجی	

فصل ۳
کلید و پریز

۳-۱ تعاریف

کلید: وسیله‌ای است که برای قطع و وصل جریان برق در یک یا چند مدار الکتریکی به‌کار می‌رود.

پریز و دوشاخه: وسیله‌ای است که برای اتصال هادیها و بندهای قابل انعطاف در سیمکشی ثابت به‌کار می‌رود و شامل دو قسمت است:

پریز ثابت: قسمتی است که با سیمکشی ثابت نصب می‌گردد.

دوشاخه: قسمتی است که به‌هادی، یا بند قابل انعطاف لوازم برقی یا بند قابل انعطاف پریز دستی متصل می‌شود.

پریز چندراهه: یک دستگاه پریز است که بیش از یک محل برای اتصال دوشاخه داشته باشد.

ولتاژ نامی: ولتاژی است که دستگاه برای آن ساخته شده و توسط سازنده روی آن نشانه‌گذاری شده است (در مورد سیستم سه‌فاز ولتاژ بین دو فاز می‌باشد).

جریان نامی: شدت جریانی که روی پریز یا دوشاخه به‌وسیلهٔ سازنده نشانه‌گذاری شده است. منظور از ولتاژ و شدت جریان مقدار مؤثر آن است مگر در مواردی که جز آن ذکر شده باشد.

۳-۲ استاندارد ساخت

۳-۲-۱ کلیدهای فرمان روشنایی مورد مصرف در تأسیسات برقی ساختمانها (مسکونی، اداری، آموزشی، بهداشتی، صنعتی و غیره)، که ولتاژ نامی آن از ۲۵۰ ولت برای یک فاز و ۵۰۰ ولت برای دوفاز و سه‌فاز، و جریان اسمی آن از ۲۵ آمپر تجاوز نمی‌کند، باید منطبق با مشخصات مندرج در آخرین اصلاحیه استاندارد ملی شماره ۴۶۲ ساخته شده باشد.

۳-۲-۲ کلیدهای دستی مصارف عمومی نصب ثابت، برای استفاده در داخل یا خارج ساختمان، که ولتاژ نامی آن از ۴۴۰ ولت و جریان نامی آن از ۶۳ آمپر تجاوز نمی‌کند باید برابر استاندارد IEC 669-1 یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مشابه ساخته شده باشد. (استاندارد مزبور همچنین کلیدهای دارای چراغ پیلوت، کلیدهای کنترل از دور الکترومغناطیسی، کلیدهای مجهز به‌وسایل تأخیر زمانی،

کلیدهای چندمنظوره[1]، و کلیدهای الکترونیکی را نیز شامل می‌شود.)

۳-۲-۳ جعبه‌های زیر کلید به‌استثنای جعبه‌های توکار معمولی (بدون حفاظت) باید مطابق استاندارد IEC 669-1 یا مشابه آن تولید شده باشد. جعبه‌های زیرکلید توکار معمولی باید برابر استاندارد IEC 670 یا مشابه آن تولید شده باشد.

۳-۲-۴ پریزها و دوشاخه‌های برق یک‌فاز، دوفاز، و سه‌فاز که ولتاژ اسمی آن از ۳۸۰ ولت و جریان نامی آن از ۲۵ آمپر تجاوز نمی‌کند و جعبه‌های مربوط، باید براساس انطباق با جدیدترین اصلاحیه استاندارد ملی شماره ۶۳۵ تولید شده باشد.

۳-۲-۵ پریزهای صنعتی و پلاگ مربوط به‌آن، که ولتاژ اسمی آن از ۵۰۰ ولت و جریان نامی آن از ۱۰۰ آمپر تجاوز نمی‌کند، باید منطبق با نشریه استاندارد شماره ۳۰۹ کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) یا مشابه آن ساخته شده باشد.

۳-۲-۶ در سایر مواردی که استاندارد ایرانی موجود نباشد مانند دیگر انواع کلید و پریز و پلاگ، و همچنین دکمه فشاری، انواع دیمر، روزت تلفن، بیزر و غیره، باید از استانداردهای کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک و مشابه آن استفاده شود.

۳-۳ کلیدهای برق

۳-۳-۱ طبقه‌بندی

به‌طور کلی کلیدهای برق به‌شرح زیر طبقه‌بندی می‌شود:

۳-۳-۱-۱ برحسب نوع منبع نیرو که شامل کلیدهای مورد مصرف در برق متناوب (AC)، برق مستقیم (DC) و هر دو نوع متناوب و مستقیم (AC و DC) می‌شود.

۳-۳-۱-۲ برحسب نوع اتصال که شامل کلیدهای یک جهته (یک پل، دوپل، سه‌پل، و سه‌پل و نول)، و کلیدهای چندجهته (دوجهته با حالت خاموش، دو مداره، تبدیل، تبدیل دوپل، و صلیبی) می‌باشد.

۳-۳-۱-۳ برحسب روش به‌کار انداختن کلید که شامل کلیدهای گردان، شستی، تکمه فشاری و کششی می‌شود.

۳-۳-۱-۴ برحسب‌درجه حفاظت‌در برابر اثر زیان‌آور آب به‌داخل کلید که شامل کلیدهای بدون‌حفاظت معمولی، حفاظت شده در برابر ترشح آب (IPX4)، و حفاظت شده در برابر فوّران آب (IPX5) خواهد بود.

۳-۳-۱-۵ برحسب روش نصب که شامل نصب روکار، توکار، نیمه‌توکار، و تابلویی می‌باشد.

۳-۳-۱-۶ برحسب فواصل بین کنتاکتها که شامل فاصلهٔ معمولی و فاصلهٔ جزیی یا مینی[2] (فقط برای برق متناوب) خواهد بود.

۳-۳-۱-۷ برحسب درجه حفاظت در برابر شوک الکتریکی که شامل کلیدهای بدون پوشش و کلیدهای دارای پوشش (IP2X) می‌باشد. (در کلیدهای بدون پوشش حفاظت در برابر شوک الکتریکی به‌وسیلهٔ محفظه‌ای که در آن نصب می‌شود تأمین می‌گردد).

۳-۳-۱-۸ برحسب روش نصب کلید از نظر طرح ساخت آن که شامل کلیدهایی می‌شود که پوشش یا صفحهٔ

1- Combinations of switches and other functions

2- Mini gap

درپوش آن بدون جابجایی هادیها قابل برداشت باشد (طرح A)، و کلیدهایی که پوشش یا صفحه درپوش آن بدون جابجایی هادیها قابل برداشت نباشد (طرح B).

۳-۳-۲ موارد کاربرد

موارد کاربرد عمده‌ترین انواع کلیدهای برق به‌قرار زیر است:

۳-۳-۲-۱ کلید یک‌پل، یک‌راه، و یک خانه:
این نوع کلید برای قطع و وصل سیم فاز در چراغهای روشنایی و مصارف مشابه به‌کار می‌رود.

۳-۳-۲-۲ کلید یک‌پل، یک‌راه، و دوخانه:
این نوع کلید برای قطع و وصل دو مدار به‌کار می‌رود.

۳-۳-۲-۳ کلید دوپل:
این نوع کلید را که در حقیقت دو کلید در یک جعبه است می‌توان برای قطع و وصل همزمان دو فاز و یا یک فاز و یک نول مورد استفاده قرار داد.

۳-۳-۲-۴ کلید سه‌پل:
این نوع کلید برای قطع و وصل سه انشعاب از یک نقطه به‌کار می‌رود. این‌گونه کلیدها برای قطع و وصل موتورهای سه‌فاز نیز کاربرد دارد.

۳-۳-۲-۵ کلید دوراه یا تبدیل:
این نوع کلید که در واقع مدار را تبدیل یا عوض می‌کند برای قطع و وصل چراغ از دو نقطهٔ مختلف به‌کار می‌رود.

۳-۳-۲-۶ کلید دوراه یا تبدیل دوپل:
این نوع کلید دو مدار را تبدیل یا عوض می‌کند و برای قطع و وصل دوفاز یا فاز و نول و یا برق ایزوله از دو نقطهٔ مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۳-۲-۷ کلید صلیبی:
کلید صلیبی به‌همراه دو کلید تبدیل برای کنترل مدار چراغها از سه نقطه و یا بیشتر به‌کار برده می‌شود و نحوهٔ قطع و وصل به‌صورت تغییر مدار (ضربدر یا موازی) است.

۳-۳-۲-۸ کلید جیوه‌ای:
این نوع کلید در مدارهای فرعی با بار کم مانند ترموستاتها، روی دیگهای بخار و چیلرها، اطاقهای عمل، و غیره به‌کار می‌رود.

۳ـ۳ـ۲ـ۹ سایر انواع کلیدها مانند کلید دوجهته با حالت خاموش و کلید سه‌فاز و نول نیز برحسب نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳ـ۳ـ۲ـ۱۰ کلیدهای فوق‌الذکر به‌صورت حفاظت شده در برابر ترشح آب با درجه حفاظت IPX4 و حفاظت شده در برابر فوران آب با درجه حفاظت IPX5 نیز ساخته می‌شود که برای مکانهای تَر و مرطوب و همچنین در فضای آزاد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳ـ۳ـ۲ـ۱۱ **کلیدهای «ضدانفجار[1]» و «ضد اشتعال غبار[2]»:**

این نوع کلیدها در مکانهای مخاطره‌آمیز (طبقه‌بندی شده) مورد استفاده قرار می‌گیرد. کلید «ضدانفجار» مجهز به‌محفظه‌ای است که در برابر انفجار گاز یا بخار مشخص در درون آن مقاوم بوده و از سرایت جرقه، برق یا انفجار گازهای درون محفظه به‌محیط خارج جلوگیری می‌کند. میزان دمای خارجی محفظه نیز به‌گونه‌ای است که موجب اشتعال و انفجار گازهای موجود در اطراف آن نمی‌شود. کلید «ضد اشتعال غبار» مجهز به‌پوششی است که مانع از ورود گرد و غبار قابل اشتعال به‌درون محفظه می‌شود و در صورتی که مطابق مقررات مربوط مورد استفاده قرار گیرد قوس الکتریکی، جرقه یا حرارت تولید یا آزاد شده در داخل پوشش موجب اشتعال رسوبات خارجی روی محفظه یا غبارهای معلق در هوای اطراف آن نمی‌گردد (به‌بند ۳ـ۵ـ۲۰ نیز مراجعه شود).

۳ـ۳ـ۳ انتخاب نوع، ظرفیت بار و روش سیمکشی کلیدها

۳ـ۳ـ۳ـ۱ کلیدهای روشنایی باید براساس موارد استفاده، نوع منبع نیرو، شرایط محل نصب، ولتاژ مورد لزوم و محاسبه مقدار جریانی که از آن عبور می‌کند از انواع توکار یا روکار، یک پل (یک‌خانه یا دوخانه)، دوپل، سه‌پل، تبدیل، صلیبی، و در صورت لزوم از انواع حفاظت شده در برابر اثر زیان‌آور رطوبت و ورود آب به‌داخل آن، یا حفاظت شده در برابر جرقه و انفجار انتخاب شود. این نوع کلیدها در سیستم برق یک‌فاز، ۲۲۰ ولت باید حداقل ۲۵۰ ولت و ۱۰ آمپر باشد.

۳ـ۳ـ۳ـ۲ جریان اسمی کلیدها باید با توجه به‌نوع باری که قطع و وصل می‌شود، برابر یا بزرگتر از مقادیر زیر باشد مگر در مواردی که در استاندارد ساخت کلید به‌گونهٔ دیگری مشخص شده باشد:

الف ـ برای بارهای دارای ضریب قدرت واحد (لامپهای رشته‌ای و مانند آن):

جریان مصرف؛

ب ـ برای بارهای دارای ضریب قدرت راکتیو (موتورها و مانند آن):

۱/۲۵ برابر جریان مصرف؛

پ ـ برای بارهای دارای ضریب قدرت خازنی و مواردی مانند لامپهای گازی با خازن تصحیح ضریب قدرت و موتورهای دارای راه‌انداز خازنی و غیره:

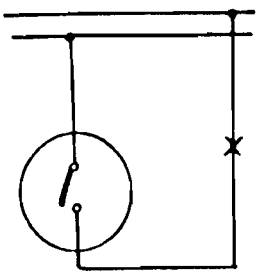
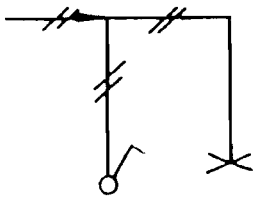
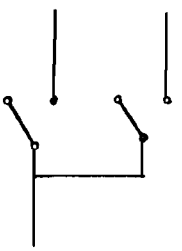
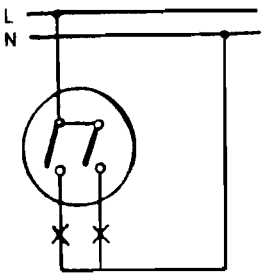
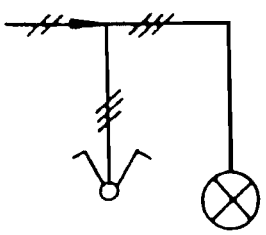
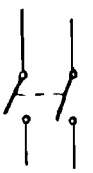
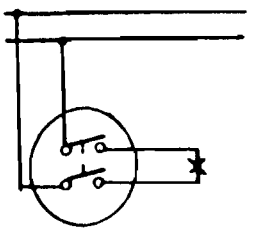
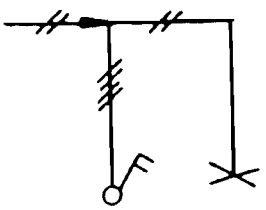
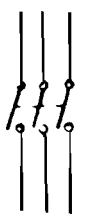
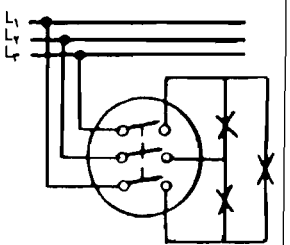
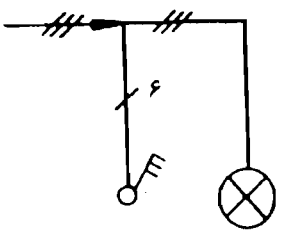
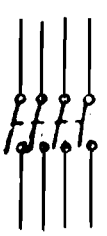
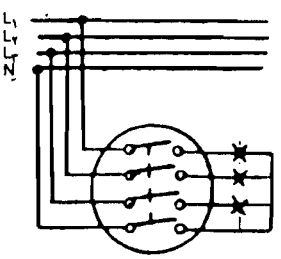
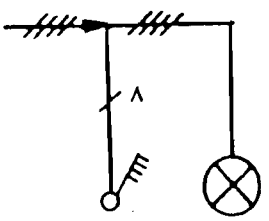
دو برابر جریان مصرف

۳ـ۳ـ۳ـ۳ کلیدهایی‌که برای قطع‌بار کامل الکتریکی القایی طراحی نشده باشد باید دارای آمپراژ دو برابر بار ثابت مورد نظر باشد.

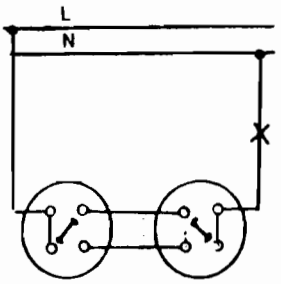
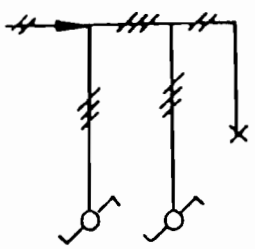
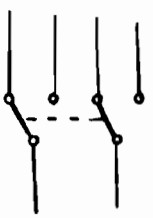
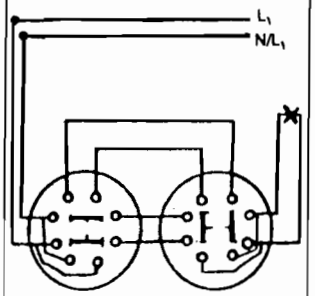
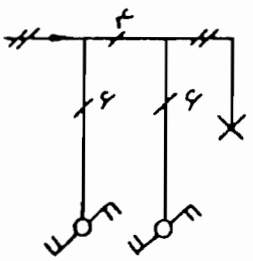
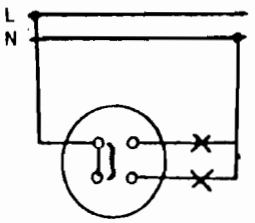
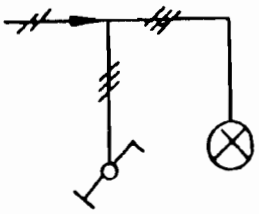
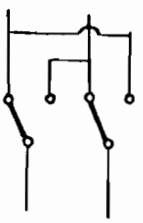
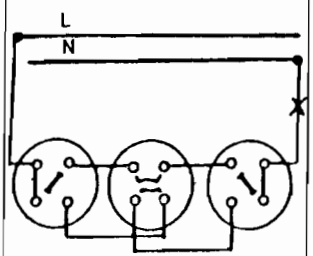
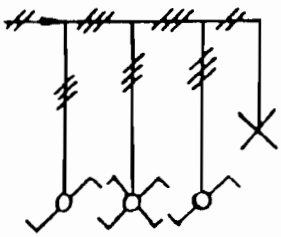
1– Explosionproof 2– Dust-ignition-proof

۳ـ۳ـ۳ـ۴ عمده‌ترین انواع کلیدهای برق مورد مصرف در تأسیسات الکتریکی ساختمانها شامل اتصالات ممکن، روش اتصال الکتریکی، و نقشه یک خطی در جدول ۳ ـ ۱ آمده است.

جدول ۳ ـ ۱ عمده‌ترین انواع کلیدهای برق مورد مصرف در تأسیسات الکتریکی ساختمانها، شامل اتصالات ممکن، روش اتصال الکتریکی و نقشه یک خطی

نوع کلید	اتصالات ممکن	روش اتصال الکتریکی	نقشه یک‌خطی
یک پل، یک‌راه، یک‌خانه			
یک پل دومداره			
دوپل قطع فاز و نول			
سه پل			
سه‌پل سه‌فاز و نول			

جدول ۳ ـ ۱ عمده‌ترین انواع کلیدهای برق مورد مصرف در تأسیسات الکتریکی ساختمانها، شامل اتصالات ممکن، روش اتصال الکتریکی و نقشه یک خطی

نوع کلید	اتصالات ممکن	روش اتصال الکتریکی	نقشه یک‌خطی
دوراه یا تبدیل			
تبدیل دوپل			
تبدیل با حالت خاموش			
صلیبی			

۳-۴ پریزهای برق

۳-۴-۱ طبقه‌بندی و موارد کاربرد

۳-۴-۱-۱ طبقه‌بندی برحسب روش نصب که شامل نصب روکار و نصب توکار می‌شود.

۳-۴-۱-۲ طبقه‌بندی برحسب اتصال زمین که شامل پریزهای بدون اتصال زمین و پریزهای مجهز به‌اتصال زمین می‌باشد. پریزهای اتصال زمین‌دار باید به‌نحوی ساخته شود که در هنگام قرار دادن دوشاخه در پریز کنتاکتهای اتصال زمین قبل از شاخکهای اتصال حامل جریان وصل شود، و زمان کشیدن دو شاخه از پریز، شاخکهای اتصال حامل جریان قبل از کنتاکتهای اتصال زمین از پریز قطع شود. ساختمان پریزهای یک فاز اتصال زمین‌دار باید به‌گونه‌ای باشد که وصل دوشاخه‌های معمولی (بدون اتصال زمین) به‌آن امکانپذیر نباشد، لیکن اتصال دوشاخه‌های لوازم برقی مجهز به‌عایقبندی مضاعف به‌این‌گونه پریزها میسر باشد.
پریزهای مجهز به‌اتصال زمین به‌منظور اتصال وسایل الکتریکی خانگی و اداری از قبیل یخچال، فریزر، کولر، لباسشویی، خشک‌کن، ظرفشویی، و مانند آن در ساختمانها به‌کار می‌رود. این‌گونه وسایل به‌لحاظ امکان اتفاقی جریان برق بر روی بدنه و قسمتهای خارجی آن، باید از طریق کنتاکتهای اتصال زمین به‌سیستم زمین متصل شود. ابزارهای دستی موتوری مانند دریل برقی، چمن‌زن برقی، و اره‌برقی نیز، به‌ویژه در مناطق مخاطره‌آمیز، یا در مناطق تَر و مرطوب، و یا در مواردی که افراد در ارتباط مستقیم با زمین، کف فلزی، داخل مخازن فلزی و دیگهای بخار، و غیره از آن استفاده می‌کنند، باید به‌سیستم زمین اتصال یابد.

۳-۴-۱-۳ طبقه‌بندی برحسب درجه حفاظت در برابر رطوبت و نفوذ آب که شامل پریزهای معمولی، حفاظت شده در برابر ترشح آب و حفاظت شده در برابر پاشیده شدن آب با فشار می‌شود. پریزهای معمولی در محلهای خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد و پریزهای حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب در محلهای تَر و مرطوب و خارج ساختمانها برحسب نیاز مربوط به‌کار می‌رود.

۳-۴-۱-۴ طبقه‌بندی برحسب تعداد فازها که پریزهای یک فاز و سه‌فاز را دربر می‌گیرد.

۳-۴-۱-۵ **سایر انواع پریزها:**

الف - پریزهای قفل‌شو:

این نوع پریزها به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شده است که هنگام برقدار بودن کنتاکتهای اتصال، دوشاخه را نمی‌توان در پریز قرار داد، یا از آن خارج ساخت، و نیز بدون قرار دادن دوشاخه در پریز کنتاکتهای اتصال برقدار نمی‌شود.

ب - پریزهای ریش‌تراش:

این‌گونه پریزها، که برای اتصال ماشینهای ریش‌تراش برقی در دستشویی، حمام، بیمارستان، هتل و مانند آن به‌کار می‌رود، دارای ترانسفورماتور جداکننده و کلیدی است که در صورت عدم اتصال ریش‌تراش، ترانسفورماتور را از منبع برق جدا می‌کند.

پ - پریزهای بی‌خطر:

این نوع پریزها، که به‌عنوان پریزهای ایمنی نیز خوانده می‌شود، به‌گونه‌ای ساخته شده است که اتصالهای آن پس از کشیدن دوشاخه از برق بی‌برق شده یا کاملاً پوشانیده می‌شود.

۳ـ۴ـ۱ـ۶ پریزهای صنعتی

پریزها و پلاگ‌های صنعتی، که معمولاً به‌اشکال سه‌قطبی (فاز، خنثی، و زمین)، چهارقطبی (سه‌فاز و زمین)، و پنج‌قطبی (سه‌فاز، خنثی، و زمین)؛ در ولتاژهای مختلف (۵۰ تا ۷۵۰ ولت) و آمپراژهای گوناگون (۱۶ تا ۴۰۰ آمپر) ساخته می‌شود، برای مصارف صنعتی به‌کار می‌رود. این‌گونه پریزها و پلاگ‌های مربوط به‌آن طوری طراحی شده است که پلاگ‌های هر ولتاژ و فرکانس معین مخصوص همان سیستم ولتاژ و فرکانس است و در پریز ویژه خود امکان اتصال دارد.

۳ـ۴ـ۱ـ۷ پریزهای‌برق باید براساس مواردکاربرد، شرایط محل‌نصب، میزان ولتاژ و تعداد فاز، ایمنی مورد لزوم، و محاسبه مقدار جریانی که تغذیه می‌کند از انواع توکار یا روکار، با اتصال زمین یا بدون اتصال زمین، معمولی یا حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب، یک‌فاز یا سه‌فاز، قفل‌شو یا بی‌خطر انتخاب شود.

۳ـ۴ـ۱ـ۸ در تأسیسات برق ساختمانها پریزهای برق باید از نظر حداقل ظرفیت اسمی بار و دارا بودن اتصال زمین در سیستمهای مختلف برقی تابع شرایط زیر باشد:

الف ـ در مواردی که از سیستم برق یک فاز و ۲۲۰ ولت استفاده می‌شود، پریز باید حداقل ۲۵۰ ولت، ۱۶ آمپر و اتصال زمین‌دار باشد.

ب ـ در مواردی که از سیستم برق سه‌فاز و ۳۸۰ ولت استفاده می‌شود، پریز باید حداقل ۵۰۰ ولت، ۱۶ آمپر و اتصال زمین‌دار باشد.

پ ـ در مواردی که از سیستم برق یک‌فاز و ۱۱۰ ولت یا سه‌فاز و ۲۰۸ ولت استفاده می‌شود، پریزهای مورد مصرف ممکن است برحسب مورد از نوع اتصال زمین‌دار یا بدون اتصال زمین باشد.

ت ـ در مواردی که از سیستم برق ۶۰ ولت و ولتاژهای پایین‌تر استفاده می‌شود باید از پریزهای مخصوص بدون اتصال زمین استفاده شود.

در هریک از سیستمهای ولتاژ فوق‌الذکر پریزها و پلاگ‌های مربوط به‌آن، باید مخصوص همان ولتاژ باشد و پلاگ یک سیستم قابل جایگزینی در سیستمهای دیگر نباشد.

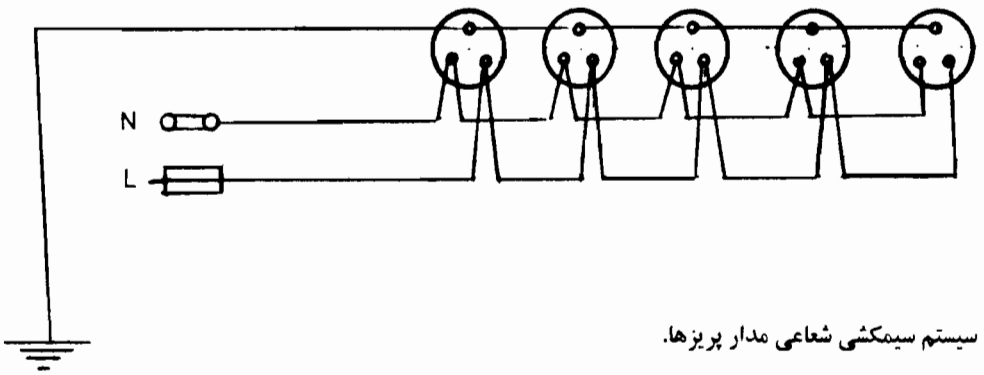
۳ـ۴ـ۱ـ۹ کلیهٔ پریزهایی که در کف نصب می‌شود باید مجهز به‌درپوش مخصوص بوده و شکننده نباشد. این‌گونه پریزها باید برای مکانهای خشک از نوع معمولی، برای مناطق تَر و مرطوب یا خارج ساختمانها از نوع حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب، و برای مکانهای مخاطره‌آمیز برحسب مورد از انواع «ضدانفجار» یا ضد «اشتعال غبار» انتخاب شود.

۳ـ۴ـ۲ سیستم سیمکشی مدار و تعداد پریزها

۳ـ۴ـ۲ـ۱ در مواردی که برای سیمکشی مدار پریزها از سیستم شعاعی[1] استفاده می‌شود، باید هادی برقدار از فیوز حفاظتی مدار به‌کنتاکت فاز و هادی نول به‌کنتاکت نول، و سیم زمین به‌کنتاکت اتصال زمین هریک از پریزها به‌ترتیبی که در شکل ۳ـ۱ نشان داده شده است متصل شود.

حفاظت مدارهای این‌گونه پریزها در برابر اضافه بار به‌وسیلهٔ کلیدهای مینیاتوری یا فیوزهای مدار فرعی با ظرفیت مناسب، و با توجه به‌این نکته که ظرفیت بارکلید یا فیوز نباید از ظرفیت بار سیم یاکابل مربوط تجاوزکند، تأمین می‌شود.

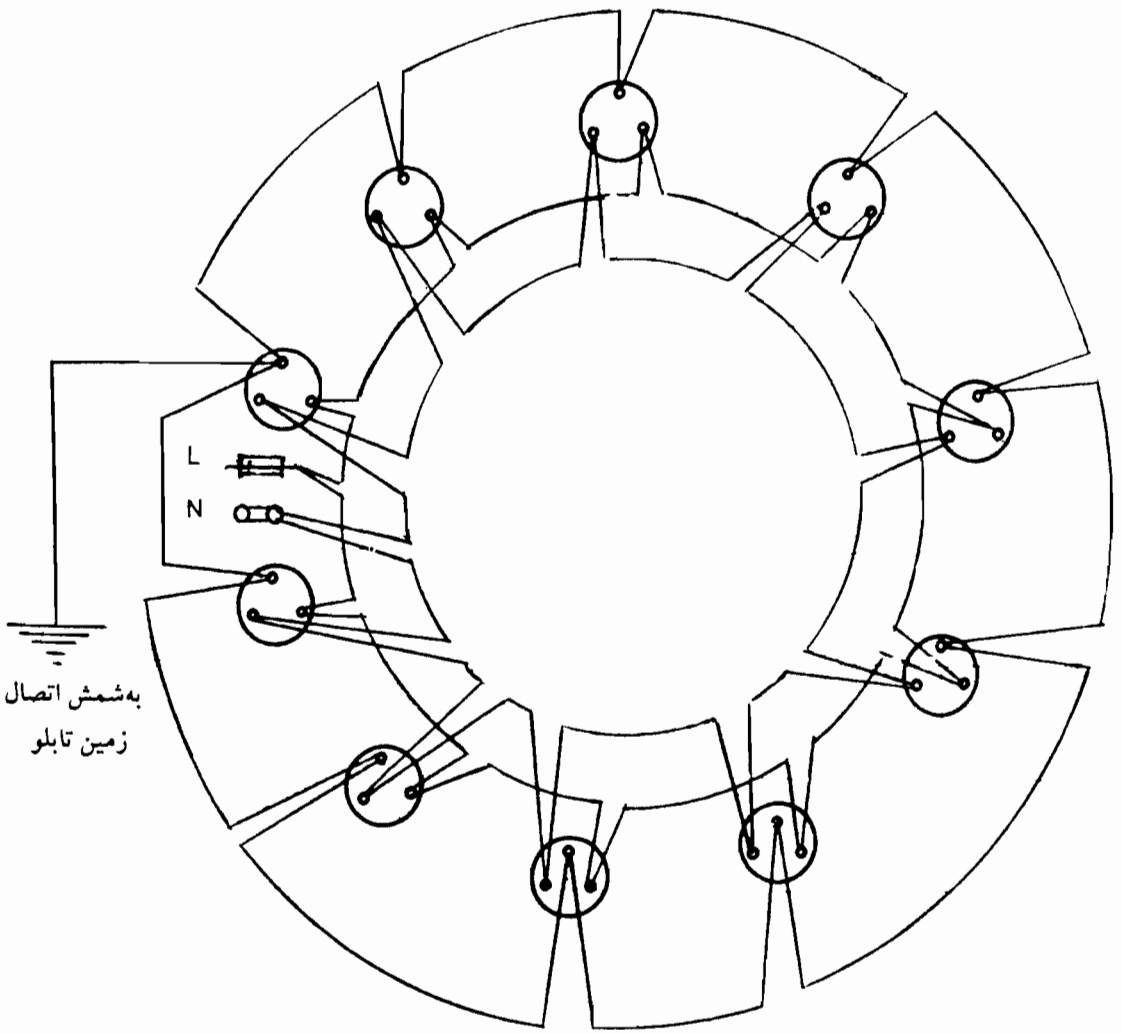
1– Radial circuits



شکل ۳ ـ ۱ سیستم سیمکشی شعاعی مدار پریزها.

به‌شمش اتصال زمین تابلو

۳ ـ ۴ ـ ۲ ـ ۲ در مواردی که برای سیمکشی مدار پریزها از سیستم حلقوی یا رینگ[1] استفاده می‌شود، باید هر دو سر هادی برقدار به‌ترمینال فیوز حفاظتی ۳۰ آمپر، هر دو سر هادی خنثی به‌ترمینال نول، و هر دو سر اتصال زمین به‌ترمینال سیستم زمین به‌ترتیبی که در شکل ۳ ـ ۲ نشان داده شده است، متصل شود. در این سیستم سطح مقطع سیمهای مورد مصرف حداقل ۲/۵ میلیمتر مربع خواهد بود. و هریک از مدارهای فرعی رینگ، که در محلهای مسکونی و مشابه آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، نباید سطحی بیش از ۱۰۰ متر مربع را پوشش دهد.



شکل ۳ ـ ۲ سیستم سیمکشی حلقوی مدار پریزها.

1– Ring circuits

۳ـ۴ـ۲ـ۳ تعداد مدارهای نهایی لازم برای پریزها و بار هریک باید طبق یکی از روشهای زیر تعیین شود:

الف ـ تعداد لوازم ثابت و یا پریزهایی که به‌وسیلهٔ یک مدار نهایی تغذیه می‌شود باید طوری انتخاب گردد که جمع تقاضای مدار، با توجه به‌نحوهٔ استفاده از لوازم در محل، از جریان مجاز حرارتی هادیهای مدار تجاوز ننماید. در مواردی که غیرهمزمانی زیادی بین مصرف لوازم و پریزها وجود داشته باشد احتیاجی به‌محدودکردن تعداد نقاط تغذیه مدار نهایی نخواهد بود، مانند مواردی که در آن سطح محدودی از زیربنا به‌وسیلهٔ مدار تغذیه می‌شود.

جریان مجاز حرارتی‌یک مدار نهایی حلقوی ۱/۵ برابر جریان مجاز هادیهای مدار خواهد بود.

یادآوری

مقررات ذکر شده در بند الف، در درجه اول ـ برای آپارتمانها یا منازل مسکونی در نظرگرفته شده است ولی در موارد دیگری هم که غیرهمزمانی زیادی در مصارف وجود داشته باشد نیز از این مقررات می‌توان استفاده نمود به‌شرط آنکه تغییراتی که ممکن است در آینده در نحوهٔ استفاده از محل به‌وجود آید مدنظر قرار گیرد.

ب ـ در مواردی که استفاده از ضریب هماهنگی امکان‌پذیر نباشد بار هر مصرف‌کننده ثابت، مقدار اسمی ورودی آن بوده و هر پریز مانند یک مصرف‌کننده ثابت فرض شده و بار آن برابر جریان اسمی پریز یا وسیلهٔ حفاظتی انفرادی آن پریز خواهد بود.

۳ـ۴ـ۲ـ۴ برای وسایل برقی از قبیل یخچال، فریزر، ماشین لباسشویی، خشک‌کن، ظرفشویی، و مانند آن باید یک پریز با مدار جداگانه در نظرگرفته شود و حداکثر فاصلهٔ آن از یک متر تجاوز نکند.

۳ـ۴ـ۲ـ۵ پریزهای مخصوص کارهای صنعتی مانند دریل رومیزی، سنگ سنباده، دستگاه جوش، و مانند آن، باید دارای‌مدار جداگانه بوده و برای‌تحمل بار مشخص‌شده به‌طور مداوم ظرفیت کافی داشته باشد. این‌گونه پریزها باید به‌درپوش مخصوص و مناسب مجهز بوده و در صورت امکان از نوع چدنی قفل‌شو باشد.

۳ـ۵ اصول و روشهای نصب کلید و پریز

۳ـ۵ـ۱ کلیدها اصولاً باید سیم فاز مدار را قطع و وصل کند مگر در مواردی که از کلید دوپل برای قطع و وصل فاز و نول مدار استفاده شود و همچنین کلیدهای سه‌فاز و خنثی که سیم نول نیز به‌کلید آورده می‌شود. در این‌گونه موارد ساختمان کلید باید به‌گونه‌ای باشد که هادی خنثی (نول) قبل از هادیهای فاز قطع نشود و در هنگام وصل نیز هادی خنثی باید قبل از وصل شدن هادیهای فاز یا همزمان با آن وصل شود. در مواردی که از هادی خنثی در سیستمهای TN به‌عنوان هادی حفاظتی نیز استفاده می‌شود، هادی خنثی باید پیوسته بوده و هیچگاه قطع نشود.

۳ـ۵ـ۲ محل دقیق نصب کلیدها باید براساس نقشه‌های معماری و با توجه به‌استقرار تجهیزات و مبلمان، بر روی نقشه‌های اجرایی تفضیلی کارگاهی مشخص شود و پس از تصویب به‌مرحله اجرا درآید.

۳ـ۵ـ۳ کلیدهایی که محل نصب آن جنب در ورودی واقع می‌شود باید در طرف قفل در قرار گیرد. فاصلهٔ

نزدیکترین لبه درپوش این‌گونه کلیدها از چارچوب باید از ۱۰ سانتیمتر کمتر و از ۳۰ سانتیمتر بیشتر نباشد و ضمناً فاصلهٔ مذکور باید به‌صورت یکسان در تمامی پروژه رعایت شود.

۳-۵-۴ کلیدها باید طوری تعبیه شود که رو به‌پایین روشن و رو به‌بالا خاموش باشد.

۳-۵-۵ ارتفاع نصب کلیدها به‌شرح زیر خواهد بود:

- کلید روشنایی:
- برای اطاقهای مسکونی، اداری یا کار، آشپزخانه، اماکن صنعتی، و مانند آن ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده.
- برای اطاقهای بخشهای عمل، زایمان، شکسته‌بندی و فضاهای مشابه، در صورتی که از نوع «ضد انفجار» نباشد ۱۵۵ سانتیمتر از کف تمام شده (به‌نشریه شماره ۸۹ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی نیز مراجعه شود).
- کلید راه‌انداز موتور ۱۲۰ سانتیمتر از کف تمام شده.
- کلید کنترل هواکش ۱۲۰ سانتیمتر از کف تمام شده.

۳-۵-۶ در مواردی که از کلیدهای چندفاز متناسب با مورد کاربرد استفاده می‌شود باید نوع هریک از فازها با نصب علامت ویژه در زیر آن مشخص شود و عبارت «خطر ۳۸۰ ولت» نیز در زیر روکش کلید قید گردد.

۳-۵-۷ در پریز یک فاز و نول اتصال سیمها به‌کنتاکتهای پریز باید به‌ترتیبی انجام شود که سیم فاز سمت راست و سیم نول سمت چپ فردی که روبروی پریز قرار می‌گیرد نصب شود.

۳-۵-۸ در ساختمانهای مسکونی در اطاقهای نشیمن، خواب، مطالعه، هال، سالنهای ناهارخوری و پذیرایی، و آشپزخانه پریزهای برق باید به‌گونه‌ای نصب شود که در هر دیوار فاصلهٔ بین محل نصب پریزها و هر نقطه‌ای به‌موازات فصل مشترک دیوار و کف (خط کف) از دو متر تجاوز نکند. پریزهای واقع در کف در صورتی مورد احتساب قرار می‌گیرد که نزدیک دیوار واقع شده باشد.

دیوار مورد اشاره در این بند باید حداقل دارای یک متر یا بیشتر طول باشد، و در طول خط کف به‌وسیلهٔ راهرو، بخاری، و مانند آن بریده نشده باشد، لیکن در گوشه‌ها ممکن است بیش از یک دیوار را شامل شود.

منظور از شرایط مندرج در این بند آن است که کاربرد بندهای رابط قابل انعطاف در برابر محل عبور مانند راهرو، بخاری، و دهانه‌های مشابه به‌حداقل ممکن برسد.

۳-۵-۹ ارتفاع نصب پریزها و فشاری زنگ به‌شرح زیر خواهد بود:

- پریزهای برق ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده.
- پریزهای برق که در آشپزخانه، موتورخانه، تعمیرگاه، و گاراژ نصب می‌شود، ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده.
- پریزهای برق در پاراوان‌ها در کف نصب می‌شود.
- پریزهای تلفن ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده.
- پریزهای آنتن تلویزیون ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده.
- فشاری زنگ در صورتی که در کنار پریز قرار گیرد ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده و چنانچه در جنب کلید قرار گیرد ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده.

۳-۵-۱۰ لوازم برقی از قبیل کلید و پریز و امثال آن در اطاقهای عمل، زایمان، شکسته‌بندی، بیهوشی یا در

مکانهایی که احتمال مصرف گاز بیهوشی وجود دارد در صورتی که از نوع «ضد انفجار» نباشد باید حداقل در ارتفاع ۱۵۵ سانتیمتر از کف تمام شده نصب شود.

۳-۵-۱۱ در مکانهایی که از میز کار مخصوص و یا پیشخوان استفاده می‌شود مانند آزمایشگاهها، کارگاهها، آشپزخانه‌ها و غیره، پریزهای برق در صورتی که روی دیواره وسط میز آزمایشگاه یا روی قرنیز میز کار نصب نشده باشد، باید حداقل ۱۰ سانتیمتر بالای قرنیز میز روی دیوار نصب شود.

۳-۵-۱۲ محل نصب کلید و پریز و مانند آن، در محلهایی که کاشیکاری می‌شود، باید به‌گونه‌ای تعیین شود که هرکدام از لوازم مزبور در مرکز یک کاشی قرار گیرد.

۳-۵-۱۳ پریزهای سه‌فاز باید برحسب مورد با چهار شاخه یا پنج شاخه مربوط همراه باشد.

۳-۵-۱۴ لوازم برقی از قبیل کلید، پریز، دیمر، فشاری زنگ، و روزت تلفن باید در سیستم لوله‌کشی توکار از نوع توکار و در سیستم لوله‌کشی روکار از نوع روکار انتخاب و نصب شود. این‌گونه لوازم باید به‌طور کاملاً مستقل روی دیوار استقرار یابد و به‌لوله‌های برق مجاور آن اتکا داده نشود.

۳-۵-۱۵ لوازم برقی همچون کلید، پریز و مانند آن، که در محیطهای تَر و مرطوب و خارج ساختمانها مورد استفاده قرار می‌گیرد باید حداقل دارای درجات حفاظت زیر باشد:

الف - برای محیطهای مرطوب IP44

ب - برای محیطهای تَر و خارج ساختمانها IP45

در هریک از موارد فوق‌الذکر محل ورود کابل به‌داخل کلید و پریز باید رو به‌پایین قرار گرفته و با گلند کاملاً آب‌بندی شود.

۳-۵-۱۶ اتصالات سیستم لوله‌کشی شامل جعبه‌های زیر کلید و پریز و تقسیم، لوله‌ها، تابلوهای برق، پایه‌های کلید و پریز و امثال آن باید کاملاً پیچ شده باشد تا اتصال زمین را به‌نحو مطلوب تأمین کند.

۳-۵-۱۷ روش بستن کلید و پریز و مانند آن به‌جعبه زیر آن باید به‌وسیلهٔ پیچ بوده و محل ورود آن رزوه شده باشد و نحوهٔ اتصال لوله به‌جعبه باید به‌وسیلهٔ بوش برنجی انجام شود.

۳-۵-۱۸ جعبه زیر کلید و پریز و لوازم مشابه، باید از نظر جنس برای کاربرد مورد نظر مناسب باشد. این‌گونه جعبه‌ها باید به‌گونه‌ای نصب شود که بدون در نظر گرفتن اتصال آن به‌لوله مستقلاً محکم شود و سطوح درپوش کلید و پریز توکار باید همسطح اندود آجری دیوار باشد.

۳-۵-۱۹ در مکانهای مسکونی و مانند آن، در حمام، نصب هرگونه کلید، پریز یا وسیلهٔ برقی دیگر در محدودهٔ قابل دسترسی توسط استفاده‌کننده از دوش ممنوع است. محوطهٔ قابل دسترسی، در امتداد عمودی از کف حمام تا ارتفاع ۲۲۵ سانتیمتر و در جهت افقی از لبه‌وان یا زیردوشی تا فاصلهٔ ۶۰ سانتیمتر را شامل می‌شود.

یادآوری

برای مقررات مربوط به‌سایر وسایل نصب ثابت مورد استفاده در حمام به‌مقررات ملی ساختمانی با استاندارد IEC 364-7-701 رجوع شود.

۳-۵-۲۰ در مکانهای (طبقه‌بندی شده) مخاطره‌آمیز[1] برای انتخاب نوع کلید و پریز و سایر لوازم برقی مشابه و

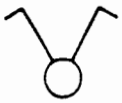
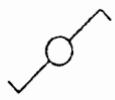
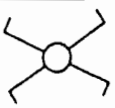
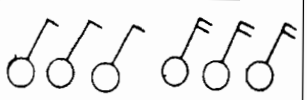
1- Hazardous (Classified) locations

روش نصب آن باید براساس طبقه‌بندیها و دستورالعملها، و استانداردهای خاص مکانهای مخاطره‌آمیز که به‌وسیلهٔ وزارت نفت یا یکی‌از مؤسسات شناخته‌شده بین‌المللی مانند کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) و NFPA تدوین شده‌است عمل‌شود.

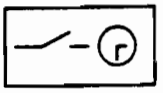
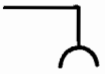
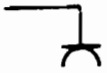
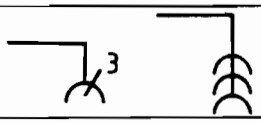
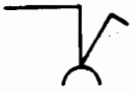
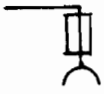
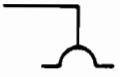
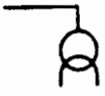
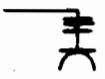
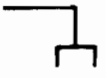
۳-۵-۲۱ لوازم الکتریکی از قبیل کلید، پریز، دیمر، فشاری زنگ و مانند آن، که در یک پروژه واحد مورد مصرف قرار می‌گیرد باید با رعایت بند ۳-۲ متحدالشکل بوده و از کارخانه سازنده واحدی تهیه شود.

۳-۶ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای لوازم برقی در جدول ۳-۲ نشان داده شده است.

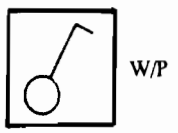
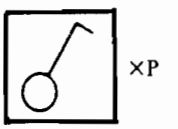
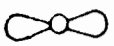
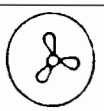
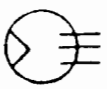
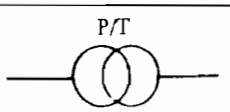
جدول ۳ ـ ۲ نشانه‌های ترسیمی برای لوازم الکتریکی

شـــرح	علامت
کلید، نشانهٔ کلی	
کلید با چراغ پیلوت	
کلید یک‌پل، یک‌راه، یک‌خانه	
کلید یک‌پل، یک‌راه، یک‌خانه از نوع زمانی	
کلید یک‌پل، یک‌راه، یک‌خانه از نوع کششی	
کلید دوپل، یک‌راه، یک‌خانه (فاز و نول)	
کلید یک‌پل، یک‌راه، دوخانه (دومداره)	
کلید سه‌پل، یک‌راه، یک‌خانه	
کلید تبدیل (یک‌پل، دوراه، یک‌خانه)	
کلید صلیبی، یک‌پل، یک‌خانه	
کلیدهای چندخانه	
دیمر با کلید	
دکمه فشاری	
دکمه فشاری با لامپ	
دکمه فشاری با دسترسی محدود (پوشش شیشه‌ای)	
تجهیزات محدودکننده زمان یا دوره	

جدول ۳ ـ ۲ نشانه‌های ترسیمی برای لوازم الکتریکی

شـــرح	علامت
کلید زمانی	
وسیلهٔ قطع و وصل کلیددار (کنترل شبگرد)	
بیزر	
پریز یک‌فاز و نول	
پریز یک‌فاز و نول با اتصال زمین	
مجموعهٔ چند پریز (در شکل سه‌تایی)	
پریز یک‌فاز و نول باکلید و اتصال زمین	
پریز یک‌فاز و نول باکلید (قفل‌شونده) و اتصال زمین	
پریز یک‌فاز با فیوز	
پریز برق با صفحه حفاظتی	
مجموعه پریز برق و ترانسفورماتور مجزاکننده (مانند پریز ریش‌تراش)	
پریز سه‌فاز و نول با اتصال زمین	
پریز مخصوص مخابرات، نشانهٔ کلی یادآوری: انواع مختلف با استفاده از نشانه‌های زیر مشخص می‌شود: TP = تلفن　　FM = اف ام M = میکروفون　　TV = تلویزیون بلندگو =　　TX = تلکس	

جدول ۳ ـ ۲ نشانه‌های ترسیمی برای لوازم الکتریکی

شـــرح	علامت
لوازم برقی از نوع صنعتی معمولی، مثال: کلید یک‌پل، یک‌راه، یک خانه، از نوع صنعتی	
لوازم برقی از نوع صنعتی بارانی، مثال: کلید یک‌پل، یک‌راه، یک خانه، از نوع صنعتی بارانی.	
لوازم برقی از نوع صنعتی ضدانفجار، مثال: کلید یک‌پل، یک‌راه، یک خانه، از نوع صنعتی ضدانفجار.	
پنکه سقفی	
هواکش دیواری	
هواکش سقفی	
کلید کنترل پنکه	
ترانسفورماتور اتوماتیک	
ترانسفورماتور ولتاژ	
دست خشک‌کن برقی	

فصل ۴
چراغهای روشنایی

۴-۱ تعاریف

چراغ: وسیله‌ای که نور ساطع از یک یا چند لامپ روشنایی را توزیع، تبدیل یا فیلتر می‌کند و دارای تمامی قطعات لازم برای نصب، نگهداری و حفاظت لامپها بوده و در موارد لازم مجهز به‌اجزای کمکی مدار همراه با وسایل اتصال به‌منبع نیرو می‌باشد.

چراغ معمولی: چراغ بدون حفاظت در برابر رطوبت و غبار

چراغ عمومی یا هرکاره[1]: چراغی که برای منظور خاصی طراحی نشده باشد مانند چراغهای آویز، چراغهای نصب ثابت روکار و نورافکن‌های همگرا (اسپات[2]). نمونه چراغهای مخصوص که برای کاربردهای ویژه مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارت است از چراغهای مخصوص استخر، عکسبرداری و مانند آن.

چراغ ثابت: چراغی که به‌سهولت قابل جابجایی نباشد، یا نحوهٔ نصب به‌گونه‌ای باشد که چراغ به‌کمک یک ابزار برداشته شود و یا محل نصب آن خارج از دسترس باشد.

چراغ قابل حمل: چراغی که در شرایط عادی بهره‌برداری هنگام اتصال به‌برق به‌آسانی قابل جابجایی باشد.

چراغ توکار: چراغی که بخشی یا تمامی آن برای نصب توکار ساخته شده باشد.

عایقبندی اساسی: عایقبندی که به‌منظور حفاظت در برابر خطر برقگرفتگی به‌قسمتهای برقدار اعمال می‌شود.

عایقبندی تکمیلی: عایقبندی مستقلی است که علاوه بر عایقبندی اساسی به‌منظور تأمین حفاظت در برابر خطر برقگرفتگی در صورت بروز نقص در عایقبندی اساسی پیش‌بینی شده باشد.

عایقبندی دوگانه (مضاعف): عایقبندی است که متشکل از عایقبندی اساسی و تکمیلی باشد.

عایقبندی تقویت‌شده: یک سیستم عایقبندی واحد که به‌قسمتهای برقدار اعمال می‌شود و همان درجه حفاظت عایقبندی مضاعف را در برابر خطر برقگرفتگی ایجاد می‌کند.

ولتاژ خیلی ضعیف ایمنی[3]: ولتاژ مؤثری است که از ۵۰ ولت متناوب بین هادیها یا بین هر هادی و زمین در مداری که از شبکه اصلی برق با وسیله‌ای مانند ترانسفورماتور جداکننده ایمنی یا یک کنورتور با سیم‌پیچ مجزا، جدا شده باشد، تجاوز نکند.

1- General purpose 2- Spot lights 3- Safety Extra Low Voltage (SELV)

بالاست[1]: وسیله‌ای است که بین منبع تغذیه و لامپهای تخلیه قرار داده می‌شود و به‌منظور محدود کردن جریان لامپ و تنظیم آن در حد مورد نظر در تمام اوقات کار لامپ اعم از راه‌اندازی و کار دائم آن به‌کار می‌رود.

راه‌انداز[2]: وسیله‌ای است که مدار پیش‌گرم‌کننده لامپ فلورسنت را به‌منظور راه انداختن لامپ بسته یا باز می‌کند.

ایگنیتور[3]: وسیله‌ای است که به‌تنهایی و یا همراه با تجهیزات دیگر، به‌منظور ایجاد پالس ولتاژ برای راه‌اندازی لامپهای تخلیه‌ای که فاقد گرمکن برای الکترودها می‌باشد، استفاده می‌گردد.

۴ـ۲ استاندارد ساخت چراغها، لامپها و تجهیزات جانبی[4]

الف ــ استاندارد چراغها

۴ـ۲ـ۱ چراغهای عمومی (هرکاره) نصب ثابت با لامپهای روشنایی رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه و با حداکثر ولتاژ تغذیه ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-1 و بخشهای ذیربط از استاندارد IEC 598-1 یا BS 4533 ساخته شده باشد.

۴ـ۲ـ۲ چراغهای توکار با لامپهای رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه و با حداکثر ولتاژ تغذیه ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-2 و بخشهای ذیربط از استاندارد IEC 598-1 یا BS 4533 تولید شده باشد.

۴ـ۲ـ۳ چراغهای خیابانی با لامپهای روشنایی رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه و با حداکثر ولتاژ تغذیه ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-3 و بخشهای ذیربط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد (برای اطلاعات بیشتر به‌نشریهٔ شماره ۱۹۵ زیر عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راههای شهری» رجوع شود.)

۴ـ۲ـ۴ چراغهای عمومی (هرکاره) قابل حمل با لامپهای روشنایی رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه و با حداکثر ولتاژ ۲۵۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-4 و بخشهای ذیربط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد. (این استاندارد شامل چراغهای دستی نمی‌شود).

۴ـ۲ـ۵ چراغهای نورافکن واگرا (فلاد[5]) که با لامپهای رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه مورد استفاده قرار می‌گیرد و ولتاژ تغذیه آن از ۱۰۰۰ ولت متجاوز نباشد باید برابر استاندارد IEC 598-2-5 و بخشهای ذیربط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد.

۴ـ۲ـ۶ چراغهای‌ترانسفورمر سرخود طبقه I و II با لامپهای رشته‌ای‌و ولتاژ تغذیه و خروجی حداکثر ۱۰۰۰ ولت و چراغهای ترانسفورمر سرخود طبقه 0 (صفر) با لامپهای رشته‌ای و ولتاژ تغذیه و خروجی حداکثر ۲۵۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-6 و بخشهای ذیربط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد.

۴ـ۲ـ۷ چراغهای پایه‌دار باغچه‌ای قابل حمل، با لامپهای رشته‌ای تنگستن و فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای

1– Ballast 2– Starter 3– Ignitor

۴ ـ در هریک از مواد بند ۴ ـ ۲ استفاده از سایر استانداردهای معتبر بین‌المللی معادل مانند VDE، BS، UL، CENELEC، UTE و ... نیز مجاز است.

5– Flood light

تخلیه و با ولتاژ تغذیه حداکثر ۲۵۰ ولت، قابل استفاده در فضای سبز، باغچه و مانند آن باید برابر استاندارد IEC 598-2-7 و بخشهای مربوط از استاندارد IEC 598-1 تولید شده باشد.

۴-۲-۸ چراغهای دستی و چراغهای قابل‌حمل مشابه که هنگام استفاده دردست قرار می‌گیرد با لامپهای رشته‌ای تنگستن و فلورسنت لوله‌ای و با ولتاژ تغذیه حداکثر ۲۵۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-8 و و بخشهای مربوط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد.

۴-۲-۹ چراغهای مخصوص استفاده در کانالهای تهویه و فضاهای مشابه، با لامپهای فلورسنت لوله‌ای و با ولتاژ تغذیه حداکثر ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-19 و بخشهای مربوط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد.

۴-۲-۱۰ چراغهای روشنایی اضطراری با لامپهای رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه و با ولتاژ تغذیه برق اضطراری حداکثر ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-22 و بخشهای مربوط از استاندارد IEC 598-1 تولید شده باشد.

ب - استاندارد لامپها و تجهیزات جانبی چراغها

۴-۲-۱۱ لامپهای رشته‌ای تنگستن برای مصارف روشنایی عمومی با ولتاژ اسمی ۲۲۰، ۲۲۵ یا ۲۳۰ ولت؛ توان اسمی ۱۵ تا ۱۵۰۰ وات؛ عمر اسمی ۱۰۰۰ یا ۲۵۰۰ ساعت؛ حباب‌شفاف، مات یا سفیدشیری‌در اشکال معمولی، قارچی‌یا شمعی؛ وکلاهک‌پیچی ادیسون باید برابر استاندارد شماره ۱۱۵ ایران ساخته شده‌باشد. سرپیچ لامپهای رشته‌ای باید برابر استاندارد ملی ایران شماره ۶۸۸ تولید شده باشد. طبقه‌بندی حباب لامپهای روشنایی از نظر شکل و ارائه علایم مشخصه برای شناسایی باید برابر استاندارد شماره ۳۰۸۳ ایران انجام شود.

طراحی و ساخت لامپهای فوق‌الذکر از نظر مقررات ایمنی و تعویض‌پذیری باید با رعایت استاندارد شماره ۲۹۱۰ ایران صورت پذیرد.

۴-۲-۱۲ لامپهای فلورسنت لوله‌ای موردمصرف در روشنایی عمومی با کاتد پیش‌گرم‌شونده و با راه‌انداز، یا با کاتد سرد و بدون راه‌انداز و یا با کاتد پیش‌گرم‌شونده و بدون راه‌انداز که با جریان متناوب کار می‌کند باید برابر استاندارد شماره ۶۸۷ ایران و یا IEC 81 مطابقت نماید.

سرپیچ لامپهای فلورسنت لوله‌ای و نگهدارنده راه‌اندازها باید مطابق استاندارد شماره ۲۶۱۰ ایران ساخته شده باشد.

راه‌انداز لامپهای فلورسنت باید مطابق استاندارد ملی شماره ۱۵۶۰ ساخته شود.

بالاست لامپهای فلورسنت باید برابر استاندارد ملی شماره ۷۰۰ تولید شود.

۴-۲-۱۳ لامپهای بخار جیوه با فشار زیاد و با پوشش فلورسنت تصحیح‌کننده رنگ قرمز و یا بدون آن که با جریان متناوب و با بالاست لامپهای بخار جیوه با فشار زیاد (مطابق استاندارد IEC 262) کار می‌کند باید مطابق استاندارد ملی شماره ۲۷۰۲ ساخته شده باشد.

۴-۲-۱۴ لامپهای بخار سدیم کم‌فشار U شکل و خطی برق متناوب با ولتاژ ۲۳۰/۴۰۰ ولت، و فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز باید برابر استاندارد IEC 192 ساخته شده باشد.

۴-۲-۱۵ لامپهای بخار سدیم پرفشار، با بالاست و ایگنیتور مربوط به‌آن، که با برق متناوب ۲۳۰/۴۰۰ ولت و فرکانس ۵۰ و ۶۰ هرتز کار می‌کند باید برابر استاندارد IEC 662 تولید شده باشد.

۴-۳ طبقه‌بندی چراغها

چراغها برحسب نوع حفاظت در برابر برقگرفتگی، درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار، و جنس سطوح نگهدارنده چراغ طبقه‌بندی می‌شود:

۴-۳-۱ طبقه‌بندی برحسب درجه حفاظت در برابر برقگرفتگی

چراغها با توجه به‌نوع حفاظت در برابر برقگرفتگی به‌چهار گروه به‌شرح زیر طبقه‌بندی می‌شود:

گروه 0- چراغهایی را شامل می‌شود که در آن حفاظت در برابر خطر برقگرفتگی صرفاً به‌عایقبندی اساسی متکی باشد. این امر بدان معنی است که هیچ وسیله‌ای برای اتصال قسمتهای هادی دردسترس (در صورت وجود) به‌هادی حفاظتی سیمکشی تأسیسات وجود ندارد و در صورت بروز نقص در عایقبندی اساسی حفاظت در برابر برقگرفتگی متکی به‌شرایط محیط اطراف می‌شود.

گروه I- چراغهایی را شامل می‌شود که در آن حفاظت در برابر خطر برقگرفتگی صرفاً به‌عایقبندی اساسی متکی نباشد بلکه پیش‌بینی اضافی دیگری برای اتصال قسمتهای هادی دردسترس به‌هادی حفاظتی (سیستم زمین) سیمکشی ثابت نیز شده باشد تا در صورت بروز نقص در عایقبندی اساسی قسمتهای مزبور برقدار نشود.

گروه II- چراغهایی را شامل می‌شود که حفاظت در برابر خطر برقگرفتگی صرفاً به‌عایقبندی اساسی متکی نباشد بلکه پیش‌بینی اضافی دیگری نیز همچون عایقبندی مضاعف یا تقویت شده در آن در نظر گرفته شده باشد. در این نوع طبقه‌بندی پیش‌بینی اتصال زمین حفاظتی با شرایط محل نصب وجود ندارد.

گروه III- چراغهایی را شامل می‌شود که در آن حفاظت در برابر خطر برقگرفتگی متکی بر تغذیه با ولتاژ خیلی ضعیف ایمنی (SELV) می‌باشد و ولتاژهای بیش از آن در چراغ تولید نمی‌شود.

۴-۳-۲ طبقه‌بندی برحسب درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار

درجه حفاظت چراغها از نظر نفوذ رطوبت و غبار براساس «شماره IP» مطابق استاندارد شماره ۲۸۶۸ ایران زیر عنوان «طبقه‌بندی درجات حفاظت پوششها در لوازم الکتریکی» یا IEC 529 طبقه‌بندی می‌شود. حروف I و P به‌معنای حفاظت بین‌المللی و مخفف کلمات (International Protection) می‌باشد که با یک عدد دورقمی همراه است. رقم مشخصه اول که درجه حفاظت اشخاص در برابر تماس با قسمتهای برقدار و نفوذ اشیاء خارجی را نشان می‌دهد در جدول ۴ - ۱ (الف) آمده است و رقم مشخصه دوم که درجه حفاظت در برابر آب را نشان می‌دهد در جدول ۴ - ۱ (ب) ذکر شده است.

جدول ۴ ـ ۱ (الف) میزان حفاظت تعیین شده به‌وسیلهٔ اولین رقم مشخصه برابر استاندارد ۲۸۶۸ ایران و IEC 529

رقم مشخصه	میزان حفاظت	
اول	شرح مختصر	جزئیات نوع حفاظت ایجادشده به‌وسیلهٔ پوشش دستگاه
0	حفاظت نشده	حفاظت ویژه‌ای ندارد
1	حفاظت در برابر اجسام سخت‌بزرگتر از ۵۰ میلیمتر	دارای‌حفاظت برای اعضای‌بزرگ بدن انسان مانند دست (ولی فاقد حفاظت در برابر دسترسی عمدی). دارای حفاظت برای اجسام بیش از ۵۰ میلیمتر قطر
2	حفاظت در برابر اجسام سخت‌بزرگتراز ۱۲ میلیمتر	دارای حفاظت برای انگشتان یا اجسامی که طول آن از ۸۰ میلیمتر متجاوز نباشد. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از ۱۲ میلیمتر
3	حفاظت در برابر اجسام سخت‌بزرگتراز۲/۵ میلیمتر	دارای حفاظت برای ابزارها، سیمها و غیره با قطر یا با ضخامت بیش‌از ۲/۵ میلیمتر. دارای‌حفاظت برای‌اجسام سخت با قطر بیش از ۲/۵ میلیمتر
4	حفاظت در برابر اجسام سخت‌بزرگتراز ۱/۵میلیمتر	دارای حفاظت برای‌سیمها یا تسمه‌ها با ضخامت بیش‌از یک میلیمتر. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از ۱/۵ میلیمتر
5	حفاظت در برابر گردوغبار	از نفوذ گرد و غبار به‌درون دستگاه کاملاً جلوگیری‌نشده است لیکن گرد و غبار به‌میزانی که در کار دستگاه ایجاد اختلال کند وارد نمی‌شود.
6	غیرقابل نفوذ در برابر گرد و غبار	هیچ‌گونه گرد و غباری نفوذ نمی‌کند

جدول ۴ ـ ۱ (ب) میزان حفاظت تعیین شده به‌وسیلهٔ دومین رقم مشخصه برابر استاندارد ۲۸۶۸ ایران و IEC 529

رقم مشخصه	میزان حفاظت	
دوم	شرح مختصر	جزئیات نوع حفاظت ایجادشده به‌وسیلهٔ پوشش دستگاه
0	حفاظت نشده	حفاظت ویژه‌ای ندارد
1	حفاظت شده در برابر چکیدن آب	چکیدن آب (ریزش عمودی قطرات) اثر زیان‌آوری ندارد
2	حفاظت‌شده در برابر چکیدن‌آب با زاویهٔ‌انحراف تا ۱۵ درجه	قطرات عمودی آب بر پوشش با زاویهٔ انحراف تا ۱۵ درجه اثر زیان‌آور نخواهد داشت
3	حفاظت شده در برابر پاشیدگی آب	بارش آب به‌صورت پاشیدگی تا زاویهٔ ۶۰ درجه از وضع قائم اثر زیان‌آور ندارد
4	حفاظت‌شده در برابر ترشح آب	آب ترشح شده از هر سو به‌پوشش دستگاه اثر زیان‌آور نخواهد داشت
5	حفاظت شده در برابر فوران آب	آب پرتاب شده توسط آب‌پخش‌کن از هر سو به‌پوشش دستگاه اثر زیان‌آور ندارد
6	حفاظت شده در برابر امواج دریا	آب حاصله از امواج دریای طوفانی یا فوران شدید آب نباید به‌مقدار زیان‌آور داخل پوشش شود
7	حفاظت شده در برابر اثرات‌غوطه‌ورشدن در آب	هنگامی که پوشش دستگاه در شرایط معینی از فشار و زمان در آب غوطه‌ور می‌شود نباید نفوذ آب به‌مقدار زیان‌آوری در آن امکانپذیر باشد.
8	حفاظت شده‌در برابر فرورفتگی در زیر آب	تجهیزات برای فرورفتگی مداوم در زیر آب در شرایطی که به‌وسیلهٔ سازنده مشخص می‌شود مناسب است. یادآوری: معمولاً این‌بدان‌معنی است که تجهیزات به‌طور غیرقابل نفوذی آب‌بندی شود. هرچند در انواع معینی از تجهیزات، این‌طور استنباط می‌شود که آب ممکن است داخل شود اما اثر زیان‌آور نخواهد داشت

۴ ـ ۳ـ۳ طبقه‌بندی برحسب جنس سطوح نگهدارندهٔ چراغ

چراغها براساس این‌که اصولاً به‌منظور نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال معمولی ساخته شده باشد و یا این‌که برای نصب بر روی سطوح نسوز[1] مناسب باشد به‌شرح زیر طبقه‌بندی می‌شود:

الف ـ چراغهای مناسب برای نصب بر روی سطح نسوز.

ب ـ چراغهای بدون بالاست یا ترانسفورماتور سرخود، مناسب برای نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال معمولی.

پ ـ چراغهای بالاست یا ترانسفورماتور سرخود، مناسب برای نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال معمولی. (برای نشانهٔ مشخص‌کننده این نوع چراغها به‌جدول ۴ ـ ۲ رجوع شود).

۴ ـ ۳ـ۴ جدول ۴ ـ ۲ حاوی نشانه‌های مشخصات الکتریکی و طبقه‌بندی چراغهای روشنایی برابر استاندارد IEC 598-1 می‌باشد.

1– Non combustible

جدول ۴ ـ ۲ نشانه‌های مشخصات الکتریکی و طبقه‌بندی چراغهای روشنایی برابر IEC 598-1

شرح	کد حفاظت بین‌المللی	نشانه
ترمینال زمین	–	⏚
آمپر	–	A
فرکانس (هرتز)	–	Hz
ولت	–	V
توان (وات)	–	W
گروه II	–	⧈
گروه III	–	Ⅲ
حداکثر حرارت محیط نامی	–	t_a...°C
هشدار در مورد عدم استفاده از لامپهای نور سرد	–	COOL DO-NOT
حداقل فاصله از اشیا روشن برحسب متر	–	---m
چراغهای بالاست یا ترانسفورماتور سرخود برای نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال	–	F
چراغهای معمولی (بدون حفاظت)	IP20	–
ضد قطره	IPX1	
ضد باران	IPX3	
ضد آب‌پاشیدگی	IPX4	
ضد فوران آب	IPX5	
ضدآب (غوطه‌وری در آب)	IPX7	
ضد آب با فشار (قابل استفاده در زیر آب با تعیین حداکثر عمق برحسب متر)	IPX8	--m
حفاظت در برابر اجسام با قطر یک میلیمتر	IP4X	
ضدگرد و غبار	IP5X	
غیرقابل نفوذ در برابر گرد و غبار	IP6X	

۴-۲ طراحی و محاسبهٔ روشنایی

۴-۲-۱ روشهای نورپردازی

روشهای نورپردازی از نظر ترتیب استقرار منابع نوری به‌چهار دسته به‌شرح زیر قابل طبقه‌بندی است:

الف - نورپردازی موضعی که شامل یک واحد روشنایی تکی با توان مصرفی کم است و برای هر کارگر، ماشین یا میز کار در سطحی نزدیک به‌محل کار نصب می‌شود و در آن یکنواختی روشنایی مطرح نمی‌باشد.

ب - روش نورپردازی عمومی که در آن واحدهای روشنایی در سطحی نسبتاً نزدیک به‌سقف و یا لااقل با فاصلهٔ کافی از سطح کار نصب می‌شود. در این روش نورپردازی فواصل چراغها از یکدیگر یکسان بوده و بدون توجه به‌محل استقرار ماشینها، مبلمان یا سایر وسایل به‌گونه‌ای تعیین می‌شود که روشنایی به‌صورت یکنواخت توزیع گردد.

پ - نورپردازی گروهی روش میانه‌ای است بین نورپردازی موضعی و عمومی که در آن واحدهای روشنایی نزدیک به‌سقف و یا با فاصلهٔ قابل ملاحظه از سطح کار نصب می‌شود. در این روش فواصل نصب چراغها یکسان نمی‌باشد لیکن واحدهای مزبور در ارتباط با محل استقرار سطوح کار، ماشینها، موقعیت اپراتورها و مانند آن قرار می‌گیرد به‌گونه‌ای که روشنایی کافی برای هر ماشین، اپراتور یا سطوح کار دیگر تأمین شود. در این سیستم تأمین روشنایی یکنواخت مدنظر نمی‌باشد.

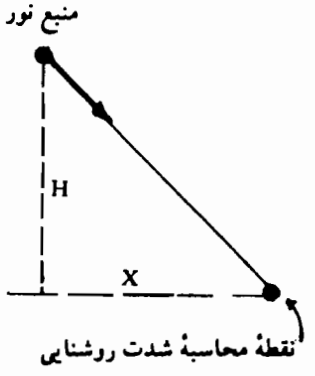
ت - در روش نورپردازی ترکیبی عمومی و موضعی روشنایی یکنواخت برای تمامی محیط به‌وسیلهٔ واحدهای روشنایی که طبق روش نورپردازی عمومی نصب می‌شود تأمین شده و در مواردی که شدت نور بیشتری مورد نیاز است از چراغهای موضعی استفاده می‌گردد.

۴-۲-۲ روشهای محاسبه روشنایی

عمده‌ترین روشهای محاسبهٔ روشنایی و موارد کاربرد آن به‌شرح زیر است:

الف - روش نقطه‌ای

در این روش که براساس قانون عکس مجذور فاصله استوار است، شدت شار نوری (I) برحسب عکس مجذور فاصله منبع نور از نقطهٔ اندازه‌گیری D تغییر می‌کند و شدت روشنایی (E) در هر سطح عمود بر پرتوهای نور با استفاده از فرمول $E=\frac{I}{D^2}$ قابل محاسبه است. بنابراین شدت روشنایی در سطوح افقی (E_h) و عمودی (E_v) به‌شرح زیر خواهد بود:



شکل ۴-۱

$$E_h=\frac{I\times H}{D^2} \quad \text{و} \quad E_v=\frac{I\times X}{D^2}$$

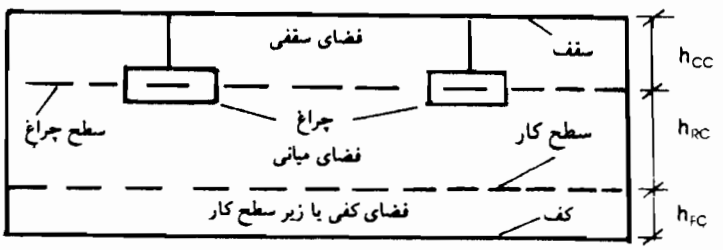
این روش که برای محاسبهٔ نور مستقیم قابل استفاده است در نورپردازی موضعی و در مواردی که یک منبع نور واحد مطرح است غالباً به‌کار می‌رود.

ب ـ روش استفاده از ضریب چراغ یا ضریب کاربردی[1]

در نورپردازی فضاهای داخلی نور غیرمستقیم سطوح انعکاسی مانند سقف، دیوار و سطوح کار نیز باید مورد محاسبه قرار گیرد. از جمله روشهای محاسباتی متداول در این زمینه روش استفاده از ضریب بهره چراغ یا ضریب کاربردی است که به‌ویژگیهای توزیع نور چراغها، ترتیب استقرار و خصوصاً ارتفاع نصب آن بستگی دارد. این ضریب مضافاً به‌شکل هندسی فضای محصور و خواص انعکاسی دیوارها، سقف، کف و مبلمان نیز مرتبط است. در این روش محاسبه شار نوری و در نتیجه تعیین تعداد چراغها با استفاده از جدول ۴ ـ ۵ به‌دو صورت زیر امکانپذیر است:

۱ ـ محاسبهٔ شاخص فضا، K از رابطهٔ (۱) جدول ۴ ـ ۵ و تعیین ضرایب نگهداری و بهره چراغ از جداول مشخصات چراغها و محاسبهٔ شار نوری چراغها برحسب لومن از فرمول (۲) جدول مزبور. در این روش ارتفاع سطح کار ۰/۸۵ متر در نظر گرفته می‌شود.

۲ ـ تقسیم‌بندی فضای مورد محاسبه[2] به‌سه بخش سقفی، میانی و کفی مطابق شکل ۴ ـ ۲ و محاسبهٔ ضرایب بخشها (ضرایب کاواک) از فرمول (۳)، تعیین انعکاس مؤثر سقف (ρ_{cc}) و کف (ρ_{pc}) با توجه به‌ضرایب انعکاس واقعی سقف و دیوارها و یا کف و دیوارها به‌کمک جداول مربوط[3] به‌صورت اعداد واحد و به‌دست آوردن ضرایب MF و CU از جداول مشخصات چراغها و محاسبهٔ شار نوری چراغها ϕ برحسب لومن از رابطهٔ (۲). در این روش تعیین ارتفاع سطح کار دراختیار طراح است.



شکل ۴ ـ ۲ ـ تقسیم‌بندی فضای اتاق.

۴ ـ ۴ ـ ۳ تعیین نوع و تعداد چراغها در یک طرح روشنایی

۴ ـ ۴ ـ ۳ ـ ۱ در یک طرح روشنایی جنبه‌های اقتصادی، که شامل تعداد و هزینه چراغها و بخصوص لامپها و نیز هزینهٔ نگهداری و تعمیر آن می‌باشد، باید در نظر گرفته شود. علاوه بر این، یک طرح روشنایی هنگامی قابل قبول است که اصول بهداشتی در مورد آن رعایت گردیده باشد یعنی در مرحلهٔ اول بایستی نور تولید شده یکنواخت بوده و در قدم بعدی روشنایی کافی و تا حد امکان به‌نور روز نزدیک باشد. بنابراین در طراحی و محاسبه روشنایی باید دوعامل اقتصادی و بهداشتی توأماً در نظر گرفته شود.

۴ ـ ۴ ـ ۳ ـ ۲ درهرطرح روشنایی، به‌موازات‌اعمال‌واجرای‌اهداف‌موردنظر کارفرما، بایستی‌نوع محل چراغها و چگونگی قرار دادن و فواصل آن از یکدیگر و نیز معماری محل از نظر رعایت اصول زیبایی در مدنظر قرار گیرد.

1– Utilization factor
2– Zonal-Cavity method
3– IES Lighting Handbook

۴ ـ ۴ـ۳ـ۳ در طراحی و اجرای پروژه روشنایی، علاوه بر تعیین نوع روشنایی یعنی روشنایی عمومی یا روشنایی موضعی باید نوع جریان، ولتاژ، فرکانس و مدت استفاده از روشنایی نیز توجه شود تا به‌وسیلهٔ این عوامل بتوان لامپ و چراغ و مقطع سیم مورد نظر را انتخاب نمود.

۴ ـ ۴ـ۳ـ۴ شدت روشنایی داخلی برحسب لوکس (لومن بر متر مربع) برای اماکن مسکونی، عمومی، کارخانجات و کارگاهها برابر استاندارد مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در جدول ۴ ـ ۳ درج شده است. در استاندارد مزبور میزان روشنایی برای هر محل به‌صورت دو مقدار کمینه و پیشنهادی در نظر گرفته شده است. شدت روشنایی مورد نظر باید حتی‌الامکان هم‌ارز مقادیر پیشنهادی انتخاب شود و در صورتی که شرایط فنی و اقتصادی ایجاب کند می‌توان میزان روشنایی را بیش از مقادیر پیشنهادی انتخاب نمود ولی هیچ‌گاه نباید کمتر از میزان کمینه باشد.

شدت نور لازم شامل نور عمومی و در صورت لزوم نور موضعی برای قسمتهای مختلف بیمارستان برابر استاندارد DIN 5035-1988 در جدول ۴ ـ ۴ ارائه شده است.

۴ ـ ۴ـ۳ـ۵ سیستم روشنایی مورد لزوم باید با توجه به‌نوع کار از نظر میزان دقت و احتیاج به‌روشنایی، سایه‌اندازی، ارتفاع نصب، ارتفاع محل کار، و در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی و بهداشتی انتخاب شود.

۴ ـ ۴ـ۳ـ۶ پس از انتخاب نوع چراغ و تعیین شدت روشنایی مورد لزوم از جدول ۴ ـ ۳ یا ۴ ـ ۴، تعداد چراغهای لازم برای هر اتاق یا هر فضای مورد نظر دیگر با استفاده از یکی از روشهای مندرج در بند ۴ ـ ۴ ـ ۲ محاسبه و تعیین می‌شود.

جدول ۴ ـ ۳ شدت روشنایی برحسب لوکس

مکان	کمینه	پیشنهادی
۱ ـ محلهای مسکونی		
۱ـ۱ـ اتاق نشیمن و پذیرایی	۷۰	۲۰۰
۱ـ۲ـ اتاق مطالعه (نوشتن، خواندن کتاب، مجله و روزنامه)	۱۵۰	۵۰۰
۱ـ۳ـ آشپزخانه (ظرفشویی، اجاق‌گاز و میز کار)	۱۰۰	۲۰۰
۱ـ۴ـ اتاق خواب		
۱ـ۴ـ۱ـ روشنایی عمومی	۵۰	۱۰۰
۱ـ۴ـ۲ـ روشنایی تخت‌خواب و میز توالت	۲۰۰	۵۰۰
۱ـ۵ـ حمام		
۱ـ۵ـ۱ـ روشنایی عمومی	۵۰	۱۰۰
۱ـ۵ـ۲ـ آینه (برای اصلاح صورت)	۲۰۰	۵۰۰
۱ـ۶ـ پلکان	۱۰۰	۱۵۰
۱ـ۷ـ راهرو، سرسرا و آسانسور	۵۰	۱۵۰
۲ ـ دفاتر و اداره‌ها		
۲ـ۱ـ تمام کارهای عمومی	۲۰۰	۵۰۰
۲ـ۲ـ ماشین‌نویسی و محل دیکته کردن	۳۰۰	۶۰۰
۲ـ۳ـ حسابداری و ماشینهای حساب و اندیکاتورنویسی	۳۰۰	۶۰۰
۲ـ۴ـ بایگانی	۱۰۰	۳۰۰
۲ـ۵ـ اتاق نقشه‌کشی	۵۰۰	۱۰۰۰
۲ـ۶ـ اتاق کنفرانس	۲۰۰	۵۰۰
۲ـ۷ـ اتاق انتظار و اطلاعات	۱۵۰	۵۰۰
۲ـ۸ـ پلکان	۱۰۰	۱۵۰
۲ـ۹ـ راهرو، سرسرا و آسانسور	۵۰	۱۵۰
۳ ـ کتابخانه		
۳ـ۱ـ قفسه‌ها (در سطح عمودی)	۱۰۰	۲۰۰
۳ـ۲ـ سالن مطالعه	۱۰۰	۲۰۰
۳ـ۳ـ روی میز مطالعه	۳۰۰	۵۰۰
۴ ـ مدارس		
۴ـ۱ـ کلاس درس، آمفی‌تئاتر	۲۰۰	۵۰۰
۴ـ۲ـ تخته سیاه (در سطح عمودی)	۳۰۰	۵۰۰
۴ـ۳ـ آزمایشگاه	۲۰۰	۵۰۰
۴ـ۴ـ کلاس نقاشی و کارهای دستی	۵۰۰	۷۰۰
۴ـ۵ـ سالن ورزشی سرپوشیده	۱۵۰	۳۰۰
۴ـ۶ـ رختکن، توالت، دستشویی	۵۰	۱۰۰
۵ ـ بیمارستان		
(به‌جدول ۴ـ۴ رجوع شود)		
۶ ـ کارخانه کنسروسازی		
۶ـ۱ـ محل دسته‌بندی و تفکیک	۱۵۰	۵۰۰
۶ـ۲ـ محل پوست کندن	۱۰۰	۲۰۰
۶ـ۳ـ محل پختن	۱۵۰	۳۰۰
۶ـ۴ـ محل قوطی پرکنی	۳۰۰	۵۰۰
۷ ـ آسیاب غلات		
۷ـ۱ـ روشنایی عمومی	۷۰	۱۰۰
۷ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۵۰۰
۸ ـ نانوایی		
۸ـ۱ـ خمیرگیری	۲۰۰	۳۰۰
۸ـ۲ـ اتاق تنور:		
۸ـ۲ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
۸ـ۲ـ۲ـ تنور	۳۰۰	۵۰۰
۸ـ۳ـ بسته‌بندی	۲۰۰	۳۰۰
۹ ـ کارخانه شکلات و آبنبات‌سازی		
۹ـ۱ـ تهیه مواد اولیه		
۹ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۰۰	۱۵۰
۹ـ۱ـ۲ـ روشنایی روی نوار	۳۰۰	۵۰۰
۹ـ۲ـ تزیین و بسته‌بندی	۱۵۰	۲۰۰
۱۰ ـ کارخانه لبنیات		
۱۰ـ۱ـ سکوی تخلیه	۷۰	۱۰۰
۱۰ـ۲ـ ظرفشویی	۲۰۰	۳۰۰

جدول ۴ ـ ۳ شدت روشنایی برحسب لوکس. (ادامه)

مکان	کمینه	پیشنهادی	مکان	کمینه	پیشنهادی
۱۰ـ۳ـ ماشین‌آلات تهیه مواد	۲۰۰	۳۰۰	۱۳ـ۹ـ بازرسی:		
۱۰ـ۴ـ پُر کردن بطری	۲۰۰	۳۰۰	۱۳ـ۹ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۱۰ـ۵ـ آزمایشگاهها	۳۰۰	۵۰۰	۱۳ـ۹ـ۲ـ روشنایی محل کار	۷۰۰	۱۰۰۰
			۱۴ ـ کارخانه نساجی (پنبه)		
۱۱ ـ کارخانه نوشابه‌سازی			۱۴ـ۱ـ عدل‌شکن:		
۱۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۷۰	۱۰۰	۱۴ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
۱۱ـ۲ـ محل تهیه و تخمیر	۲۰۰	۳۰۰	۱۴ـ۱ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۱۱ـ۳ـ محل شست‌وشوی لوازم	۲۰۰	۳۰۰	۱۴ـ۲ـ حلاجی:		
۱۱ـ۴ـ محل پر کردن	۲۰۰	۳۰۰	۱۴ـ۲ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
			۱۴ـ۲ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۱۲ ـ چاپخانه و گراورسازی			۱۴ـ۳ـ نخ‌ریسی و دولاتابی:		
۱۲ـ۱ـ ماشین حروف‌چینی:			۱۴ـ۳ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۱۲ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰	۱۴ـ۳ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۱۲ـ۱ـ۲ـ محل حروف‌چینی	۳۰۰	۵۰۰	۱۴ـ۴ـ دوک کردن:		
۱۲ـ۲ـ ماشینهای چاپ:			۱۴ـ۴ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۱۲ـ۲ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰	۱۴ـ۴ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۱۲ـ۲ـ۲ـ روی ماشین	۳۰۰	۵۰۰	۱۴ـ۵ـ بافندگی:		
۱۲ـ۳ـ میز تصحیح	۵۰۰	۷۰۰	۱۴ـ۵ـ۱ـ روشنایی عمومی	۳۰۰	۵۰۰
۱۲ـ۴ـ گراورسازی	۵۰۰	۷۰۰	۱۴ـ۵ـ۲ـ روشنایی محل کار	۵۰۰	۱۰۰۰
۱۲ـ۵ـ حکاکی	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۱۴ـ۶ـ رنگرزی		
			۱۴ـ۶ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۱۳ ـ کارخانه شیشه‌سازی			۱۴ـ۶ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۱۳ـ۱ـ کوره			۱۴ـ۷ـ آزمایشگاه رنگ:		
۱۳ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۰۰	۳۰۰	۱۴ـ۷ـ۱ـ روشنایی عمومی	۳۰۰	۵۰۰
۱۳ـ۲ـ مخلوط کردن مواد خام:			۱۴ـ۷ـ۲ـ روشنایی محل کار	۵۰۰	۱۰۰۰
۱۳ـ۲ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۰۰	۱۵۰			
۱۳ـ۲ـ۲ـ روی دستگاههای توزین	۲۰۰	۳۰۰	**۱۵ ـ کارخانه نساجی (پشم)**		
۱۳ـ۳ـ دمیدن و پرس کردن:			۱۵ـ۱ـ عدل‌شکن:		
۱۳ـ۳ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۰۰	۱۵۰	۱۵ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
۱۳ـ۳ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰	۱۵ـ۱ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۱۳ـ۴ـ برش	۱۵۰	۲۰۰	۱۵ـ۲ـ حوضچه‌ها:	۵۰	۱۰۰
۱۳ـ۵ـ صیقل دادن	۱۵۰	۲۰۰	۱۵ـ۳ـ محل شست و شوی:		
۱۳ـ۶ـ نقره‌کاری (آینه‌کاری)	۲۰۰	۳۰۰	۱۵ـ۳ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
۱۳ـ۷ـ تراش دقیق	۳۰۰	۵۰۰	۱۵ـ۳ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۱۳ـ۸ـ تزیین و جلا و حکاکی	۳۰۰	۵۰۰	۱۵ـ۴ـ حلاجی:		

جدول ۴ ـ ۳ شدت روشنایی برحسب لوکس. (ادامه)

مکان	کمینه	پیشنهادی	مکان	کمینه	پیشنهادی
۱۵-۴-۱- روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰	**۱۸ ـ کارخانه رنگسازی**		
۱۵-۴-۲- روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰	۱۸-۱- مخلوط، آسیاب و پودر کردن	۵۰	۱۰۰
۱۵-۵- پشم‌ریسی و دولاتابی:			۱۸-۲- پر کردن و توزین		
۱۵-۵-۱- روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰	۱۸-۲-۱- روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
۱۵-۵-۲- روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰	۱۸-۲-۲- روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۱۵-۶- دوک کردن (ماسوره‌پیچی):			۱۸-۳- آزمایشگاه رنگ:		
۱۵-۶-۱- روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰	۱۸-۳-۱- روشنایی عمومی	۲۰۰	۵۰۰
۱۵-۶-۲- روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰	۱۸-۳-۲- روشنایی محل کار	۵۰۰	۱۰۰۰
۱۵-۷- بافندگی:					
۱۵-۷-۱- روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰	**۱۹ ـ کارخانه لاستیک‌سازی**		
۱۵-۷-۲- روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰	۱۹-۱- تهیه مواد اولیه:		
۱۵-۸- چله‌کشی و تارپیچی:			۱۹-۱-۱- ماشین مخلوط کردن و	۲۰۰	۳۰۰
۱۵-۸-۱- روشنایی عمومی	۷۰۰	۱۰۰۰	ورز دادن		
۱۵-۸-۲- روشنایی محل کار	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۱۹-۱-۲- نوار کردن	۳۰۰	۵۰۰
			۱۹-۲- تهیه الیاف		
۱۶ ـ کارخانه نساجی (ابریشم			۱۹-۲-۱- برش الیاف و تهیه لایه‌ها	۳۰۰	۵۰۰
طبیعی و الیاف مصنوعی)			۱۹-۲-۲- روی ماشینها	۲۰۰	۳۰۰
۱۶-۱- حوضچه	۵۰	۱۰۰	۱۹-۳- ساخت لاستیک وسایل‌نقلیه:		
۱۶-۲- ریسندگی و دولاتابی:			۱۹-۳-۱- روشنایی عمومی	۱۰۰	۲۰۰
۱۶-۲-۱- روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰	۱۹-۳-۲- روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۱۶-۲-۲- روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰	۱۹-۴- ولکانیزه کردن	۲۰۰	۳۰۰
۱۶-۳- بافندگی:			۱۹-۵- بازرسی:		
۱۶-۳-۱- روشنایی عمومی	۳۰۰	۵۰۰	۱۹-۵-۱- روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۱۶-۳-۲- روشنایی محل کار	۵۰۰	۷۰۰	۱۹-۵-۲- روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۱۶-۴- بازرسی منسوجات:			۱۹-۶- بسته‌بندی	۲۰۰	۳۰۰
۱۶-۴-۱- روشنایی محل کار	۱۰۰۰	۱۵۰۰			
			۲۰ ـ کارخانه دخانیات		
۱۷ ـ کارخانه صنایع شیمیایی			۲۰-۱- محل برش	۱۵۰	۲۰۰
۱۷-۱- جلو دستگاههای مخلوط کننده	۲۰۰	۳۰۰	۲۰-۲- خشک و تخمیر کردن	۱۵۰	۲۰۰
و خردکننده			۲۰-۳- درجه‌بندی	۲۰۰	۳۰۰
۱۷-۲- روی دستگاههای کنترل و	۱۵۰	۲۰۰			
سنجش (در سطح عمودی)			**۲۱ ـ کارخانه صابون‌سازی**		
۱۷-۳- روی میز کنترل	۲۰۰	۳۰۰	۲۱-۱- روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
۱۷-۴- آزمایشگاهها:			۲۱-۲- تابلوهای کنترل	۲۰۰	۳۰۰
۱۷-۴-۱- روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰	۲۱-۳- ماشینهای بسته‌بندی	۲۰۰	۳۰۰
۱۷-۴-۲- روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰			

جدول ۴ ـ ۳ شدت روشنایی برحسب لوکس. (ادامه)

مکان	کمینه	پیشنهادی	مکان	کمینه	پیشنهادی
۲۲ ـ کارگاههای مکانیکی			۲۴ـ۲ـ۲ـ۳ـ باقطعات خیلی ظریف روی میز کار یا روی ماشین و ساختن ابزار و سنجش کالیبر و تراش قطعات دقیق	۱۰۰۰	۱۵۰۰
۲۲ـ۱ـ کارهای خشن مانند شمارش و بازرسی سطحی اشیای موجود درمحل:					
۲۲ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۰۰	۱۵۰			
۲۲ـ۱ـ۲ـ روشنایی محل کار	۱۵۰	۳۰۰	**۲۵ ـ جوشکاری و لحیم‌کاری**		
۲۲ـ۲ـ کارهای متوسط، مانند بازرسی اشیاء با شاخص:			۲۵ـ۱ـ جوشکاری:		
۲۲ـ۲ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰	۲۵ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
۲۲ـ۲ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰	۲۵ـ۱ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۲۲ـ۳ـ کارهای دقیق، مانندکار باوسایل مخابراتی، دستگاههای سنجش و وسایل دقیق	۷۰۰	۱۰۰۰	۲۵ـ۲ـ لحیم‌کاری:		
			۲۵ـ۲ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
			۲۵ـ۲ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۲۲ـ۴ـ کارهای خیلی دقیق مانندسنجش و بازرسی اجزا و وسایل ساخته‌شده	۱۵۰۰	۲۵۰۰	**۲۶ ـ ریخته گری**		
			۲۶ـ۱ـ ماهیچه‌سازی		
۲۲ـ۵ـ کارهای بسیار دقیق (کار با چشم مسلح)	۱۵۰۰	۳۰۰۰	۲۶ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
			۲۶ـ۱ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
			۲۶ـ۲ـ قالب‌گیری:		
۲۳ ـ کارگاههای مونتاژ			۲۶ـ۲ـ۱ـ قالب‌گیری معمولی با		
۲۳ـ۱ـ محل قطعه‌های بزرگ	۱۵۰	۲۰۰	دست یا ماشین:		
۲۳ـ۲ـ محل قطعه‌های متوسط	۲۰۰	۳۰۰	۲۶ـ۲ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
۲۳ـ۳ـ محل قطعه‌های کوچک	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۶ـ۲ـ۱ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۲۳ـ۴ـ محل قطعه‌های خیلی کوچک	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۶ـ۲ـ۲ـ قالب‌گیری ظریف با دست:		
			۲۶ـ۲ـ۲ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۲۴ ـ کارگاه ورقکاری			۲۶ـ۲ـ۲ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۲۴ـ۱ـ کار با ورقهای فلزی (روی میزکار)	۲۰۰	۳۰۰	۲۶ـ۳ـ ریختن مواد مذاب در قالبهای بزرگ	۵۰	۱۰۰
۲۴ـ۲ـ کار با ماشینهای افزار (صنایع فلزی)			۲۶ـ۴ـ ریختن مواد مذاب در قالب به‌وسیلهٔ تزریق:		
۲۴ـ۲ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰	۲۶ـ۴ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
۲۴ـ۲ـ۲ـ روشنایی محل کار:			۲۶ـ۴ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۲۴ـ۲ـ۲ـ۱ـ با قطعات متوسط روی میز کار یا روی ماشین و تراش قطعات بزرگ	۳۰۰	۵۰۰	۲۶ـ۵ـ تمیزکردن قطعات ریخته‌شده	۵۰	۱۰۰
			۲۶ـ۶ـ بازرسی قطعات ریخته‌شده:		
۲۴ـ۲ـ۲ـ۲ـ با قطعات کوچک روی میزکار یا روی ماشین و تراش قطعات متوسط و کوچک و تنظیم ماشینهای خودکار	۵۰۰	۷۰۰	۲۶ـ۶ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
			۲۶ـ۶ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰

جدول ۴ ـ ۳ شدت روشنایی برحسب لوکس. (ادامه)

مکان	کمینه	پیشنهادی
۲۷ ـ کارخانه ذوب آهن		
۲۷ـ۱ـ محل تخلیه و انبار مواد اولیه	۵۰	۱۰۰
۲۷ـ۲ـ محل کوره‌های بلند	۱۰۰	۱۵۰
۲۷ـ۳ـ نورد قطعه‌های بزرگ	۵۰	۱۰۰
۲۷ـ۴ـ نورد و پروفیل‌سازی:		
۲۷ـ۴ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۵۰	۳۰۰
۲۷ـ۴ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۲۷ـ۵ـ حدیده سیمهای کلفت	۵۰	۱۰۰
۲۷ـ۶ـ حدیده سیمهای نازک:		
۲۷ـ۶ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۲۷ـ۶ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۲۷ـ۷ـ نورد ورقهای نازک:		
۲۷ـ۷ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۲۷ـ۷ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۲۷ـ۸ـ بازرسی ورقهای فلزی:		
۲۷ـ۸ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۲۷ـ۸ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۲۸ ـ کارگاه آهنگری:		
۲۸ـ۱ـ کارگاه آهنگری	۱۰۰	۱۵۰
۲۹ ـ کارخانه اتومبیل‌سازی		
۲۹ـ۱ـ مونتاژ قطعات	۲۰۰	۳۰۰
۲۹ـ۲ـ کارگاه‌نقاشی(روی‌بدنه‌ماشین)	۵۰۰	۱۰۰۰
۲۹ـ۳ـ تودوزی	۲۰۰	۳۰۰
۲۹ـ۴ـ بازرسی نهایی	۳۰۰	۵۰۰
۳۰ ـ نیروگاهها		
۳۰ـ۱ـ موتورخانه:		
۳۰ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
۳۰ـ۱ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۳۰ـ۲ـ اتاق فرمان:		
۳۰ـ۲ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۳۰ـ۲ـ۲ـ محل کار (روی تابلوها)	۳۰۰	۵۰۰

مکان	کمینه	پیشنهادی
۳۱ ـ کارگاه صحافی		
۳۱ـ۱ـ صحافی معمولی:		
۳۱ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
۳۱ـ۱ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۳۱ـ۲ـ برش:		
۳۱ـ۲ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۳۱ـ۲ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۳۱ـ۳ـ چاپ با فشار روی جلد:		
۳۱ـ۳ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰
۳۱ـ۳ـ۲ـ روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰
۳۲ ـ صنایع سفالی (سرامیک)		
۳۲ـ۱ـ تهیه و عمل آوردن گِل	۱۰۰	۱۵۰
۳۲ـ۲ـ فرم دادن	۱۵۰	۲۰۰
۳۲ـ۳ـ کوره	۱۰۰	۱۵۰
۳۲ـ۴ـ تزیین و لعاب‌کاری	۵۰۰	۷۰۰
۳۳ ـ کارگاه دستکش‌سازی		
۳۳ـ۱ـ بافندگی	۳۰۰	۵۰۰
۳۳ـ۲ـ برش و پرس	۳۰۰	۵۰۰
۳۳ـ۳ـ دوزندگی (روشنایی محل‌کار)	۷۰۰	۱۰۰۰
۳۳ـ۴ـ بازرسی	۵۰۰	۷۰۰
۳۴ ـ کارگاه کلاهدوزی		
۳۴ـ۱ـ رنگرزی، تمیزکاری، نمدمالی، فرم دادن	۲۰۰	۳۰۰
۳۴ـ۲ـ دوزندگی	۵۰۰	۷۰۰
۳۵ ـ کارگاه قالی‌بافی		
۳۵ـ۱ـ محل انتخاب مواد اولیه		
رنگ شده:		
۳۵ـ۱ـ۱ـ روشنایی عمومی	۱۵۰	۲۰۰
۳۵ـ۱ـ۲ـ روشنایی محل کار	۲۰۰	۳۰۰
۳۵ـ۲ـ کارگاه بافت:		
۳۵ـ۲ـ۱ـ روشنایی عمومی	۲۰۰	۳۰۰

جدول ۴ ـ ۳ شدت روشنایی برحسب لوکس. (ادامه)

مکان	کمینه	پیشنهادی	مکان	کمینه	پیشنهادی
۳۵-۲-۲- روشنایی محل کار	۳۰۰	۵۰۰			
۳۵-۳- محل پرداخت	۲۰۰	۳۰۰			
۳۶ ـ کارگاه دباغی					
۳۶-۱- حوضچه‌ها	۱۰۰	۱۵۰			
۳۶-۲- تمیز کردن و رنگ کردن	۱۵۰	۲۰۰			
۳۶-۳- پرداخت و برش و غلطک‌زنی	۲۰۰	۳۰۰			
۳۷ ـ کارگاه سراجی					
۳۷-۱- برش، پرداخت و فرم دادن	۳۰۰	۵۰۰			
۳۷-۲- دوخت	۵۰۰	۱۰۰۰			
۳۸ ـ کارخانه کفاشی					
۳۸-۱- بازرسی و انتخاب مواد اولیه	۵۰۰	۷۰۰			
۳۸-۲- روی میز کار	۵۰۰	۷۰۰			
۳۸-۳- روی ماشینها	۳۰۰	۵۰۰			
۳۹ ـ کارخانه کاغذسازی					
۳۹-۱- مخلوط و خمیر کردن مواد	۲۰۰	۳۰۰			
۳۹-۲- برش و تکمیل	۱۵۰	۳۰۰			
۴۰ ـ کارگاه نجاری					
۴۰-۱- ماشینهای اره	۲۰۰	۳۰۰			
۴۰-۲- روی میز کار	۲۰۰	۳۰۰			
۴۰-۳- روی سایر ماشینها	۳۰۰	۵۰۰			

جدول ۴ ـ ۴ شدت روشنایی لازم برای قسمتهای مختلف بیمارستان برحسب لوکس برابر استاندارد DIN 5035-1988

شرح محل و نوع روشنایی	شدت نور لوکس	شرح محل و نوع روشنایی	شدت نور لوکس
۱ ـ اتاقهای خواب بیماران		۶ ـ اتاق عمل	
روشنایی عمومی	۱۰۰	روشنایی عمومی	۱۰۰۰
روشنایی مطالعه	۲۰۰	روشنایی موضعی	(۲۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰)
روشنایی معاینه	۳۰۰		
۲ ـ بخش نوزادان		۷ ـ اتاقهای فرعی بخش عمل	
روشنایی عمومی	۲۰۰	روشنایی عمومی‌رختکن	۵۰۰
روشنایی مراقبت شب	۲۰	اتاقهای شست‌وشوی	
۳ ـ اتاقهای معاینه و درمان عمومی		آماده‌سازی قبل از عمل	
روشنایی عمومی	۵۰۰	نگهداری بعد از عمل	
روشنایی موضعی معاینه	۱۰۰۰	نگهداری وسایل جراحی	
۴ ـ اطاقهای معاینه و درمان ویژه		نگهداری لوازم استریل	
۴-۱ ـ معاینات اندوسکپی		محل استریل کردن	
آماده‌سازی	۵۰۰	ریکاوری	۵۰۰
ارولوژی	۵۰		قابل تبدیل به ۱۰۰
رکتوسکپی			
گانیکالوژی		۸ ـ اتاقهای درمان، حمامهای طبی، فیزیوتراپی، ماساژ	
۴-۲ ـ معاینات چشم		روشنایی عمومی	۳۰۰
روشنایی عمومی	۵۰۰	۹ ـ اتاقهای دیالیز	
انکسارسنجی	۵۰	روشنایی عمومی اتاق	۱۰۰
عکسبرداری‌شبکیه		روشنایی عمومی محل	
معاینه درونی		مریض خوابها	۵۰۰
انحراف‌سنجی		۱۰ ـ آزمایشگاه و داروخانه	
دیدسنجی	۵	روشنایی عمومی	۵۰۰
انطباق‌سنجی		کنترل رنگ	۱۰۰۰
۴-۳ ـ معاینات رادیوگرافی		۱۱ ـ راهروها و راه‌پله‌ها	
روشنایی عمومی	۵۰۰	درمحل‌مریض‌خوابها-روز	۲۰۰
کاربا مانیتور	۲۰	شب	۵۰
۴-۴ ـ دندانپزشکی		دربخش عمل روز	۳۰۰
نور عمومی	۵۰۰	شب	۱۰۰
نور موضعی	۸۰۰۰	۱۲ ـ توالتها و قسمتهای کثیف	
۴-۵ ـ معاینات پوستی		توالتها	۲۰۰
نور عمومی	۵۰۰	قسمتهای کثیف	۳۰۰
۵ ـ مراقبتهای شدید		۱۳ ـ اتاق کار پزشکان و پرستاران	
نور عمومی	۱۰۰	روشنایی عمومی	۳۰۰
نور عمومی روی تختها	۳۰۰	روشنایی کارهای‌چشمی	
نور موضعی روی تختها	۱۰۰۰	سخت	۵۰۰
روشنایی مراقبت شب	۲۰		

جدول ۴ ـ ۵ برگ محاسبه روشنایی

۱ ـ مشخصات طرح							
نام طرح		شماره			محل پروژه		
بخش		طبقه			شماره نقشه		
۲ ـ مشخصات اتاق							
طول (L)	متر	عرض (W)	متر	ارتفاع (H)	متر	مساحت اتاق (A)	
انعکاس سقف (درصد)				انعکاس دیوارها (درصد)			
۳ ـ مشخصات چراغ							
ضریب بهره (CU)		ضریب نگهداری (MF)			شدت نور (E)		
۴ ـ فرمولهای محاسباتی							
شاخص فضا[1] (K)		$K=\frac{L\times W}{H(L+W)}$			(۱)		
میزان نور لازم (لومن)		$\phi=\frac{A\times E}{CU\times MF}$			(۲)		
(شکل ۴ ـ ۲)		$(X)CR=\frac{5h_{(XY)}(L+W)}{L\times W}$			(۳)		
ضریب کاواک[2] [(X)CR] و فواصل کاواک [$h_{(XY)}$]:							
ضریب سقفی (CCR)		ضریب میانی (RCR)			ضریب کفی (FCR)		
فاصلهٔ چراغ تا سقف: h_{CC}		فاصلهٔ چراغ تا سطح کار: h_{RC}			فاصلهٔ سطح کار از کف: h_{FC}		
تعداد لامپها و میزان مصرف (وات):							
تعداد و نوع چراغ:							

1– Room index 2– Cavity ratio

۴-۵ مشخصات چراغهای روشنایی و موارد کاربرد آن:

۴-۵-۱ تعداد انواع مختلف چراغها و لامپها باید در حداقل ممکن بوده و در انتخاب آن باید عوامل هزینهٔ اولیه، هزینهٔ تعمیر و نگهداری و تعویض، خیرگی لامپ، صدا، پارازیت رادیویی و بالاخره معماری محل در نظر گرفته شود. جدول ۴-۶ بهرهٔ نوری، رنگ، طول عمر، اثر تغییرات ولتاژ و تجهیزات لامپهای مختلف را با یکدیگر مقایسه می‌نماید.

۴-۵-۲ چراغهای حاوی لامپهای رشته‌ای باید دارای سرپیچ لامپ مارپیچی باشد. لامپهای فیلامان تنگستن باید از بهترین نوع بوده و برابر استاندارد بین‌المللی IEC ساخته شده باشد.

۴-۵-۳ چراغهای فلورسنت باید دارای سرپیچهای میخی (دوشاخه‌ای) بوده و شامل چوکهای رفع‌کنندهٔ تداخل رادیویی، خازنهای تصحیح ضریب قدرت، لامپ و در صورت لزوم کلیدهای راه‌انداز (استارتر) باشد. در هنگام انتخاب انواع لامپهای فلورسنت باید در مورد احتمال تولید اعوجاج رنگ نامطلوب توسط این لامپها دقت و توجه کافی به‌عمل آید. رفلکتورها و حبابها باید طوری طراحی و ساخته شده باشد که تعویض و تمیز کردن لامپها به‌سهولت انجام پذیرد.

۴-۵-۴ سرپیچها باید مناسب نوع لامپ مصرفی و از نوع چینی یا برنجی باشد. استفاده از سرپیچهای پلاستیکی در هیچ مورد مجاز نخواهد بود. سرپیچها باید طوری باشد که اتصال الکتریکی فقط موقعی که لامپ کاملاً بسته شده است انجام پذیرد.

۴-۵-۵ در مورد چراغهای رشته‌ای، بغیر از مواردی که لامپ دیده می‌شود لامپ با شیشهٔ بی‌رنگ باید در کلیهٔ چراغها مصرف شود.

۴-۵-۶ خازن تصحیح ضریب قدرت باید در کلیهٔ چراغها بجز چراغهای رشته‌ای پیش‌بینی و نصب شود.

۴-۵-۷ کلیهٔ چراغها بایستی به‌طور کامل با حباب، سرپیچ، لامپ و وسایل نصب از قبیل پیچ و مهره، رول پلاک، لوله‌آویز، روزت و سایر وسایل مربوطه تهیه و نصب شود.

۴-۵-۸ چراغها باید به‌نحوی طراحی و ساخته شده باشد که هنگام استفاده طبیعی از آن کیفیت کارشان قابل اطمینان بوده و هیچ‌گونه خطری برای مصرف‌کننده یا محیط اطراف ایجاد نکند.

۴-۵-۹ چراغها باید به‌نحوی طراحی و ساخته شده باشد که نگهداری عمومی آن از جمله تمیز کردن، تعویض نمودن لامپها و راه‌اندازها بدون ایجاد صدمه‌ای به‌چراغ یا خطری برای کنندهٔ کار امکانپذیر باشد.

۴-۵-۱۰ اتصالات پیچ شده و سایر اتصالات ثابت بین قسمتهای مختلف چراغ باید طوری باشد که در اثر نوسانات و یا سایر نیروهایی که در هنگام کار معمولی چراغ به‌آن ممکن است وارد آید تغییر نکند.

۴-۵-۱۱ ساختمان چراغ باید به‌نحوی باشد که از افتادن لامپها در اثر نوسانات و یا سایر شرایط کار مربوطه جلوگیری کند.

۴-۵-۱۲ سطوح کلیهٔ قسمتهای فلزی چراغ باید برحسب طبقه‌بندی آن و شرایط کار مربوطه در مقابل زنگ‌زدگی مقاوم باشد.

۴-۵-۱۳ لبه‌های صفحات فلزی و سایر مواد باید به‌نحوی هموار و صاف باشد که نتواند عایق هادیهای مربوطه را زخمی نماید.

۴-۵-۱۴ قسمتهای شیشه‌ای چراغها باید طوری طراحی و ساخته شده باشد که قادر به‌مقاومت در برابر شوک حرارتی حاصل از کاربرد مربوطه باشد.

۴-۵-۱۵ چراغها هنگام روشن بودن، نباید دارای صدای قابل شنیدن حاصل از انبساط حرارتی باشد و چوک آن نیز نباید باعث تشدید صدا شود.

۴-۵-۱۶ کلیهٔ چراغها بخصوص چراغهای رشته‌ای باید به‌نحوی طراحی و ساخته شده باشد که حرارت حاصل از لامپها را به‌سهولت دفع کرده و حرارت مذکور نباید سبب ایجاد هرگونه خطری برای کاربرد معمولی و حتی غیرعادی چراغها شود.

۴-۶ اصول و روشهای نصب چراغهای روشنایی

۴-۶-۱ جزییات ساختمانی نصب چراغها باید دقیقاً مطابق آنچه در نقشه‌ها نشان داده شده است باشد.

۴-۶-۲ محل دقیق نصب چراغها باید با توجه به‌محدودیتهایی که از نظر اسکلت‌بندی ساختمان و سایر موانع از قبیل شبکه‌های هوا، بلندگو و غیره وجود دارد تعیین شود.

۴-۶-۳ محل قرارگرفتن کلیهٔ چراغها باید دقیقاً در محل نصب تعیین شود به‌نحوی که امتداد چراغها مخصوصاً در راهروها کاملاً یکسان باشد.

۴-۶-۴ کلیهٔ چراغهای سقفی و آویز بایستی در مرکز سقفها به‌نسبتهای مساوی از دیوار نصب شده و حالت تقارن از یکدیگر را حفظ کند. کلیهٔ سیمها و حلقه‌ها باید کاملاً در داخل چراغ قرارگیرد.

۴-۶-۵ چراغها باید طوری نصب شود که بهترین بازده نوری را داشته باشد. در صورتی که با تغییراتی در نصب بتوان پخش نور را به‌نحو بهتر و یکسان انجام داد پیمانکار می‌تواند با موافقت مهندس مشاور اقدام به‌تغییر محل چراغها کند.

۴-۶-۶ کلیهٔ چراغها باید قبل از نصب به‌طور کامل سیمکشی شده باشد. سیم مصرفی باید از بهترین نوع بوده و در برابر حرارت حاصل از کاربرد چراغ مقاومت کافی را دارا باشد. ضمناً در محل ورود سیمهای اصلی به‌داخل چراغ لازم است سیمهای مزبور به‌وسیلهٔ غلاف نسوز محافظت شود.

۴-۶-۷ چراغهای سقفی باید به‌سقف اصلی ساختمان نصب شود و در صورت وجود سقف کاذب چراغها باید به‌سقف اصلی آویزان شود، قاب چراغ نیز نبایستی به‌سقف کاذب محکم شود. اتصال چراغها به‌سقف اصلی به‌وسیلهٔ رول‌پلاگ و پیچ خواهد بود.

۴-۶-۸ اتصال به‌چراغهای توکار، در بالای سقف کاذب توسط کابل نرم سه‌رشته‌ای که یک‌سر آن به‌روزت وصل شده باشد انجام می‌گیرد و در مورد چراغهای رشته‌ای کابل نرم باید از نوع ضد حرارت باشد.

۴-۶-۹ سیم چراغهای فلورسنت که مستقیماً روی جعبه نصب می‌شود باید مستقیماً به‌اتصالی داخل جعبه تقسیم برای اتصال برده شود.

۴-۶-۱۰ در هنگام استفاده از سرپیچهای نوع پیچی باید دقت کافی به‌عمل آید تا هادی فاز به‌قسمت پیچی سرپیچ اتصال نیابد.

۴-۶-۱۱ در صورت استفاده از خازنهای تصحیح ضریب قدرت در مدارهای لامپ تخلیه گازی، هر قسمت از مدار نهایی که به‌وسیلهٔ یک کلید جداگانه و مستقل کنترل می‌شود باید دارای خازن تصحیح ضریب قدرت جداگانه باشد. هر خازنی که در مدار لامپ تخلیه گازی به‌کار می‌رود (به‌استثنای خازنهای حذف تداخل رادیویی) باید به‌وسیله‌ای مانند مقاومت نشتی فوراً به‌محض قطع منبع جریان به‌صورت اتوماتیک دشارژ شود.

۴-۶-۱۲ چراغهای بشقابی لعابی با حباب مات استوانه‌ای که به‌عنوان چراغهای خیابانی بر روی تیرهای چوبی، پایه‌های بتونی و تیرهای فلزی نصب می‌شود باید به‌وسیلهٔ براکت فولادی، بست پیچی شکافدار، بست نگهدارنده سیم، و کلمپ اتصال به‌شبکه بر طبق مشخصات و استانداردهای وزارت نیرو ساخته شده و نصب شود.

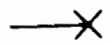
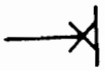
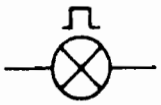
۴-۶-۱۳ چراغهای لاک‌پشتی با حباب و لامپ مربوطه که به‌عنوان چراغهای خیابانی بر روی پایه‌های بتونی یا دیوار ساختمانها نصب می‌شود باید وسیلهٔ براکت فولادی شلاقی، بست پیچی شکافدار، بست نگاهدار کابل، سیم مسی، کلید کنترل روشنایی، لولهٔ فولادی گالوانیزه، و تسمهٔ فولادی گالوانیزه بر طبق مشخصات و استانداردهای وزارت نیرو ساخته شده و نصب شود.

۴-۷ نشانه‌های ترسیمی تأسیسات روشنایی برابر استاندارد 11 و IEC617-8 در جدول ۴-۷ ارائه شده است.

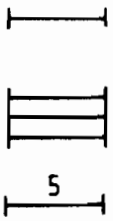
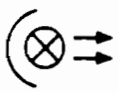
جدول ۴ ـ ٦ مقایسه انواع لامپهای روشنایی

ردیف	نوع لامپ	حداکثر بهره نوری lm/W	رنگ	طول عمر (ساعت)	اثر تغییرات ولتاژ لامپ	تجهیزات	خیرگی
۱	رشته‌ای	۲۰	مایل به‌قرمز	۱۰۰۰	زیاد	کم	زیاد
۲	فلورسنت	۷۰	انواع سفید و رنگهای دلخواه	۱۰۰۰۰	نسبتاً کم	نسبتاً زیاد	زیاد
۳	جیوه‌ای با فشار زیاد	۶۰	سفید مایل به‌آبی	۵۰۰۰	کم	معمولی	بسیار زیاد
۴	جیوه‌ای با فشار کم	۴۵	سفید مایل به‌آبی	۵۰۰۰	کم	معمولی	بسیار زیاد
۵	جیوه‌ای دوبل	۳۰	سفید مایل به‌قرمز	۲۰۰۰	متوسط	معمولی	زیاد
۶	سدیم با فشار کم	۸۵	قرمز مایل به‌زرد	۴۰۰۰	کم	زیاد	بسیار زیاد
۷	سدیم با فشار زیاد	۱۰۰	قرمز مایل به‌زرد	۶۰۰۰	کم	زیاد	بسیار زیاد
۸	متال هلاید	۷۰	سفیدکمی‌مایل به‌قرمز	۴۰۰۰	کم	معمولی	زیاد
۹	نئون	۱۰	انواع رنگها	۱۰۰۰۰	نسبتاً کم	بسیار زیاد	کم
۱۰	هالوژن	۲۵	قرمز مایل به‌زرد	۱۰۰۰	زیاد	معمولی	زیاد

جدول ۴ ـ ۷ نشانه‌های ترسیمی برای تأسیسات روشنایی برابر استاندارد IEC 617-8,11

شـــرح	نشانه
محل اتصال لامپ یا چراغ با سیمکشی مربوط	
محل اتصال لامپ یا چراغ دیواری با امتداد سیمکشی به‌طرف چپ	
لامپ و چراغ، نشانهٔ عمومی لامپ و چراغ نشانگر، نشانهٔ عمومی یادآوری: ۱ ـ در صورتی که تعیین رنگ نور مورد نظر باشد، در کنار نشانه از حروف مشخص‌کنندهٔ زیر استفاده شود: قرمز =RD زرد =YE سبز =GN آبی =BU سفید =WH ۲ ـ در صورتی که تعیین نوع لامپ موردنظر باشد، در کنار نشانه از حروف مشخص‌کننده زیر استفاده شود: نئون =Ne زنون =Xe بخار سدیم =Na بخار جیوه =Hg ید =I رشته‌ای =IN الکترولومینسنت =EL قوس الکتریکی =ARC فلورسنت =FL مادون قرمز =IR ماورای بنفش =UV دیود نورافشان =LED	
چراغ نشانگر چشمک‌زن	

جدول ۴ ـ ۷ نشانه‌های ترسیمی برای تأسیسات روشنایی برابر استاندارد IEC 617-8,11 (ادامه).

شـــرح	نشانه
لامپ یا چراغ فلورسنت، نشانهٔ عمومی مثالها: چراغ، مجهز به‌سه لامپ فلورسنت چراغ، مجهز به‌پنج لامپ فلورسنت	
نورافکن، نشانهٔ عمومی	
نورافکن همگرا (اسپات)	
نورافکن واگرا (فلاد)	
تجهیزات کمکی برای لامپهای تخلیه‌ای یادآوری: این نشانه فقط در مواردی به‌کار رود که تجهیزات کمکی به‌صورت جداگانه نصب شود.	
چراغ اضطراری بر روی مدار ویژه	
چراغ اضطراری باتری سرخود	

فصل ۵
تابلوهای فشار ضعیف

۵ـ۱ کلیات

۵ـ۱ـ۱ تعاریف

۵ـ۱ـ۱ـ۱ تابلو فشار ضعیف: ترکیبی است از یک یا چند وسیلهٔ کلیدی (قطع و وصل) فشار ضعیف همراه با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری، حفاظت، و تنظیم که کلیهٔ اتصالات برقی و مکانیکی داخلی و قسمتهای بدنه آن به‌طور کامل سوار شده باشد.

۵ـ۱ـ۱ـ۲ اسکلت نگهدار: آن قسمت از ساختمان تابلو که به‌منظور نگهداری قسمتهای مختلف دیگر و پوشش آن در صورتی که وجود داشته باشد طرح شود.

۵ـ۱ـ۱ـ۳ پوشش: جزیی از تابلو که به‌منظور جلوگیری از نزدیک شدن اتفاقی افراد به‌قسمتهای برقدار یا متحرک نصب شده و تجهیزات داخلی آن را در برابر عوامل خارجی محافظت نماید.

۵ـ۱ـ۱ـ۴ زیرسازی:

الف ـ چربی‌گیری: زدودن روغن، چربی، گریس و غبار موجود که باعث ممانعت نفوذ آب روی سطح قطعه می‌گردد به‌طریق مقتضی مانند شست‌وشوی به‌صورت گرم با محلولهای قلیایی نظیر هیدروکسید سدیم و کربنات سدیم و مانند آن.

ب ـ **زنگ‌زدایی:** زدودن زنگ از سطح فلز یا قطعه که ممکن است با روشهای مختلف مکانیکی، شن‌پاشی تحت فشار آب یا هوا و یا شیمیایی باشد.

پ ـ **فسفاته‌کاری:** سطح فلز چربی‌گیری و زنگ‌زدایی شده، با محلول نمکهای اسید فسفریک و اسید نیتریک تحت شرایط ویژه، شروع به‌ایجاد کریستال، در کلیهٔ سطوح فلز می‌کند که این کریستالهای ناهموار، زمینهٔ خوبی برای پذیرش رنگ به‌وجود آورده و چسبندگی رنگ را به‌حد مطلوب می‌رساند.

۵ـ۱ـ۱ـ۵ لوازم داخل تابلو:

الف ـ کلید خودکار (اتوماتیک): وسیله مکانیکی قطع و وصل خودکار جریان است که قادر است در شرایط عادی، جریانها را وصل یا قطع کند یا از خود عبور دهد. این نوع کلید مجهز به‌وسایلی

است که جریانهای غیرعادی (اضافه بار، اتصال کوتاه) را به‌طور خودکار قطع می‌کند.

ب ـ **کلید فیوز:** کلیدی است که در آن فشنگ فیوز عمل کنتاکتهای متحرک کلید رانیز انجام می‌دهد. کلید فیوز ممکن است از نوع مجزاکننده، قطع بار و یا از نوع مجزاکننده و قطع بار باشد.

پ ـ **فیوز:** به‌وسیله‌ای گفته می‌شود که در اثر ذوب یک یا چند عنصر تشکیل‌دهنده آن که به‌نحوی ویژه و متناسب طراحی می‌شود مداری راکه در آن قرار دارد با قطع جریان در صورتی که جریان از مقدار معینی به‌مدتی کافی تجاوز نمود، باز نماید. فیوز شامل کلیهٔ اجزایی است که یک وسیله کامل را تشکیل می‌دهد.

ت ـ **کنتاکتور مکانیکی:** وسیلهٔ قطع و وصل مکانیکی است که تنها یک وضع سکون دارد و به‌طریق غیردستی عمل می‌کند و قادر به‌وصل کردن، عبور دادن و قطع جریان در شرایط عادی مدار از جمله شرایط اضافه بار بهره‌برداری می‌باشد.

کنتاکتور ممکن است قادر به‌قطع و وصل جریان اتصال کوتاه هم باشد. کنتاکتورها برحسب روش فرمان (به‌الکترومغناطیسی، بادی، الکتریکی ـ بادی)، محیط قطع کنتاکتها (قطع در هوا، قطع در روغن)، و درجه حفاظت تأمین شده توسط محفظه طبقه‌بندی می‌شود.

۵ ـ ۱ـ۲ طبقه‌بندی

تابلوهای فشار ضعیف مورد استفاده در تأسیسات برق ساختمانها را می‌توان با توجه به‌محل و موقعیت استقرار نسبت به‌منبع تغذیه و نقشی که در سیستم کنترل و توزیع برق ایفا می‌کند به‌ترتیب زیر طبقه‌بندی کرد:

۵ ـ ۱ـ۲ـ۱ تابلو اصلی:

این عنوان به‌تابلویی اطلاق می‌شود که عموماً در پست برق نصب می‌شود و به‌طرف فشارضعیف ترانسفورماتور متصل است و برق مجموعه را توزیع و کنترل می‌کند.

۵ ـ ۱ـ۲ـ۲ تابلو نیم‌اصلی:

این‌گونه تابلوها برق بلوک ساختمانی یا قسمت مستقلی از مجموعه را توزیع و کنترل می‌کند. تابلوهای نامبرده از تابلوی اصلی تغذیه می‌شود.

۵ ـ ۱ـ۲ـ۳ تابلو فرعی تأسیسات و تجهیزات عبارت از تابلویی است که برای توزیع و کنترل سیستم برقی خاص مانند موتورخانه، آشپزخانه، رختشویخانه و غیره به‌کار می‌رود. این‌گونه تابلوها از تابلو نیم‌اصلی تغذیه می‌شود.

۵ ـ ۱ـ۲ـ۴ تابلو فرعی روشنایی عبارت از تابلویی است که برق روشنایی و پریزهای عمومی مربوط به‌هر قسمت را توزیع و کنترل می‌کند. این نوع تابلو نیز از تابلو نیم‌اصلی تغذیه می‌شود.

۵ ـ ۱ـ۲ـ۵ نقشه‌های شماتیک سیستم توزیع نیروی برق به‌وسیلهٔ تابلوهای اصلی، نیم‌اصلی، فرعی، و غیره برای توزیع در سطح در شکل ۵ ـ ۱، و برای توزیع در ارتفاع در شکلهای ۵ ـ ۲ (الف) و ۵ ـ ۲ (ب) نشان داده شده است.

۵ـ۲ انواع و موارد کاربرد

عمده‌ترین انواع تابلوهای موردمصرف در تأسیسات برق ساختمانها و موارد کاربرد آن به‌شرح زیر است:

۵ـ۲ـ۱ تابلو تمام بسته: (برای نصب در فضاهای سرپوشیده)

این نوع تابلو عبارت است از مجموعه سوار شده در کارخانه که تمام جوانب آن ـ جز سطح نصب که ممکن است باز باشد ـ به‌نحوی بسته باشد که حداقل، درجه حفاظت IP ۲۰ تأمین شود این‌گونه تابلو را تابلو تمام بسته ایمنی نیز می‌نامند. تابلوهای تمام بسته ایمنی به اشکال مختلف ساخته می‌شود که برحسب نوع کاربرد متفاوت و عمده‌ترین انواع آن به شرح زیر است:

۵ـ۲ـ۱ـ۱ تابلوهای تمام بسته ایستاده:

منظور تابلویی است که بتواند به‌طور مستقل و بدون اتکا به دیوار در روی کف ساختمان استقرار پیدا کند. این‌گونه تابلوها معمولاً برای تابلوهای اصلی و نیم‌اصلی و تأسیسات و تجهیزات به‌کار می‌رود. انواع تابلوهای ایستاده به اشکال زیر ساخته می‌شود:

الف ـ تابلو ایستاده قابل دسترسی از جلو عبارت است از تابلویی که دسترسی برای فرمان، تعویض فیوز و لوازم، اتصال سرکابل و سیم، و غیره کلاً از طرف جلو تابلو امکان‌پذیر باشد و شامل یک یا چند سلول می‌باشد (شکلهای ۵ـ۵ و ۵ـ۶).

ب ـ تابلو ایستاده قابل دسترسی از پشت عبارت است از تابلویی که وسایل اندازه‌گیری درجلو تابلو قرار گرفته و فرمانها نیز از سمت جلو تابلو انجام می‌شود ولی دسترسی برای تعویض وسایل، اتصال کابلها و سیمها و مانند آن، از پشت تابلو امکان‌پذیر است و شامل یک یا چند سلول می‌باشد (شکل ۵ـ۷).

پ ـ تابلو ایستاده چندخانه‌ای عبارت است از تابلویی که هر سلول آن دارای شینه‌کشی عمودی و قابل خانه‌بندی متغیر برای نصب کلیدهای مختلف، فیوزها و وسایل اندازه‌گیری برای فرمان ماشین‌آلات و غیره بوده و مجهز به شینه اصلی افقی برای توسعه به چند سلول نیز می‌باشد (شکل ۵ـ۸).

ت ـ تابلو ایستاده چند جعبه‌ای عبارت است از تابلویی که اجزای آن (شینه، فیوز، کلید، و غیره) در قطعات مساوی با جعبه‌های چدنی یا فولادی ساخته شده و با اتصال جعبه‌ها به یکدیگر تشکیل تابلو می‌دهد (شکل ۵ـ۹).

۵ـ۲ـ۱ـ۲ تابلو تمام بسته دیواری:

این نوع تابلو که به صورت یک جعبه قابل نصب در روی کار و یا در توی کار در ابعاد مختلف ساخته می‌شود و فقط از قسمت جلو آن قابل دسترسی است شامل شینه، کلید، و وسایل حفاظت در برابر اضافه‌بار می‌باشد و برای کنترل مدارهای فرعی روشنایی و نیرو به کار می‌رود. (شکل ۵ـ۱۱).

۵ـ۲ـ۲ تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز:

تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز عبارت است از تابلوی تمام بسته با سقف شیب‌دار

و مقاوم در برابر نفوذ رطوبت، آب و گردوغبار، که معمولاً بر روی پایه‌های بتونی نصب می‌شود و برای تغذیه منازل، فرمان و کنترل روشنایی محوطه، آب‌نماها و غیره به کار می‌رود. (شکل ۵-۱۸).

۵-۳ استاندارد ساخت:

تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف سوار شده در کارخانه که ولتاژ اسمی آن در جریان متناوب از ۱۰۰۰ ولت و فرکانس آن از ۱۰۰۰ هرتز، و در جریان مستقیم ولتاژ اسمی آن از ۱۲۰۰ ولت تجاوز نمی‌کند باید مطابق با مشخصات مندرج در جدیدترین اصلاحیه‌های استاندارد شماره ۱۹۲۸ و ۱۹۲۹ ایران یا نشریه شمارهٔ ۴۳۹ کمیته بین‌المللی الکتروتکنیک ساخته شده باشد و از نظر درجه حفاظت در برابر تماس با قسمتهای برقدار، ورود اجسام صلب خارجی و مایعات طبق جدیدترین اصلاحیه استاندارد شمارهٔ ۲۹۶ ایران زیر عنوان «درجات حفاظت پوششهای تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف» با علامت... IP مشخص شود.

لوازم داخل تابلو باید برابر استانداردهای زیر یا یکی از استانداردهای بین‌المللی معتبر مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد:

ـ شینه‌های مسی برابر استاندارد VDE 0201 و شینه‌های آلومینیومی برابر استاندارد VDE 0202.

ـ کلیدهای فشار ضعیف برابر استاندارد IEC 947

ـ کلیدهای خودکار فشار ضعیف برابر استاندارد 2 و IEC 157-1

ـ کنتاکتورهای فشار ضعیف که کنتاکتهای قدرت آن برای اتصال به مدارهایی در نظر گرفته شده است که ولتاژ اسمی آن از ۱۰۰۰ ولت متناوب و ۱۲۰۰ ولت مستقیم، تجاوز نمی‌کند باید برابر استانداردهای ۳۱۷۹ و ۳۱۸۰ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا IEC 158-1 و IEC 158-1c ساخته شده باشد. کنتاکتورهایی که برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه در نظر گرفته می‌شود باید علاوه بر مقررات استانداردهای مزبور با مقررات و شرایط تعیین شده برای کلیدهای خودکار[1] در استاندارد و IEC 157-1 نیز مطابقت داشته باشد.

ـ روشهای علامتگذاری و شناسایی ترمینالهای کنتاکتورهای فشار ضعیف و رله‌های اضافه‌بار همراه آن باید برابر استاندارد شماره ۳۱۸۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود.

ـ فیوزهای ولتاژ ضعیف برابر استانداردهای ۳ و ۲ و ۱ ـ ۳۱۰۹ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا 3A، 3، 2A و IEC 269-2.

ـ ترانسفورماتورهای جریان برابر استاندارد IEC 185

سایر انواع تابلوها و وسایل داخل آن مانند وسایل اعلام خطر، ترمینالها و غیره باید در صورت فقدان استاندارد ایرانی برابر مشخصات فنی یکی از استانداردهای معتبر و شناخته شده بین‌المللی که مورد قبول دستگاه نظارت نیز باشد مانند کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۵ـ۴ مشخصات فنی ساخت و روش نصب:

۵ـ۴ـ۱ تابلوهای اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف ـ نوع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت

۵ـ۴ـ۱ـ۱ این نوع تابلوها باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن به فرم نبشی، ناودانی و سپری ساخته شده و به‌وسیلهٔ پیچ و مهره به یکدیگر متصل شود به گونه‌ای که در برابر تنشهای مکانیکی وارده در شرایط عادی بهره‌برداری مقاوم باشد.
پوشش تابلو باید از ورقهای فلزی با ضخامت حداقل ۲ میلیمتر بوده و به وسیله پیچ و مهره به اسکلت نگهدار محکم شود. ساختمان بدنه این نوع تابلوها باید به گونه‌ای باشد که تابلو به سهولت از طرفین قابل توسعه باشد و به همین جهت پوششهای جانبی تابلو باید به وسیله پیچ و مهره‌های کرومه به اسکلت اصلی متصل شود.

۵ـ۴ـ۱ـ۲ در تابلوهای قابل دسترسی از جلو باید با بازکردن درب محافظ جلو تابلو، یا برداشتن صفحه محافظ جلو آن، دسترسی به کلیه لوازم و تجهیزات داخلی تابلو، بدون تداخل با کار قسمتهای مختلف امکان‌پذیر باشد، ولی در تابلوهای قابل دسترسی از پشت این امکان باید با بازکردن درب پشت تابلو حاصل شود.

۵ـ۴ـ۱ـ۳ به منظور ایجاد حافظت در برابر زنگ‌زدگی و فساد تدریجی، تمامی سطوح تابلو باید مطابق روش زیرین زیرسازی و رنگ‌آمیزی شود:

الف ـ زیرسازی شامل چربی‌گیری، زنگ‌زدایی، فسفاته‌کاری و یک لایه رنگ آستری.

ب ـ رنگ‌آمیزی شامل حداقل دو لایه پوشش رنگ برای شرایط آب و هوایی خشک و سه لایه پوشش رنگ برای شرایط آب و هوایی مرطوب.

۵ـ۴ـ۱ـ۴ ظرفیت الکتریکی شینه فازها نباید از صدوپنجاه درصد شدت جریان اسمی کلید اصلی تغذیه‌کننده تابلو کمتر باشد. سطح مقطع شمشهای مسی تخت باید براساس جدول ۵ـ۳، و سطح مقطع شمشهای آلومینیومی تخت برابر با جدول ۵ ـ ۴ انتخاب شود. در مواردی که از شینه‌های مسی و یا آلومینیومی با مقاطع گرد (لوله‌ای) یا ناودانی استفاده می‌شود باید از جداول مندرج در نشریه وزارت نیرو ـ امور برق، استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکهٔ توزیع، جلد اول استفاده شود. سطح مقطع شینه‌های خنثی و اتصال زمین نباید از نصف سطح مقطع شینه فاز کمتر باشد. شینه‌های خنثی و اتصال زمین باید برای سرتاسر طول تابلو پیش‌بینی شود. شینه‌های فازها و خنثی باید روی مقره‌های اتکایی چینی یا صمغ مصنوعی نصب شود و شینه اتصال زمین باید روی مقره نصب شده و سپس به بدنه تابلو متصل گردد. نقطه اتصال شینه‌ها به یکدیگر و کلیدها به‌شینه‌ها باید قبل از اتصال کاملاً تمیز شده و در صورت امکان با یک لایه نقره‌ای پوشیده و سپس به‌وسیلهٔ پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنز محکم شود تا حداکثر هدایت الکتریکی به‌وجود آمده و از گرم شدن جلوگیری شود. حداقل فاصله بین شینه‌ها باید از ۱۰ سانتیمتر کمتر نباشد. اتصال کابلها به شینه‌ها، کلیدها، فیوزها و غیره باید به‌وسیلهٔ کابلشو انجام گیرد.
شینه‌ها باید با رنگِ نسوز به‌ترتیب زیر رنگ‌آمیزی شود:

فاز اول، به‌رنگ قرمز

فاز دوم، به‌رنگ زرد

فاز سوم، به‌رنگ آبی

شینه‌های اتصال زمین و خنثی به رنگ سبز و زرد

طریقه استقرار شینه‌های فاز اول، دوم و سوم در سطوح مختلف به قرار زیر خواهد بود:

الف - برای شینه کشیهای افقی واقع در سطح افقی تابلو:

شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو قرار می‌گیرد به رنگ آبی خواهد بود.

ب - برای شینه کشیهای افقی واقع در سطح عمودی تابلو:

شینه بالا به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه پایین به‌رنگ آبی خواهد بود.

پ - برای شینه کشیهای عمودی واقع در سطح عمودی تابلو (جهت نگاه از جلو تابلو):

شینه سمت چپ به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه سمت راست به رنگ آبی خواهد بود.

ت - برای شینه کشیهای عمودی واقع در سمت عمودی تابلو (جهت نگاه از جنب تابلو):

شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو قرار می‌گیرد به رنگ آبی خواهد بود.

۵-۴-۱-۵ دربهای تابلو باید با لولای گالوانیزه یا استیل بوده و دارای قفل باشد و قفلها باید شبیه به هم انتخاب شده باشد و یک کلید برای هر قفل موجود باشد و هر درب علاوه بر قفل دارای چفت نیز باشد.

۵-۴-۱-۶ در مواردی که تابلو برای استفاده در محیطهایی با رطوبت و تغییر دمای زیاد در نظر گرفته شده باشد، باید اقدامات مناسبی با استفاده از تأمین عبور هوا از داخل تابلو یا گرمکن برای جلوگیری از تعرق زیان‌آور در داخل تابلو به‌عمل آید.

۵-۴-۱-۷ لوازم داخل تابلو از قبیل کلید، کنتاکتور، وسایل اندازه‌گیری، فیوز، رله، واحد اعلام خطر، و غیره باید به نحوی نصب شود که از نظر تعمیر و نگهداری و یا تعویض، هر یک از آن به سهولت در دسترس باشد.

۵-۴-۱-۸ وسایل اندازه‌گیری و چراغهای سیگنال و اعلام خطر، در صورتی که روی قسمت متحرک یا قابل برداشت تابلو نصب شده باشد کلیه سیمکشیهای مربوط باید با کابل یا سیم قابل انعطاف انجام شود.

۵-۴-۱-۹ فواصل دستگاههایی که قسمتی از تابلو را تشکیل می‌دهد باید با فواصل داده شده در مشخصات مربوط به آن مطابقت داشته باشد. برای هادیهای برقدار و ترمینالها (مانند: شینه‌ها، اتصالات بین دستگاهها و...) فواصل هوایی و فواصل خزشی با فواصل مربوط به دستگاهی که بلافاصله به آن وصل می‌باشد، باید مطابقت داشته باشد.

۵-۴-۱-۱۰ کلیدها، وسایل اندازه‌گیری، و غیره که در تابلوها نصب می‌شود باید دارای شماره راهنما بوده و شماره خطوط محلی که تغذیه می‌شود روی آن نوشته شود، به علاوه اتصالات وسایل اندازه‌گیری و سیستمهای کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت‌گذاری‌شده انجام گیرد.

۵-۴-۱-۱۱ کلیه سرسیمها در ابتدا و انتهای داخل تابلو و همچنین کابلها باید به منظور راهنمایی در تعمیرات بعدی طبق نقشه مربوط شماره‌گذاری شود.

۵-۴-۱-۱۲ ترمینالهایی که برای اتصال هادیهای مسی یا آلومینیومی در نظر گرفته می‌شود باید توسط سازنده مشخص شود. این‌گونه ترمینالها باید به گونه‌ای ساخته شده باشد که اتصال هادیها به آن با استفاده از پیچ یا بست و مانند آن امکان‌پذیر بوده و فشار تماسی لازم و متناسب با جریان نامی و استقامت اتصال کوتاه دستگاه و مدار را تأمین نماید.

۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۱۳ شماتیک تقسیم‌بندی کلیدها در تابلو برحسب حداقل قدرت قطع کلید و جدول حداقل قدرت قطع مجاز کلیدهای فرعی نسبت به حداقل قدرت قطع کلید اصلی در شکل شماره ۵ ـ ۴ آمده است.

۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۱۴ حداکثر ابعاد تابلو اصلی توزیع فشار ضعیف، نوع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت به قرار زیر است:

تابلو قابل دسترسی از جلو		تابلو قابل دسترسی از پشت	
ارتفاع	۲۲۰ سانتیمتر	ارتفاع	۲۲۰ سانتیمتر
عرض	۹۰ سانتیمتر	عرض	۹۰ سانتیمتر
عمق	۶۰ سانتیمتر	عمق	۸۰ سانتیمتر

۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۱۵ نمای تابلوی تمام بستهٔ ایستاده، نوع قابل فرمان و دسترسی ازجلو در شکلهای ۵ ـ ۵ و ۵ ـ ۶، به عنوان نمونه، ارائه شده است.

۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۱۶ نما و ابعاد تابلو ایستاده توزیع برق، نوع قابل فرمان از جلو و دسترسی از پشت، در شکل ۵ ـ ۷، به‌عنوان نمونه، نشان داده شده است.

۵ ـ ۴ ـ ۲ تابلوهای نیم‌اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف ـ انواع ایستاده قابل دسترسی از جلو و پشت:

مشخصات فنی ساخت و روش نصب تابلوهای نیم‌اصلی عیناً مانند تابلوهای اصلی است که در بندهای ۵ـ۴ـ۱ و ۵ـ۴ـ۴ آمده است.

۵ ـ ۴ ـ ۳ تابلو اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف ـ نوع ایستاده چند خانه‌ای:

۵ ـ ۴ ـ ۳ ـ ۱ این‌گونه تابلو باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن به فرم نبشی، ناودانی و سپری ساخته شده و به‌وسیلهٔ پیچ و مهره به‌یکدیگر متصل شود. پوشش تابلو باید از ورقهای فلزی با ضخامت حداقل ۲ میلیمتر یا بیشتر بوده و به‌وسیلهٔ پیچ و مهره به اسکلت نگهدار محکم شود. ساختمان تابلو باید طوری باشد که هر سلول قابل تفکیک به سه، چهار، یا شش خانه اصلی بوده و هر خانه اصلی نیز قابل تفکیک به‌اجزای کوچکتر دو، سه و یا چهارخانهٔ فرعی باشد. تقسیمات مزبور باید دارای ابعاد استاندارد و مساوی بوده و هر قسمت نیز باید مجهز به‌درب جداگانه، برای نصب یا تعویض وسایل داخلی آن باشد. پوششهای طرفین تابلو، برای سهولت در امر توسعه، باید با پیچ و مهره‌های کرومه به‌اسکلت نگهدارنده متصل شود به طوری که در صورت نیاز به توسعه تابلو، بدون دخالت در کار آن انجام‌پذیر باشد.

۵ ـ ۴ ـ ۳ ـ ۲ تمامی خانه‌ها و سطوح تابلو باید در برابر زنگ‌زدگی و فساد تدریجی مطابق روش زیر رنگ‌آمیزی و حفاظت شود:

الف ـ **زیرسازی**: شامل زنگ‌زدایی، چربی‌گیری، فسفاته‌کاری و یک لایه رنگ آستری.

ب ـ **رنگ‌کاری**: در شرایط آب و هوایی خشک حداقل دو لایه پوشش و در شرایط مرطوب سه لایه پوشش رنگ مناسب زده شود.

۵ ـ ۴ ـ ۳ ـ ۳ شینه‌کشی در این نوع تابلوها باید به نحوی انجام شود که، در صورت لزوم، اضافه کردن کلید در هر قسمت از تابلو، یا تعویض آن، و یا تبدیل یک قسمت به چند قسمت و برعکس، بدون تداخل در ادامه کار تابلو، امکان‌پذیر باشد. شینه‌ها بهتر است در صورت امکان دارای مقطع گرد، و با

ایزولاسیون باشد.

محل اتصال کلیه شینه‌ها به یکدیگر، و کلیدها به شینه‌ها، باید به طور کامل تمیز شده و در صورت امکان با یک لایه نقره‌ای پوشیده شود و سپس در شینه‌های تخت، به‌وسیلهٔ پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنزی محکم شود، و در شینه‌های گرد، با بستهای دو راهی، سه راهی و چهار راهی مخصوص شینه گرد به هم متصل شود تا حداکثر هدایت الکتریکی در محل اتصال به وجود آمده و از گرم شدن جلوگیری شود.

حداقل فاصله بین شینه‌ها باید از ۱۰ سانتیمتر کمتر نباشد.

اتصال کابلها به شینه‌ها، کلیدها، فیوزها، و غیره باید به‌وسیلهٔ کابلشو انجام گیرد.

۵ ـ ۴ـ۳ـ۴ لوازم داخل تابلو از قبیل کلیدها، کنتاکتورها، وسایل اندازه‌گیری، فیوزها، رله‌ها، واحدهای اعلام خطر، و غیره باید به نحوی انتخاب و نصب شود که با بازکردن درب هر قسمت، یا هر خانه به سهولت قابل دسترسی و تعویض، یا تبدیل باشد و در صورت امکان کلیه وسایل و لوازم داخل تابلو باید از نوع فشاری باشد.

۵ ـ ۴ـ۳ـ۵ کلیه سرسیمها و کابلها در ابتدا و انتهای مسیر در داخل تابلو، باید به منظور راهنمایی در تعمیرات بعدی طبق نقشه مربوط شماره‌گذاری شود.

۵ ـ ۴ـ۳ـ۶ کلیدها، وسایل اندازه‌گیری، و غیره که در تابلو نصب می‌شود باید دارای شماره راهنما بوده و شماره‌های خطوط محلهایی‌که برای اتصال تعیین می‌شود روی‌آن نوشته شود، به‌علاوه اتصالات وسایل اندازه‌گیری و سیستمهای کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت‌گذاری شده انجام گیرد.

۵ ـ ۴ـ۳ـ۷ ابعاد تابلو اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف، نوع ایستاده چندخانه‌ای به‌قرار زیر است:

ارتفاع ۲۰۰ سانتیمتر

عرض ۵۰ سانتیمتر

عمق ۵۰ سانتیمتر

۵ ـ ۴ـ۳ـ۸ نما و ابعاد یک تابلوی توزیع نیروی برق ایستاده چند خانه، به‌عنوان نمونه، در شکل ۵ ـ ۸ نشان داده شده است.

۵ ـ ۴ـ۴ روش نصب تابلوهای ایستاده قابل دسترسی از جلو، قابل دسترسی از پشت و چندخانه‌ای:

۵ ـ ۴ـ۴ـ۱ این قبیل تابلوها ممکن است برحسب مورد به یکی از دو روش زیر نصب شود:

الف ـ نصب بر روی اطاقک کابل: برای نصب این قبیل تابلوها بر روی اطاقک کابل باید یک دهانه به‌شکل مستطیل با ابعاد کف تابلو در سقف اطاقک مزبور احداث و تابلو بر روی آن نصب شود. طول دهانه موردنظر باید ۲۰ سانتیمتر کمتر از عرض مجموعه تابلو باشد و عرض آن، برای تابلوهای قابل دسترسی از جلو و چند خانه، ۴۰ سانتیمتر و برای تابلوهای قابل دسترسی از پشت ۶۰ سانتیمتر خواهد بود. لبه دهانه باید با آهن نبشی چهار سانتیمتر در چهار سانتیمتر مهار شود.

ب ـ نصب بر روی کانال: طول کانال موردنظر که تابلو بر روی آن استقرار می‌یابد، باید ۲۰ سانتیمتر کمتر از عرض مجموعه تابلو باشد و عرض آن، برای تابلوهای قابل دسترسی از جلو و چند خانه ۴۰ سانتیمتر و برای تابلوهای قابل دسترسی از پشت ۶۰ سانتیمتر، و عمق آن ۸۰ سانتیمتر

خواهد بود. این کانال باید به کانالی که کابلهای ورودی و خروجی در آن ادامه می‌یابد مرتبط باشد. لبهٔ کانال باید با آهن نبشی چهار سانتیمتر در چهار سانتیمتر مهار شود.
برای جلوگیری از جمع شدن آب در داخل کانال، کف آن باید آبکش بوده و یا به‌یک سمت شیب داده شده و منتهی به‌کف‌شور و چاهک جذب آب شود.

۵ـ۴ـ۵ تابلو نیم‌اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف ـ نوع ایستاده چندخانه‌ای:

مشخصات فنی ساخت و روش نصب این‌گونه تابلوها عیناً مانند تابلو اصلی است که در بندهای ۵ـ۴ـ۳ و ۵ـ۴ـ۴ بیان شده است.

۵ـ۴ـ۶ تابلو توزیع نیرو ـ نوع ایستاده چندجعبه‌ای:

۵ـ۴ـ۶ـ۱ این نوع تابلو از جعبه‌های مشابه با ابعاد مساوی که به‌طور مکانیکی به‌هم متصل می‌شود و بر روی پایهٔ فلزی مشترک یا دیوار قابل نصب است تشکیل می‌شود. جعبه‌ها که حاوی شینه، کلیدگردان، فیوز، کلید خودکار و وسایل اندازه‌گیری و غیره می‌باشد، از چدن، یا فولاد، و یا کائوچوی سخت خواهد بود. هر جعبه مجموعاً دارای پنج درب قابل برداشت و نصب در پنج جهت می‌باشد به این ترتیب که درب جلو برای دسترسی به وسایل و دربهای جانبی برای اتصال جعبه‌ها به یکدیگر، عبور اتصالات برقی، و یا توسعه تابلو خواهد بود.

۵ـ۴ـ۶ـ۲ برای جلوگیری از نفوذ گردوغبار و آب به داخل جعبه‌ها، کلیه دربهای فوق‌الذکر باید دارای واشر مخصوص آب‌بندی باشد و هنگام برداشتن دربها و اتصال جعبه‌ها به یکدیگر باید توجه شود که واشرهای مزبور حتماً بین دو جعبه قرار داده شود.

۵ـ۴ـ۶ـ۳ شینه‌ها بایستی به وسیله بستهای عایق مخصوص به بدنه جعبه مهار شده و سرشینه‌ها جهت اتصال به یکدیگر آب‌نقره‌کاری و محل لازم برای عبور به جعبه مجاور در طرفین جعبه پیش‌بینی گردد. اتصال شینه‌ها به یکدیگر باید به وسیله پیچ و مهره مسی یا برنجی انجام شود.

۵ـ۴ـ۶ـ۴ وسایل و تجهیزاتی که در داخل هر جعبه نصب می‌شود باید متناسب با جعبه و از یک سازنده باشد.

۵ـ۴ـ۶ـ۵ تابلوهای چند جعبه‌ای برای توزیع نیروی اصلی برق در پست برق فضاهای باز مناطق صنعتی و کارخانجات بالاخص در مناطق غباری و مرطوب به‌کار برده می‌شود.

۵ـ۴ـ۶ـ۶ نما و شماتیک تابلوی توزیع نیروی برق، نوع چند جعبه‌ای، قابل نصب روی دیوار و یا پایه فلزی، در شکل ۵ـ۹ به‌عنوان نمونه نشان داده شده است.

۵ـ۴ـ۶ـ۷ نمونه پایه فلزی برای نصب تابلو چند جعبه‌ای در شکل ۵ـ۱۰ ارائه شده است.

۵ـ۴ـ۷ تابلو توزیع فرعی نیروی برق ـ نوع دیواری

۵ـ۴ـ۷ـ۱ این نوع تابلو، که ممکن است برحسب مورد در روی کار و یا توی کار نصب شود، شامل سه قسمت اصلی جداگانه به شرح زیر خواهد بود:

الف ـ جعبه تابلو (شکل ۵ـ۱۱ ـ الف): در صورتی که ارتفاع تابلو مورد نیاز تا یک متر باشد، جعبه تابلو باید از ورق آهن با ضخامت ۱/۲۵ میلیمتر ساخته شود، و چنانچه ارتفاع تابلو موردنظر از

یک متر متجاوز باشد، جعبه تابلو بایستی از ورق آهن با ضخامت ۱/۵ میلیمتر انتخاب گردد. برای ورود کابل و لوله به داخل تابلو باید در جداره‌های فوقانی و تحتانی جعبه تابلو سوراخهای نوع سنبه‌ای به قطرهای مختلف، یا شیار سراسری با درپوش تعبیه شود. (توضیح این‌که، کلیهٔ لوله‌های ورودی به تابلو باید به وسیلهٔ مهره و بوش برنجی به بدنه تابلو کاملاً متصل و محکم شود.)

ب ـ **اسکلت داخلی برای نصب لوازم (شکل ۵ ـ ۱۱ ـ الف)**: کلیهٔ وسایل و تجهیزات داخل تابلو، برای جلوگیری از آسیب و صدمه در زمان اجرای عملیات ساختمانی، باید بر روی یک اسکلت جداگانه نصب شود. اسکلت مزبور باید از ورق آهن به ضخامت ۱/۵ میلیمتر با خمکاریهای لازم ساخته شده و به‌وسیلهٔ چهار عدد پیچ به سهولت در داخل جعبه تابلو قابل نصب و یا برداشت باشد. (پیچ یا مهره‌ای که برای نصب اسکلت بر روی جعبه تابلو به کار می‌رود باید به‌بدنه جعبه جوش شود.)

پ ـ **چارچوب و درب تابلو (شکل ۵ ـ ۱۱ ـ ب و پ)**: ضخامت ورق‌آهن مورد لزوم برای چارچوب و درب‌تابلو باید برابر ضخامت تعیین‌شده برای جعبه‌تابلو باشد (به‌بند الف مراجعه شود). درب تابلو از نظر استقامت باید دارای پشت‌بند بوده و دورادور آن دارای خمهای به‌شکل یو (U) باشد. چارچوب درب تابلوهای روکار باید از هر چهار طرف حداقل دو سانتیمتر بیشتر از ابعاد جعبه تابلو ساخته شود.

۵ ـ ۴ ـ ۷ ـ ۲ کلیه اجزای تابلو فوق‌الذکر باید پس از زیرسازی شامل زنگ‌زدایی، چربی‌گیری و فسفاته‌کاری، با یکدست رنگ آستری و یکدست رنگ اصلی پوشیده شود.

۵ ـ ۴ ـ ۷ ـ ۳ **روش نصب**

تابلوهای روکار باید پس از تکمیل نقاشی ساختمان، به وسیلهٔ چهار عدد پیچ و رول پلاگ مناسب بر روی سطح دیوار نصب شود.

برای نصب تابلوهای توکار باید پس از اجرای گچ و خاک یا کاهگل دیوار محل نصب تابلو، ابتدا فقط جعبه تابلو همطراز با سطح تمام شده دیوار به‌وسیلهٔ حداقل چهار عدد پیچ و رول پلاگ مناسب نصب شود و سپس سایر اجزای تابلو از قبیل اسکلت، چارچوب و درب آن قبل از شروع نقاشی ساختمان نصب شود.

ارتفاع نصب برای کلیهٔ تابلوهای دیواری ۲۱۰ سانتیمتر از بالای تابلو تا کف تمام شده خواهد بود.

۵ ـ ۴ ـ ۷ ـ ۴ نما و اجزای یک تابلوی توزیع فرعی نیروی برق از نوع دیواری در شکل ۵ ـ ۱۱، به عنوان نمونه، ارائه شده است.

۵ ـ ۴ ـ ۷ ـ ۵ شماتیک تابلوی فرعی توزیع برق، نوع یک فاز، ۱۲ مداره، در شکل ۵ ـ ۱۲، و دو فرم مختلف از سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی مزبور، در شکلهای ۵ ـ ۱۳ و ۵ ـ ۱۴، به‌عنوان نمونه نشان داده شده است.

۵ ـ ۴ ـ ۷ ـ ۶ شماتیک تابلوی فرعی توزیع برق، نوع سه فاز، ۲۱ مداره، در شکل ۵ ـ ۱۵، و سیستمهای افقی و عمودی استقرار وسایل باحداقل فواصل در داخل تابلوی یاد شده، به ترتیب در شکلهای ۵ ـ ۱۶ و ۵ ـ ۱۷، به‌عنوان نمونه، ارائه شده است.

۵ـ۴ـ۸ تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز

۵ـ۴ـ۸ـ۱ این‌گونه تابلوها باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن گالوانیزه به فرم نبشی، ناودانی، و سپری، و پوشش آن از ورقهای آهن گالوانیزه با ضخامت حداقل دو میلیمتر یا بیشتر ساخته شود و پس از زیرسازی شامل زنگ‌زدایی، چربی‌گیری و فسفاته‌کاری، با یکدست رنگ ضدزنگ مخصوص، یکدست رنگ آستری، و یکدست رنگ اصلی پوشیده شود.
این نوع تابلو ممکن است از جنس آلومینیوم نیز ساخته شود که در این صورت اسکلت نگهدار و کلیه اجزای آن از جنس آلومینیوم خواهد بود و پوشش آن باید از ورقهای آلومینیوم با ضخامت حداقل سه میلیمتر یا بیشتر ساخته شود.

۵ـ۴ـ۸ـ۲ بدنه این نوع تابلو باید به نحوی ساخته شود که کلیه جوانب آن کاملاً مسدود بوده و فقط از طرف جلو قابل دسترسی باشد.

۵ـ۴ـ۸ـ۳ سقف بیرونی این نوع تابلو باید دارای شیب دوطرفه با لبه‌های برگردان به طرف داخل باشد و حداقل پنج سانتیمتر از هر چهار طرف بزرگتر از ابعاد سقف تابلو باشد.

۵ـ۴ـ۸ـ۴ ساختمان تابلو باید طوری باشد که دسترسی به کلیه لوازم و تجهیزات داخلی تابلو برای فرمان، تعمیر، و تعویض بدون تداخل با کار قسمتهای دیگر امکان‌پذیر باشد.

۵ـ۴ـ۸ـ۵ درب تابلو باید مجهز به لاستیک آب‌بندی بوده و مطابق شکل شماره ۵ـ۱۸ ساخته شود.

۵ـ۴ـ۸ـ۶ این‌گونه تابلوها باید از نظر ایمنی مجهز به قفل مخصوص باشد و درب آن به‌وسیلهٔ کلید یا آچار مخصوص باز و بسته شود.

۵ـ۴ـ۸ـ۷ برای مشخصات فنی و نحوهٔ شینه‌کشی به بند ۵ـ۴ـ۱ـ۴ مراجعه شود.

۵ـ۴ـ۸ـ۸ برای سیمکشی وسایل اندازه‌گیری و چراغهای سیگنال، فواصل دستگاههای داخل تابلو، شماره‌گذاری لوازم و تجهیزات داخل تابلو، شماره‌گذاری سرسیمها و کابلها، و همچنین شرایط ترمینالها به ترتیب به بندهای ۵ـ۴ـ۱ـ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ مراجعه شود.

۵ـ۴ـ۸ـ۹ ابعاد تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز به قرار زیر است:

ارتفاع (حداکثر)	۱۲۰ سانتیمتر
عرض	بر حسب نیاز
عمق	۴۰ سانتیمتر

۵ـ۴ـ۸ـ۱۰ نما و مقطع تابلوی توزیع برق قابل نصب در فضای باز در شکل ۵ـ۱۸، به‌عنوان نمونه، ارائه شده است.

۵ـ۴ـ۸ـ۱۱ شماتیک تابلوی فرمان روشنایی محوطه و آب‌نماها در شکل ۵ـ۱۹، به‌عنوان نمونه، نشان داده شده است.

۵ـ۴ـ۸ـ۱۲ روش نصب:

این نوع تابلو باید بر روی سکوی بتنی یا آجری، که ۲۰ الی ۲۵ سانتیمتر از کف تمام شده خیابان یا محوطه مربوط ارتفاع داشته باشد، نصب شود. سکوی یاد شده، که از نوع توخالی خواهد بود، باید دارای دیواره‌ای به قطر ۲۰ الی ۲۵ سانتیمتر باشد و نیم‌متر پایین‌تر از کف تمام شده محوطه شروع و تا ۲۰ الی ۲۵ سانتیمتر بالاتر از کف مزبور ادامه یابد.
لبهٔ خارجی سکو، که به صورت نیم‌گرد (پخ) ساخته خواهد شد، باید از هر چهار طرف حداقل ۱۰

سانتیمتر بزرگتر از بدنهٔ تابلو بوده و لبه داخلی آن حداقل ۵ سانتیمتر از بدنهٔ تابلو فاصله داشته باشد.
محل نصب تابلوهای قابل نصب در فضای باز باید طوری پیش‌بینی شود که در جلوی آن محل کافی برای دسترسی به تابلو وجود داشته باشد.

۵-۴-۸-۱۳ برای نصب تابلو روی سکوی بتنی در نواحی مرطوب، ابتدا باید کلافی از نبشی آهنی آماده شود و سپس تابلو به‌آن پیچ و مهره گردد، تا تابلو با کف بتنی تماس مستقیم نداشته باشد.

۵-۴-۸-۱۴ در شکل ۵-۲۰، نمونه سکوی مخصوص نصب تابلوهای توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز، نشان داده شده است.

۵-۵ لوازم، وسایل، و تجهیزات داخل تابلو:

لوازم، وسایل، و تجهیزاتی که در داخل تابلو نصب می‌شود و یک تابلو کامل را تشکیل می‌دهد شامل اقلام زیر است:

الف - وسایل اندازه‌گیری مانند ولت‌متر، آمپرمتر، فرکانس‌متر، کسینوس فی‌متر، وات‌متر، ولت - آمپرمتر، ترانسفورماتور جریان، دورشمار، ساعت شمار، فشارسنج و غیره.

ب - لوازم و وسایل حفاظت و فرمان مانند فیوزهای فشنگی و چاقویی، کلیدهای مینیاتوری، کلیدهای خودکار حفاظت خط یا موتوری، کنتاکتورهای مجهز به رله محافظ (بی - متال) یا بدون رلهٔ محافظ، کلید فیوز، کلید گردان، کلید چاقویی، رله‌ها و تایمرهای مختلف، کلید فرمان ولت‌متر و آمپرمتر و غیره.

پ - وسایل سمعی و بصری اعلام خطر، چراغ سیگنال و غیره.

ت - مقره‌ها و شینه‌ها

۵-۵-۱ اجزای داخلی تابلوهای اصلی:

در تابلوهایی که برای توزیع نیروی برق اصلی به‌کار برده می‌شود، کلید ورودی (اصلی) باید الزاماً از نوع خودکار بوده و کلیدهای توزیع فرعی، در صورتی که برای تغذیه تابلوهای نیم‌اصلی یا فرعی سیستمهای موتوری به‌کار رود، باید از نوع خودکار، و چنانچه برای تغذیه تابلوهای نیم‌اصلی یا فرعی سیستمهای روشنایی مورد استفاده قرار گیرد، باید از نوع کلید فیوز، و یا کلید گردان یا چاقویی با فیوز جداگانه، باشد. (توضیح این‌که، چنانچه بار متصله بیش از ۶۰ آمپر باشد، باید از ترانس جریان و آمپرمتر مخصوص با ضریب مناسب استفاده شود.)
در مواردی که از کلید و فیوز جداگانه استفاده می‌شود، کلید باید قبل از فیوز قرار گیرد به طوری که با خاموش کردن کلید، برق فیوز نیز قطع شود.

۵-۵-۲ تابلوهای فرمان وسایل موتوری:

در تابلوی فرمان وسایل موتوری کلید اصلی باید از نوع خودکار حفاظت موتوری بوده و مجهز به سه دستگاه آمپرمتر و یک دستگاه ولت‌متر و کلید تبدیل ولت‌متر از نوع هفت حالتی باشد. (شکل ۵-۳)

مدارهای فرعی فرمان وسایل موتوری باید الزاماً دارای کنتاکتور و رله محافظ باشد مگر در مورد دستگاههای مجهز به تابلوی فرمان و راه‌اندازی جداگانه، که در این صورت مدار مزبور باید به وسیله کلید فیوز، یا کلیدگردان و فیوز جداگانه، محافظت شود.

برای انتخاب کنتاکتور، بی‌متال، فیوز، کلید قطع و وصل، و کابل[1] به جداول انتخاب لوازم و وسایل مزبور مراجعه شود (جدول ۵ ـ ۱ برای موتورهای تک‌فاز و جدول ۵ ـ ۲ برای موتورهای سه فاز).

برای آگاهی از روشن یا خاموش بودن کلید اصلی یا هر یک از کنتاکتورها باید برای هر مدار دو عدد چراغ سیگنال به‌رنگهای قرمز و سبز (قرمز برای حالت روشن و سبز برای حالت خاموش) پیش‌بینی شود.

هر مدار، در صورت لزوم، باید مجهز به آمپرمتر متناسب با شدت جریان آن باشد و در مدارهایی که شدت جریان آن بیش از ۶۰ آمپر می‌باشد باید از ترانس جریان و آمپرمتر مخصوص با ضریب متناسب استفاده شود. ظرفیت آمپرمتر انتخابی نباید، از حدود ۲۵ درصد حداکثر بار بیشتر در نظرگرفته شود. به طور مثال، در صورتی که حداکثر بار ۴۰۰ آمپر باشد، آمپرمتر و ترانس جریان انتخابی باید با نسبت تبدیل ۵۰۰/۵ باشد.

۵ ـ ۵ ـ ۳ تابلوهای فرعی روشنایی:

در تابلوهای فرعی روشنایی تک‌فاز و سه‌فاز، کلید اصلی باید حتی‌الامکان از نوع گردان بوده، و برای محافظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه نیز از فیوز فشنگی متناسب با ظرفیت کلید اصلی استفاده شود.

کلیه مدارهای خروجی، که برای روشنایی، پریزها، و غیره به کار می‌رود، باید ترجیحاً به‌وسیلهٔ کلیدهای مینیاتوری، یا فیوز فشنگی با ظرفیت اسمی زیر محافظت گردد:

برای مدارهای زنگ اخبار و احضار — حداکثر ۴ آمپر

برای مدارهای روشنایی — حداقل ۱۰ آمپر

برای مدارهای پریزها — حداقل ۱۶ آمپر

کلیهٔ سیمکشیهای داخل تابلو ـ از کلید اصلی به فیوز اصلی، و از فیوز اصلی به شینه توزیع، و از شینه توزیع به‌کلیدهای مینیاتوری یا فیوزها، و از کلیدهای مینیاتوری یا فیوزها به ترمینال ـ باید با سیم مسی تک‌لا (مفتولی)، با عایق حداقل ۱۰۰۰ ولت و با سطح مقطع مناسب (حداکثر چهار آمپر برای هر میلیمتر مربع سطح مقطع سیم) انجام شود.

فرم‌بندی سیمکشیهای مزبور باید به نحوی انجام شود، که در صورت نیاز تعویض هر یک از سیمها، بدون تداخل با کار سایر مدارها امکان‌پذیر بوده و یا، کلیه سیمکشیهای داخلی در داخل کانال مخصوص، از نوع نسوز انجام شود.

سطح‌مقطع ترمینالهای موردکاربرد باید با سطح‌مقطع هادیهای داخلی تابلو یکسان باشد و به علاوه به هر ترمینال باید فقط یک هادی‌وصل شود و اتصال دو یا چندهادی به‌یک ترمینال تک‌سوراخ مجاز نمی‌باشد.

---

۱ ـ مقاطع توصیه شده برای کابل تغذیه موتورهای برقی در جداول ۵ ـ ۱ و ۵ ـ ۲ مربوط به‌فواصل کوتاه در داخل موتورخانه و مانند آن می‌باشد، در مواردی که فاصله بین محل نصب موتور و تابلو قابل ملاحظه باشد برای تعیین سطح مقطع کابل تغذیه باید افت ولتاژ مجاز نیز محاسبه و کنترل شود.

۵-۶ مشخصات فنی لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو:

۵-۶-۱ کلیدهای اتوماتیک با رله حرارتی و مغناطیسی

۵-۶-۱-۱ محفظهٔ کلید باید از فنل یا پلی‌استر با درجه خلوص زیاد یا مواد مشابه با پایداری حرارت زیاد، ساخته شده باشد.

۵-۶-۱-۲ مکانیزم عملکرد باید دارای سرعت قطع و وصل زیاد بوده و مستقل از عملکرد دستگیره کنتاکتها را به طور لحظه‌ای باز و بسته نماید. مکانیزم مزبور باید تمام قطبها را به طور همزمان قطع نماید.

۵-۶-۱-۳ ترمینالهای واقع در سمت خط تغذیه و همچنین ترمینالهای واقع در سمت بار، باید برای اتصال به کابلشوها یا اتصال به شینه‌ها، مناسب باشد.

۵-۶-۱-۴ در مواردی که دستگاه قطع‌کننده به منبع تغذیه نیاز دارد، منبع مذکور باید یک جزء مجتمع از کلید باشد.

۵-۶-۱-۵ کلید باید به گونه‌ای طراحی شود که نصب افقی یا عمودی هیچ‌گونه اثر مغایری با عملکرد الکتریکی آن نداشته باشد.

۵-۶-۱-۶ **مکانیزم عملکرد:**

الف - مکانیزم قطع‌کننده حرارتی برای کلیدهای دارای جریان اسمی بیش از ۱۰۰ آمپر باید توسط وسیلهٔ تنظیم بدون جابجایی هیچ قسمتی از کلید، قابل تنظیم و امکان‌پذیر باشد و مکانیزم قطع مغناطیسی برای کلیدهای دارای جریان اسمی بیش از ۲۰۰ آمپر، باید قابل تنظیم باشد.

ب - دستگیره عمل‌کننده باید جهت آسانی عمل دارای طول کافی بوده و محل آن قابل دسترس و مقابل کلید باشد.

پ - پس از این‌که حالت قطع پیش آمد، دستگیره باید بین نشانگرهای ON و OFF قرارگیرد و امکان بازگشت کلید به‌حالت ON، بدون برگرداندن به موقعیت خود، در این حالت نباید وجود داشته باشد.

۵-۶-۱-۷ ویژگیهای زیر باید بر روی یک لوحه‌ای بادوام و با خطوط دایمی درج شود و در محل مناسب روی کلید قرارگیرد:

الف - استاندارد مورد استفاده

ب - ولتاژ اسمی و تعداد فازها

پ - جریان اسمی

ت - جریان(های) قطع مربوط به ولتاژ(های) اعمال‌شده

ث - نام سازنده یا علامت تجاری

ج - فرکانس

چ - نام کشور سازنده

ح - درجه حفاظت

در ضمن مقادیر اسمی جریان کلید باید به آسانی و بدون جابجایی کلید از محل آن قابل رویت باشد.

۵-۶-۲ کنتاکتورهای فشار ضعیف

۵-۶-۲-۱ کنتاکتورها باید دارای مشخصات فنی ذکر شده در جدول زیر باشد:

ولتاژ اسمی (ولت)

فرکانس اسمی (هرتز)

تعداد قطبها

واسطه قطع (هوا/...)

وظیفه اسمی مشخص شده

ولتاژ آزمون عایقی (ولت)

ولتاژ آزمون اسمی ایستادگی فرکانس صنعتی یک دقیقه‌ای (ولت)

تعداد کنتاکتهای کمکی:

کنتاکتهای حالت عادی بسته (NC)

کنتاکتهای حالت عادی باز (NO)

۵-۶-۲-۲ کنتاکتورها و هادیها، باید طوری انتخاب شود که جریان بار نامی را به طور مداوم بتواند تحمل کند و در این حال هیچ‌گونه خسارت یا آسیبی به آن یا اجزای مجاور آن وارد نشود.

۵-۶-۲-۳ افزایش درجه حرارت قسمتهای مختلف در حال کار نباید از مقادیر مشخص شده در استاندارد کلیدها بیشتر شود (قسمت خواص دی‌الکتریک بند (۷-۴) از IEC 158-1 جدول VI)

۵-۶-۲-۴ کنتاکتور باید هنگام کار در محدوده ولتاژ نامی، فاقد هرگونه لرزش و یا پرشی در کنتاکتها باشد.

۵-۶-۲-۵ علاوه بر کنتاکتهای اصلی، کنتاکتهای فرعی نیز برای فرمان و کنترل وجود داشته باشد.

۵-۶-۲-۶ کنتاکتهای حامل بار باید قابل تعویض باشد و فاصلهٔ بین قطبهای گوناگون کنتاکتور باید هم اندازه باشد.

۵-۶-۲-۷ فنر عمل‌کننده باید از فلز زنگ‌نزن مناسب یا از فلزی با روکش مؤثر بادوام که در آن خوردگی ایجاد نمی‌شود، تهیه گردد. کنتاکتورها باید در محفظه‌ای که در برابر گرد و غبار محافظت شده باشد قرار گیرد و تمام پیچ و مهره‌های آن سفت و محکم باشد.

۵-۶-۲-۸ ویژگیهای زیر باید بر روی یک پلاک بادوام با خطوط دایمی درج شود. (برابر قسمت ۵ از نشریه IEC 158)

الف - ولتاژ اسمی

ب - جریان اسمی

ج - رده کاربرد

د - فرکانس اسمی

هـ - علامت تجاری یا نام سازنده

۵-۶-۲-۹ کنتاکتورهای انتخاب شده باید برای استفاده در شرایط جوی مشخص شده مناسب باشد.

۵-۶-۲-۱۰ کنتاکتورها باید دارای پایداری کافی در کار باشد.

۵-۶-۳ فیوزها

۵-۶-۳-۱ فیوزها باید به‌آسانی قابل نصب در داخل تابلو یا کلید فیوز باشد.

۵-۶-۳-۲ فیوزها باید دارای مشخصات فنی مندرج در جدول زیر باشد:

ولتاژ نامی (ولت)

جریان اسمی پایه فیوز (آمپر)

جریان اسمی فیوز (آمپر)

جریان اتصال کوتاه (کیلوآمپر)

فرکانس اسمی (هرتز)

سطح عایقی (ولت)

مشخصه‌های زمان جریان (تندکار /کندکار /...)

نوع فیوز (کاردی، فشنگی)

قابلیت محدودکنندگی جریان اتصال کوتاه (بلی /خیر)

۵-۶-۳-۳ ضرایب کاهش مقادیر اسمی جریانها در ارتفاعات و مکانهای گوناگون با توجه به درجه حرارت محیط در انتخاب فیوز ملحوظ شده باشد.

۵-۶-۳-۴ مشخصات زمان ـ جریان فیوزها ارائه شود.

۵-۶-۳-۵ **پایداری:**

فیوز باید به‌گونه‌ای طراحی شده باشد که در حالات گوناگون و شرایط کار طبیعی و غیرطبیعی، موارد ذکر شده زیر را برآورده نماید:

الف ـ در هر شرایط کار طبیعی و تحت وضعیت سرویس مشخص شده، دمای قسمتهای مختلف آن از مقادیر مشخص شده بیشتر نشود و در مشخصه زمان ـ جریان تعیین شده تغییر قابل توجهی ظاهر نشود.

ب ـ پایداری حرارتی در طول مدت اتصال کوتاه و همچنین در طول مدت برقراری جریان اسمی کوتاه‌مدت تعیین‌شده.

پ ـ پایداری دینامیکی در برابر قویترین نیروی تولید شده به‌وسیلهٔ حداکثر مقدار جریان اتصال کوتاه همانند فشار ضربه‌ای قوی که به‌وسیلهٔ قطع همان جریان تولید می‌گردد.

۵-۶-۴ کلیدهای مینیاتوری

۵-۶-۴-۱ کلیدهای مینیاتوری باید از نوع حرارتی ـ مغناطیسی باشد و بدنه آن استقامت حرارتی و مکانیکی کافی برای تحمل مداوم جریان نامی قید شده آن را داشته باشد.

۵-۶-۴-۲ بدنه کلیدهای مینیاتوری باید بتواند جریان اضافه‌بار و اتصال کوتاهی را که کلید عامل حفاظتی آن است در شرایط کاری قید شده تحمل نماید.

۵-۶-۴-۳ درجه حفاظت کلید باید با درجه حفاظت تابلو همخوانی داشته و از درجه حفاظت تابلو نکاهد.

۵-۶-۴-۴ محفظه دربرگیرنده جزء عمل‌کننده حفاظتی، باید به‌منظور جلوگیری از تماس شخص با مکانیزم مزبور کاملاً مهر و موم شده باشد.

۵-۶-۴-۵ اجزای فلزی مکانیزم عمل‌کننده کلید باید از جنس مقاوم باشد تا در شرایط آب و هوایی نامساعد فرسوده نشود. ترمینالهای کلید باید به‌گونه‌ای باشد که از پراکنده شدن سیم و کابل متصل به آن جلوگیری

شود. رزوه‌های پیچ ترمینالها باید در فلز محکم شود. انتهای آچارخور پیچها باید گرد باشد تا از صدمه رساندن به‌سیمها جلوگیری نماید.

۵-۶-۴-۶ اطلاعات زیر باید به‌طور خوانا و همیشگی بر روی بدنه کلید درج شده باشد:

الف - استاندارد ساخت

ب - جریان اسمی

پ - ولتاژ اسمی و تعداد فازها

ت - دمای مرجع برای تنظیم کردن

ث - نوع کلید برحسب جریان قطع حفاظتی آن

ج - نام سازنده یا علامت تجاری آن

چ - فرکانس نامی

ح - وظیفهٔ کلید

۵-۶-۵ ترانسهای جریان

۵-۶-۵-۱ ترانسفورماتورهای جریان باید مطابق مشخصات ذکر شده در آخرین نشریه استاندارد IEC 185 طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۵-۶-۵-۲ ترانسفورماتورهای جریان باید برای کار عادی، تحت شرایط مشخص شده مناسب باشد. این نوع ترانسها باید به صورت یکپارچه ریخته شده و با ساخت مناسب برای نصب در تابلوهای تمام بسته فلزی ساخته شده و دارای تحمل الکتریکی، مکانیکی زیاد بوده و در برابر قوس الکتریکی و درجه حرارت، مقاومت زیاد داشته باشد.

تمام اجزای واقع در معرض هوا، باید برای مقاومت در برابر خوردگی از مواد ضدخوردگی تهیه و یا گالوانیزه گرم شده باشد. همچنین این‌گونه ترانسها باید نیازی به نگهداری نداشته باشد.

۵-۶-۵-۳ ترمینال اولیه باید از جنس مس گالوانیزه شده بوده و به پیچهای اتصال با اندازه مناسب برای اتصال به هادی مسی تا ۴ میلیمتر مربع مجهز باشد.

۵-۶-۵-۴ مجموعه ترانسفورماتورهای جریان باید روی یک صفحه نگهدارنده با مقاومت مکانیکی کافی ثابت گردد. ترانسفورماتور جریان باید بتواند توسط چهار عدد پیچ در هر وضعیت مطلوبی نصب شود.

۵-۶-۵-۵ یک پلاک ضدزنگ، که شامل اطلاعات مندرج در استاندارد IEC 185 ، و نشانگر دیاگرام اتصالات به صورت پاک نشدنی، باشد باید در یک مکان قابل دید روی ترانسفورماتور جریان نصب گردد. روش علامت‌گذاری ترمینالها باید مطابق استاندارد IEC 185 باشد.

۵-۶-۶ وسایل اندازه گیری و نمایشگر

۵-۶-۶-۱ وسایل نمایشگر باید در برابر نفوذ رطوبت و خاک مقاوم باشد و تقریباً همسطح قسمت نگهدارنده که ضخامت آن دو میلیمتر است، نصب شود. این وسایل باید دارای زمینه سفیدرنگ بوده و علامت‌گذاریها و درجه‌بندی و نشانگر آن به رنگ سیاه باشد.

۵-۶-۶-۲ وسایل نمایشگر باید دارای پیچ تنظیم برای صفرکردن باشد و میزان دقت آن در مقادیر اسمی برابر با ۱ ±

درصد باشد.

۵-۶-۶-۳ آمپرمترها باید مطابق جریان اولیه ترانسفورماتور جریان مدرج شده باشد.

۵-۶-۶-۴ ولت‌مترها باید دارای دامنه ۱ تا ۵۰۰ ولت باشد.

۵-۶-۶-۵ کلید ولت‌متر باید از نوع گردان هفت حالته باکنتاکت نگهدارنده، و بدون فنر برگشت بوده و دارای صفحه علامت‌گذاری شده باشد و برای نصب روی ورقه دو میلیمتری مناسب باشد. علامتها باید شامل: R، S، T، R-S، R-T، T-S و O باشد.

۵-۶-۶-۶ لامپهای نمایشگر باید از نوع تابلویی، دارای مصرف کم و برای نصب بر روی تابلو موردنظر مناسب باشد. کلاهک رنگی روی لامپها نباید با گرمای لامپ تغییر شکل و رنگ دهد.

۵-۶-۷ حداقل سطح مقطع سیمهای فشار ضعیف و کنترل داخل تابلو نباید از ۲/۵ میلیمتر مربع کمتر باشد و پوشش عایق آن باید حداقل تحمل ولتاژ ۱۰۰۰ ولت را داشته باشد.

۵-۶-۸ تابلوها و تجهیزات داخل آن باید دارای پلاک یا لوحه ویژگیهای مربوط به آن باشد که به صورت ماندگار و خوانا در محل قابل رویت نصب شود.

لوحه ویژگیهای تابلو باید حداقل شامل نام یا علامت تجاری سازنده، علامت مشخص‌کننده نوع تابلو، نوع جریان، ولتاژ اسمی‌کار، ولتاژ اسمی عایقبندی، ولتاژ جریان اسمی مدارهای فرعی، محدودیت و شرایط کاربرد، ایستادگی در برابر اتصال کوتاه، درجه حفاظت تابلو و افراد، و ابعاد تابلو باشد.

۵-۷ آزمایش تابلوهای فشار ضعیف:

کلیهٔ تابلوهای فشار ضعیف باید پس از ساخت در کارخانه و همچنین پس از نصب در محل و قبل از راه‌اندازی، در زمینه‌های خواص دی‌الکتریک، افزایش دما، ایستادگی در برابر اتصال کوتاه، پیوستگی مدارهای حافظتی، فواصل هوایی و خزشی، نحوهٔ کار اجزای مکانیکی، و درجهٔ حفاظت مورد آزمایش قرار گیرد. این‌گونه آزمونها باید براساس مفاد بند ۸ نشریه شماره ۱۹۲۸ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران زیر عنوان «مشخصات آزمونها»، که برای سهولت مراجعه عیناً ضمیمه این فصل گردیده است، انجام شود.

۵-۸ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای وسایل تابلوهای فشار ضعیف در جدول ۵-۵ ارائه شده است.

جدول ۵ ـ ۱ جدول انتخاب وسایل فرمان و حفاظت تابلوهای سیستم موتورهای تک‌فاز برقی

قدرت اسمی موتورهای تک‌فاز		شدت‌جریان (آمپر) در ۲۲۰ ولت، ۵۰ سیکل		روش حفاظت موتورهای برقی								کابل یا سیم تغذیه
				راه‌انداز			رله محافظ حرارتی (بی ـ متال)		فیوز پشتیبان			اندازه
کیلووات	اسب بخار (متریک)	دور در دقیقه		نوع	اندازه	جریان اسمی	گستره (آمپر)	تنظیم (آمپر)	نوع	پایه (آمپر)	فشنگ (آمپر)	کلید قطع (آمپر)	سطح مقطع و و تعداد رشته
			۱۴۲۵									
۰/۰۴۷	$\frac{۱}{۱۶}$		۰/۷	اتصال مستقیم	۰	۹	۱ ـ ۰/۶	۰/۷۵	DIAZED تأخیر زمانی	۲۵	۴	۱۶	۲×۲/۵
۰/۰۶	$\frac{۱}{۱۲}$		۰/۹	۱ ـ م	۰	۹	۱/۲ ـ ۰/۸	۰/۹۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۴	۱۶	۲×۲/۵
۰/۰۹	$\frac{۱}{۸}$		۱/۲	۱ ـ م	۰	۹	۱/۶ ـ ۱/۱	۱/۲۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۶	۱۶	۲×۲/۵
۰/۱۲	$\frac{۱}{۶}$		۱/۷	۱ ـ م	۰	۹	۲ ـ ۱/۴	۱/۷۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۶	۱۶	۲×۲/۵
۰/۱۸	$\frac{۱}{۴}$		۲/۳	۱ ـ م	۰	۹	۲/۵ ـ ۱/۷	۲/۳۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۶	۱۶	۲×۲/۵
۰/۲۵	$\frac{۱}{۳}$		۳/۳	۱ ـ م	۰	۹	۴/۵ ـ ۳	۳/۳۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۶	۱۶	۲×۲/۵
۰/۳۷	$\frac{۱}{۲}$		۴/۱	۱ ـ م	۰	۹	۶ ـ ۴	۴/۱۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۱۰	۱۶	۲×۲/۵
۰/۵۵	$\frac{۳}{۴}$		۶/۱	۱ ـ م	۰	۹	۸ ـ ۵/۵	۶/۲۰	DIA ت ـ ز	۲۵	۱۶	۱۶	۲×۲/۵
۰/۷۵	۱		۷/۵	۱ ـ م	۱	۱۶	۱۲ ـ ۸	۷/۶۰	DIA ت ـ ز	۲۵	۱۶	۱۶	۲×۲/۵
۱/۱	۱/۵		۹/۵	۱ ـ م	۱	۱۶	۱۲ ـ ۸	۹/۶۰	DIA ت ـ ز	۲۵	۲۵	۲۵	۲×۴
۱/۵	۲		۱۴	۱ ـ م	۲	۳۲	۱۶ ـ ۱۱	۱۴/۲۰	DIA ت ـ ز	۶۳	۳۵	۴۰	۲×۶
۲/۲	۳		۲۱	۱ ـ م	۲	۳۲	۲۵ ـ ۱۷	۲۱/۵۰	DIA ت ـ ز	۶۳	۵۰	۶۳	۲×۱۰
۳/۶	۵		۳۵	۱ ـ م	۳	۴۵	۴۵ ـ ۳۰	۳۵/۵۰	DIA ت ـ ز	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	۲×۱۶
۵/۵	۷/۵		۵۰	۱ ـ م	۴	۶۳	۶۳ ـ ۴۰	۵۱	DIA ت ـ ز	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۲×۲۵

جدول ۵ ـ ۲ جدول انتخاب وسایل فرمان و حفاظت تابلوهای سیستم موتورهای سه‌فاز برقی

قدرت اسمی موتورهای سه‌فاز		شدت‌جریان (آمپر) در ۳۸۰ ولت، ۵۰ سیکل			روش حفاظت موتورهای برقی								کابل یا سیم تغذیه
		دور در دقیقه			راه‌انداز			رله محافظ حرارتی (بی ـ متال)	فیوز پشتیبان			اندازه	
کیلووات	اسب بخار (متریک)	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰۰	نوع	اندازه	جریان اسمی	گستره (آمپر)	تنظیم (آمپر)	نوع	پایه (آمپر)	فشنگ (آمپر)	کلید قطع (آمپر)	سطح مقطع و و تعداد رشته
۰/۰۶	$\frac{۱}{۱۲}$	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲	اتصال مستقیم	۰	۹	۰/۱۸ ـ ۰/۲۵	۰/۲۵	DIAZED تأخیر زمانی	۲۵	۲	۱۶	۳×۲/۵
۰/۰۹	$\frac{۱}{۸}$	۰/۳۶	۰/۳۴	۰/۳	ا ـ م	۰	۹	۰/۲۵ ـ ۰/۴	۰/۳۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۲	۱۶	۳×۲/۵
۰/۱۲	$\frac{۱}{۶}$	۰/۵۰	۰/۴۴	۰/۳۷	ا ـ م	۰	۹	۰/۴ ـ ۰/۶	۰/۴۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۲	۱۶	۳×۲/۵
۰/۱۸	$\frac{۱}{۴}$	۰/۶۸	۰/۶۱	۰/۵۳	ا ـ م	۰	۹	۰/۶ ـ ۱	۰/۶۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۴	۱۶	۳×۲/۵
۰/۲۵	$\frac{۱}{۳}$	۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۷۱	ا ـ م	۰	۹	۰/۶ ـ ۱	۰/۸۰	DIA ت ـ ز	۲۵	۴	۱۶	۳×۲/۵
۰/۳۷	$\frac{۱}{۲}$	۱/۱۵	۱/۱۲	۱/۱۰	ا ـ م	۰	۹	۰/۸ ـ ۱/۲	۱/۱۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۴	۱۶	۳×۲/۵
۰/۵۵	$\frac{۳}{۴}$	۱/۶۳	۱/۴۷	۱/۴۵	ا ـ م	۰	۹	۱/۱ ـ ۱/۶	۱/۵۰	DIA ت ـ ز	۲۵	۶	۱۶	۳×۲/۵
۰/۷۵	۱/۰	۲/۱۵	۱/۹۵	۱/۸۳	ا ـ م	۰	۹	۱/۷ ـ ۲/۵	۲/۰۰	DIA ت ـ ز	۲۵	۶	۱۶	۳×۲/۵
۱/۱	۱/۵	۳/۰	۲/۸	۲/۵۵	ا ـ م	۰	۹	۲/۲ ـ ۳/۲	۲/۸۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۶	۱۶	۳×۲/۵
۱/۲	۱/۶	۳/۴	۳/۱۴	۲/۸۰	ا ـ م	۰	۹	۳ ـ ۴/۵	۳/۱۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۶	۱۶	۳×۲/۵
۱/۵	۲/۰	۴/۰	۳/۷	۳/۴	ا ـ م	۰	۹	۳ ـ ۴/۵	۳/۷۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۱۰	۱۶	۳×۲/۵
۲/۰	۲/۶۷	۵/۳	۴/۹۵	۴/۴	ا ـ م	۰	۹	۴ ـ ۶	۵/۰۰	DIA ت ـ ز	۲۵	۱۶	۲۵	۳×۲/۵
۲/۲	۳/۰	۵/۸	۵/۲	۴/۸	ا ـ م	۰	۹	۴ ـ ۶	۵/۲۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۱۶	۲۵	۳×۲/۵
۳/۰	۴/۰	۷/۶	۷/۰	۶/۴	ا ـ م	۰	۹	۵/۵ ـ ۸	۷/۰۵	DIA ت ـ ز	۲۵	۱۶	۲۵	۳×۲/۵

جدول ۵ ـ ۲ (ادامه)

قدرت اسمی موتورهای سه‌فاز		شدت‌جریان (آمپر) در ۳۸۰ ولت، ۵۰ سیکل			روش حفاظت موتورهای برقی								کابل یا سیم تغذیه
		دور در دقیقه			راه‌انداز			رله محافظ حرارتی (بی ـ متال)		فیوز پشتیبان			اندازه
کیلووات	اسب بخار (متریک)	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰۰	نوع	اندازه	جریان اسمی	گستره (آمپر)	تنظیم (آمپر)	نوع	پایه (آمپر)	فشنگ (آمپر)	کلید قطع (آمپر)	سطح مقطع و و تعداد رشته
۴	۵/۵	۹/۵	۸/۸	۸/۱	اتصال مستقیم	۱	۱۶	۹/۵ ـ ۶/۵	۸/۹	DIAZED تأخیر زمانی	۲۵	۲۵	۲۵	۳×۴
۵	۶/۶۷	۱۱/۹	۱۰/۸	۱۰/۱	ا ـ م	۱	۱۶	۱۲ ـ ۸	۱۰/۹	DIA ت ـ ز	۲۵	۲۵	۲۵	۳×۴
۵/۵	۷/۵	۱۳/۱	۱۱/۷	۱۱/۲	ا ـ م	۱	۱۶	۱۶ ـ ۱۱	۱۱/۸	DIA ت ـ ز	۶۳	۳۵	۴۰	۳×۶
۷/۵	۱۰	۱۸/۱	۱۵/۶	۱۴/۹	ا ـ م	۲	۳۲	۲۰ ـ ۱۴	۱۵/۷	DIA ت ـ ز	۶۳	۳۵	۴۰	۳×۶
۱۰	۱۳/۳۴	۲۲/۶	۲۰	۲۰/۴	ا ـ م	۲	۳۲	۲۵ ـ ۱۷	۲۰/۵	DIA ت ـ ز	۶۳	۵۰	۶۳	۳×۱۰
۱۱	۱۵	۲۴/۳	۲۲	۲۲/۵	ا ـ م	۲	۳۲	۲۵ ـ ۱۷	۲۲/۵	DIA ت ـ ز	۶۳	۵۰	۶۳	۳×۱۰
۱۵	۲۰	۳۱/۵	۲۹	۳۰	ا ـ م	۲	۳۲	۳۲ ـ ۲۲	۲۹/۵	DIA ت ـ ز	۶۳	۶۳	۶۳	۳×۱۰
۱۸/۵	۲۵	۳۷/۵	۳۸	۳۶	ا ـ م	۳	۴۵	۴۵ ـ ۳۰	۳۸/۵	DIA ت ـ ز	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	۳×۱۶
۲۰	۲۶/۶۶	۴۰/۱	۳۹/۸	۳۷/۹	ا ـ م	۳	۴۵	۴۵ ـ ۳۰	۴۰	DIA ت ـ ز	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	۳×۱۶
۲۲	۳۰	۴۴/۵	۴۳/۵	۴۲/۵	ا ـ م	۴	۶۳	۶۳ ـ ۴۰	۴۴	DIA ت ـ ز	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	۳×۲۵
۲۵	۳۳/۳۴	۵۰	۴۹	۴۸	ا ـ م	۴	۶۳	۶۳ ـ ۴۰	۵۰	DIA ت ـ ز	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۳×۲۵
۳۰	۴۰	۵۹	۵۸	۵۷	ا ـ م	۴	۶۳	۶۳ ـ ۴۰	۵۹	DIA ت ـ ز	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۳×۲۵
۳۵	۴۶/۶۶	۶۸	۶۷	۶۵/۵	ا ـ م	۶	۱۱۰	۸۰ ـ ۵۵	۶۸	DIA ت ـ ز	۲۰۰	۱۲۵	۲۰۰	۳×۳۵
۳۷	۵۰	۷۲	۷۱	۶۹	ا ـ م	۶	۱۱۰	۸۰ ـ ۵۵	۷۲	DIA ت ـ ز	۲۰۰	۱۲۵	۲۰۰	۳×۳۵

جدول ۵ ـ ۲ (ادامه)

قدرت اسمی موتورهای سه‌فاز		شدت‌جریان (آمپر) در ۳۸۰ ولت، ۵۰ سیکل			روش حفاظت موتورهای برقی								کابل یا سیم تغذیه
		دور در دقیقه			راه‌انداز			رله محافظ حرارتی (بی ـ متال)		فیوز پشتیبان			اندازه
کیلووات	اسب بخار (متریک)	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰۰	نوع	اندازه	جریان اسمی	گستره (آمپر)	تنظیم (آمپر)	نوع	پایه (آمپر)	فشنگ (آمپر)	کلید قطع (آمپر)	سطح مقطع و و تعداد رشته
۴۰	۵۳/۳۳	۷۷/۲	۷۵/۶	۷۴/۲	اتصال مستقیم	۶	۱۱۰	۷۰ ـ ۱۰۰	۷۸	DIAZED تأخیر زمانی	۲۰۰	۱۲۵	۲۰۰	۳×۳۵
۴۵	۶۰	۸۷	۸۷	۸۳	ا ـ م	۶	۱۱۰	۷۰ ـ ۱۰۰	۸۸	DIA ت ـ ز	۲۰۰	۱۶۰	۲۰۰	۳×۵۰
۵۰	۶۶/۶۶	۹۶	۹۴/۵	۹۳	ا ـ م	۶	۱۱۰	۹۰ ـ ۱۱۰	۹۶	DIA ت ـ ز	۲۰۰	۱۶۰	۲۰۰	۳×۵۰
۵۵	۷۵	۱۰۶	۱۰۴	۱۰۴	ا ـ م	۸	۱۷۰	۸۸ ـ ۱۲۵	۱۰۶	DIA ت ـ ز	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۳×۵۰
۷۵	۱۰۰	۱۴۴	۱۴۲	۱۴۰	ا ـ م	۸	۱۷۰	۱۲۰ ـ ۱۷۰	۱۴۴	HRC	۴۰۰	۲۲۴	۴۰۰	۳×۷۰
۹۰	۱۲۵	۱۷۲	۱۶۸	۱۶۶	ا ـ م	۱۰	۲۵۰	۱۴۰ ـ ۲۰۰	۱۷۲	HRC	۴۰۰	۲۵۰	۴۰۰	۳×۹۵
۱۱۰	۱۵۰	۲۱۰	۲۰۵	۲۰۰	ا ـ م	۱۰	۲۵۰	۱۷۵ ـ ۲۵۰	۲۱۰	HRC	۴۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۳×۱۲۰
۱۳۲	۱۸۰	۲۵۵	۲۴۵	۲۴۰	ا ـ م	۱۲	۴۰۰	۲۲۵ ـ ۳۲۰	۲۵۵	HRC	۴۰۰	۳۱۵	۴۰۰	۳×۱۵۰
۱۶۰	۲۲۰	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۰	ا ـ م	۱۲	۴۰۰	۲۸۰ ـ ۴۰۰	۲۹۵	HRC	۶۳۰	۴۰۰	۶۳۰	۳×۱۸۵
۲۰۰	۲۷۰	۳۷۰	۳۶۰	۳۶۰	ا ـ م	۱۲	۴۰۰	۳۵۰ ـ ۵۰۰	۳۷۰	HRC	۶۳۰	۵۰۰	۶۳۰	۳×۳۰۰
۲۵۰	۳۴۰	۴۶۰	۴۵۰	۴۴۰	ا ـ م	۱۴	۶۳۰	۴۴۰ ـ ۶۳۰	۴۶۰	HRC	۶۳۰	۶۳۰	۶۳۰	۳×۳۰۰
۳۱۵	۴۳۰	۵۸۰	۵۷۰	۵۶۰	ا ـ م	۱۴	۶۳۰	۴۴۰ ـ ۶۳۰	۵۸۰	HRC	۶۳۰	۶۳۰	۶۳۰	۳×۴۰۰
۳۸۰	۵۱۵	۷۰۰	۶۸۰	۶۶۰	ا ـ م	ـ	۱۰۰۰	۲۵۰ ـ ۱۰۰۰	۷۰۰	HRC	۱۰۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۲(۳×۲۴۰)
۴۰۰	۵۴۵	۷۲۰	۷۱۵	۷۱۰	ا ـ م	ـ	۱۰۰۰	۲۵۰ ـ ۱۰۰۰	۷۲۰	HRC	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۲(۳×۲۴۰)
۵۰۰	۶۸۰	۹۱۰	۸۹۵	۸۷۵	ا ـ م	ـ	۱۰۰۰	۷۵۰ ـ ۱۲۰۰	۹۱۰	HRC	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۲(۳×۲۴۰)

جدول ۵ ـ ۲ (ادامه)

قدرت اسمی موتورهای سه‌فاز		شدت‌جریان (آمپر) در ۳۸۰ ولت، ۵۰ سیکل			روش حفاظت موتورهای برقی								کابل یا سیم تغذیه
		دور در دقیقه			راه‌انداز			رله محافظ حرارتی (بی ـ متال)	فیوز پشتیبان			اندازه کلید قطع (آمپر)	
کیلووات	اسب بخار (متریک)	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰۰	نوع	اندازه	جریان اسمی	گستره (آمپر)	تنظیم (آمپر)	نوع	پایه (آمپر)	فشنگ (آمپر)		سطح مقطع و و تعداد رشته
۱۱	۱۵	۲۴/۳	۲۲	۲۲/۵	ستاره مثلث	۱	۲۵	۱۶ ـ ۱۱	۱۳	تأخیرزمانی یا HRC	NEOZ-25 یا HRC-125	۲۵	۴۰	۲(۳×۶)
۱۵	۲۰	۳۱/۵	۲۹	۳۰	س ـ م	۲	۵۰	۲۰ ـ ۱۴	۱۸	تأخیرزمانی یا HRC	NEOZ-63 یا HRC-125	۵۰	۶۳	۲(۳×۱۰)
۱۸/۵	۲۵	۳۷/۵	۳۸	۳۶	س ـ م	۲	۵۰	۲۵ ـ ۱۷	۲۲	تأخیرزمانی یا HRC	NEOZ-63 یا HRC-125	۶۳	۱۰۰	۲(۳×۱۰)
۲۰	۲۶/۶۶	۴۰/۱	۳۹/۸	۳۷/۹	س ـ م	۳	۷۰	۳۲ ـ ۲۲	۲۴	تأخیرزمانی یا HRC	NEOZ-63 یا HRC-125	۶۳	۱۰۰	۲(۳×۱۶)
۲۲	۳۰	۴۴/۵	۴۳/۵	۴۲/۵	س ـ م	۳	۷۰	۳۲ ـ ۲۲	۲۶	تأخیرزمانی یا HRC	NEOZ-63 یا HRC-125	۶۳	۱۰۰	۲(۳×۱۶)
۲۵	۳۳/۳۴	۵۰	۴۹	۴۸	س ـ م	۳	۷۰	۳۲ ـ ۲۲	۲۹	تأخیرزمانی یا HRC	NEOZ-63 یا HRC-125	۶۳	۱۰۰	۲(۳×۱۶)
۳۰	۴۰	۵۹	۵۸	۵۷	س ـ م	۳	۷۰	۴۵ ـ ۳۰	۳۵	HRC	۱۲۵	۸۰	۱۲۵	۲(۳×۱۶)
۳۵	۴۶/۶۶	۶۸	۶۷	۶۵/۵	س ـ م	۴	۱۰۰	۴۵ ـ ۳۰	۴۰	HRC	۱۲۵	۱۰۰	۱۲۵	۲(۳×۲۵)
۳۷	۵۰	۷۲	۷۱	۶۹	س ـ م	۴	۱۰۰	۶۳ ـ ۴۰	۴۲	HRC	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰	۲(۳×۲۵)
۴۰	۵۳/۳۳	۷۷/۲	۷۵/۶	۷۴/۲	س ـ م	۴	۱۰۰	۶۳ ـ ۴۰	۴۵	HRC	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰	۲(۳×۲۵)
۴۵	۶۰	۸۷	۸۷	۸۳	س ـ م	۶	۱۶۰	۶۳ ـ ۴۰	۵۱	HRC	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰	۲(۳×۳۵)
۵۰	۶۶/۶۶	۹۶	۹۴/۵	۹۳	س ـ م	۶	۱۶۰	۶۳ ـ ۴۰	۵۶	HRC	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰	۲(۳×۳۵)
۵۵	۷۵	۱۰۶	۱۰۴	۱۰۴	س ـ م	۶	۱۶۰	۸۰ ـ ۵۵	۶۲	HRC	۲۵۰	۱۶۰	۲۵۰	۲(۳×۵۰)
۷۵	۱۰۰	۱۴۴	۱۴۲	۱۴۰	س ـ م	۶	۱۶۰	۱۰۰ ـ ۷۰	۸۴	HRC	۲۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۲(۳×۷۰)

جدول ۵ ـ ۲ (ادامه)

قدرت اسمی موتورهای سه‌فاز		شدت‌جریان (آمپر) در ۳۸۰ ولت، ۵۰ سیکل			روش حفاظت موتورهای برقی									کابل یا سیم تغذیه
		دور در دقیقه			راه‌انداز			رله محافظ حرارتی (بی ـ متال)		فیوز پشتیبان			اندازه	
کیلووات	اسب بخار (متریک)	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰۰	نوع	اندازه	جریان اسمی	گستره (آمپر)	تنظیم (آمپر)	نوع	پایه (آمپر)	فشنگ (آمپر)	کلید قطع (آمپر)	سطح مقطع و و تعداد رشته
۹۰	۱۲۵	۱۷۲	۱۶۸	۱۶۶	ستاره مثلث	$\frac{۸}{۶}$	۲۵۰	۸۸ ـ ۱۲۵	۹۸	HRC	۴۰۰	۲۵۰	۴۰۰	۲(۳×۹۵)
۱۱۰	۱۵۰	۲۱۰	۲۰۵	۲۰۰	س ـ م	$\frac{۸}{۶}$	۲۵۰	۸۸ ـ ۱۲۵	۱۲۰	HRC	۴۰۰	۲۵۰	۴۰۰	۲(۳×۹۵)
۱۳۲	۱۸۰	۲۵۵	۲۴۵	۲۴۰	س ـ م	$\frac{۸}{۶}$	۲۵۰	۱۲۰ ـ ۱۷۰	۱۴۵	HRC	۴۰۰	۳۱۵	۴۰۰	۲(۳×۱۲۰)
۱۶۰	۲۲۰	۲۹۵	۲۹۵	۲۹۰	س ـ م	$\frac{۱۲}{۸}$	۵۰۰	۱۷۵ ـ ۲۵۰	۱۷۵	HRC	۶۳۰	۴۰۰	۶۳۰	۲(۳×۱۵۰)
۲۰۰	۲۷۰	۳۷۰	۳۶۰	۳۶۰	س ـ م	$\frac{۱۲}{۸}$	۵۰۰	۱۷۵ ـ ۲۵۰	۲۱۰	HRC	۶۳۰	۴۰۰	۶۳۰	۲(۳×۲۴۰)
۲۵۰	۳۴۰	۴۶۰	۴۵۰	۴۴۰	س ـ م	$\frac{۱۲}{۸}$	۵۰۰	۲۲۵ ـ ۳۲۰	۲۶۱	HRC	۶۳۰	۵۰۰	۶۳۰	۲(۳×۳۰۰)
۳۱۵	۴۳۰	۵۸۰	۵۷۰	۵۶۰	س ـ م	$\frac{۱۲}{۱۰}$	۷۰۰	۲۸۰ ـ ۴۰۰	۳۳۱	HRC	۲×۶۳۰	۲×۵۰۰	۱۰۰۰	۲(۳×۴۰۰)
۳۸۰	۵۱۵	۷۰۰	۶۸۰	۶۶۰	س ـ م	$\frac{۱۲}{۱۰}$	۷۰۰	۲۸۰ ـ ۴۰۰	۳۹۵	HRC	۲×۶۳۰	۲×۵۰۰	۱۰۰۰	۴(۳×۲۴۰)
۴۰۰	۵۴۵	۷۲۰	۷۱۵	۷۱۰	س ـ م	ـ	۱۰۰۰	۳۵۰ ـ ۶۳۰	۴۱۵	HRC	۲×۶۳۰	۲×۵۰۰	۱۰۰۰	۴(۳×۲۴۰)
۴۷۵	۶۴۵	۸۷۰	۸۵۰	۸۳۰	س ـ م	ـ	۱۰۰۰	۳۵۰ ـ ۶۳۰	۴۹۳	HRC	۲×۶۳۰	۲×۵۰۰	۱۰۰۰	۴(۳×۲۴۰)
۵۰۰	۶۸۰	۹۱۰	۸۹۵	۸۷۵	س ـ م	ـ	۱۰۰۰	۳۵۰ ـ ۶۳۰	۵۲۰	HRC	۲×۶۳۰	۲×۵۰۰	۱۰۰۰	۶(۳×۱۸۵)

جدول ۵ ـ ۳ جدول ظرفیت بار ثابت شمشهای مسی تخت در حرارت ۳۰ درجه سانتیگراد برحسب آمپر

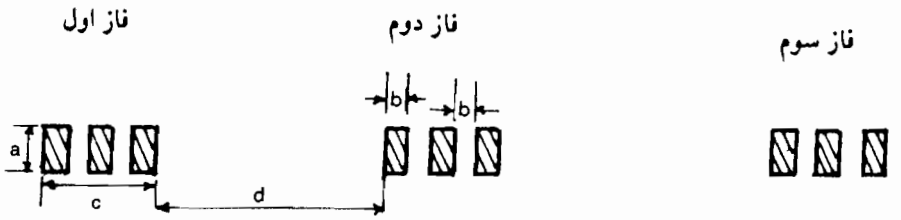
ابعاد میلیمتر	سطح مقطع میلیمتر مربع	وزن کیلوگرم بر متر	نوع جریان برق	ظرفیت بار شمش برحسب تعداد							
				رنگ شده				بدون رنگ			
				۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴
۱۵×۳	۴۵	۰/۴	~	۱۸۵	۳۳۰			۱۷۰	۳۰۰		
			=	۱۹۵	۳۳۵			۱۷۵	۳۰۵		
۲۰×۳	۶۰	۰/۵۳	~	۲۴۵	۴۲۵			۲۲۰	۳۸۰		
			=	۲۵۰	۴۳۵			۲۲۵	۳۹۵		
۲۵×۳	۷۵	۰/۶۷	~	۳۰۰	۵۱۰			۲۷۰	۴۶۰		
			=	۳۱۰	۵۳۰			۲۷۵	۴۸۵		
۳۰×۵	۱۵۰	۱/۳۴	~	۴۵۰	۷۸۰			۴۰۰	۷۰۰		
			=	۴۷۵	۸۰۰			۴۲۵	۷۲۵		
۴۰×۵	۲۰۰	۱/۷۸	~	۶۰۰	۱۰۰۰			۵۲۰	۹۰۰		
			=	۶۰۰	۱۰۳۰			۵۵۰	۹۳۵		
۵۰×۵	۲۵۰	۲/۲۳	~	۷۰۰	۱۲۰۰	۱۷۵۰	۲۳۰۰	۶۳۰	۱۱۰۰	۱۵۵۰	۲۱۰۰
			=	۷۴۰	۱۲۷۰	۱۸۷۰		۶۵۰	۱۱۵۰	۱۷۰۰	
۶۰×۵	۳۰۰	۲/۶۷	~	۸۲۵	۱۴۰۰	۱۹۸۰	۲۶۵۰	۷۵۰	۱۳۰۰	۱۸۰۰	۲۴۰۰
			=	۸۷۰	۱۵۰۰	۲۲۰۰	۲۷۰۰	۷۸۰	۱۴۰۰	۱۹۰۰	۲۵۰۰
۶۰×۱۰	۶۰۰	۵/۳۴	~	۱۲۰۰	۲۱۰۰	۲۸۰۰	۳۸۰۰	۱۱۰۰	۱۸۶۰	۲۵۰۰	۳۴۰۰
			=	۱۲۵۰	۲۲۰۰	۳۱۰۰	۳۹۰۰	۱۱۰۰	۲۰۰۰	۲۸۰۰	۳۵۰۰
۸۰×۵	۴۰۰	۳/۵۶	~	۱۰۶۰	۱۸۰۰	۲۴۵۰	۳۳۰۰	۹۵۰	۱۶۵۰	۲۲۰۰	۲۹۰۰
			=	۱۱۵۰	۲۰۰۰	۲۸۰۰	۳۵۰۰	۱۰۰۰	۱۸۰۰	۲۵۰۰	۳۲۰۰
۸۰×۱۰	۸۰۰	۷/۱۲	~	۱۵۴۰	۲۶۰۰	۳۴۵۰	۴۶۰۰	۱۴۰۰	۲۳۰۰	۳۱۰۰	۴۲۰۰
			=	۱۶۵۰	۲۸۰۰	۴۰۰۰	۵۱۰۰	۱۴۵۰	۲۶۰۰	۳۶۰۰	۴۵۰۰
۱۰۰×۱۰	۱۰۰۰	۸/۹	~	۱۸۸۰	۳۱۰۰	۴۰۰۰	۵۴۰۰	۱۷۰۰	۲۷۰۰	۳۶۰۰	۴۸۰۰
			=	۲۰۰۰	۳۶۰۰	۴۹۰۰	۶۲۰۰	۱۷۰۰	۳۲۰۰	۴۴۰۰	۵۶۰۰
۱۲۰×۱۰	۱۲۰۰	۱۰/۶۸	~	۲۲۰۰	۳۵۰۰	۴۶۰۰	۶۱۰۰	۲۰۰۰	۳۲۰۰	۴۲۰۰	۵۵۰۰
			=	۲۳۰۰	۴۲۰۰	۵۷۰۰	۷۴۰۰	۲۱۰۰	۳۷۰۰	۵۲۰۰	۶۶۰۰

جدول ۵ ـ ۴ جدول ظرفیت بار ثابت شمشهای آلومینیومی تخت در حرارت ۳۰ درجه سانتیگراد برحسب آمپر

ابعاد میلیمتر	سطح مقطع میلیمتر مربع	وزن کیلوگرم بر متر	نوع جریان برق	ظرفیت بار شمش برحسب تعداد							
				رنگ شده				بدون رنگ			
				۱	۲	۳	۴	۱		۳	۴
۲۰×۳	۶۰	۰/۱۶۲	~	۱۹۵	۳۴۰			۱۴۵	۲۷۰		
			=	۲۰۰	۳۵۰			۱۵۰	۲۸۰		
۲۵×۳	۷۵	۰/۲۰۲	~	۲۴۰	۴۱۰			۱۸۰	۳۳۰		
			=	۲۴۵	۴۳۰			۱۸۵	۳۴۰		
۳۰×۵	۱۵۰	۰/۴۰۵	~	۳۶۰	۶۲۵			۲۷۰	۵۰۰		
			=	۳۸۰	۶۴۵			۲۷۵	۵۲۰		
۴۰×۵	۲۰۰	۰/۵۴۰	~	۴۶۰	۸۰۰			۳۵۰	۶۵۰		
			=	۴۸۵	۸۳۰			۳۶۰	۶۶۰		
۴۰×۱۰	۴۰۰	۱/۰۸۰	~	۶۷۰	۱۲۰۰	۱۶۵۰	۲۲۵۰	۵۱۵	۹۷۵	۱۳۵۰	۱۸۰۰
			=	۷۰۰	۱۲۴۰	۱۷۵۰		۵۴۰	۱۰۰۰	۱۴۲۰	
۵۰×۱۰	۵۰۰	۱/۳۵	~	۸۲۰	۱۴۴۰	۱۹۶۰	۲۲۶۰	۶۲۵	۱۱۵۰	۱۶۰۰	۲۱۶۰
			=	۸۵۰	۱۵۲۰	۲۱۴۰		۶۵۵	۱۲۱۵	۱۷۳۰	
۶۰×۵	۳۰۰	۰/۸۱	~	۶۶۰	۱۱۳۰	۱۵۸۰	۲۱۲۰	۵۰۰	۹۰۰	۱۳۰۰	۱۷۳۰
			=	۷۰۰	۱۲۱۰	۱۷۰۰	۲۲۰۰	۵۳۰	۹۶۰	۱۴۲۰	۱۸۵۰
۶۰×۱۰	۶۰۰	۱/۶۲	~	۹۶۰	۱۶۵۰	۲۲۳۰	۳۰۴۰	۷۳۰	۱۳۰۰	۱۸۵۰	۲۵۰۰
			=	۱۰۰۰	۱۷۹۰	۲۵۰۰	۳۱۵۰	۷۷۰	۱۴۳۰	۲۶۳۰	۲۶۰۰
۸۰×۱۰	۸۰۰	۲/۱۶	~	۱۲۳۰	۲۱۰۰	۲۷۶۰	۳۶۸۰	۹۳۰	۱۶۵۰	۲۳۰۰	۳۱۰۰
			=	۱۳۰۰	۲۳۰۰	۳۲۰۰	۴۱۰۰	۹۸۵	۱۸۴۰	۲۶۴۰	۳۴۰۰
۱۰۰×۱۰	۱۰۰۰	۲/۷۰	~	۱۵۰۰	۲۴۵۰	۳۲۰۰	۴۳۰۰	۱۱۰۰	۱۹۵۰	۲۷۰۰	۳۷۰۰
			=	۱۵۸۰	۲۸۰۰	۳۹۰۰	۵۰۰۰	۱۲۰۰	۲۲۴۰	۳۲۰۰	۴۲۰۰
۱۲۰×۱۰	۱۲۰۰	۳/۲۴	~	۱۷۶۰	۲۸۰۰	۳۷۰۰	۴۹۰۰	۱۳۱۰	۲۳۵۰	۳۱۰۰	۴۳۰۰
			=	۱۸۷۵	۳۳۰۰	۴۶۰۰	۵۹۰۰	۱۴۲۰	۲۶۴۰	۳۸۰۰	۵۰۰۰

نکاتی که برای استفاده از جداول ۵ ـ ۳ و ۵ ـ ۴ باید مورد توجه قرار گیرد:

۱ ـ ظرفیت بار مشخص شده، در هر یک از جداول، برای شینه‌هایی معتبر است که ضلع بزرگتر مقطع آن (a) در وضعیت عمودی قرار گیرد.



۲ ـ در هر یک از فازها، فاصلهٔ بین دو شینه مجاور (b)، برابر است با ضخامت شینه موردنظر.

۳ ـ مقادیر ظرفیت بار (I) در حرارتهای بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد (θ) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$I=I_{۳۰}\sqrt{\frac{\theta}{۳۰}}$$

$I_{۳۰}$= ظرفیت بار (آمپر) در حرارت ۳۰ درجه سانتیگراد.

۴ ـ شدت جریان مجاز (I) برای فرکانس‌های دیگر (f)، با استفاده‌از فرمول $I=I_{۳۰}\sqrt{\frac{۵۰}{f}}$ محاسبه می‌شود.

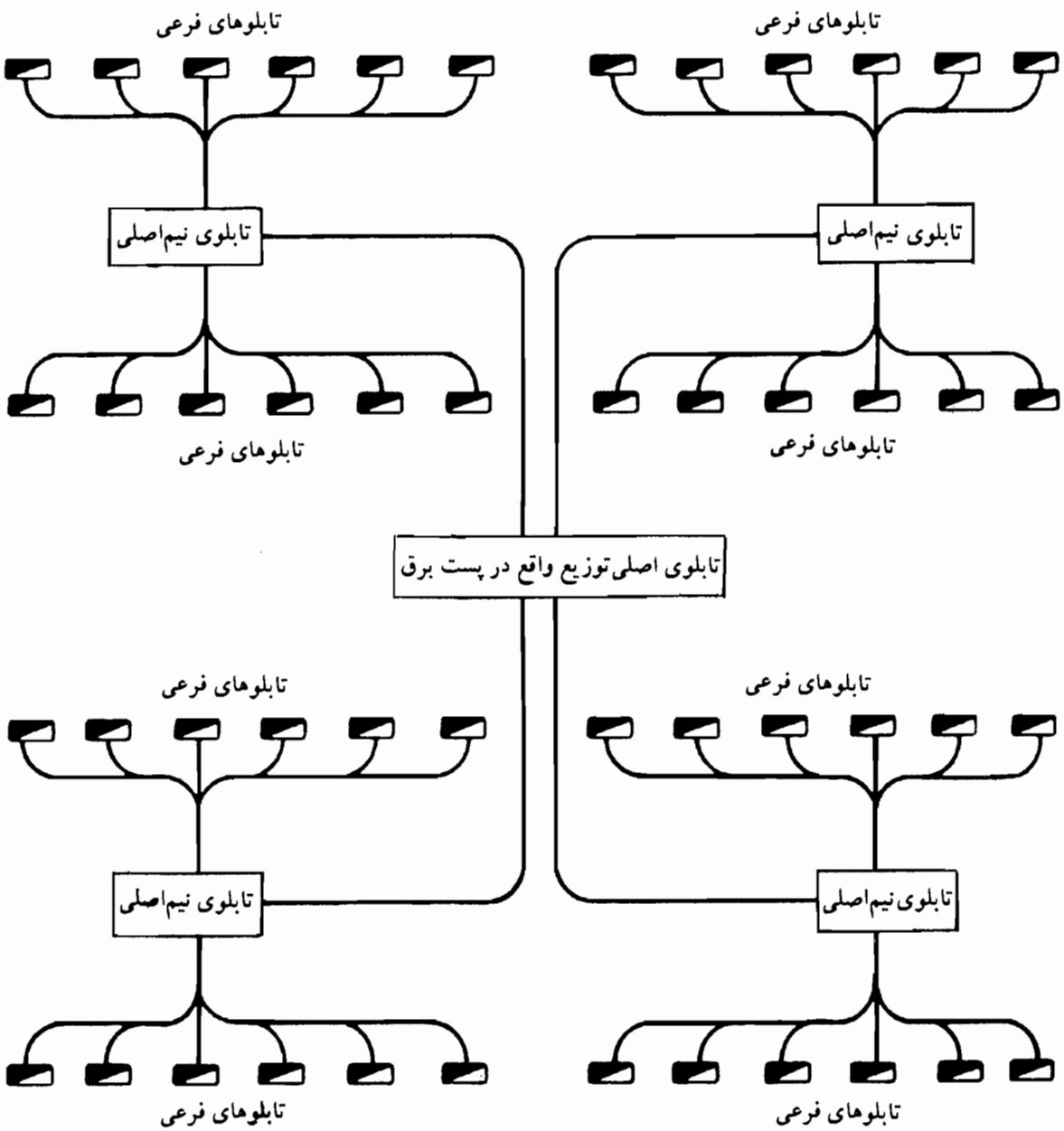
۵ ـ در هر یک از فازها فقط سطوح خارجی شینه‌ها باید رنگ‌آمیزی شود.

۶ ـ شرایط زیر برای برق متناوب (a.c.) معتبر است:

الف ـ معدل افزایش حرارت در جدول برابر ۳۰ درجه سانتیگراد خواهد بود مشروط بر آنکه فاصله بین مجموعه شینه‌های دوفاز (d) از ده برابر قطر مجموع شینه‌های یکی از فازها (c) کمتر نباشد. در صورتی که فاصلهٔ d کمتر از ده برابر فاصلهٔ c باشد، مقادیر ظرفیت بار مندرج در جداول ۵ ـ ۳ و ۵ ـ ۴ طبق ضرایب زیر کاهش می‌یابد:

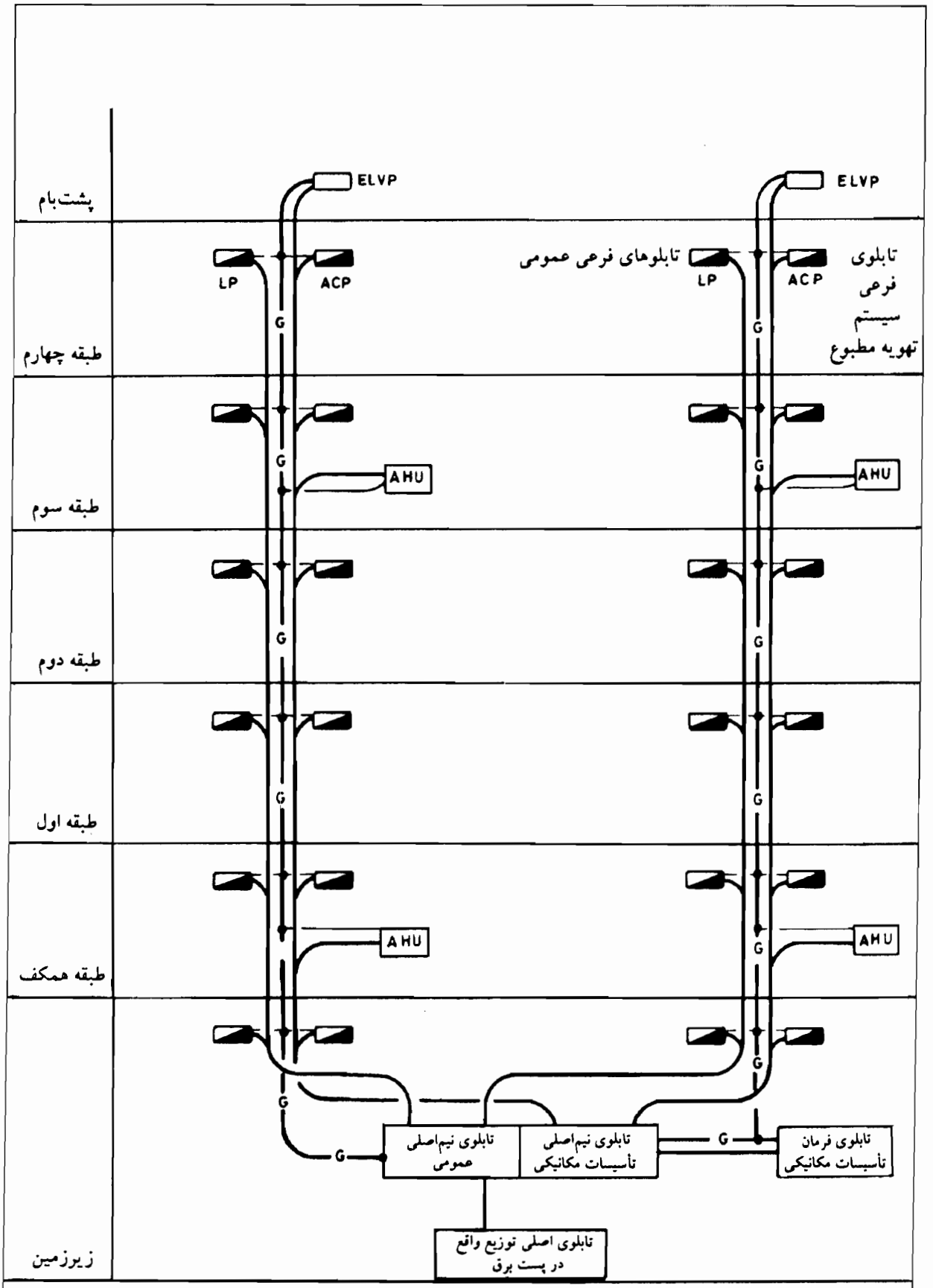
نسبت c : d	۸	۶	۴	۲
ضریب کاهش	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۹	۰/۸

ب ـ شینه‌هایی که روبروی فازهای مجاور واقع می‌شود دارای چند درجه حرارت بیشتر خواهد بود.



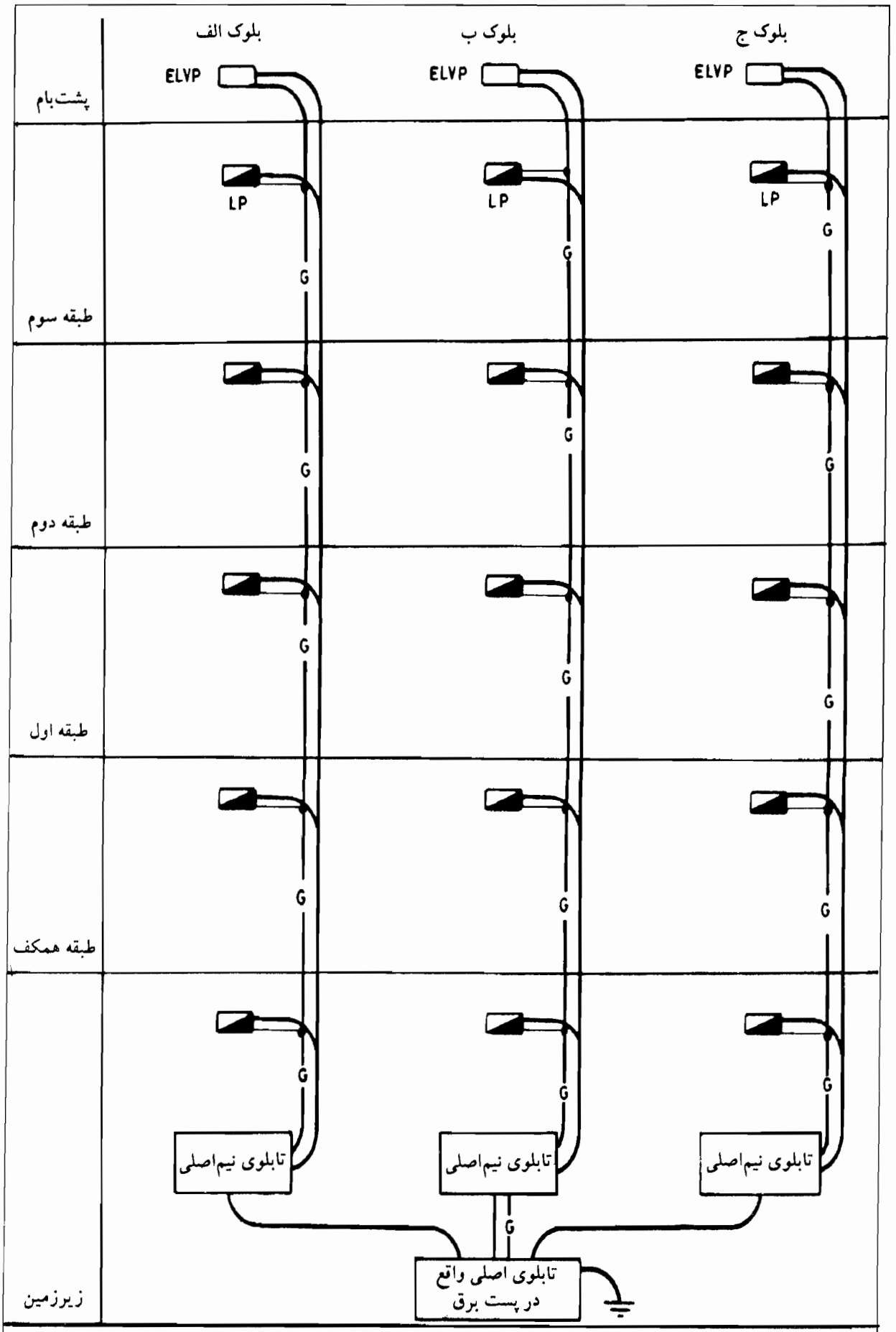
شماتیک سیستم توزیع نیروی برق در سطح.

شکل ۵ ـ ۱



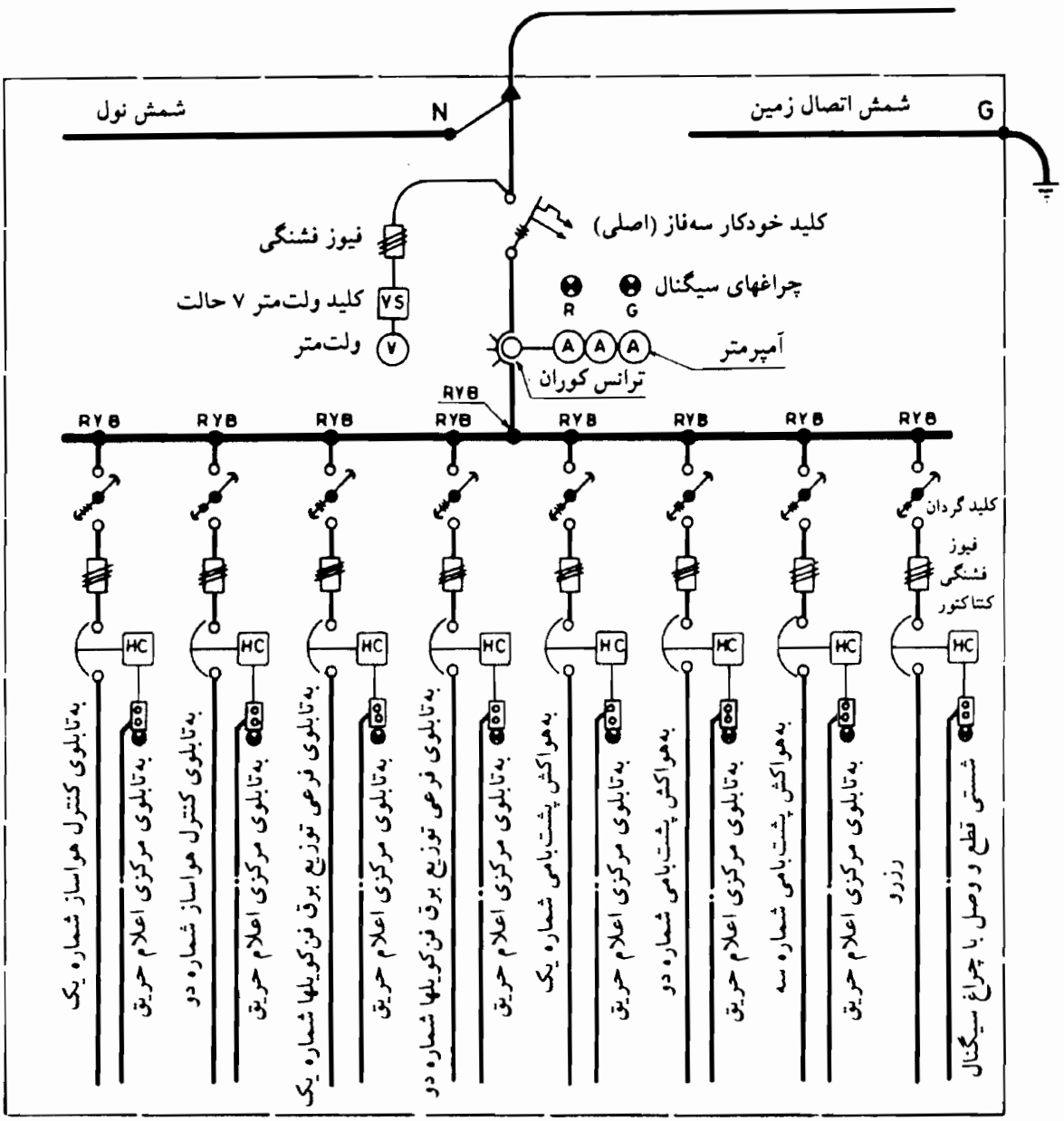
شماتیک سیستم توزیع نیروی برق در ارتفاع.

شکل ۵ ـ ۲ (الف)



شماتیک سیستم توزیع نیروی برق در ارتفاع.

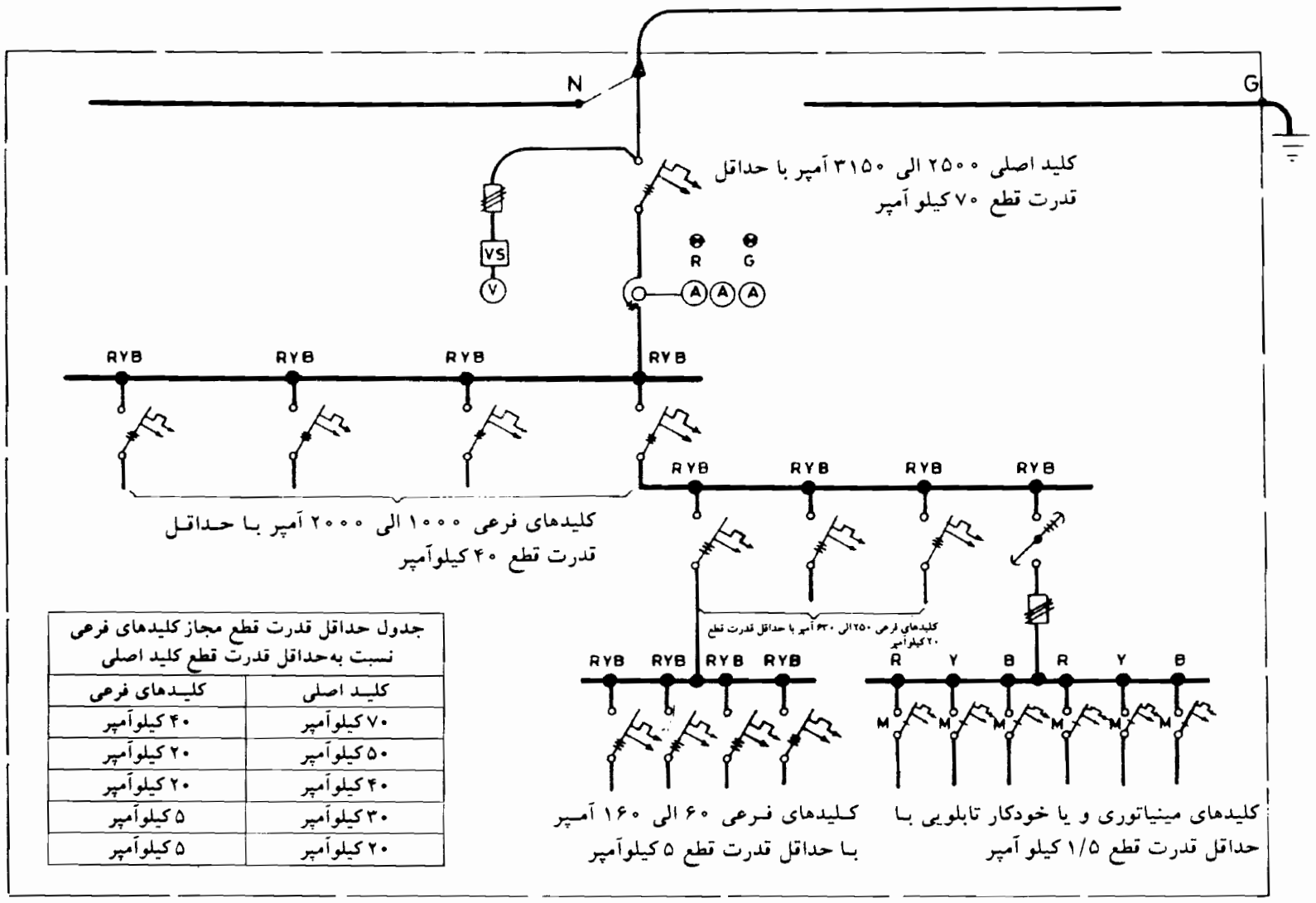
شکل ۵ ـ ۲ (ب)



شماتیک تابلوی اصلی توزیع نیروی برق سیستم تهویه مطبوع و هواکشها.

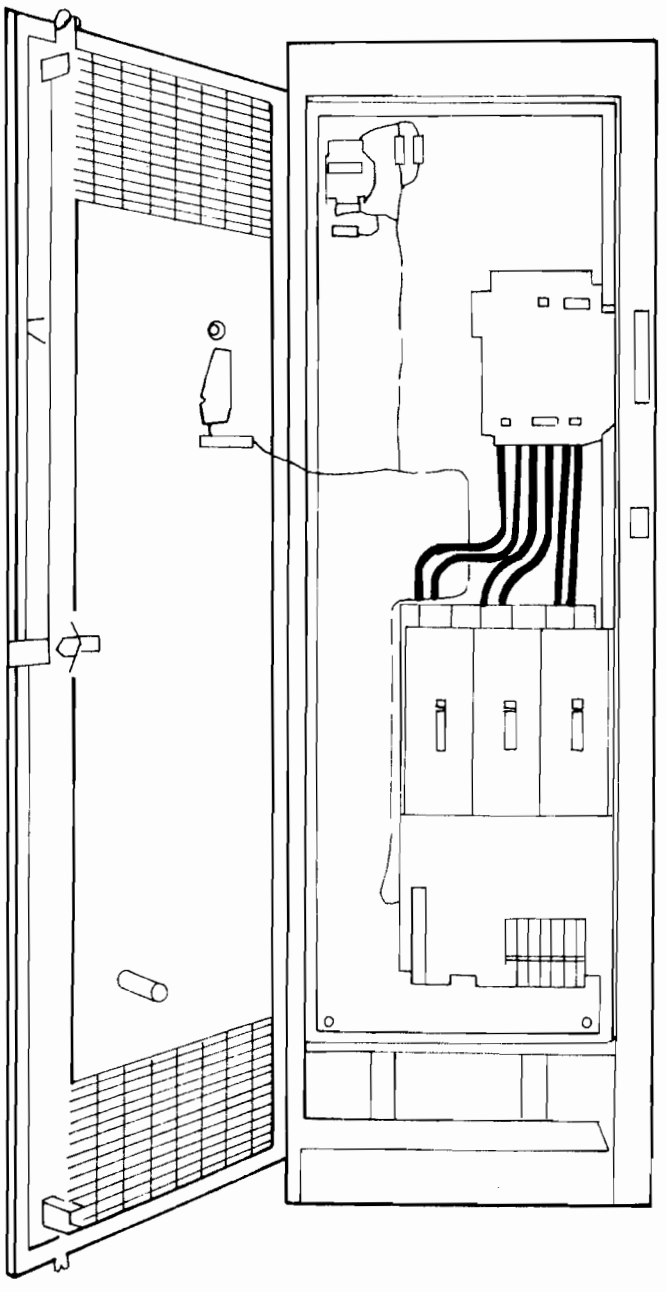
(برای سیستم قطع خودکار جریان هوای هر منطقه در صورت عملکرد اعلام حریق آن منطقه در مواقع آتش‌سوزی)

شکل ۵ ـ ۳



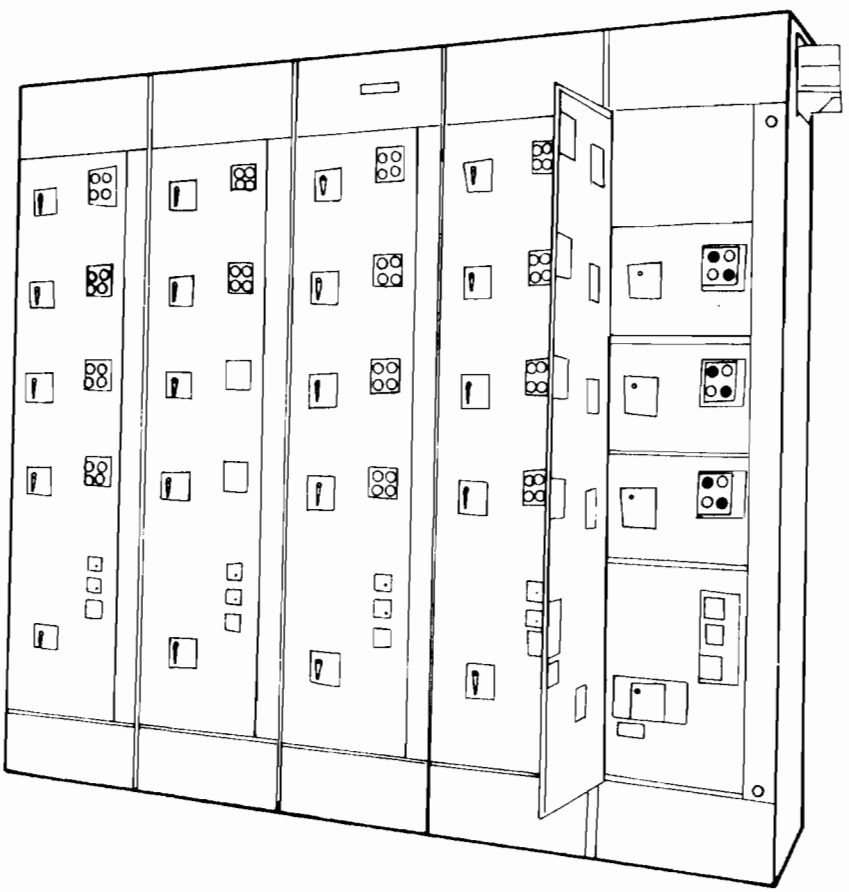
جدول حداقل قدرت قطع مجاز کلیدهای فرعی نسبت به‌حداقل قدرت قطع کلید اصلی	
کلید اصلی	کلیدهای فرعی
۷۰ کیلوآمپر	۴۰ کیلوآمپر
۵۰ کیلوآمپر	۲۰ کیلوآمپر
۴۰ کیلوآمپر	۲۰ کیلوآمپر
۳۰ کیلوآمپر	۵ کیلوآمپر
۲۰ کیلوآمپر	۵ کیلوآمپر

شکل ۵ ـ ۴ شماتیک تقسیم‌بندی کلیدها در تابلو برحسب حداقل قدرت مقطع.



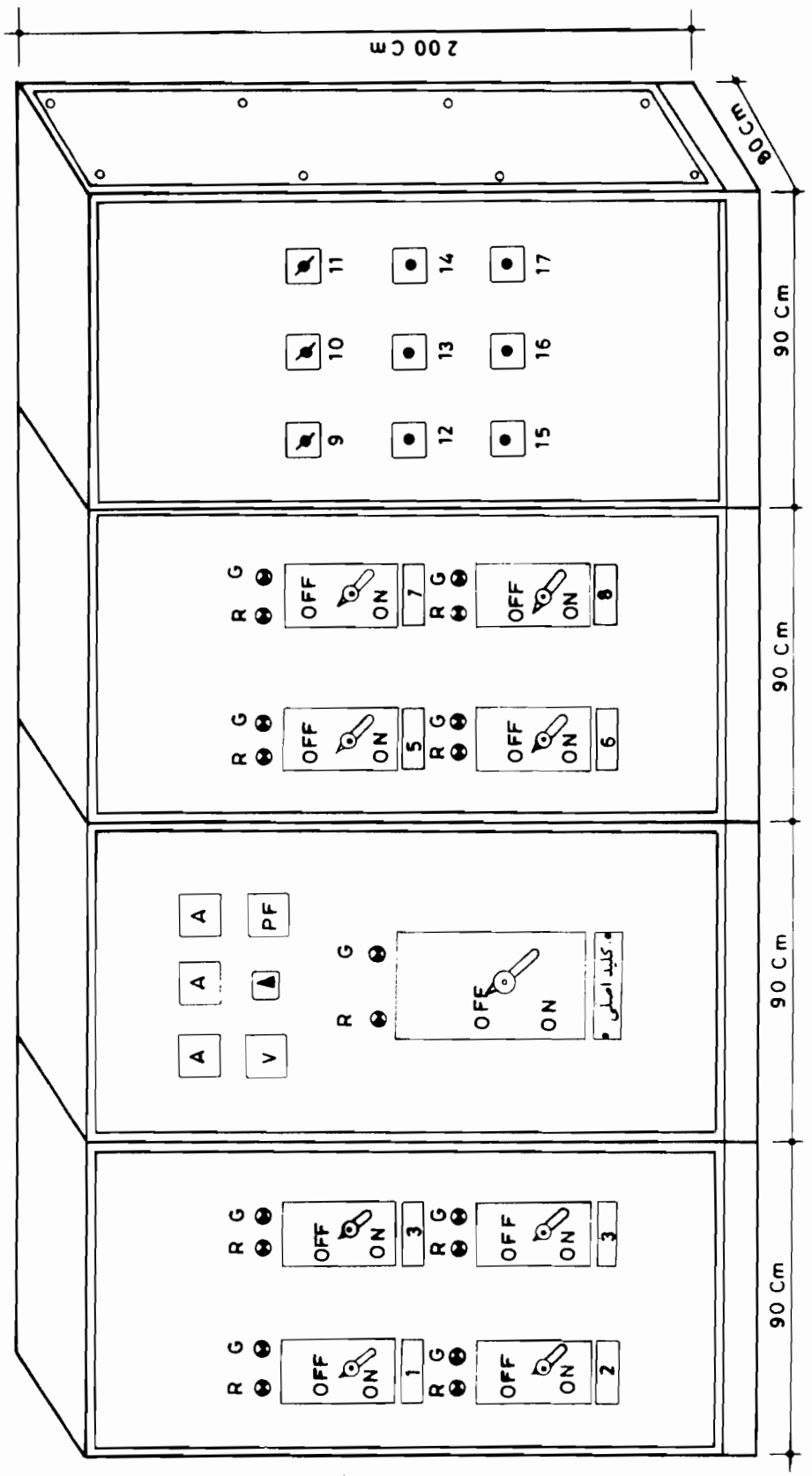
نمای تابلوی تمام‌بسته ایستاده قابل فرمان و دسترسی از جلو.

شکل ۵ ـ ۵

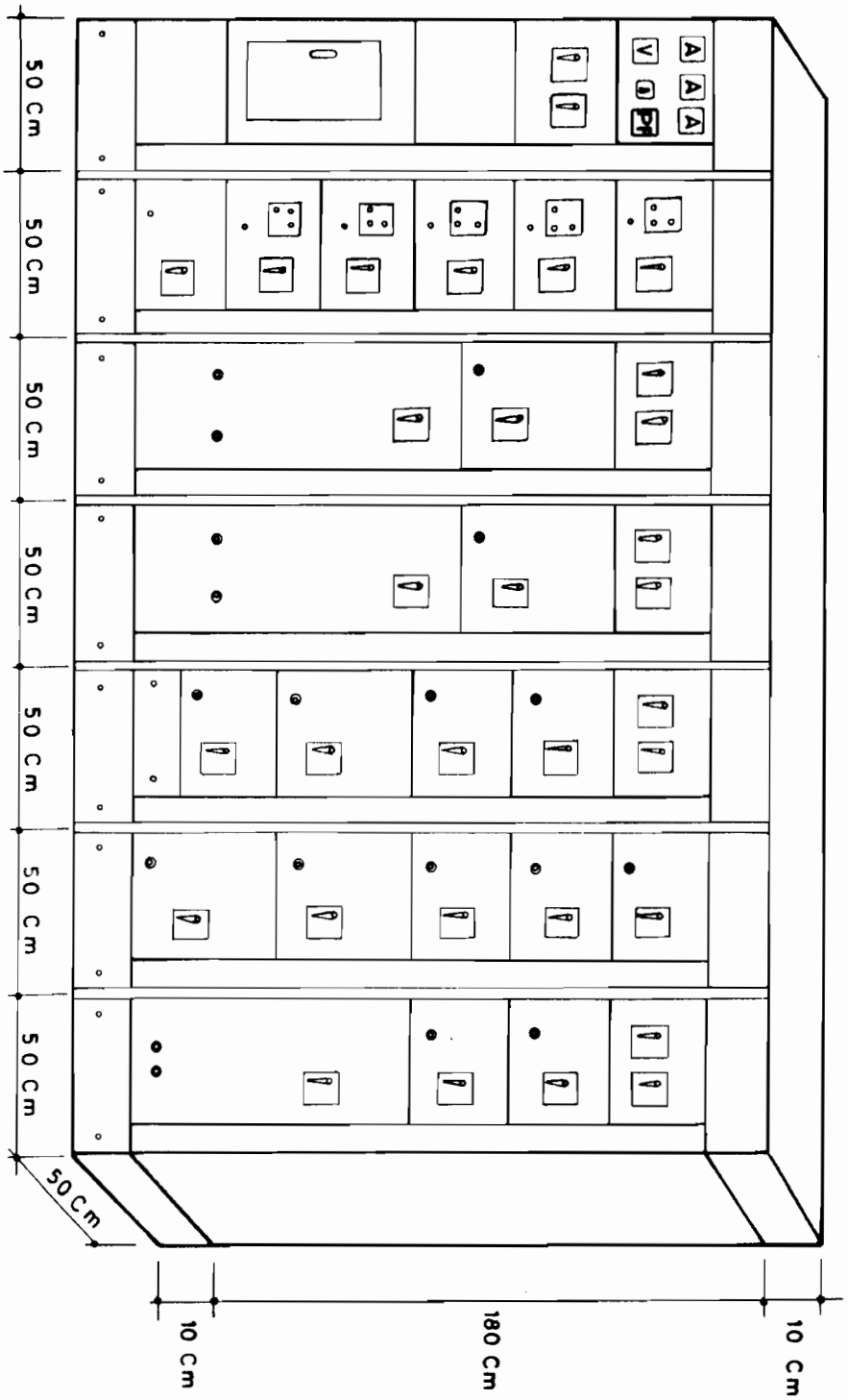


نمای تابلوی ایستاده تمام بسته قابل فرمان و دسترسی از جلو.

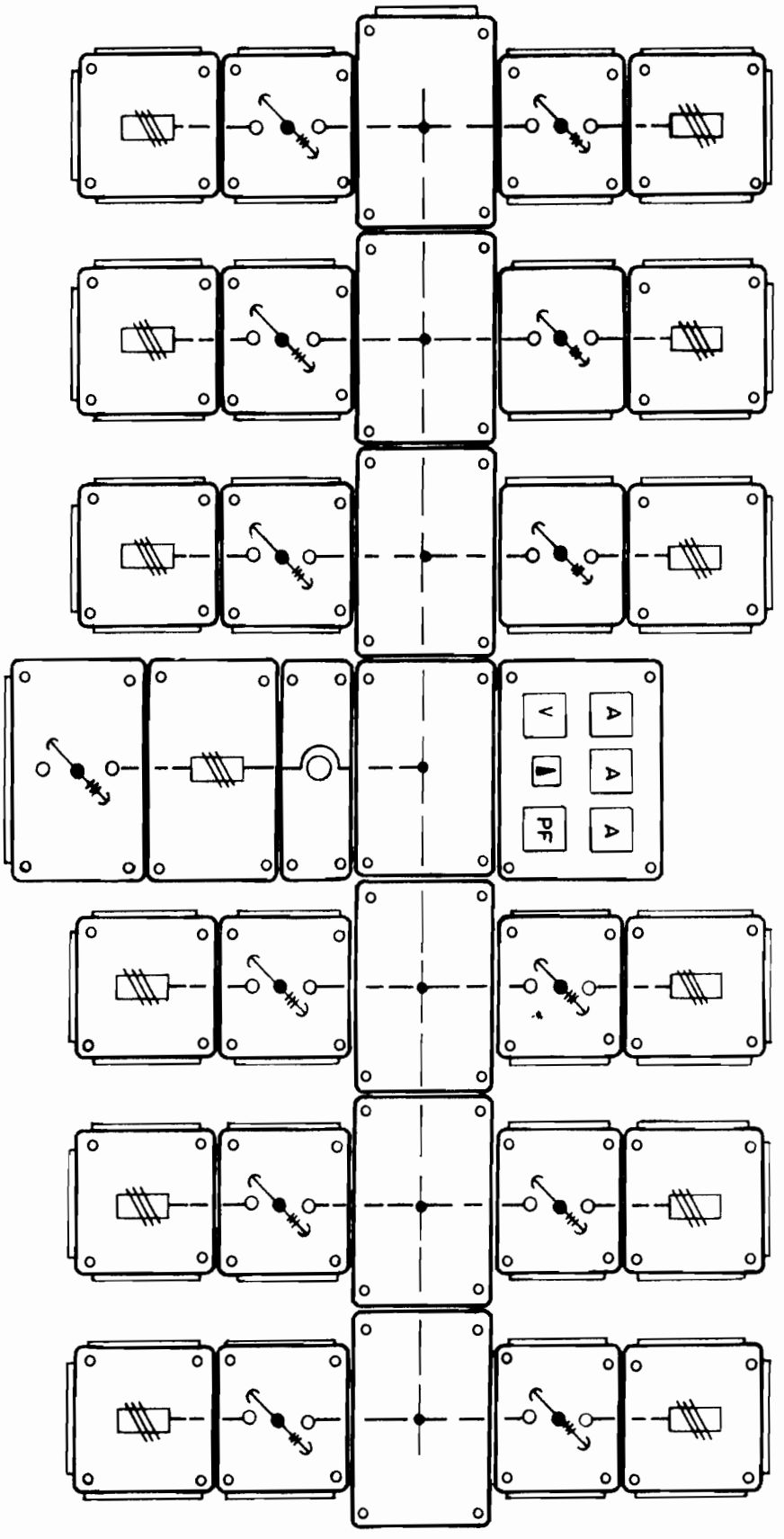
شکل ۵ ـ ٦



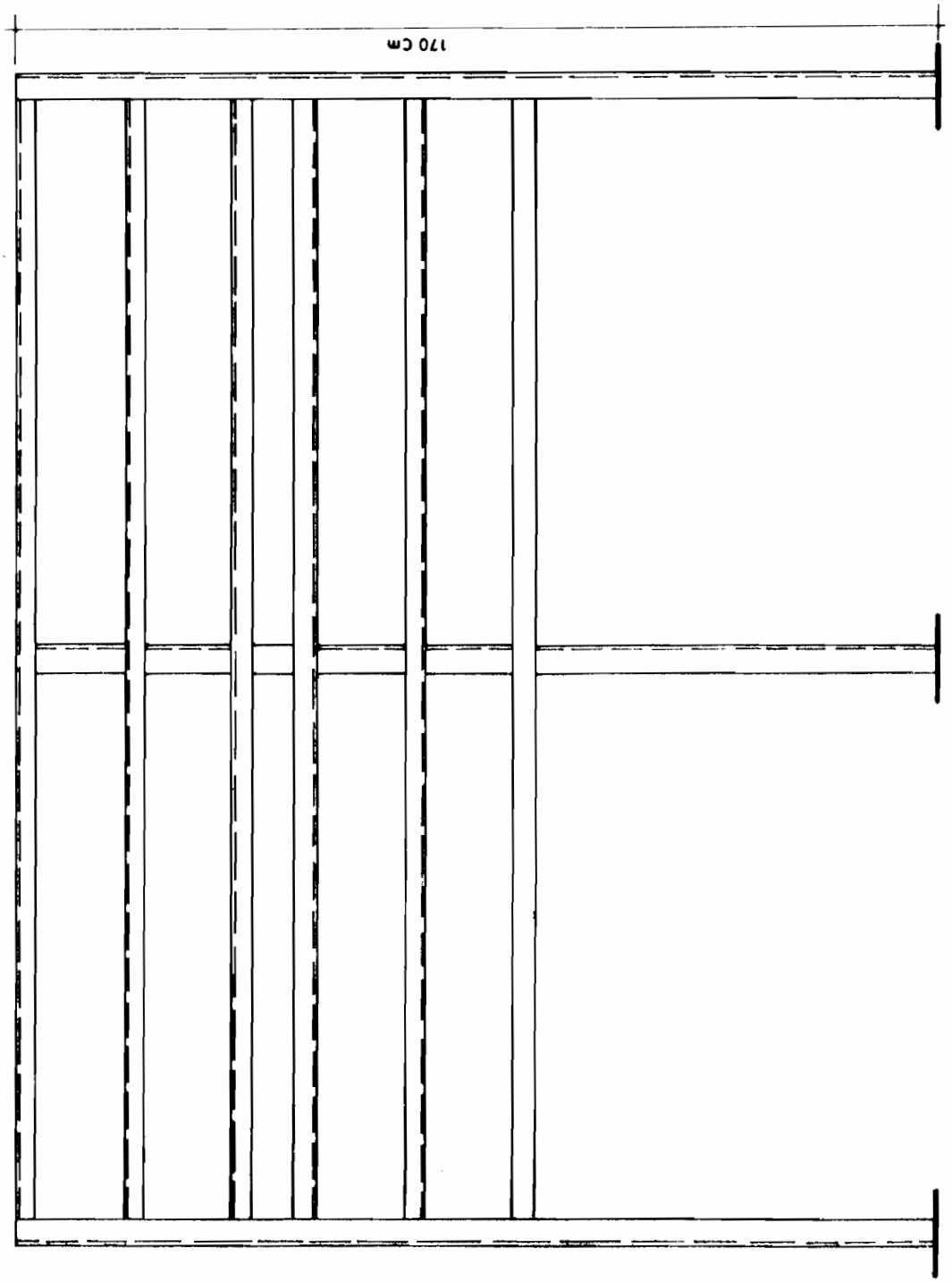
شکل ۵ - ۷ نمای تابلوی ایستاده توزیع برق نوع قابل فرمان از جلو و دسترسی از پشت.



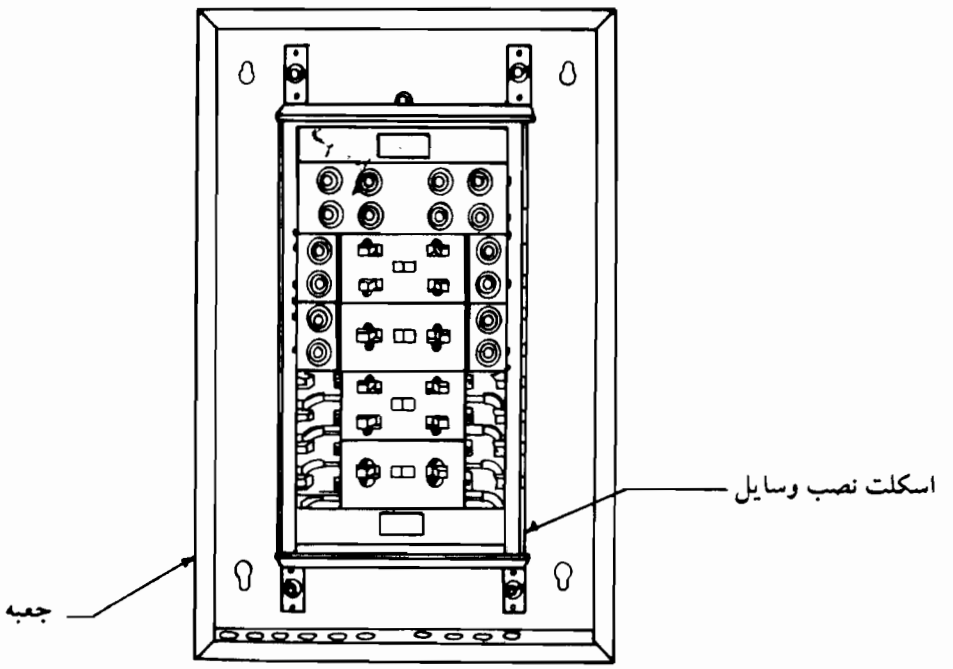
شکل ۵ - ۸ نمای تابلوی توزیع نیروی برق ایستاده چندخانه.



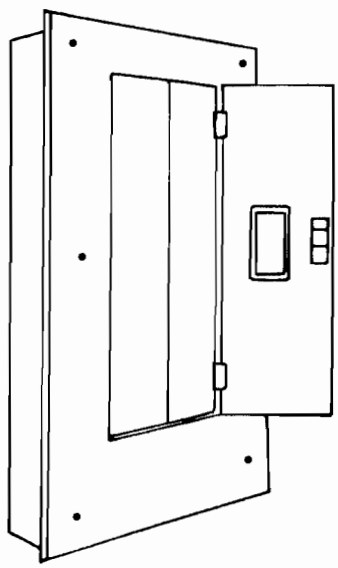
شکل ۵ ـ ۹ نما و شماتیک تابلوی توزیع نیروی برق نوع چندجعبه‌ای قابل نصب روی دیوار و پایه فلزی.



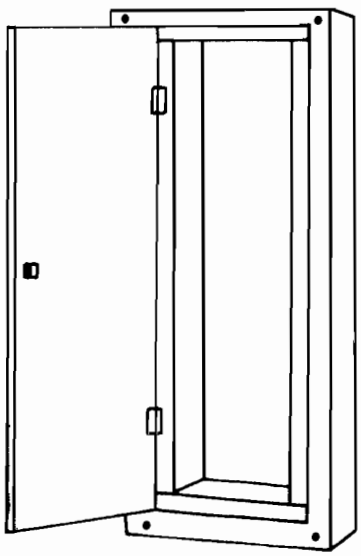
شکل ۵ - ۱۰ پایه فلزی جهت نصب تابلوی نیپ چندجبه‌ای.



جعبه و اسکلت تابلوی دیواری
(الف)

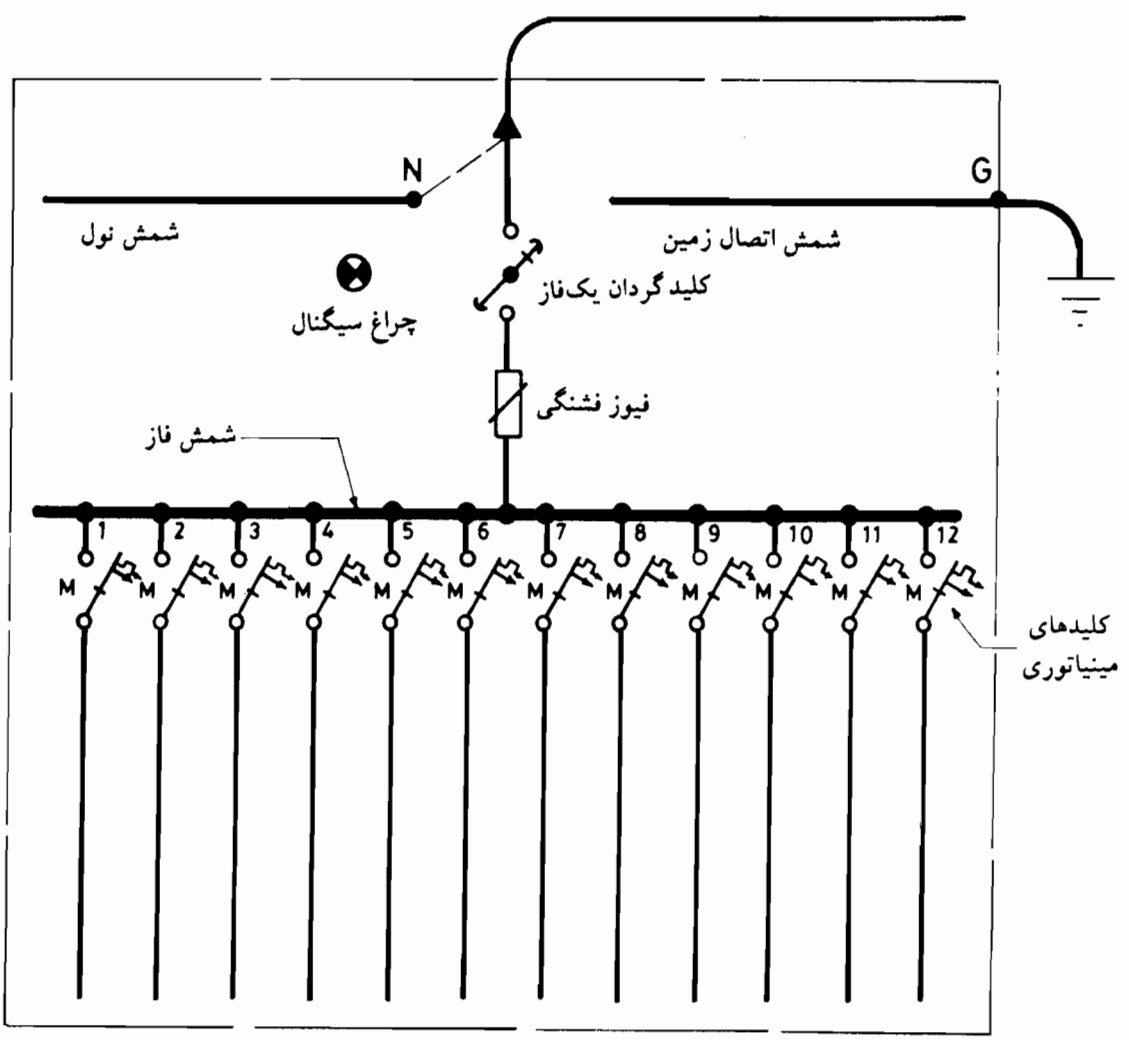


تابلوی دیواری توکار
(ب)



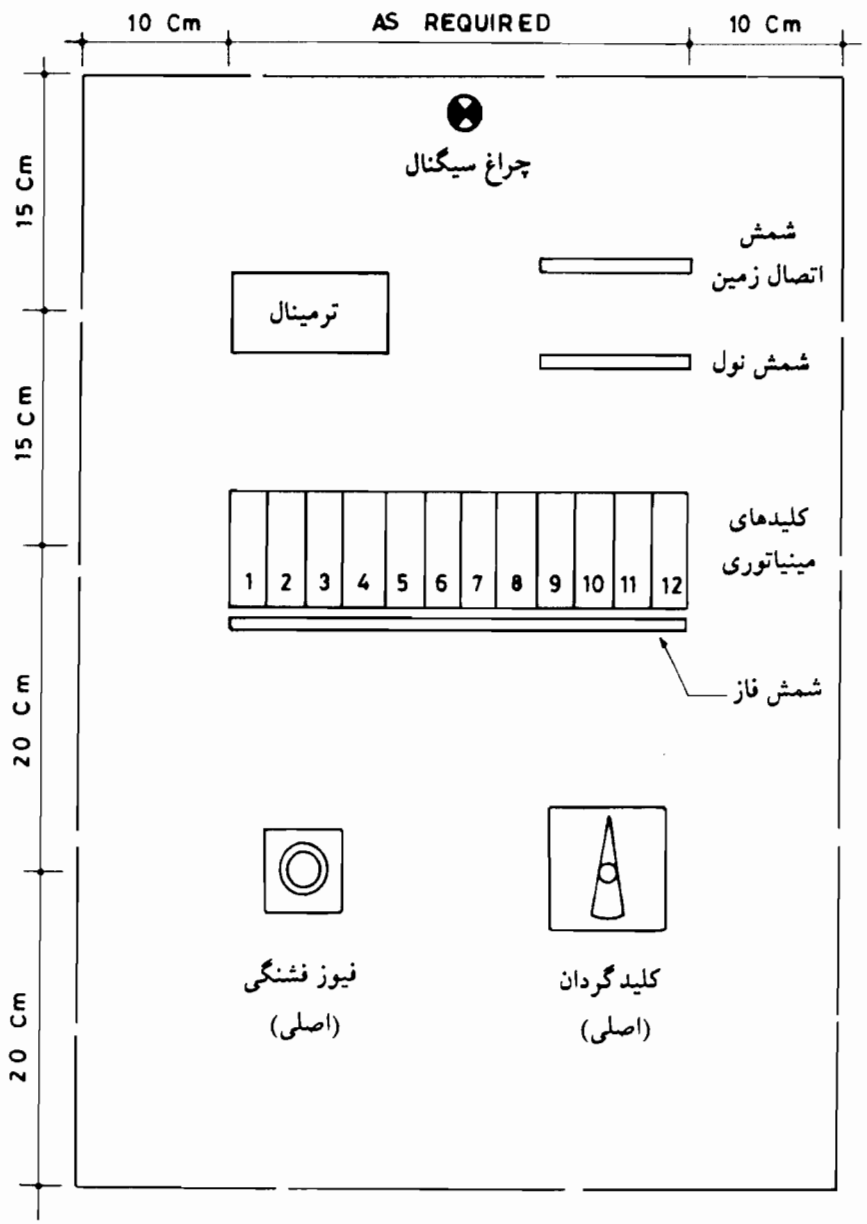
تابلوی دیواری روکار
(پ)

تابلوی توزیع برق
شکل ۵ ـ ۱۱



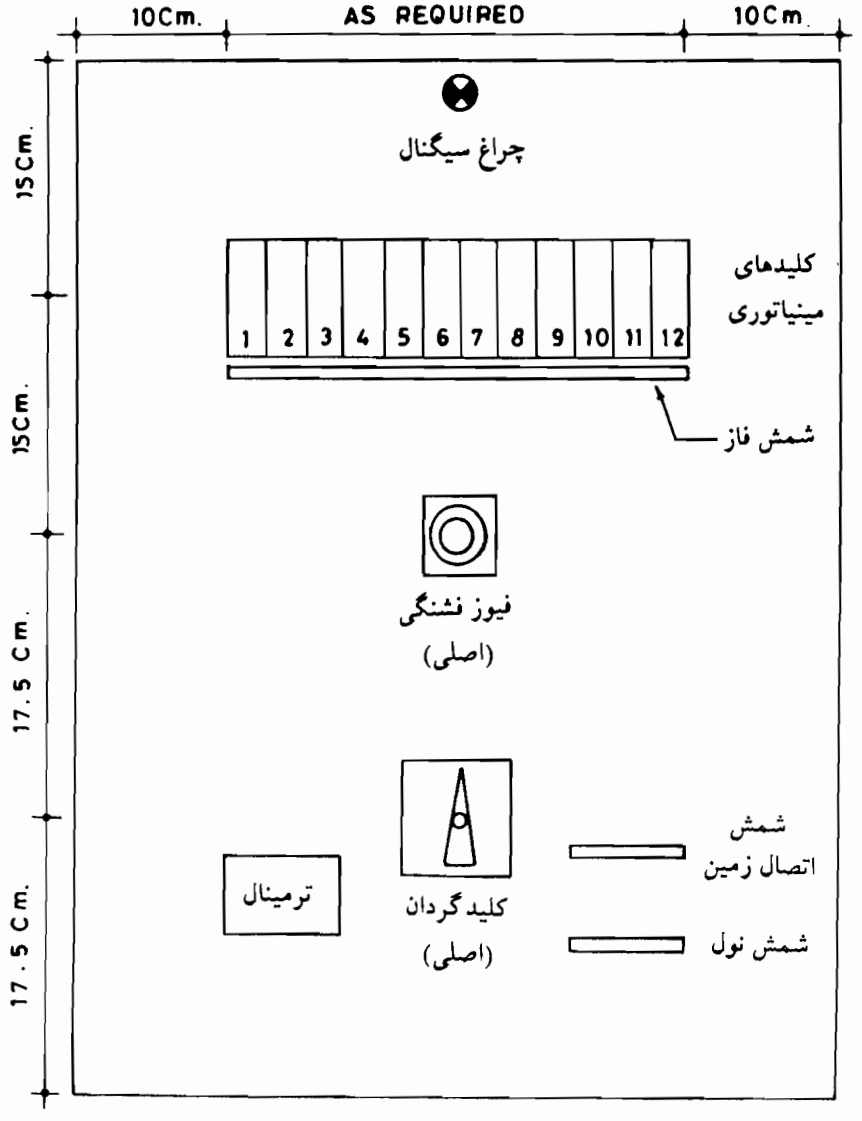
شماتیک تابلوی فرعی توزیع برق ـ نوع یک فاز ۱۲ مداره.

شکل ۵ ـ ۱۲



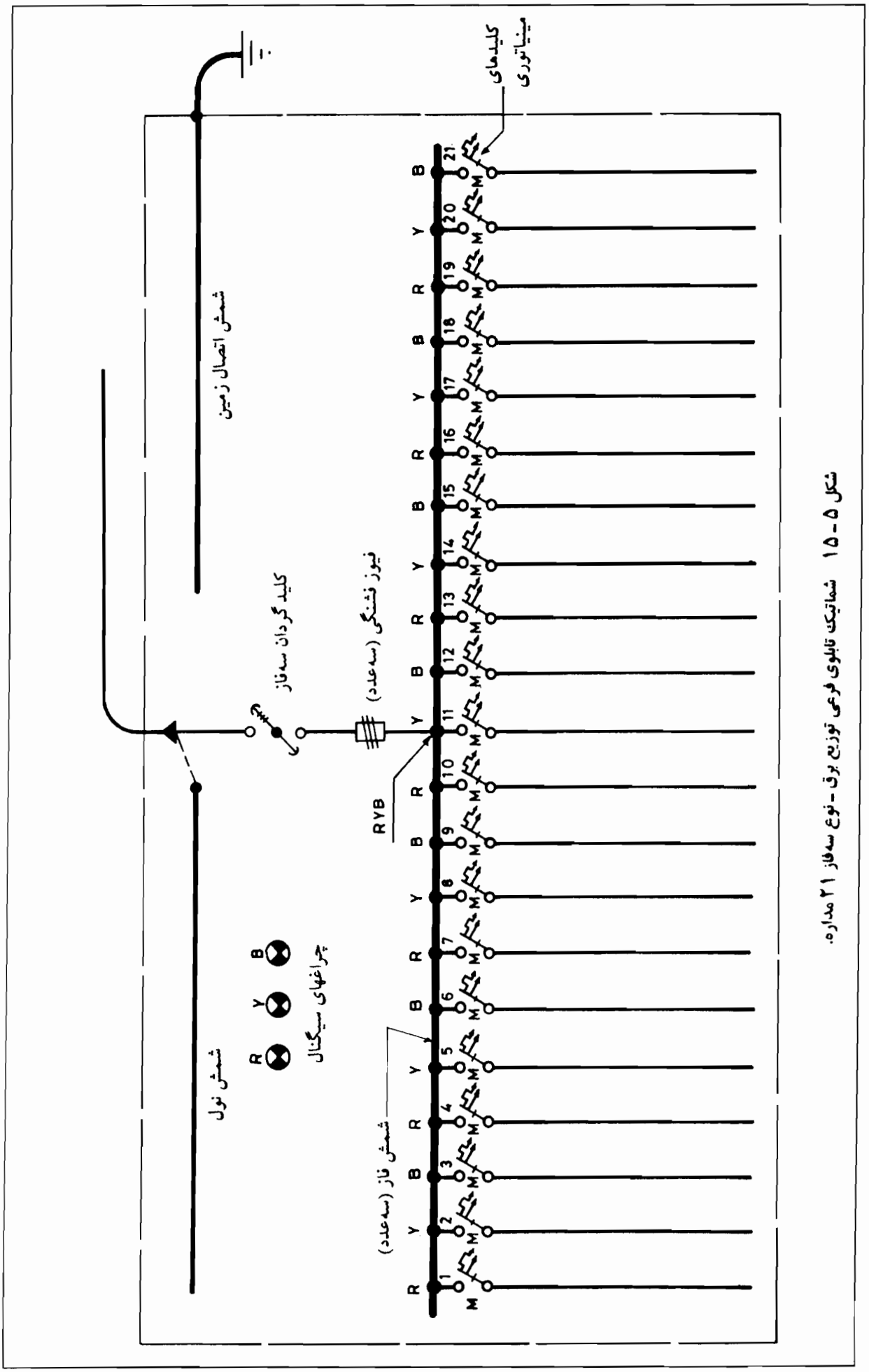
سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع برق ـ نوع یک‌فاز.

شکل ۵ ـ ۱۳

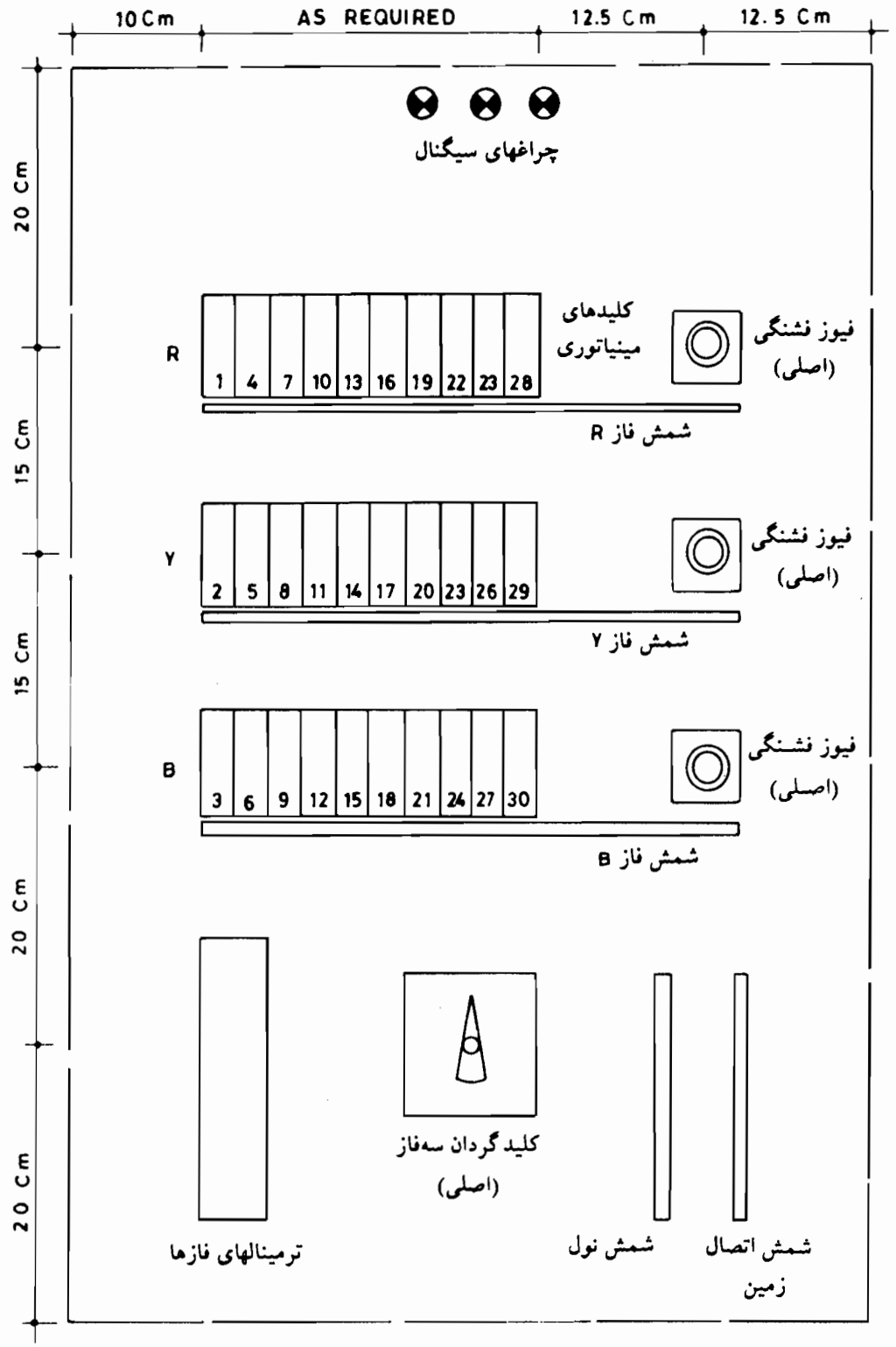


سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع برق ـ نوع یک‌فاز.

شکل ۵ ـ ۱۴

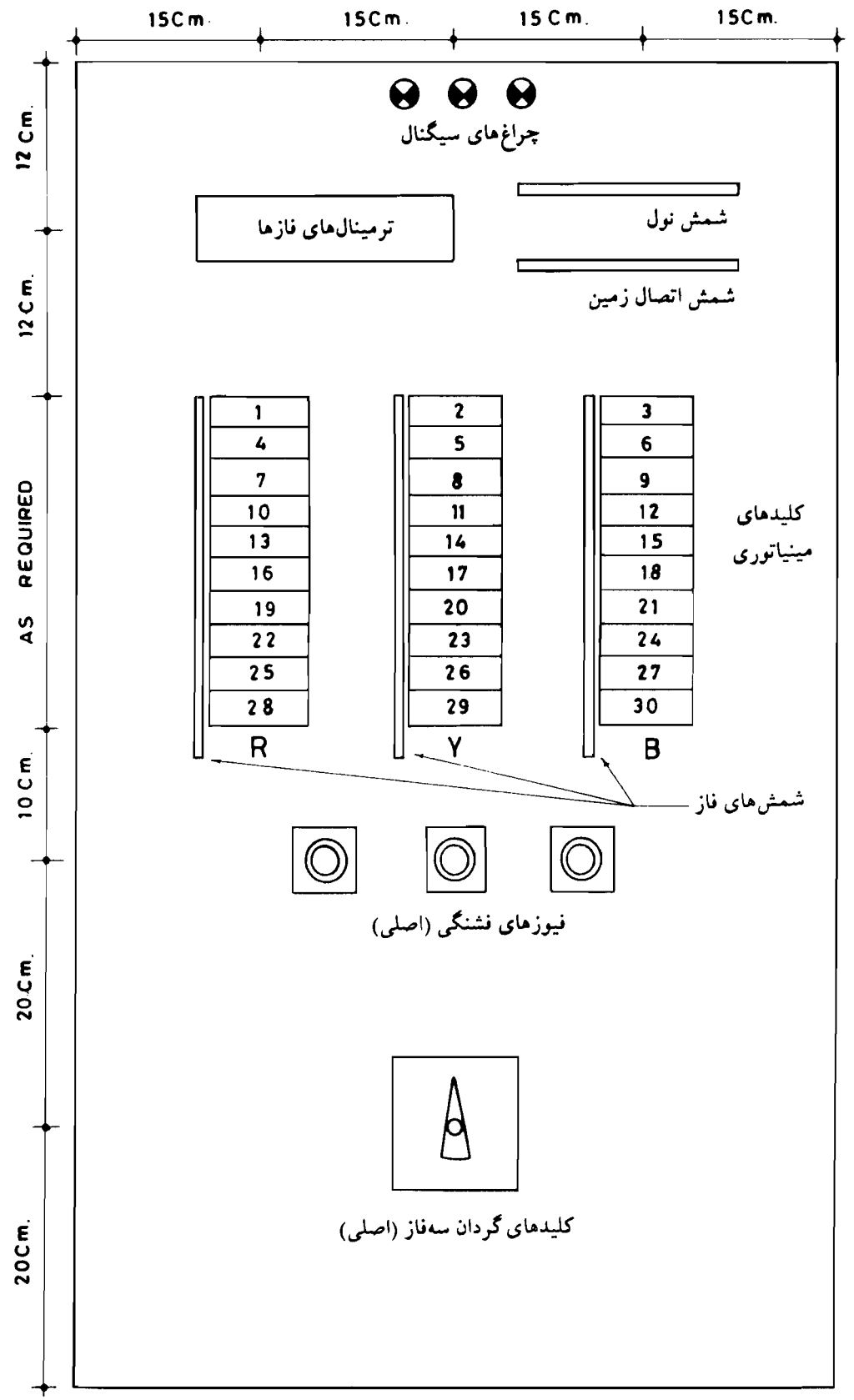


شکل ۵ ـ ۱۵ شماتیک تابلوی فرعی توزیع برق ـ نوع سه‌فاز ۲۱ مداره.



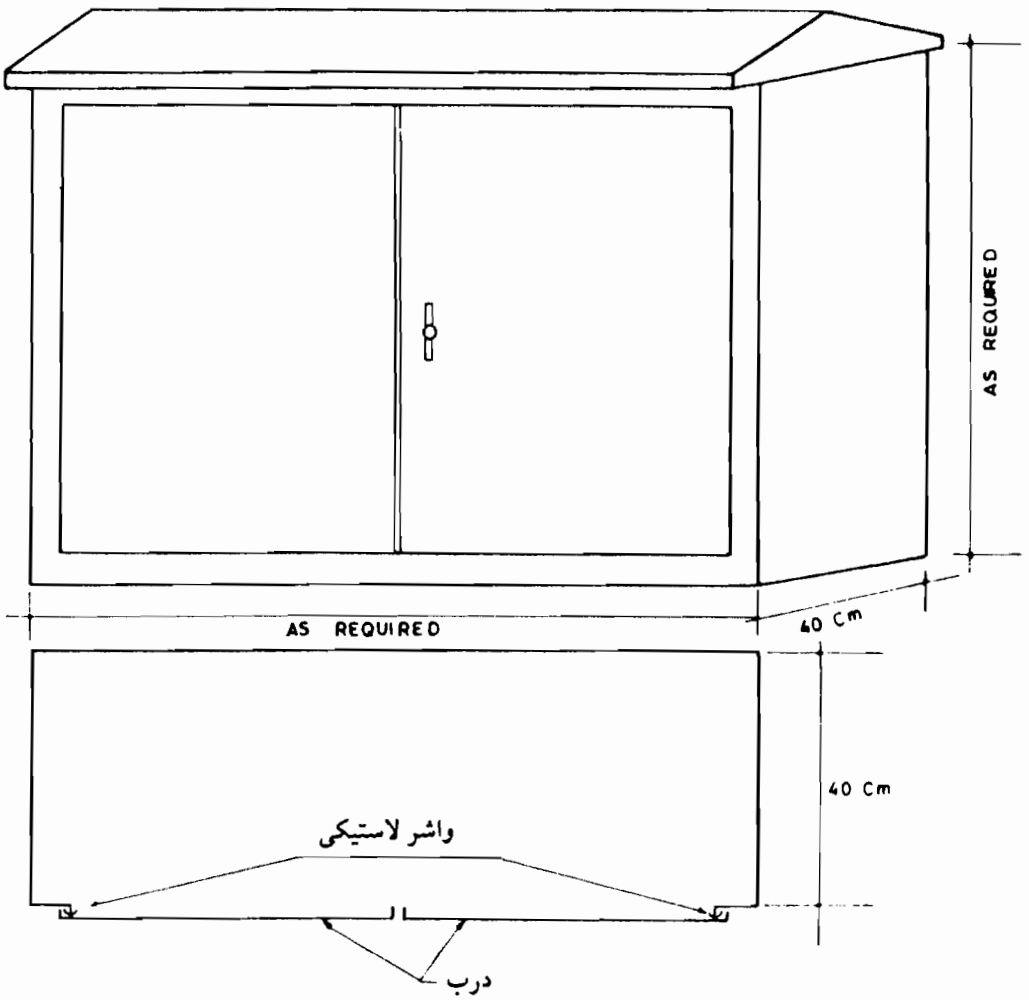
سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع برق ـ نوع سه‌فاز.

شکل ۵ـ۱۶



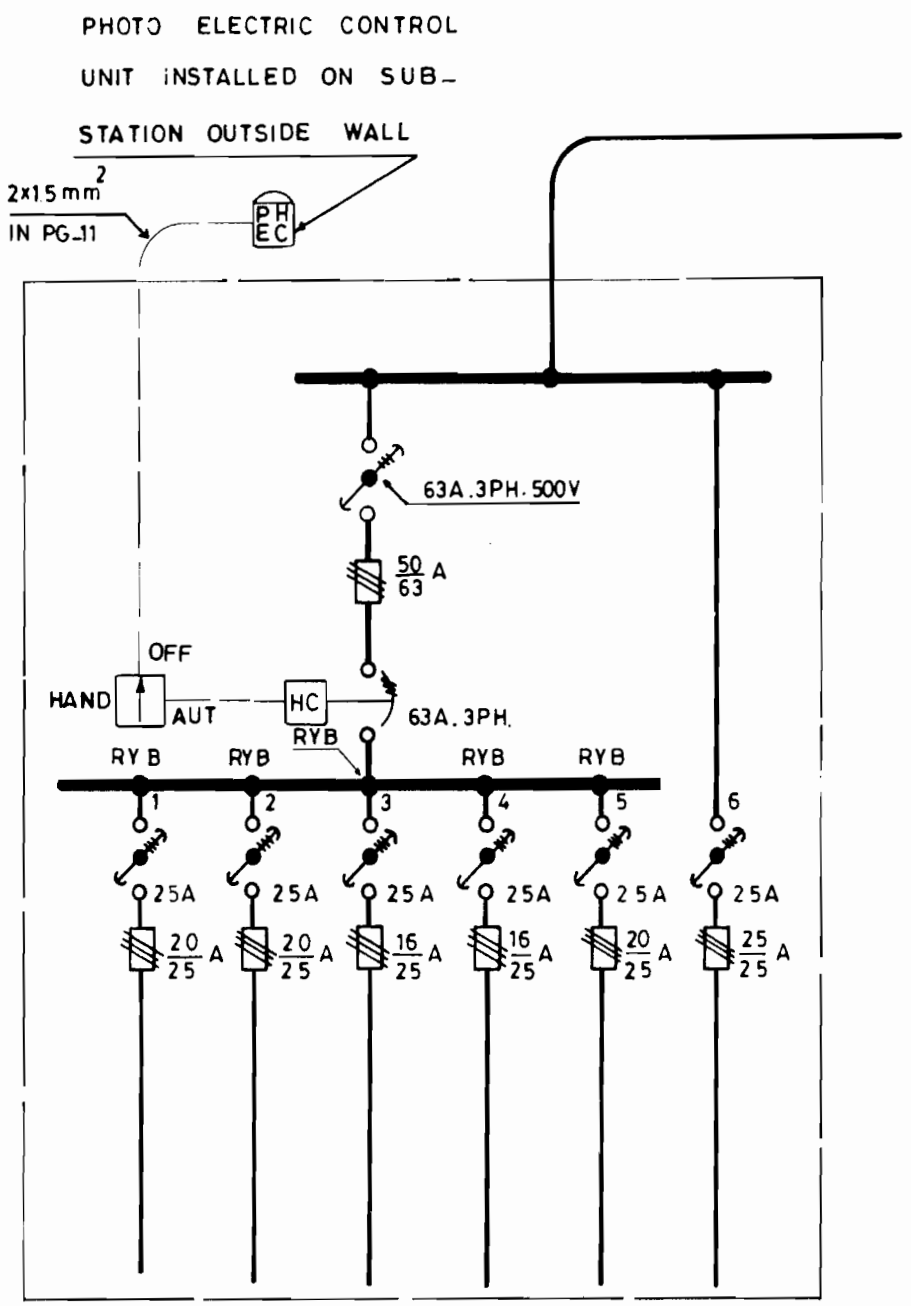
سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع برق ـ نوع سه‌فاز.

شکل ۵ ـ ۱۷



نما و مقطع تابلوی توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز.

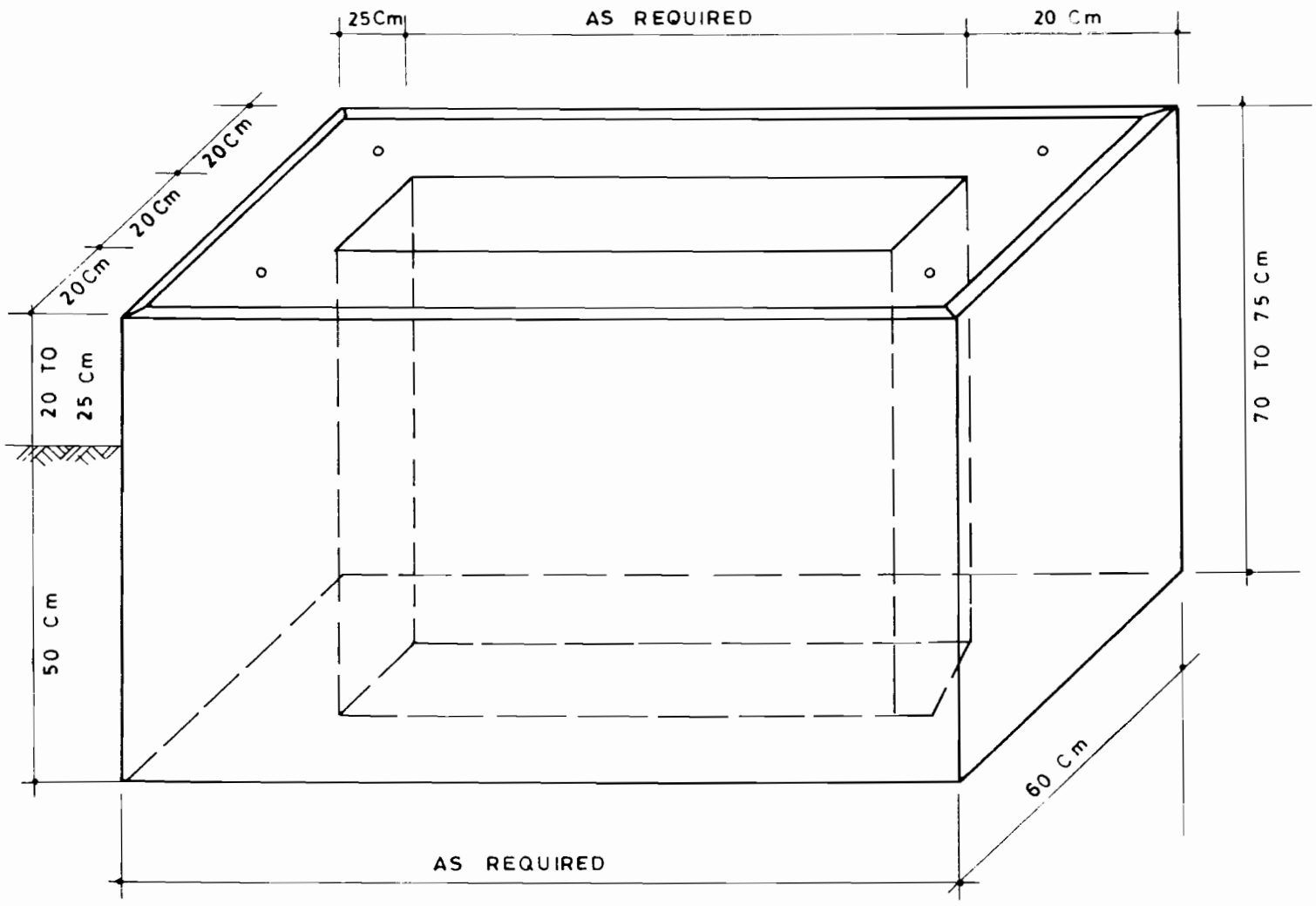
شکل ۵ ـ ۱۸



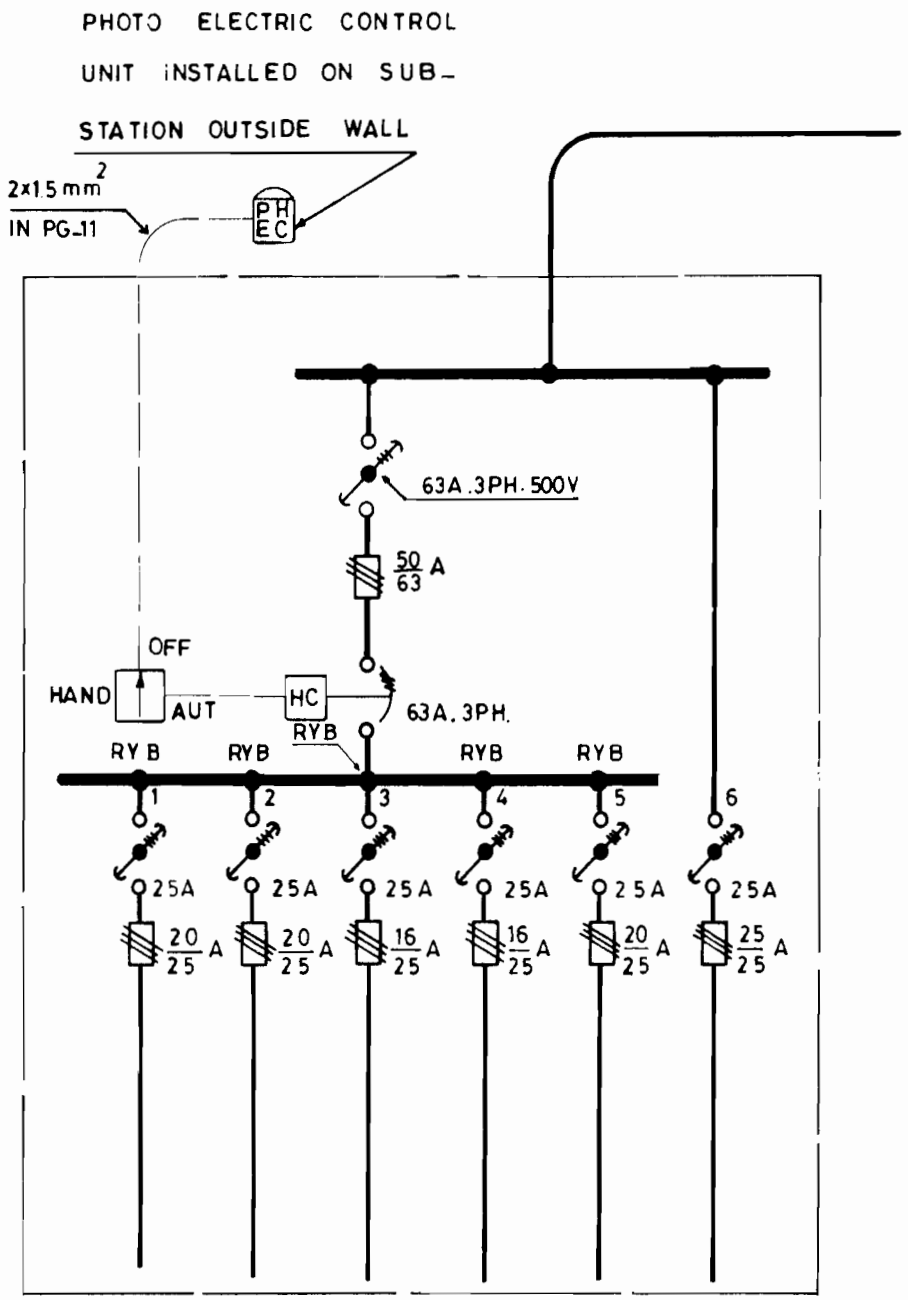
AREA LIGHTING CONTROL PANELBOARD "ALCP"

شماتیک تابلوی فرمان روشنایی محوطه و آب‌نماها.

شکل ۵ـ۱۹



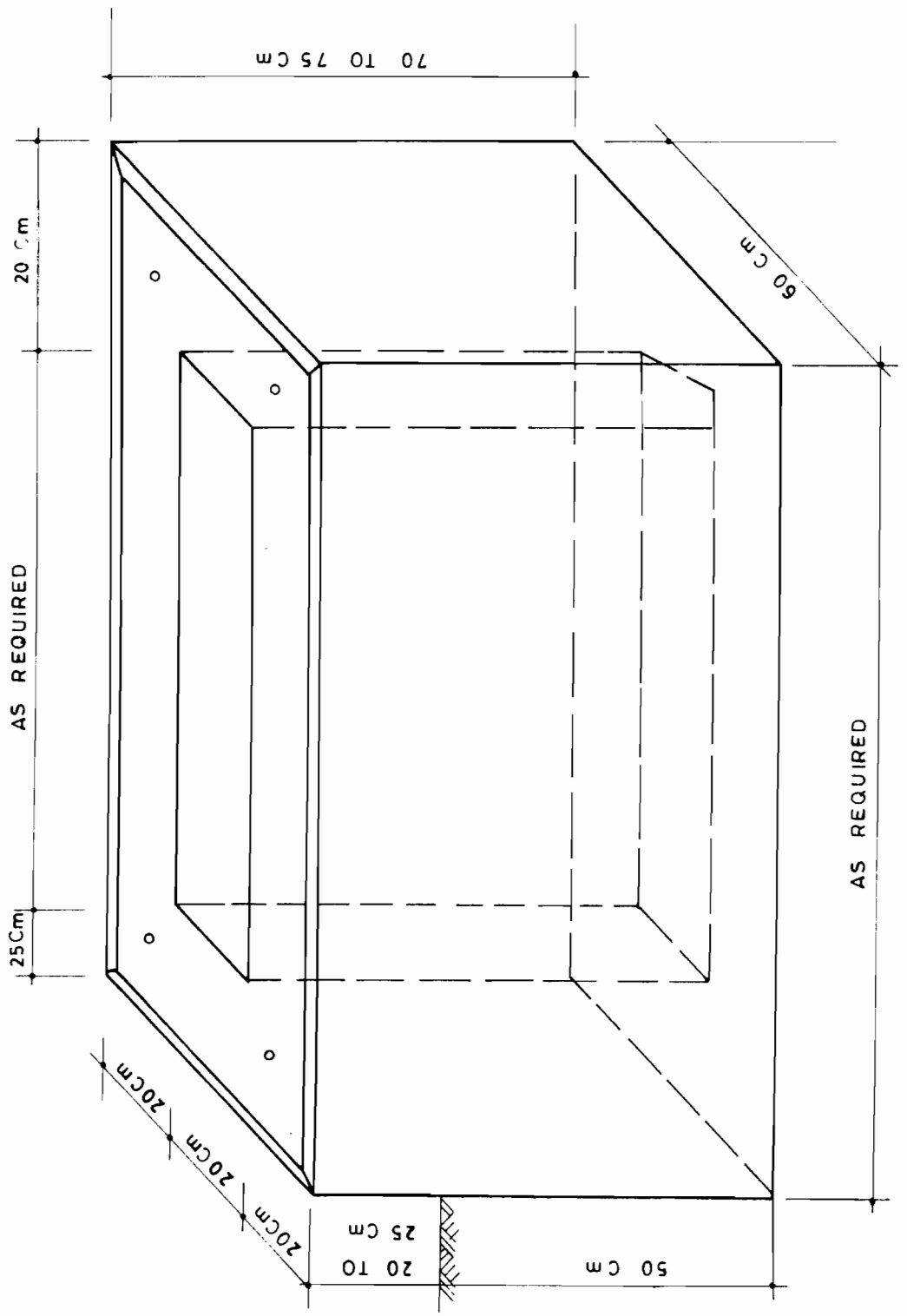
شکل ۵ ـ ۲۰ سکوی مخصوص نصب تابلوهای توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز.



AREA LIGHTING CONTROL PANELBOARD "ALCP"

شماتیک تابلوی فرمان روشنایی محوطه و آب‌نماها.

شکل ۵-۱۹



شکل ۵ - ۲۰ سکوی مخصوص نصب تابلوهای توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز.

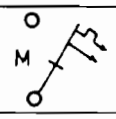
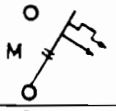
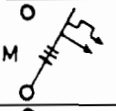
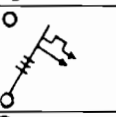
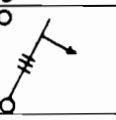
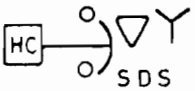
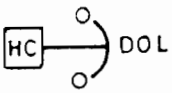
جدول ۵ ـ ۵ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف

شـــرح و مشخصات	نشانه
فیوز فشنگی (خطوط نشان‌دهندهٔ تعداد فاز می‌باشد)	
فیوز چاقویی (خطوط نشان‌دهنده تعداد فاز می‌باشد)	
کلید مینیاتوری تک‌پل	
کلید مینیاتوری دوپل	
کلید مینیاتوری سه‌پل	
کلیدگردان تابلویی تک‌پل	
کلیدگردان تابلویی سه‌پل	
کلید چاقویی یکطرفه تابلویی دسته رکابی سه‌پل	
کلید فیوز تابلویی سه‌پل	
کلیداتوماتیک تابلویی سه‌پل بامحافظ قطع‌کننده حرارتی و سریع فزونی جریان	
کلید اتوماتیک تابلویی سه‌پل با محافظ قطع‌کننده سریع فزونی جریان	
کلید اتوماتیک ستاره مثلث	
کنتاکتور خشک سه‌پل	
رله محافظ حرارتی سه‌پل (بی‌متال)	
چراغ سیگنال تابلویی قطر ۳۰/۵ و یا ۲۲/۵ میلیمتر	
دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل نوع تابلویی و یا با جعبه پلاستیکی	
دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل، نوع تابلویی با چراغ سیگنال	

جدول ۵ ـ ۵ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف

شـــرح و مشخصات	نشانه
کنتور آکتیو	KWHM
کنتور راکتیو	KVARM
ساعت فرمان	
آمپرمتر	A
ولت‌متر	V
کسینوس فی‌متر	COS Φ
فرکانس‌متر	
ترانس جریان نوع عبوری (خطوط نشان‌دهنده تعداد می‌باشد)	
کلید تبدیل ولت‌متر	VS
کلید تبدیل آمپرمتر	AS
کلیدگردان تابلویی تک‌پل سه حالته (خودکار ـ خاموش ـ دستی)	OFF HAND AUT
دستگاه فتوالکتریک سل جهت فرمان روشنایی محوطه	PH C
کلید مخصوص بین شمش‌های تابلوهای اصلی	
رله ثانوی فرمان	E
اتصال نول در تابلو	N
اتصال زمین در تابلو	G
مولد برق	G

جدول ۵ ـ ۵ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف

شـــرح و مشخصات	نشانه
فیوز فشنگی (خطوط نشان‌دهندهٔ تعداد فاز می‌باشد)	
فیوز چاقویی (خطوط نشان‌دهنده تعداد فاز می‌باشد)	
کلید مینیاتوری تک‌پل	
کلید مینیاتوری دوپل	
کلید مینیاتوری سه‌پل	
کلیدگردان تابلویی تک‌پل	
کلیدگردان تابلویی سه‌پل	
کلید چاقویی یکطرفه تابلویی دسته رکابی سه‌پل	
کلید فیوز تابلویی سه‌پل	
کلیداتوماتیک تابلویی سه‌پل بامحافظ قطع‌کننده حرارتی و سریع فزونی جریان	
کلید اتوماتیک تابلویی سه‌پل با محافظ قطع‌کننده سریع فزونی جریان	
کلید اتوماتیک ستاره مثلث	
کنتاکتور خشک سه‌پل	
رله محافظ حرارتی سه‌پل (بی‌متال)	
چراغ سیگنال تابلویی قطر ۳۰/۵ و یا ۲۲/۵ میلیمتر	
دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل نوع تابلویی و یا با جعبه پلاستیکی	
دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل، نوع تابلویی با چراغ سیگنال	

جدول ۵ ـ ۵ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف

شـــرح و مشخصات	نشانه
کنتور آکتیو	KWHM
کنتور راکتیو	KVARM
ساعت فرمان	
آمپرمتر	A
ولت‌متر	V
کسینوس فی‌متر	COS Φ
فرکانس‌متر	
ترانس جریان نوع عبوری (خطوط نشان‌دهنده تعداد می‌باشد)	
کلید تبدیل ولت‌متر	VS
کلید تبدیل آمپرمتر	AS
کلیدگردان تابلویی تک‌پل سه حالته (خودکار ـ خاموش ـ دستی)	HAND OFF AUT
دستگاه فتوالکتریک سل جهت فرمان روشنایی محوطه	PH C
کلید مخصوص بین شمش‌های تابلوهای اصلی	
رله ثانوی فرمان	E
اتصال نول در تابلو	N
اتصال زمین در تابلو	G
مولد برق	G

ضمیمه

۸ـ مشخصات آزمونها

۸-۱ طبقه‌بندی آزمونها

آزمونهای مربوط به‌تعیین مشخصه‌های یک تابلوی سوارشده در کارخانه شامل موارد زیر می‌باشد:
ـ آزمونهای نوعی[1] (به بندهای فرعی ۸ـ۱ـ۱ و ۸ـ۲ مراجعه شود).
ـ آزمونهای معمولی[2] (به‌بندهای ۸ـ۱ـ۲ و ۸ـ۳ مراجعه شود).

۸ـ۱ـ۱ آزمونهای نوعی (به‌بند فرعی ۸ـ۲ مراجعه شود).

هدف آزمونهای نوعی، تعیین مشخصات نوع معینی از تابلوها از نظر مطابقت با مقررات این استاندارد می‌باشد.
آزمونهای نوعی در مورد نمونه‌ای از تابلوهای معین یا قسمتهایی از تابلوها که با همان طرح یا طرح مشابه ساخته می‌شوند اجرا می‌گردد.
این آزمونها به‌ابتکار سازنده انجام می‌شوند.
آزمونهای نوعی شامل موارد زیر می‌باشد:

۸ـ۱ـ۱ـ۱ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به‌افزایش دما (بند فرعی ۸ـ۲ـ۱).
۸ـ۱ـ۱ـ۲ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به خواص دی‌الکتریک (بند فرعی ۸ـ۲ـ۲).
۸ـ۱ـ۱ـ۳ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به ایستادگی در برابر اتصال کوتاه (بند فرعی ۸ـ۲ـ۳).
۸ـ۱ـ۱ـ۴ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به پیوستگی مدارهای حفاظتی (بند فرعی ۸ـ۲ـ۴).
۸ـ۱ـ۱ـ۵ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به فواصل هوایی و فواصل خزشی (بند فرعی ۸ـ۲ـ۵).
۸ـ۱ـ۱ـ۶ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به‌کار مکانیکی (بند فرعی ۸ـ۲ـ۶).
۸ـ۱ـ۱ـ۷ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به درجه حفاظت (بند فرعی ۸ـ۲ـ۷).

آزمونها ممکن است به ترتیب دلخواه و بر روی نمونه‌های مختلفی از نوع معینی تابلو انجام شوند.
در صورتی‌که تغییراتی در ساختمان اجزای تابلو داده شده باشد آزمونهای نوعی جدید باید فقط در مواردی که ممکن است این تغییرات بر روی نتیجهٔ آزمونها مؤثر باشند، انجام شود.

۸ـ۱ـ۲ آزمونهای معمولی (به بند فرعی ۸ـ۳ مراجعه شود)

هدف آزمونهای معمولی کشف نامرغوبی در مواد به‌کار رفته یا نحوه کار انجام شده بوده و بر روی کلیه

1– Type tests 2– Routine tests

تابلوها یا واحدهای قابل حمل جدید، پس از پایان ساخت آنها انجام می‌شود. تکرار آزمون معمولی در محل نصب لازم نخواهد بود.

تابلوهایی که با استفاده از اجزای ساخته شده استاندارد، خارج از کارخانه سازنده سوار شده و برای این کار منحصراً از ملحقات و قسمتهای تعیین شده یا ساخته شده توسط سازنده استفاده شده باشد، باید توسط مؤسسه‌ای که تابلو را سوار کرده است تحت آزمون معمولی قرار گیرد.

آزمونهای معمولی شامل موارد زیر می‌باشد:

الف) بازرسی تابلو شامل بازرسی سیم‌کشی‌ها و در صورت لزوم انجام آزمون مربوط به نحوه کار الکتریکی (به بند فرعی ۸-۳-۱ مراجعه شود).

ب) آزمون دی‌الکتریک (به بند فرعی ۸-۳-۲ مراجعه شود).

پ) امتحان اقدامات حفاظتی و پیوستگی الکتریکی مدار حفاظتی (به بند فرعی ۸-۳-۳ مراجعه شود).

این آزمونها را ممکن است به ترتیب دلخواه انجام داد.

یادآوری

نتیجه حاصل از آزمونهای معمولی در کارخانه سازنده تابلو، سبب سلب مسئولیت از مؤسسه نصب‌کننده از نظر انجام آزمونهای لازم پس از حمل ونصب آن، نخواهد بود.

۸-۱-۳- آزمون دستگاهها و اجزای مستقل به کار رفته در تابلو

در صورتی‌که دستگاهها و اجزای مستقل به‌کار رفته در تابلو طبق مقررات بند فرعی ۷-۶-۱ انتخاب و با رعایت دستورات سازنده نصب شده باشند لزومی به‌انجام آزمونهای نوعی و معمولی در مورد آنها نخواهد بود.

۸-۲ آزمونهای نوعی

۸-۲-۱ تعیین مطابقت با حدود افزایش دما

۸-۲-۱-۱ کلیات

هدف از انجام آزمون افزایش دما حصول اطمینان از این است که ازدیاد دمای قسمتهای مختلف تابلو از حدود مشخص شده در بند فرعی ۷-۳ تجاوز نمی‌نماید.

معمولاً آزمون باید با جریانهای اسمی طبق مقررات بند فرعی ۸-۲-۱-۳ در حالی‌که کلیهٔ دستگاهها در تابلو نصب می‌باشد، انجام شود.

در بعضی موارد، آزمون ممکن است به‌کمک مقاومتهایی که معادل تلفات توانی تولید حرارت می‌نمایند، طبق بند فرعی ۸-۲-۱-۴ انجام شود.

ضمیمه

۸ـ مشخصات آزمونها

۸ـ۱ طبقه‌بندی آزمونها

آزمونهای مربوط به‌تعیین مشخصه‌های یک تابلوی سوارشده درکارخانه شامل موارد زیر می‌باشد:
ـ آزمونهای نوعی[1] (به بندهای فرعی ۸ ـ ۱ ـ ۱ و ۸ ـ ۲ مراجعه شود).
ـ آزمونهای معمولی[2] (به‌بندهای ۸ ـ ۱ـ۲ و ۸ ـ ۳ مراجعه شود).

۸ ـ ۱ـ۱ آزمونهای نوعی (به‌بند فرعی ۸ـ۲ مراجعه شود).

هدف آزمونهای نوعی، تعیین مشخصات نوع معینی از تابلوها از نظر مطابقت با مقررات این استاندارد می‌باشد.
آزمونهای نوعی در مورد نمونه‌ای از تابلوهای معین یا قسمتهایی از تابلوهاکه با همان طرح یا طرح مشابه ساخته می‌شوند اجرا می‌گردد.
این آزمونها به‌ابتکار سازنده انجام می‌شوند.
آزمونهای نوعی شامل موارد زیر می‌باشد:

۸ ـ ۱ـ۱ـ۱ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به‌افزایش دما (بند فرعی ۸ـ۲ـ۱).
۸ ـ ۱ـ۱ـ۲ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به خواص دی‌الکتریک (بند فرعی ۸ـ۲ـ۲).
۸ ـ ۱ـ۱ـ۳ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به ایستادگی در برابر اتصال کوتاه (بند فرعی ۸ـ۲ـ۳).
۸ ـ ۱ـ۱ـ۴ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به پیوستگی مدارهای حفاظتی (بند فرعی ۸ـ۲ـ۴).
۸ ـ ۱ـ۱ـ۵ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به فواصل هوایی و فواصل خزشی (بند فرعی ۸ـ۲ـ۵).
۸ ـ ۱ـ۱ـ۶ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به‌کار مکانیکی (بند فرعی ۸ـ۲ـ۶).
۸ ـ ۱ـ۱ـ۷ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به درجه حفاظت (بند فرعی ۸ـ۲ـ۷).

آزمونها ممکن است به ترتیب دلخواه و بر روی نمونه‌های مختلفی از نوع معینی تابلو انجام شوند.
در صورتی‌که تغییراتی در ساختمان اجزای تابلو داده شده باشد آزمونهای نوعی جدید باید فقط در مواردی که ممکن است این تغییرات بر روی نتیجهٔ آزمونها مؤثر باشند، انجام شود.

۸ ـ ۱ـ۲ آزمونهای معمولی (به بند فرعی ۸ـ۳ مراجعه شود)

هدف آزمونهای معمولی کشف نامرغوبی در مواد به‌کار رفته یا نحوه کار انجام شده بوده و بر روی کلیه

1– Type tests 2– Routine tests

تابلوها یا واحدهای قابل حمل جدید، پس از پایان ساخت آنها انجام می‌شود. تکرار آزمون معمولی در محل نصب لازم نخواهد بود.
تابلوهایی که با استفاده از اجزای ساخته شده استاندارد، خارج از کارخانه سازنده سوار شده و برای این کار منحصراً از ملحقات و قسمتهای تعیین شده یا ساخته شده توسط سازنده استفاده شده باشد، باید توسط مؤسسه‌ای که تابلو را سوار کرده است تحت آزمون معمولی قرار گیرد.

آزمونهای معمولی شامل موارد زیر می‌باشد:

الف) بازرسی تابلو شامل بازرسی سیم‌کشی‌ها و در صورت لزوم انجام آزمون مربوط به نحوه کار الکتریکی (به بند فرعی ۸ـ۳ـ۱ مراجعه شود).

ب) آزمون دی‌الکتریک (به بند فرعی ۸ـ۳ـ۲ مراجعه شود).

پ) امتحان اقدامات حفاظتی و پیوستگی الکتریکی مدار حفاظتی (به بند فرعی ۸ـ۳ـ۳ مراجعه شود).

این آزمونها را ممکن است به ترتیب دلخواه انجام داد.

یادآوری

نتیجه حاصل از آزمونهای معمولی در کارخانه سازنده تابلو، سبب سلب مسئولیت از مؤسسه نصب‌کننده از نظر انجام آزمونهای لازم پس از حمل ونصب آن، نخواهد بود.

۸ـ۱ـ۳ـ آزمون دستگاهها و اجزای مستقل به‌کار رفته در تابلو

در صورتی‌که دستگاهها و اجزای مستقل به‌کار رفته در تابلو طبق مقررات بند فرعی ۷ـ۶ـ۱ انتخاب و با رعایت دستورات سازنده نصب شده باشند لزومی به‌انجام آزمونهای نوعی و معمولی در مورد آنها نخواهد بود.

۸ـ۲ آزمونهای نوعی

۸ـ۲ـ۱ تعیین مطابقت با حدود افزایش دما

۸ـ۲ـ۱ـ۱ کلیات

هدف از انجام آزمون افزایش دما حصول اطمینان از این است که ازدیاد دمای قسمتهای مختلف تابلو از حدود مشخص شده در بند فرعی ۷ـ۳ تجاوز نمی‌نماید.
معمولاً آزمون باید با جریانهای اسمی طبق مقررات بند فرعی ۸ـ۲ـ۱ـ۳ در حالی‌که کلیهٔ دستگاهها در تابلو نصب می‌باشد، انجام شود.
در بعضی موارد، آزمون ممکن است به‌کمک مقاومتهایی که معادل تلفات توانی تولید حرارت می‌نمایند، طبق بند فرعی ۸ـ۲ـ۱ـ۴ انجام شود.

آزمونها باید بر طبق نوع کاری[1] که نمونه برای آن طرح شده است انجام گیرد. انجام آزمونهای مربوط به اجزای جداگانه (صفحات ـ جعبه‌ها ـ محفظه‌ها و غیره) تابلو (به‌بند فرعی ۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۲ مراجعه شود) به‌شرطی‌که احتیاطهای لازم از نظر تطبیق با شرایط کار حقیقی به‌عمل آمده باشد، مجاز خواهد بود.

آزمون افزایش دمای مدارهای جداگانه باید با نوع جریانی که برای آن پیش‌بینی شده است و با فرکانس طرح شده انجام شود. ولتاژهایی که در آزمون مورد استفاده قرار می‌گیرند باید طوری باشند که جریان برقرار شده در مدار برابر جریان تعیین شده در بند فرعی ۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۳ باشد. سیم پیچهای رله‌ها، کنتاکتورها، ضامنهای آزادکننده[2] و غیره باید با ولتاژ اسمی تغذیه شوند.

تابلوهای نوع باز، به‌شرطی‌که از آزمونهای نوعی انجام شده بر روی اجزای مستقل آن و یا از اندازه هادیهای به‌کار رفته و نحوه قرار گرفتن دستگاهها، به‌وضوح معلوم شود که افزایش دما از مقدار مجاز بالاتر نرفته و هیچ نوع آسیبی به تجهیزات وصل شده به تابلو و مواد عایقی مجاور آن وارد نخواهد شد، احتیاجی به گذراندن آزمون افزایش دما نخواهد داشت.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۲ نحوهٔ استقرار تابلو

تابلو باید مشابه حالت عادی بهره‌برداری در حالی‌که کلیه درپوشها و غیره درجای خود نصب می‌باشند مستقر شود.

در موقع آزمایش قسمتهای مستقل یا واحدهای ساختمانی مجزا، قسمتها یا واحدهای مجاور آن باید شرایط حرارتی مشابه زمان بهره‌برداری عادی آن را به‌وجود آورند و برای این منظور می‌توان از مقاومتهای مولد حرارت استفاده نمود.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۳ انجام آزمون افزایش دما با روش برقراری جریان در کلیه دستگاهها

آزمون باید در بدترین شرایطی که تابلو برای آن طرح شده است انجام شود. این شرایط از طریق انتخاب ترکیب یا ترکیبهایی از مدارها (که تاحد ممکن باید نماینده بدترین شرایط کار باشد) ایجاد می‌شوند.

در این آزمون هر مدار با توجه به ضرایب همزمانی ذکر شده در بند فرعی ۴ـ۶ با جریان اسمی خود (به بند فرعی ۴ـ۲ مراجعه شود) تغذیه می‌گردد. در صورتی‌که تابلو شامل فیوز نیز باشد، در این آزمون رابط فیوزهایی که توسط سازنده تعیین شده‌اند نیز باید نصب شده باشند. تلفات توانی رابط فیوزهای به‌کار رفته در آزمون باید در گزارش آزمون ذکر گردد.

اندازه و نحوه استقرار هادیهای خارجی مورد استفاده برای آزمون باید در گزارش آزمون ذکر گردد.

مدت زمان آزمون باید به‌اندازه‌ای باشد که دما به مقادیر ثابت خود برسد (مدت زمان نباید از ۸ ساعت بیشتر باشد) در عمل این حالت موقعی حاصل می‌شود که تغییرات دما از یک زینه سلسیوس بر ساعت بیشتر نباشد.

یادآوری (۱)

به‌منظور صرفه‌جویی در زمان و در صورتی‌که لوازم به‌کاررفته قادر به‌تحمل باشند، می‌توان شدت جریان را درخلال قسمت‌اول آزمون بالا برده و بعداً آن را تا میزان جریان آزمون پایین آورد.

1– Type of duty 2– Releases

یادآوری (۲)

در مواردی‌که یک آهنربای الکتریکی کنترل درخلال آزمون برقدار می‌شود، دما باید در موقعی‌که تعادل حرارتی، هم در مدار اصلی و هم در آهنربای کنترل به‌وجود می‌آید اندازه‌گیری شود.

در مواردی که اطلاعات دقیقی درباره شرایط بهره‌برداری وجود نداشته باشد، سطح مقطع هادیهای خارجی باید به‌ترتیب زیر انتخاب شود:

۸ ـ ۲ـ۱ـ۳ـ۱ برای جریانهای آزمون تا ۴۰۰ آمپر (و ۴۰۰ آمپر)

الف ـ اتصالات باید از نوع کابل یا سیم تک رشته‌ای با عایق پلی‌وینیل کلراید با سطح مقطعی طبق جدول ۵ ـ ۵ باشد.

ب ـ تا جایی‌که ممکن است اتصالات باید در هوای آزاد قرار داشته باشند.

پ ـ حداقل طول هر یک از اتصالات موقتی از ترمینالی به ترمینال دیگر باید به‌قرار زیر باشد:

ـ یک متر برای مقاطعی تا ۱۰ میلیمتر مربع

ـ دو متر برای مقاطعی بیش از ۱۰ میلیمتر مربع

جدول ۵ ـ ۵ مقاطع استاندارد هادیهای مسی مربوط به‌جریان آزمون

حدود جریان اسمی	۰	۷/۹	۱۵/۹	۲۲	۳۰	۳۹	۵۴	۷۲	۹۳	۱۱۷	۱۴۷	۱۸۰	۲۱۶	۲۵۰	۲۸۷	۳۳۴
واقعی[۱] (A)	۷/۹	۱۵/۹	۲۲	۳۰	۳۹	۵۴	۷۲	۹۳	۱۱۷	۱۴۷	۱۸۰	۲۱۶	۲۵۰	۲۸۷	۳۳۴	۴۰۰
سطح مقطع (mm^2)	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۱۰	۱۶	۲۵	۳۵	۵۰	۷۰	۹۵	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۵	۲۴۰
مقدار جریان اسمی حرارتی[۲] (A)	۶	۸ ۱۰ ۱۲	۱۶ ۲۰	۲۵	۳۲	۴۰ ۵۰	۶۳	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰	۲۵۰	–	۳۱۵	۴۰۰

(۱) مقدار شدت جریان باید از مقدار ذکرشده در سطر اول بیشتر و کمتر یا مساوی مقدار ذکرشده در سطح دوم باشد.

(۲) این مقادیر عبارتند از جریانهای استاندارد توصیه شده که فقط از نظر اطلاع ذکر شده‌اند.

۸ ـ ۲ـ۱ـ۳ـ۲ برای مقادیر جریان آزمون بیش از ۴۰۰ آمپر تا ۱۶۰۰ آمپر:

الف) اتصالات باید از نوع شمش مسی به‌رنگ سیاه مات بوده و اندازه‌های آن با مقادیر جدول ۵ ـ ۶ مطابقت نماید.

ب) اتصالات باید در هوای آزاد قرار داشته و فواصل بین آنها از فواصل موجود بین ترمینالها کمتر نباشد.

پ) حداقل طول هر یک از اتصالات موقتی از ترمینالی به ترمینال دیگر باید ۲ متر باشد.

۸ ـ ۲ـ۱ـ۳ـ۳ برای جریانهای آزمون بیش از ۱۶۰۰ آمپر:

سطح مقطع مربوط به اتصالات آزمون باید بین سازنده و مصرف‌کننده توافق گردد.

یادآوری

مقادیر مربوط تحت بررسی می‌باشند.

آزمونها باید بر طبق نوع کاری[1] که نمونه برای آن طرح شده است انجام گیرد. انجام آزمونهای مربوط به اجزای جداگانه (صفحات ـ جعبه‌ها ـ محفظه‌ها و غیره) تابلو (به‌بند فرعی ۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۲ مراجعه شود) به‌شرطی‌که احتیاطهای لازم از نظر تطبیق با شرایط کار حقیقی به‌عمل آمده باشد، مجاز خواهد بود.
آزمون افزایش دمای مدارهای جداگانه باید با نوع جریانی که برای آن پیش‌بینی شده است و با فرکانس طرح شده انجام شود. ولتاژهایی که در آزمون مورد استفاده قرار می‌گیرند باید طوری باشند که جریان برقرار شده در مدار برابر جریان تعیین شده در بند فرعی ۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۳ باشد. سیم پیچهای رله‌ها، کنتاکتورها، ضامنهای آزادکننده[2] و غیره باید با ولتاژ اسمی تغذیه شوند.
تابلوهای نوع باز، به‌شرطی‌که از آزمونهای نوعی انجام شده بر روی اجزای مستقل آن و یا از اندازه هادیهای به‌کار رفته و نحوه قرار گرفتن دستگاهها، به‌وضوح معلوم شود که افزایش دما از مقدار مجاز بالاتر نرفته و هیچ نوع آسیبی به تجهیزات وصل شده به تابلو و مواد عایقی مجاور آن وارد نخواهد شد، احتیاجی به گذراندن آزمون افزایش دما نخواهد داشت.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۲ نحوهٔ استقرار تابلو

تابلو باید مشابه حالت عادی بهره‌برداری در حالی‌که کلیه درپوشها و غیره درجای خود نصب می‌باشند مستقر شود.
در موقع آزمایش قسمتهای مستقل یا واحدهای ساختمانی مجزا، قسمتها یا واحدهای مجاور آن باید شرایط حرارتی مشابه زمان بهره‌برداری عادی آن را به‌وجود آورند و برای این منظور می‌توان از مقاومتهای مولد حرارت استفاده نمود.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۳ انجام آزمون افزایش دما با روش برقراری جریان در کلیه دستگاهها

آزمون باید در بدترین شرایطی که تابلو برای آن طرح شده است انجام شود. این شرایط از طریق انتخاب ترکیب یا ترکیبهایی از مدارها (که تاحد ممکن باید نماینده بدترین شرایط کار باشد) ایجاد می‌شوند.
در این آزمون هر مدار با توجه به ضرایب همزمانی ذکر شده در بند فرعی ۴ـ۶ با جریان اسمی خود (به بند فرعی ۴ـ۲ مراجعه شود) تغذیه می‌گردد. در صورتی‌که تابلو شامل فیوز نیز باشد، در این آزمون رابط فیوزهایی که توسط سازنده تعیین شده‌اند نیز باید نصب شده باشند. تلفات توانی رابط فیوزهای به‌کار رفته در آزمون باید درگزارش آزمون ذکر گردد.
اندازه و نحوه استقرار هادیهای خارجی مورد استفاده برای آزمون باید درگزارش آزمون ذکر گردد.
مدت زمان آزمون باید به‌اندازه‌ای باشد که دما به مقادیر ثابت خود برسد (مدت زمان نباید از ۸ ساعت بیشتر باشد) در عمل این حالت موقعی حاصل می‌شود که تغییرات دما از یک زینه سلسیوس بر ساعت بیشتر نباشد.

یادآوری (۱)

به‌منظور صرفه‌جویی در زمان و در صورتی‌که لوازم به‌کاررفته قادر به‌تحمل باشند، می‌توان شدت جریان را درخلال قسمت‌اول آزمون بالا برده و بعداً آن را تا میزان جریان آزمون پایین آورد.

1– Type of duty 2– Releases

یادآوری (۲)

در مواردی‌که یک آهنربای الکتریکی کنترل درخلال آزمون برقدار می‌شود، دما باید در موقعی‌که تعادل حرارتی، هم در مدار اصلی و هم در آهنربای کنترل به‌وجود می‌آید اندازه‌گیری شود.

در مواردی که اطلاعات دقیقی درباره شرایط بهره‌برداری وجود نداشته باشد، سطح مقطع هادیهای خارجی باید به‌ترتیب زیر انتخاب شود:

۸ ـ ۲ـ۱ـ۳ـ۱ برای جریانهای آزمون تا ۴۰۰ آمپر (و ۴۰۰ آمپر)

الف ـ اتصالات باید از نوع کابل یا سیم تک رشته‌ای با عایق پلی‌وینیل کلراید با سطح مقطعی طبق جدول ۵ ـ ۵ باشد.

ب ـ تا جایی‌که ممکن است اتصالات باید در هوای آزاد قرار داشته باشند.

پ ـ حداقل طول هر یک از اتصالات موقتی از ترمینالی به ترمینال دیگر باید به‌قرار زیر باشد:

ـ یک متر برای مقاطعی تا ۱۰ میلیمتر مربع

ـ دو متر برای مقاطعی بیش از ۱۰ میلیمتر مربع

جدول ۵ ـ ۵ مقاطع استاندارد هادیهای مسی مربوط به‌جریان آزمون

حدود جریان اسمی	۰	۷/۹	۱۵/۹	۲۲	۳۰	۳۹	۵۴	۷۲	۹۳	۱۱۷	۱۴۷	۱۸۰	۲۱۶	۲۵۰	۲۸۷	۳۳۴
واقعی[۱] (A)	۷/۹	۱۵/۹	۲۲	۳۰	۳۹	۵۴	۷۲	۹۳	۱۱۷	۱۴۷	۱۸۰	۲۱۶	۲۵۰	۲۸۷	۳۳۴	۴۰۰
سطح مقطع (mm^2)	۱	۱/۵	۲/۵	۴	۶	۱۰	۱۶	۲۵	۳۵	۵۰	۷۰	۹۵	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۵	۲۴۰
مقدار جریان اسمی حرارتی[۲] (A)	۶	۸ ۱۰ ۱۲	۱۶ ۲۰	۲۵	۳۲	۴۰ ۵۰	۶۳	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰	۲۵۰	—	۳۱۵	۴۰۰

(۱) مقدار شدت جریان باید از مقدار ذکرشده در سطر اول بیشتر و کمتر یا مساوی مقدار ذکرشده در سطح دوم باشد.

(۲) این مقادیر عبارتند از جریانهای استاندارد توصیه شده که فقط از نظر اطلاع ذکر شده‌اند.

۸ ـ ۲ـ۱ـ۳ـ۲ برای مقادیر جریان آزمون بیش از ۴۰۰ آمپر تا ۱۶۰۰ آمپر:

الف) اتصالات باید از نوع شمش مسی به‌رنگ سیاه مات بوده و اندازه‌های آن با مقادیر جدول ۵ ـ ۶ مطابقت نماید.

ب) اتصالات باید در هوای آزاد قرار داشته و فواصل بین آنها از فواصل موجود بین ترمینالها کمتر نباشد.

پ) حداقل طول هر یک از اتصالات موقتی از ترمینالی به ترمینال دیگر باید ۲ متر باشد.

۸ ـ ۲ـ۱ـ۳ـ۳ برای جریانهای آزمون بیش از ۱۶۰۰ آمپر:

سطح مقطع مربوط به اتصالات آزمون باید بین سازنده و مصرف‌کننده توافق گردد.

یادآوری

مقادیر مربوط تحت بررسی می‌باشند.

جدول ۵ ـ ٦ اتصالات استاندارد برای مقادیر جریان آزمون بیش از ۴۰۰ آمپر تا ۱٦۰۰ آمپر[۱]

جریان آزمون (A)	اتصالات برای آزمون[۲]	
	تعداد	ابعاد[۳] (mm)
۴۰۰ < I ≤ ۵۰۰	۲	۵×۳۰
۵۰۰ < I ≤ ۶۵۰	۲	۵×۴۰
۶۵۰ < I ≤ ۸۰۰	۲	۵×۵۰
۸۰۰ < I ≤ ۱۰۰۰	۲	۵×۶۰
۱۰۰۰ < I ≤ ۱۲۵۰	۲	۵×۸۰
۱۲۵۰ < I ≤ ۱۶۰۰	۴	۵×۵۰

(۱) فاصله بین دو شمش موازی مربوط به‌یک ترمینال باید تقریباً برابر ۵ میلیمتر باشد.

(۲) در صورتی‌که اتصال شمشهای ذکر شده به دستگاه مورد آزمون امکان نداشته باشد استفاده از شمشی که دارای همان سطح مقطع بوده و عرض آن مساوی عرض ترمینال باشد مجاز خواهد بود.

(۳) استفاده از کابل به‌جای شمش مجاز خواهد بود. مقاطع مجاز مربوط به کابل تحت بررسی است.

۸ ـ ۲ـ۱ـ۴ آزمون افزایش دما با استفاده از مقاومتهای گرم‌کننده باتوان تلف شده معادل

برای بعضی از انواع تابلوهای تمام بسته که مدارهای اصلی و کمکی آنها دارای جریانهای اسمی نسبتاً کمی هستند، تلفات توان را می‌توان با استفاده از مقاومتهای گرم‌کننده‌ای که همان مقدار حرارت تولید نموده و در محلهای مناسبی در داخل محفظه نصب می‌شوند ایجاد نمود.

سطح مقطع هادیهای تغذیه‌کننده مقاومتها باید به‌قدری باشد که حرارت قابل ملاحظه‌ای از طریق آنها ازداخل محفظه به بیرون هدایت نشود.

آزمون مربوط به مقاومتهای گرم‌کننده را می‌توان به‌عنوان معرف تابلوهایی‌که دارای محفظه‌های مشابه بوده ولی مجهز به‌دستگاههای دیگری باشند نیز به‌حساب آورد به‌شرطی که جمع تلفات توان دستگاههای نصب شده در آن با در نظر گرفتن ضریب همزمانی، از مقداری که در هنگام آزمون به‌کار رفته است تجاوز ننماید.

افزایش دمای دستگاههای نصب شده نباید از مقادیر داده شده در جدول شماره ۲ (به بند فرعی ۷ ـ ۳ مراجعه شود) تجاوز نماید. این افزایش دما را می‌توان به‌طور تقریب با اضافه کردن تفاوت دماهای داخل و خارج محفظه تابلو به دمای دستگاه که در هوای آزاد اندازه‌گیری شده است به‌دست آورد.

۸ ـ ۲ـ۱ـ۵ اندازه‌گیری دماها

برای انجام اندازه‌گیریهای دما باید از ترموکوپل یا دماسنج استفاده شود. در مورد سیم‌پیچها، به‌طور کلی باید از روش اندازه‌گیری دما از طریق تغییرات مقاومت استفاده شود. جهت اندازه‌گیری دمای هوای داخل تابلو چند وسیله اندازه‌گیری باید در نقاط مختلف داخل تابلو نصب شوند.

دماسنجها یا ترموکوپلها باید در برابر جریان هوا و تابش حرارتی محافظت شوند.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۶ دماهای محیط

اندازه‌گیری دمای هوای محیط باید در خلال ربع آخر زمان آزمون با استفاده از حداقل دو عدد دماسنج یا ترموکوپل که به‌طور یکنواخت در اطراف تابلو پخش شده و در فاصله یک‌متری از تابلو در حوالی نصف ارتفاع آن نصب می‌شوند، انجام شود.

دماسنجها یا ترموکوپلها باید در برابر جریان هوا و تابش حرارتی محافظت شوند.

چنانچه دمای هوای محیط در حین آزمون بین ۱۰ و ۴۰+ زینه سلسیوس باشد مقادیر داده شده در جدول شماره ۲ بند فرعی ۷ ـ ۳ حدهای نهایی افزایش دما می‌باشد.

چنانچه دمای هوای محیط در حین آزمون از ۴۰+ زینه سلسیوس بیشتر یا از ۱۰+ زینه سلسیوس کمتر باشد این مقررات ملاک عمل نبوده و لازم خواهد بود توافق مخصوصی بین سازنده و مصرف‌کننده به‌عمل آید.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۷ افزایش دمای یک جزء یا قطعه

در مورد آزمون افزایش دما، در حالی که کلیه وسایل و دستگاهها در محل خود در تابلو نصب بوده و شدت جریانهای مشخص شده از مدارها عبور می‌نماید، (ب بند فرعی ۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۳ مراجعه شود) افزایش دمای یک جزء یا قطعه، تفاوت بین دمای آن جزء یا قطعه (که طبق بند فرعی ۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۵ اندازه‌گیری می‌شود) و دمای هوای محیط خارج تابلو خواهد بود.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۸ نتایج به‌دست آمده

در پایان آزمون، افزایش دما نباید از مقادیر داده شده در جدول شماره ۲ بند فرعی ۷ـ۳ تجاوز نماید. لوازم و دستگاهها باید به‌صورتی رضایت بخش در حدود ولتاژ تعیین شده برای آنها و در دمای داخل تابلو کار کند.

۸ـ۲ـ۲ تعیین مطابقت با خواص دی‌الکتریک

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۱ کلیات

انجام این آزمون در مورد اجزایی از تابلو که قبلاً طبق مقررات مخصوص به‌خود آزمون نوعی را گذرانده باشند به‌شرطی که در حین نصب، خللی به‌خواص عایقی آنها وارد نشده باشد لازم نخواهد بود.

ولتاژ آزمون باید به‌نحو زیر اعمال شود:

الف ـ بین کلیهٔ قسمتهای برقدار و بدنه تابلو،

ب ـ بین هر قطب و سایر قطبها که به یکدیگر و بدنه تابلو وصل می‌باشند.

در مواردی که تابلو شامل یک هادی حفاظتی که طبق بند فرعی ۷ـ۴ـ۲ـ۳ـ۲ نسبت به‌بدنه‌های هادی عایق شده است باشد، این هادی باید یک مدار جداگانه به‌حساب آید. به‌عبارت دیگر باید آن‌را با همان ولتاژی که در آزمون مدار اصلی مربوطه مورد استفاده قرار می‌گیرد تحت آزمون قرار داد.

در لحظه اتصال، ولتاژ آزمون نباید از ۵۰٪ مقادیر داده شده در بند فرعی ۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ بیشتر باشد. سپس باید ولتاژ را به‌طور یکنواخت ظرف چند ثانیه به مقدار کامل آن طبق بند فرعی ۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ بالا برده و به‌مدت یک‌دقیقه برقرار نگه داشت. منبع تغذیه جریان متناوب باید دارای توان کافی برای حفظ ولتاژ آزمون صرفنظر از جریانهای نشت باشد.

موج ولتاژ آزمون باید عملاً سینوسی بوده و فرکانس آن بین ۴۵ لغایت ۶۵ هرتز باشد.

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۲ آزمون پوششهای عایق‌بندی شده

در مورد پوششهایی که از مواد عایق ساخته شده باشند باید یک آزمون دی‌الکتریک اضافی به‌صورت اعمال ولتاژ آزمون بین یک ورقه فلزی که روی سطح خارجی پوششهای دهانه‌ها و اتصالات قرار داده می‌شود از یک‌طرف، و هادیهای برقدار و بدنه‌های هادی که در داخل پوشش قرارگرفته و در مجاورت دهانه و یا محل اتصالات قرار داشته و از نظر الکتریکی به‌یکدیگر وصل شده‌اند از طرف دیگر انجام گیرد. برای‌این آزمون اضافی، مقدار ولتاژ آزمون باید ۱/۵ برابر ارقام ذکرشده در جدول شماره ۵ـ۷ باشد.

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۳ دسته‌های فرمان خارج از تابلو از جنس عایق

در مورد دسته‌های ساخته شده از مواد عایق، باید یک آزمون دی‌الکتریک به‌صورت اعمال ولتاژی که مقدار آن ۱/۵ برابر ولتاژ آزمون ذکر شده در جدول شماره ۵ ـ ۶ بوده و بین قسمتهای برقدار و ورقه‌های فلزی که دور دسته پیچیده شده است وصل می‌شود، انجام گیرد. در حین این آزمون قاب تابلو نباید زمین شده یا به‌هر مدار دیگری وصل شده باشد.

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ مقدار ولتاژ آزمون

مقدار ولتاژ آزمون باید به‌ترتیب زیر باشد:

۸ـ۲ـ۲ـ۴ـ۱ برای مدار اصلی و مدارهای فرعی و کنترل (که با بند فرعی ۸ـ۲ـ۲ـ۴ـ۲ مطابقت نداشته باشد) ولتاژ موردنظر باید طبق جدول شماره ۵ ـ ۶ انتخاب شود:

جدول ۵ ـ ۷

ولتاژ اسمی عایق‌بندی (U_i) (V)	ولتاژ آزمون دی‌الکتریک (مقدار مؤثر ولتاژ متناوب) (V)
$U_i \leq$ ۶۰	۱۰۰۰
۶۰ < $U_i \leq$ ۳۰۰	۲۰۰۰
۳۰۰ < $U_i \leq$ ۶۶۰	۲۵۰۰
۶۶۰ < $U_i \leq$ ۸۰۰	۳۰۰۰
۸۰۰ < $U_i \leq$ ۱۰۰۰	۳۵۰۰
۱۰۰۰ < $U_i \leq$ ۱۲۰۰*	۳۵۰۰

* این ولتاژ فقط برای جریان مستقیم می‌باشد.

۸ـ۲ـ۲ـ۴ـ۲ ولتاژ آزمون در مورد مدارهای فرعی و کنترلی که سازنده نامناسب بودن آنها را برای وصل به مدار اصلی مشخص کرده باشد، به‌ترتیب زیر خواهد بود:

– در مواردی که ولتاژ اسمی عایق‌بندی U_i از ۶۰ ولت تجاوز ننماید ۱۰۰۰ ولت.

– در مواردی که ولتاژ اسمی عایق‌بندی U_i بیش از ۶۰ ولت باشد، ولتاژ آزمون باید ۱۰۰۰ + $2U_i$ ولت بوده و حداقل آن از ۱۵۰۰ ولت کمتر نباشد.

یادآوری

به‌هرحال بعضی از اجزایی که برای ولتاژ آزمون پایینتری طرح شده‌اند، از مدار قطع می‌شوند. (به بند فرعی ۸ـ۳ـ۲ـ۱ مراجعه شود).

۸ـ۲ـ۲ـ۵ نتایج به‌دست آمده

نتیجهٔ آزمون در مواردی رضایت‌بخش می‌باشد که در عایق‌بندی خرابی[1] ایجاد نشده یا جرقه‌ای[2] پدید نیامده باشد.

۸ـ۲ـ۳ تعیین ایستادگی در برابر اتصال کوتاه

۸ـ۲ـ۳ـ۱ مدارهایی از تابلوها که تعیین ایستادگی در برابر اتصال کوتاه در مورد آنها لازم نمی‌باشد:

۸ـ۲ـ۳ـ۱ـ۱ تابلوهای ساده‌ای که جریان اسمی مشروط اتصال کوتاه آنها از ۵ کیلوآمپر تجاوز ننماید.

۸ـ۲ـ۳ـ۱ـ۲ تابلوهایی که به‌کمک فیوزهای محدودکننده جریان حفاظت می‌شوند مشروط بر اینکه جریان اسمی فیوزها از ۶۳ آمپر تجاوز ننموده یا اینکه جریان محدود شده اتصال کوتاه به‌وسیلهٔ فیوز از ۱۵ کیلوآمپر در قدرت قطع اسمی آن تجاوز ننماید.

۸ـ۲ـ۳ـ۱ـ۳ مدارهای کمکی تابلوهایی‌که برای اتصال به ترانسفورماتورهای با قدرت اسمی ۱۰ کیلوولت آمپر یا کمتر با ولتاژ ثانویه ۱۱۰ ولت یا بیشتر و یا با قدرت اسمی ۱/۶ کیلوولت آمپر با ولتاژ ثانویه کمتر از ۱۱۰ ولت درنظر گرفته شده و ولتاژ نسبی اتصال کوتاه آنها از ۴٪ کمتر نباشد.

۸ـ۲ـ۳ـ۱ـ۴ کلیهٔ اجزای تابلوها (شینه‌های اصلی، مقره‌ها یا تکیه‌گاههای آنها، اتصالات به شینه‌ها مجموعه‌های ورودی و خروجی و غیره) که قبلاً آزمونهای نوعیِ مربوطه را با توجه به‌شرایط تابلو گذرانده باشند.

یادآوری

برای مثال وسایل قطع و وصلی که جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی آنها با نشریه شماره ۴۰۸ سازمان بین‌المللی الکتروتکنیک، تحت عنوان «کلیدهای فشار ضعیف هوایی ـ قطع‌کننده‌های هوایی ـ کلیدهای قطع کننده هوایی و مجموعه‌های کلید فیوز» مطابقت می‌نماید و همچنین راه‌انداز موتورها که با وسایل حفاظت در برابر اتصال کوتاه طبق اولین مکمل نشریه شماره ۱ـ۲۹۲ سازمان بین‌المللی الکتروتکنیک تحت عنوان «راه‌اندازهای فشار ضعیف برای موتورها» قسمت اول «راه‌اندازهای جریان متناوب اتصال مستقیم به شبکه» هماهنگ شده باشند.

1– Puncture 2– Flashover

۸ـ۲ـ۳ـ۲ مدارهایی که باید نسبت به ایستادگی در برابر اتصال کوتاه آنها در تابلو از طریق آزمون اطمینان حاصل شود:

این موضوع در مورد کلیهٔ مدارهایی‌که در بند فرعی ۸ـ۲ـ۳ـ۱ به‌آن اشاره شده است اعمال خواهد شد.

۸ـ۲ـ۳ـ۲ـ۱ ترتیب انجام آزمون

تابلو یا قسمتهایی از آن باید مشابه هنگام استفاده عادی نصب شود. جز در مورد آزمونهای مربوط به شینه‌ها (و با درنظر گرفتن نوع ساختمان تابلو) کافی است آزمون بر روی یکی از مجموعه‌های عامل به‌شرطی که سایر مجموعه‌های عامل به‌طرز مشابهی ساخته شده و بر روی نتیجهٔ آزمون اثری نداشته باشند، انجام شود.

۸ـ۲ـ۳ـ۲ـ۲ نحوهٔ انجام آزمون ـ کلیات

در صورتی که مدار مورد آزمون حاوی فیوز باشد، باید رابط فیوزها با جریان اسمی حداکثر (مطابق با جریان اسمی مدار) و در صورت لزوم از نوعی که به‌وسیلهٔ سازنده قابل قبول معرفی شده است، استفاده شود.

هادیهای تغذیه جریان و اتصالات لازم برای انجام آزمون اتصال کوتاه تابلو، باید دارای قدرت ایستادگی کافی در برابر اتصالهای کوتاه بوده و به‌نحوی ترتیب داده شوند که سبب ایجاد تنشهای اضافی نشوند.

جز در مواردی که به‌نحوی دیگر توافق شده باشد، مدار آزمون باید به ترمینالهای ورودی تابلو وصل شود. تابلوهای سه‌فاز باید به‌صورت سه‌فاز وصل شوند.

مقدار جریان اتصال کوتاه تخمینی باید از نگاره‌نوسان کالیبره کردن[1] استخراج گردد. نگاره‌نوسان درحالی که هادیهای تغذیه تابلو به‌وسیلهٔ امپدانس قابل اغماضی اتصال کوتاه شده‌اند گرفته می‌شود.

محل اتصال کوتاه باید تا جایی‌که ممکن است نزدیک به محل تغذیه باشد.

در حین آزمون، باید نگاره‌نوسان منحنی شدت جریان گرفته شود. نگاره‌نوسان باید نشان دهد که شدت جریان برقرار شده تا لحظه عمل وسیله حفاظتی یا بمدت تعیین شده‌ای عملاً ثابت می‌باشد. مقدار شدت جریان باید در حدود مقادیر ذکر شده در بند فرعی ۸ـ۲ـ۳ـ۲ـ۴ باشد.

در موارد استفاده از وسایل حفاظتی که نحوه کار آنها بستگی به ولتاژ یا فرکانس یا هر دو دارد، لازم است به‌مشخصات مربوط به این نوع وسایل توجه شود.

در مورد آزمونهای جریان متناوب، فرکانس مدار آزمون در حین آزمونهای اتصال کوتاه باید معادل فرکانس اسمی با حد خطای ۲۵٪ باشد.

کلیهٔ اجزای تجهیزاتی که در حالت کار عادی به‌زمین وصل می‌شوند منجمله محفظه‌های آنها باید از زمین عایق شده ولی به‌هادی خنثای مدار تغذیه یا به‌هادی خنثای مصنوعی که اصولاً القایی بوده و اجازه عبور جریان اتصالی تخمینی به‌مقدار حداقل ۱۰۰ آمپر را بدهد، وصل شود. این اتصال، به‌منظور نشان دادن وجود جریانهای اتصالی باید شامل وسیله‌ای مطمئن مانند فیوزی که از سیم مسی با قطر ۰/۱ میلیمتر درست شده و طول آن بیش از ۵۰ میلیمتر نباشد بوده و در صورت لزوم دارای مقاومتی که بتواند جریان اتصالی تخمینی را به‌مقدار حدود ۱۰۰ آمپر محدود نماید باشد.

1– Calibration oscilogram

۸ ـ ۲ـ۳ـ۲ـ۳ آزمون مدارهای اصلی

الف) برای آزمون یک مدار خروجی، ترمنیالهای آن باید مجهز به یک وسیله اتصال کوتاه کور[1] باشد.
در مواردی که یک مدار خروجی، مجهز به‌جزیی است که قبلاً مورد آزمون قرار نگرفته باشد آزمونهای زیر باید انجام شود:
وسیله قطع و وصل (کلید) باید وصل شده و درهمان حالت، به‌نحوی که در وضع عادی مورد استفاده قرار می‌گیرد، نگاه داشته شود. سپس ولتاژ آزمون برای یکبار و به‌مدتی کافی وصل می‌شود تا وسیلهٔ حفاظت در برابر اتصال کوتاه در مدار خروجی عمل نموده و اتصالی را قطع نماید.
در هر صورت این مدت (مدت برقراری ولتاژ آزمون) نباید از ۱۰ سیکل کمتر باشد.

ب) تابلوهایی که شامل شینه‌های اصلی می‌باشند باید تحت یک آزمون اضافی قرارگیرند تا استقامت در برابر اتصال کوتاه شینه‌های اصلی و مدار ورودی (شامل حداقل یک محل اتصال) ثابت شود.
نقطه‌ای که اتصال کوتاه در آن درست می‌شود باید ۰/۴±۲ متر از نزدیکترین قطعه تغذیه فاصله داشته باشد.
در صورتی‌که طول شینه‌ها از ۲ متر کمتر باشد نقطه ایجاد اتصال کوتاه باید در انتهای شینه‌ها باشد. چنانچه یک مجموعه شینه متشکل از چند قسمت (از نظر سطح مقطع فاصله بین شینه‌های مجاور ـ نوع و تعداد نگهدارهای شینه در هر متر) باشد هر قسمت باید به‌طور مجزا مورد آزمون قرارگیرد.
در موارد استثنایی که موکول به توافق بین سازنده و استفاده‌کننده می‌باشد می‌توان با ایجاد اتصال کوتاه بر روی هادیهایی که شینه‌ها را به یک مجموعه خروجی وصل می‌کند یک آزمون مخصوص انجام داد. محل اتصال کوتاه کور باید تا جایی‌که عملی می‌باشد نزدیک ترمینالهای مجموعه خروجی باشد.

پ) در صورت وجود شینه خنثی، باید آنرا تحت آزمونی که وجود استقامت در برابر اتصال کوتاه نسبت به‌نزدیکترین شینه فاز را ثابت نماید (همراه با حداقل یک محل اتصال) قرار داد. از نظر انجام اتصال شینه خنثی به‌شینه فاز مورد بحث، باید مقررات بند فرعی ۸ ـ ۲ـ۳ـ۲ـ۳ـ ب) مراعات شود. جریان آزمون باید به‌وسیلهٔ سازنده مشخص شود.

۸ ـ ۲ـ۳ـ۲ـ۴ مدار و مدت برقراری جریان اتصال کوتاه

الف) در تابلوهایی که شامل وسیلهٔ حفاظت در برابر اتصال کوتاه در مجموعه ورودی می‌باشند، (به بند فرعی ۷ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۱ مراجعه شود):
باید جریانی که معادل جریان اتصال کوتاه تخمینی مشخص شده می‌باشد تا زمانی که وسیلهٔ حفاظتی آن را قطع بنماید، برقرار باشد.

ب) در تابلوهایی که شامل وسیله حفاظت در برابر اتصال کوتاه در مجموعه ورودی نمی‌باشند (به‌بند فرعی ۷ـ ۵ـ۲ـ۱ مراجعه شود):
در تابلوهای با جریان اسمی ایستادگی کوتاه مدت و جریان اسمی ایستادگی پیک،

1– Bolted short circuit

دینامیکی و حرارتی باید به‌کمک جریانهای اسمی تعیین شود.
جریان ایستادگی کوتاه‌مدت باید به‌مدت تعیین‌شده برقرار باشد (به بند فرعی ۴-۳ مراجعه شود).

یادآوری

معهذا در صورتی‌که محدودیتهایی در شرایط آزمون موجود باشد، زمان کوتاهتری قابل قبول خواهد بود، در این‌صورت جریان آزمون باید بر طبق فرمول: عدد ثابت $=I^2t$ ازدیاد داده شود به‌شرطی که جریان پیک به‌دست آمده به‌کمک محاسبه، از مقدار جریان اسمی ایستادگی پیک تجاوز ننماید.

آزمون جریان کوتاه مدت را می‌توان در هر ولتاژ و دمای مناسب شینه‌ها، انجام داد. بالاترین مقدار پیک بزرگترین نیم‌موج در حین اولین سیکل آزمون نباید از جریان اسمی ایستادگی پیک کمتر باشد (به‌بند فرعی ۷-۵-۳ مراجعه شود).

در مورد تابلوهایی که دارای جریان اسمی مشروط اتصال کوتاه یا جریان اسمی اتصال کوتاه فیوزی می‌باشند (به بند فرعی ۴-۵ مراجعه شود) ایستادگی دینامیکی و حرارتی را باید به‌وسیلهٔ جریان اتصال کوتاه تخمینی که در طرف تغذیه وسیلهٔ حفاظتی مشخص شده و معادل جریان اسمی مشروط یا جریان اسمی فیوزی اتصال کوتاه می‌باشد، تعیین نمود.

۸-۲-۳-۲-۵ نتایج به‌دست آمده

پس از ختم آزمون در هادیها نباید هیچ نوع تغییر شکل قابل ملاحظه‌ای مشاهده شود. تغییر شکل جزئی شینه‌ها به‌شرطی که فواصل هوایی و فواصل خزشی مشخص شده در بند فرعی ۷-۱-۲ هنوز برقرار باشند قابل قبول خواهد بود. همچنین در عایق‌بندی هادیها و قسمتهای عایق نباید هیچ نشانی از خرابی وجود داشته باشد.
فیوز نشان‌دهندهٔ وجود اتصال زمین باید سالم مانده باشد.
در قطعات به‌کار رفته در اتصالات هادیها، نباید هیچ نوع سستی یا لقی به‌وجود آمده باشد.
در مؤثر بودن هادیهای حفاظتی (که حفاظت در برابر برق‌گرفتگی را در صورت بروز اتصالی تضمین می‌نمایند) نباید هیچ نوع خللی وارد شده باشد.
تغییرشکل محفظه تا حدی که به درجه حفاظت خللی وارد نشده و فواصل آزاد به مقادیر مشخص شده تقلیل نیافته باشند قابل قبول خواهد بود.
لوازم و تجهیزات نصب شده در تابلو باید در شرایطی که استانداردهای مربوطه مشخص نموده‌اند باشد.

۸-۲-۴ حصول اطمینان نسبت به مؤثر بودن مدار حفاظتی

۸-۲-۴-۱ تعیین مؤثر بودن اتصالات بین بدنه‌های هادی تابلو و مدار حفاظتی

لازم است اطمینان حاصل شود که بدنه‌های هادی مختلف تابلو به‌نحوی مؤثر طبق مقررات بند فرعی ۷-۴-۲-۱ به‌مدار حفاظتی وصل می‌باشد.

در صورت وجود عدم اطمینان در مواردی که روشهای ساختمانی طبق تضمین مداوم آنچه که در بند فرعی ۷-۴-۲-۱ ذکر شده است مورد استفاده قرار نگرفته باشد، ممکن است برای تأیید اینکه مقاومت بین ترمینال هادی حفاظتی ورودی و بدنه‌های هادی مربوطه تابلو به‌اندازهٔ کافی کوچک می‌باشد، اندازه‌گیریهایی انجام شود.

۸-۲-۴-۲ بررسی مدار حفاظتی از نظر استقامت در برابر اتصال کوتاه

یک منبع آزمون یک‌فاز باید بین ترمینال یکی از فازهای مدار ورودی و ترمینال ورودی هادی حفاظتی وصل شود. در مواردی که تابلو حاوی یک هادی حفاظتی مجزا باشد نزدیکترین هادی فاز باید مورد استفاده قرار گیرد. برای هر یک از مجموعه‌های خروجی نمونه، باید یک آزمون مستقل به‌کمک اتصال کوتاه کوری که بین ترمینال فاز خروجی مربوطه مجموعه و ترمینال هادی حفاظتی خروجی مربوطه برقرار می‌گردد انجام شود.

هر یک از مجموعه‌های خروجی مورد آزمون باید از وسایل حفاظتی درنظر گرفته شده برای آن، مجهز به‌وسیله‌ای باشد که حداکثر جریان پیک و I^2t را عبور می‌دهد، ممکن است آزمون را درحالی که وسیلهٔ حفاظتی در خارج از تابلو قرار دارد انجام داد.

برای انجام این آزمون قاب تابلو باید نسبت به زمین عایق شده باشد. مقدار جریان اتصال کوتاه تخمینی و مقدار ولتاژ مورد استفاده باید مقادیر یک‌فازی که از استقامت اتصال کوتاه سه‌فاز تابلو به‌دست می‌آیند باشد.

کلیهٔ شرایط دیگر این آزمون باید نظیر بند فرعی ۸-۲-۳-۲ باشد.

۸-۲-۴-۳ نتایج به‌دست آمده

در پیوستگی و استقامت اتصال کوتاه مدار حفاظتی، صرفنظر از اینکه شامل یک هادی مجزا و یا قاب تابلو باشد نباید هیچ‌گونه خللی وارد آمده باشد.

علاوه بر بازرسی ظاهری می‌توان به‌وسیلهٔ انجام یک آزمون با جریانی که در حدود جریان حرارتی اسمی مجموعه خروجی مربوطه می‌باشد نسبت به صحت مسئله اطمینان حاصل نمود.

یادآوری (۱)

در مواردی که از قاب تابلو به‌عنوان هادی حفاظتی استفاده شود، وجود جرقه‌ها و ازدیاد دمای موضعی در محل اتصالات قابل قبول خواهد بود به‌شرط اینکه در تداوم الکتریکی خللی وارد نشده و قطعات قابل اشتعال مجاور، آتش نگرفته باشند.

یادآوری (۲)

مقایسه مقاومتهای اندازه‌گیری شده بین ترمینال هادی حفاظتی ورودی و ترمینال هادی حفاظتی خروجی مربوطه در قبل و بعد از انجام آزمون، تعیین‌کننده تطبیق با شرط فوق خواهد

۸-۲-۵ تعیین فواصل هوایی و خزشی

لازم است نسبت به مطابقت فواصل هوایی و خزشی با مقادیر تعیین شده در بند فرعی ۷-۱-۲ اطمینان حاصل شود.

چنانچه لازم باشد، فواصل هوایی و خزشی باید به‌کمک اندازه‌گیری تعیین گردند. در این حال باید تغییرشکل قطعات محفظه یا پرده‌های داخلی منجمله تغییراتی که ممکن است در صورت بروز اتصال کوتاه به‌وجود آیند نیز به‌حساب آورده شوند.

در صورتی‌که تابلو شامل اجزای خارج‌شونده باشد لازم است هم در وضعیت آزمون (به بند فرعی ۲-۲-۱۰ مراجعه شود) و هم در وضعیت قطع (به‌بند فرعی ۲-۲-۱۱ مراجعه شود) فواصل هوایی و خزشی تعیین و مطابقت داده شوند.

۸-۲-۶ تعیین نحوهٔ کار اجزای مکانیکی

انجام این آزمون نوعی، نباید در مورد لوازم و دستگاههایی از تابلو که قبلاً طبق مقررات مخصوص به‌خود، آزمون نوعی راگذرانده باشند به‌عمل آید به‌شرطی که در حین نصب خللی به نحوه کار مکانیکی آنها وارد نشده باشد.

برای آن دسته از لوازم و دستگاهها که در مورد آنها گذراندن آزمون نوعی لازم باشد، تعیین مطابقت با مقررات باید پس از نصب آنها در تابلو به‌عمل آید. تعداد دوره‌های کار باید ۵۰ باشد.

در عین حال باید نحوه عمل قفل و بستهای مکانیکی مربوط به‌این کارها نیز کنترل شود. آزمون در صورتی قابل قبول تلقی خواهد شد که خللی به‌نحوهٔ کار لوازم و دستگاهها و همچنین قفل و بستهای آنها و غیره وارد نیامده و نیروی لازم برای انجام کارها عملاً به‌همان مقداری باشد که قبل از شروع آزمون لازم بوده است.

۸-۲-۷ تعیین درجه حفاظت

درجه حفاظت به‌وجود آمده طبق مقررات بند فرعی ۷-۲-۱ باید با استاندارد ملی شماره ۲۹۶ مطابقت داده شود و در مواردی که لازم باشد تعدیلهایی مناسب نوع تابلو برای تطبیق با آن انجام شود.

۸-۳ آزمونهای معمولی

۸-۳-۱ بازدید تابلو شامل بازدید سیمکشیها و در صورت لزوم آزمون نحوهٔ کار الکتریکی مؤثر بودن کار اجزای راه‌انداز مکانیکی، قفل و بستها، کلید و قفلها و غیره باید کنترل شود.

صحت کشیده شدن هادیها و کابلها و نصب لوازم و دستگاهها باید کنترل شود. جهت حصول اطمینان نسبت به‌وجود درجه حفاظت تعیین‌شده و فواصل هوایی و خزشی در تابلو، بازدید آن لازم خواهد بود. اتصالات، به‌خصوص نوع‌پیچی آنها باید از نظر وجود تماس کافی‌کنترل شوند. درصورت امکان این عمل باید به‌کمک آزمونهایی بر روی نمونه‌هایی که به‌کمک روش انتخاب اتفاقی به‌دست می‌آید انجام شود.

همچنین باید اطمینان حاصل شود اطلاعات و علامت‌گذاریهایی که در بندهای فرعی ۵ـ۱ و ۵ـ۲ تعیین شده است تکمیل بوده و تابلو با آنها مطابقت می‌نماید.

به‌علاوه تطبیق تابلو با دیاگرامهای مدارها و سیمکشیها و مشخصات فنی و غیره که توسط سازنده ارائه گردیده است باید کنترل شود.

بسته به پیچیده و درهم بودن تابلو، ممکن است لازم باشد سیمکشی‌های آن کنترل شده و آزمونهای عملیات الکتریکی در مورد آن به‌عمل آید.

روش آزمون و تعداد آزمونها بستگی خواهد داشت به اینکه تابلو حاوی قفل و بستهای مفصل و یا وسایل کنترل متوالی (مترادف) و غیره می‌باشد یا خیر.

در بعضی موارد ممکن است لازم باشد در موقع راه‌اندازی تأسیساتی که تابلو برای آن در نظر گرفته شده است این آزمونها انجام شده یا تکرار شوند. در این مورد باید توافق جداگانه‌ای بین سازنده و استفاده‌کننده به‌عمل آید.

۸ـ۳ـ۲ آزمونهای دی‌الکتریک

۸ـ۳ـ۲ـ۱ کلیات

ولتاژ آزمون طبق بند فرعی ۸ـ۲ـ۲ـ۴ باید به‌مدت یک ثانیه اعمال شود. منبع تغذیه جریان متناوب باید به‌اندازهٔ کافی پرقدرت باشد به‌نحوی که بتواند ولتاژ آزمون را صرفنظر از کلیه جریانهای نشت ثابت نگهدارد. موج ولتاژ آزمون باید عملاً سینوسی بوده و فرکانس آن بین ۴۵ و ۶۵ هرتز باشد.

کلیه تجهیزات الکتریکی تابلو باید برای آزمون وصل شده باشند به‌استثنای لوازم و دستگاههایی که برای ولتاژ آزمون پایینتری طرح شده و همچنین وسایل مصرف‌کننده جریان (مانند بوبینها و وسایل اندازه‌گیری) که اتصال ولتاژ آزمون در آنها سبب عبور جریان خواهد شد.

این لوازم و دستگاهها باید از محل ترمینال خود قطع شده باشند.

خازنهای ضد پارازیت که بین قسمتهای برقدار و بدنه‌های هادی وصل می‌شوند نباید قطع شده و باید قادر به تحمل ولتاژ آزمون باشند.

برای آزمون لازم است یکی از شرایط زیر برقرار باشد:

ـ کلیهٔ وسایل قطع و وصل باید در حالت وصل باشند یا

ـ ولتاژ آزمون به‌ترتیب به کلیه قسمتهای مدارها اعمال شود.

ولتاژ آزمون باید بین قسمتهای برقدار و بدنه‌های هادی تابلو اعمال شود.

۸ـ۳ـ۲ـ۲ مقدار ولتاژ آزمون

(به‌بند فرعی ۸ـ۲ـ۲ـ۴ مراجعه شود).

در صورتی که تجهیزات نصب شده در مسیر مدارهای اصلی و فرعی که باید مورد آزمون قرار گیرد قبلاً آزمون دی‌الکتریک را گذرانده باشند، ولتاژ آزمون باید به میزان ۸۵ درصد مقدار داده شده در بند فرعی ۸ـ۲ـ۲ـ۴ تنزل داده شود.

۸ـ۳ـ۲ـ۳ نتایج به‌دست آمده

نتیجه آزمون در مواردی رضایت‌بخش می‌باشد که در عایق‌بندی خرابی ایجاد نشده یا جرقه‌ای پدید نیامده باشد.

۸ـ۳ـ۳ کنترل اقدامات و مداومت الکتریکی مدارهای حفاظتی

اقدامات حفاظتی از نظر برق‌گرفتگی در موقع کار عادی و هنگام بروز اتصالی باید کنترل شود.
مدارهای حفاظتی باید به‌کمک بازدید کنترل شده و اطمینان حاصل شود که با مقررات ذکر شده در بند فرعی ۷ـ۴ـ۲ـ۱ـ۵ مطابقت دارند.
به‌خصوص اتصالات پیچی باید از نظر وجود تماس کافی به‌طریق انتخاب اتفاقی کنترل شوند.

فصل ۶
تابلوهای فشار متوسط

۶-۱ تعاریف

۶-۱-۱ تابلو قدرت و فرمان فشار متوسط[1]

ترکیبی از وسایل کلیدی (قطع و وصل) فشار متوسط همراه با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری و تنظیم است که شامل وسایل جنبی، اتصالات مربوط، محفظه‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن می‌باشد.

۶-۱-۲ تابلوهای قدرت فشار متوسط

ترکیبی از وسایل کلیدی (قطع و وصل) فشار متوسط همراه با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری و تنظیم است که شامل وسایل جنبی، اتصالات مربوط، محفظه‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن نیز می‌باشد و اصولاً در ارتباط با تولید، انتقال و توزیع و تبدیل انرژی الکتریکی به‌کار می‌رود.

۶-۱-۳ تابلوهای فرمان فشار متوسط

ترکیبی از وسایل کلیدی (قطع و وصل) فشار متوسط همراه با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری، حفاظت و تنظیم است که شامل وسایل جنبی، اتصالات مربوط، محفظه‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن می‌باشد و اصولاً برای کنترل تجهیزات مصرف‌کننده انرژی الکتریکی به‌کار می‌رود.

۶-۱-۴ تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی[2]

مجموعه تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط که دارای پوشش خارجی فلزی اتصال زمین‌دار بوده و به‌استثنای اتصالات خارجی، به‌طور کامل سوار شده باشد.

تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی براساس استاندارد IEC 298 به‌سه نوع به‌شرح زیر طبقه‌بندی شده است:

1- Medium voltage switchgear and controlgear

2- Medium voltage metal-enclosed switchgear and controlgear

۶-۱-۴-۱ تابلو قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش و خانه‌های بسته فلزی[1] (متال کلد)

تابلو قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی که اجزای به‌کار رفته در آن به‌طور جداگانه در خانه‌های بسته فلزی زمین شده قرار گرفته باشد.

این نوع تابلو دارای جداره‌های فلزی با درجات حفاظتی مندرج در جدول ۶-۲ می‌باشد و حداقل دارای خانه‌های جداگانه برای اجزای زیر است:

الف - کلید اصلی

ب - اجزایی که به‌یک طرف کلید اصلی متصل است، مانند فیدرها

پ - اجزایی که به‌طرف دیگر کلید اصلی متصل است، مانند شینه‌ها، و در مواردی که بیش از یک گروه از شینه‌ها وجود دارد هر گروه دارای خانه‌های جداگانه‌ای خواهد بود.

۶-۱-۴-۲ تابلو قدرت و فرمان فشار متوسط خانه‌ای با پوشش فلزی (دارای جداره‌های غیرفلزی)[2]

تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی که اجزای به‌کار رفته در آن همانند تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش و خانه‌های فلزی (متال کلد) به‌طور جداگانه در خانه‌های بسته قرار گرفته باشد، اما دارای یک یا چند جداره غیرفلزی باشد به‌گونه‌ای که درجه حفاظت مندرج در جدول ۶-۲ (یا بیش از آن) را تأمین نماید.

۶-۱-۴-۳ تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط سلولی[3]

به‌تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی، به‌جز تابلوهای مشخص‌شده در بندهای ۶-۱-۴-۱ و ۶-۱-۴-۲ می‌گویند.

این نوع تابلوها دارای یکی از مشخصات زیر می‌باشد:

الف - یا فاقد هر نوع جداره‌ای است.

ب - یا تعداد خانه‌های آن کمتر از تعدادی است که برای تابلوهای مندرج در بندهای ۶-۱-۴-۱ و ۶-۱-۴-۲ موردنیاز می‌باشد.

پ - یا دارای جداره‌های فلزی نمی‌باشد.

ت - یا جداره‌های فلزی دارای درجه حفاظت کمتری نسبت به‌جدول توصیه شده ۶-۲ می‌باشد.

۶-۱-۵ تابلوهای قدرت و فرمان سوارشده در کارخانه

تابلوهای قدرت و فرمان که در کارخانه ساخته شده و قابل حمل بوده و مسئولیت آزمون آن را کارخانه سازنده به‌عهده گرفته باشد.

۶-۱-۶ تابلوهای تمام بسته

این تابلوها عبارت است از مجموعه سوارشده در کارخانه که تمام جوانب آن، جز سطح نصب که ممکن

1- Medium voltage metal-clad switchgear and controlgear

2- Compartmented switchgear and controlgear (with non-metallic partitions)

3- Medium voltage cubicle switchgear and controlgear

است باز باشد، به‌نحوی بسته باشد که حداقل درجه حفاظت IP20 تأمین شود.

۶-۱-۷ تابلو تمام بسته ایستاده

منظور تابلویی است که به‌طور مستقل و بدون اتکا به‌دیوار، در روی کف ساختمان استقرار یابد.

۶-۱-۸ محفظه

قسمت دربرگیرندهٔ تابلوی قدرت و فرمان با پوشش فلزی را گویند که باعث جلوگیری از تماس افراد به‌طور اتفاقی با قسمتهای برقدار و قطعات متحرک آن می‌شود و همچنین وسایل داخلی را در برابر اثرات خارجی حفاظت می‌کند.

۶-۱-۹ خانه[1]

بخشی از تابلو قدرت یا فرمان با پوشش فلزی را گویند که به‌جز محلهایی که برای اتصالات، کنترل و یا تهویه باید باز بماند بسته شده باشد.

۶-۱-۱۰ جداره[2]

جزیی از پوشش یک خانه که آن را از خانه‌های دیگر جدا می‌کند.

۶-۱-۱۱ پوشش

قسمت خارجی محفظه تابلوهای قدرت و کنترل با روپوش فلزی را گویند.

۶-۱-۱۲ درب

به‌پوشش کشویی یا لولایی گفته می‌شود.

۶-۱-۱۳ دریچه حفاظتی[3]

جزیی است که ممکن است بین دو حالت زیر حرکت کند:
- وضعیتی که اجازه می‌دهد کنتاکتهای متحرک با کنتاکتهای ثابت درگیر شود.
- وضعیتی که به‌صورت قسمتی از پوشش یا جداره درآمده و کنتاکتهای ثابت را می‌پوشاند.

۶-۱-۱۴ بوشینگ

ساختاری که یک هادی را از میان یک پوشش و یا جداره عبور داده و آن را نسبت به‌آنها عایق می‌کند و

1– Compartment 2– Partition 3– Shutter

شامل متعلقات اتصالات به‌جداره و پوشش نیز می‌شود.

۶-۲ طبقه‌بندی

تابلوهای فشار متوسط مورد استفاده در تأسیسات برق ساختمانها برحسب ولتاژ به‌شرح زیر طبقه‌بندی می‌شود:

۶-۲-۱ تابلوهای فشار متوسط ۳ و ۶ کیلوولت (اغلب در صنایع سنگین به‌کار می‌رود)

۶-۲-۲ تابلوهای فشار متوسط ۱۰ و ۱۱ کیلوولت (مورد استفاده در شبکه برق شهری)

۶-۲-۳ تابلوهای فشار متوسط ۲۰ و ۲۲ کیلوولت (مورد استفاده در شبکه برق شهری)

۶-۲-۴ تابلوهای فشار متوسط ۳۰ و ۳۳ کیلوولت (مورد استفاده برای شبکه برق شهری)

۶-۳ انواع تابلوهای ایستادهٔ تمام بسته فشار متوسط

این نوع تابلوها عبارت است از مجموعه سوارشده در کارخانه که تمام جوانب آن ـ جز سطح نصب که ممکن است باز باشد ـ به‌نحوی بسته باشد که حداقل، درجه حفاظت IP20 تأمین شود. این‌گونه تابلو را تابلو تمام بسته ایمنی نیز می‌نامند. تابلوهای تمام بسته ایمنی فشار متوسط به‌اشکال مختلف ساخته می‌شود که عمده‌ترین انواع آن به‌شرح زیر است:

۶-۳-۱ تابلو ایستاده، تمام بسته قابل دسترسی و فرمان از جلو عبارت است از تابلویی که وسایل فرمان مانند دسته یا شستیها، روی بخش ثابتی در سمت راست، و وسایل اندازه‌گیری با در جداگانه در بخش فوقانی، در قسمت جلو تابلو قرار می‌گیرد، و سایر تجهیزات و لوازم مانند سکسیونرهای غیرقابل قطع زیربار، سکسیونرهای قابل قطع زیربار، دیژنکتورهای دستی و موتوری، فیوزها، ترانس جریان، ترانس ولتاژ، و سرکابلها در داخل تابلو نصب می‌شود و به‌وسیلهٔ یک در لولایی مجهز به‌قفل الکتریکی یا مکانیکی، که فقط پس از قطع کلید قابل بازشدن است و در جنب قسمت ثابت فوق‌الذکر قرار دارد، دسترسی برای اتصالات، تعمیرات، تعویض، وغیره امکان‌پذیر می‌شود.

۶-۳-۲ تابلو ایستاده، تمام بسته، کشویی

این نوع تابلو، به‌طور کلی، از دو قسمت اصلی ثابت و متحرک کاملاً مجزا تشکیل گردیده است. قسمت اول بدنه تابلو است که به‌صورت سلول ساخته شده و شینه کشی، محل اتصال کابلهای ورودی و خروجی، دریچه‌های اتصال و فیش‌های کلید در این قسمت تعبیه گردیده و در بالاترین قسمت آن نیز وسایل اندازه‌گیری نصب می‌شود.

قسمت دوم، که کلید در روی آن نصب شده است، اسکلتی است متحرک و ارابه نیز نامیده می‌شود به‌صورت کشویی با کمک چرخ دقیقاً در داخل سلول فوق‌الذکر قرار گرفته و اتصالات لازمه را برقرار می‌سازد. سمت جلو اسکلت مزبور باید کاملاً بسته باشد و قسمت فرمان کلید مانند دسته و یا شستی روی این قسمت نصب گردد قسمت کشویی باید دارای قفل برق بوده و فقط پس از قطع کلید قابل خارج کردن و یا جاگذاردن باشد.

۶-۴ استاندارد ساخت

۶-۴-۱ تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی

تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط سوار شده در کارخانه که دارای پوشش فلزی بوده و ولتاژ اسمی آن در جریان متناوب از یک کیلوولت تا ۷۲/۵ کیلوولت، و فرکانسهای تا ۶۰ هرتز می‌باشد باید برابر استانداردهای IEC 298[1] و IEC 694[2] و یا استاندارد وزارت نیرو، امور برق، جلدهای اول، دوم و سوم زیر عنوان «استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع» طراحی ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۶-۴-۲ تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش عایق

تابلوهای فرمان و کنترل فشار متوسط سوار شده در کارخانه که دارای پوشش عایق بوده، و ولتاژ اسمی آن در جریان متناوب از یک کیلوولت تا ۳۸ کیلوولت می‌باشد و برای استفاده در تأسیسات درونی است باید برابر استاندارد IEC 466[3] یا مشابه آن طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۶-۴-۳ سایر انواع تابلوهای فشار متوسط که برای مصارف ویژه مانند مناطق مخاطره‌آمیز، معادن، و مانند آن مورد استفاده قرار می‌گیرد باید در صورت فقدان استاندارد ایرانی برابر مشخصات فنی یکی از استانداردهای معتبر و شناخته شده بین‌المللی مانند آی، ای، سی (IEC) طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۶-۴-۴ لوازم و وسایل داخل تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط

۶-۴-۴-۱ شینه‌ها

شینه‌های مسی باید برابر استاندارد VDE 0201 و شینه‌های آلومینیومی برابر استاندارد VDE 0202 یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مشابه باشد.

۶-۴-۴-۲ کلیدهای قدرت

کلیدهای قدرت فشار متوسط که برای قطع و وصل جریانهای متناوب اتصال کوتاه با ولتاژهای ۱۰۰۰ ولت و بیشتر به‌کار می‌رود باید مطابق جدیدترین اصلاحیه استانداردهای زیر یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد:

IEC 56, 56-1, 56-2, 56-3, 56-4, 56-4A, 56-5, 56-6

۶-۴-۴-۳ ترانسفورماتورهای جریان

ترانسفورماتورهای جریان مورد استفاده در لوازم اندازه‌گیری و وسایل حفاظتی الکتریکی با فرکانس ۱۵ تا ۱۰۰ هرتز باید برابر آخرین اصلاحیه استاندارد IEC 185 یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

1- A-C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 KV and up to and including 72.5 KV

2- Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards

3- High-voltage insulation-enclosed switchgear and controlgear.

۶ـ۴ـ۴ـ۴ ترانسفورماتورهای ولتاژ

ترانسفورماتورهای ولتاژ باید مطابق آخرین نسخه منتشره استاندارد IEC 186, 186B یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرارگرفته باشد.

۶ـ۴ـ۴ـ۵ کلیدهای جداکننده وکلیدهای زمین

کلیدهای جداکننده (ایزولاتور) جریان متناوب و کلیدهای زمین که برای ولتاژ بیش از ۱۰۰۰ ولت و فرکانس تا ۶۰ هرتز طراحی شده و در تأسیسات داخلی یا خارج از ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد باید مطابق جدیدترین اصلاحیه استاندارد و IEC 129 یا مشابه آن طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۶ـ۴ـ۴ـ۶ سایر لوازم و وسایل داخل تابلو مانند وسایل اندازه‌گیری، کلیدها و لامپهای نمایشگر، رله‌ها و غیره باید برابر استاندارد کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه ساخته شده باشد.

۶ـ۵ مشخصات فنی ساخت تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط، ایستاده، تمام‌بسته با پوشش فلزی

۶ـ۵ـ۱ مشخصات عمومی

۶ـ۵ـ۱ـ۱ مقادیر اسمی

مقادیر اسمی تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط به‌شرح زیر خواهد بود:

الف ـ مقادیر ولتاژ اسمی استاندارد شده برابر ارقام مندرج در ستون اول جدول ۶ـ۱ خواهد بود. مقادیر مزبور مطابق حداکثر مقادیر ولتاژ سیستمی است که تابلو در آن استفاده می‌شود. اجزای تشکیل‌دهنده قسمتهای مختلف تابلو ممکن است دارای مقادیر ولتاژ مخصوص به‌خود باشد.

ب ـ مقدار اسمی سطح عایقی برای تأسیساتی که به‌خارج راه دارد در شرایط استاندارد (فشار اتمسفر برابر با ۱۰۱۳ میلی بار، دما برابر با ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت برابر با ۱۱ گرم در متر مکعب) باید از جدول ۶ـ۱ انتخاب شود.

پ ـ فرکانس اسمی برابر با ۵۰ هرتز خواهد بود.

ت ـ مقادیر جریان اسمی عادی مدارات مانند فیدرها و شینه‌ها باید مطابق استاندارد جریان اسمی IEC 59 انتخاب شود.

ث ـ مقدار جریان اسمی ایستادگی کوتاه مدت که به‌مدت یک ثانیه از مدار عبور می‌کند. برای زمانهای بزرگتر از یک ثانیه، رابطه بین جریان و زمان به‌صورت (مقدار ثابت $=I^2.t$) خواهد بود مگر این که سازنده مشخصات دیگری را تعیین نموده باشد.

ج ـ مقدار جریان اسمی ایستادگی پیک باید برابر با ۲/۵ برابر جریان اسمی ایستادگی کوتاه‌مدت انتخاب شود.

جدول ٦ ـ ١ مقدار اسمی سطح عایقی تابلوهای قدرت و فرمان با پوشش فلزی برای مقادیر ولتاژ اسمی ۳/٦ تا ۷۲/۵ کیلوولت مؤثر

ولتاژ اسمی (کیلوولت مؤثر)	ولتاژ ایستادگی ضربه‌ای (کیلوولت)		ولتاژ ایستادگی برای یک دقیقه با فرکانس ۵۰ هرتز (کیلوولت موثر)		
	نسبت به‌زمین و بین فازها	بین‌فاصله عایق	نسبت به‌زمین و بین فازها		بین فاصله عایق
			آزمون نوعی	آزمون معمولی (روتین)	
۳/۶	۴۵	۵۲	۲۱	۱۶	۲۵
۷/۲	۶۰	۷۰	۲۷	۲۲	۳۵
۱۲	۷۵	۸۵	۳۵	۲۸	۴۵
۱۷/۵	۹۵	۱۱۰	۴۵	۳۸	۶۰
۲۴	۱۲۵	۱۴۵	۵۵	۵۰	۷۵
۳۶	۱۷۰	۱۹۵	۷۵	۷۰	۱۰۰
۷۲/۵	۳۲۵	۳۷۵	۱۴۰	۱۴۰	۱۹۰

٦ ـ ۵ ـ ۱ ـ ۲ لوح ویژگیها

ویژگیهای هر سلول باید بر روی لوحه‌ای بادوام با خطوط دایمی درج شده وبر روی قسمت غیرمتحرک آن پرچ شود. حداقل ابعاد لوحه مزبور باید ۱۰۰×۴۰۰ میلیمتر بوده و حاوی اطلاعات زیر باشد:

ـ نام سازنده و یا علامت (آرم) مشخصه آن

ـ شماره سریال یا نوع نشانه طراحی که بدان وسیله بتوان تمام اطلاعات لازم را از سازنده دریافت نمود.

ـ استاندارد مورد استفاده با ذکر شماره مربوط

ـ ولتاژ اسمی

ـ جریانهای اسمی برای شینه‌ها و مدارها

ـ فرکانس اسمی

ـ سال ساخت

٦ ـ ۵ ـ ۱ ـ ۳ درجات حفاظت

الف ـ حفاظت افراد در برابر نزدیک شدن به‌قسمتهای برقدار و متحرک

در تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط از نوع متال کلد[1] و خانه‌ای[2] درجه حفاظت محفظه و جداره‌ها باید به‌طور جداگانه مشخص شود لیکن در تابلوهای سلولی[3] فقط تعیین درجه حفاظت محفظه مورد نیاز خواهد بود.

درجه حفاظت از جدول ۶ ـ ۲ به‌دست می‌آید.

ب ـ حفاظت تجهیزات در برابر اثرات عوامل خارجی

برای حفاظت تأسیسات در برابر اثرات عوامل خارجی به‌بند ۲ ـ ۳۰ ـ ۲ و پیوست «ب» از نشریه وزارت نیرو ـ استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع ـ مراجعه شود.

1– Metal-clad 2– Compartmented 3– Cubicle

برای تعیین شرایط کار عادی و سایر شرایط مانند دمای محیط، آلودگی هوا، ارتفاع محل نصب تابلو از سطح دریا و ضرایب تصحیح ولتاژهای نامی و آزمون به‌بند ۲-۲ از نشریه فوق‌الذکر رجوع شود.

جدول ٦ - ۲ درجه حفاظت تابلوهای فشار متوسط از نظر نزدیک شدن افراد به‌قسمتهای برقدار و متحرک

ارقام مشخصه	شرح
IP2X	حفاظت در برابر نزدیک‌شدن به‌قسمتهای باردار و یا تماس با قسمتهای داخلی‌با انگشتان
IP3X	حفاظت در برابر قسمتهای باردار و یا متحرک، توسط ابزار، سیم یا اشیاء مشابه با ضخامت بیش از ۲/۵ میلیمتر
IP6X	حفاظت کامل در برابر نزدیک شدن به‌قطعات باردار و یا تماس با قطعات متحرک

٦-۵-۱-۴ تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط باید به‌گونه‌ای طراحی شود که عملیات بهره‌برداری عادی، بازرسی و نگهداری شامل کنترل توالی فازها، اتصال زمین کابلها، عیب‌یابی در کابلها، آزمون ولتاژ در کابلها یا در سایر لوازم، و دشارژ بارهای الکتروستاتیک خطرناک با ایمنی انجام پذیرد.

٦-۵-۱-۵ اسکلت تابلو باید از پروفیل آهنی ساخته شده و به‌وسیلهٔ پیچ و مهره به‌هم متصل شود به‌گونه‌ای که تنشهای مکانیکی وارده را به‌خوبی تحمل نماید. پوشش تابلو باید از ورقهای فلزی که توسط پیچ و مهره به‌اسکلت اصلی متصل خواهد بود ساخته شود و به منظورکاهش فشار رو به‌بالای قوس و خطای داخلی در خانه‌های فشار متوسط دریچه‌های ضدانفجار نصب گردد.

٦-۵-۱-٦ درها و پوششها که بخشی از محفظه را تشکیل می‌دهد باید فلزی بوده و درجات حفاظت مشخص شده در بند ۶-۵-۱-۳ را تأمین نماید. درها و پوششها نباید از شبکه سیمی بافته شده و مانند آن ساخته شده باشد به‌جز در مواردی که خروجیهای هواکش و محلهای تهویه بر روی آن قرار داشته باشد. درها باید دارای لولای گالوانیزه یا استیل بوده و مجهز به‌قفل و چفت جداگانه باشد. قفلها باید شبیه به‌هم انتخاب شود و یک کلید برای هر قفل موجود باشد.

درها و پوششها از نظر دسترسی به‌خانه‌های فشار متوسط به‌دو دسته زیر تقسیم می‌شود:

الف - پوششهای ثابت که برای بهره‌برداری و نگهداری عادی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. این‌گونه پوششها نباید بدون استفاده از ابزار قابل بازکردن، برداشتن یا جابجا نمودن باشد.

ب - درها و پوششهایی که برای بهره‌برداری و نگهداری عادی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. (درها و پوششهای قابل برداشت). بازنمودن یا برداشتن درها و پوششهای مزبور نیاز به‌ابزار نخواهد داشت. این نوع درها و پوششها باید دارای قفل باشد مگر این که ایمنی افراد به‌وسیلهٔ یک اینترلاک مناسب تأمین شود.

در تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی، درهاو پوششها فقط هنگامی باید باز شود که مدار اصلی در آن خانه بی‌برق باشد. پس از بازشدن درها و پوششهای مزبور، سایر خانه‌هایی که در معرض هادیهای برقدار قرار دارد باید به‌وسیلهٔ جداره‌های مناسب، درجه حفاظتی لازم (مندرج در بند ۶-۵-۱-۳) را دارا باشد.

٦-۵-۱-۷ به‌منظور حفاظت در برابر زنگ‌زدگی و فساد تدریجی تمامی سطوح و خانه‌های تابلو باید پس از ساخت زنگ‌زدایی، چربی‌گیری، فسفاته‌کاری و رنگ‌کاری شود. سازنده تابلو باید با توجه به‌منطقه‌ای که تابلو

در آن نصب می‌شود نوع رنگ و ضخامت پوشش را انتخاب و به‌کار برد و پس از رنگ‌آمیزی برابر روشهای مندرج در پیوست «ت» از جلد اول نشریه وزارت نیرو ـ استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع ـ مورد آزمون قرار دهد.

۶ـ۵ـ۱ـ۸ در طراحی و ساخت تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط ضوابط مندرج در نشریه وزارت نیرو زیر عنوان «استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه‌های توزیع» جلدهای اول، دوم و سوم به‌شرح زیر باید رعایت شود:

الف ـ جداره‌ها و دریچه‌های حفاظتی باید برابر بند ۲ـ۱۴ـ۲ و محلهای تهویه و خروجیهای هواکش برابر بند ۲ـ۱۴ـ۳ از جلد اول درنظر گرفته شود.

ب ـ سیستم همبندی یا اینترلاک[1] بین اجزای مختلف تابلو که به‌منظور ایجاد ایمنی در کار و سهولت بهره‌برداری به‌کار می‌رود و از بروز حوادث تصادفی خطرناک جلوگیری می‌کند باید برابر بند ۲ـ۱۶ از جلد اول و بند ۳ـ۳ از جلد دوم پیش‌بینی شود.

۶ـ۵ـ۱ـ۹ سلولهای جداگانه باید مجهز به‌گرمکن برقی (هیتر) ضد تقطیر برای استفاده در مناطق مرطوب بوده و در صورت لزوم جدار داخلی آن با پوشش ضد میعان اندود شده باشد. با توجه به‌محل قرارگرفتن تابلو دمای تنظیم ترموستات این گرمکن باید بین ۲۵ تا ۳۰ درجه باشد.

سلولهای فشار متوسط باید دارای لامپ نئون مشخص‌کننده ولتاژ، چراغ روشنایی برای تعمیر و بازرسی تابلو در حالت بی‌برق، و دریچه‌های انفجاری فوقانی برای تخلیه فشار و محدودکردن صدمات ناشی از انفجار احتمالی تجهیزات داخل تابلو باشد.

۶ـ۵ـ۱ـ۱۰ حداقل ظرفیت الکتریکی شینه‌ها نباید از شدت جریان اسمی کلید اصلی تابلو کمتر باشد. شینه‌های فاز، درهر سلول، باید روی مقره‌های اتکایی از صمغ مصنوعی یا چینی متناسب با ولتاژ تابلو نصب و در صورت لزوم برای عبور شمش در بین سلول‌ها از مقره عبوری استفاده شود.

برای انتخاب سطح مقطع شمشهای مسی تخت به‌جدول ۵ـ۳، و برای انتخاب سطح مقطع شمشهای آلومینیومی تخت به‌جدول ۵ـ۴، مراجعه شود. در مواردی که از شینه‌های مسی و یا آلومینیومی با مقاطع گرد (لوله‌ای) یا ناودانی استفاده می‌شود باید از جداول مندرج در نشریه وزارت نیرو ـ امور برق، استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع، جلد اول استفاده شود. سطح مقطع شینه‌های اتصال زمین باید برابر سطح مقطع شینه فازها انتخاب شود و در سراسر طول تابلو امتداد یافته و به‌قسمتهای فلزی بدنه تابلو متصل شود.

نقطهٔ اتصال شینه‌ها به‌یکدیگر و کلیدها به‌شینه‌ها باید قبل از اتصال کاملاً تمیز شده، و در صورت امکان با یک لایه نقره‌ای پوشیده شود و سپس به‌وسیلهٔ پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنزی محکم شود تا حداکثر هدایت الکتریکی به‌وجود آمده و ازگرم شدن آن جلوگیری شود.

در مواردی که برای شینه‌کشی از شمشهای گرد استفاده می‌شود، کلیه اتصالات باید از نوع مخصوص شمش گرد[2] باشد.

اتصال کابلها به‌شینه‌ها، کلیدها، فیوزها، و غیره باید به‌وسیلهٔ کابلشو انجام گیرد. برای تعیین فواصل نصب بین شینه‌ها به‌یادداشتهای ذیل جداول ۵ـ۳ و ۵ـ۴ مراجعه شود.

شینه‌ها باید با رنگ نسوز به‌ترتیب زیر رنگ‌آمیزی شود:

1– Interlock 2– Compression type coupling or terminal

- فاز اول، به‌رنگ قرمز
- فاز دوم، به‌رنگ زرد
- فاز سوم، به‌رنگ آبی

طریقه استقرار شینه‌های فازهای اول، دوم، و سوم در سطوح مختلف به‌قرار زیر خواهد بود:

الف ـ برای شینه‌کشیهای افقی واقع در سطح افقی تابلو:

شینه سمت جلو تابلو به‌رنگ قرمز، شینه وسط به‌رنگ زرد و شینه‌ای که به‌طرف پشت تابلو قرار می‌گیرد به‌رنگ آبی خواهد بود.

ب ـ برای شینه‌کشیهای افقی واقع در سطح عمودی تابلو:

شینه بالا به‌رنگ قرمز، شینه وسط به‌رنگ زرد، و شینه پایین به‌رنگ آبی خواهد بود.

پ ـ برای شینه‌کشیهای عمودی واقع در سطح عمودی تابلو:

جهت نگاه از جلو تابلو:

شینه سمت‌چپ به‌رنگ قرمز، شینه وسط به‌رنگ زرد، و شینه سمت‌راست به‌رنگ آبی خواهد بود.

ت ـ برای شینه‌کشیهای عمودی واقع در سطح عمودی تابلو:

جهت نگاه از جنب تابلو:

شینه سمت جلو تابلو به‌رنگ قرمز، شینه وسط به‌رنگ زرد، و شینه‌ای که به‌طرف پشت تابلو قرار می‌گیرد به‌رنگ آبی خواهد بود.

۶ـ۵ـ۱ـ۱۱ کلیدها، وسایل اندازه‌گیری، و غیره، که در تابلوها نصب می‌شود باید دارای شماره راهنما بوده و شماره خطوط محلی که تغذیه می‌شود روی آن نوشته شود. به‌علاوه اتصالات وسایل اندازه‌گیری و سیستمهای کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت‌گذاری شده انجام گیرد.

۶ـ۵ـ۱ـ۱۲ کلیه سرسیمها در ابتدا و انتهای مسیر در داخل تابلو، و همچنین سرکابلها، باید به‌منظور راهنمایی در تعمیرات بعدی طبق نقشه مربوط شماره‌گذاری شود.

۶ـ۵ـ۱ـ۱۳ شماتیک تک خطی هر سلول تابلو فشار متوسط باید با مشخص‌بودن نوع کلید و وسایل داخل آن در روی تابلو به‌رنگ قرمز یا زرد ترسیم شود.

علامت احتیاط به‌شکل زیر و به‌ابعاد ۲۰۰×۳۰۰ میلیمتر یا ۱۲۰×۲۰۰ میلیمتر باید به‌رنگ قرمز بر روی تابلو نصب شود.

۶-۵-۱-۱۴ اتصال زمین

الف - در تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی باید یک هادی اتصال زمین در سراسر طول تابلو کشیده شود. در مواردی که هادی مزبور از جنس مس انتخاب می‌شود چگالی جریان برق در شرایط خطای زمین نباید از ۲۰۰ آمپر بر میلیمتر مربع تجاوز کند، و سطح مقطع آن نیز نباید از ۳۰ میلیمتر مربع کمتر باشد. انتهای هادی زمین باید به‌گونه‌ای ختم شود که برای اتصال به‌سیستم زمین تأسیسات مناسب باشد.

ب - به‌طور کلی با توجه به‌تنشهای حرارتی و مکانیکی ناشی از جریان برق موجود در هر سیستم زمین باید از پیوستگی آن اطمینان حاصل نمود.

پ - محفظه هر واحدکاری[1] باید به‌هادی زمین متصل باشد. تمام قسمتهای فلزی که به‌یک مدار اصلی یا کمکی تعلق ندارد باید به‌طور مستقیم به‌هادی زمین و یا از طریق اسکلت فلزی تابلو به سیستم زمین متصل شود.

ت - اتصالات درونی واحدها مانند پیوند بین چهارچوب، پوششها، درها، جداره‌ها یا سایر قسمتها که به‌منظور تأمین تداوم الکتریکی صورت می‌گیرد باید به‌وسیلهٔ پیچ و مهره یا جوش انجام شود. درهای خانه‌هایی که در آن تجهیزات فشار متوسط وجود دارد باید با وسایل مطمئن به‌اسکلت متصل شود.

ث - در مواردی که اتصالات زمین باید جریان کامل اتصال کوتاه سه‌فاز مدار را حمل کند (مانند اتصالات وسایل زمین)، باید ابعاد متناسبی برای آن درنظر گرفته شود.

ج - هر قسمت از مدار اصلی که بتواند از سایر قسمتها جداگردد، باید امکان اتصال زمین داشته باشد.

چ - بخشهای‌فلزی‌یک جزء خارج‌شونده که معمولاً به‌سیستم زمین متصل است باید در وضعیت آزمون و همچنین در هر وضعیتی که مدارهای کمکی کاملاً قطع نشده باشد مطابق شرایط تعیین‌شده برای فاصلهٔ عایقی (به‌نشریه IEC 129 رجوع شود) همچنان به‌سیستم زمین متصل باقی بماند.

۶-۵-۲ تابلو فشار متوسط، ایستاده، تمام بسته و قابل دسترسی و فرمان از جلو

۶-۵-۲-۱ این نوع تابلو باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن به‌فرم نبشی، ناودانی، سپری، و پوشش آن از ورقهای فلزی با ضخامت حداقل ۲/۵ میلیمتر یا بیشتر ساخته شود. ساختمان بدنه این نوع تابلو باید به‌گونه‌ای باشد که تابلو به‌سهولت از طرفین قابل توسعه باشد و به‌همین جهت پوششهای قسمت بالا و یا پایین تابلو که محل شینه‌کشی و عبور شینه‌ها می‌باشد باید به‌وسیله پیچ و مهره‌های کرومه به‌اسکلت اصلی متصل شود. در این نوع تابلو، به‌استثنای سطح زیرین و در قسمت جلو سایر قسمتها باید کاملاً مسدود و پوششهای آن به‌اسکلت فلزی اصلی تابلو جوش شود.

۶-۵-۲-۲ دسترسی به‌کلیه لوازم و تجهیزات داخل این‌گونه تابلو باید، پس از گشودن درجلو، بدون تداخل با کار قسمتهای مختلف امکان‌پذیر باشد. همچنین کلیه وسایل داخل تابلو از قبیل دیژنکتور، سکسیونر، وسایل اندازه‌گیری، فیوز، رله، واحد اعلام خطر، و غیره باید به‌گونه‌ای نصب شود که از نظر تعمیر و نگهداری و یا تعویض، هر یک، به‌سهولت در دسترس باشد.

۶-۵-۲-۳ در مواردی که وسایل اندازه‌گیری، چراغهای اعلام خطر و شستیهای فرمان، در روی قسمت متحرک یا

1- Functional unit

قابل برداشت تابلو نصب می‌شود، کلیه سیمکشیهای مربوط باید با کابل یا سیم قابل انعطاف در لوله خرطومی فولادی انجام شود.

۶-۵-۲-۴ حداکثر ابعاد تابلوهای فشار متوسط تمام بسته قابل‌دسترسی از جلو با توجه به‌ولتاژ آن به‌شرح زیر است:

ولتاژ	ارتفاع (سانتیمتر)	عرض (سانتیمتر)	عمق (سانتیمتر)
۳ کیلوولت	۲۰۰	۸۵	۸۵
۶ کیلوولت	۲۰۰	۸۵	۸۵
۱۰ و ۱۱ کیلوولت	۲۲۰	۹۰	۹۰
۲۰ کیلوولت	۲۲۰	۱۴۰	۱۴۰
۳۰ کیلوولت	۲۲۵	۱۶۰	۱۶۰

۶-۵-۲-۵ نمای تابلو تمام بسته ایستاده فشار متوسط، نوع قابل فرمان و دسترسی از جلو در شکل ۶-۱، به‌عنوان نمونه، ارائه شده است.

۶-۵-۳ تابلو فشار متوسط، نوع ایستاده، تمام بسته، وکشویی

۶-۵-۳-۱ این نوع تابلو باید از نوع ایستاده باشد و هر سلول آن از دو بخش ثابت و متحرک (ارابه) کاملاً مجزا به‌شرح زیر تشکیل شده است:

الف - بخش ثابت، که در حقیقت بدنهٔ اصلی تابلو است، به‌صورت سلول ساخته شده و شینه‌کشی، محل اتصال کابلهای ورودی و خروجی، دریچه‌های اتصال و فیش‌های اتصال کلید در این قسمت تعبیه گردیده و در بالاترین قسمت آن نیز وسایل اندازه‌گیری نصب می‌شود. این بخش باید از آهن به‌شکل نبشی، ناودانی، و سپری، و پوشش آن از ورقهای آهن با ضخامت حداقل ۲/۵ میلیمتر یا بیشتر ساخته شده و برابر بند ۶-۵-۱-۷ زنگ‌زدایی، چربی‌گیری، فسفاته‌کاری و رنگ‌کاری شود. تمامی سطوح بخش ثابت، به‌استثنای سطح زیرین و قسمت جلو، باید کاملاً مسدود، و پوششهای آن به اسکلت فلزی اصلی جوش شود و در قسمت پایین دو عدد ناودانی برای هدایت چرخهای ارابه درنظر گرفته شود.

ساختمان بدنهٔ اصلی باید به‌گونه‌ای باشد که تابلو به‌سهولت از طرفین قابل توسعه باشد و به‌همین جهت پوششهای قسمت بالا و یا پایین تابلو که محل شینه‌کشی و عبور شینه‌ها می‌باشد باید به‌وسیلهٔ پیچ و مهره‌های کرومه به‌اسکلت اصلی متصل شود.

در بخش ثابت، قسمتی که شینه‌های برق نصب می‌شود باید کاملاً از فضای جلوی سلول که بخش متحرک تابلو در آن قرار می‌گیرد پوشیده و محفوظ باشد.

محل ورود میله‌های اتصالات برقی بخش متحرک (ارابه) به‌بخش ثابت باید با دریچه‌های فنری خودکار پوشیده شده باشد به‌نحوی که باخارج ساختن ارابه، دریچه‌های مزبور به‌طور خودکار بسته و از لحاظ ایمنی امکان دسترسی در حالت عادی به‌آن نباشد.

ب - بخش دوم، که اسکلتی است متحرک با چهارچرخ فلزی و ارابه نیز نامیده می‌شود، باید از آهن

به‌فرم نبشی، ناودانی و سپری، و پوشش قسمت جلو از ورق آهن با ضخامت حداقل ۲/۵ میلیمتر یا بیشتر ساخته شود.

کلیهٔ وسایل الکتریکی از قبیل دیژنکتور، سکسیونر، وسایل فرمان و غیره باید در داخل این بخش تابلو، روی اسکلت‌بندی اصلی نصب شود و در روی صفحهٔ جلو آن باید فقط شستی و یا دسته فرمان، چراغهای نشان دهنده و یا اعلام خطر و ضامنهای مربوط نصب گردد.

بخش متحرک باید به‌وسیلهٔ قفل برقی یا مکانیکی به‌نحوی حفاظت شود که در صورت روشن بودن کلید، ارابه قابل جدا کردن از بخش ثابت نباشد، و برعکس، چنانچه ارابه کاملاً در محل خود قرار نگرفته باشد، کلید، قابل روشن کردن نباشد.

۶-۵-۳-۲ حداکثر ابعاد تابلوهای فشار متوسط تمام‌بسته کشویی با توجه به‌تنوع تجهیزات و گوناگونی طرحها در محدوده تعیین شده زیر خواهد بود:

ولتاژ	حداکثر ارتفاع (سانتیمتر)	حداکثر عرض (سانتیمتر)	عمق (سانتیمتر)
۲۰کیلوولت	تا ۲۲۵	۱۱۰	–
۳۳کیلوولت	تا ۲۲۵	۱۳۰	–

۶-۵-۳-۳ نمای تابلوی فشار متوسط، ایستاده، تمام بسته و کشویی شامل ارابه و سلول در شکل ۶-۲، به‌عنوان نمونه، نشان داده شده است.

۶-۶ مشخصات فنی لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو

۶-۶-۱ کلیدهای قدرت

۶-۶-۱-۱ شرایط عمومی

کلیدهای قدرت باید دارای مشخصات فنی مندرج در استانداردهای سری IEC 56 و یا BS مشابه و یا یکی از استانداردهای شناخته شده و معتبر بین‌المللی مورد قبول دستگاه نظارت بوده و مشخصات زیر را نیز شامل شود:

- استفاده از کلید برای‌مدت ۵ سال یا عملکرد تا ۲۰۰۰ بار در شرایط نامی بدون نیاز به‌تعمیر و نگهداری
- سهولت دسترسی و تعویض‌پذیری کنتاکتها یا مجموعه‌های قطع‌کننده هنگام بازرسی، تعمیر و نگهداری و عدم امکان تعویض آن به‌صورت نادرست
- انجام سیمکشیهای لازم برای عملکرد درست کلید قدرت
- ایجاد حداقل سروصدا هنگام باز و بسته شدن کلید
- ایمنی و سهولت داخل یا خارج نمودن وسیله کلیدزنی در تابلوهای کشویی از ساختار حامل آن
- طراحی مقره‌ها و محفظه کلید به‌گونه‌ای که در اثر تغییر دما به‌هیچ قسمت تابلو نیرو وارد نشود.
- تعیین ابعاد کلید به‌گونه‌ای که نیروی ناشی از اتصال کوتاه و زمین لرزه را تحمل نماید.

۶-۶-۱-۲ مشخصات فنی مکانیزم‌های عملکرد کلیدهای قدرت باید با ضوابط مندرج در بند ۳-۴-۲ از جلد دوم نشریه وزارت نیرو - امور برق، زیر عنوان «استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه‌توزیع» مطابقت نماید.

۶-۶-۱-۳ کلیدهای قدرت خلأ باید دارای شرایط زیر باشد:

- قطع‌کننده‌های خلاء باید برای عملکرد به‌قدرت کمی نیاز داشته باشد.
- حداقل تعداد عملکرد این‌گونه قطع‌کننده‌ها بدون نیاز به‌تعمیر و نگهداری در جریان نامی عادی ده‌هزار بار و در جریان نامی اتصال کوتاه یکصدبار خواهد بود.
- محفظه قطع‌کننده باید کاملاً خلاء بوده و فشار آن براثر عوامل خارجی فزونی نیابد و در هر مرحله از ساخت که تخلیه هوا انجام می‌شود آزمون نشتی با اندازه‌گیری دقیق صورت گیرد.

۶-۶-۱-۴ کلید قدرت SF6 باید دارای مشخصات زیر باشد:

- این نوع کلیدها باید به‌گونه‌ای ساخته شده باشد که میزان نشت گاز در سال از یک درصد کمتر باشد.
- فشار گاز باید به‌وسیلهٔ سنسور کنترل شود و در صورت تنزل از حد مجاز سنسور عمل نماید. فشار گاز هیچ‌گاه از مقدار تعیین شده عایقی نباید کمتر باشد.
- در موقع نصب، گاز SF6 باید ۲۰ درصد بیش از مقدار لازم پر شود.
- کلیدهای قدرت SF6 باید در هر شرایطی بدون تغییر شکل یا ایجاد خطا در هیچ‌یک از قسمتهای آن تا ۸ میلی‌بار خلاء را تحمل نماید.
- گاز SF6 مورد مصرف باید با استاندارد IEC 376 کاملاً منطبق بوده و برای شرایط موردنظر مناسب باشد.

۶-۶-۱-۵ کلیدهای قدرت کم روغن باید دارای مشخصات زیر باشد:

قطع‌کننده‌های کم‌روغن باید به‌طور کامل از هر طرف پوشیده و بسته بوده و هیچ نشتی روغن در شرایط کار نداشته باشد.

- کلید قدرت کم‌روغن باید دارای سطح سروصدای (نویز) کمی باشد.
- کلیدهای مزبور باید با روغن کافی و با درنظر گرفتن ده درصد برای تلفات پر شود.
- کلیدهای قدرت کم‌روغن باید دارای لوازم زیر باشد:
  - نمایشگر سطح روغن با علایم حداکثر و حداقل
  - شیر برای نمونه‌گیری
  - شیر برای پُر کردن
  - شیر تخلیه

۶-۶-۲ ترانسفورماتورهای جریان

۶-۶-۲-۱ ترانسفورماتورهای جریان مورد استفاده در تابلوهای فشار متوسط باید مطابق مشخصات مندرج در جدیدترین نشریه استاندارد IEC 185 یا یکی از استانداردهای مشابه بین‌المللی مورد قبول دستگاه نظارت طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۶-۶-۲-۲ ترانسفورماتورهای جریان باید برای کار عادی، تحت شرایط مشخص شده مناسب باشد. این نوع ترانسها باید به‌صورت یکپارچه ریخته شده و با ساخت مناسب برای نصب در تابلوهای تمام بسته فلزی ساخته شده و دارای تحمل الکتریکی و مکانیکی زیاد بوده و در برابر قوس الکتریکی و درجه حرارت،

مقاومت زیاد داشته باشد. تمام اجزای واقع در معرض هوا، باید برای مقاومت در برابر خوردگی از مواد ضدخوردگی تهیه و یا گالوانیزه گرم شده باشد. همچنین این‌گونه ترانسها باید نیازی به‌تعمیر و نگهداری نداشته باشد.

۶-۶-۲-۳ سیم‌پیچ اولیه ممکن است به‌صورت تک‌دور یا چند دور ساخته شده و در صورت درخواست، تغییر نسبت تبدیل در روی سیم‌پیچهای اولیه تأمین شود. هر سیم‌پیچ ثانویه، باید به‌طور الکتریکی از دیگر سیم‌پیچها مجزا شده و تغییر نسبت تبدیل در روی آن در صورت درخواست، تأمین گردد. هر سیم‌پیچ باید خروجی مناسب راکه برای عملکرد درست دستگاههای حفاظتی و وسایل اندازه‌گیری مربوط لازم است در محدوده بار اعلام شده، دارا باشد.

۶-۶-۲-۴ ترمنیال اولیه باید از جنس مس گالوانیزه شده بوده و با پیچهای اتصال و واشرهای مناسب مجهز باشد. ترمینال باید، برای اتصال به‌شمش مسی با اندازه حداکثر ۱۰×۶۰ میلیمتر مناسب باشد. برای ترانسفورماتورهای دارای قابلیت تغییر نسبت تبدیل اولیه، این عمل باید با تغییر آرایش رابطها، روی ترمینالهای اولیه به‌راحتی انجام شود. ترمینالها و اتصالات اولیه تغییردهنده نسبت تبدیل، باید در قسمت بالای بدنه عایقی تعبیه گردد. ترمینالهای ثانویه باید از جنس مس گالوانیزه شده بوده و به‌پیچهای مناسب برای اتصال به‌هادی مسی تا ۶ میلیمتر مربع مجهز باشد. یک ترمینال زمین با نشانه ⏚ باید در کنار ترمینالهای ثانویه پیش‌بینی شود.

۶-۶-۲-۵ ترمینالهای ولتاژ پایین باید با پوشش مناسبی که به‌بدنه پایه نگهدارنده محکم شده پوشانیده و آب‌بندی شود و محل ورود کابلها باید با گلند مناسب مجهز باشد.

۶-۶-۲-۶ مجموعه ترانسفورماتورهای جریان باید روی یک صفحه نگهدارنده با مقاومت کافی ثابت گردد و یک عدد پیچ نیز برای اتصال زمین روی صفحه مزبور پیش‌بینی شود. ترانسفورماتور جریان باید به‌وسیلهٔ چهار عدد پیچ در هر وضعیت مطلوبی قابل نصب باشد.

۶-۶-۲-۷ یک پلاک فلزی ضدزنگ، که حاوی اطلاعات مندرج در استاندارد IEC 185 ، ونشانگر دیاگرام اتصالات به‌صورت پاک نشدنی، باشد باید در یک مکان قابل دید روی ترانسفورماتور جریان نصب گردد. روش علامت‌گذاری ترمینالها باید برابر استاندارد یاد شده باشد.

۶-۶-۳ ترانسفورماتورهای ولتاژ

۶-۶-۳-۱ ترانسفورماتورهای ولتاژ مورد استفاده در تابلوهای فشار متوسط باید برابر مشخصات مندرج در جدیدترین نشریه استاندارد IEC 186 یا یکی از استانداردهای مشابه بین‌المللی مورد قبول دستگاه نظارت ساخته شده باشد.

۶-۶-۳-۲ ترانسفورماتورهای ولتاژ باید برای کار عادی در شرایط مشخص شده مناسب باشد. این نوع ترانسها باید به‌صورت یکپارچه با عایق رزین قالب‌گیری شود و با طرح و ابعاد مناسب برای نصب در سلولهای تمام بسته فلزی، ساخته شود و دارای خواص تحمل الکتریکی و مکانیکی بالا در برابر فشارهای الکتریکی و تغییرات درجه حرارت باشد. تمام اجزاء واقع در معرض هوا، باید در برابر خوردگی از موادِ ضدخوردگی تهیه و یا گالوانیزه گرم شده باشد. همچنین این‌گونه ترانسها باید نیاز به‌تعمیر و نگهداری نداشته باشد.

۶-۶-۳-۳ سیم‌پیچ اولیه یا سیم‌پیچ فشار متوسط باید به صورت کلاف بر روی سیم‌پیچ ثانویه عایق شده پیچیده شود. سیم‌پیچ ثانویه باید خروجی مناسبی را که برای عملکرد درست دستگاههای حفاظتی و وسایل اندازه‌گیری مربوط لازم است، در محدوده بار اعلام شده دارا باشد. در مواردی که ترانسفورماتورهای ولتاژ دارای دو سیم‌پیچ جداگانه برای حفاظت و اندازه‌گیری می‌باشد، هرکدام از سیم‌پیچها باید دقت مورد درخواست را در محدوده خروجی خود، در زمانی که سیم‌پیچ دیگر، خروجی برابر از صفر تا صددرصد خروجی نامی خود را دارد، دارا باشد.

۶-۶-۳-۴ ترمینال اولیه باید از جنس مس گالوانیزه شده بوده و با پیچهای اتصال و واشرهای مناسب مجهز باشد. ترمینال باید برای اتصال به‌شمش مسی با اندازه حداکثر ۱۰×۶۰ میلیمتر مناسب باشد. ترمینال اولیه سمت زمین ترانسفورماتور ولتاژ فاز به‌زمین برای استقامت در برابر ولتاژ سه کیلوولت مؤثر باید عایق شده و توسط یک اتصال قابل تفکیک به‌ترمینال زمین وصل شود. نقطهٔ اتصال برای زمین کردن که با نشانه ⏚ مشخص می‌شود باید پیش‌بینی گردد. ترمینالهای فشار متوسط باید در قسمت بالای بدنه عایقی تعبیه شود.

۶-۶-۳-۵ ترمینالهای ثانویه باید از جنس مس گالوانیزه شده باشد و با پیچهای اتصال با اندازه مناسب برای اتصال به‌هادی مسی تا ۶ میلیمتر مربع مجهز باشد.

ترمینالهای ولتاژ پایین باید با پوشش مقتضی پوشانده شود و به‌بدنه و پایه نگهدارنده محکم شده و آب‌بندی مناسبی را دارا باشد، و به‌گلندهای مناسب برای ورود کابل مجهز شده باشد. درکنار ترمینالهای ثانویه باید یک ترمینال زمین که با علامت ⏚ مشخص شده است پیش‌بینی شود. مجموعه ترانسفورماتورهای ولتاژ باید روی یک صفحه نگهدارنده با مقاومت کافی ثابت گردد و باید بتوان آن را به‌وسیلهٔ چهار پیچ در هر وضعیت مطلوبی داخل پانلها نصب نمود.

۶-۶-۳-۶ یک پلاک فلزی ضدزنگ، که حاوی اطلاعات مندرج در استاندارد IEC 186 ، و به‌صورت پاک‌نشدنی باشد، باید روی ترانسفورماتور ولتاژ نصب شود.

روش علامت‌گذاری ترمینالها باید برابر استاندارد فوق‌الذکر باشد.

۶-۶-۴ کلیدهای جداکننده و کلیدهای زمین

۶-۶-۴-۱ کلیدهای جداکننده و زمین باید مطابق مشخصات ذکر شده در استاندارد IEC 129 ساخته شود جز بند ۴۳ استاندارد مزبور که باید به‌شرح زیر اصلاح گردد:

«کلیدهای جداکننده با توجه به‌شرایط ایمنی، باید به‌گونه‌ای طراحی شود که هیچ‌گونه جریانهای نشتی از یک طرف فاصله عایقی به‌طرف دیگر آن عبور نکند.

شرایط ایمنی مذکور با حفاظت مؤثر از عایق در برابر آلودگی، به‌هنگام سرویس و یا با زمین‌کردن جریانهای نشتی، باید برآورده شود.»

سایر مواردی که در استاندارد IEC مشخص نشده باشد باید برابر یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مورد قبول دستگاه نظارت باشد.

۶-۶-۴-۲ کلیدهای جداکننده و زمین باید برای استفاده در ارتفاع مشخص شده و شرایط محیطی مورد مصرف مناسب باشد.

۶-۶-۴-۳ تمام کلیدهای زمین و جداکننده و لوازم فرعی به‌کار رفته در این مشخصات، باید با عایق، اتصالات

ترمینال پایه‌ها، مکانیزم عملکرد و سایر قسمتهایی که برای عملکرد لازم است، پیچهای نگهدارنده و واشرها برای نصب کابل باشد.

۶-۶-۴-۴ وضعیت عملکرد کلیدهای جداکننده باید در یکی از حالات زیر به‌خوبی مشخص باشد:

- فاصلهٔ عایقی قابل دید باشد.
- وضعیت قسمت خارج شونده (کشویی) نسبت به‌قسمت ثابت به‌طور واضح قابل دید باشد.
- وضعیت کلید جداکننده به‌وسیله یک نمایشگر قابل اطمینان، کاملاً مشخص شود.

۶-۶-۴-۵ هر قسمت جداشدنی باید به‌گونه‌ای به‌قسمت ثابت متصل باشد که کلید جداکننده به‌علت نیروهای ناشی از کار وسیله و یا به‌علت اتصال کوتاه، به‌طور غیرمنتظره باز نشود.

۶-۶-۴-۶ کلیدهای جداساز باید طوری طراحی شود که جریان اسمی را به‌طور پیوسته و بدون تجاوز از مقدار دمای مشخص شده در استاندارد IEC 129 از خود عبور دهد.

کلیدهای جداکننده فیوزدار، با عملکرد هر یک از فازها باید سریعاً، به‌صورت سه‌فاز قطع شود.

۶-۶-۴-۷ حداقل مجموع طول فاصله هوایی بین ترمینال فازهای یکسان، با عایق، در حالت بازبودن کلید، نباید از ۱/۱۵ برابر فاصله فاز تا زمین که باعث قوس می‌شود، کمتر باشد و باید ولتاژ مورد لزوم را تحمل نماید.

۶-۶-۴-۸ کلیدهای جداساز باید به‌گونه‌ای طراحی شود که در برابر نیروی ناشی از جریانهای مشخص شده‌ای که از آن عبور می‌کند، بدون سوختگی یا صدمه به‌کنتاکتها، مقاومت کند، و باید در هر دو حالت باز یا بسته بودن کنتاکتها خود نگهدار باشد.

۶-۶-۴-۹ کلیدهای زمین و کلیدهای جداساز باید توسط اینترلاکهای مکانیکی طوری طراحی شود که بسته بودن یکی از آن دو، از بسته شدن دیگری جلوگیری نماید.

۶-۶-۵ وسایل اندازه‌گیری

۶-۶-۵-۱ وسایل اندازه‌گیری که برای خطوط ترانسفورماتورها بر روی تابلو نصب می‌شود باید در اندازه بزرگ بوده و اتصالات آن از پشت انجام گردد. وسایل مزبور باید در برابر نفوذ رطوبت و خاک مقاوم بوده و تقریباً همسطح قسمت نگهدارنده که ضخامت آن ۲/۵ میلیمتر خواهد بود، نصب شود. این وسایل باید دارای زمینهٔ سفیدرنگ بوده و علامت‌گذاریها و درجه‌بندی و نشانگر آن به‌رنگ سیاه باشد.

۶-۶-۵-۲ وسایل اندازه‌گیری باید دارای پیچ تنظیم برای صفرکردن باشد و میزان دقت آن در مقادیر اسمی برابر با ۱ ± درصد باشد. آمپرمترها باید مطابق جریان اولیه ترانس جریان مدرج شده باشد.

۶-۶-۵-۳ ولت‌مترها باید دارای کویل با تحمل ولتاژ تا ۱۵۰ ولت بوده و برای مدارهای ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ با مقادیر اسمی ۱۰۰ ولت و ۵۰ هرتز باشد و بر طبق طرف اولیه ترانسفورماتور ولتاژ مدرج شده باشد.

۶-۶-۵-۴ کلید ولت‌متر باید از نوع گردان ۷ حالته با کنتاکت نگهدارنده و بدون فنر برگشت بوده و دارای صفحه علامت‌گذاری شده باشد و برای نصب روی ورق سه میلیمتری مناسب باشد، علامتها باید شامل: R ، S ، T ، R-S ، T-S و O باشد.

۶-۶-۵-۵ مجموعه لامپهای نمایشگر باید از نوع تابلویی، دارای مصرف کم و برای نصب روی ورق سه‌میلیمتری مناسب باشد. کلاهک رنگی روی لامپها، نباید با گرمای لامپ تغییر شکل و رنگ دهد.

٦ـ٧ ترکیب کلی تابلو فشار متوسط

٦ـ٧ـ١ تابلو فشار متوسط برای استفاده در سیستم حلقه‌ای (رینگ)

در مواردی که پست فشار متوسط از سیستم شبکه حلقه‌ای تغذیه می‌شود ترکیب کلی تابلو باید به‌شرح زیر باشد:

سلول اول ـ کلید ورودی شماره یک رینگ، که شامل یک عدد سکسیونر قابل قطع زیر بار با کلید اتصال زمین می‌باشد، در این سلول نصب می‌شود.

سلول دوم ـ کلید ورودی شماره دو رینگ، که شامل یک عدد سکسیونر قابل قطع زیر بار با کلید اتصال زمین می‌باشد، در سلول دوم نصب می‌شود.

سلول سوم ـ کلید اصلی، که شامل یک عدد سکسیونر غیرقابل قطع زیر بار و یک عدد دیژنکتور (از انواع مختلف، مانند کم روغن، گازی (SF6) ، روغنی، موتوری، و غیره) با رله‌های محافظ، نوع اولیه یا ثانوی می‌باشد، در سلول سوم نصب می‌شود.

سلول چهارم ـ وسایل اندازه‌گیری، که شامل ترانس ولتاژ، ترانس جریان، کنتور آکتیو، کنتور رآکتیو، ساعت فرمان، و غیره می‌باشد، در سلول چهارم نصب می‌شود.

سلول پنجم ـ کلید تغذیه ترانسفورماتور قدرت و یا تغذیه پست فرعی، که شامل یک عدد سکسیونر غیرقابل قطع زیر بار و یک عدد دیژنکتور (از انواع مختلف، مانند کم‌روغن، روغنی، گازی (SF6) ، موتوری و غیره) با رله‌های محافظ، نوع اولیه یا ثانوی می‌باشد، در سلول پنجم نصب می‌شود.

سلول‌های ششم به‌بعد، در صورت لزوم، مشابه سلول پنجم خواهد بود.

٦ـ٧ـ٢ تابلو فشار متوسط برای استفاده در سیستم شعاعی

در مواردی که پست فشار متوسط از سیستم شبکه شعاعی تغذیه می‌شود، ترکیب کلی تابلو باید به‌شرح زیر باشد:

سلول اول ـ کلید اصلی، که شامل یک عدد سکسیونر غیرقابل قطع زیر بار و یک عدد دیژنکتور (که ممکن است از انواع مختلف مانند کم‌روغن، روغنی، گازی (SF6) ، موتوری، و غیره باشد) با رله‌های محافظ از نوع اولیه یا ثانوی می‌باشد، در سلول اول نصب می‌شود.

سلول دوم ـ وسایل اندازه‌گیری، که شامل ترانس ولتاژ، ترانس جریان، کنتور آکتیو، کنتور رآکتیو، ساعت فرمان، و غیره می‌باشد، در سلول دوم نصب می‌شود.

سلول سوم ـ کلید تغذیه ترانسفورماتور قدرت و یا تغذیه پست فرعی، که شامل یک عدد سکسیونر غیرقابل قطع زیر بار و یک عدد دیژنکتور (از انواع مختلف مانند کم‌روغن، روغنی، گازی (SF6) ، موتوری و غیره)، با رله‌های محافظ، نوع اولیه یا ثانوی می‌باشد، در سلول سوم نصب می‌شود.

سلول‌های چهارم به‌بعد، در صورت لزوم، مشابه سلول سوم خواهد بود.

٦ـ٧ـ٣ شماتیک یک تابلوی برق فشار متوسط در شکل ۶ـ۳، به‌عنوان نمونه نشان داده شده است.

۶-۸ روش نصب

۶-۸-۱ تابلوهای فشار متوسط ایستادهٔ تمام بسته، انواع قابل دسترسی و فرمان از جلو، و کشویی، باید به‌یکی از دو روش زیر نصب شود:

الف - نصب بر روی اطاقک کابل:

برای نصب این قبیل تابلوها بر روی اطاقک کابل باید یک دهانه به‌شکل مستطیل متناسب با ابعاد کف تابلو در سقف اطاقک مزبور احداث و تابلو بر روی آن نصب شود. طول دهانه موردنظر باید ۲۰ سانتی‌متر کمتر از عرض مجموع تابلو باشد و عرض آن نیز ۲۰ سانتی‌متر کمتر از عمق تابلو مربوط خواهد بود. لبه دهانه باید با آهن نبشی چهار سانتیمتر در چهار سانتیمتر مهار شود.

ب - نصب بر روی کانال:

طول کانال موردنظر، که تابلو بر روی آن استقرار می‌یابد باید ۲۰ سانتیمتر کمتر از عرض مجموعهٔ تابلو باشد و عرض آن نیز ۲۰ سانتیمتر کمتر از عمق تابلوی مربوط خواهد بود. عمق کانال باید ۱۲۰ سانتیمتر باشد. این کانال باید برای ورود و خروج کابلها به‌کانال کابل‌کشیها مرتبط باشد. برای جلوگیری از جمع شدن آب در داخل این کانال باید کف آن آبکش بوده و یا به‌یک سمت شیب داشته و در انتهای شیب به‌وسیلهٔ کف‌شور به‌چاهک جذب آبهای مزبور ختم شود. لبهٔ کانال باید با آهن نبشی چهار سانتیمتر در چهار سانتیمتر مهار شود.

۶-۸-۲ کلیهٔ سیمکشیهای مدار ثانوی تابلو مانند وسایل اندازه‌گیری، فرمان، اعلام خطر و غیره باید با سیم مسی تک‌لا (مفتولی) با عایق حداقل ۱۰۰۰ ولت و با مقطع ۲/۵ میلیمتر مربع انجام شود.

فرم‌بندی سیمکشیهای یادشده باید طوری باشد که در صورت نیاز به‌تعویض هرکدام از آنها، بدون تداخل به‌کار سایر مدارها، امکان‌پذیر باشد و یا این که کلیه سیمکشیهای داخلی تابلو باید در داخل کانال مخصوص نوع نسوز انجام شود.

۶-۹ آزمایش تابلوهای فشار متوسط

کلیه تابلوهای فشار متوسط باید پس از ساخت در کارخانه و همچنین پس از نصب در محل و قبل از راه‌اندازی براساس طبقه‌بندی زیر مورد آزمایش قرار گیرد.

۶-۹-۱ تابلوهای فشار متوسط پوشش فلزی

این‌گونه تابلوها باید طبق مقررات استاندارد IEC 694 و IEC 298 و بندهای ۲-۲۲ تا ۲-۳۲ از جلد اول نشریه وزارت نیرو - امور برق زیر عنوان «استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع» مورد آزمونهای نوعی[1] و معمولی[2] قرار داده شود.

۶-۹-۱-۱ آزمونهای نوعی، که برای تأیید مشخصات نوع معینی از تابلوها از نظر مطابقت با مقررات استاندارد می‌باشد، باید طبق مفاد بخش ۶ نشریه شماره ۲۹۸ کمیته مزبور (IEC) در زمینه‌های زیر انجام شود:

1- Type tests 2- Routine tests

ـ آزمونهای دی‌الکتریک (بررسی و تأیید سطح عایقبندی تجهیزات و آزمونهای مربوط به‌مدارهای فرعی)
ـ آزمونهای افزایش دما و اندازه‌گیری مقاومت مدار اصلی.
ـ آزمونهای بررسی و تأیید قابلیت ایستادگی مدارهای اصلی و اتصال زمین در برابر جریانهای پیک و کوتاه‌مدت.
ـ آزمون اثبات تطبیق ظرفیت تعیین شده قطع و وصل وسایل کلیدی.
ـ آزمونهای اثبات کار رضایتبخش وسایل کلیدی و قسمتهای قابل برداشت.
ـ آزمونهای بررسی و تأیید حفاظت افراد در برابر نزدیک شدن به‌قسمتهای برقدار و تماس با قسمتهای متحرک.
ـ آزمونهای بررسی و تأیید حفاظت افراد در برابر اثرات خطرناک جریان برق (نشت جریان برق).
ـ آزمونهای بررسی و تأیید حفاظت تجهیزات در برابر اثرات خارجی ناشی از هوا و عوامل جوی.
ـ آزمونهای بررسی و تأیید حفاظت تجهیزات در برابر صدمات مکانیکی.
ـ آزمونهای تعیین اثرات قوس الکتریکی ناشی از اتصالی داخل تابلو.
ـ آزمونهای تشخیص برخی از عیوب در عایقبندی تجهیزات به‌وسیلهٔ اندازه‌گیری تخلیه بارهای الکتریکی جزیی[1].

۶ـ۹ـ۱ـ۲ آزمونهای معمولی، که برای تشخیص مرغوبیت مواد به‌کار رفته یا صحت کار انجام شده می‌باشد، باید طبق مفاد بخش ۷ نشریه شماره ۲۹۸ آی، ای، سی یا مشابه آن براساس فهرست زیر انجام شود:
ـ آزمونهای توان ـ فرکانس ولتاژ در مدار اصلی.
ـ آزمونهای دی‌الکتریک بر روی مدارهای فرعی و کنترل.
ـ اندازه‌گیری مقاومت مدار اصلی.
ـ آزمونهای نحوهٔ کار اجزای مکانیکی.
ـ آزمونهای مربوط به‌وسایل فرعی برقی، نوماتیک و هیدرولیک.
ـ بررسی و تأیید صحت سیمکشیها.

۶ـ۹ـ۲ تابلوهای فشار متوسط مجهز به‌پوشش عایق

این نوع تابلوها باید طبق مقررات مندرج در بخش ۴ نشریه شماره ۴۶۶ کمیته بین‌المللی الکتروتکنیک یا مشابه آن مورد آزمونهای نوعی و معمولی قرار داده شود.

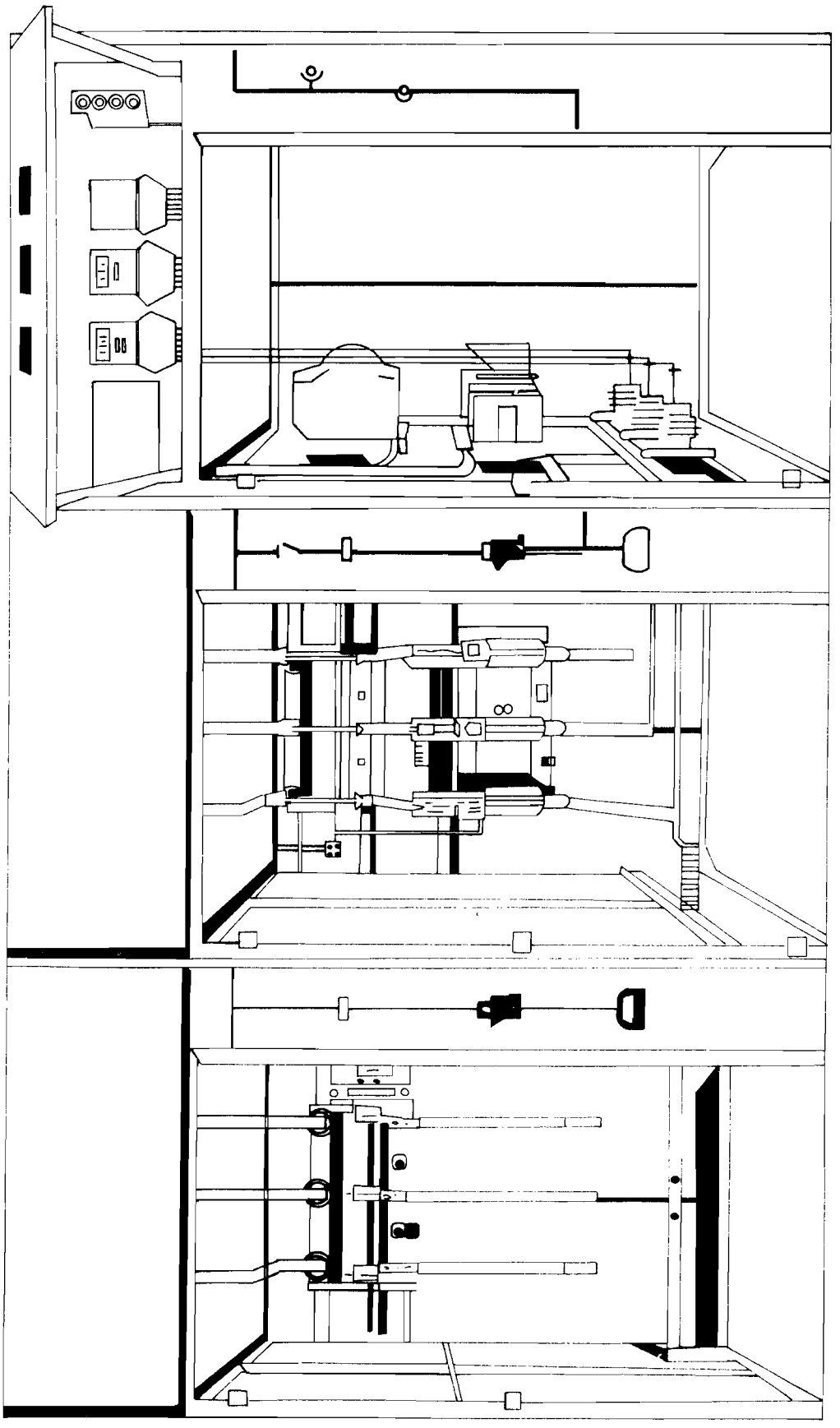
۶ـ۹ـ۲ـ۱ آزمونهای نوعی و تأییدی، که به‌منظور بررسی و تأیید ویژگیهای طرح تابلو به‌عمل می‌آید و بر روی مجموعه‌های الگوی نمونه تابلوهای فشار متوسط مجهز به‌پوشش عایق یا قسمتی از مجموعه‌های مزبور انجام می‌شود، به‌قرار زیر است:
ـ آزمونهای قوس‌الکتریکی به‌صورت ضربه‌ای[2] تحت شرایط خشک.
ـ آزمونهای توان ـ فرکانس ولتاژ تحت شرایط خشک با زمان کم (یک دقیقه).
ـ اندازه‌گیری مقدار تخلیه بارهای الکتریکی جزیی.

1– Partial discharges 2– Lightning impulse

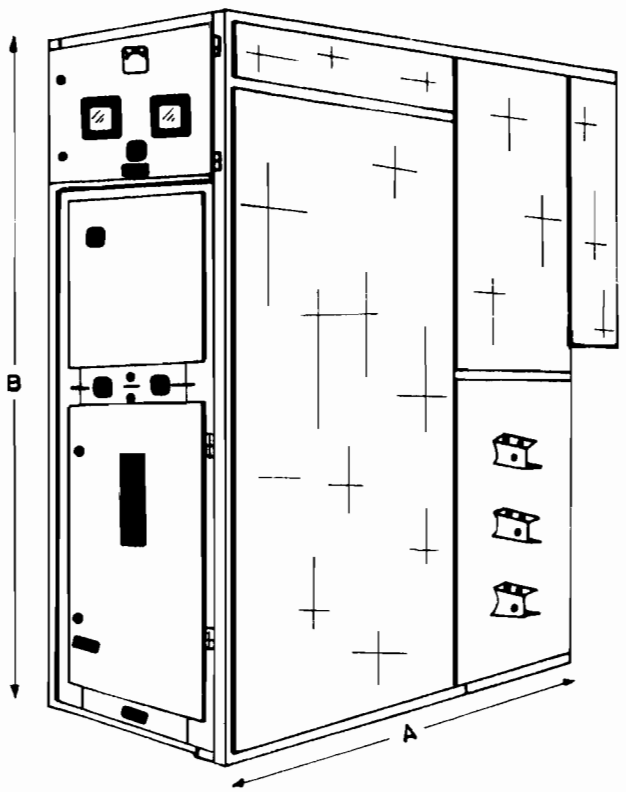
ـ آزمون پایداری حرارتی.
ـ آزمونهای جریان برق کوتاه‌مدت در مدارهای اصلی تابلو.
ـ آزمونهای جریان برق کوتاه‌مدت در مدارهای اصلی اتصال زمین.
ـ آزمونهای نحوهٔ کار اجزای مکانیکی.
ـ بررسی و تأیید حفاظت اشخاص در برابر امکان آسیب‌پذیری ناشی از نزدیک شدن به‌قسمتهای برقدار و متحرک.
ـ بررسی و تأیید حفاظت افراد در برابر تأثیرات خطرناک جریان برق.
ـ آزمون ایستایی مکانیکی.
ـ آزمونهای مربوط به‌کهنگی و رطوبت.
ـ آزمون دستگاههای فرعی برقی، نوماتیک، و هیدرولیک.
ـ بازدید و کنترل سیمکشیهای تابلو.

۶ ـ ۹ـ ۲ـ ۲ آزمونهای معمولی و تأییدی، که هدف از آن کشف نقایص احتمالی در جنس و ساخت تابلو است و باید بر روی کلیهٔ واحدهای قابل حمل انجام شود، شامل موارد زیر است:
ـ آزمونهای توان ـ فرکانس ولتاژ تحت شرایط خشک با زمان کم (یک دقیقه).
ـ اندازه‌گیری مقدار تخلیه بارهای الکتریکی جزیی.
ـ آزمونهای ولتاژ بر روی مدارهای فرعی.
ـ آزمونهای نحوهٔ کار اجزای مکانیکی.
ـ آزمونهای مربوط به‌دستگاههای فرعی برقی، نوماتیک و هیدرولیک.
ـ بازدید و کنترل سیمکشیها.

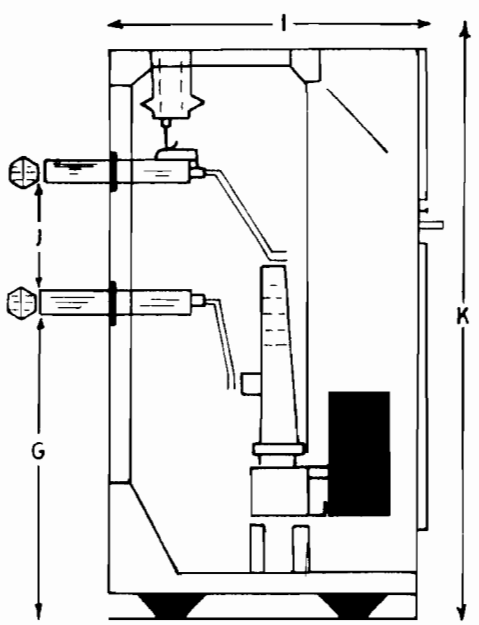
۶ ـ ۱۰ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار متوسط در جدول ۶ ـ ۳ ارائه شده است.



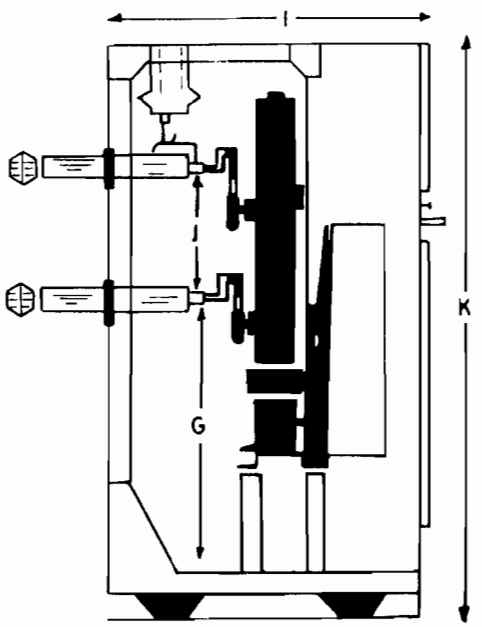
شکل ٦ - ١ تابلوی فشار متوسط نوع قابل دسترسی از جلو.



شکل ظاهری سلول



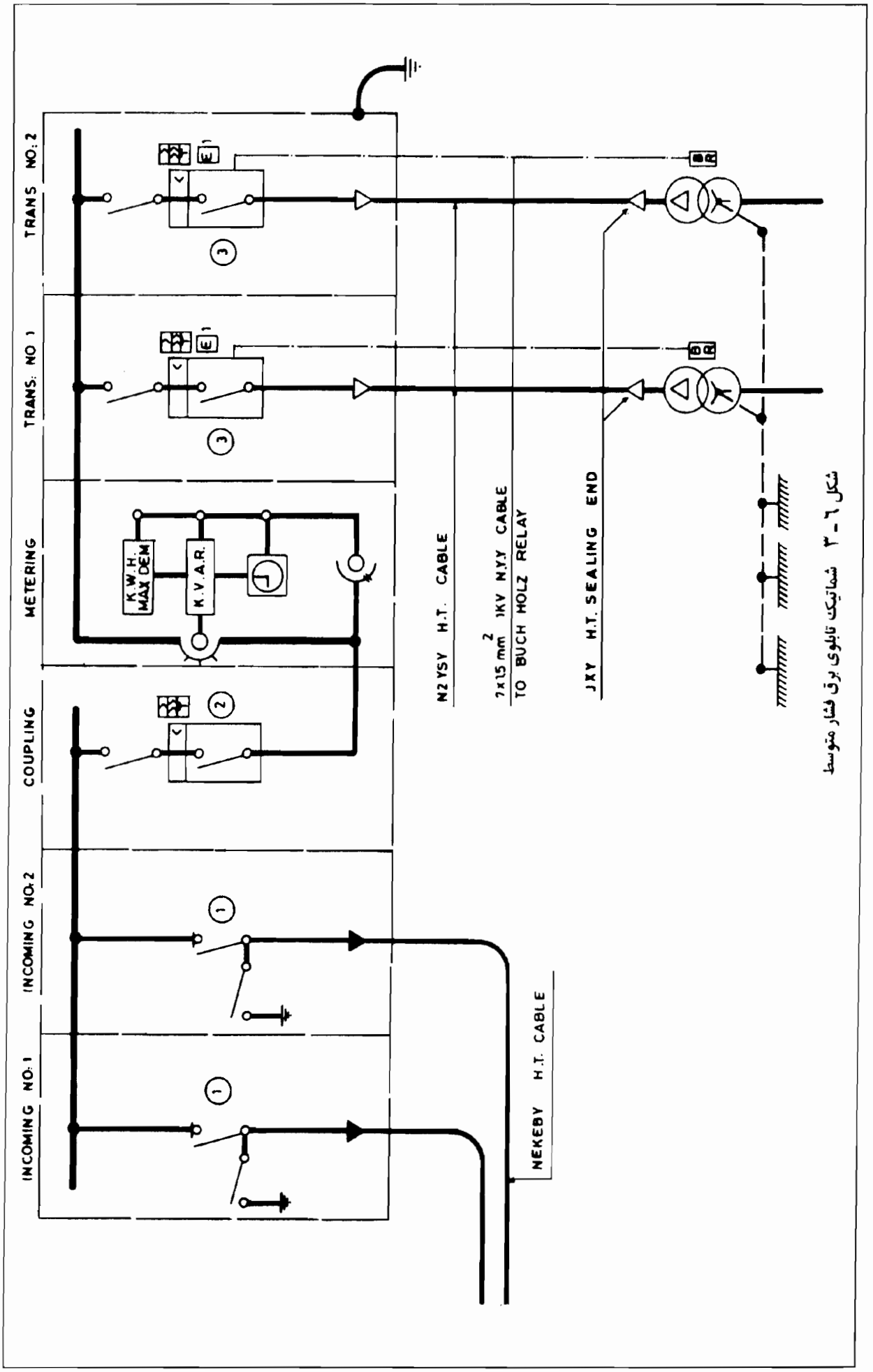
ارابه کشویی با دیژنکتور



ارابه کشویی با دیژنکتور کم‌روغن

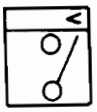
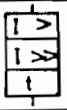
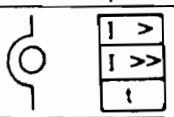
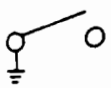
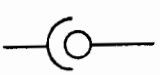
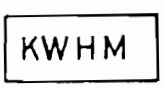
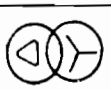
تابلوی فشار متوسط نوع کشویی

شکل ٦ ـ ۲



شکل ۶ - ۳ شماتیک تابلوی برق فشار متوسط

جدول ٦ ـ ۳ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار متوسط

شـــرح و مشخصات	نشانه
دیژنکتور کم‌روغن فشار متوسط	
رله محافظ پریمر برای نصب روی دیژنکتور	
رله محافظ سکوندر برای نصب روی دیژنکتور	
سکسیونر سه‌پل غیرقابل قطع زیربار فشار متوسط	
کلید اتصال زمین فشار متوسط	
سکسیونر سه‌پل قابل قطع زیر بار فشار متوسط	
ترانس جریان فشار متوسط	
ترانس ولتاژ فشار متوسط	
کنتور آکتیو	
کنتور رآکتیو	
ساعت فرمان	
ترانسفورماتور نیرو	

فصل ۷
کابلهای فشار ضعیف

۷-۱ کلیات و تعاریف

۷-۱-۱ تعاریف

کابل: کابل یک یا چندهادی (تک یا چندرشته‌ای) است به‌طوری که هر هادی به‌وسیلهٔ عایق واحدی عایقکاری شده و مجموعه هادیهای عایقدار نیز در داخل یک پوشش اضافی قرار گرفته باشد.
هسته کابل: هر رشته هادی عایقداری که درون کابل واقع شده باشد یک هسته نامیده می‌شود.
ولتاژ اسمی: ولتاژ نامی کابل ولتاژی است که کابل برای آن طراحی شده و آزمونهای الکتریکی براساس آن انجام می‌شود. ولتاژ اسمی به‌صورت U_0/U برحسب ولت بیان می‌شود.

U_0 مقدار مؤثر (r.m.s) ولتاژ بین هر هادی عایقدار و زمین (پوشش فلزی کابل یا هر پوشش دیگر) می‌باشد.
U مقدار مؤثر (rms) ولتاژ بین هر دو فاز یک کابل چندرشته‌ای یا سیستمی از کابلهای تک‌رشته‌ای می‌باشد.
در یک سیستم جریان متناوب، ولتاژ اسمی سیم یا کابل باید حداقل برابر با ولتاژ نامی سیستمی باشد که سیم یا کابل برای کار در آن درنظر گرفته شده است. شرط نامبرده برای هر دو مقدار ولتاژهای U_0 و U باید رعایت شود.
در یک سیستم جریان مستقیم ولتاژ نامی سیستم نباید بیش از ۱/۵ برابر ولتاژ اسمی سیم یا کابل باشد.
برای تعاریف مربوط به‌جریان مجاز حرارتی یک هادی (جریان اسمی) اضافه جریان، جریان اضافه‌بار، و جریان اتصال کوتاه به‌بند ۱ از فصل دوم مراجعه شود.

۷-۱-۲ نشانه‌های شناسایی کابلها در سیستم VDE[1]

عمده‌ترین علایم شناسایی کابلها در سیستم VDE برای کابلهای دارای عایقبندی پلاستیکی و کابلهای مجهز به‌عایقبندی کاغذی و همچنین حروف مشخصه طرح کابل به‌قرار زیر است:

---

۱ ـ جدول علایم شناسایی سیم و کابلها در سیستم CENELEC در فصل دوم بند ۲-۴-۱ ارائه شده است.

الف ـ کابلهای مجهز به‌عایقبندی پلاستیکی

نوع کابل	نشانه	شرح
NYY	**N**	کابل مطابق مشخصات استاندارد VDE آلمان
	Y	عایق از جنس پی ـ وی ـ سی
	Y	غلاف از جنس پی ـ وی ـ سی
NY**C**Y	**C**	حفاظ شامل هادیهای هم‌مرکز از سیمهای مسی و نوار مسی به‌صورت مارپیچ
NY**CW**Y	**CW**	حفاظ شامل سیمهای مسی هم‌مرکز موجی شکل و نوار مسی مارپیچی
NY**K**Y	**K**	غلاف سربی
NY**RG**Y	**R**	زره از سیمهای فولادی گالوانیزه با مقطع گرد
	G	نوار فولادی گالوانیزه مارپیچی
NY**F**GY	**F**	زره از سیمهای فولادی گالوانیزه تخت
NY**SE**Y	**SE**	حفاظ از ماده نیمه هادی، به‌علاوهٔ سیمهای مسی و نوار مسی مارپیچ بر روی هسته‌ها
N**2Y**SY	**2Y**	عایق پلی‌اتیلن (PE)
	S	حفاظ از ماده نیمه هادی، به‌علاوهٔ سیمهای مسی و نوار مسی مارپیچی
N**2X**SY	**2X**	عایق از جنس پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE)

ب ـ کابلهای دارای عایقبندی کاغذی

نوع کابل	نشانه	شرح
NKBA	**K**	غلاف سربی روی هسته‌ها (شامل لایه فیبری زیرین)
	B	زره از نوار فولادی دوبل
	A	پوشش از آمیزه نخ کنفی
NAKLEY	**A**	هادیهای آلومینیومی
	KL	غلاف نازک آلومینیومی
	E	حفاظ ضدخوردگی ویژه شامل نوار پلاستیکی آغشته به ترکیبات قیری
	Y	غلاف خارجی پی ـ وی ـ سی
N**EK**EBY	**EK**	غلاف سربی روی هر یک از هسته‌ها
N**H**KBA	**H**	حفاظ از کاغذ فلزی روی هر هسته و نوار مسی ـ پارچه‌ای بافته شده بر روی مجموعه هسته‌ها

پ ـ حروف مشخصه طرح کابل:

r هادی با مقطع گرد

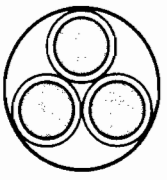
s هادی با مقطع قطاعی (سه‌گوش)

e هادی تک مفتولی

m هادی رشته‌ای (افشان)

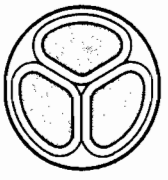
j کابل با هادی حفاظتی

o کابل بدون هادی حفاظتی



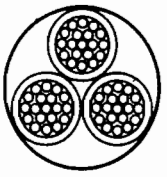
re

r= گرد e= مفتولی



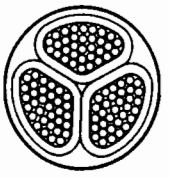
se

s= قطاعی e= مفتولی



rm

r= گرد m= رشته‌ای



sm

s= قطاعی m= رشته‌ای

۷ـ۱ـ۳ طبقه‌بندی

کابلها براساس نوع و موارد مصرف به انواع زیر تقسیم می‌شود:

۷ـ۱ـ۳ـ۱ کابلهای هوایی

۷ـ۱ـ۳ـ۲ کابلهای زمینی

۷ـ۱ـ۳ـ۳ کابلهای زیر آبی

۷ـ۱ـ۳ـ۴ کابلهای مخصوص

۷ـ۱ـ۴ مشخصات اصلی کابلها و عوامل مؤثر در انتخاب نوع کابلها

۷ـ۱ـ۴ـ۱ مشخصات اصلی کابلها شامل موارد زیر است:

ولتاژ اسمی و جریان مجاز

جنس هادی، سطح مقطع و شکل آن

جنس عایق

شناسایی هسته
نوع حفاظ[1]
جنس غلاف
نوع زره
نوع حفاظت در برابر خوردگی

۷ـ۱ـ۴ـ۲ عوامل مؤثر در انتخاب نوع کابلها به‌قرار زیر است:
بار موردنظر و ظرفیت مجاز کابل
ولتاژ اسمی
افت ولتاژ مجاز
حفاظت مدار
بار اتصال کوتاه لازم یا مجاز
شرایط مکانیکی
شرایط محل از نظر ایجاد خوردگی در کابل
مشخصات فنی تعیین شده
در طراحی سیستم کابلکشی ضوابط مندرج در بند ۲ ـ ۵، فصل دوم، نیز باید رعایت شود.

۷ـ۱ـ۵ به‌منظور تعیین قابلیت بار یا جریان مجاز کابلهای مختلف با ولتاژ کار یک کیلوولت بین هادیها باید از جداول مندرج در نشریه ملی استاندارد ایران ـ شماره ۱۹۳۶ استفاده شود. در صورتی که با توجه به کلیه شرایط مندرج در نشریه مذکور نتوان جداول موردنظر را ملاک عمل قرار داد باید از مقادیر ارائه شده در جدول ۷ـ۱ استفاده شود. در این جدول جریان مجاز کابلهای برق برای حداکثر درجه حرارت هادی ۷۰ درجه سانتیگراد و با عمق کابل درخاک ۷۰ سانتیمتر و درجه حرارت محیط در خاک ۲۰ درجه سانتیگراد و درجه حرارت محیط در هوای آزاد ۳۰ درجه سانتیگراد برای بار روزانه ۱۰ ساعت با بار کامل و حداقل ۱۰ ساعت با ۶۰ درصد بار کامل با ولتاژ کار یک کیلوولت بین هادیها ارائه شده است.
لازم به یادآوری است که اگر از کابلهای برق جدول مذکور به‌طور دایم بار گرفته شود باید مسألهٔ خشک شدن خاک و بالا رفتن مقاومت حرارتی را هم در نظر گرفته و فاکتورهای مربوطه را در محاسبات منظور داشت. در صورتی که درجه حرارت محیط از ۲۰ درجه سانتیگراد در خاک و ۳۰ درجه سانتیگراد در هوای آزاد بیشتر یا کمتر باشد باید فاکتورهای تصحیح مندرج در جدول ۷ـ۲ را ملاک عمل قرار داد. همچنین می‌توان از جدول ۷ ـ ۳ که در آن فاکتور تصحیح جریان مجاز کابلها برحسب تغییرات درجه حرارت محیط از ۲۵ درجه سانتیگراد داده شده است استفاده کرد.
جداول مذکور براساس محاسبات کلی بار مجاز انواع کابلها ارائه شده است. جداول قابلیت جریان مجاز برای کابلهای مختلف برحسب روش نصب در بخش کابل مربوط درج شده است.

1– Screening

جدول ۷ ـ ۱ جریان مجاز کابلهای برق با ولتاژ اسمی 1 KV

سه تا کابل یک‌سیمه سه‌فاز (amp)				کابلهای ۳ و ۴ سیمه (amp)		کابلهای ۲ سیمه (amp)		کابلهای ۱ سیمه جریان مستقیم		سطح مقطع $(mm)^2$
طرز قرارگرفتن کابلها ⊙⊙		طرز قرارگرفتن کابلها ○○○								
در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	
-	-	-	-	۱۸	۲۷	۲۱	۳۰	۲۶	۳۷	۱/۵
-	-	-	-	۲۵	۳۶	۲۹	۴۱	۳۵	۵۰	۲/۵
-	-	-	-	۳۴	۴۶	۳۸	۵۳	۴۶	۶۵	۴
-	-	-	-	۴۴	۵۸	۴۸	۶۶	۵۸	۸۳	۶
-	-	-	-	۶۰	۷۷	۶۶	۸۸	۸۰	۱۱۰	۱۰
۸۶	۱۱۰	۱۰۰	۱۲۰	۸۰	۱۰۰	۹۰	۱۱۵	۱۰۵	۱۴۵	۱۶
۱۲۰	۱۴۰	۱۳۵	۱۵۵	۱۰۵	۱۳۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۴۰	۱۹۰	۲۵
۱۴۵	۱۷۰	۱۷۰	۱۸۵	۱۳۰	۱۵۵	۱۵۰	۱۸۰	۱۷۵	۲۳۵	۳۵
۱۸۰	۲۰۰	۲۰۵	۲۲۰	۱۶۰	۱۸۵	-	-	۲۱۵	۲۸۰	۵۰
۲۲۵	۲۴۵	۲۶۰	۲۷۰	۲۰۰	۲۳۰	-	-	۲۷۰	۳۵۰	۷۰
۲۸۰	۲۹۵	۳۲۰	۳۲۵	۲۴۵	۲۷۵	-	-	۳۳۵	۴۲۰	۹۵
۳۳۰	۳۳۵	۳۷۵	۳۷۰	۲۸۵	۳۱۵	-	-	۳۹۰	۴۸۰	۱۲۰
۳۸۰	۳۸۰	۴۳۰	۴۲۰	۳۲۵	۳۵۵	-	-	۴۴۵	۵۴۰	۱۵۰
۴۴۰	۴۳۰	۴۵۰	۴۷۰	۳۷۰	۴۰۰	-	-	۵۱۰	۶۲۰	۱۸۵
۵۳۰	۴۹۰	۵۹۰	۵۴۰	۴۳۵	۴۶۵	-	-	۶۲۰	۷۲۰	۲۴۰
۶۱۰	۵۵۰	۶۸۰	۶۲۰	-	-	-	-	۷۱۰	۸۲۰	۳۰۰
۷۴۰	۶۵۰	۸۲۰	۷۱۰	-	-	-	-	۸۵۰	۹۶۰	۴۰۰
۸۶۰	۷۴۰	۹۶۰	۸۲۰	-	-	-	-	۱۰۰۰	۱۱۱۰	۵۰۰

جدول ۷ ـ ۲ فاکتور تصحیح در صورت تغییر درجه حرارت محیط

درجه حرارت محیط برحسب درجه سانتیگراد	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
فاکتور تصحیح برای کابل در خاک	۱/۰۵	۱	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۸۴	۰/۷۷	۰/۷۱	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۴۵
فاکتور تصحیح برای کابل درهوای آزاد	۱/۱۷	۱/۱۲	۱/۰۶	۱	۰/۹۴	۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۷۱	۰/۶۱	۰/۵۰

یادآوری:

حداکثر درجه حرارت هادی کابلها برابر ۷۰ درجه سانتیگراد خواهد بود.

جدول ۷ ـ ۳ فاکتور تصحیح جریان مجاز کابلها برحسب تغییرات درجه حرارت محیط از ۲۵ درجه سانتیگراد

درجه حرارت محیط برحسب درجه‌سانتیگراد	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵
فاکتور تصحیح (برحسب درصد)	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۹۴	۸۸	۸۲	۷۵	۶۷	۵۸	۴۷	۳۳

۷ ـ ۲ کابلهای هوایی

کابل هوایی کابلی است که به‌صورت روکار روی دیوار یا سقف یا سینی کابل و یا به‌صورت آویز بین دو تیر نصب شده باشد.

۷ ـ ۲ ـ ۱ استاندارد و مشخصات کابلهای هوایی

۷ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۱ کابلهایی که به‌صورت نصب روکار روی دیوار یا سقف یا سینی کابل ممکن است مورد استفاده قرار گیرد به‌شرح زیر است:

الف ـ کابل **NYM (DIN 47705)**: کابلی است که شامل هادی مسی، عایق پی ـ وی ـ سی، ماده پرکننده برای شکل‌دهی کابل[1] و غلاف نهایی پی ـ وی ـ سی بوده و برای نصب در محیطهایی با تداخل فرکانس بالا (H.F.)، یا محیطهای قابل انفجار، و یا محیطهایی با حرارت زیاد مناسب نمی‌باشد.

ب ـ کابل **NYRUZY (DIN 47707)**: کابلی است که از نظر هادی مسی، عایق و غلاف پی ـ وی ـ سی مشابه کابل NYM بوده ولی بین ماده پرکننده و غلاف نهایی زره گالوانیزه به‌منظور محافظت مکانیکی قرار داده شده است. این نوع کابل نیز از نظر کاربرد برای نصب در محیطهایی با تداخل فرکانس بالا، یا قابل انفجار، و یا با حرارت زیاد مناسب نمی‌باشد.

پ ـ کابل **NYBUY (DIN 47708)**: کابلی است مشابه کابل NYM ولی بین ماده پرکننده و غلاف نهایی آن غلاف سربی قرار دارد، این نوع کابل را ممکن است در محیطهای خشک، مرطوب، تر، و در هوای آزاد در صورتی که در برابر نور خورشید محافظت شود، در درون گچ و زیر یا روی آن به‌صورت نصب ثابت مورد استفاده قرار داد. استفاده از کابلهای غلاف سربی در حمام مجاز نخواهد بود.

ت ـ کابل **NHYRUZY**: کابلی است با هادی مسی، عایق پی ـ وی ـ سی، پوشش داخلی، غلاف سیمی و پوشش خارجی پی ـ وی ـ سی. این‌گونه کابل را ممکن است در محیطهای خشک، مرطوب و تَر و در محیطهایی با تداخل فرکانس بالا و در فضای آزاد در صورتی که در برابر نور خورشید محافظت شود، مورد استفاده قرار داد. کاربرد این نوع کابل در محیطهای مخاطره‌آمیز و یا دفن آن در زیرزمین مجاز نخواهد بود.

1– Filling compound

۷ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۲ کابلهایی که به‌صورت هوایی و آویزان بین دو تیر نصب می‌شود

الف ـ کابل YTY: کابلی است که شامل هادی مسی، عایق پی ـ وی ـ سی، ماده پرکننده و غلاف نهایی پی ـ وی ـ سی بوده و در مجاورت غلاف نهایی، سیم مهار (بگسل) از فولاد گالوانیزه برای نگاهداری کابل تعبیه شده است. استفاده از این نوع کابل در محیطهایی با حرارت زیاد، یا با تداخل فرکانس بالا مناسب نمی‌باشد.

ب ـ در صورتی که بین دوتیر، سیم مهار (بگسل) فولاد گالوانیزه جداگانه‌ای متناسب با مقطع کابل مربوطه نصب شود، کلیه کابلهای مندرج در بند ۷ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۱ را می‌توان با استفاده از بستهای مخصوصی که حداکثر فاصله بین دو بست از پنجاه سانتی‌متر تجاوز نکند، روی سیم مهار مذکور نصب کرد.

۷ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۳ جریان مجاز کابلهای هوایی با توجه به‌شرایط نصب و درجه حرارت محیط و تعداد کابلها در جدول ۷ ـ ۶ درج گردیده است.

۷ ـ ۲ ـ ۲ اصول و روشهای نصب کابلهای هوایی

در هنگام نصب کابلهای هوایی اصول زیر باید کاملاً مدنظر بوده و رعایت شود:

الف ـ حداقل فاصله بین کابلهای هم ولتاژ باید به‌اندازه قطر کابل ضخیمتر مجاور درنظر گرفته شود. در صورتی که ولتاژ کابلهای موازی متفاوت باشد حداقل فاصله بین دو کابل مجاور باید ۳۰ سانتیمتر باشد. بدیهی است کابلهای هم ولتاژ باید در یک گروه نصب گردیده و حداقل فاصله فوق‌الذکر (۳۰ سانتیمتر) برای گروههای متفاوت رعایت شود.

ب ـ حداکثر تعداد کابلهای داخل کانال، مجرا و یا لوله باید چنان تعیین شود که کشیدن آن به‌آسانی امکان‌پذیر باشد. با توجه به‌این اصل توصیه می‌شود که قطر داخلی مجرا، کانال یا لوله مساوی یا بیشتر از ۱/۵ برابر قطر کابل یا دسته کابلهای کشیده شده در داخل آن باشد.

پ ـ در مواردی که کابل از داخل تجهیزات یا تأسیسات فلزی عبور می‌نماید، هر یک از سوراخها باید دارای انحناهای لازم با بوشن‌های مناسب باشد تا از ایجاد خراشیدگی در کابل جلوگیری به‌عمل آید.

ت ـ در مواردی که لوله‌کشیها و مجاری کابل در نقاط انتهایی خود در معرض تغییرات زیاد درجه حرارت قرار می‌گیرد، مانند تأسیسات مبرد و سردخانه‌ها یا تجهیزات حرارتی یا تجهیزاتی که در دمای بالا کار می‌کند، باید قسمت مناسبی از لوله‌کشی یا مجاری کابل به‌منطقه تبدیل اختصاص داده شده و از گردش هوا بین قسمتهای گرمتر و قسمتهای سردتر جلوگیری به‌عمل آید. اتصالهای انبساط باید برای جبران انبساط و انقباض حرارتی در مواردی که لازم است پیش‌بینی شود.

ث ـ در موقع نصب یا کشیدن کابل بهتر است تنش و کشش بر روی هادیها وارد شود و نه بر پوشش خارجی آن. در تأسیساتی که کابلهای آن به‌طور دایم تحت نیروی کشش قرار می‌گیرد استفاده از کابلهای مجهز به‌سیم مهار یا مشابه آن که بتواند نیروی کشش را تحمل کند توصیه می‌شود.

ج ـ کابلهایی که به‌تجهیزات قابل حمل یا متحرک وصل می‌شود باید در نقطهٔ اتصال به‌دستگاه به‌نحوی بسته و محکم شود که هیچ نیرویی به‌ترمینالهای کابل وارد نشده و از کوتاه شدن و یا

عقب رفتن عایقبندی یا غلاف کابل جلوگیری به‌عمل آید. در صورتی که کابل شامل هادی حفاظتی نیز باشد طول آن باید به‌قدری باشد که در صورت خراب شدن وسیلهٔ بستن کابل، وارد شدن نیرو به‌ترمینال هادی حفاظتی بعد از ترمینالهای هادیهای برقدار ممکن گردد. وسیلهٔ بستن کابل باید برقدار نبوده و به‌نحوی ساخته شده باشد که هیچ نوع خرابی مکانیکی در کابل بسته شده به‌وجود نیاورد.

چ - همهٔ خمهای کابل باید به‌نحوی انجام شود که هیچ نوع خرابی به‌خود کابل وارد نشود، به‌استثنای مواردی که به‌نحوی دیگر در مقررات مربوطه به‌کابل ذکر شده باشد، در تأسیسات نصب ثابت حداقل شعاع داخلی هر نوع خم به‌ترتیب زیر توصیه می‌شود:

- کابلهای با روپوش فلزی (زره ـ غلاف سربی ـ هادی هم مرکز) $r=9(D+d)$
- کابلهای با غلاف آلومینیومی $r=15D$
- کابلهای با عایقبندی معدنی و غلاف مسی $r=5D$
- کابلهای فاقد هرنوع روپوش فلزی $r=8(D+d)$

که در آن:

D= قطر خارجی کابل، d= قطر هادی بزرگترین رشته کابل و r= حداقل شعاع داخلی هر خم می‌باشد. در صورتی که مقطع هادی به‌فرم قطاع[1] باشد، $d=1/3\sqrt{A}$ در نظر گرفته خواهد شد که در آن A سطح مقطع هادی می‌باشد.

ح - کلیهٔ کابلهای داخل و خارج ساختمان باید یک تکه بوده و از استعمال دو راهی وسط خط باید خودداری شود.

۷ـ۲ـ۲ـ۲ نصب کابل روی دیوار و سقف

الف ـ برای نصب یک رشته کابل بر روی دیوار یا سقف باید از بستهای کائوچویی دو تکه‌ای مخصوص کابل استفاده شود به‌طوری که در محلهای بستکاری، کابل مستقیماً با دیوار یا سقف تماس نداشته باشد. در مورد نصب چند رشته کابل توصیه می‌گردد که کابلهای مذکور به‌صورت موازی روی دیوار یا سقف نصب گردیده و از بستهای ریلی استفاده شود.

حداقل فاصله کابل از دیوار باید دو سانتیمتر درنظر گرفته شود.

فاصلهٔ کابلها از یکدیگر باید حداقل دو برابر قطر کابل موردنظر باشد. در مواردی که فاصله مذکور کمتر باشد باید از ضرایب مناسبی برای کاهش ظرفیت جریان مجاز کابل استفاده شود.

ب - کابلهایی که به‌وسیله بست نصب می‌شود، یا برروی بازوهای افقی قرار داده می‌شود، باید به‌نحوی نگهداری شود که فاصلهٔ بستها یا بازوها از مقادیر زیر تجاوز ننماید.

- در مورد کابلهای بدون زره فلزی 20D
- در مورد کابلهای زره فلزی‌دار 35D

D قطر خارجی کابل می‌باشد. در مورد نصب کابلها به‌صورت قائم می‌توان به‌مقادیر فوق تا میزان پنجاه درصد اضافه نمود.

پ - بستهای مورد استفاده در صورتی که از نوع عایقدار نباشد بایستی به‌وسیله غلاف محافظ عایق

1- Sector

پوشانده شود.

ت ـ در مواردی که ساختمان دارای سقف کاذب است، نصب کابل بر روی سقف کاذب به‌هیچ وجه مجاز نمی‌باشد و باید روی سقف اصلی ساختمان نصب شود.

ث ـ فاصله‌ای که به‌علت استفاده از بستهای ریلی یا دو تکه‌ای بین کابل و دیوار (یا سقف) ایجاد گردیده، باید در گوشه‌ها (داخلی و خارجی) با نصب دو عدد بست به‌فاصله ده سانتیمتر از طرفین گوشه عیناً حفظ و رعایت گردد.

ج ـ کابلها باید در برابر تابش مستقیم آفتاب دارای نوعی حفاظ باشد.

۷ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۳ نصب کابل روی سینی کابل

الف ـ ابعاد سینیهای کابل باید ازنظر مکانیکی با توجه به‌وزن کابلها و همچنین در صورت لزوم با در نظر گرفتن شرایط نصب، تعمیرات و رسیدگی انتخاب شود، ولی به‌طور کلی سینیهای کابل باید با ورق آهن گالوانیزه که مشبک شده باشد و به‌ضخامت حداقل ۱/۵ میلیمتر ساخته شده و در صورت آویز بودن توسط میله‌های فولادی به‌قطر حداقل ۶ میلیمتر در فاصله‌های حداکثر یک متر نگاه داشته شود.

ب ـ سینیهای کابل چند طبقه باید با توجه به‌عرض آن به‌نحوی انتخاب شود که دسترسی به‌کابلها حداقل از یک‌طرف امکان‌پذیر باشد. فاصله بین سینیهای دوطبقه باید حداقل نصف عرض سینی بالایی باشد.

پ ـ هنگام نصب کابلها بر روی سینی کابل، کابلها باید در نزدیکی هر محل تغییر جهت، سه راه یا چهارراه یا انتهای هر مسیر افقی یا قائم و همچنین به‌فاصلهٔ ۱۰ متر در مسیرهای افقی و ۱/۵ متر در مسیرهای قائم به‌سینیها محکم شود.

۷ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۴ نصب کابل به‌صورت آویز بین دو یا چند تیر

الف ـ به‌منظور نصب سیم مهار به‌تیر ابتدایی باید سیم مذکور به‌وسیله آی بولت[1] به‌تیر متصل شده و برای جلوگیری از خمش نامتناسب بین مهار و آی بولت باید از گوشواره مخصوص سیم مهار متناسب با مقطع سیم برای عبور سیم مهار از داخل آی بولت استفاده و انتهای سیم مهار بعد از گشتن دور سیم مهار حداقل به‌وسیله دو عدد بست دو پیچه محکم گردد. برای نصب و عبور سیم مهار از روی تیرهای میانی بایستی از آی بولت یا بازو و بست مناسب استفاده گردد. در تیر انتهایی علاوه بر روش و اصول مورد استفاده در تیر ابتدایی باید یک عدد مهارکش متناسب با مقطع و طول خط مهار نصب شود.

ب ـ کابلهای آویزان شده از سیم مهار باید یا به‌صورت پیوسته به‌آن وصل بوده و یا در حداکثر فواصلی به‌شرح زیر بستکاری شود:

ـ در مورد کابلهای بدون زره فلزی ۴۰ D

ـ در مورد کابلهای زره فلزی‌دار ۷۰ D

D قطر خارجی کابل می‌باشد.

1– Eye bolt

پ - بستهای به‌کاررفته در صورتی که از نوع عایقدار نباشد باید به‌وسیلهٔ غلاف محافظ عایق پوشانده شود.

۷-۳ کابلهای زمینی

کابل زمینی کابلی است که مستقیماً در زیرزمین، یا در کانال پیش ساخته یا در شافت (Shaft)، و یا در لوله قابل نصب باشد.

۷-۳-۱ استاندارد و مشخصات کابلهای زمینی دارای عایقبندی پلاستیکی

۷-۳-۱-۱ کابلهای NAYY , NYY (VDE 0271):

کابل NYY دارای هادی مسی و کابل NAYY دارای هادی آلومینیومی با ولتاژ اسمی ۱/۰/۶ کیلوولت می‌باشد. در کابلهای یک سیمه هادی با رشته‌های مسی یا آلومینیومی نرم شده است که مقطع آن گرد یا قطاعی (سه‌گوش) بوده و با مواد پلاستیک عایق می‌شود. سیمهای عایق‌شده پس از تابیدن برای گردشدن مقطع در داخل ماده پرکننده قرار داده می‌شود. در کابلهای با هادی سه‌گوش به‌دور کابل نوار پلاستیکی پیچیده می‌شود و کابل با ماده پی - وی - سی غلاف می‌گردد. این نوع کابلها را می‌توان در داخل ساختمان، در مجاری و کانالهای پیش ساخته، در شافت، و نیز در داخل کانالهای زمینی، و در آب مورد استفاده قرار داد مشروط بر آن که خطر آسیب‌دیدگی مکانیکی وجود نداشته باشد. کابلهای مزبور همچنین برای توزیع نیرو در کارخانه‌های صنعتی و روشنایی خیابانها نیز به‌کار می‌رود.

۷-۳-۱-۲ کابلهای NAYCWY, NYCWY, NYCY (VDE 0271):

این نوع کابلها مشابه کابلهای NYY و NAYY است ولی بین غلافهای پی - وی - سی داخلی و خارجی آن دارای زره سیم مسی با نوار مارپیچ مسی می‌باشد. بدیهی است که از غلاف مسی می‌توان به‌عنوان هادی حفاظتی یا هادی خنثی استفاده کرد. این‌گونه کابلها را می‌توان در مواردی که امکان آسیب مکانیکی به‌کابل در هنگام نصب یا در زمان بهره‌برداری وجود داشته باشد در زیرزمین، درآب، در داخل یا خارج ساختمان و در کانال مورد استفاده قرار داد.

۷-۳-۱-۳ کابلهای NAYFGY, NYFGY, NAYRGY, NYRGY با ولتاژ اسمی ۱/۰/۶ کیلوولت (VDE 0271, IEC 502)

کابلهای NYRGY و NYFGY با هادی‌مسی رشته‌ای‌و کابلهای NAYRGY و NAYFGY با هادی آلومینیومی رشته‌ای دارای‌عایق از جنس پی - وی - سی و پوشش یا نوار پلاستیکی بر روی‌مجموعه هسته‌ها می‌باشد. کابلهای NYRGY و NAYRGY دارای زره از سیمهای فولادی گالوانیزه با مقطع گرد و نوار فولادی گالوانیزه مارپیچ و کابلهای NYFGY و NAYFGY مجهز به‌زره از سیمهای فولادی گالوانیزه تخت و نوار فولادی گالوانیزه مارپیچ می‌باشد که بر روی‌آن غلاف خارجی پی - وی - سی قرارگرفته است. این نوع کابلها را ممکن است در خارج ساختمان، در زیرزمین، در آب، درداخل ساختمان، و درکانالهای

پیش ساخته در مواردی که حفاظت مکانیکی زیاد مورد نیاز است یا در مواردی که تنشهای کششی در هنگام نصب یا در زمان بهره‌برداری وجود دارد، مورد استفاده قرار گیرد.

۷ـ۳ـ۲ استاندارد و مشخصات کابلهای زمینی دارای عایقبندی پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE) با ولتاژ اسمی ۱/۶/۰ کیلوولت (IEC 502)

۷ـ۳ـ۲ـ۱ کابل 2XY با هادیهای مسی یک یا چند رشته‌ای دارای عایق از جنس پلی‌اتیلن مستحکم و پوشش داخلی و لایه فویل بر روی مجموعه هسته‌ها و غلاف خارجی از جنس پی ـ وی ـ سی می‌باشد.
در این نوع کابل حرارت مجاز هادی ۹۰ درجه سانتیگراد و حرارت مجاز اتصال کوتاه تا ۵ ثانیه ۲۵۰ درجه سانتیگراد است.
این نوع کابل را ممکن است در تأسیسات داخلی در کانال پیش ساخته و در خارج ساختمان در زیرزمین در پستهای برق، واحدهای صنعتی و در سیستمهای برق‌رسانی محلی، در مواردی که صدمه و آسیب مکانیکی به‌کابل غیر محتمل باشد مورد استفاده قرار داد.

۷ـ۳ـ۲ـ۲ **کابلهای 2XFGY , 2XRGY:**
ساختمان کابل 2XRGY شامل هادیهای مسی مفتولی، عایق پلی‌اتیلن، پوشش داخلی، زره از سیمهای فولادی گالوانیزه با مقطع گرد، نوار باز از فولاد گالوانیزه، و غلاف خارجی از جنس پی ـ وی ـ سی می‌باشد.
ساختمان کابل 2XFGY شامل هادیهای مسی رشته‌ای با مقطع گرد یا قطاعی، عایق پلی‌اتیلن مستحکم، پوشش داخلی، زره از سیمهای فولادی گالوانیزه تخت، نوار باز از فولاد گالوانیزه، و غلاف خارجی از جنس پی ـ وی ـ سی می‌باشد.
در این نوع کابلها حرارت مجاز هادی ۹۰ درجه سانتیگراد و حرارت مجاز اتصال کوتاه تا ۵ ثانیه ۲۵۰ درجه سانتیگراد است.
این‌گونه کابلها را ممکن است در تأسیسات داخلی، در کانال، در خارج ساختمان و در زیر سطح زمین، در پستهای برق، کارخانه‌های صنعتی و مانند آن، در مواردی که حفاظت مکانیکی زیاد مورد نیاز است یا در مواردی‌که تنشهای کششی در هنگام نصب‌کابل یا در زمان بهره‌برداری‌وجود دارد، مورد استفاده قرار داد.

۷ـ۳ـ۳ استاندارد و مشخصات کابلهای زمینی مجهز به‌عایقبندی کاغذی با ولتاژ اسمی ۱/۶/۰ کیلوولت

۷ـ۳ـ۳ـ۱ **کابلهای NKBA و NAKBA**
کابل NKBA با هادی‌مسی رشته‌ای‌وکابل NAKBA با هادی‌آلومینیومی رشته‌ای‌دارای عایق وکمربند از کاغذ اشباع‌شده، غلاف سربی، لایهٔ کاغذی مرکب، زره از نوار فولادی‌دوبل و پوشش کنفی مرکب می‌باشد.
این‌گونه کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان، و در کانال کابل، در مواردی که تنشهای مکانیکی زیاد مطرح نباشد به‌کار برد.

۷ـ۳ـ۳ـ۲ کابل NAKLEY با هادی آلومینیومی مفتولی یا رشته‌ای، دارای عایق وکمربند از کاغذ اشباع شده، غلاف آلومینیومی، نوار پلاستیکی آغشته به‌ترکیب بیتومین و غلاف پی ـ وی ـ سی می‌باشد.

این نوع کابل را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان، و در کانال کابل مورد استفاده قرار داد.

۷ـ۳ـ۴ میزان جریان مجاز کابلهای زمینی با توجه به‌شرایط نصب، درجه حرارت محیط، و تعداد کابلها در جدول ۷ـ۶ درج شده است.

۷ـ۳ـ۵ اصول و روشهای نصب کابلهای زمینی

۷ـ۳ـ۵ـ۱ در هنگام نصب کابلهای زمینی اصول زیر باید کاملاً مدنظر بوده و رعایت شود:

الف ـ حداقل فاصله بین کابل فشارضعیف، یا فشارقوی و یا جریان ضعیف زیرزمینی از لوله‌های گاز، بخار، آب، و سوخت باید برابر ۳۰ سانتیمتر باشد.

ب ـ در مواردی که کابل با کابل دیگر (به‌خصوص کابلهایی با فشارهای متفاوت) یا لوله‌های گاز و آب و غیره تقاطع داشته باشد باید از یک لوله محافظ با قطر متناسب با قطر کابل و طول حداقل یک متر استفاده نموده و کابل از داخل این لوله محافظ عبور نماید. در این‌گونه موارد و یا هنگامی که کابل از زیر جاده و یا سطح سخت عبور می‌کند باید یک لوله محافظ اضافی خالی به‌منظور کابل‌کشیهای آینده پیش‌بینی شود و در وسط این لوله مفتول گالوانیزه نمره ۴ که طول آن در هر طرف یک‌متر بیش از طول لوله فوق‌الذکر باشد قرار داده شود، در محل ورود و خروج کابل از لوله باید کابل را به‌وسیلهٔ ریختن خاک کوبیده یا ماسه نرم در زیر آن محافظت کرد.

پ ـ برای خواباندن کابلها باید از میزان درجه حرارتی که کابل می‌بایست تحت آن کشیده شود اطمینان حاصل نمود. اگر کابل قبل از خواباندن احتیاج به‌گرم کردن نداشته باشد باید میزان درجه حرارت برحسب جدول ۷ـ۵ رعایت شود. به‌عنوان مثال کابل نوع پلاستیکی (P.V.C) نباید در زمستان که درجه حرارت کمتر از صفر درجه سانتیگراد است کابل‌کشی شود. در صورت سرد بودن می‌توان قبلاً قرقره کابل را برای مدت حداقل ۷۲ ساعت در اطاق یا انباری که دمای آن از ۲۰ درجه سلسیوس کمتر نباشد قرار داد و یا با استفاده از وسایل مخصوص گرم کردن کابل آن راگرم نمود و سپس فوراً مورداستفاده قرار داده و خوابانید. روش دیگر برای‌گرم کردن کابل عبارت است از اتصال آن به‌جریان برق و ایجاد حرارت به‌وسیلهٔ عبور برق‌از کابل مذکور. بدیهی‌است که پس‌از نصب کابل، درجه حرارت محیط می‌تواند به ۳۰- درجه سانتیگراد هم برسد بدون‌آنکه به‌کابل صدمه‌ای بزند.

ت ـ تغییر جهت کانالهای کابلها باید به‌نحوی باشد که با شرایط مربوط به‌خم‌کردن کابلها (مندرج در این فصل) مطابقت کند. تعداد کابلهایی که در داخل هر کانال نصب می‌شود باید چنان تعیین شود که بازدید و تعویض آن به‌سهولت امکان‌پذیر باشد.

ث ـ حداکثر تعداد کابلهای داخل کانال، مجرا و یا لوله باید به‌نحوی تعیین شود که کشیدن آن به‌آسانی میسر باشد. با توجه به‌این اصل توصیه می‌شود که قطر داخلی مجرا، کانال یا لوله مساوی یا بیشتر از ۱/۵ برابر قطر کابل یا دسته کابلهای کشیده شده در داخل آن باشد.

ج ـ در مواردی که کابل از داخل تجهیزات یا تأسیسات فلزی عبور می‌کند، هر یک از سوراخها باید دارای‌انحناهای لازم با بوشن‌های مناسب باشد تا از ایجاد خراشیدگی‌در کابل جلوگیری به‌عمل آید.

چ ـ در مواردی که لوله‌کشیها و مجاری کابل در نقاط انتهایی خود در معرض تغییرات زیاد درجه

حرارت قرار می‌گیرد، مانند تأسیسات سرد و سرخانه‌ها یا تجهیزات حرارتی یا تجهیزاتی که در دمای بالا کار می‌کند باید قسمت مناسبی از لوله‌کشی یا مجاری کابل به‌نقطه تبدیل اختصاص داده شده و از گردش هوا بین قسمتهای گرمتر و قسمتهای سردتر جلوگیری به‌عمل آید. اتصالهای انبساط باید برای جبران انبساط و انقباض حرارتی، در مواردی که لازم است، پیش‌بینی شود.

ح ـ در موقع نصب یا کشیدن کابل بهتر است تنش و کشش بر روی هادیها وارد شود نه پوشش خارجی آن. در تأسیساتی که کابلهای آن به‌طور دایم تحت نیروی کشش قرار می‌گیرد استفاده از کابلهایی مجهز به‌سیم مهار یا مشابه آن که بتواند نیروی کشش را تحمل کند توصیه می‌شود.

خ ـ کابل‌کشی با دستگاههای مخصوص باید با توجه به‌نیروی کشش مجاز کابل موردنظر انجام شود. فرمولهای نیروی کشش مجاز انواع کابلها در جدول ۷ـ۴ ارائه شده است.

د ـ کابلهایی که به‌تجهیزات قابل حمل یا متحرک وصل می‌شود باید در نقطه اتصال به‌دستگاه به‌نحوی بسته و محکم شود که هیچ نیرویی به‌ترمینالهای کابل وارد نشده و از کوتاه شدن و یا عقب‌رفتن عایقبندی یا غلاف کابل جلوگیری به‌عمل آید. در صورتی که کابل شامل هادی حفاظتی نیز باشد طول آن باید به‌قدری باشد که در صورت خراب شدن وسیله بستن کابل، وارد شدن نیرو به‌ترمینال هادی حفاظتی بعد از ترمینالهای هادیهای برقدار ممکن گردد. وسیله بستن کابل باید برقدار نبوده و به‌نحوی ساخته شده باشد که هیچ نوع خرابی مکانیکی در کابل بسته شده به‌وجود نیاورد.

ذ ـ همه خمهای کابل باید به‌نحوی انجام داده شود که هیچ نوع خرابی به‌خود کابل وارد نشود. به‌استثنای مواردی که به‌نحوی دیگر در مقررات مربوطه به‌کابل ذکر شده باشد، در تأسیسات نصب ثابت حداقل شعاع داخلی هر نوع خم به‌شرح زیر خواهد بود:

ـ کابلهای با روپوش فلزی (زره ـ غلاف سربی ـ هادی هم‌مرکز) $r=9(D+d)$

ـ کابلهای با غلاف آلومینیومی $r=15D$

ـ کابلهای با عایقبندی معدنی و غلاف مسی $r=5D$

ـ کابلهای فاقد هر نوع روپوش فلزی $r=8(D+d)$

که در آن D قطر خارجی کابل، d= قطر هادی بزرگترین رشته کابل و r حداقل شعاع داخلی هر خم می‌باشد، در صورتی که مقطع هادی به‌فرم قطاع (Sector) باشد $d=1/3\sqrt{A}$ درنظر گرفته خواهد شد، که در آن A سطح مقطع هادی می‌باشد.

ر ـ کلیه کابلهای داخل و خارج ساختمان باید یک تکه بوده و از کاربرد مفصل دو راهی در وسط خط خودداری شود. استفاده از دوراهی در موارد استثنایی پس از تأیید دستگاه نظارت مجاز خواهد بود.

۷ـ۳ـ۵ـ۲ نصب کابل در داخل کانال خاکی

الف ـ برای نصب کابلها در داخل کانال خاکی ابتدا باید کانال موردنظر با ابعاد مشخص شده در نقشه مربوط حفر و کف آن به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر ماسه‌ریزی و کابلها بر روی آن خوابانده شود، آنگاه، روی کابلها نیز با ۱۰ سانتیمتر ماسه نرم پوشانیده و یک نوار پلاستیکی خبردهنده که بر روی آن عبارت «توجه مسیر کابل» نوشته شده بر روی آن کشیده شود و سپس به‌منظور محافظت کابل یک ردیف آجر به‌عرض ۲۲ سانتیمتر، یا یک ردیف بلوک سیمانی بر روی نوار مزبور چیده

و سپس روی آن خاکریزی و کوبیده شود.

ب ـ عرض کانال حفر شده به‌منظور نصب کابلهای زیرزمینی بستگی به‌تعداد کابلهایی خواهد داشت که در مجاورت هم قرار می‌گیرد. همچنین، عمق کابل از سطح زمین بستگی به‌تعداد کابلهایی دارد که روی یکدیگر قرار می‌گیرد. معذالک فاصله بالاترین کابل فشار ضعیف زیرزمینی از سطح زمین، در زیر سطح تمام شده پیاده‌رو نباید از ۷۰ سانتیمتر کمتر و در زیر سطح خیابان نباید از یک متر کمتر باشد.

پ ـ اگر تعداد کابلهای مورد لزوم برای نصب در داخل کانال خاکی زیاد باشد بهتر است به‌جای قرار دادن کابلها بر روی یکدیگر، کابلها پهلوی هم کشیده شود. حداقل فاصله کابلهای زیرزمینی از یکدیگر درصورتی‌که دو کابل هم‌ولتاژ باشد باید برابر ۱۰ سانتیمتر و در صورتی‌که یک کابل، کابل فشار ضعیف و دیگری کابل فشارقوی یا کابل جریان‌ضعیف (دو کابل مجاور با ولتاژهای متفاوت) باشد باید ۳۰ سانتیمتر درنظر گرفته شود، (منظور از فاصله دو کابل فاصله هوایی بین آن دو می‌باشد.) در مواردی که چند کابل به‌موازات یکدیگر در یک سطح افقی کشیده می‌شود باید ضمن رعایت فواصل مجاز، تمامی سطح کابلها با آجر پوشیده شده و در مورد کابلهای جانبی، حداقل نصف طول آجر از مرکز کابل به‌سمت خارج قرار گیرد.

ت ـ جزییات و ابعاد کانال خاکی و فاصله بین کابلها در شکل ۷ـ۱ نشان داده شده است.

ث ـ در مواردی که کابل فشار ضعیف و کابل فشارقوی در یک کانال خاکی زیرزمینی نصب می‌شود باید کانال به‌شکل پله‌ای (دو بستر متفاوت) حفر و کابل فشارقوی در بستر پایینی و کابل فشار ضعیف در بستر بالایی خوابانده شود. بدیهی است کلیه اصول و روشهای مربوط به‌نصب کابلهای فشار ضعیف و قوی در مورد هر کدام از کابلهای مذکور باید دقیقاً رعایت شود. (شکل ۷ـ۱)

ج ـ در محلهایی که کابل از زیر جاده و یا سطح سخت عبور می‌کند باید لوله محافظ یک یا چند سوراخه از جنس پلاستیک صلب، سیمان ازبست، سیمان یا فولاد، در عمق حداقل یک متر از سطح جاده و یا سطح سخت قرار گرفته و کابل از داخل آن بگذرد. قطر سوراخ لوله‌ها باید حداقل ۱/۵ برابر قطر خارجی کابل مربوطه باشد. در محلهای خروج کابل از داخل لوله، باید برای حفاظت کابل در برابر ساییدگی ناشی از تماس با لبهٔ لوله نوعی بالشتک برای آن درنظر گرفت.

چ ـ در صورتی که محل خواباندن کابل، زمین شوره‌زار بوده، یا امکان وجود حشرات موذی مانند موریانه و غیره باشد استفاده از کابل NYY به‌هیچ‌وجه مجاز نبوده و بایستی کابل NYCY یا NYCWY به‌کار برده شود.

ح ـ کابلهایی که بدون هیچ نوع حفاظت مکانیکی اضافی مستقیماً در زمین دفن می‌شود باید دارای پوشش یا زره فلزی و غلاف محافظ باشد. کابلهایی که با استفاده از حفاظت مکانیکی اضافی (آجر یا دال بتونی) در زمین دفن می‌شود باید دارای غلاف محافظ باشد. مسیر این‌گونه کابلها باید به‌نحوی علامت‌گذاری شود که در صورت کندوکاو بعدی، محل آن مشخص باشد.

خ ـ پیمانکار موظف است که قبل از شروع به‌حفر و کندن کانال خاکی کلیه نقشه‌های تأسیساتی اجراء شده قبلی در محوطه عملیات خود را از دستگاههای اجرایی مربوطه دریافت و با توجه به‌آن اقدام به‌حفر کانال کند به‌طوری که هیچ‌گونه لطمه‌ای به‌تأسیسات موجود وارد نشود.

د ـ هنگام حفر کانال خاکی برای نصب کابلها باید اسفالت یا سیمان یا پوشش، کنده‌شده و در یک

سمت گودال در فاصله حداقل یک‌متری انباشته شود تا هرگونه فعالیت آزاد برای خواباندن کابل امکان داشته‌باشد. همچنین، سایر مواد خاکبرداری‌شده (یعنی خاک و غیره) در سمت‌دیگر گودال و در فاصلهٔ حداقل ۰/۳ متری انباشته گردد تا کارگران از لغزش و افتادن در گودال درامان باشند.

ذ ـ در مواردی که به‌منظور خواباندن کابلها قسمتی از جاده اسفالته یا پیاده‌رو باید خاکبرداری شود پیمانکار موظف است پس از تکمیل کار کابلکشی جاده اسفالته یا پیاده‌رو را تعمیر و به‌حالت اول برگرداند.

۷ـ۳ـ۳۵ نصب کابل در داخل کانال پیش ساخته[1]

الف ـ کانالهای پیش ساخته کابلکشی می‌تواند به‌صورت آدم‌رو یا معمولی، ساخته شده از آجر با اندود سیمانی و یا بتونی باشد.

ب ـ به‌منظور دفع آبهایی که ممکن است در کف کانالهای پیش ساخته جمع شود باید کف‌شورهای مناسبی که به‌سیستم فاضلاب یا چاه جذب آب متصل باشد در فواصل حداکثر ۴۰ متری از یکدیگر پیش‌بینی و نصب شود.

پ ـ برای هدایت آبهای احتمالی، کف کانالهای پیش ساخته شده بایستی دارای شیبی برابر نیم الی یک صد در جهت کف‌شورهای پیش‌بینی شده باشد.

ت ـ به‌منظور پرهیز از تماس مستقیم کابلها با کف کانال پیش‌ساخته معمولی باید در کف کانال و در فواصلی حداکثر برابر با ۶۰ سانتیمتر اتکایی از لوله گالوانیزه و یا پروفیل ناودانی (آلومینیومی یا گالوانیزه) و یا چوب فشرده شده با ارتفاع ۱۰ سانتیمتر از کف کانال پیش‌بینی و نصب گردیده و سپس کابلها روی اتکاهای مذکور خوابانده شود.

ث ـ کانالهای پیش‌ساخته معمولی در موتورخانه‌ها، پستهای برق، اطاق و یا سالنهای مولد برق و غیره باید دارای درپوشهای قابل برداشت از آهن آجدار با دستگیره مناسب در تمام طول کانال باشد.

ج ـ به‌منظور نصب کابل در کانالهای پیش ساخته‌شده آدم‌رو بایستی از قطعات پیش‌ساخته گالوانیزه با نصب مجزا همراه با بستهای طپانچه‌ای استفاده شود و یا این‌که همزمان با ساخت کانال، در تمام طول دیواره کانال و حداکثر هر ۲ متر، یک پروفیل ناودانی به‌عرض ۱۰ سانتیمتر و به‌طول برابر با ارتفاع کانال (از کف تا زیر سقف کانال) پیش‌بینی و نصب شود تا بعداً متناسب با نوع و تعداد کابلهای موردنیاز، اسکلت کابلکشی، بازوها، نگاهدارنده‌ها، و سینی کابل را بتوان بدون تخریب روی ناودانیهای مذکور نصب کرد.

چ ـ کلیهٔ کابل‌کشیها بایستی روی سینی کابل انجام شده و کلیه اصول نصب مندرج در بخشهای نصب کابل هوایی و نصب کابل روی سینی کابل باید دقیقاً رعایت شود.

ح ـ کلیهٔ کانالهای پیش ساخته‌شده آدم‌رو باید دارای سیستم روشنایی مناسب و پریزهای برق در فواصل حداکثر برابر با ۶ متر بوده و همچنین در صورت امکان برای تماس با خارج در صورت لزوم، پریزهای تلفن در فواصل حداکثر برابر با ۲۰ متر پیش‌بینی و نصب شود.

خ ـ در کانالهای پیش‌ساخته‌شده آدم‌رو، در صورتی که علاوه بر تأسیسات برقی از تأسیسات مکانیکی و غیره نیز استفاده شود باید حتی‌الامکان در یک دیواره تأسیسات برقی و در دیواره مقابل تأسیسات دیگر نصب شود. در صورتی که امکان نصب به‌طریق فوق نباشد باید حداقل

---

۱ ـ منظور از کانال پیش‌ساخته یا پیش ساخته‌شده، کانالهایی است که قبل از کابلکشی ساخته شده است.

تأسیسات مذکور در دو ارتفاع متفاوت و به‌صورت مستقل و جدا از هم نصب شود، به‌طوری که تأسیسات برقی در ارتفاع بالاتر از تأسیسات مکانیکی نصب شده باشد.

۷ـ۳ـ۴۵ نصب کابل در داخل شافت

برای نصب کابل روی دیواره شافت، بایستی کلیه اصول و روشهای تعیین شده مندرج در بخش نصب کابل روی دیوار، به‌خصوص نصب در حالت قائم، دقیقاً رعایت شود.

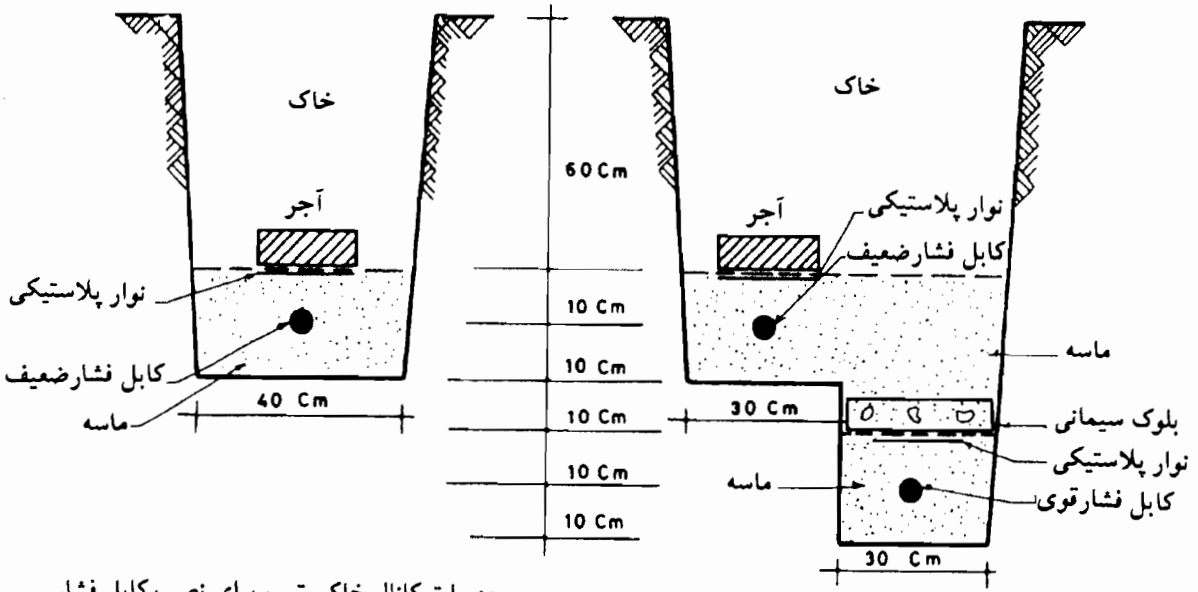
جدول ۷ ـ ۴ نیروی کشش مجاز انواع کابلها

روش کشش کابل	نوع کابل	نیروی کششی مجاز (نیوتن)
بستن هادیهای کابل به‌یکدیگر و اتصال به قلاب دستگاه کشش با استفاده از جوراب کابل	تمام انواع کابلها	F=A ×۵۰ (هادی مسی)
		F=A ×۳۰ (هادی آلومینیومی)
	کلیهٔ کابلهای دارای زره از سیمهای فولادی مانند: NYFGY, NAYFGY	$F= ۹D^۲$
	کابلهای غلاف فلزی، بدون زره مقاوم در برابر کشش مانند:	
	NKBA, NYKY, NAKLEY	$F=D^۲ \times ۳$ (کابل تک‌غلاف)
	NEKEBA , NAEKEBA	$F=D^۲ \times ۱$ (کابل سه‌غلاف)
	کلیهٔ کابلهای پلاستیکی بدون غلاف فلزی و بدون زره مانند:	F=A × ۵۰ (هادی مسی)
	NYY, NYCY, NYCWY	F=A × ۳۰ (هادی آلومینیومی)
	NYSY, NYSEY	

در جدول فوق A سطح مقطع کل هادیها به‌میلیمتر مربع (شامل حفاظ و هادیهای حفاظتی هم‌مرکز نمی‌شود) و D قطر خارجی کابل به‌میلیمتر است.

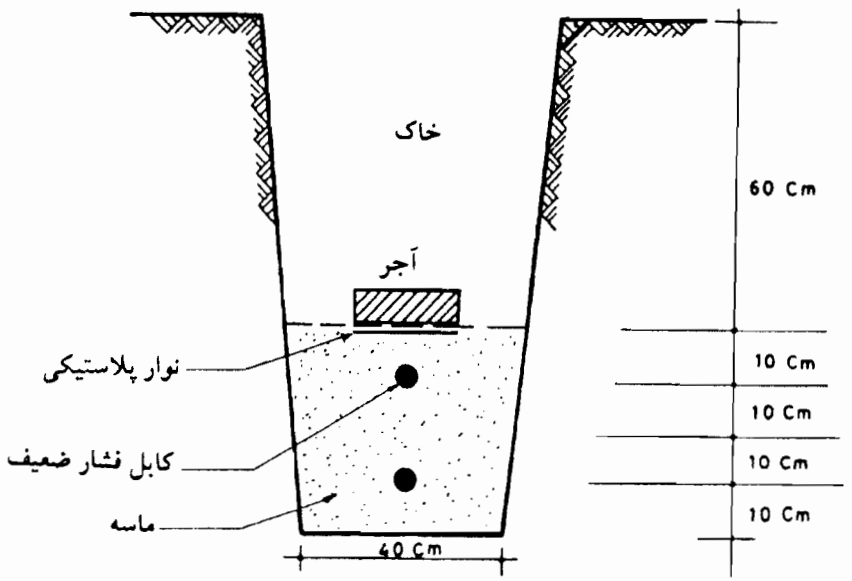
جدول ۷ ـ ۵ حداقل درجه حرارت کابلکشی بدون گرم‌کردن کابل

درجه سانتیگراد	نوع کابل
۰	کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با کاغذ آغشته معمولی یا بدون پوشش حفاظتی
۵+	کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی
۰	با پوشش پلاستیکی با غلاف P.V.C از یک تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی
۱۰- ۷-	با عایق پلاستیکی و غلاف پلاستیکی تا ۵۰۰ ولت الف ـ با پوشش حفاظتی و بدون پوشش ب ـ با عایق پلاستیکی ـ غلاف سربی یا P.V.C با پوشش حفاظتی
۱۵-	با عایق لاستیکی ـ غلاف سربی یا P.V.C بدون غلاف حفاظتی با غلاف غیرفلزی
۲۰-	با عایق لاستیکی ـ غلاف سربی یا P.V.C بدون غلاف حفاظتی ولی با غلاف فلزی



جزییات کانال خاکی تیپ برای نصب کابل فشار ضعیف در یک ردیف افقی

جزییات کانال خاکی مشترک تیپ برای نصب کابلهای فشار قوی و فشار ضعیف

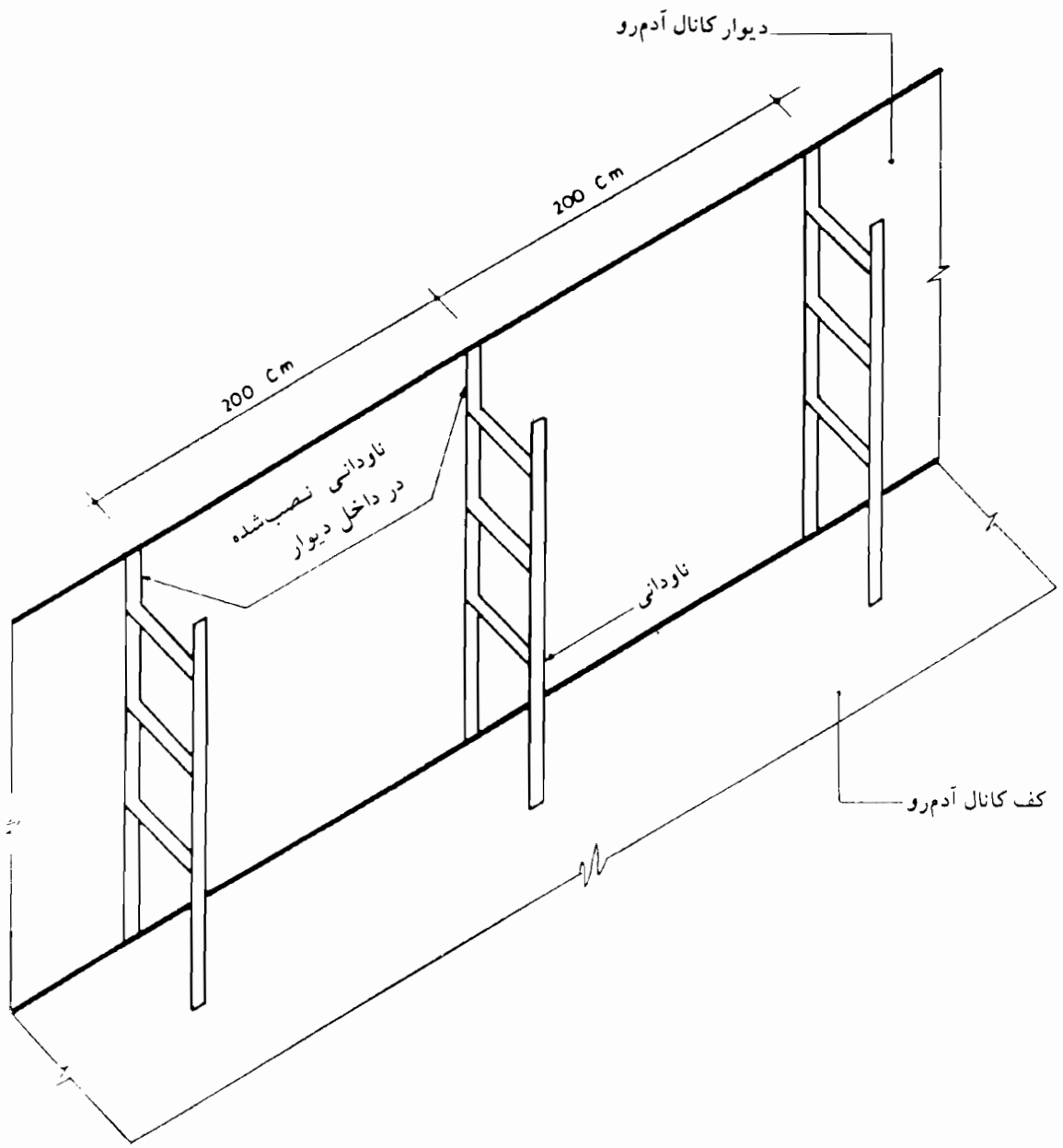


جزییات کانال خاکی تیپ برای نصب کابل فشار ضعیف در دو ردیف افقی

جدول ابعاد کانالهای خاکی برحسب تعداد و نوع استقرار کابلهای فشار ضعیف

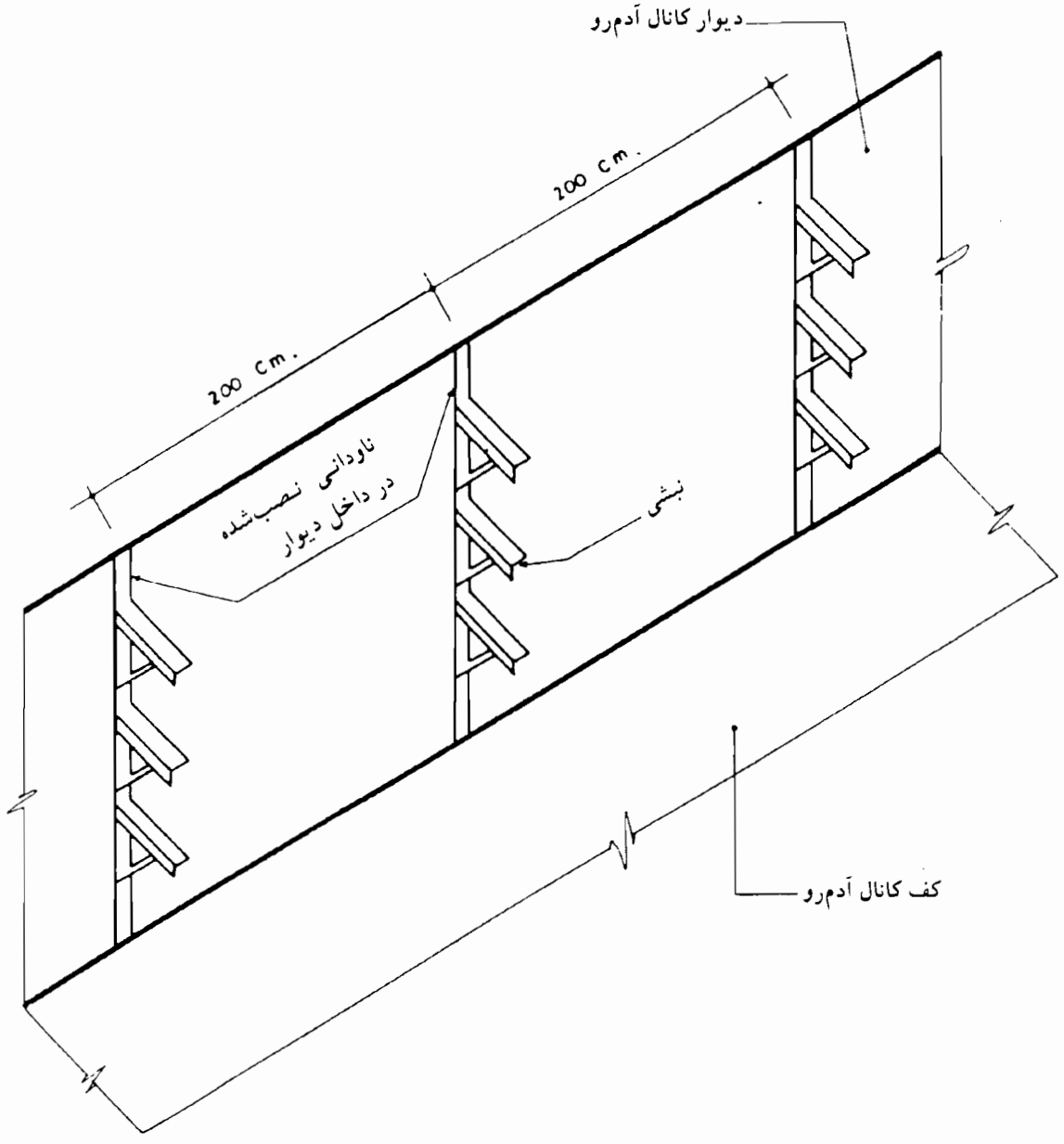
نوع استقرار کابلها	نصب کابلها در یک ردیف افقی				نصب کابلها در دو ردیف افقی			
تعداد کل کابلهای نصب‌شده	۱	۲	۳	۴	۵	۲	۴	۶	۸
عرض بستن‌کانال (cm)	۴۰	۵۰	۷۰	۹۰	۱۱۰	۴۰	۵۰	۷۰	۹۰
عمق کانال در پیاده‌رو (cm)	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
عمق کانال در خیابان (cm)	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰

شکل ۷ ـ ۱



جزییات تیپ اسکله‌بندی نصب کابل در داخل کانالهای آدم‌رو

شکل ۷ ـ ۲



جزییات تیپ بازوبندی نصب کابل در داخل کانالهای آدم‌رو

شکل ۷ ـ ۳

۷-۴ کابلهای زیرآبی

کابل زیرآبی کابلی است که می‌توان آن را مستقیماً در داخل آب قرار داده و از آن برای انتقال نیروی برق در مواردی از قبیل عبور از رودخانه یا نهر بزرگ آب، یا استخرهایی‌که دارای فواره‌های رنگی به‌وسیلهٔ چراغهای زیرآبی می‌باشد بهره‌برداری نمود. بدیهی است که این نوع کابلها را نیز می‌توان مستقیماً در زیر خاک، کانالهای پیش ساخته‌شده و یا روی‌کار نیز به‌کار برد.

۷-۴-۱ استاندارد و مشخصات کابلهای زیرآبی

۷-۴-۱-۱ کابل NYKY (VDE 0265)

کابلی است که شامل هادی مسی، عایق پی ـ وی ـ سی، ماده پرکننده، سیم اتصال زمین، غلاف داخلی سربی و غلاف خارجی پی ـ وی ـ سی می‌باشد.

۷-۴-۲ اصول و روشهای نصب کابلهای زیرآبی

۷-۴-۲-۱ در محلهایی که نیروی کششی روی کابل وارد می‌شود، همچنین در رودخانه‌ها و دریاها، کابل باید به‌سیم فولادی گالوانیزه به‌صورت تکی و یا دوبل مسلح شود.

۷-۴-۲-۲ کابلهای قابل انعطاف TGK , TGKT

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادیهای مسی رشته‌ای باریک، عایق مخصوص از جنس EPR و غلاف مخصوص از لاستیک مصنوعی می‌باشد. این‌گونه کابلها را ممکن است در آب تا ۴۰ درجه سانتیگراد، در شرایط خشک، تَر و مرطوب و در هوای آزاد مورد استفاده قرار داد. کابلهای مزبور را می‌توان برای اتصال تجهیزات برقی در زیرآب مانند موتور پمپهای زیرآبی، درمواردی که تنشهای مکانیکی متوسط مورد نیاز باشد به‌کار برد. کابل TGKT مخصوص استفاده در آب آشامیدنی ساخته شده است.

۷-۴-۲-۳ کلیهٔ اصول و روشهای مندرج در بخشهای قبل، در مورد نصب کابلهای زیرآبی در قسمتهای خارج از آب نیز با توجه به‌شرایط نصب باید دقیقاً رعایت شود.

۷-۵ کابلهای مخصوص

کابلهای مخصوص کابلهایی است که در شرایط خاص از قبیل محلهایی که امکان تماس با مواد سوختی یا شیمیایی وجود دارد، محیطهای قابل احتراق و انفجار، و محلهای مخاطره‌آمیز یا در معرض بادهای زیاد، قابل نصب و بهره‌برداری باشد.

۷-۵-۱ استاندارد و مشخصات کابلهای مخصوص

۷-۵-۱-۱ کابل NYKY (VDE 0265)

کابلی است که شامل هادی از سیمهای مسی مفتولی، عایق پی -وی -سی، پوشش یا نوار پلاستیکی بر روی هسته‌ها، غلاف داخلی سربی و غلاف خارجی پی -وی -سی می‌باشد. این نوع کابل را می‌توان در پالایشگاههای مواد نفتی، کارخانجات شیمیایی، پمپهای بنزین، و آزمایشگاههای مواد شیمیایی، به‌صورت نصب در داخل آب یا مستقیماً در زمین و یا در کانال پیش ساخته‌شده به‌طور روکار نصب نمود. بدیهی است این کابل را در مناطقی که دارای دمای زیاد باشد نمی‌توان به‌کار برد.

۷-۵-۱-۲ کابل فرمان NYCY (VDE 0271)

کابلی است مشابه کابل NYY ولی بین غلاف پی -وی -سی داخلی و خارجی دارای زره سیم مسی با نوار مارپیچ باز مسی می‌باشد. بدیهی است از غلاف مسی می‌توان به‌عنوان هادی حفاظتی یا هادی خنثی استفاده کرد. این نوع کابل را می‌توان به‌عنوان کابل فرمان یا کنترل بین پستها، یا اطاق فرمان و مراکز تابلوهای هر نوع تأسیسات به‌کار برد.

۷-۵-۱-۳ کابل مخصوص نصب در محیطهایی با دمای بالا (IEC 245-3)

کابلی است که شامل هادی مسی، با عایق لاستیکی سیلیکون‌دار و غلاف نهایی پشم شیشه‌ای عمل آمده باشد.

۷-۵-۱-۴ میزان جریان مجاز کابلهای مخصوص با توجه به‌شرایط نصب، درجه حرارت محیط و تعداد کابلها در جدول ۷-۶ درج شده است.

۷-۵-۲ اصول و روشهای نصب کابلهای مخصوص

کلیهٔ اصول و روشهای مندرج در بخشهای قبل باید با توجه به‌نوع شرایط نصب، در مورد نصب کابلهای مخصوص دقیقاً رعایت شود.

۷-۶ کابلشوها، سرکابلها و مفصلها

۷-۶-۱ کابلشوها

۷-۶-۱-۱ برای اتصال هادیهای کابلهای فشارضعیف به‌کلید، فیوز، جعبه اتصال ماشین‌آلات، پمپها، وسایل اندازه‌گیری، ترمینالها و غیره بایستی از کابلشوهای استاندارد مسی نوع پرسی، پیچی، و لحیمی استفاده نمود.

۷-۶-۱-۲ برای اتصال کابلهای افشان از مقطع یک میلیمتر مربع به‌بالا و کابلهای مفتولی از مقطع ۱۰ میلیمتر مربع به‌بالا باید از کابلشو استفاده شود. کابلهای مفتولی به‌مقطع ۶ میلیمتر مربع و کمتر را می‌توان مستقیماً با

ایجاد حلقه به‌دستگاه مربوطه متصل نمود.

۷-۶-۱-۳ کلیه کابلشوها با مقطع ۱۰ میلیمتر مربع و کمتر بایستی در محل اتصال کابل به‌کابلشو با حلقه عایق پلاستیکی و یا چینی مخصوص عایق شود.

۷-۶-۱-۴ از نظر فنی و استقامت، استفاده از کابلشوهای پرسی نسبت به‌کابلشوهای پیچی و کابلشوهای پیچی نسبت به‌کابلشوهای لحیمی ارجحیت دارد. بدیهی است در صورت استفاده از کابلشوهای لحیمی بایستی کابلشو به‌سیم به‌نحوی لحیم داده شود که هیچ‌گونه حباب هوا بین سیم و جدار کابلشو وجود نداشته باشد. برای لحیمکاری باید از لحیمهای مخصوص برق (۳۰٪ سرب، ۷۰٪ قلع) استفاده شود.

۷-۶-۲ سرکابلها

۷-۶-۲-۱ هنگام انتخاب سرکابلها باید دقت شود که مشخصات الکتریکی آن با مشخصات کابل مورد اتصال یکسان باشد.

۷-۶-۲-۲ برای اتصال کابلهای فشارضعیف با ولتاژ اسمی حداکثر ۱۰۰۰ ولت (به‌استثنای کابلهای روغنی) در داخل ساختمان نیازی به‌استفاده از سرکابل نیست و می‌توان از کابلشوهای پرسی، پیچی و یا لحیمی استفاده نمود.

۷-۶-۲-۳ برای اتصال کابلهای فشار ضعیف با ولتاژ اسمی حداکثر ۱۰۰۰ ولت در فضای آزاد، باید از سرکابل مخصوص فضای آزاد و از نوع صمغ ریخته‌شده (پروتولین) و یا نوع روکش پی ـ وی ـ سی نرم استفاده شود.

۷-۶-۲-۴ در مواردی که سیستم انتقال نیرو از کابل به‌سیستم دیگری تغییر می‌یابد و یا به‌دستگاهی متصل می‌شود مانند تغییر از کابل به‌شبکه هوایی یا به‌شینه‌کشی یا به‌ترانسفورماتور و یا به‌سایر دستگاههای الکتریکی، باید از سرکابل استفاده شود.

۷-۶-۲-۵ در موقع انتخاب سرکابل باید به‌نوع کابل (یک سیمه، کمربندی، سه‌غلافه و غیره) و مکان نصب (در داخل ساختمان یا فضای آزاد) توجه شده و عوامل مذکور درنظر گرفته شود.

۷-۶-۲-۶ سرکابلها باید طوری اتصال یابد که از نفوذ رطوبت هوا در کابل و همچنین از خارج شدن روغن و مواد روان درون کابل جلوگیری شود.

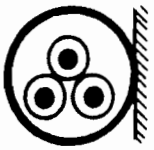
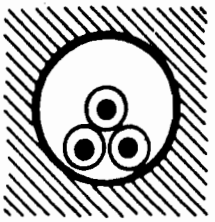
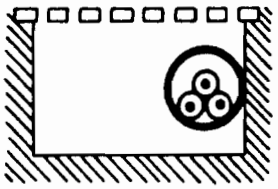
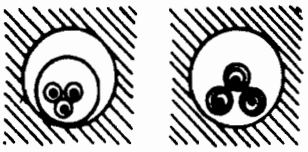
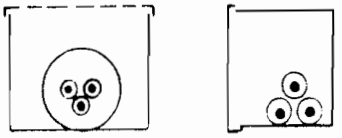
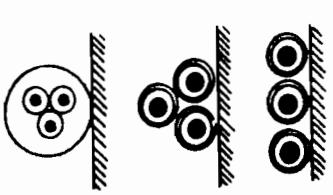
۷-۶-۳ مفصلها

۷-۶-۳-۱ به‌منظور حفاظت کامل کابلها در محل اتصال به‌یکدیگر باید از مفصلهای کابل استفاده شود تا بتوان محل اتصال موردنظر را از رطوبت و نیروهای مکانیکی محفوظ نگاهداشت.

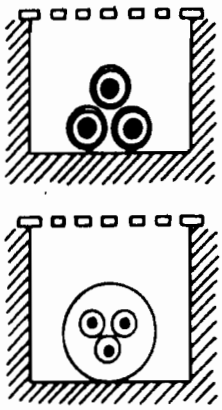
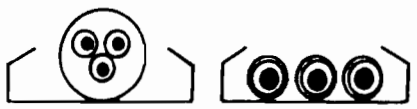
۷-۶-۳-۲ مفصل کابل باید در مقابل نیروی کششی حفاظت شود، لذا مفصل در امتداد کابل نباید قرارگیرد ولی محورهای کابل و مفصل باید در حدود نیم تا یک‌متر از همدیگر فاصله داشته باشد.

۷-۶-۳-۳ برای پر کردن مفصل چدنی باید از قیر مخصوص آن مفصل استفاده شود. انواع کابلهای فشارضعیف برحسب محل کاربرد و نوع استفاده در جدول ۷-۷ و نیز علایم الکتریکی کابلها در جدول ۷-۸ ارائه شده است.

جدول ۷ ـ ٦ انتخاب جریان مجاز کابلهای فشار ضعیف برحسب روش نصب ــ جدول الف: این جدول به‌کلیه کابلهای غیرقابل انعطاف به‌استثنای کابلهای عایق معدنی قابل اعمال است.

روش نصب		جدول	
		کابلهای پی‌وی‌سی	کابلهای لاستیکی Butyl و EP و کابلهای XLPE
۱ ـ کابلهای تک‌رشته‌ای که در داخل لوله و به‌صورت روکار نصب می‌شود.		I	II
۲ ـ کابلهای تک‌رشته‌ای که در داخل لوله و به‌صورت توکار در زیر گچ یا در دیوار یا کف آجری یا بتنی نصب می‌شود.		I	II
۳ ـ کابلهای تک‌رشته‌ای که در داخل لوله و در کانال باز نصب می‌شود.		I	II
۴ ـ کابلهای تک‌رشته‌ای غلاف‌دار و کابلهای چندرشته‌ای که در داخل لوله به‌صورت توکار نصب می‌شود.		I	II
۵ ـ کابلهای تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای که در داخل مجاری کابلها (Trunking) (باز یا بسته) نصب می‌شود.		I	II
۶ ـ کابلهای تک‌رشته‌ای غلاف‌دار یا کابلهای چندرشته‌ای که به‌صورت روکار مستقیماً روی دیوار نصب می‌شود.		III	IV
۷ ـ کابلهای چند رشته‌ای که به‌صورت توکار مستقیماً در داخل گچ و یا دیوار یا کف آجری یا بتنی نصب می‌شود		III	IV

جدول ۷ ـ ٦ (ادامه)

روش نصب		جدول	
		کابلهای پی‌وی‌سی	کابلهای لاستیکی Butyl و EP و کابلهای XLPE
۸ ـ کابلهای تک‌رشته‌ای غلاف‌دار یا یا چندرشته‌ای که در کانال باز نصب می‌شود.		III	IV
۹ ـ کابلهای تک‌رشته‌ای غلاف‌دار و کابلهای چندرشته‌ای که بر روی‌سینی کابل نصب می‌شود.		III	IV
۱۰ـ کابلهای تک‌رشته‌ای غلاف‌دار و کابلهای چندرشته‌ای که به‌وسیلهٔ سیم مهار به‌صورت آویزان نصب می‌شود.		III	IV

جدول I

جریان مجاز کابلهای تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای با عایق پی ـ وی ـ سی و با هادیهای مسی یا آلومینیومی، در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتیگراد و با روشهای نصب ۱ الی ۵ مندرج در جدول الف.

سطح مقطع اسمی هادی	جریان مجاز			
	هادیهای مسی		هادیهای آلومینیومی	
	با دو هادی حامل جریان	با سه هادی حامل جریان	با دو هادی حامل جریان	با سه هادی حامل جریان
(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
میلیمترمربع	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر
۱/۰	۱۳/۵	۱۲	۱۰/۵	۹/۴
۱/۵	۱۷/۵	۱۵/۵	۱۳/۵	۱۲
۲/۵	۲۴	۲۱	۱۹	۱۶/۵
۴	۳۲	۲۸	۲۵	۲۲
۶	۴۱	۳۶	۳۲	۲۸
۱۰	۵۷	۵۰	۴۴	۳۹
۱۶	۷۶	۶۸	۵۹	۵۳
۲۵	۱۰۱	۸۹	۷۹	۶۹
۳۵	۱۲۵	۱۱۱	۹۸	۸۶
۵۰	۱۵۱	۱۳۴	۱۱۸	۱۰۵
۷۰	۱۹۲	۱۷۱	۱۵۰	۱۳۳
۹۵	۲۳۲	۲۰۷	۱۸۱	۱۶۱
۱۲۰	۲۶۹	۲۳۹	۲۱۰	۱۸۶

در صورت تغییر درجه حرارت محیط از ۳۰ درجه سانتیگراد باید از ضرایب تصحیح مندرج در جدول VI استفاده شود.

جدول II

جریان مجاز کابلهای تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای با عایق لاستیکی Butyl و EP یا کابلهای XLPE و هادیهای مسی یا آلومینیومی، و در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتیگراد و با روشهای نصب ۱ الی ۵ مندرج در جدول الف.

سطح مقطع اسمی هادی	جریان مجاز			
	هادیهای مسی		هادیهای آلومینیومی	
	با دو هادی حامل جریان	با سه هادی حامل جریان	با دو هادی حامل جریان	با سه هادی حامل جریان
(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
میلیمتر مربع	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر
۱	۱۷	۱۵	۱۳/۵	۱۲
۱/۵	۲۲	۱۹/۵	۱۷/۵	۱۵/۵
۲/۵	۳۰	۲۶	۲۴	۲۱
۴	۴۰	۳۵	۳۲	۲۸
۶	۵۲	۴۶	۴۱	۳۶
۱۰	۷۱	۶۳	۵۷	۵۰
۱۶	۹۶	۸۵	۷۶	۶۸
۲۵	۱۲۷	۱۱۲	۱۰۱	۸۹
۳۵	۱۵۷	۱۳۸	۱۲۵	۱۱۱
۵۰	۱۹۰	۱۶۸	۱۵۱	۱۳۴
۷۰	۲۴۲	۲۱۳	۱۹۲	۱۷۱
۹۵	۲۹۳	۲۵۸	۲۳۲	۲۰۷
۱۲۰	۳۳۹	۲۹۹	۲۶۹	۲۳۹

در صورت تغییر درجه حرارت محیط از ۳۰ درجه سانتیگراد باید از ضرایب تصحیح مندرج در جدول VI استفاده شود.

جدول III

جریان مجاز کابلهای تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای با عایق پی ـ وی ـ سی و با هادیهای مسی یا آلومینیومی و در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتیگراد و با روشهای نصب ٦ الی ۱۰ مندرج در جدول الف.

سطح مقطع اسمی هادی	جریان مجاز			
	هادیهای مسی		هادیهای آلومینیومی (فقط برای کابلهای غیرقابل انعطاف)	
	با دو هادی حامل جریان	با سه هادی حامل جریان	با دو هادی حامل جریان	با سه هادی حامل جریان
(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
میلیمتر مربع	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر
۱/۰	۱۵	۱۳/۵	۱۱/۵	۱۰/۵
۱/۵	۱۹/۵	۱۷/۵	۱۵	۱۳/۵
۲/۵	۲۶	۲۴	۲۰	۱۹
۴	۳۵	۳۲	۲۷	۲۵
۶	۴۶	۴۱	۳۶	۳۲
۱۰	۶۳	۵۷	۴۹	۴۴
۱۶	۸۵	۷۶	۶۶	۵۹
۲۵	۱۱۲	۱۰۱	۸۷	۷۹
۳۵	۱۳۸	۱۲۵	۱۰۸	۹۷
۵۰	۱۶۸	۱۵۱	۱۳۱	۱۱۸
۷۰	۲۱۳	۱۹۲	۱۶۶	۱۵۰
۹۵	۲۵۸	۲۳۲	۲۰۰	۱۸۱
۱۲۰	۲۹۹	۲۶۹	۲۳۲	۲۱۰
۱۵۰	۳۴۴	۳۰۹	۲۶۸	۲۴۰
۱۸۵	۳۹۲	۳۵۳	۳۰۵	۲۷۵
۲۴۰	۴۶۱	۴۱۵	۳۶۰	۳۲۳

در صورت تغییر درجه حرارت محیط از ۳۰ درجه سانتیگراد باید از ضرایب تصحیح مندرج در جدول VI استفاده شود.

جدول IV

جریان مجاز کابلهای تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای با عایق لاستیکی Butyl و EP یا کابلهای XLPE با هادیهای مسی یا آلومینیومی، و در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتیگراد و با روشهای نصب ٦ الی ۱۰ مندرج در جدول الف.

سطح مقطع اسمی هادی	جریان مجاز			
	هادیهای مسی		هادیهای آلومینیومی	
	با دو هادی حامل جریان	با سه هادی حامل جریان	با دو هادی حامل جریان	با سه هادی حامل جریان
(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
میلیمتر مربع	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر
۱/۰	۱۹	۱۷	۱۵	۱۳/۵
۱/۵	۲۴	۲۲	۱۹/۵	۱۷/۵
۲/۵	۳۳	۳۰	۲۶	۲۴
۴	۴۵	۴۰	۳۵	۳۲
۶	۵۸	۵۲	۴۶	۴۱
۱۰	۸۰	۷۱	۶۳	۵۷
۱۶	۱۰۷	۹۶	۸۵	۷۶
۲۵	۱۴۲	۱۲۷	۱۱۲	۱۰۱
۳۵	۱۷۵	۱۵۷	۱۳۸	۱۲۵
۵۰	۲۱۲	۱۹۰	۱۶۸	۱۵۱
۷۰	۲۷۰	۲۴۲	۲۱۳	۱۹۲
۹۵	۳۲۷	۲۹۳	۲۵۸	۲۳۲
۱۲۰	۳۷۹	۳۳۹	۲۹۹	۲۶۹
۱۵۰	۴۳۵	۳۹۰	۳۴۴	۳۰۹
۱۸۵	۴۹۶	۴۴۴	۳۹۲	۳۵۳
۲۴۰	۵۸۴	۵۲۲	۴۶۱	۴۱۵

در صورت تغییر درجه حرارت محیط از ۳۰ درجه سانتیگراد باید از ضرایب تصحیح مندرج در جدول VI استفاده شود.

جدول V

جریان مجاز برای کابلهایی با عایق معدنی و هادیهای مسی و غلافهای مسی، در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتیگراد.

a) دارای غلاف مسی لخت و در معرض تماس افراد با آن یا تماس کابل با مواد سوزا

b) دارای غلاف مسی لخت ولی بدون امکان تماس افراد با آن یا تماس کابل با مواد سوزا

	سطح مقطع اسمی هادی	کابلهای تک‌رشته‌ای						کابلهای چندرشته‌ای			
		یک هادی و غلاف حامل جریان		دو هادی حامل جریان		سه هادی حامل جریان		دو هادی حامل جریان		سه هادی حامل جریان	
		(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)	(۹)	(۱۰)	(۱۱)
	میلیمتر مربع	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر
نوع کارکرد سبک	۱/۰	۱۸	۲۲	۲۲	۲۵	۱۸	۲۵	۱۷	۲۱	۱۴	۱۸
	۱/۵	۲۱	۲۶	۲۷	۳۲	۲۳	۳۲	۲۲	۲۶	۱۸	۲۲
	۲/۵	۲۷	۳۳	۳۶	۴۳	۳۱	۴۳	۲۹	۳۶	۲۴	۳۰
	۴	۳۴	۴۲	۴۶	۵۶	۴۱	۵۶	۳۸	۴۷	۳۳	۴۰
	۶			۵۹	۷۳	۵۲	۷۳	۴۹	۶۰		
	۱۰			۸۰	۹۸	۷۰	۹۸				
نوع کارکرد سنگین	۱/۰	۲۱	۲۶	۲۳	۲۹	۲۰	۲۹	۱۹	۲۳	۱۶	۱۹
	۱/۵	۲۶	۳۲	۲۹	۳۶	۲۶	۳۶	۲۴	۲۹	۲۰	۲۴
	۲/۵	۳۳	۴۰	۳۹	۴۷	۳۴	۴۷	۳۲	۳۹	۲۶	۳۲
	۴	۴۱	۵۰	۵۰	۶۲	۴۴	۶۲	۴۱	۵۱	۳۴	۴۲
	۶	۴۹	۶۰	۶۳	۷۷	۵۶	۷۷	۵۳	۶۵	۴۴	۵۴
	۱۰			۵۸	۱۰۵	۷۵	۱۰۵	۷۱	۸۷	۵۹	۷۳
	۱۶			۱۱۰	۱۴۰	۹۹	۱۴۰	۹۴	۱۱۵	۷۸	۹۸
	۲۵			۱۵۰	۱۸۰	۱۳۰	۱۸۰	۱۲۴	۱۵۵	۱۰۵	۱۲۵
	۳۵			۱۸۰	۲۲۰	۱۶۰	۲۲۰				
	۵۰			۲۲۵	۲۷۵	۲۰۰	۲۷۵				
	۷۰			۲۷۵	۳۳۵	۲۴۰	۳۳۵				
	۹۵			۳۳۰	۴۰۵	۲۹۰	۴۰۵				
	۱۲۰			۳۸۰	۴۷۰	۳۳۵	۴۷۰				
	۱۵۰			۴۴۰	۵۴۰	۳۸۵	۵۴۰				

در صورت تغییر دمای محیط از ۳۰ درجه سانتیگراد باید از ضرایب تصحیح مندرج در جدول VI استفاده شود.

جدول VI

ضرایب تصحیح برای درجه حرارتهای محیط متناوب با ۳۰ درجه سانتیگراد، قابل اعمال به‌جریانهای مجاز مندرج در جداول I الی V

درجه حرارت محیط (درجه‌سانتیگراد)	نوع عایق				
	لاستیکی با کاربرد عمومی	پی - وی - سی	لاستیک Butyl و EP یا XLPE	معدنی	
				(a) در معرض تماس‌یا با پوشش پی - وی - سی	(b) بدون امکان تماس
(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)
۱۰	۱/۲۹	۱/۲۲	۱/۱۷	۱/۲۲	۱/۱۵
۱۵	۱/۲۲	۱/۱۷	۱/۱۳	۱/۱۷	۱/۱۲
۲۰	۱/۱۵	۱/۱۲	۱/۰۹	۱/۱۲	۱/۰۸
۲۵	۱/۰۷	۱/۰۷	۱/۰۴	۱/۰۶	۱/۰۴
۳۵	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۹۸
۴۰	۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۹۰	۰/۸۵	۰/۹۶
۴۵	۰/۷۱	۰/۷۹	۰/۸۵	۰/۷۶	۰/۹۴
۵۰	۰/۵۸	۰/۷۱	۰/۸۰	۰/۶۸	۰/۹۲
۵۵	-	۰/۶۱	۰/۷۴	۰/۵۹	۰/۸۷
۶۰	-	۰/۵۰	۰/۶۷	۰/۴۶	۰/۸۴
۶۵	-	-	۰/۶۰	-	۰/۸۲
۷۰	-	-	۰/۵۲	-	۰/۸۰
۷۵	-	-	۰/۴۳	-	۰/۷۲
۸۰	-	-	-	-	۰/۶۱

جدول VII

ضرایب تصحیح برای گروههای بیش از سه کابل تک‌رشته‌ای یا بیش از یک کابل چندرشته‌ای، قابل اعمال به‌مقادیر مندرج در جدول I الی IV

نوع کابل و شرایط نصب	گروههای تک‌لایه، فاصله‌ای بین کابلها وجود ندارد					گروههای چندلایه، هیچ‌گونه فاصله‌ای بین کابلهای یک‌لایه یا بین لایه‌ها و یا هر گروه دیگر که در بیش از یک سطح قرار داده شده است وجود ندارد											
	تعداد هادیهای حامل جریان					تعداد هادیهای حامل جریان											
	۴	۶	۹	۱۲	> ۱۲	۴	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۶	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰
کابلهای تک‌رشته‌ای نصب شده در لوله‌ها یا مجاری یا کانال. ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دو هادیها، مندرج در جدول I یا II اعمال شود	—	—	—	—	—	۰/۸۰	۰/۶۹	۰/۶۲	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۵۱	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۳۶
کابلهای تک‌رشته‌ای بر روی سینی کابل. نصب افقی: ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دوهادی حامل جریان در جدول III یا IV اعمال شود	۰/۸۲	۰/۷۶	۰/۷۰	۰/۶۷	۰/۶۵												
نصب عمودی: ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دوهادی حامل جریان در جدول III یا IV اعمال شود.	۰/۸۰	۰/۷۲	۰/۶۶	۰/۶۳	۰/۶۰												
	تعداد کابلها					تعداد کابلها											
	۲	۳	۴	۶	۹	۲	۳	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰
کابلهای چندرشته‌ای نصب شده در مجاری یا شافت، ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دو یا سه هادی حامل جریان در جدول I یا II اعمال شود.	—	—	—	—	—												
کابلهای چندرشته‌ای نصب شده بر روی دیواره یا سینی‌کابل. نصب افقی: ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دو یا سه هادی حامل جریان در جدول III یا IV اعمال شود.	۰/۸۵	۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۷۲	۰/۷۰												
نصب عمودی: ضرایب باید به‌مقادیر مربوط به‌دو یا سه هادی حامل جریان در جدول III یا IV اعمال شود.	۰/۸۰	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۶۸	۰/۶۶	۰/۸۰	۰/۷۰	۰/۶۵	۰/۶۰	۰/۵۷	۰/۵۲	۰/۴۸	۰/۴۵	۰/۴۳	۰/۴۱	۰/۳۹	۰/۳۸

جدول ۷ ـ ۷ انواع کابلها برحسب کاربرد

ردیف	کاربرد	نوع کابل
۱	انتقال انرژی به‌منازل	برای شبکه زمینی می‌توان از کابل NYCY استفاده نمود و برای شبکهٔ هوایی معمولاً از کابل هوایی با مهار فولادی YTY استفاده می‌شود.
۲	روشنایی خیابانها	برای شبکه زمینی کابلهای NYY و NYCY به‌کار می‌رود. در شبکهٔ هوایی از کابل خود نگاهدار YMT که دارای غلاف فلزی بوده و سنگینی کابل را تحمل می‌نماید استفاده می‌شود.
۳	شبکه محلی	از کابلهای NYY، NYCY، NYCWY و نیز از کابلهای NKL(Y)Y و NKL(Ysi)A(PR) که درآن سیم نول به‌جای غلاف آلومینیومی به‌کار می‌رود استفاده می‌شود.
۴	کارخانجات شیمیایی	از کابلهای NYY، NYCY و NYCWY استفاده می‌شود.
۵	پمپ‌بنزینها، مناطق نفتی و پالایشگاهها	از کابل پی ـ وی ـ سی با غلاف سربی NYKY استفاده می‌شود.
۶	کارخانجات برق‌و شبکه‌ها	از کابلهای پی ـ وی ـ سی NYY، NYCY و NYCWY استفاده می‌شود.
۷	رودخانه‌ها، نهرهای بزرگ آب، استخرها	از کابل پی ـ وی ـ سی NYKY استفاده می‌شود.

جدول ۷ ـ ۸ نشانه‌های الکتریکی کابلهای فشار ضعیف

شـــرح	نشانه
نصب کابل به‌صورت روکار روی‌دیوار و یا سقف	LT
نصب کابل روی سینی کابل	LT
نصب کابل به‌صورت آویز	LT
نصب کابل در کانال خاکی	LT
کابل زیرآبی	UWLT
نشان‌دهنده تعداد و سطح مقطع اسمی کابل	3 x 185 + 95 mm^2 LT
سر کابل	
جعبه مفصل ساده	
جعبه مفصل سه‌راهی (انشعاب)	
جعبه مفصل چهارراهی (انشعاب)	

فصل ۸
کابلهای فشار متوسط

۸ـ۱ کلیات و تعاریف

۸ـ۱ـ۱ کابل فشار متوسط

کابلی است که ولتاژ نامی آن بیش از یک کیلوولت و تا ۶۶کیلوولت و خود ۶۶کیلوولت باشد. کابلهای فشار متوسط مورد بررسی در این فصل کابلهایی است که حداکثر ولتاژ نامی آن ۳۳کیلوولت بوده و برای کارهای ساختمانی و شبکه‌های شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۸ـ۱ـ۲ طبقه‌بندی ولتاژ نامی عایقبندی کابلهای فشار متوسط

۸ـ۱ـ۲ـ۱ کابلهای قدرت برحسب ولتاژ نامی U_0 / U طبقه‌بندی می‌شود (U_0 ولتاژ نامی بین هادی و زمین یا پوشش فلزی زمین شده کابل شامل هادی هم‌مرکز، حفاظ، زره و غلاف فلزی می‌باشد که برابر است با $U_0 = \frac{U}{\sqrt{3}}$ و U ولتاژ بین هادیهای فاز). کابلهای قدرت فشار متوسط در برابر تنش ولتاژ در سیستم سه‌فاز عایقبندی می‌شود که بر طبق استانداردهای VDE و IEC به‌قرار زیر است:

$U_0 / U = ۶/۱۰ ؛ ۸/۷/۱۵ ؛ ۱۲/۲۰ ؛ ۱۸/۳۰ ؛ ۲۰/۲/۳۵$ kv

در مواردی که کابلهای تک‌هسته مورد استفاده قرار می‌گیرد سطح عایقبندی ولتاژ نامی U برحسب سطح عایقبندی ولتاژ نامی U_0 به‌شرح زیر خواهد بود:

در سیستم زمین نشده	$U = ۲ \times U_0$
در سیستم تک‌فاز زمین شده	$U = U_0$

۸ـ۱ـ۲ـ۲ ولتاژکار

حداکثر ولتاژکار مداوم مجاز U_m برای کابلهای فشار متوسط در جدول ۸ـ۱ ذکر شده است.

جدول ۸ ـ ۱ حداکثر ولتاژکار مداوم مجاز برای کابلهای فشار متوسط

U_0 کیلوولت	U_m		
	سیستم سه‌فاز کیلوولت	سیستم یک‌فاز	
		هر دو هادی فاز عایقبندی‌شده کیلوولت	یک هادی فاز زمین شده کیلوولت
۳/۶	۷/۲	۸/۳	۴/۱
۶	۱۲	۱۴	۷
۸/۷	۱۷/۵	۲۱	۱۰
۱۲	۲۴	۲۸	۱۴
۱۸	۳۶	۴۲	۲۱
۲۰/۲	۴۰/۵	۴۹	۲۴

۸ ـ ۲ استاندارد و مشخصات کابلهای فشار متوسط

۸ ـ ۲ ـ ۱ کابلهای فشار متوسط با عایقبندی کاغذی

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۱ کابل NKBA با هادیهای مسی رشته‌ای و کابل NAKBA با هادیهای آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0255)

این نوع کابلها که با ولتاژ اسمی ۶/۵/۳کیلوولت و ۱۰/۶کیلوولت ساخته می‌شود دارای عایق از کاغذ اشباع شده، کمربند از کاغذ اشباع شده، غلاف سربی، لایه زیرین از نوار کاغذی مرکب، زره از نوار فولادی دوبل، و پوشش کنفی می‌باشد.

این‌گونه کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان، و در کانال کابل، در مواردی که تنشهای مکانیکی زیاد مطرح نیست مورد استفاده قرار داد. کاربرد این نوع کابلها در مواردی که امکان زنگ‌زدگی و خوردگی وجود دارد مجاز نخواهد بود.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۲ کابل NKBY (با هادی مسی)، و کابل NAKBY (با هادی آلومینیومی)

این‌گونه کابلها که با ولتاژ اسمی ۶/۵/۳کیلوولت و ۱۰/۶کیلوولت ساخته می‌شود، دارای عایق کاغذی اشباع شده، غلاف سربی و مسلح‌شده با نوار فولادی و با پوشش پی ـ وی ـ سی می‌باشد. این‌نوع کابلهای فشار متوسط برای نصب مستقیم در زیرزمین مناسب بوده و خصوصاً در محلهایی که امکان زنگ‌زدگی و خوردگی وجود دارد مانند جایگاههای فروش بنزین، مناطق نفتی و تصفیه‌خانه‌ها به‌کار می‌رود.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۳ کابل NEKEBA (با هادی مسی)، و کابل NAEKEBA (با هادی آلومینیومی)

کابلهایی است با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ کیلوولت که ساختمان آن شامل عایق کاغذی اشباع‌شده حول هر رشته هادی است و بر روی آن عایق کاغذ فلزی و سپس غلاف سربی وجود دارد. مجموعه هادیها با کاغذ بیتومین احاطه و روی آن لایه‌ای از ورق فولاد و ترکیبات لاستیکی قرار گرفته است. این نوع کابل را کابل

میدان شعاعی می‌نامند که برای نصب مستقیم در زیرزمین مناسب بوده و در محلهایی که امکان زنگ‌زدگی و خوردگی وجود دارد مانند جایگاههای فروش بنزین، مناطق نفتی و پالایشگاهها نباید به‌کار رود.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۴ کابل NEKEBY (با هادی مسی)، و کابل NAEKEBY (با هادی آلومینیومی)، (VDE 0255)

کابلهایی است با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ و ۱۸/۳۰ کیلوولت، که حول هر رشته از هادیها به‌ترتیب از داخل به‌خارج شامل حفاظ هادی از کاغذ نیمه‌هادی کربنی سیاه، عایق از کاغذ اشباع شده، حفاظ هسته از کاغذ فلزی، غلاف سربی بر روی هر هسته، نوار پلاستیکی آغشته به ترکیب بیتومین بر روی غلاف سربی هر هسته می‌باشد و مجموعه هسته‌ها با لایه‌ای از نوار کاغذی پوشیده و روی آن لایه‌ای از نوار فولادی دوبل و سپس غلاف پی ـ وی ـ سی قرار گرفته است. این نوع کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان، و در کانال کابل، در مواردی که تنشهای مکانیکی زیاد مطرح نمی‌باشد مورد استفاده قرار داد. کاربرد کابلهای مزبور در محلهایی که امکان زنگ‌زدگی و خوردگی وجود دارد مانند جایگاههای فروش بنزین، مناطق نفتی و پالایشگاهها مجاز است.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۵ کابل تک‌رشته NAKLEY با هادی آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0255)

این نوع کابل با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ کیلوولت دارای حفاظ هادی از کاغذ کربنی سیاه نیمه‌هادی، عایق از کاغذ اشباع شده، حفاظ هسته از کاغذ فلزی، غلاف آلومینیومی، نوار پلاستیکی آغشته به ترکیب بیتومین، و غلاف پی ـ وی ـ سی می‌باشد. این نوع کابل را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل و خارج ساختمان و در داخل کانال کابل مورد استفاده قرار داد.

۸ ـ ۲ ـ ۱ ـ ۶ کابلهای NHKBA با هادیهای مسی رشته‌ای و NAHKBA با هادیهای آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0255)

در این نوع کابلها که با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ و ۱۸/۳۰ کیلوولت ساخته می‌شود هر هادی دارای حفاظ از کاغذ کربنی سیاه نیمه‌هادی، عایق از کاغذ اشباع شده، و حفاظ از کاغذ فلزی می‌باشد، و بر روی مجموعه هسته‌ها نوار بافته مسی، غلاف سربی، نوار کاغذی، زره نوار فولادی دوبل، و پوشش کنفی قرار دارد.

این نوع کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل و خارج ساختمان، و در کانال کابل، در مواردی که تنشهای مکانیکی زیاد مطرح نباشد مورد استفاده قرار داد.

۸ ـ ۲ ـ ۲ کابلهای فشار متوسط با عایقبندی پلاستیکی

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۱ کابلهای NYFGY با هادیهای مسی رشته‌ای و NAYFGY با هادیهای آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0271)

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۳/۵/۶ کیلوولت دارای عایق هادی از پی ـ وی ـ سی، و بر روی مجموعه هسته‌ها پوشش از نوار یا لایه پلاستیکی، زره از سیمهای فولادی گالوانیزه تخت و نوار مارپیچی فولادی، و غلاف نهایی پی ـ وی ـ سی می‌باشد.

این نوع کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در آب، در داخل و خارج ساختمان، و در کانال کابل، در مواردی که حفاظت مکانیکی زیاد مورد نیاز است یا هنگامی که تنشهای کششی زیاد در زمان نصب و بهره‌برداری انتظار می‌رود، مورد استفاده قرار داد.

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۲ کابل NYFGbY

کابلی است با ولتاژ اسمی ۶/۶/۳کیلوولت و شامل هادی مسی، عایق پی ـ وی ـ سی، غلاف محافظ داخلی، زره فولادی سیمی تخت با نوار محافظ فولادی و عایق پی ـ وی ـ سی نهایی می‌باشد. این نوع کابل فشار متوسط در کارخانجات برق و شبکه‌ها، مخصوصاً در نقاطی که احتمال اعمال کشش زیاد به‌کابل وجود دارد، به‌کار می‌رود. استفاده از این نوع کابل در محیطهای مخاطره‌آمیز مجاز نخواهد بود.

۸ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۳ کابلهای NYSEY با هادیهای مسی رشته‌ای و NAYSEY با هادیهای آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0271)

این‌نوع کابلها باولتاژ اسمی ۱۰/۶کیلوولت دارای حفاظ هادی از مواد نیمه‌هادی، عایق از پی ـ وی ـ سی، حفاظ متشکل از مواد نیمه‌هادی و نوار و سیم‌های مسی مارپیچ بر روی هر هسته می‌باشد و بر روی مجموعه هسته‌ها دارای پوشش از نوار یا لایه پلاستیکی و غلاف پی ـ وی ـ سی است.

این‌گونه کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در آب، در خارج یا داخل ساختمان و در کانال کابل در واحدهای صنعتی و در پستهای برق و مانند آن مورد استفاده قرار داد.

۸ ـ ۲ ـ ۳ کابلهای فشار متوسط با عایقبندی پلی‌اتیلن (PE) و پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE)

۸ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۱ کابل N2YSY یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰کیلوولت یا ۱۸/۳۰کیلوولت با هادی مسی و کابل NA2YSY یک هسته یا چند هسته با ولتاژ اسمی ۶/۱۰کیلوولت و یا یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ کیلوولت و ۱۸/۳۰کیلوولت با هادی آلومینیومی

کابلهایی است با نوار لایه داخلی، عایق پروتوتن ـ وای[1]، لایه هادی خارجی، نوار هادی خارجی، زره سیم مسی، نوار مسی، پوشش شفاف پی ـ وی ـ سی و غلاف نهایی پی ـ وی ـ سی.

این نوع کابل فشار متوسط برای نصب مستقیم در زیرزمین یا در داخل مجاری کابل مناسب بوده و آن را می‌توان در زمینهای شیب‌دار و کلیه شرایط مشکل دیگر خصوصاً در محلهایی که امکان زنگ‌زدگی و خوردگی وجود دارد مانند جایگاههای فروش بنزین، مناطق نفتی و پالایشگاهها مورد استفاده قرار داد.

۸ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۲ کابل N2XSY با هادی مسی و کابل NA2XSY با هادی آلومینیومی، یک هسته یا سه هسته با ولتاژ اسمی ۶/۱۰کیلوولت و یا یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰کیلوولت و یا ۱۸/۳۰کیلوولت (VDE 0273 و IEC 502)

کابلهایی است با حفاظ هادی از ماده نیمه‌هادی، عایق از پلی‌اتیلن مستحکم، حفاظ عایق از لایه نیمه‌هادی، نوار نیمه‌هادی، زره سیم مسی، نوار مسی، پوشش شفاف پی ـ وی ـ سی و غلاف نهایی پی ـ وی ـ سی.

این نوع کابل فشار متوسط برای نصب مستقیم در زیرزمین یا در داخل مجاری کابل مناسب بوده وآن را می‌توان در زمینهای شیب‌دار و کلیه شرایط مشکل دیگر مخصوصاً در محلهایی که امکان زنگ‌زدگی و خوردگی وجوددارد مانند جایگاههای فروش بنزین، مناطق نفتی و پالایشگاهها مورد استفاده قرار داد.

1– Prototen-Y

۸ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۳ کابلهای 2XSYBY با هادی مسی رشته‌ای و A2XSYBY با هادی آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0273 و IEC 502-2)

این نوع کابلها با ولتاژ نامی ۶/۱۰ و ۸/۷/۱۵ کیلوولت معمولاً با سه هسته تولید می‌شود. ساختمان کابل به‌ترتیب از داخل هر هسته شامل هادی، حفاظ هادی از مواد نیمه‌هادی، عایق از پلی‌اتیلن مستحکم، و حفاظ عایق از مواد نیمه‌هادی می‌باشد که مجموعه هسته‌ها به‌ترتیب با نوار از جنس نیمه‌هادی، حفاظ از سیمهای مسی و نوار مسی مارپیچ، غلاف پی ـ وی ـ سی، زره از نوار فولادی دوبل و غلاف نهایی پی ـ وی ـ سی پوشیده شده است.

این نوع کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در داخل و خارج ساختمان، و در کانال کابل مورد استفاده قرار داد.

۸ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۴ کابلهای 2XSEY با هادی مسی رشته‌ای و A2XSEY با هادی آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0273 و IEC 502-2)

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ و ۱۸/۳۰ کیلوولت، با سه هسته ساخته می‌شود. ساختمان کابل به‌ترتیب از داخل هر هسته شامل هادی، حفاظ هادی از مواد نیمه‌هادی، عایق از پلی‌اتیلن مستحکم، حفاظ عایق از مواد نیمه‌هادی به‌علاوه سیمهای مسی و نوار مسی مارپیچ بر روی هر هسته می‌باشد و مجموعه هسته‌ها با یک پوشش داخلی و یک غلاف نهایی پوشیده شده است.

این گونه کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در داخل یا خارج ساختمان، و در کانال کابل مورد استفاده قرار داد.

۸ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۵ کابلهای 2XSEYBY با هادی مسی رشته‌ای و A2XSEYBY با هادی آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0273 و IEC 502-2)

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ و ۱۸/۳۰ کیلوولت، با سه هسته به‌صورت کابل مسلح ساخته می‌شود. ساختمان کابل به‌ترتیب از داخل هر هسته شامل هادی، حفاظ هادی از ماده نیمه‌هادی، عایق از پلی‌اتیلن مستحکم، حفاظ عایق از ماده نیمه‌هادی به‌علاوه سیمهای مسی و نوار مسی مارپیچ بر روی هر هسته می‌باشد و مجموعه هسته‌ها با یک پوشش داخلی، غلاف پی ـ وی ـ سی، زره فولادی دوبل و غلاف نهایی پی ـ وی ـ سی پوشیده شده است.

این‌گونه کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل و خارج ساختمان و در کانال کابل مورد استفاده قرار داد.

۸ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۶ کابل N2XS2Y با هادی مسی (VDE 0273، IEC 502 و IEC 540)

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ و ۱۲/۲۰ و ۱۸/۳۰ کیلوولت با یک هسته ساخته می‌شود. ساختمان کابل شامل هادی مسی، لایه هادی داخلی، عایق پروتوتن ـ ایکس (پلی‌اتیلن مستحکم)، لایه هادی خارجی، نوار هادی، حفاظ سیم مسی، نوار مارپیچ مسی، و غلاف پروتوتن ـ وای (پلی‌اتیلن) می‌باشد. این نوع کابل را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان، و در کانال مورد استفاده قرار داد. مشخصات کابل مزبور به‌گونه‌ای است که در شیبها و در سخت‌ترین شرایط کابلکشی نیز قابل نصب است.

۸-۳ اصول و روشهای نصب کابلهای فشار متوسط

۸-۳-۱ اصول و روشهای زیر در هنگام نصب کابل فشار متوسط باید دقیقاً رعایت شود:

۸-۳-۱-۱ حداقل فاصله بین کابلهای فشارضعیف، یا فشار متوسط، و یا جریان ضعیف زیرزمینی از لوله‌های گاز، بخار، آب و سوخت باید برابر ۳۰ سانتیمتر باشد.

۸-۳-۱-۲ در مواردی که کابل با کابل دیگر (به‌خصوص کابلهایی با فشارهای متفاوت) با لوله‌های گاز و آب و غیره تقاطع داشته باشد باید از یک لوله محافظ با قطر متناسب با قطر کابل موردنظر و طول حداقل یک متر استفاده شده و کابل از داخل آن عبور داده شود. در این‌گونه موارد و یا هنگامی که کابل از زیر جاده و یا سطح سخت عبور می‌کند باید یک لوله محافظ اضافی خالی به‌منظور کابلکشیهای آینده پیش‌بینی شود و در داخل آن یک رشته مفتول گالوانیزه نمره ۴ که طول آن در هر طرف یک متر بیش از طول لوله فوق‌الذکر باشد قرار داده شود. در محل ورود و خروج کابل از لوله باید کابل را به‌وسیله ریختن خاک کوبیده در زیر آن محافظت کرد.

۸-۳-۱-۳ برای خواباندن کابلها باید از میزان درجه حرارتی که کابل می‌بایست تحت آن کشیده شود اطمینان حاصل نمود. اگر کابل قبل از خواباندن احتیاج به گرم کردن نداشته باشد باید میزان درجه حرارت برحسب جدول ۸-۲ رعایت شود. به‌عنوان مثال کابل نوع پلاستیکی (P.V.C) نباید در زمستان که درجه حرارت کمتر از صفر سانتیگراد است کابلکشی شود. در صورت سرد بودن می‌توان قبلاً قرقره کابل را برای مدت حداقل ۷۲ ساعت در اطاق یا انباری که دمای آن از ۲۰ درجه سلسیوس کمتر نباشد قرار داد و یا با استفاده از وسایل مخصوص گرم کردن کابل آن را گرم نمود و سپس فوراً مورد استفاده قرار داده و خوابانید. روش دیگر برای گرم کردن کابل به‌غیر از حرارت دادن مستقیم عبارت است از اتصال آن به‌جریان برق و ایجاد حرارت به‌وسیله عبور برق از کابل مذکور.

بدیهی است که پس از نصب کابل، درجه حرارت محیط می‌تواند به ۳۰°- سانتیگراد هم برسد بدون آنکه به کابل صدمه‌ای بزند.

۸-۳-۱-۴ تغییر جهت کانالهای کابلها باید به‌نحوی باشد که با شرایط مربوط به‌خم کردن کابلها (مندرج در این فصل) مطابقت کند. شمار کابلهایی که در داخل هر کانال نصب می‌شود باید چنان تعیین شود که بازدید و تعویض آن به‌سهولت امکان‌پذیر باشد.

۸-۳-۱-۵ حداکثر تعداد کابلهای داخل کانال، مجرا و یا لوله باید به‌حدی باشد که کشیدن آن به‌سادگی امکان‌پذیر گردد. با توجه به‌این اصل توصیه می‌شود که قطر داخلی مجرا، کانال یا لوله مساوی یا بیشتر از ۲ برابر قطر کابل یا دسته کابلهای کشیده شده در داخل آن باشد.

۸-۳-۱-۶ در مواردی که کابل از داخل تجهیزات یا تأسیسات فلزی عبور می‌کند، هر یک از سوراخها باید دارای انحناهای لازم با بوشن‌های مناسب باشد تا از ایجاد خراشیدگی در کابل جلوگیری به‌عمل آید.

۸-۳-۱-۷ در موقع نصب یا کشیدن کابل بهتر است تنش و کشش بر روی هادیها وارد شود و نه بر پوشش خارجی آن، توصیه می‌شود حتی‌الامکان برای کشیدن و خواباندن کابلها از جوراب مخصوص کشیدن کابل[1] و قرقره زیر کابل با فواصل مناسب استفاده شود.

1- Cable laying stocking

کابلکشی با دستگاههای مخصوص باید با توجه به‌نیروی کشش مجاز کابل موردنظر انجام شود. فرمولهای نیروی کشش مجاز انواع کابلها در جدول ۷-۴ ارائه شده است.

۸-۳-۱-۸ به‌منظور خواباندن کابلهای فشار متوسط در پیچها و خمهای کانالها بایستی به‌زاویه خمش کابلها دقت لازم به‌عمل آید تاهیچ نوع خرابی به‌عایقها و پوششهای کابل وارد نشود.

۸-۳-۱-۹ جز در موارد استثنایی که کارخانه سازنده کابل و یا شرایط محیط مقررات و مشخصات دیگری را ذکر کرده باشد به‌طور کلی در نصب ثابت کابلها حداقل شعاع داخلی خم مجاز برای کابلهای مختلف به‌شرح زیر می‌باشد:

الف - کابلهای فشار متوسط با هادی مسی و مقطع مدور:

با زره سیمی، برای ولتاژ اسمی ۶ و ۱۰ کیلوولت، ۱۵ برابر قطر کابل و برای ولتاژ ۲۰ و ۳۰ کیلوولت، ۲۰ برابر قطر کابل.

با زره نوار فولادی، برای ولتاژ اسمی ۶ و ۱۰ کیلوولت، ۲۰ برابر قطر کابل و برای ولتاژ ۲۰ و ۳۰ کیلوولت، ۲۵ برابر قطر کابل.

ب - برای کابلهای فشار متوسط با هادی مسی و قطاع[1]:

با زره سیمی، برای ولتاژ اسمی ۶ و ۱۰ کیلوولت، ۲۰ برابر قطر کابل و برای ولتاژ ۲۰ و ۳۰ کیلوولت، ۲۵ برابر قطر کابل.

با نوار فولادی، برای ولتاژ اسمی ۶ و ۱۰ کیلوولت، ۲۵ برابر قطر کابل و برای ولتاژ ۲۰ و ۳۰ کیلوولت، ۳۰ برابر قطر کابل.

پ - کابلهای فشار متوسط با هادی آلومینیومی نوع زره‌دار:

با سطح مقطع مدور، ۳۵ برابر قطر کابل.

با سطح مقطع قطاع، ۴۰ برابر قطر کابل.

جدول ۸ - ۲ حداقل درجه حرارت کابلکشی بدون گرم کردن کابل

درجه سانتیگراد	نوع کابل
۰	کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با کاغذ آغشته معمولی یا بدون پوشش حفاظتی
+۵	کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی
۰	با پوشش پلاستیکی با غلاف P.V.C از یک تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی
	با عایق پلاستیکی و غلاف پلاستیکی تا ۵۰۰ ولت
-۱۰	الف - با پوشش حفاظتی و بدون پوشش
-۷	ب - با عایق پلاستیکی - غلاف سربی یا P.V.C با پوشش حفاظتی
-۱۵	با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا P.V.C بدون غلاف حفاظتی با غلاف غیرفلزی
-۲۰	با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا P.V.C بدون‌غلاف حفاظتی ولی با غلاف فلزی

1- Sector Shaped

۸ـ۳ـ۲ نصب کابل در داخل کانال خاکی

۸ـ۳ـ۲ـ۱ به‌منظور جلوگیری از فساد و زنگ‌زدگی کابلها، خاک محل کابلکشی باید ازنظر دارابودن موادی همچون اسید، آهک، نمک، کلر و غیره، قبل از کابلکشی موردآزمون قرارگیرد. در صورت نامساعد بودن نوع خاک، کابل مورد سفارش باید از نوع مقاوم در برابر عوامل ایجاد فساد و خوردگی موجود در آن انتخاب شود.

۸ـ۳ـ۲ـ۲ برای نصب کابلها در داخل کانال خاکی، ابتدا باید کانال موردنظر با ابعاد مشخص‌شده در نقشه مربوط حفر و کف آن کاملاً صاف (رگلاژ) شده و پس از حداقل ۱۰ سانتیمتر ماسه‌ریزی کابلها بر روی آن خوابانده شود و آنگاه، روی کابلها نیز با ۱۰ سانتیمتر ماسه نرم پوشانیده و یک نوار پلاستیکی خبردهنده که بر روی آن عبارت «توجه مسیر کابل» نوشته شده بر روی آن کشیده شود و سپس به منظور محافظت کابل یک ردیف آجر به‌عرض ۲۲ سانتیمتر، یا یک ردیف بلوک سیمانی، بر روی نوار مزبور چیده و سپس روی آن خاکریزی و کوبیده شود.

۸ـ۳ـ۲ـ۳ عرض کانال حفر شده به‌منظور نصب کابلهای زیرزمینی بستگی به‌تعداد کابلهایی خواهد داشت که در مجاورت هم قرار می‌گیرد. همچنین عمق کابل از سطح زمین بستگی به‌تعداد کابلهایی دارد که روی یکدیگر قرار گیرد. معذالک فاصله بالاترین کابل فشار متوسط در زیرزمین تا سطح تمام شده پیاده‌رو نباید از یک متر کمتر و در زیرسطح خیابان نباید از ۱/۲۰ متر کمتر باشد.

۸ـ۳ـ۲ـ۴ اگر تعداد کابلهای مورد لزوم برای نصب در داخل کانال زیرزمینی زیاد باشد بهتر است به‌جای قرار دادن کابلها بر روی یکدیگر، کابلها پهلوی هم کشیده شود. حداقل فاصله کابلهای زیرزمینی از یکدیگر در صورتی که دو کابل هم ولتاژ باشد باید برابر ۱۰ سانتیمتر و در صورتی که یک کابل، کابل فشار ضعیف و دیگری کابل فشار متوسط یا کابل جریان ضعیف (دو کابل مجاور با ولتاژهای متفاوت) باشد باید ۳۰ سانتیمتر درنظر گرفته شود. (منظور از فاصله دو کابل فاصلهٔ هوایی بین آن دو می‌باشد.) در مواردی‌که چند کابل به‌موازات یکدیگر کشیده می‌شود باید ضمن رعایت فواصل مجاز، تمامی سطح کابلها با آجر پوشیده شده و در مورد کابلهای جانبی، حداقل نصف آجر از مرکز کابل به‌سمت خارج قرار گیرد.

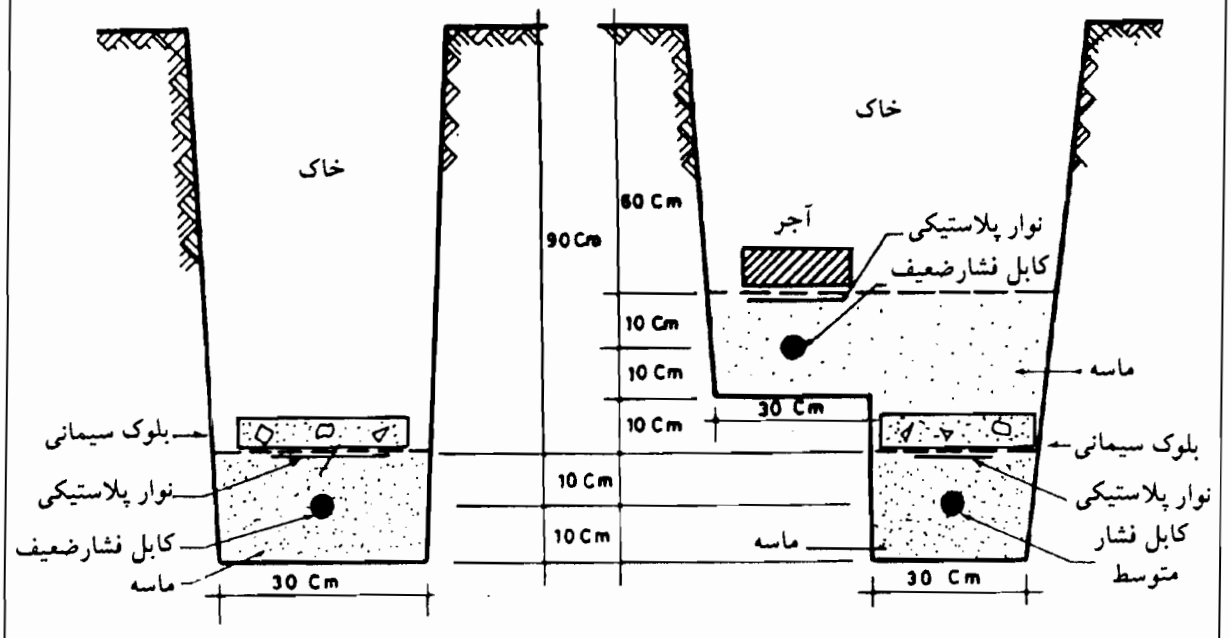
۸ـ۳ـ۲ـ۵ جزییات و ابعاد کانال خاکی و فاصله بین کابلها در شکل ۸ـ۱ نشان داده شده است.

۸ـ۳ـ۲ـ۶ در محلهایی که کابل از زیر جاده و یا سطح سخت عبور می‌کند باید یک یا چند لوله محافظ از جنس پلاستیک سخت، سیمان ازبست، سیمان یا فولاد، در عمق حداقل ۱/۲۰ متر از سطح جاده و یا سطح سخت قرارگرفته و کابلها از داخل آن بگذرد. قطر داخل لوله‌ها باید حداقل ۱/۵ برابر قطر خارجی کابل مربوط باشد. در محلهای ورود و خروج کابل از داخل لوله، باید برای حفاظت کابل در برابر ساییدگی ناشی از تماس با لبهٔ لوله نوعی بالشتک برای آن درنظر گرفت (شکل ۸ـ۲).

۸ـ۳ـ۲ـ۷ در مواردی که کابل فشار ضعیف و کابل فشار متوسط در یک کانال خاکی زیرزمینی قرار می‌گیرد باید کانال به‌شکل پله‌ای (دو بستر متفاوت) حفر و کابل فشار متوسط در بستر پایینی و کابل فشار ضعیف در بستر بالایی خوابانده شود. بدیهی است کلیه اصول و روشهای مربوط به‌نصب کابلهای فشار ضعیف و متوسط در مورد هرکدام از کابلهای مذکور باید دقیقاً رعایت شود.

۸ـ۳ـ۲ـ۸ مسیر کابلکشی باید به‌نحوی علامت‌گذاری شود که در صورت کندوکاو بعدی، محل آن دقیقاً مشخص باشد.

۸ـ۳ـ۲ـ۹ پیمانکار موظف است که قبل از شروع به‌حفر و کندن کانال خاکی کلیه نقشه‌های تأسیساتی اجرا شده قبلی در محوطه عملیات خود را از دستگاههای اجرایی مربوطه دریافت و باتوجه به‌آن اقدام به‌حفر کانال



جزییات کانال خاکی‌مشترک تیپ برای نصب
کابلهای نشار متوسط و نشار ضعیف

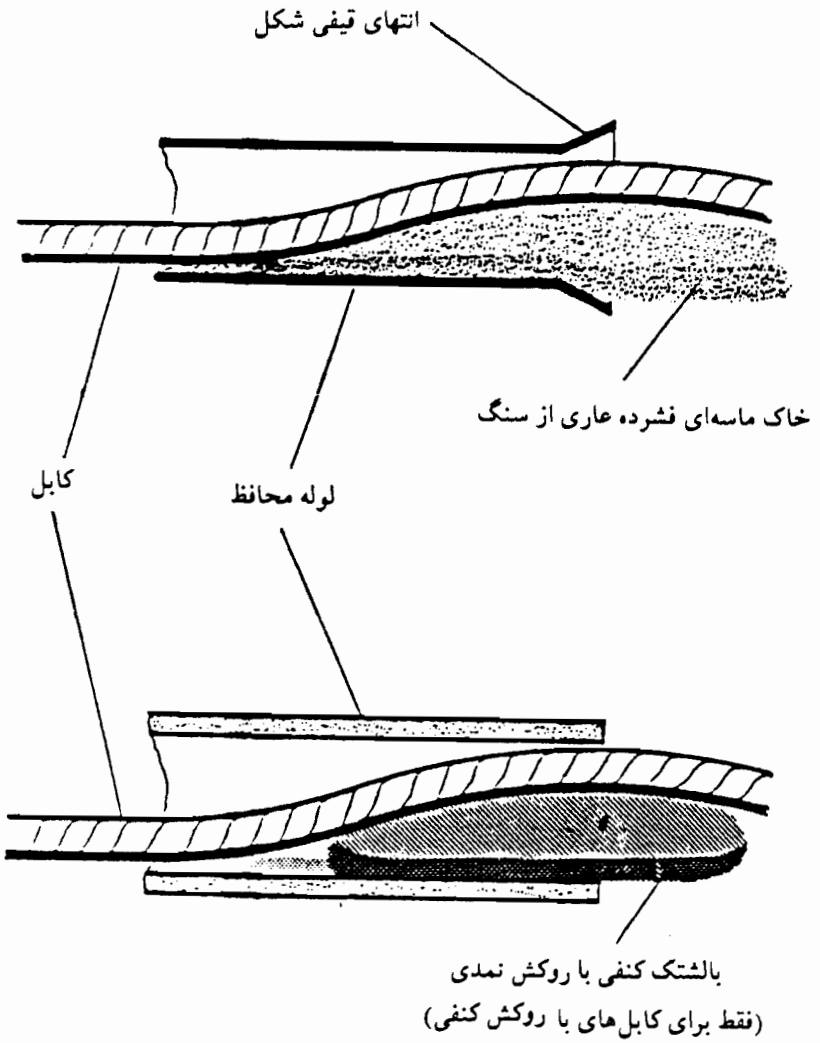
جزییات کانال خاکی تیپ برای نصب
کابل نشار متوسط در یک ردیف افقی

جدول ابعاد کانالهای خاکی برحسب تعداد و نوع استقرار کابلهای فشار متوسط

نوع استقرار کابلها	نصب کابلها در یک ردیف افقی				
تعداد کل کابلهای نصب شده	۱	۲	۳	۴	۵
عرض بستن کانال cm	۴۰	۵۰	۷۰	۹۰	۱۱۰
عمق کانال در پیاده‌رو cm	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰
عمق کانال در خیابان cm	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰

شکل ۸ ـ ۱

جزئیات نصب کابل در کانال خاکی



شکل ۸ ـ ۲ حفاظت کابل در مدخل ورودی لوله

نماید به‌طوری که هیچ‌گونه لطمه‌ای به‌تأسیسات موجود وارد نشود.

۸ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۱۰ هنگام حفر کانال زیرزمینی برای نصب کابلها، باید اسفالت یا سیمان یا پوشش کنده شده در یک سمت گودال در فاصله حداقل یک متری انباشته شود تا هرگونه فعالیت آزاد برای خواباندن کابل امکان داشته باشد. همچنین، سایر مواد خاکبرداری شده (یعنی خاک و غیره) در سمت دیگر گودال و در فاصله حداقل ۰/۳ متری انباشته شود تا کارگران از لغزش و افتادن در گودال در امان باشند.

۸ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۱۱ در مواردی که به‌منظور خواباندن کابلها قسمتی از جاده اسفالته یا پیاده‌رو باید خاکبرداری شود پیمانکار موظف است پس از تکمیل کار کابلکشی جاده اسفالته یا پیاده‌رو را تعمیر و به‌حالت اول برگرداند.

۸ ـ ۳ ـ ۳ نصب کابل در داخل کانال پیش‌ساخته[1]

۸ ـ ۳ ـ ۳ ـ ۱ کانالهای پیش‌ساخته کابلکشی ممکن است به‌صورت آدم‌رو یا معمولی، از آجر یا اندود سیمان، و یا بتنی ساخته شود.

۸ ـ ۳ ـ ۳ ـ ۲ به‌منظور دفع آبهایی که ممکن است در کف کانالهای پیش‌ساخته جمع شود، باید کف‌شورهای مناسبی که به‌سیستم فاضلاب یا چاه جذب آب متصل باشد در فواصل حداکثر ۴۰ متری از یکدیگر پیش‌بینی و نصب شود.

۸ ـ ۳ ـ ۳ ـ ۳ برای هدایت آبهای احتمالی، کف کانالهای پیش‌ساخته شده بایستی دارای شیبی برابر نیم الی یک درصد در جهت کف‌شورهای پیش‌بینی شده باشد.

۸ ـ ۳ ـ ۳ ـ ۴ به‌منظور پرهیز از تماس مستقیم کابلها با کف کانال پیش‌ساخته شده معمولی باید در کف کانال در فواصلی حداکثر برابر با ۶۰ سانتیمتر اتکایی از لوله گالوانیزه و یا پروفیل ناودانی (آلومینیومی یا گالوانیزه) و یا چوب فشرده شده با ارتفاع ۱۰ سانتیمتر از کف کانال پیش‌بینی و نصب و سپس کابلها روی اتکاهای مذکور خوابانده شود.

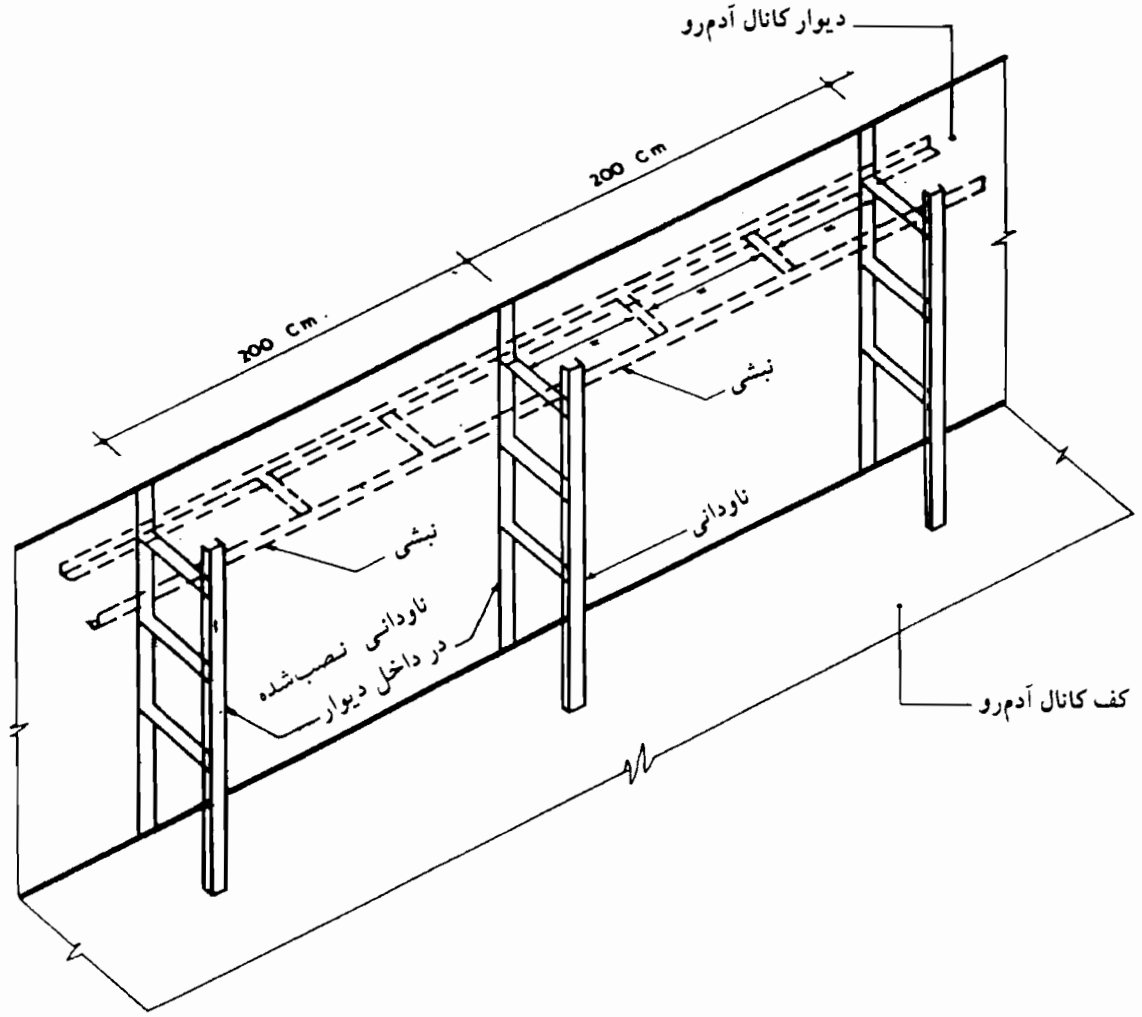
۸ ـ ۳ ـ ۳ ـ ۵ کانالهای پیش‌ساخته شده معمولی در موتورخانه‌ها، پستهای برق، اطاق و یا سالنهای مولد برق و غیره باید دارای درپوشهای قابل برداشت از آهن آجدار با دستگیره مناسب در تمام طول کانال باشد.

۸ ـ ۳ ـ ۳ ـ ۶ برای نصب کابل در کانالهای پیش‌ساخته‌شده آدم‌رو بایستی از قطعات پیش‌ساخته گالوانیزه با نصب مجزا همراه با بستهای طپانچه‌ای استفاده‌شود و یا این‌که همزمان با ساخت‌کانال در تمام طول دیواره کانال و در فواصل حداکثر هر ۲ متر، یک‌عدد پروفیل ناودانی به‌عرض ۱۰ سانتیمتر و به‌طول برابر با ارتفاع کانال (از کف تا زیر سقف کانال) پیش‌بینی و نصب شود تا بعداً متناسب با نوع و تعداد کابلهای مورد نیاز، اسکلت کابلکشی، بازوها، نگاهدارنده‌ها و سینی کابل را بتوان بدون تخریب روی ناودانیهای مذکور نصب نمود.

۸ ـ ۳ ـ ۳ ـ ۷ برای نصب کابل در کانالهای آدم‌رو باید در بالاترین قسمت اسکلت‌بندی نصب کابلها (شکل ۸ ـ ۳) و یا بازوبندی نصب کابلها (شکل ۸ ـ ۴) دو عدد نبشی به‌طور موازی در سطح افقی یا عمودی قرار داده شده و بازوهای اتکای کابل که حداکثر فواصل آن باید ۷۰ سانتیمتر باشد بین دو نبشی مذکور نصب (خطوط منقطع در شکلهای ۸ ـ ۳ و ۸ ـ ۴) و با استفاده از بستهای دوتکه مخصوص فیبری یا چوبی، کابلهای مذکور روی بازوهای اتکاء خوابانده و نصب شود.

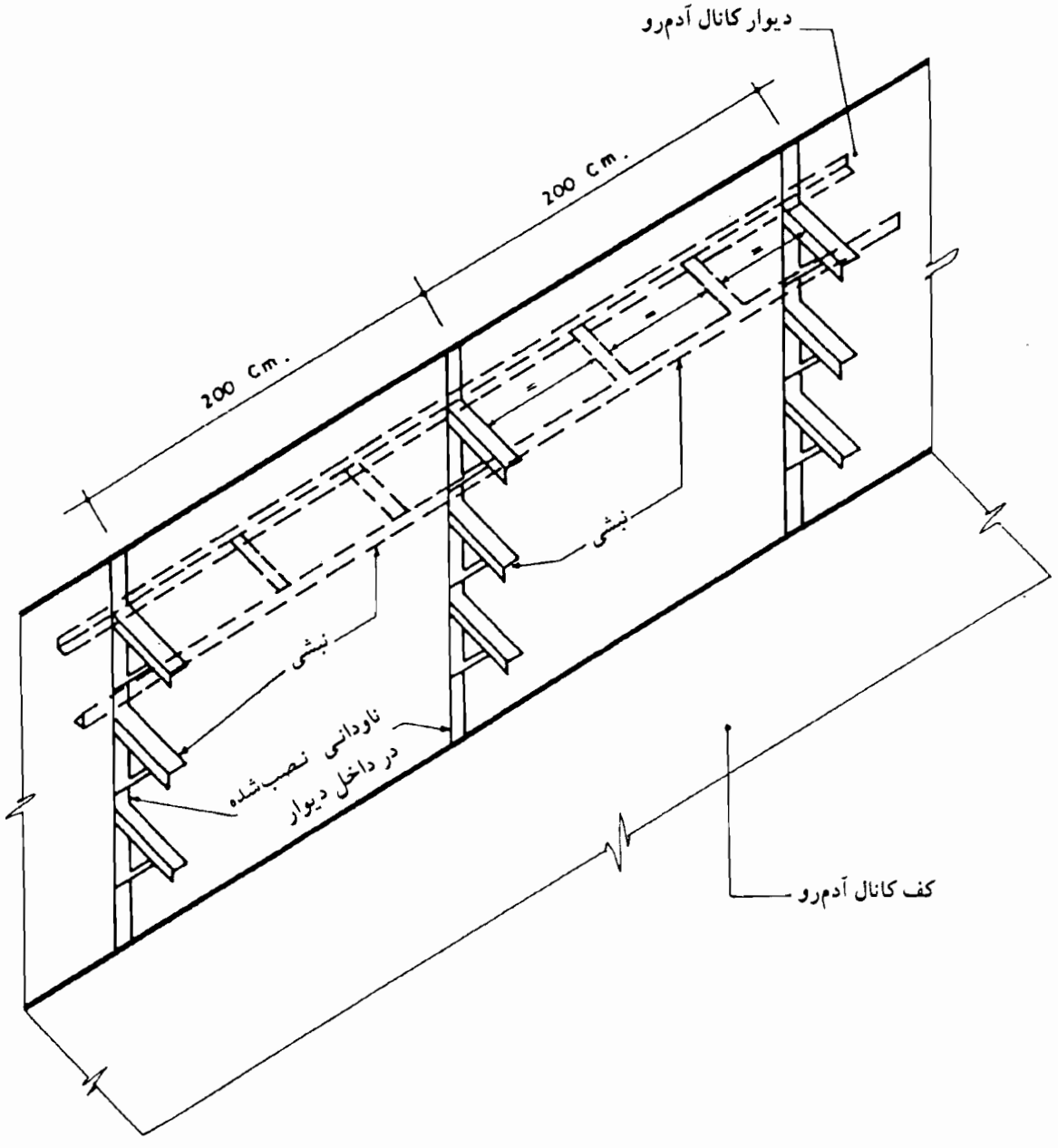
---

۱ ـ منظور از کانال پیش‌ساخته یا پیش ساخته‌شده، کانالهایی است که قبل از کابلکشی ساخته شده است.



جزییات تیپ اسکله‌بندی نصب کابل در داخل کانالهای آدم‌رو

شکل ۸ ـ ۳



جزییات تیپ بازوبندی نصب کابل در داخل کانالهای آدم‌رو

شکل ۸ ـ ۴

۸-۳-۳-۸ اسکلت و بازوهای نصب کابل باید از لحاظ الکتریکی کاملاً به‌یکدیگر متصل بوده و با یک رشته سیم مسی لخت، با حداقل سطح مقطع ۷۵ میلیمتر مربع، لااقل از سه نقطه به‌سیستم اتصال زمین متصل شود.

۸-۳-۳-۹ کلیهٔ کانالهای پیش‌ساخته آدم‌رو باید دارای سیستم روشنایی مناسب و پریزهای برق در فواصل ۶ متر از یکدیگر باشد. همچنین در این نوع کانالها به‌منظور تماس با خارج کانال، در صورت امکان و چنانچه ضروری باشد، پریزهای تلفن باید در فواصل ۲۰ متر از یکدیگر نصب شود.

۸-۳-۳-۱۰ در مواردی که کانالهای پیش‌ساخته آدم‌رو علاوه بر این که به‌منظور نصب کابلهای برق مورد استفاده قرار می‌گیرد برای لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی و غیره نیز به‌کار رود باید حتی‌الامکان در یک دیواره تأسیسات برقی و در دیواره مقابل آن تأسیسات دیگر نصب شود. درصورتی که امکان نصب به‌طریق فوق نباشد باید حداقل تأسیسات مذکور در دو ارتفاع متفاوت و مستقل و جدا از هم نصب گردد، به‌طوری که تأسیسات برقی در ارتفاع بالاتر از تأسیسات مکانیکی قرار داشته باشد.

۸-۴ کابلشوها، سرکابلها و مفصلها

۸-۴-۱ کابلشوها

۸-۴-۱-۱ اتصال هادیهای کابلهای فشار متوسط به‌تجهیزات الکتریکی از قبیل سکسیونر، دیژنکتور، فیوز، ترانسفورماتور و غیره باید با استفاده از کابلشوهای مسی استاندارد شده از نوع پرسی انجام شود.

۸-۴-۲ سرکابلها

۸-۴-۲-۱ هنگام انتخاب سرکابلها باید دقت شود که مشخصات الکتریکی آن با مشخصات کابل مورد استفاده یکسان باشد.

۸-۴-۲-۲ ابتدا و انتهای کلیه کابلهایی که به‌کابل هوایی، سکسیونر، دیژنکتور، فیوز، ترانسفورماتور و غیره متصل می‌شود باید به‌وسیله سرکابل مناسب مسدود شود.

۸-۴-۲-۳ در موقع انتخاب سرکابل باید به‌نوع کابل (یک سیمه، کمربندی، سه‌غلافه و غیره) و مکان نصب (در داخل ساختمان یا فضای آزاد) توجه شده و عوامل مذکور درنظر گرفته شود.

۸-۴-۲-۴ سرکابلها باید طوری اتصال یابد که از نفوذ رطوبت هوا در کابل و همچنین از خارج شدن روغن و مواد مذاب درون کابل جلوگیری شود.

۸-۴-۲-۵ **موارد کاربرد سرکابلها**

الف - سرکابل داخلی پروتولین از نوع FEB باید برای کابلهای NYFGbY سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۶ کیلوولت استفاده شود.

ب - سرکابل داخلی پروتولین نوع JXY-2Y باید برای کابلهای N2YSY و N2XSY یک‌فاز و سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۱۰ کیلوولت و یا یک‌فاز با ولتاژ اسمی ۲۰ و ۳۰ کیلوولت مورد استفاده قرارگیرد.

پ - سرکابل داخلی از نوع EOVS باید برای کابلهای نوع NKBA و NKBY سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۱۰ کیلوولت و سرکابل داخلی از نوع EOD باید برای کابلهای نوع NEKBA، NHKBA،

NEKEBA، NEKEBY، NEKBY، سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۲۰ و ۳۰ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.

ت - سر کابل فضای آزاد پروتولین از نوع PEBR باید برای کابل NYFGbY سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۶ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.

ث - سر کابل فضای آزاد پروتولین از نوع JXYR باید برای کابل NYSEY سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۱۰ کیلوولت استفاده شود.

ج - سر کابل فضای آزاد با عایقهای چینی از نوع FEP برای کابلهای N2YSY و N2XSY، یک‌فاز و سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۱۰ کیلوولت باید مورد استفاده قرار گیرد.

چ - سر کابل فضای آزاد با عایقهای چینی از نوع FEL-2Y باید برای کابلهای N2YSY و N2XSY یک‌فاز با ولتاژ اسمی ۲۰ و ۳۰ کیلوولت استفاده شود.

ح - سرکابل فضای آزاد با عایقهای چینی از نوع FFN باید برای کابلهای NKBA و NKBY سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۱۰ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.

خ - سرکابل فضای آزاد با عایقهای شیشه‌ای از نوع FDM باید برای کابلهای NHKBA، NEKEBY، NEKBY، NEKEBA، NEKBA سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۲۰ و ۳۰ کیلوولت به‌کار رود.

د - سر کابلهای داخلی از انواع JAES، JXY-2Y و JKK باید برای کابلهای زیر مورد استفاده قرار گیرد:

ـ کابل از نوع N2XS2Y یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۰/۶، ۲۰/۱۲ و ۳۰/۱۸ کیلوولت.

ـ کابل از نوع 2XSEYFY سه‌هسته با ولتاژ اسمی ۱۰/۶، ۱۵/۸/۷ و ۲۰/۱۲ کیلوولت.

ـ کابل از نوع 2XS2Y یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۵/۸/۷ و ۳۵/۲/۲۰ کیلوولت.

ذ - سر کابل فضای آزاد از نوع FEP باید برای کابلهای 2XSEYFY سه‌هسته با ولتاژ اسمی ۱۰/۶، ۱۵/۸/۷ و ۲۰/۱۲ کیلوولت و نیز کابل N2XS2Y یک هسته با ولتاژ ۱۰/۶ کیلوولت به‌کار رود.

ر - سر کابل فضای آزاد از نوع FEL-2Y باید برای کابلهای N2X2Y یک هسته با ولتاژ اسمی ۲۰/۱۲ و ۳۰/۱۸ کیلوولت و نیز کابلهای 2XS2Y یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۵/۸/۷ و ۳۵/۲/۲۰ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.

ز - سر کابل فشاری داخلی از نوع IAES10 باید برای کابلهای دارای ولتاژ اسمی (۱۲) ۱۰/۶ کیلوولت، با عایقبندی پی ـ وی ـ سی، یک هسته مانند NYHSY و سه هسته مانند NYSEY، و با عایقبندی پلی‌اتیلن تقویت شده یک هسته و سه هسته مانند N(A)2XSY و N(A)2XS(F)2Y مورد استفاده قرار گیرد.

س - سر کابلهای فشاری داخلی از انواع IAE20 و IAE30 باید برای کابلهای دارای ولتاژ اسمی (۲۴) ۲۰/۱۲ و (۳۶) ۳۰/۱۸ کیلوولت، یک هسته، با عایقبندی پلیمری به‌کار رود.

ش - سر کابلهای فشاری فضای آزاد از انواع FAE10 و FAE20 باید برای کابلهای یک هسته، دارای عایقبندی پلیمری، با ولتاژ اسمی (۱۲) ۱۰/۶ کیلوولت مانند N(A)2XS2Y و با ولتاژ اسمی (۲۴) ۲۰/۱۲ کیلوولت مانند N(A)2XSY به‌کار رود.

ص - سر کابلهای فشاری فضای آزاد FAL با ایزولاتور چینی باید برای کابلهای یک هسته با عایقبندی

پلیمری و ولتاژ اسمی (۲۴) ۲۰/۱۲ کیلوولت مانند N(A)2XS2Y و N(A)2XSY مورد استفاده قرار گیرد.

ض ـ سر کابلهای قابل انعطاف حرارتی (Heat-Shrinkable) از نوع داخلی GHKI و فضای آزاد از نوع GHKF باید برای کابلهای دارای عایقبندی پلاستیکی، یک هسته و سه هسته با ولتاژ اسمی (۷/۲) ۶/۶/۳ تا (۳۶) ۳۰/۱۸ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.

ط ـ سر کابلهای قابل انعطاف حرارتی داخلی از نوع GHMI و فضای آزاد از نوع GHMF باید برای کابلهای دارای ولتاژ اسمی (۷/۲) ۶/۶/۳ تا (۱۷/۵) ۱۵/۷/۸ کیلوولت، یک هسته با عایقبندی کاغذی، و سه هسته با عایقبندی کاغذی کمربندی و مسلح مورد استفاده قرار گیرد.

۸ـ۴ـ۳ مفصلها

۸ـ۴ـ۳ـ۱ به‌منظور حفاظت کامل کابلها در محل اتصال به‌یکدیگر باید از مفصلهای کابل استفاده شود تا بتوان محل اتصال مورد نظر را از رطوبت و نیروهای مکانیکی محفوظ نگاهداشت.

۸ـ۴ـ۳ـ۲ مفصل کابل باید در برابر نیروی کششی حفاظت شود، بنابراین مفصل نباید در امتداد کابل قرار گیرد بلکه محورهای کابل و مفصل باید در حدود نیم و یا یک متر از یکدیگر فاصله داشته باشد.

۸ـ۴ـ۳ـ۳ روش مفصل بستن کابل باید برابر دستورالعملهای مندرج در نشریات استاندارد وزارت نیرو یا تولیدکننده کابل انجام شود.

۸ـ۴ـ۳ـ۴ انتخاب نوع مفصل بستگی به‌ساختمان کابل یا کابلهای مورد اتصال، ولتاژ سیستم، تعداد رشته‌ها و روش نصب کابل دارد.

۸ـ۴ـ۳ـ۵ مفصل مستقیم با لوله انعطاف‌پذیر حرارتی[1] WPS، (DIN VDE 0278)

این نوع مفصل دارای یک پوشش حفاظدار[2] شامل نوارهای هادی و عایق مخصوص[3] می‌باشد که حفاظت تماس با استفاده از یک شبکه مسی و حفاظت رطوبی و استحکام مکانیکی به‌وسیلهٔ یک لوله انعطاف‌پذیر حرارتی با پوشش داخلی از مواد درزگیر تأمین می‌شود.

مفصلهای WPS10 ، WPS20 و WPS30 باید برای اتصال کابلهای یک هسته با عایقبندی پلاستیکی و به‌ترتیب ولتاژهای اسمی (۱۲) ۱۰/۶ کیلوولت، (۲۴) ۲۰/۱۲ کیلوولت و (۳۶) ۳۰/۱۸ کیلوولت به‌یکدیگر مورد استفاده قرار گیرد. این‌گونه مفصلها ممکن است در زیر سطح زمین، در هوا و در آب به‌کار برده شود.

۸ـ۴ـ۳ـ۶ مفصل مستقیم پروتولین از نوع PV (با پروتولین ۸۰ و پروتولین ۵۱)

این‌نوع مفصل عمدتاً شامل یک قالب پلاستیکی دو تکه و مقدار متناسبی از ماده رزین ریختگی است. مفصل PV با پروتولین ۸۰ مطابق بخشهای ۱ و ۲ و ۳ از استاندارد DIN VDE 0278 ساخته شده است و باید برای کابلهای پلیمری، پلیمری مسلح یا دارای غلاف سربی و کابلهای کنترل با ولتاژ اسمی (۱/۱) ۱/۶/۰ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.

1– Heat-Shrink 2– Shielded 3– Self-amalgamating tapes

مفصل PV با پروتولین ۵۱ برابر بخش یک از استاندارد DIN VDE 0291 ساخته شده است و باید برای کابلهای زمینی معدنی با ولتاژ (۱/۱) ۱/۶/۰ کیلوولت و (۷/۲) ۶/۶/۳ کیلوولت و همچنین کابلهای پلیمری مانند NYFGY با ولتاژ اسمی (۷/۲) ۶/۶/۳کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد. این نوع مفصلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در آب و در هوا به‌کار برد.

۸ـ۴ـ۳ـ۷ مفصل مستقیم از نوع WP (DIN VDE 0278)

در این نوع مفصل لایه‌های هادی و عایق کابل در محل اتصال با نوارهای مخصوص پوشیده می‌شود و بدین‌ترتیب یک اتصال حفاظ‌دار به‌وجود می‌آید که در یک لوله پلاستیکی پرشده از پروتولین قرار می‌گیرد.

مفصل WP10 باید برای کابلهای دارای عایقبندی پلاستیکی با ولتاژ اسمی (۱۲) ۱۰/۶کیلوولت، یک هسته و سه هسته استفاده شود. مفصلهای WP20 و WP30 باید برای کابلهای یک هسته عایق پلاستیکی با ولتاژ اسمی (۲۴) ۲۰/۱۲ کیلوولت و (۳۶) ۳۰/۱۸ کیلوولت به‌کار رود. این نوع مفصلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در آب و درهوا مورد استفاده قرار داد.

۸ـ۴ـ۳ـ۸ مفصل مستقیم انتقالی از نوع UMP (DIN VDE 0278)

این نوع مفصل دارای محفظه چدنی دو تکه‌ای است که با ماده پروتولین پر می‌شود. محفظه مزبور حفاظت تماسی و استحکام موردنیاز در برابر عوامل خارجی را تأمین می‌کند. مفصل نامبرده باید برای اتصال کابلهای پلیمری با کابلهای عایقبندی شده با کاغذ اشباع شده با ولتاژ (۱۲) ۱۰/۶کیلوولت به‌کار رود. در این نوع مفصل برای جلوگیری از حرکت مواد روان درون کابلهای کاغذی از نوارهای عایقبندی مخصوص در ارتباط با لوله انعطاف‌پذیر حرارتی و دو راهه اتصال فشاری با جداره حایل استفاده می‌شود و مفصل باید قدری پایین‌تر از کابل نصب شود.

۸ـ۴ـ۳ـ۹ مفصلهای انتقالی SM-WP و SM-WPS(DIN VDE 0278)

در این نوع مفصلها هر هادی دارای یک پوشش محافظ[1] می‌باشد که از نظر مکانیکی به‌وسیله یک لوله پلاستیکی حاوی رزین ریختگی پروتولین (در مورد مفصل SM-WP) یا با یک لوله انعطاف‌پذیر حرارتی (در مورد مفصل SM-WPS) محافظت می‌شود. محفظه چدنی خارجی نیز با ماده SP پر می‌گردد. برای جلوگیری از کم‌شدن مواد روان در انتهای کابل، مفصل باید در محلی پایین‌تر از کابل قرار گیرد. اتصالات فشاری با جداره جداکننده نیز مانع از اثر مواد مزبور برطرفی که کابل پلاستیکی قرار دارد می‌گردد.

این نوع مفصلها باید برای اتصال کابلهای سه هسته عایقبندی شده با کاغذ اشباع‌شده با یک غلاف سربی و سه کابل یک هسته پلیمری با ولتاژ اسمی (۲۴) ۲۰/۱۲ کیلوولت و (۳۶) ۳۰/۱۸ کیلوولت مانند N2XSY و NA2XSY و NA2XS(F)2Y به‌کار برده شود.

۸ـ۴ـ۳ـ۱۰ مفصل مستقیم از نوع AMS (DIN VDE 0278)

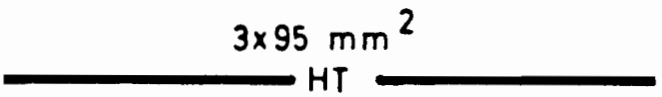
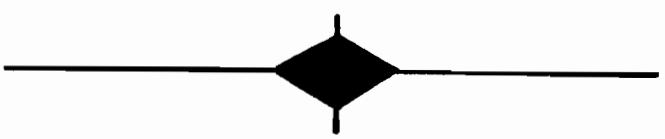
این نوع مفصل دارای بدنه عایقبندی‌شده از جنس لاستیک سیلیکون با حفاظ خارجی استاتیک و عناصر

1– Shield

کنترلی یکپارچه می‌باشد. در این نوع مفصل برای هر مقطع کابل یک بدنه عایقبندی‌شده و یک دوراهه اتصال فشاری ویژه وجود دارد و حفاظت در برابر تماس با استفاده از نوار مسی و سیمهای حفاظتی مسی تأمین می‌شود. حفاظت در برابر نفوذ آب و رطوبت نیز به‌وسیلهٔ یک لوله ضخیم از نوع انعطاف‌پذیر حرارتی و ماده درزگیر ترموپلاستیک تأمین می‌گردد. این نوع مفصل باید برای اتصال کابلهای پلیمری یک هسته با ولتاژهای (۱۲) ۱۰/۶ کیلوولت و (۲۴) ۲۰/۱۲ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد. مفصلهای نامبرده را ممکن است در زیرزمین، در آب و در هوا مورد بهره‌برداری قرار داد.

۸ـ۵ نشانه‌های الکتریکی کابلهای فشار متوسط در جدول ۸ـ۳ ارائه شده است.

جدول ۸ ـ ۳ نشانه‌های الکتریکی کابلهای فشار متوسط

شـــرح	نشانـه
نصب کابل به‌صورت روکار روی دیوار و یا سقف	
نصب کابل روی سینی کابل و یا راک	
نصب کابل به‌صورت آویز	
نصب کابل در کانال خاکی	
کابل زیرآبی	
نشان‌دهندهٔ تعداد و سطح مقطع اسمی کابل	
سر کابل	
جعبه مفصل ساده	
جعبه مفصل سه‌راهی (انشعاب)	
جعبه مفصل چهارراهی (انشعاب)	

فصل ۹
مولدهای برق

۹-۱ کلیات و تعاریف

۹-۱-۱ سیستم برق اضطراری

سیستمی است که در مواقع قطع جریان برق عادی با استفاده از یک یا چند مولد برق (معمولاً موتور دیزل و ژنراتور) یا مجموعه‌ای از باتریها در موارد مجاز، نیروی برق مورد نیاز بخشهای معینی از ساختمان یا مجموعه را تأمین نماید. این‌گونه سیستمها با توجه به‌نوع کاربرد ممکن است با راه‌اندازی دستی، خودکار، با وقفه کوتاه یا بدون وقفه باشد.

۹-۱-۲ سیستم برق بدون وقفه (UPS)

سیستمی است که نیروی برق متناوب اولیه را در برابر هرگونه قطع جریان و نوسانات ولتاژ و فرکانس حفاظت می‌کند.

۹-۱-۳ طبقه‌بندی

به‌طور کلی مولدهای برق (دیزل ـ ژنراتور) به‌اعتبار نوع کاربرد و زمان بهره‌برداری به‌شرح زیر طبقه‌بندی می‌شود:

الف ـ **نوع کاربرد:** مولدهای برق ممکن است برای تولید برق اصلی به‌عنوان مولد برق دایمی، یا به‌صورت موازی با شبکه برق اصلی، و یا به‌منظور تولید نیروی برق اضطراری مورد استفاده قرار گیرد.

ب ـ **زمان بهره‌برداری:** مولدهای برق ممکن است برای بهره‌برداری مدت محدود و یا نامحدود طراحی و ساخته شود.

۹-۱-۴ مطالب مندرج در این فصل شامل مشخصات فنی لازم برای تهیه و نصب دستگاه کامل مولد برق دایمی یا اضطراری به‌همراه کلیه منضمات و متعلقات مربوطه می‌باشد.

۹-۱-۵ دستگاه موردنظر باید مستقل از سیستم نیروی برق اصلی (برق شهر) عمل نموده و در عین حال بتوان آن را بدون هیچ مشکلی و با پایداری مطلق با برق اصلی به‌صورت موازی مورد استفاده قرار داد.

۹-۱-۶ کلیهٔ وسایل، لوازم و تجهیزات مورد استفاده در مولدهای برق دایمی یا اضطراری باید برابر

استانداردهای آی ـ ای ـ سی یا یکی از استانداردهای معتبر جهانی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۹ ـ ۱ ـ ۷ میزان حفاظت افراد در برابر تماس با قسمتهای برقدار یا متحرک و همچنین درجه حفاظت دستگاه در برابر ورود آب و اجسام صلب خارجی به‌داخل آن باید براساس طبقه‌بندی و توصیه‌های مندرج در جدیدترین نشریات کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک که در زمان تهیه این مشخصات فنی نشریه IEC-34-5 ، قسمت پنجم «طبقه‌بندی درجه حفاظت برای بدنه خارجی ماشینهای دوار» می‌باشد تعیین و مشخص شود. برای سهولت مراجعه، طبقه‌بندی IEC براساس نشریه ۵ـ۳۴ آن در پیوست ۱ ارائه شده است.

رقم مشخصهٔ اول IP که در جدول ۹ ـ ۲ بیان شده است شامل دو نوع حفاظت به‌شرح زیر می‌باشد:

الف ـ حفاظت اشخاص در برابر تماس یا نزدیک شدن با قسمتهای برق‌دار یا متحرک در داخل دستگاه که شامل تماس غیرمستقیم به‌وسیله دخول ابزار و غیره نیز می‌باشد.

ب ـ حفاظت خود دستگاه در برابر ورود اجسام خارجی جامد مانند ابزار، گرد و خاک و غیره.

رقم مشخصه دوم IP حفاظت در برابر ورود قطرات مایعات مانند آب است که در جدول ۹ ـ ۳ درج شده است.

۹ ـ ۱ ـ ۸ موتور دیزل، ژنراتور و تابلوی برق هر کدام باید دارای یک صفحه یا پلاک ماندگار شامل نام و آدرس سازنده، تاریخ ساخت، شماره سریال و مشخصات پارامترهای فنی اصلی مربوطه به‌دو زبان فارسی و انگلیسی باشد.

۹ ـ ۱ ـ ۹ موتور و ژنراتور باید به‌طور کامل توسط کارخانه سازنده روی شاسی یک پارچه و به‌طور مستقیم و یا به‌وسیله اتصال قابل انعطاف به‌هم کوپله شده باشد. ماده به‌کار رفته برای اتصال قابل انعطاف باید در برابر هیدروکربنها مقاوم باشد تا روغن و سوخت آن را از بین نبرد. همچنین دستگاه مذکور باید دارای محافظ کوپلینگ و لرزه‌گیرهای مناسب باشد.

۹ ـ ۱ ـ ۱۰ افزایش یا کاهش میزان بار موتور نباید موجب خوردگی در یاتاقان ژنراتور شود.

۹ ـ ۱ ـ ۱۱ پس از کوپله شدن موتور و ژنراتور به‌صورت مستقیم، ژنراتور باید نیروی میل‌لنگ را بدون اعمال نیروهای مخالف مکانیکی و الکتریکی بپذیرد.

۹ ـ ۱ ـ ۱۲ دفترچه حاوی دستورالعملهای مربوط به‌راه‌اندازی، کار، نگهداری و تعمیرات دستگاهها باید حداقل در دو جلد به‌دو زبان فارسی و انگلیسی براساس کاتالوگهای کارخانه سازنده تهیه و تدوین شود.

۹ ـ ۱ ـ ۱۳ وسایل و لوازم یدکی موردنیاز باید طبق فهرست کارخانه سازنده و تأیید مشاور حداقل برای مدت دو سال پیش‌بینی و تأمین شود.

۹ ـ ۲ موارد استفاده از نیروی برق اضطراری و سیستم برق بدون وقفه

۹ ـ ۲ ـ ۱ در موارد زیر، برای تأمین مصارف اضطراری و ایمنی، باید نیروی برق به‌کمک مولدهایی که معمولاً نیروی محرک آن موتورهای دیزل است، در محل تولید شود:

الف ـ ساختمانهای مسکونی با بیش از چهار طبقه از کف زمین و مجهز به‌آسانسور؛

ب - ساختمانهای عمومی که نوع فعالیت آن به‌گونه‌ای است که قطع برق ممکن است خطر یا خسارات جبران‌ناپذیری بیافریند. ساختمانهای عمومی دارای شرایط بند (الف)؛

پ - بیمارستانها و مراکز بهداشتی با توجه به‌نوع فعالیت آن. سیستم برق اضطراری بیمارستانها شامل مولدهای برق اضطراری و تابلوهای مربوط به‌آن و همچنین کلیه مواردی که باید از سیستم مزبور تغذیه شود شامل دستگاههای مختلف پزشکی و غیرپزشکی، آسانسورها، تأسیسات بهداشتی و مکانیکی، پریزهای عمومی و اختصاصی برق، چراغهای روشنایی و ایمنی، و غیره، باید مطابق مشخصات فنی و دستورالعملهای مندرج در نشریه شماره ۸۹ سازمان برنامه و بودجه زیر عنوان «مشخصات فنی تأسیسات برق بیمارستان» طراحی و اجرا شود.

ت - سردخانه‌های بزرگ؛

ث - مراکز صنعتی که قطع برق طولانی مدت در آن ممکن است موجب خسارت جبران‌ناپذیر شود.

ج - هر نوع ساختمان یا مجموعه یا مرکز دیگری که به‌تشخیص مقامات ذیصلاح باید دارای نیروگاه اضطراری باشد.

۹-۲-۲ عمده‌ترین موارد تأمین نیروی برق با استفاده از سیستم برق اضطراری در ساختمانها به‌قرار زیر است:

- تأمین روشنایی برای خروج ایمن و جلوگیری از ایجاد وحشت و هراس در ساختمانهای عمومی مانند بیمارستانها و مراکز درمانی، هتلها، سینماها، مراکز ورزشی و مانند آن.
- تأمین نیروی برق برای سیستم تهویه در مواردی که برای حفاظت از جان انسان ضروری است.
- تغذیه سیستم ردیابی و اعلام حریق
- تأمین برق آسانسورها
- نیرورسانی به‌پمپهای آتش‌نشانی
- تأمین برق سیستمهای ارتباطی ایمنی عمومی
- تأمین نیروی برق برای فرایندهای صنعتی که قطع برق موجب به‌مخاطره افتادن زندگی یا تندرستی انسان شود و یا موجب خسارت به‌ماشین آلات و فرآیندهای نامبرده گردد.

۹-۲-۳ موارد استفاده از سیستم برق بدون وقفه: در مواردی که عملکرد کلیدهای انتقال بار، راه‌اندازی یا توقف موتورها، اثرات القایی رعد و برق و عوامل بی‌شمار دیگر باعث قطع جریان برق و ایجاد نوسانات ولتاژ و فرکانس شده و موجب بروز اختلال در کار سیستمهای کامپیوتر و میکروپروسسورها می‌شود باید از سیستم برق بدون وقفه استفاده شود.

۹-۳ استاندارد و مشخصات فنی مولدهای برق

۹-۳-۱ موتور دیزل

۹-۳-۱-۱ موتور دیزل یا با سوخت گازی باید برطبق مشخصات مندرج در استانداردهای ISO 3046 ، DIN 6271 ، DIN 6280 و BS 5514 یا یکی از استانداردهای شناخته شدهٔ بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۹-۳-۱-۲ موتور دیزل باید از نوع زمینی[1] چهار سیلندر یا بیشتر، از نوع V یا در یک ردیف با سوخت‌رسانی از نوع انژکتوری مستقیم و مجهز به گاورنر هیدرولیکی، مکانیکی، یا الکتریکی باشد.

۹-۳-۱-۳ موتور باید با توجه به‌مشخصات زیر و شرایط محیطی موردنظر قابل بهره‌برداری باشد:

الف - اضافه‌بار ۱۰ درصد برای یک ساعت در هر ۱۲ ساعت

ب - ارتفاع از سطح دریا پارامترهای ب، پ و ت با توجه به‌شرایط محل نصب و بهره‌برداری دیزل ژنراتور تعیین می‌شود.

پ - درجه حرارت محیط

ت - رطوبت نسبی

ث - سرعت (حداکثر) ۱۵۰۰ دور در دقیقه

ج - متوسط فشار مؤثر:

۱- در حالت طبیعی 85 Psi

۲- در حالت سوپر شارژ 135-160 Psi

۹-۳-۱-۴ سیستم راه‌انداز موتور مولدهای برق دایمی با بار سبک و کلیه مولدهای برق اضطراری باید مستقیماً از طریق باتری باشد.

۹-۳-۱-۵ موتور باید مجهز به‌سیستم استارت الکتریکی ۲۴ ولت با ظرفیت کافی (حداقل سه استارت پشت سرهم و بدون شارژ) بوده و چرخ طیار در هر موقعیتی باشد بتوان موتور را روشن نمود.

۹-۳-۱-۶ برای روشن کردن موتور نباید احتیاج به‌تنظیم چرخ طیار و یا هر وسیله دیگر باشد.

۹-۳-۱-۷ یک سری کامل از باتریهای اسید - سرب با راک باتری مربوطه و همچنین کابلهای موردنیاز با اندازه و طول کافی برای استفاده از باتریها و کابلشوهای مربوطه باید پیش‌بینی و تأمین شود.

۹-۳-۱-۸ یک دستگاه شارژ کننده باتری اتوماتیک به‌صورت واحد جداگانه و مستقل، یا ساخته و نصب شده در داخل تابلوی کنترل باید تأمین شود، به‌طوری که این شارژ کننده با برق ۲۲۰ ولت عمل نموده و باتریهای دستگاه را در موقع خاموش بودن مولد از طریق برق شهر همواره در حالت شارژ باقی نگاه دارد.

۹-۳-۱-۹ در موتورهایی که برای تحمل بار سنگین واحدهای دایمی در نظر گرفته می‌شود ممکن است به‌جای سیستم استارت الکتریکی از سیستم هوای فشرده استفاده گردد.

۹-۳-۱-۱۰ دستگاه تولید هوای فشرده باید شامل شیر راه‌انداز، مخزن یا مخازن هوای فشرده، کمپرسور روی موتور و یک کمپرسور مستقل بنزینی یا الکتریکی جداگانه با ظرفیت کافی باشد.

۹-۳-۱-۱۱ سیستم خنک کردن آب برای دستگاههای مولد برق با بار سبک باید از نوع رادیاتور و فن، که باتسمه پروانه کار می‌کند، و برای دستگاههای با بار سنگین باید از نوع مبدل حرارتی به‌انضمام لوله‌ها، و پمپهای مورد لزوم، انتخاب شود.

۹-۳-۱-۱۲ رادیاتور یا مبدل حرارتی، باید از نوع پردوام بوده و دارای ظرفیت خنک کنندگی کافی برای ۱۰ درصد اضافه‌بار موتور در حرارت ۴۰ درجه سانتیگراد باشد.

۹-۳-۱-۱۳ رادیاتور یا مبدل حرارتی مورد استفاده در مناطق گرمسیری باید از نوع مخصوص مناطق حاره بوده و برای کار در درجه حرارت محیطی ۵۰ درجه سانتیگراد ساخته شده باشد.

1- Stationary

۹-۳-۱-۱۴ در مواردی که نصب مولدهای برق در داخل ساختمان صورت می‌گیرد باید از امکان تهویه کافی به‌صورت طبیعی یا با ایجاد فشار هوا اطمینان حاصل شود. میزان هوای موردنیاز برای خنک کردن سیستم رادیاتور و فن حدوداً ۸۰ الی ۱۳۵ متر مکعب در ساعت به‌ازای هر کیلووات ممکن است درنظر گرفته شود.

۹-۳-۱-۱۵ سیستم هوای ورودی باید دارای فیلتر هوا از نوع خشک، که در ضمن تقلیل دهنده صدا نیز می‌باشد، بوده و به‌منظور حفاظت قسمتهای مختلف موتور از گرد و خاک و غبار مستقیماً روی دریچه ورودی هوا روبروی رادیاتور نصب شود.

۹-۳-۱-۱۶ سیستم روغن موتور باید در یک فشار ثابت و از پیش تعیین شده عمل کند و این امر به‌وسیله پمپهای روغن موتور و دریچه‌های مربوطه و وسایل فشار صورت پذیرد.

۹-۳-۱-۱۷ سیستم روغن باید دارای حفاظت اتوماتیک باشد به‌گونه‌ای که در صورت افت فشار روغن از حد تعیین شده با اعلام خطر موتور را متوقف سازد..

۹-۳-۱-۱۸ در سیستم روغن موتور باید خنک‌کننده روغن و فیلترهای روغن مناسب قابل تعویض پیش‌بینی شود.

۹-۳-۱-۱۹ بدنه سیلندر و کارتر موتور باید از چدن درجه یک و ترجیحاً یک تکه ساخته، و به‌گونه‌ای طراحی شده باشد که ازحداکثر استحکام و پایداری آن اطمینان حاصل شود. موتور، آلترناتور و مبدل حرارتی روغنی و کلیه ملحقات مربوطه باید بر روی یک پایه فولادی قرار گیرد. پایه باید به‌گونه‌ای مستحکم شده باشد که درهنگام کار دستگاه نیروی اضافی به‌خود دستگاه و دیگر قسمتها منتقل نشود. سیلندرها باید از نوع بوشن‌دار قابل تعویض بوده و از بالا قابل خارج نمودن باشد. بوشن‌ها باید از نوع تراز جنس چدن اصل با اتصال فلز به‌فلز در قسمت بالا بوده و در انتهای آزاد آب‌بندی شود به‌نحوی که انبساط آزاد آن امکان‌پذیر باشد. برای جلوگیری از نشت آب موتور از قسمت بوشن سیلندر باید پیش‌بینیهای لازم انجام شده باشد. درهای انفجار اتوماتیک باید فنری بوده و مجهز به‌محفظه مناسب باشد. در صورت انفجار داخلی، این درها باید فشار اضافی را آزاد نماید. برای دسترسی به‌کلیه قسمتهای داخلی موتور باید پوششهای بزرگ برای بازبینی و بازرسی پیش‌بینی و تأمین شود.

۹-۳-۱-۲۰ هر سیلندر باید دارای سرسیلندر مجزا از جنس چدن بوده و مجهز به‌سوپاپهای ورودی، خروجی و اطمینان و فارسونکا باشد. سرسیلندرها باید دارای پوششهای قابل برداشت به‌منظور تمیزکردن مسیر آب از جرمها و مواد ته‌نشین شده باشد.

۹-۳-۱-۲۱ سوپاپهای ورودی و خروجی باید از آلیاژ فولاد بوده و آبکاری و سخت شده باشد. نشیمنگاه و گیت سوپاپ باید قابل تعویض بوده و در برابر حرارت و خراشیدگی مقاوم باشد. طرح محور و گیت سوپاپ باید طوری باشد که اگر چه چکشک و انگشتانه سوپاپ و غیره تحت فشار روغنکاری می‌شود ولی به‌هیچ وجه روغن به‌داخل سرسیلندر نشت نکند.

۹-۳-۱-۲۲ میل‌لنگ باید از آلیاژ فولاد چکش‌کاری شده یکپارچه، با طرحی مقاوم ساخته شده باشد و قسمتهای سرمحور و لنگ آن باید نسبت به یاتاقان مربوطه با دقت و تولرانس کم تراشکاری شده باشد. میل‌لنگ همچنین باید از لحاظ استاتیکی و دینامیکی کاملاً بالانس باشد و ارتعاش طبیعی حاصل از پیچش باید کاملاً خارج محدوده سرعت موتور باشد.

۹-۳-۱-۲۳ یاتاقان اصلی باید دارای پشت‌بند فولادی با سطح تمام شده صیقلی و از ماده کاملاً مقاوم در برابر خستگی و برای شرایط بهره‌برداری سخت طراحی شده باشد. یاتاقان اصلی باید به‌آسانی قابل تعویض

بوده و برای کار مداوم و بدون اشکال ضمانت شود.

۹-۳-۱-۲۴ پیستون باید از آلیاژ سبک یا از چدن فشرده بوده و دارای رینگهای احتراق، کمپرس و روغن باشد. گژن‌پین باید کاملاً در داخل بدنه پیستون قرار گرفته و به‌نحوی محکم شده باشد که جابجا نشود. شاتون باید از فولاد چکش‌کاری شده بوده و دارای یاتاقانهای بزرگ همانند یاتاقانهای اصلی همراه با بوشهای کوچک از جنس فسفر و برنز و یا جنس مشابه با پشت‌بند فولادی باشد. کلیه پیستونها و شاتونها باید کاملاً میزان (بالانس) شده باشد. چنانچه قطعات مجموعه پیستونها[1] کاملاً قابل جابه‌جایی با یکدیگر نباشد، برای سهولت شناسایی، هر کدام باید به‌درستی و روشنی علامت‌گذاری شده باشد.

۹-۳-۱-۲۵ میل بادامک باید از جنس سخت و بادوام ساخته شده و به‌وسیله چرخ‌دنده به‌میل‌لنگ وصل، و برای سرویس یا تعویض به‌آسانی قابل برداشت باشد. برای تنظیم و فیلرگذاری سوپاپ و همزمان کردن پمپ[2] باید پیش‌بینیهای لازم شده باشد.

۹-۳-۲ تابلوی وسایل اندازه گیری موتور

۹-۳-۲-۱ تابلوی وسایل اندازه‌گیری موتور باید در کنار موتور دیزل بر روی یک پایه، یا بر روی شاسی دیزل نصب شود.

۹-۳-۲-۲ تابلو باید از نوع بسته بوده و از ورق فولادی با ضخامت ۲ میلیمتر ساخته شده و وسایل سنجش به‌صورت توکار بر روی آن نصب شود.

۹-۳-۲-۳ صفحه پشت تابلو باید قابل برداشت باشد تا دسترسی به‌وسایل داخل آن برای تعمیر و نگهداری به‌سهولت انجام شود.

۹-۳-۲-۴ کلیه وسایل سنجش لازم باید در تابلو نصب شود. تابلو باید چنان طراحی شده باشد که سیمکشی وسایل ایمنی موتور و ژنراتور به‌آن و همچنین وسایل فرمان و سیگنال بین موتور و تابلو کنترل الکتریکی به‌آسانی امکان‌پذیر باشد.

۹-۳-۲-۵ در مواردی که اتصال سیمها به‌وسایل سنجش در تابلو به‌طور مناسبی مقدور نباشد باید جعبه تقسیمی برای این منظور تعبیه شده و کلیه اتصالات در آن انجام و سپس از آنجا به‌تابلو کنترل برده شود.

۹-۳-۲-۶ وسایلی که باید بر روی تابلو موتور نصب شود به‌قرار زیر است لیکن هر نوع وسیله دیگری که برای نشان‌دادن وضعیت کار موتور لازم باشد و در فهرست زیر ذکر نشده است نیز باید تهیه و برروی تابلو مزبور نصب شود:

فشارسنج روغن، حرارت‌سنج روغن، حرارت‌سنج آب ورودی به‌موتور، حرارت‌سنج آب خروجی از موتور، خلاءسنج محفظه میل‌لنگ، فشارسنج هوای ورودی به‌موتور، سرعت‌سنج موتور با پیش‌بینیهایی برای ارسال سیگنال به‌تابلو کنترل، حرارت‌سنج اگزوز موتور با سلکتور برای تعیین درجه حرارت خروجی از هر سیلندر و درجه حرارت ورودی و خروجی توربورشارژ و نیز پیش‌بینیهایی برای ارسال سیگنال به‌تابلو کنترل الکتریکی.

۹-۳-۲-۷ سیگنالها باید به‌دستگاه اعلام‌خطر و دستگاه قطع کار ماشین داده شود. وسایل سنجش سرعت و درجه حرارت اگزوست باید الکتریکی باشد ولی سایر وسایل ممکن است از نوع برقی و یا غیر از آن باشد.

1– Piston assemblies 2– Timing

۹ـ۳ـ۲ـ۸ کلیهٔ سیمکشیهای وسایل ایمنی، سیگنالها و غیره باید به‌وسیله کابلهای قابل انعطاف از درون کمترین تعداد لوله‌های قابل انعطاف و مقاوم در برابر نشت آب و روغن، از واحدهای دیزل ژنراتور به تابلو وسایل اندازه‌گیری موتور یا جعبه تقسیم انتهایی وصل شود. سیمکشی باید کدگذاری و شماره‌گذاری شده و در هر دو انتها دارای ترمینال باشد.

۹ـ۳ـ۳ سیستم اگزوست موتور و دودکش

۹ـ۳ـ۳ـ۱ سیستم اگزوست موتور باید شامل لوله‌کشی و ایزولاسیون از موتور تا خارج ساختمان بوده و دارای اتصالات قابل انعطاف، زانوها، لوله مستقیم، تقلیل‌دهنده‌های صدا، دریچه هوا و غیره باشد. در صورت لزوم برای کاهش صدای اگزوست موتور باید از چاه استفاده شود. لوله دودکش در داخل ساختمان باید کاملاً با مواد عایق مقاوم در برابر حرارت پوشانده شود.

۹ـ۳ـ۳ـ۲ دودکش باید از لبهٔ بام ساختمان محل استقرار آن بلندتر باشد به‌گونه‌ای که فاصله بین مرکز قاعده یک مخروط فرضی وارونه با محور قائم، که رأس آن در نقطه خروج دود به‌فضای آزاد قرار دارد، و ساختمانهای مجاور (اعم از مسکونی، تجاری یا عمومی) حداقل ۵۰ متر باشد.

۹ـ۳ـ۴ سیستم سوخت

۹ـ۳ـ۴ـ۱ شرایط عمومی

الف ـ نوع سوخت موردمصرف موتور دیزل باید مطابق مشخصات گازوییل شرکت ملی نفت ایران باشد.

ب ـ مخازن سوخت باید برابر مقررات شرکت ملی نفت ایران و دیگر مقررات ایمنی طراحی و ساخته شود.

پ ـ در مناطق سردسیر به‌منظور جلوگیری از سخت شدن یا یخ زدن گازوییل، سیستم سوخت باید مجهز به‌پیش‌گرمکنهای الکتریکی باشد.

۹ـ۳ـ۴ـ۲ منبع سوخت روزانه

الف ـ منبع سوخت روزانه باید دارای ظرفیت کافی برای حداقل ۸ ساعت کار دایم دستگاه در حالت بار کامل باشد.

ب ـ مخزن یادشده باید کاملاً محصور شده و مجهز به‌وسایل اندازه‌گیری مانند وسیله اندازه‌گیری سطح مایع، لوله‌های اتصال به‌پمپ سوخت و نیز لوله‌های تهویه هوا و انتقال مایع باشد.

پ ـ در مسیر انتقال سوخت، قبل از پمپ سوخت موتور، باید صافیهای مناسب وجود داشته باشد.

ت ـ پمپهای سوخت موتور که به‌وسیله موتور کار خواهد کرد باید در کلیه شرایط مشخص شده دستگاه قابل استفاده باشد.

ث ـ برای جلوگیری از تجمع فشار اضافی در داخل منبع، باید یک شیر تخلیه پیش‌بینی شود.

ج ـ منبع سوخت باید حتی‌الامکان در ارتفاع بالاتر از دستگاه موتور نصب شود.

۹ـ۳ـ۴ـ۳ منبع سوخت ذخیره

الف ـ برای ذخیره سوخت باید یک منبع ذخیره با ظرفیت سوخت حداقل ۱۵ شبانه‌روز کار، با کلیه لوازم مربوطه مانند لوله و دریچه پرشدن، نشان دهنده سطح سوخت، لوله‌های تهویه هوا و انتقال مایع و غیره پیش‌بینی شود.

ب ـ برای انتقال سوخت از منبع سوخت ذخیره به‌منبع روزانه علاوه بر پمپ برقی که به‌طور خودکار عمل می‌کند باید امکان استفاده از پمپ دستی نیز وجود داشته باشد.

پ ـ سطح خارجی منبع ذخیره باید برای نصب در داخل زمین به‌طور مناسب رنگ و حفاظت شود.

۹ـ۳ـ۵ ژنراتور

۹ـ۳ـ۵ـ۱ ژنراتور باید برطبق مشخصات مندرج در استانداردهای IEC 34، BS 4999، BS 5000 و VDE 0530، یا یکی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرارگرفته باشد.

۹ـ۳ـ۵ـ۲ ژنراتور باید به‌طور مستقیم یا قابل انعطاف به‌چرخ طیار موتور کوپله شده و برای کار با موتور دیزل که در بند ۹ـ۳ـ۱ شرح داده شده است مناسب باشد.

۹ـ۳ـ۵ـ۳ ژنراتور سه‌فاز دارای مشخصات زیر است:

قدرت خروجی اسمی	مطابق نقشه‌های تفضیلی
ضریب قدرت	۰/۸ ـ تأخیر فاز
فرکانس	۵۰ سیکل در ثانیه
ولتاژ خروجی زیربار	۳۸۰/۲۲۰ ولت
حداکثر درجه حرارت محیط	۵۰ درجه سانتیگراد
حداکثر درجه حرارت ژنراتور	۴۰ درجه سانتیگراد
اضافه بار	۱۰ درجه برای یک ساعت در هر ۱۲ ساعت کار دستگاه
حداکثر مقدار هارمونیک	۵ درصد
فاصله زمانی اتصال کوتاه	۳ ثانیه

۹ـ۳ـ۵ـ۴ ژنراتور باید از نوع بدون ذغال بوده و با تحریک‌کننده اتوماتیک و ضد پارازیت رادیویی و ضد رطوبت و گرد و غبار مجهز باشد.

۹ـ۳ـ۵ـ۵ ژنراتور باید مجهز به‌رگولاتور ولتاژ تمام اتوماتیک با تنظیم ولتاژ ۲/۵ ± درصد از حالت بدون بار تا بار کامل و دارای رگولاتور دستی با تنظیم ولتاژ ۵٪ ± و در مواقع لزوم با ظرفیت استارت ۱/۵ برابر جریان نامی باشد.

۹ـ۳ـ۵ـ۶ ژنراتور باید جریان بارکامل را به‌طور مداوم و تحت ولتاژ نامی و فرکانس نامی تأمین نماید. ایزولاسیون روتور[1] باید از نوع کلاس F و ایزولاسیون استاتور[2] از نوع کلاس B باشد.

۹ـ۳ـ۵ـ۷ سیم خنثی در ژنراتور باید مستقیماً به‌سیم اتصال زمین در تابلو کنترل متصل شود.

۹ـ۳ـ۵ـ۸ ژنراتور باید در سرعت ۱۲۵ درصد سرعت نامی دارای کارکرد مطمئن و ایمن باشد.

1– Rotor 2– Stator

۹ـ۳ـ۶ تابلو کنترل الکتریکی

۹ـ۳ـ۶ـ۱ تابلو کنترل الکتریکی باید قابلیت راه‌اندازی کامل اتوماتیک سیستم دیزل ـ ژنراتور را درهنگام قطع برق اصلی و قطع آن در زمان بازگشت برق اصلی و نیز آماده به‌کار نگاه داشتن آن برای راه‌اندازی مجدد دارا باشد. تابلو مزبور همچنین باید امکان قطع و وصل دستی دیزل ـ ژنراتور را نیز در اختیار قرار دهد. دیزل ـ ژنراتور باید قبل از اتصال به‌بار به‌ولتاژ و سرعت مناسب رسیده باشد.

۹ـ۳ـ۶ـ۲ مشخصات کنتاکتورهای مورد استفاده در تابلوی کنترل الکتریکی باید براساس استانداردهای ۳۱۷۹ و ۳۱۸۰ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، IEC 158-1 و IEC 158-1C و یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۹ـ۳ـ۶ـ۳ تابلوی کنترل الکتریکی باید از ورق فولادی ساخته شده و از نوع بسته و ایستاده بوده و به‌نحوی طراحی شده باشد که از دو طرف با تابلوهای مشابه قابل توسعه باشد.

۹ـ۳ـ۶ـ۴ تابلو به‌طور معمول باید مجهز به‌وسایل زیر باشد:

الف ـ شمش مسی ممتد برای جریان موردنیاز با توجه به‌ضوابط مندرج در فصل پنجم.

ب ـ کلید اتوماتیک هوایی مجهز به‌رله‌های حرارتی بار اضافی و رله‌های مغناطیسی اتصال کوتاه.

پ ـ دستگاهها و ابزار اندازه‌گیری و ثبت مقادیر برای مولد برق برحسب نیاز، مانند ترانسفورماتور جریان، آمپرمتر، ولت‌متر، کیلووات متر، دستگاه سنجش ضریب قدرت و فرکانس‌سنج، کلید سلکتور ولت‌متر و آمپر، و چراغهای سیگنال.

ت ـ تنظیم‌کننده ولتاژ رئوستای دستی و اتوماتیک.

ث ـ دستگاههای اندازه‌گیری برای تحریک‌کننده برحسب نیاز.

ج ـ جعبه‌های انتهایی برای کابلهای اصلی و فرمان

چ ـ شارژکننده باطری و آمپرمتر در صورت لزوم و نیز سیستم اعلام خطر

ح ـ سیمکشی و کلیدهای موردنیاز برای موازی کردن دستگاههای مولد برق.

۹ـ۳ـ۷ مشخصات فنی اضافی برای مولدهای برق اضطراری

۹ـ۳ـ۷ـ۱ موتور باید مجهز به‌گرمکن اتوماتیک برای گرم کردن آب درون سیلندرهای موتور تا حداقل ۶۰ درجه سانتیگراد و یا در مورد مجموعه دیزلهای بزرگ، گرم‌کن روغنی با گردش روغن گرم تحت فشار باشد.

۹ـ۳ـ۷ـ۲ سیستم راه‌اندازی مورد استفاده برای مولدهای برق اضطراری باید از نوع خودکار باشد ولی امکان راه‌اندازی دستی نیز برای موارد لزوم و یا هنگام آزمایش سیستم باید پیش‌بینی شود.

۹ـ۳ـ۷ـ۳ به‌منظور پیشگیری از شروع به‌کار نابهنگام مولد برق اضطراری به‌طور اتوماتیک در مواقعی که برق اصلی (برق شهر) دایر می‌باشد باید یک سیستم حفاظتی که مانع عملکرد ترانسفرسوییچ در این‌گونه موارد شود در تابلو پیش‌بینی و نصب گردد.

۹ـ۳ـ۷ـ۴ تابلوی کنترل که شامل ترانسفر سوییچ و راه‌انداز اتوماتیک برای مولد برق اضطراری خواهد بود، باید در صورت روشن نشدن دستگاه، مرحلهٔ استارت را سه‌بار تکرار و سپس به‌کلی متوقف و سیستم اعلام خطر را به‌کار اندازد.

۹ـ۳ـ۷ـ۵ سیستم استارت اتوماتیک باید در صورت قطع جریان برق اصلی با تأخیر زمان عمل کرده و پس از روشن

شدن دستگاه در هر مرحله عمل استارت زدن را قطع کند.

۹-۳-۷-۶ رله کنترل فاز دستگاه باید به‌طریقی عمل کند که در موقع قطع جریان برق شهر یا قطع هر یک از فازها و یا ضعیف‌شدن فازها به‌اندازه کمتر از ۸۵ درصد ولتاژ نامی، دستگاه را در مدت ۳ الی ۱۰ ثانیه به‌کار انداخته و خط اصلی را از مدار خارج کند.

۹-۳-۷-۷ رله کنترل ولتاژ باید پس از برگشت نیروی برق اصلی به‌میزان حداقل ۹۰٪ ولتاژ نامی یا بیشتر عمل کرده و مدار مصرف را پس از ۳ تا ۱۵ دقیقه تأخیر زمانی (قابل تنظیم) به‌برق اصلی (برق شهر) منتقل کند. دیزل ژنراتور پس از انتقال بار به‌برق شهر باید برای مدت ۵ الی ۱۰ دقیقه بدون بار به‌کار ادامه داده و سپس به‌طور خودکار خاموش و برای شروع به‌کار مجدد در صورت قطع جریان برق اصلی آماده شود.

۹-۳-۸ دستگاه سنکرونیزاسیون (همزمانی)

۹-۳-۸-۱ برای اتصال مولدهای برق با یکدیگر به‌صورت موازی باید از دستگاه سنکرونیزاسیون (همزمانی) استفاده شود. این دستگاه شامل دو عدد ولت‌متر، فرکانس‌سنج دوبل، سنکرونوسکوپ و دو عدد لامپ سنکرونیزاسیون که باید طبق نقشه‌های مربوط سیمکشی و نصب شود.

۹-۴ اصول و روشهای نصب

۹-۴-۱ محل استقرار مولدهای برق باید حتی‌المقدور در نزدیکی مرکز بار انتخاب شود. مولدهای برق اضطراری باید در جوار سیستم برق عادی (ساختمان پست برق فشار قوی)، در اطاق مجزا از سایر قسمتهای پست مزبور نصب شود.

۹-۴-۲ محل نصب نیروگاه باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که از نظر ایجاد لرزش، دود و سر و صدا هیچ‌گونه اثر نامطلوبی بر سایر فعالیتهای محل و محیط اطراف آن نداشته باشد.

۹-۴-۳ به‌طور کلی فونداسیون مولدهای برق باید مستقل از پی ساختمان و مجهز به‌لرزه‌گیرهای مناسب محل استقرار باشد و آسیبی به‌پیهای بنا نرساند.

۹-۴-۴ در مواردی که مولدهای برق با قدرت کمتر از ۱۵۰ کیلووات مورد استفاده قرار می‌گیرد باید برطبق نقشه‌های تفضیلی کارخانه سازنده از فونداسیون یک لایه (و یا دو لایه) استفاده شود.

۹-۴-۵ در مواردی که مولدهای برق با قدرت ۱۵۰ کیلووات و بیشتر به‌کار می‌رود باید براساس نقشه‌های تفضیلی کارخانه سازنده از فونداسیون دو لایه استفاده شود. به‌عبارت دیگر، در این گونه موارد باید ابتدا اطراف فونداسیون اصلی، که مولد بر روی آن قرار می‌گیرد، کانالی به‌عرض ۵ سانتیمتر و عمق ۲۵ تا ۷۵ سانتیمتر (برحسب قدرت مولد) ایجاد و سپس فونداسیون دوم با عرض مناسبی ریخته شود.

۹-۴-۶ مولدهای برق باید در محلهای خشک و بدون رطوبت به‌گونه‌ای نصب شود که تهیه هوای کافی برای کارکردن و تعمیر دستگاه وجود داشته باشد.

۹-۴-۷ شرایط محل نصب مولدهای برق از نظر وجود و تجمع گرد و غبار باید مورد توجه و بررسی قرار گیرد تا موجب اختلال در کار موتور و ژنراتور نشود (به‌بند ۹-۳-۱-۱۵ نیز رجوع شود).

۹-۴-۸ در اطراف محل نصب مولدهای برق باید فضای کافی برای دسترسی به‌لوازم و تجهیزات مربوط به‌موتور

و ژنراتور و انجام تعمیرات لازم پیش‌بینی شود.

۹ـ۴ـ۹ در محل نصب مولدهای برق باید جرثقیل سرویس متناسب با واحدهای نیروگاه پیش‌بینی و نصب شود. تجهیزات نیروگاه باید به‌سهولت قابل جابجایی باشد.

۹ـ۴ـ۱۰ انتخاب محل نصب مخزن سوخت ذخیره باید با توجه به‌راههای ارتباطی تانکر سوخت‌رسانی و اتصالات لازم بین نیروگاه و منبع مذکور انجام شود.

۹ـ۵ آزمون دستگاهها

۹ـ۵ـ۱ دستگاه کامل مولد برق باید تحت شرایط ارائه شده توسط کارخانه سازنده در حضور مراجع رسمی مورد آزمون قرار گرفته و گواهی لازم صادر و ضمیمه دستگاه به‌خریدار ارائه شود.

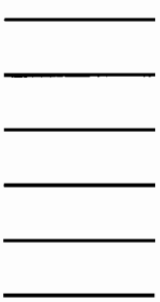
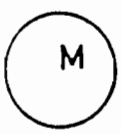
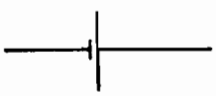
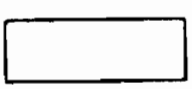
۹ـ۵ـ۲ دستگاه مولد پس از نصب در محل نیز باید حداقل برای مدت ۴۸ ساعت زیر بار کامل در حضور دستگاه نظارت مورد آزمون قرار گرفته و سپس گواهی لازم صادر شود.

۹ـ۵ـ۳ کلیه وسایل راه‌اندازی و آزمون در محل نصب باید از طرف پیمانکار تهیه و تأمین شود.

۹ـ۶ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی

نشانه‌های الکتریکی مولدهای برق در جدول ۹ ـ ۱ ارائه شده است.

جدول ۹ ـ ۱ نشانه‌های الکتریکی مولدهای برق

شرح	سمبول الکتریکی
مولد جریان متناوب مشخصات لازم: قدرت ولتاژ طرز اتصال فرکانس ضریب قدرت دور در دقیقه مثال:	  ۷۵۰ KW ۴۰۰/۲۳۰ V Y ۵۰ Hz ۰/۸ ۱۵۰۰ rpm
موتور (به‌طور کلی)	
دینامو (مولد جریان دایم)	
باطری (آکومولاتور)	
تابلو کنترل	
راه‌انداز (استارتی)	

پیوست ۱

جدول ۹ ـ ۲ رقم اول مشخصه IP برای حفاظت اشخاص و نیز حفاظت قسمتهای ماشین در داخل دستگاه (IEC 34 -5)

شماره	درجه‌و نوع‌حفاظت	شرح مختصر	تعریف IEC
۰	قابل صرف‌نظر کردن	ماشین بدون حفاظت	هیچ‌گونه حفاظت ویژه‌ای وجود ندارد.
۱	دستها و سایر اعضا مشابه بدن انسان	ماشین در برابر اجسام جامد خارجی با قطر بیش از ۵۰ میلیمتر حفاظت‌دارد	دارای حفاظت در برابر تماس تصادفی یا نزدیک شدن اعضای بدن انسان مانند دست (ولی بدون حفاظت در برابر دسترسی عمدی) و اجسام جامد خارجی با قطر بیش از ۵۰ میلیمتر با قسمتهای برقدار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه.
۲	انگشتان یا سایر وسایل مشابه	ماشین در برابر اجسام جامد خارجی با قطر بیش از ۱۲ میلیمتر حفاظت‌دارد	دارای حفاظت در برابر نزدیک شدن انگشتان یا سایر اجسام مشابه که طول آن از ۸۰ میلیمتر تجاوز نکند و اجزای اجسام جامد با قطر بیش از ۱۲ میلیمتر با قسمتهای برقدار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه
۳	ابزار یا سیمها	ماشین در برابر اجسام جامد با قطر بیش از ۲/۵ میلیمتر حفاظت دارد.	دارای حفاظت در برابر تماس یا نزدیک شدن ابزار یا سیمها با قطر بیش از ۲/۵ میلیمتر با قسمتهای برقدار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه.
۴	سیمها	ماشین در برابر اجسام جامد با قطر بیش از یک میلیمتر حفاظت دارد.	دارای حفاظت در برابر تماس یا نزدیک شدن سیمها یا نوارهایی به‌قطر بیش از یک میلیمتر و اجزای اجسام جامد با قطر بیش از یک میلیمتر با قسمتهای برقدار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه.
۵	گرد و خاک	ماشین در برابر گرد و خاک حافظت دارد.	از ورود گرد و خاک به‌طور کامل جلوگیری نمی‌شود ولی گرد و خاک نیز به‌مقداری که برای اختلال در کار رضایتبخش ماشین کافی‌باشد وارد دستگاه نخواهدشد.

پیوست ۱

جدول ۹ ـ ۳ رقم دوم مشخصه IP برای حفاظت در برابر اثرات زیان‌آور نفوذ آب به‌ماشینهای دوار (IEC 34-5)

شماره	درجه و نوع حفاظت	شرح مختصر	تعریف IEC
۰	قابل صرف‌نظر کردن	ماشین بدون حفاظت	هیچ‌گونه حفاظت ویژه‌ای وجود ندارد.
۱	حفاظت در برابر قطرات آب	ماشین در برابر قطرات آب حفاظت دارد.	قطرات آب‌که به‌طور عمودی بر روی‌ماشین فرو می‌افتد هیچ‌گونه اثر زیان‌باری نخواهد داشت.
۲	حفاظت در برابر قطرات آب (ماشین در حالت انحراف)	ماشین با انحراف حداکثر ۱۵ درجه در برابر قطرات آب حفاظت دارد.	قطرات عمودی آب بر روی ماشینی که حداکثر ۱۵ درجه نسبت به‌وضعیت عادی آن منحرف شده باشد، هیچ‌گونه اثر زیان باری نخواهد داشت.
۳	حفاظت در برابر قطرات به‌صورت باران	ماشین در برابر قطرات به‌صورت باران حفاظت دارد.	قطرات آب که به‌صورت باران و با زاویهٔ حداکثر ۶۰ درجه نسبت به‌خط قائم بر روی دستگاه فرود آید اثر زیان‌آوری نخواهد داشت.
۴	حفاظت در برابر پاشیده‌شدن آب	ماشین‌دربرابر پاشیده‌شدن آب حفاظت دارد.	آبی که از هر جهت بر روی‌ماشین پاشیده‌شود هیچ‌گونه اثر سویی بر آن نخواهد داشت.
۵	حفاظت در برابر فوران آب	ماشین در برابر فوران آب با فشار حفاظت دارد.	فوران آب از هر نوزل و از هر جهت هیچ‌گونه اثر زیان‌آور بر روی ماشین نخواهد داشت.
۶	حفاظت در برابر موج	ماشین در برابر دریاهای طوفانی حفاظت دارد.	آب دریاهای طوفانی یا آب فواره‌های قوی و با فشار، به‌طوری که اثر سوء بر دستگاه باقی گذارد، وارد آن نخواهد شد.
۷	حفاظت در برابر فرو رفتن در آب	ماشین در برابر فرو رفتن در آب حفاظت دارد.	اگر ماشین در شرایط مشخصی از فشار و زمان در آب فرو رود آب به‌صورت زیان‌آور وارد ماشین نخواهد شد.
۸	حفاظت در برابر فرو رفتن نامحدود در آب	ماشین در برابر فرو رفتن دایم در آب حفاظت دارد.	ماشین برای فرو رفتن دایم در آب در شرایطی که به‌وسیلهٔ سازنده مشخص می‌شود مناسب است.

فصل ۱۰

ترانسفورماتورهای قدرت فشار متوسط

۱۰ ـ ۱ کلیات و تعاریف

۱۰ ـ ۱ ـ ۱ ترانسفورماتور دستگاه ساکنی است که با القای الکترومغناطیسی بین دو یا چند سیم پیچ، ولتاژ و جریان الکتریکی متناوب را به‌ولتاژ و جریان الکتریکی با همان فرکانس و معمولاً با مقادیر دیگر تبدیل می‌نماید.

۱۰ ـ ۱ ـ ۲ ترانسفورماتور نوع خشک، ترانسفورماتوری است که هسته و سیم‌پیچهای آن در عایق مایع قرار ندارد.

۱۰ ـ ۱ ـ ۳ ترانسفورماتور نوع روغنی، ترانسفورماتوری است که هسته و سیم‌پیچهای آن در روغن قرار دارد.

۱۰ ـ ۱ ـ ۴ نشانه گروه اتصال یک علامت قراردادی است که اتصالهای سیم‌پیچهای فشارقوی، فشار متوسط و فشار ضعیف و جابجایی فاز آن را نسبت به‌یکدیگر برحسب اعداد صفحه ساعت بیان می‌کند.

۱۰ ـ ۱ ـ ۵ نشانه‌های شناسایی و روش خنک کردن ترانسفورماتور با استفاده از حروف لاتین شامل نوع ماده خنک‌کننده و سیستم گردش آن در جدول ۱۰ ـ ۱، و ترتیب حروف مزبور (از چپ به راست) در جدول ۱۰ ـ ۲، برابر استاندارد ۲۶۲۱ ایران یا IEC 76-2 ارائه شده است:

جدول ۱۰ ـ ۱ نشانه‌های شناسایی و روش خنک‌کردن ترانسفورماتور

نوع ماده خنک کننده	نشانه
روغن معدنی یا مایع عایق مصنوعی قابل اشتعال معادل	O
مایع عایق مصنوعی غیر قابل اشتعال	L
گاز	G
آب	W
هوا	A
نوع گردش	
طبیعی	N
اجباری (گردش هدایت نشده روغن)	F
اجباری (گردش هدایت شده روغن)	D

جدول ۱۰ ـ ۲ ترتیب نشانه‌ها (از چپ به راست)

حرف یکم	حرف دوم	حرف سوم	حرف چهارم
مشخص‌کننده ماده خنک کننده‌ای که با سیم‌پیچها در تماس است		مشخص‌کننده ماده خنک‌کننده‌ای که با سیستم خنک‌کننده خارجی در تماس است	
نوع ماده خنک‌کننده	نوع گردش	نوع ماده خنک‌کننده	نوع گردش

۱۰ ـ ۱ـ۶ در سیستمهای انتقال و توزیع نیروی برق به‌منظور به‌حداقل رساندن مقدار تلفات توان از ترانسفورماتورهای فشار قوی و فشار متوسط افزاینده و کاهنده استفاده می‌شود.

۱۰ ـ ۱ـ۷ در سیستم برق سه‌فاز برای افزایش ولتاژ عموماً از ترانسفورماتور افزاینده با سیم‌پیچ ثانوی اتصال مثلثی و برای کاهش ولتاژ از ترانسفورماتور کاهنده با سیم‌پیچ ثانوی اتصال ستاره یا زیگزاگ استفاده می‌شود.

۱۰ ـ ۱ـ۸ در مواردی که تأمین برق ساختمان یا مجموعه موردنظر با توجه به‌میزان برق موردنیاز با استفاده از شبکه برق فشار متوسط و با احداث پست ترانسفورماتور در داخل ساختمان یا محوطه آن صورت می‌گیرد، ساختمان و تجهیزات پست باید مطابق مقررات و استانداردهای مورد قبول شرکت برق منطقه‌ای مربوط و ضوابط مندرج در این فصل طراحی و اجرا شود.

۱۰ ـ ۱ـ۹ هر دستگاه ترانسفورماتور فشار متوسط باید به‌یک صفحه یا پلاک مشخصات مقاوم در برابر هوا مجهز باشد. اطلاعات مندرج در پلاک مزبور، که باید به‌طور خوانا و دایمی در آن حک شده باشد، شامل نوع ترانسفورماتور، نام کارخانه سازنده، تاریخ ساخت، تعداد فازها، توان اسمی، فرکانس اسمی، ولتاژهای اسمی، جریانهای اسمی، نشانه گروه اتصال، ولتاژ اتصال کوتاه در جریان اسمی، نوع خنک‌کننده، وزن کل و وزن روغن خواهد بود.[1]

۱۰ ـ ۲ استاندارد و مشخصات فنی ترانسفورماتورها

۱۰ ـ ۲ـ۱ ترانسفورماتورهای قدرت باید برابر استانداردهای زیر یا یکی از استانداردهای مشابه بین‌المللی معتبر همچون VDE یا BS طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد:

الف ـ کلیات: استاندارد ایران، شماره ۲۶۲۰ یا IEC 76-1

ب ـ افزایش دما: استاندارد ایران، شماره ۲۶۲۱ یا IEC 76-2

پ ـ سطحهای عایقبندی و آزمونهای دی‌الکتریک: استاندارد ایران، شماره ۲۶۲۲ یا IEC 76-3

ت ـ انشعابات و اتصالات: استاندارد ایران، شماره ۲۶۲۳ یا IEC 76-4

ث ـ استقامت در برابر اتصال کوتاه: استاندارد ایران، شماره ۲۶۲۴ یا IEC 76-5

۱۰ ـ ۲ـ۲ استاندارد و مشخصات مندرج در این بخش، شامل ترانسفورماتورهایی است که در شرایط محیط کار عادی زیر مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد:

۱۰ ـ ۲ـ۲ـ۱ **ارتفاع از سطح دریا**: حداکثر تا ۱۰۰۰ متر

---

۱ ـ برای اطلاعات تکمیلی به‌استاندارد ایران، شماره ۲۶۲۰، بند ۵ ـ ۲ رجوع شود.

یادآوری:

برای ارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر به‌بند ۱۰ ـ ۲ـ۳ رجوع شود.

۱۰ ـ ۲ـ۲ـ۲ حداکثر درجه حرارت محیط برای ترانسفورماتورهایی که به‌وسیله گردش هوا خنک می‌شود، ۴۰ درجه سانتیگراد و حداقل درجه حرارت محیط برای ترانسفورماتورهای مذکور در صورتی که در فضای آزاد خارج ساختمان نصب شود ۲۵- درجه سانتیگراد و در صورتی که در داخل ساختمان نصب شود ۵- درجه سانتیگراد می‌باشد. همچنین در این‌گونه ترانسفورماتورها مقدار متوسط دمای هوا به‌هیچ‌وجه نباید، روزانه از ۳۰ زینه سلسیوس و سالانه از ۲۰ زینه سلسیوس تجاوز نماید.

یادآوری:

برای دماهای بالاتر به‌بند ۱۰ ـ ۲ـ۳ رجوع شود.

۱۰ ـ ۲ـ۲ـ۳ شکل موج ولتاژ ورودی باید تقریباً سینوسی باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۲ـ۴ ولتاژهای ورودی فازها تقریباً باید متقارن (متعادل) باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۳ پیش‌بینیهای لازم برای شرایط محیط کار غیرعادی

۱۰ ـ ۲ـ۳ـ۱ در صورتی که شرایط محیط نصب با مشخصات محیط نصب مندرج دربند ۱۰ ـ ۲ـ۲ مطابقت نداشته باشد، شرایط محیط نصب باید هنگام سفارش به‌کارخانهٔ سازنده اعلام شود.

۱۰ ـ ۲ـ۳ـ۲ مقررات تکمیلی، در محدوده تعیین شده، برای مقادیر اسمی و آزمونی ترانسفورماتورهایی که برای شرایطی غیر از شرایط کارعادی مندرج در بند ۱۰ ـ ۲ـ۲ طرح شده است به‌قرار زیر است:

ـ برای ترانسفورماتورهای نوع خشک و نوع روغنی که با هوا خنک می‌شود و در دمای خارج از محدوده دمای عادی هوای خنک کننده مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد به‌بند فرعی ۲ـ۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۲۱ یا نشریه IEC 76-2 بند ۲ ـ ۲ رجوع شود.

ـ برای انواع ترانسفورماتورهایی که در ارتفاعی بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد، به‌بند فرعی ۲ـ۳ از استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۲۱ و شماره ۲۶۲۲، سطح عایقبندی و آزمونهای دی‌الکتریک یا نشریه IEC 76-2 بند ۳ـ۲ و نشریه IEC 76-3 بخش ۳ رجوع شود.

۱۰ ـ ۲ـ۴ ترانسفورماتورهایی که در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد از نوع روغنی قابل نصب در داخل ساختمان و یا در فضای آزاد خارج ساختمان می‌باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۵ مشخصات الکتریکی

الف ـ قدرت اسمی	برحسب نیاز (قدرتهای معمولی از ۵۰ الی ۱۶۰۰ کیلوولت ـ آمپر)
ب ـ فرکانس اسمی	۵۰ هرتز
پ ـ ولتاژ اولیه اسمی	برحسب نیاز شبکه (ولتاژهای معمولی ۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت)
ت ـ ولتاژ ثانویه اسمی	۴۰۰ ـ ۲۳۱ ولت
ث ـ امکان تنظیم ولتاژ	۵± درصد ولتاژ اولیه

ج - ولتاژ امپدانس اسمی: در ترانسفورماتورهایی به قدرت ۵۰ تا ۲۰۰ کیلوولت ـ آمپر: ۴ درصد
در ترانسفورماتورهایی به‌قدرت ۲۵۰ تا ۱۶۰۰ کیلوولت ـ آمپر: ۶ درصد

چ - گروه اتصال در ترانسفورماتورهایی به قدرت ۵۰ تا ۲۰۰ کیلوولت ـ آمپر: Y_z5
در ترانسفورماتورهایی به قدرت ۲۵۰ تا ۱۶۰۰ کیلوولت ـ آمپر: D_y5

۱۰ ـ ۲ـ۶ مشخصات ساخت

ترانسفورماتور شامل هسته آهنی، سیم‌پیچها، عایقبندی، بازوها و نگهدارنده‌ها، منبع اصلی محافظ سیم‌پیچها و خنک کننده روغن به صورت طبیعی (ONAN) با شیر تخلیه، منبع انبساط و ذخیره روغن، رطوبت‌گیر روغن، رله بوخ هولتس، حرارت‌سنج، مقره‌های فشار متوسط یا فشار ضعیف، پیچ مخصوص اتصال زمین، پایه و چرخ و قلابهای مخصوص حمل و نقل با جرثقیل و بارگیری می‌باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۱ هسته ترانسفورماتور باید از ورقه‌های فولادی سیلیکن‌دار، پیرنشدنی،[1] نورد سردشده، با کریستالهای منظم، و مناسب برای مصرف موردنظر ساخته شده باشد. هر دو طرف ورقه‌های فولادی باید به‌گونه‌ای عایقبندی شده باشد که مقاومت الکتریکی موردنیاز را بین ورقه‌های مذکور تأمین نماید. هسته ترانسفورماتورهای قدرت معمولاً ساق‌دار بوده و ساقها توسط دو یوغ از بالا و پایین به‌هم متصل می‌شود. ساقها که سیم‌پیچها بر روی آن سوار می‌شود باید دارای مقطع مدور پله‌ای باشد. کلیه اتصالات قسمتهای مختلف هسته آهنی باید به‌نحوی باشد که ضمن ایجاد حداقل تلفات در حالت بدون بار، از استحکام مکانیکی کافی برخوردار باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۲ در طراحی و ساخت سیم‌پیچهای ترانسفورماتور عواملی همچون سطح عایقبندی و استحکام مکانیکی عایق، حداقل تلفات عایق، توزیع یکنواخت میدان الکتریکی، دفع یکنواخت انرژی تلف شده به‌وسیله عبور جریان آزاد روغن و جلوگیری از تجمع حرارت در یک نقطه، توزیع ولتاژ یکنواخت بین حلقه‌های مجاور و در سراسر سیم‌پیچها، و کنترل ضریب دی‌الکتریک برای تحمل شرایط حداکثر ولتاژ بهره‌برداری و موج ضربه، باید در نظر گرفته شود.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۳ هادیهای سیم‌پیچها باید از مس الکترولیتی ساخته شده و عاری از هرگونه پوسته، برآمدگی و شکاف باشد. سیم‌پیچها باید به‌گونه‌ای ساخته شده، شکل یافته و بسته شود که انبساط و انقباض ناشی از تغییرات درجه حرارت موجب ساییدگی عایقبندی نگردد و در برابر جابجایی و پیچش ناشی از شرایط بهره‌برداری غیرعادی از استحکام کافی برخوردار باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۴ عایقبندی سیمها باید از نوع مرغوب، مشابه کاغذهای عایق مخصوص کابل بوده و در برابر فشار ولتاژ در شرایط کارعادی و همچنین در برابر فشار ولتاژ ضربه‌ای مقاوم باشد. عایقبندی سیم‌پیچها باید از نوع یکنواخت یا غیریکنواخت انتخاب شود. لاک زدن روی حلقه‌های سیم‌پیچها باید فقط به‌منظور ایجاد حفاظت مکانیکی انجام شود. مواد مورد استفاده در عایقبندی و مونتاژ سیم‌پیچها باید از نوع غیرقابل حل، تجزیه‌ناپذیر و از نظر شیمیایی غیرفعال در روغن ترانسفورماتور در شرایط کار باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۵ هر هسته و سیم‌پیچی مونتاژ شده باید تحت شرایط خلاء با فشار کمتر از ۰/۵ میلیمتر جیوه خشک شود و بلافاصله پس از مرحلهٔ خشک شدن تحت عمل اشباع روغن قرار گیرد تا اطمینان کافی از کاهش نفوذ رطوبت و هوا در ساختار عایقی آن حاصل شده، و سپس در روغن عاری از رطوبت غوطه‌ور گردد.

1- Non aging

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۶ بازوها و نگهدارنده‌های هسته فلزی و سیم‌پیچها باید به‌گونه‌ای باشد که در صورت بروز اتصال کوتاه در داخل ترانسفورماتور هیچ‌گونه آسیبی به‌اجزای مختلف آن وارد نشود.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۷ سیستم تنظیم ولتاژ باید روی سیم‌پیچ اولیه باشد و دستهٔ آن در خارج ترانسفورماتور طوری قرار گرفته باشد که برای تنظیم ولتاژ احتیاجی به‌باز کردن در ترانسفورماتور نباشد.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۸ منبع اصلی ترانسفورماتور، که هسته و سیم‌پیچها در آن قرار می‌گیرد، باید از فولاد کم کربن نوردشده به‌صورت گرم یا سرد، ساخته شده و به‌نحو مطلوبی آب‌بندی شود. در پوش مخزن باید به‌گونه‌ای باشد که آب در روی آن راکد نماند. واشرهای مورد مصرف باید از مواد نرم قابل ارتجاع که در روغن یا روغن داغ قابل حل نباشد ساخته شود. برای خنک کردن روغن داخل ترانسفورماتور باید سطح جدار خارجی مخزن تا حدامکان بزرگ باشد تا تبادل حرارتی بیشتری صورت پذیرد. بدین‌منظور به‌طور کلی در ترانسفورماتورهای تا ۶۳۰ کیلوولت ـ آمپر منبع دارای جدار پرده‌ای بوده و ترانسفورماتورهایی که دارای قدرت ۶۳۰ تا ۱۶۰۰ کیلوولت ـ آمپر است جداره منبع به‌لوله‌های خنک‌کننده مجهز است.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۹ به‌منظور جبران و تأمین مقدار روغن تبخیرشده و یا انبساط و انقباض روغن، هر ترانسفورماتور باید مجهز به‌یک منبع انبساط و ذخیره روغن با درجه‌نمای روغن باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۱۰ برای جلوگیری از تماس مستقیم روغن با جدار داخلی منبع اصلی و مخزن انبساط، جدارهای مزبور باید با لعاب یا ماده مقاوم در برابر روغن پوشانیده شود.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۱۱ مخزن ترانسفورماتور، رادیاتورها، لوله‌های ارتباطی روغن و مانند آن، باید در برابر خلاء کامل و همچنین فشار داخلی ناشی از اختلاف ارتفاع پایین‌ترین و بالاترین سطح روغن ترانسفورماتور و مخزن، از استحکام لازم برخوردار باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۱۲ ساختمان مخزن اصلی و مخزن انبساط روغن باید با درنظر گرفتن تغییرات درجه حرارتهای موردنظر برای سردترین و گرمترین شرایط کار طراحی شود.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۱۳ برای جلوگیری از ورود رطوبت موجود در هوا از طریق هواکش به‌داخل منبع ذخیره روغن باید در مسیر هواکش، سیستم رطوبت‌گیر مخصوص روغن ترانسفورماتور از نوع سلیکاژل تعبیه شود.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۱۴ برای حفاظت ترانسفورماتور در برابر خطرات گاز اضافی که می‌تواند به‌وسیلهٔ جرقه یا اتصال کوتاه و یا حرارت ایجاد شود و همچنین به‌منظور جلوگیری از پایین رفتن سطح روغن از حدمجاز، هر دستگاه ترانسفورماتور باید مجهز به‌رلهٔ بوخ هولتس باشد تا در صورت پیش‌آمدن یک یا چند مورد فوق‌الذکر با تحریک سیستم اعلام خطر و قطع جریان برق از بروز خطرات احتمالی جلوگیری شود.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۱۵ بدنه خارجی هر ترانسفورماتور باید مجهز به دو ترمینال برای اتصال سیستم زمین به‌بدنه ترانسفورماتور بوده و در هر ترمینال دو محل اتصال برای وصل هادی زمین درنظر گرفته شده باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۱۶ روغن ترانسفورماتور باید از محصولات نفتی خالص با پایه نفتان کلاس ۲، بدون ماده افزودنی ضد اکسیداسیون و مطابق جدیدترین استاندارد IEC 296 باشد. (برای اطلاعات بیشتر به جدول ۲ ـ ۱۴ از نشریه «مشخصات فنی ترانسفوماتورهای توزیع»، وزارت نیرو، امور برق، رجوع شود.)

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۱۷ کلیهٔ مقره‌هایی که دارای ولتاژ اسمی حداکثر یک کیلوولت می‌باشد باید براساس DIN 42530 و کلیهٔ مقره‌هایی که دارای ولتاژ اسمی ۱۰ تا ۳۰کیلوولت است برطبق DIN 42531 یا IEC 233 ساخته شده باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۱۸ در مواردی که ترانسفورماتور در خارج ساختمان و فضای آزاد نصب شود کلیه مقره‌ها، درپوشها و

غیره باید از نوع مخصوص بارانی باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۱۹ برای جابجایی و حرکت‌دادن ترانسفورماتورها، باید هر یک به‌چهار عدد چرخ با قابلیت تغییر جهت نصب چرخ (۹۰ درجه) مجهز باشد.

۱۰ ـ ۲ـ۶ـ۲۰ در صورتی که برای حفاظت ترانسفورماتورها از فیوز به‌جای دیژنکتور استفاده شود، باید برای تعیین جریان و نوع فیوز آن، جداول شماره ۱۰ ـ ۳ و ۱۰ ـ ۴ ملاک عمل قرار گیرد.

جدول ۱۰ ـ ۳ فیورهای توصیه‌شده برای حفاظت طرف اولیهٔ ترانسفورماتورهای سه‌فاز هوایی توزیع

قدرت اسمی خروجی ترانسفورماتور	جریان فیوز											
	سیستم ۱۱ کیلوولت				سیستم ۲۰ کیلوولت				سیستم ۳۳ کیلوولت			
		نوع فیوز				نوع فیوز				نوع فیوز		
	جریان اسمی	کند تند	K	T	جریان اسمی	کند تند	K	T	جریان اسمی	کند تند	K	T
KVA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۲۵	۱/۳۱۲	۲/۱*	۶*	۶	۰/۷۲۲	۱*	۳*	۳*	۰/۴۳۷	۰/۶*	۲*	۲*
۵۰	۲/۶۲۴	۳/۱	۶*	۶	۱/۴۴۳	۱/۴	۳*	۳*	۰/۸۷۸	۱	۲*	۲*
۷۵	۳/۹۳۶	۳/۵	۶*	۶	۲/۱۶۵	۲/۱	۳*	۶	۱/۳۱۵	۱/۴	۲*	۲*
۱۰۰	۵/۲۴۸	۵/۲	۸	۸	۲/۸۸۷	۳/۱	۶	۶	۱/۷۵۲	۱/۶	۳	۳
۱۵۰	۸/۳۹۸	۷/۸	۱۲	۱۲	۴/۸۱۹	۴/۲	۸	۸	۲/۷۹۹	۳/۱	۶	۶
۲۰۰	۱۰/۴۹۶	۱۰/۴	۱۵	۱۵	۵/۷۷۴	۵/۲	۱۰	۱۰	۳/۴۹۹	۳/۵	۶	۶
۲۵۰	۱۳/۱۲۰	۱۰/۴	۲۰	۲۰	۷/۲۱۵	۷	۱۰	۱۰	۴/۳۷۴	۴/۲	۶	۶

مقادیر این جدول براساس مشخصه‌های فیوز مندرج در نشریه NEMA PUBLICATION SG-2 تعیین شده است.

مقادیری که با ستاره مشخص نشده است با مقادیر فیوز نوع H.R.C حداکثر ۱۰۰ آمپر در سیستم ۳۸۰ ولت هماهنگ می‌باشد.

مقادیری که با ستاره مشخص شده است با مقادیر فیوز نوع H.R.C حداکثر ۸۰ آمپر در سیستم ۳۸۰ ولت هماهنگ می‌باشد. (به‌استثنای ترانسفورماتورهای ۲۵ کیلوولت آمپر)

جدول ۱۰ ـ ۴ فیوزهای توصیه‌شده برای حفاظت طرف اولیهٔ ترانسفورماتورهای سه‌فاز توزیع

قدرت اسمی خروجی ترانسفورماتور	جریان فیوز											
	سیستم ۳۳ کیلوولت				سیستم ۲۰ کیلوولت				سیستم ۱۱ کیلوولت			
	نوع فیوز				نوع فیوز				نوع فیوز			
	T	K	کند تند	جریان اسمی	T	K	کند تند	جریان اسمی	T	K	کند تند	جریان اسمی
KVA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۳۱۵	۸	۸	۵/۲	۵/۵۱۱	۱۲	۱۲	۷/۸	۹/۰۹۳	۲۵	۲۵	۱۴	۱۶/۵۳۳
۴۰۰	۱۰	۱۰	۷	۶/۹۹۸	۱۵	۱۵	۱۰/۴	۱۱/۵۴۷	۳۰	۳۰	۱۴	۲۰/۹۹۵
۵۰۰	۱۲	۱۲	۷/۸	۸/۷۴۸	۲۰	۲۰	۱۴	۱۴/۴۳۴	۴۰	۴۰	۲۱	۲۶/۲۴۳
۶۳۰	۱۵	۱۵	۱۰/۴	۱۱/۰۲۲	۲۵	۲۵	۱۴	۱۸/۱۸۶	۵۰	۵۰	۳۲	۳۳/۰۶۶
۸۰۰	۲۰	۲۰	۱۰/۴	۱۳/۹۹۶	۳۰	۳۰	۲۱	۲۳/۰۹۴	۶۵	۶۵	۴۶	۴۱/۹۸۹
۱۰۰۰	۲۵	۲۵	۱۴	۱۷/۴۹۶	۴۰	۴۰	۲۱	۲۸/۸۶۸	۸۰	۸۰	۴۶	۵۲/۴۸۶

مقادیر این جدول براساس مشخصه‌های مندرج در نشریه NEMA PUBLICATION SG-2 تعیین شده است.

۱۰ ـ ۳ اصول و روشهای نصب ترانسفورماتور

۱۰ ـ ۳ ـ ۱ نصب ترانسفورماتور در داخل ساختمان

۱۰ ـ ۳ ـ ۱ ـ ۱ اتاق ترانسفورماتور باید حتی‌الامکان نزدیک به‌مرکز ثقل بار و در طبقه همکف بوده و در آن به‌خیابان یا فضای آزاد باز شود به‌گونه‌ای که نقل و انتقال ترانسفورماتور و حرکت جرثقیل به‌سهولت امکان‌پذیر باشد. در مواردی که نصب ترانسفورماتورها در طبقات صورت می‌گیرد باید از ترانسفورماتورهای خشک استفاده شود.

۱۰ ـ ۳ ـ ۱ ـ ۲ به‌طور کلی ابعاد اصلی اتاق ترانسفورماتور، که باید با توجه به‌ظرفیت و تعداد ترانسفورماتورها و امکان توسعه آتی آن تعیین شود، به‌شرح زیر است:

الف ـ ترانسفورماتورهای کوچک تا ظرفیت ۶۳۰ کیلوولت ـ آمپر:

ابعاد اتاق: طول = ۴ متر، عرض = ۳ متر، ارتفاع = ۴/۷ متر

ابعاد در اتاق: عرض = ۱/۵ متر، ارتفاع = ۴ متر

ب ـ ترانسفورماتورهای بزرگتر از ۶۳۰ کیلوولت ـ آمپر:

ابعاد اتاق: طول = ۴/۵ متر، عرض = ۳/۵ متر، ارتفاع = ۵/۳ متر

ابعاد در اتاق: عرض = ۲ متر، ارتفاع = ۴/۳ متر

فضای آزاد در اطراف ترانسفورماتور باید حداقل ۰/۸ متر درنظر گرفته شود.

۱۰ ـ ۳ـ۱ـ۳ دفع حرارت ناشی از تلفات ترانسفورماتور در شرایط عادی[1] (بند ۱۰ ـ ۲ـ۲) ممکن است به‌وسیله تهویه طبیعی همچون افزایش ارتفاع پست و تعبیه دریچه‌های مشبک ورود هوا در قسمت پایین پست و نصب بادگیر خروج هوا در قسمت سقف یا زیر آن انجام شود. در موارد غیرعادی مانند مناطق گرمسیری که حرارت محیط پست بیش از حرارت مندرج در بند ۱۰ ـ ۲ـ۲ می‌باشد، استفاده از تهویه مصنوعی به‌کمک هواکشهای برقی ضرورت دارد. در این‌گونه موارد باید در دهانه بادگیر یا پشت دریچه‌های فوقانی پست، هواکشهای برقی مناسبی با کنترل ترموستات پیش‌بینی شود، به‌طوری که هنگام افزایش میزان حرارت داخل پست، هواکشها با فرمان ترموستاتها به‌کار افتاده و در سایر مواقع خاموش باشد.

برای محاسبه و انتخاب نوع و تعداد هواکشها در هر یک از موارد فوق‌الذکر، به‌جداول بخش ۲ـ۳ مندرج در جلد اول از نشریه «استاندارد اجرایی پستهای توزیع زمینی ۲۰ کیلوولت» وزارت نیرو، امور برق، رجوع شود.

۱۰ ـ ۳ـ۱ـ۴ سایر مشخصاتی که در ساختمان اتاق ترانسفورماتور باید رعایت شود به‌قرار زیر است:

الف ـ اتاق پست ترانسفورماتور باید عاری از رطوبت بوده و از مصالحی ساخته شود که در برابر آتش‌سوزی مقاوم باشد.

ب ـ سطوح دیوارهای داخلی اتاق باید به‌گونه‌ای پوشیده شود که گردگیر نباشد.

پ ـ سقف اتاق باید با ملات ماسه سیمان اندود و در نهایت رنگ‌آمیزی (نقاشی) شود، استفاده از گچکاری و مانند آن مجاز نخواهد بود.

ت ـ ورودی اتاق باید فاقد پله و دارای شیب مجاز باشد. در اتاق باید از نوع آهنی و به‌سمت خارج باز شود. قفل در باید از نوعی باشد که حتی هنگام قفل بودن آن، از داخل قابل بازشدن باشد. در اتاق ترانسفورماتور به‌جز در اصلی هیچ‌گونه در یا پنجره دیگری نباید وجود داشته باشد.

ث ـ ارتفاع کف اتاق ترانسفورماتور باید حداقل ۲۰ سانتیمتر از سطح احتمالی سیلابروهای منطقه بالاتر باشد.

ج ـ دریچه‌های ورودی و خروجی هوا باید به‌گونه‌ای باشد که از ورود آب باران و همچنین دخول پرندگان و حیوانات کوچک به‌داخل پست ممانعت شود.

چ ـ در فضای درونی و در جدارهٔ داخلی و خارجی دیوارها، سقف و کف اتاق ترانسفورماتور نباید هیچ‌گونه لوله‌های حامل آب، گاز، تهویه و حرارت مرکزی نصب شود.

ح ـ برای اجتناب از تعریق در اتاق ترانسفورماتور، باید از گرمکن‌برقی مجهز به‌ترموستات استفاده شود.

۱۰ ـ ۳ـ۱ـ۵ ترانسفورماتور را ممکن است به‌طور جداگانه در اتاق ویژه آن، یا مشترکاً در اتاق تابلوهای فشار متوسط نصب نمود. اتاق موردنظر ممکن است دارای کف نیم‌طبقه (دارای زیرزمین) و یا از نوع کف کانال باشد، لیکن در هر دو صورت، به‌منظور جلوگیری از آلودگی محیط پست، اجتناب از آتش‌سوزی، و گردآوری روغنهایی که به‌علل مختلف از ترانسفورماتور نشت یا سرریز می‌شود، در زیر هر ترانسفورماتور باید حوضچه‌ای مستطیل شکل به‌شرح زیر پیش‌بینی شود:

الف ـ ابعاد حوضچه باید حداقل برابر با ابعاد خارجی بزرگترین ترانسفورماتوری باشد که در اتاق

---

۱ ـ در مواردی که ارتفاع محل نصب ترانسفورماتور بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا باشد، براساس توصیه سازندگان، باید به‌ازای هر ۲۰۰ متر ارتفاع اضافی یک درصد از ظرفیت نامی ترانسفورماتور کاسته شود.

مزبور ممکن است نصب شود و عمق آن متناسب با ظرفیت روغن ترانسفورماتور نامبرده خواهد بود. لبه دورادور حوضچه باید با آهن نبشی ۴×۴ سانتیمتر محافظت شود.

ب ـ دیواره‌ها و کف حوضچه ممکن است به‌صورت آجری با اندود سیمان، یا با بتن مسلح ساخته شود و سپس با رنگ مقاوم در برابر روغن رنگ‌آمیزی شود.

پ ـ به‌منظور به‌حداقل رساندن خطر آتش‌سوزی، داخل حوضچه روغن باید تا ارتفاع معینی از قلوه‌سنگ انباشته شود تا روغن داغ در مجاورت هوا قرار نگیرد.

ت ـ کف حوضچه باید دارای شیب مناسبی به‌طرف چاله‌گردآوری و تخلیه روغن داشته باشد و لوله تخلیه یا امکانات دیگری برای جمع‌آوری و تخلیه روغن در ساختمان آن درنظر گرفته شود.

ث ـ بر روی حوضچه باید ریلهای مناسبی برای استقرار چرخهای کوچکترین و بزرگترین ترانسفورماتور قابل استفاده در اتاق پیش‌بینی و نصب شود.

ج ـ به‌منظور جلوگیری از جابجایی ترانسفورماتور، چرخهای آن باید به‌کمک نگهدارنده‌های پیچ و مهره‌دار بر روی ریلها محکم شود.

۱۰ ـ ۳ـ۱ـ۶ جزییات حوضچه روغن و ریل‌گذاری ترانسفورماتور مطابق استاندارد وزارت نیرو، امور برق در شکل ۱۰ ـ ۱ به‌عنوان نمونه ارائه شده است.

۱۰ ـ ۳ـ۱ـ۷ در مواردی که از اتاق ترانسفورماتور با کف کانال استفاده می‌شود، برای نصب کابلهای فشار متوسط و فشار ضعیف از تابلوها به‌ترانسفورماتور باید در طرفین حوضچه زیر ترانسفورماتور کانالهایی به‌ابعاد حداقل ۵۰×۳۰ سانتیمتر پیش‌بینی و احداث شود.

۱۰ ـ ۳ـ۱ـ۸ در مواردی که از اتاق با کف نیم‌طبقه (دارای زیرزمین) استفاده می‌شود، برای ورود کابلهای فشار متوسط و فشار ضعیف از زیرزمین به‌اتاق ترانسفورماتور باید در طرفین حوضچه، شیارهایی با ابعاد ۵۰×۱۵ سانتیمتر پیش‌بینی شود.

۱۰ ـ ۳ـ۱ـ۹ برای نگاهداری کابلهای فشار متوسط و فشار ضعیف به‌صورت عمودی در طرفین ترانسفورماتور تا محل اتصال آن، در کنار شیارهای ورودی کابل یا در انتهای کانالهای کابل، در طرفین حوضچه زیر ترانسفورماتور، باید اسکلتهای فلزی نرده مانند ساخته شده از نبشی حداقل ۵×۵ سانتیمتر پیش‌بینی و پایه‌های آن به‌طور ثابت در کف اتاق نصب شود.

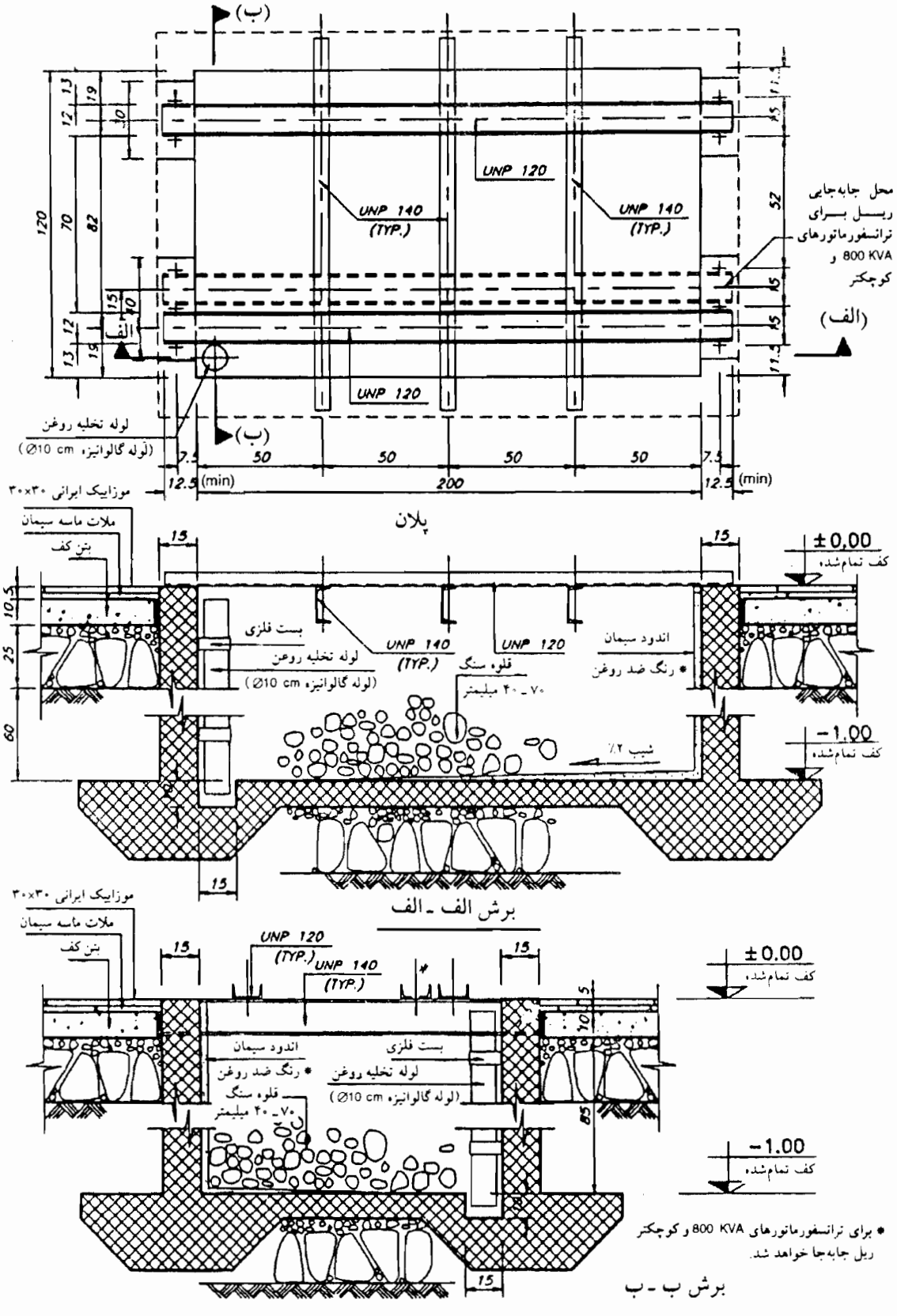
۱۰ ـ ۳ـ۱ـ۱۰ به‌منظور رعایت ضوابط ایمنی، بدنهٔ اصلی ترانسفورماتور باید از طریق پیچ مخصوص اتصال زمین به‌طور محکم به‌چاه اتصال زمین واقع در نزدیکترین نقطه ممکن به‌آن متصل شود. با توجه به‌قابلیت جابجایی ترانسفورماتور بر روی چرخ و ریل، هادی اتصال زمین باید از نوع انعطاف‌پذیر و دارای طول کافی باشد. تجهیزات داخل پست اعم از بدنه ترانسفورماتورها، تابلوها، در، دریچه‌ها، نرده‌ها و درپوشهای فلزی باید به‌طور مؤثری به‌شبکهٔ زمین پست اتصال داده شود.

۱۰ ـ ۳ـ۲ نصب ترانسفورماتور در خارج ساختمان (فضای آزاد)

ترانسفورماتور را می‌توان در خارج ساختمان بر روی زمین و یا روی تیر نصب نمود.

۱۰ ـ ۳ـ۲ـ۱ نصب ترانسفورماتور در خارج ساختمان و در روی زمین

الف ـ فضایی که برای نصب ترانسفورماتور در خارج ساختمان درنظر گرفته می‌شود باید حداقل



شکل ۱۰ ـ ۱ نمونه جزییات حوضچهٔ روغن و ریل‌گذاری ترانسفورماتور برابر استاندارد وزارت نیرو ـ امور برق.

دارای ابعاد ۴/۵×۴ متر بوده و کف آن حدود ۵۰ سانتیمتر از کف اطرافش بالاتر باشد.

ب ـ برای نصب ترانسفورماتور در خارج ساختمان باید در محل نصب ترانسفورماتور حوضچه‌ای مستطیل شکل و با ابعادی حداقل برابر با ابعاد خارجی ترانسفورماتور موردنظر و به‌عمق ۵۰ سانتیمتر پیش‌بینی و بر روی آن دو عدد ناودانی مناسب برای حرکت و قرارگرفتن چرخهای ترانسفورماتور نصب شده و لبهٔ دورادور حوضچه با آهن نبشی ۴×۴ سانتیمتر مهار شود.

پ ـ به‌منظور هدایت و دفع روغنهایی که به‌علل مختلف از ترانسفورماتور نشت و ریخته می‌شود و همچنین دفع آب باران و غیره، کف حوضچه باید دارای شیبی برابر یک درصد به‌طرف مرکز آن بوده و در مرکز به‌وسیلهٔ یک کف‌شور به‌چاهک جذب با عمق مناسب منتهی شود.

ت ـ دیواره‌ها و کف حوضچه ممکن است به‌صورت آجری با اندود سیمان و یا با بتن مسلح ساخته شود.

ث ـ برای نصب کابلهای فشار متوسط و فشار ضعیف از تابلوها به‌ترانسفورماتور باید در طرفین حوضچه کانالهایی به‌ابعاد حداقل ۵۰×۳۰ سانتیمتر پیش‌بینی و تعبیه شود.

ج ـ به‌منظور حفاظت ترانسفورماتور در برابر آسیب، و دسترسی افراد غیرمجاز باید دورادور محل نصب آن با حصار توری و یا نرده فلزی با درهای ورودی مناسب محصور شود.

۱۰ ـ ۳ـ۲ـ۲ نصب ترانسفورماتور در روی تیر

الف ـ ترانسفورماتورهای فشار متوسط با ولتاژ ۱۱ کیلوولت تا قدرت ۲۵۰ کیلوولت ـ آمپر، و با ولتاژ ۲۰ کیلوولت تا قدرت ۲۰۰ کیلوولت ـ آمپر را می‌توان در روی تیر نصب نمود.

ب ـ برای نصب ترانسفورماتورهای فشار متوسط با ولتاژهای ۱۱ و ۲۰ کیلوولت در روی تیر باید جزییات و اصول نصب مندرج در استانداردهای شماره ۴۴۲ـ۱۱ و ۴۴۳ـ۱۱ و ۴۴۴ـ۱۱ و ۴۴۲ـ۲۰ و ۴۴۳ـ۲۰ و ۴۴۴ـ۲۰ وزارت نیرو ـ امور برق دقیقاً رعایت شود.

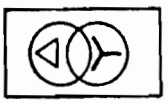
۱۰ ـ ۴ محافظت ترانسفورماتور در برابر ازدیاد جریان

۱۰ ـ ۴ـ۱ به‌منظور انتخاب نوع و قدرت فیوز برای ترانسفورماتورهای سه‌فاز نصب‌شده در روی تیر، جدول شمارهٔ ۱۰ ـ ۳ باید مورد استفاده قرارگیرد.

۱۰ ـ ۴ـ۲ به‌منظور انتخاب نوع و قدرت فیوز برای ترانسفورماتورهای سه‌فاز نصب‌شده در روی زمین در فضای باز، جدول شمارهٔ ۱۰ ـ ۴ باید ملاک عمل قرارگیرد.

۱۰ ـ ۵ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی مربوط به‌ترانسفورماتورهای فشار متوسط در جدول ۱۰ ـ ۵ ارائه شده است.

جدول ۱۰ ـ ۵ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی مربوط به ترانسفورماتورهای فشار متوسط

شرح	علامت
پست فشار متوسط شامل ترانسفورماتور، تابلوهای فشار متوسط و فشار ضعیف به‌طور کامل.	
ترانسفورماتور قدرت فشار متوسط، روغنی، سه‌فاز، و با سیم‌پیچی ستاره‌مثلث	
رله حفاظت ترانسفورماتور، نوع بوخهلتس	
رله حفاظت ترانسفورماتور، نوع حرارتی	

فصل ۱۱
خازنهای صنعتی

۱۱ـ۱ کلیات

۱۱ـ۱ـ۱ خازنهای صنعتی که به‌منظور کاهش توان راکتیو و اصلاح ضریب قدرت در مدارهای الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اغلب همفازکنندهٔ ساکن و یا جبران‌ساز ساکن نیز نامیده می‌شود. امروزه، استفاده از این‌گونه خازنها در شبکه‌ها و تأسیسات برقی جایگزین جبران‌سازهای دوار شده است زیرا علاوه بر این که فاقد مشکلات راه‌اندازی است، دارای تلفات بسیار ناچیزی نیز می‌باشد.

۱۱ـ۱ـ۲ در ساختمانها و کارخانه‌هایی‌که با ولتاژ فشار متوسط تغذیه‌شده ولی دارای بار متغیر فشار ضعیف است، برای تصحیح ضریب توان باید از خازنهای فشار ضعیف استفاده شود زیرا تجهیزات کنترل خودکار خازنهای ولتاژ پایین ضمن برخورداری از انعطاف‌پذیری مناسب، بسیار ارزانتر از وسایل مشابه فشار متوسط است.

۱۱ـ۲ تعاریف

۱۱ـ۲ـ۱ عنصر خازنی

یک جزء غیرقابل تقسیم از یک خازن که شامل الکترودهای جداگانه‌ای بوده و به‌وسیلهٔ عایق از یکدیگر جدا شده باشد.

۱۱ـ۲ـ۲ واحد خازن

مجموعه‌ای از یک یا چند عنصر خازن در یک محفظه منفرد با ترمینالهای خروجی

۱۱ـ۲ـ۳ بانک خازن

یک گروه از واحدهای خازن که به‌صورت الکتریکی به‌یکدیگر متصل شده باشد، مانند یک بانک خازنی سه‌فاز که از سه‌واحد خازنی تک‌فاز تشکیل شده است.

۱۱ـ۲ـ۴ خازن

در این فصل، واژه خازن هنگامی به‌کار برده می‌شود که تأکید خاصی روی معانی مختلف خازن یا مجموعه خازن و یا واحد خازن نباشد.

۱۱ـ۲ـ۵ تجهیزات خازن

مجموعه‌ای از واحدهای خازنی و ابزار جانبی برای اتصال به‌مدار

۱۱ـ۲ـ۶ وسیلهٔ تخلیه خازن

وسیله‌ای که در بین ترمینالهای خازن و یا شینه‌ها و یا در داخل واحد خازنی قرار داده می‌شود تا هنگام قطع اتصال خازن از منبع، بار ذخیره شده در داخل خازن از راه آن تخلیه گردیده و ولتاژ خازن به‌صفر برسد.

۱۱ـ۲ـ۷ ترمینالهای خط

ترمینالهای خازن که به‌خطوط متصل می‌شود. در خازنهای چندفاز، ترمینالی که به‌خط نول یا زمین متصل می‌گردد جزو ترمینالهای خط محسوب نمی‌شود.

۱۱ـ۲ـ۸ ولتاژ نامی U_n

مقدار ولتاژ مؤثری که بین ترمینالهای خازن برقرار می‌شود. برای خازنهایی که شامل یک یا چند مدار جداگانه باشد (مانند واحدهای تک‌فاز که در سیستم سه‌فاز استفاده می‌شود)، U_n مربوط به ولتاژ نامی هر مدار خواهد بود. برای خازنهای چندفاز با اتصالات الکتریکی داخلی بین فازها، U_n مربوط به‌ترمینالهای خطی است که بین آن بالاترین مقدار ولتاژ پدید می‌آید.

۱۱ـ۲ـ۹ میزان عایقبندی یا سطح عایقی

میزان عایقبندی یا سطح عایقی یک واحد خازنی عبارت است از ولتاژ ضربه با فرکانس مشخصی که هنگام انجام آزمون، عایق بین ترمینالهای خط و محفظه واحد خازنی بتواند آن ولتاژ را تحمل کند.

۱۱ـ۲ـ۱۰ توان اسمی

توان راکتیو طراحی‌شده خازن در ولتاژ و فرکانس نامی

۱۱ـ۲ـ۱۱ جریان نامی

مقدار مؤثر جریان عبوری از یک ترمینال خط، در ولتاژ، فرکانس و توان نامی

۱۱ ـ ۲ـ۱۲ تلفات خازن

توان اکتیو مورد مصرف خازن

۱۱ ـ ۲ـ۱۳ دمای محیط

دمای هوا در محل نصب خازن

۱۱ ـ ۲ـ۱۴ دمای هوای خنک‌کننده

دمای هوای خنک‌کننده‌ای که در گرمترین نقطه از یک بانک خازنی اندازه‌گیری می‌شود. این نقطه، در وسط دو واحد خازنی قرار دارد. اگر خازن شامل یک واحد باشد، دمای مذکور عبارت از دمای اندازه‌گیری شده، در نقطه‌ای به‌فاصله حدوداً ۳۰ سانتیمتر از محفظه خازن و در ارتفاعی برابر با $\frac{۲}{۳}$ قد خازن بالاتر از کف آن خواهد بود.

۱۱ ـ ۳ استاندارد و مشخصات فنی خازنهای صنعتی

۱۱ ـ ۳ـ۱ خازنهای صنعتی فشار ضعیف با ولتاژ اسمی ۳۸۰ ولت و ۵۰۰ ولت و فرکانس نامی ۵۰ هرتز باید براساس استانداردهای IEC 70 , 70 A ; VDE 0560 ; DIN 48500 و یا ۲۷۸۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۱۱ ـ ۳ـ۲ مقررات استاندارد IEC 70 , 70 A شامل خازنهایی است که در محدوده دمای محیط بین ۴۰- تا ۵۰+ درجه سانتیگراد و حداکثر ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا به‌کار می‌رود. (در مواردی که دمای محیط بیشتر از دمای نامبرده باشد و یا ارتفاع نصب بالاتر از ۱۰۰۰ متر باشد، خریدار باید این مراتب را به‌سازنده اعلام نماید)

براساس استاندارد یادشده، خازنها از نظر دمای کار طبقه‌بندی شده و حدود دمای کار هر طبقه با تعیین یک حداقل و یک حداکثر مشخص می‌شود. حداقل دما شامل سه مقدار ۴۰- و ۲۵- و ۱۰- درجه سانتیگراد انتخاب گردیده و حداکثر آن طبق جدول ۱۱ـ۱ تعیین می‌شود.

جدول ۱۱ ـ ۱ رده‌بندی حداکثر حدود دمای کار خازن

رده‌بندی بالاترین حد دما (درجه سانتیگراد)	حداقل دمای محیط (درجه سانتیگراد)		
	میانگین دما در یک ساعت	میانگین دما در ۲۴ ساعت	میانگین دما در یک سال
۴۰	۴۰	۳۰	۲۰
۴۵	۴۵	۴۰	۳۰
۵۰	۵۰	۴۵	۳۵

رده‌بندی خازنها از نظر حداقل و حداکثر دمای استاندارد محیط کار برحسب درجه سانتیگراد به‌قرار زیر است:

۴۰/+۴۰- و ۴۰/+۲۰- و ۴۰/+۱۰- و ۴۵/+۱۰-

۱۱ ـ ۳ـ۳ خازنهای مورد استفاده باید برای کار عادی در شرایط مشخص شده مناسب بوده و حتی‌المقدور دارای حداقل تلفات باشد.

۱۱ ـ ۳ـ۴ اتصالات خازن باید با استفاده از مواد فسادناپذیر در برابر شرایط مختلف کار به‌صورت غیرقابل نفوذ آب‌بندی شود.

۱۱ ـ ۳ـ۵ محفظه خازن و تمامی اجزای فلزی آن که در معرض هوا قرار می‌گیرد مانند پیچها، مهره‌ها، ترمینالها و غیره باید در برابر زنگ‌زدگی و خوردگی و سایر عوامل فاسدکننده مقاوم باشد.

۱۱ ـ ۳ـ۶ محفظه فلزی خازن باید مجهز به‌وسیله مناسبی برای اتصال الکتریکی مطمئن به‌بدنه باشد تا بدان وسیله بتوان محفظه خازن را در پتانسیل ثابتی نگهداری کرد.

۱۱ ـ ۳ـ۷ پلاک مشخصات

هر واحد خازن باید دارای یک پلاک شناسایی از جنس فولاد گالوانیزه، یا دیگر مواد ضدآب و فسادناپذیر باشد. پلاک مزبور باید حاوی اطلاعات زیر به‌صورت حکاکی یا مشابه آن بوده و به‌گونه‌ای نصب شود که به‌آسانی قابل رویت باشد.

۱ ـ نام سازنده خازن

۲ ـ شماره سری

۳ ـ توان اسمی برحسب کیلووار

۴ ـ ولتاژ نامی U_n به‌ولت یا کیلوولت

۵ ـ فرکانس نامی به‌هرتز

۶ ـ حدود مجاز دما

۷ ـ نوع اتصال برای خازنهای سه‌فاز

۸ ـ میزان عایقبندی

۹ ـ وسیلهٔ مورد استفاده برای تخلیه خازن (در صورتی که در داخل خازن نصب شده باشد)

۱۰ ـ ارتفاع محل نصب از سطح دریا

۱۱ ـ کاپاسیتانس اندازه‌گیری شده (در ولتاژ و فرکانس نامی)

۱۲ ـ جریان اندازه‌گیری شده (در ولتاژ و فرکانس نامی) به‌آمپر

در مواردی که برای ایمنی افراد یا حفاظت تأسیسات اطلاعات حائز اهمیت دیگری مورد نیاز باشد، اطلاعات مزبور نیز باید در پلاک مشخصات یا در برگه راهنمای خازن درج شود. پلاک مشخصات باید حاوی راهنمایی لازم برای مراجعه به‌اطلاعات مندرج در برگه راهنما باشد.

۱۱ ـ ۳ـ۸ در خازنهای سه‌فاز، نوع اتصال فازها به‌یکدیگر باید به‌وسیله یکی از علایم زیر نشان داده شود:

مثلث:

ستاره:

ستاره با سیم خنثی: ⅄
سه‌بخش بدون اتصالات داخلی III
توان واحدهای خازنی سه‌فاز باید به‌صورت مجموع توان سه‌فاز ارائه شود.

۱۱ـ۳ـ۹ میزان عایقبندی باید به‌وسیله دو عدد جداگانه نشان داده شود. عدد اول مقدار مؤثر ولتاژ آزمون به‌کیلوولت و عدد دوم حداکثر مقدار ولتاژ برای آزمون ضربه‌ای به‌کیلوولت خواهد بود (مانند 28/75). در مورد واحدهایی که برای نصب در فضای آزاد درنظر گرفته نشده است عدد دوم با یک خط تیره جایگزین می‌شود. (مانند -/28).

۱۱ـ۳ـ۱۰ اضافه‌بار مجاز

۱۱ـ۳ـ۱۰ـ۱ حداکثر ولتاژ مجاز

واحدهای خازن باید برای کار دراز مدت با ولتاژ مؤثر بین ترمینالها که مقدار آن از ۱/۱ برابر ولتاژ اسمی تجاوز نکند (به‌استثنای ولتاژهای گذرا) مناسب باشد.

۱۱ـ۳ـ۱۰ـ۲ حداکثر جریان مجاز

واحدهای خازن باید برای کار پیوسته در جریان خطی مؤثر که مقدار آن از ۱/۳ برابر جریانی که در ولتاژ اسمی سینوسی و فرکانس اسمی برقرار است (به‌جز در جریانهای گذرا) مناسب باشد.

۱۱ـ۳ـ۱۱ تابلو اتصال کابل

تابلوی اتصال کابل باید از ورق آهن با حداقل ضخامت ۱/۵ میلیمتر و ابعاد مناسب و مشابه سایر اجزای سیستم اصلاح ضریب قدرت ساخته شده و شامل سه عدد فیوز کاردی با قدرت متناسب با ظرفیت شدت جریان سیستم باشد.

۱۱ـ۳ـ۱۲ دستگاه رگولاتور

تابلوی دستگاه رگولاتور باید از ورق آهن با حداقل ضخامت ۱/۵ میلیمتر و ابعاد مناسب و مشابه سایر اجزای سیستم اصلاح ضریب قدرت ساخته شده و شامل رگولاتور نوع الکترونیکی با ولتاژ اسمی ۳۸۰/۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز و قدرت قطع حداقل ۲۵۰۰ ولت آمپر ومناسب برای اتصال به‌ترانسفورماتور جریان با جریان ثانویه ۵ آمپر و باتعداد مراحل لازم (۳ الی ۱۹ مرحله) به‌منظور زیر بارآوردن خازنها، به‌انضمام کلید سلکتور سه‌مرحله‌ای اتوماتیک ـ خاموش ـ دستی ۶ آمپری، چراغهای سیگنال و یک دستگاه کسینوس‌فی‌متر می‌باشد.

۱۱ـ۳ـ۱۳ تابلوی فرمان

تابلوی فرمان باید از ورق آهن با حداقل ضخامت ۱/۵ میلیمتر و ابعاد مناسب و مشابه سایر اجزای سیستم اصلاح ضریب قدرت به‌نحوی ساخته شود که بتوان خازنها را به‌سهولت در زیر آن نصب نمود.

این تابلو شامل کنتاکتور یک و یا سه‌پل خشک بوبین‌دار با ظرفیت قدرت مناسب، دکمهٔ فشاری دوبل برای قطع و وصل کنتاکتور در حالت دستی، فیوزهای فشنگی نوع تابلویی، چراغهای سیگنال و ترمینالهای مربوط می‌باشد.

۱۱ـ۳ـ۱۴ وسیلهٔ تخلیه خازن

۱۱ـ۳ـ۱۴ـ۱ هر دستگاه خازن باید توسط یک‌وسیله تخلیه شارژ الکتریکی که مستقیماً به‌طور ثابت به‌آن وصل است مجهز باشد. چنانچه این وسیله مستقیماً به‌دستگاههای الکتریکی دیگر وصل باشد، یک مدار تخلیه را تشکیل می‌دهد. در مسیر مدار تخلیه خازن نباید کلید قطع‌کننده، فیوز کات‌اوت یا خازنهای سری قرار گیرد.

۱۱ـ۳ـ۱۴ـ۲ وسیله تخلیه باید به‌گونه‌ای باشد که ولتاژ خازن را پس از قطع اتصال از منبع تغذیه، در مدت زمان تعیین شده‌ای از مقدار نامی ولتاژ (U_n) به ۵۰ ولت یا کمتر از آن برساند. این زمان برای خازنهای با ولتاژ نامی ۶۶۰ ولت و کمتر، یک دقیقه و برای خازنهای با ولتاژ نامی بیشتر از آن، ۵ دقیقه می‌باشد.

۱۱ـ۳ـ۱۴ـ۳ در صورتی که خازنها در فواصل کم کلیدزنی شود، وسایل حفاظتی باید طوری انتخاب گردد که هنگام وصل مجدد خازن به‌ولتاژ، ولتاژ ترمینالهای خازن، از ۱۰٪ ولتاژ نامی بیشتر نباشد.

۱۱ـ۳ـ۱۴ـ۴ وسیلهٔ تخلیه نباید به‌عنوان جانشین برای اتصال کوتاه نمودن ترمینالهای خازن به‌یکدیگر یا به‌زمین، که هنگام سرویس و قبل از دست‌زدن به‌آن باید انجام شود، مورد استفاده قرار گیرد، زیرا ممکن است به‌علت قطع اتصالات داخلی بین واحدهای خازنی سری شده و یا قطع فیوز آن، بار الکتریکی همچنان در واحدهای خازنی باقی مانده باشد.

۱۱ـ۴ آزمونهای خازن

کلیه خازنهای مورد استفاده باید برابر مقررات و روشهای آزمون مندرج در نشریه شماره ۲۷۸۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران یا IEC 70 , 70 A، به‌شرح زیر مورد آزمونهای عادی و نوعی قرار گیرد:

۱۱ـ۴ـ۱ آزمونهای عادی[1]

این‌گونه آزمونها که برای هر خازن پس از اتمام کار ساخت در کارخانه انجام می‌شود شامل اندازه‌گیری ظرفیت خازن، تعیین تلفات خازن، ولتاژ مستقیم یا متناوب بین ترمینالها، ولتاژ متناوب بین ترمینالها و محفظه خازن (آزمون خشک)، و آزمون بین ترمینالها و زمین و بانکهای خازن می‌باشد.

۱۱ـ۴ـ۲ آزمونهای نوعی[2]

آزمونهای نوعی، که برای تأیید درستی طرح خازن و مطابقت آن در عمل با کلیه مشخصات ذکر شده در

1– Routine tests 2– Type tests

مقررات استاندارد می‌باشد، شامل موارد زیر است:

- تلفات خازن در دمای بالا
- آزمون پایداری حرارتی
- آزمون ولتاژ متناوب با سطوح خشک بین ترمینالهای خازن و محفظه فلزی (برای خازنهای ویژه نصب در هوای آزاد این آزمون با سطوح تَر انجام می‌شود)
- آزمون ولتاژ ضربه‌ای بین ترمینالها و محفظه خازن (ویژه نصب در هوای آزاد)
- آزمون یونیزاسیون
- آزمون خازنهای خود ترمیم‌کننده (ویژه خازنهای خود ترمیم‌کننده با لایه فلزی)

۱۱-۴-۳ آزمونهای نوعی باید به‌وسیلهٔ کارخانه سازنده، قبل از تحویل خازنها انجام‌گرفته و نتایج جزییات آن در صورت درخواست خریدار به‌صورت یک گواهی‌نامه به‌وی ارائه شود. این نوع آزمونها باید بر روی یک خازن نمونه که از بین یک سری از خازنها با مشخصات یکسان انتخاب شده باشد، انجام گیرد.

۱۱-۵ توان واحدهای خازنی فشار ضعیف و روش محاسبه خازن موردنیاز

۱۱-۵-۱ توان واحدهای خازنی فشار ضعیف، با توجه به‌میزان خازن موردنیاز، و تعداد پله‌های خازنی برای کلیدزنی اتوماتیک تعیین شده و آنگاه، با توجه به‌اندازه واحدهای خازنی که به‌وسیله سازندگان تولید می‌شود، خازن موردنیاز مناسب انتخاب می‌گردد.

۱۱-۵-۲ روش محاسبهٔ خازن مورد لزوم برای حذف توان راکتیو

برای حذف مصرف راکتیو قدرت خازن باید به‌اندازه‌ای باشد که $\cos\phi$ را به‌حدود ۰/۹۰ تا ۱/۰ برساند. از لحاظ تئوری وقتی $\cos\phi = 1$ باشد مصرف راکتیو کاملاً از بین رفته است. بنابراین:

الف ـ $\cos\phi$ با استفاده از دو فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{مصرف راکتیو (کیلووار ساعت)}}{\text{مصرف اکتیو (کیلووات ساعت)}} = \tan\phi \Rightarrow \cos\phi = \frac{۱}{\sqrt{۱+\tan^۲\phi}}$$

ب ـ با احتساب $\cos\phi$ قدرت اکتیو از فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$P_w = \sqrt{3} \times U \text{ (ولتاژ)} \times I \text{ (آمپر)} \times \cos\phi \text{ (قدرت اکتیو)}$$

پ ـ ضریب F باکمک جدول شماره ۱۱ ـ ۲ به‌این ترتیب پیدا می‌شود که مثلاً اگر بخواهیم $\cos\phi$ را از ۰/۶۰ به‌حدود ۱ و یا به ۰/۹۴ برسانیم، در ردیف مربوط به ۰/۶۰ پیش می‌رویم، تا به‌ستون ۰/۹۴ برسیم. به‌این ترتیب ضریب F را برابر با ۰/۹۷ خواهیم یافت.

ت ـ با پیداکردن ضریب F مقدار خازن از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$P_c \text{ (قدرت خازن)} = P_w \text{ (قدرت اکتیو)} \times F$$

جدول ۱۱ ـ ۲ تعیین ضریب F و محاسبه قدرت خازن لازم (کیلووار) برای اصلاح ضریب قدرت

فاکتور F = کیلوولت آمپر موردنیاز به‌صورت درصد بار مؤثر نصب شده به‌کیلووات																		
ضریب قدرت	ضریب قدرت موردنیاز ($\cos \phi_2$)																	
واقعی $\cos \phi_1$	۱	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۸۷۵	۰/۸۵	۰/۸۲۵	۰/۸	۰/۷۷۵	۰/۷۵	۰/۷	۰/۶۵	۰/۶	۰/۵۵	۰/۵
۰/۴	۲۳۰	۲۱۰	۲۰۱	۱۹۴	۱۸۷	۱۸۲	۱۷۵	۱۶۸	۱۶۱	۱۵۵	۱۴۹	۱۴۲	۱۲۸	۱۱۳	۹۶	۷۸	۵۷
۰/۴۵	۱۹۸	۱۷۷	۱۶۸	۱۶۱	۱۵۵	۱۴۹	۱۴۲	۱۳۶	۱۲۹	۱۲۳	۱۱۶	۱۱۰	۹۶	۸۱	۶۴	۴۶	۲۴
۰/۵	۱۷۳	۱۵۳	۱۴۴	۱۳۷	۱۳۰	۱۲۵	۱۱۸	۱۱۱	۱۰۴	۹۸	۹۲	۸۵	۷۱	۵۶	۴۰	۲۱	
۰/۵۵	۱۵۲	۱۳۲	۱۲۳	۱۱۶	۱۰۹	۱۰۴	۹۷	۹۰	۸۳	۷۷	۷۱	۶۴	۵۰	۳۵	۱۹		
۰/۶	۱۳۳	۱۱۳	۱۰۴	۹۷	۹۱	۸۵	۷۸	۷۱	۶۵	۵۸	۵۲	۴۶	۳۲	۱۶			
۰/۶۵	۱۱۷	۹۷	۸۸	۸۱	۷۴	۶۹	۶۲	۵۵	۴۸	۴۲	۳۶	۲۹	۱۵				
۰/۷	۱۰۲	۸۱	۷۳	۶۶	۵۹	۵۴	۴۶	۴۰	۳۳	۲۷	۲۰	۱۴					
۰/۷۲۵	۹۵	۷۵	۶۶	۵۸	۵۲	۴۶	۳۹	۳۳	۲۶	۲۰	۱۳	۷					
۰/۷۵	۸۸	۶۷	۵۹	۵۲	۴۵	۴۰	۳۳	۲۶	۱۹	۱۳	۶/۵						
۰/۷۷۵	۸۱	۶۱	۵۲	۴۵	۳۹	۳۳	۲۶	۱۹	۱۲	۶/۵							
۰/۸	۷۵	۵۴	۴۶	۳۹	۳۲	۲۷	۱۹	۱۳	۶								
۰/۸۲۵	۶۹	۴۸	۴۰	۳۳	۲۶	۲۱	۱۴	۷									
۰/۸۵	۶۲	۴۲	۳۳	۲۶	۱۹	۱۴	۷										
۰/۸۷۵	۵۵	۳۵	۲۶	۱۹	۱۳	۷											
۰/۹	۴۸	۲۸	۱۹	۱۲	۶												
۰/۹۲	۴۲	۲۲	۱۳	۶													
۰/۹۴	۳۶	۱۶	۷														
۰/۹۶	۲۹	۹															
۰/۹۸	۲۰																
۰/۹۹	۱۴																

قدرت خازن لازم (Kvar) برای تصحیح $\cos \phi_1$ به $\cos \phi_2$ برابر است با (قدرت آکتیو × F)

مثال: برای اصلاح ضریب قدرت ۰/۶ ($\cos \phi_1$) به ۰/۹۶ ($\cos \phi_2$) در کارخانه‌ای با ۲۰۰ کیلوولت آمپر بار مؤثر ـ طبق جدول فوق فاکتور F= ۱۰۴ درصد خواهد بود.

۲۰۰ × ۰/۶ × ۱۰۴٪ = ۱۲۵ Kvar

۱۱-۶ وسایل قطع و وصل و حفاظت خازنهای فشار ضعیف

۱۱-۶-۱ در مواردی که بارهای خیلی کوچک الکتریکی با تغذیه فشار ضعیف مطرح باشد، برای تنظیم توان راکتیو ممکن است از سیستم کنترل دستی استفاده شود. وسایل کلیدی و حفاظت در این‌گونه سیستمها شامل کلیدهای هوایی قابل قطع در زیر بار[1] همراه با فیوزهای نوع HRC[2] ، و یا کلید فیوز خواهد بود. در این‌گونه موارد ظرفیت کلید فیوز باید با احتساب ضریب ۱/۵ در جریان نامی خازن تعیین شود.

۱۱-۶-۲ در مواردی که از سیستم کنترل خودکار استفاده می‌شود، برای انتخاب کنتاکتور مناسب (به‌بند ۲-۱۳ رجوع شود)، باید پارامترهای حرارتی آن را، که در حداکثر جریان خازن به‌دست می‌آید، در ضریب ۰/۸ ضرب نمود تا در نتیجه پارامترهای لازم برای انتخاب کنتاکتور حاصل شود. در این صورت کنتاکتور قابلیت عبور جریان تا ۲۵ درصد بیشتر از جریان نامی خازن را خواهد داشت. همچنین برای حفاظت مطمئن در برابر اتصال کوتاه، باید کنتاکتور با استفاده از فیوز HRC به‌شبکه متصل شود. اندازه این نوع فیوزها نیز با اعمال ضریب ۱/۵ در جریان نامی خازن تعیین می‌گردد.

۱۱-۶-۳ در مواردی که تغذیه بارهای فشار ضعیف به‌وسیله چندین پست توزیع انجام می‌شود، استفاده از کنترل خودکار محلی در هر پست، برای خازنها، عموماً اقتصادی‌تر از به‌کار بردن یک سیستم کنترل مرکزی در ورودی برق مجموعه خواهد بود.

۱۱-۷ روشهای کنترل خودکار توان راکتیو

۱۱-۷-۱ کنترل و تنظیم خودکار میزان خازنهای فشار ضعیف در مدار، معمولاً با توجه به‌کاربرد ممکن است با استفاده از رله‌های حساس به‌توان راکتیو، رله‌های حساس به‌جریان و یا به‌وسیلهٔ کلیدهای زمانی صورت گیرد.

۱۱-۷-۲ در مواردی که تغییرات ضریب توان دایمی و ناگهانی بوده و در شرایط مختلف بار یک ضریب توان ثابت یا با اندک تغییرات موردنظر باشد باید از رله‌های حساس به‌توان راکتیو استفاده شود. این نوع رله که در جبران‌سازهای مرکزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، بهترین روش برای کنترل خودکار خازنهای فشار ضعیف می‌باشد.

۱۱-۷-۳ در مواردی که مصرف‌کننده‌های صنعتی کوچک یا جبران‌کننده‌های گروهی موردنظر باشد استفاده از رله‌های جریان قابل توصیه است.

۱۱-۷-۴ در صورتی که بار یکنواخت و قابل پیش‌بینی مطرح باشد مانند برخی کارخانه‌های کوچکی که دارای این‌گونه مصرف‌کننده‌هایی است، رله‌های زمانی ممکن است به‌کار رود.

1- On-Load air-break isolating switch 2- High Rupturing Capacity

۱۱-۸ اصول و روشهای نصب

۱۱-۸-۱ دمای کار

۱۱-۸-۱-۱ دمای کار خازن تأثیر بسیاری در دوام و عمر آن دارد و عامل تعیین‌کننده، دمای گرمترین نقطه درون خازن است که اندازه‌گیری مستقیم آن در عمل ممکن نیست، بنابراین دمای هوای خنک‌کننده (بند فرعی ۱۱-۲-۱۴) باید ملاک تعیین دمای مطلوب خازن قرار گیرد، به‌این ترتیب که میانگین آن در طول یک ساعت نباید ۵ درجه سانتیگراد بیش از دمای محیط (ستون دوم جدول ۱۱-۱) باشد.

۱۱-۸-۱-۲ خازنها باید به‌گونه‌ای نصب شود که حرارت ناشی از تلفات خازن به‌وسیله تابش و تبادل حرارتی انتقال یافته و در نتیجه دمای خازن از حد مشخصی بالاتر نرود، بنابراین نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

الف - تهویه اتاقی که خازنها در آن نصب می‌شود و نیز ترتیب گردش هوا در اطراف هر واحد خازن باید مدنظر قرار گیرد. این امر به‌ویژه هنگامی‌که واحدهای‌خازن بر روی یکدیگر قرار می‌گیرد از اهمیت خاصی برخوردار است.

ب - در مواردی که دمای خازنها بر اثر تابش خورشید یا هر منبع حرارتی دیگر افزایش می‌یابد، برای کنترل دما باید با توجه به‌دمای هوای خنک‌کننده و همچنین شدت و مدتی که خازنها در برابر تابش قرار می‌گیرد، یکی از روشهای زیر مورد استفاده قرار گیرد:

- حفاظت خازنها در برابر تابش خورشید یا منبع حرارتی.
- انتخاب خازنهایی که برای دمای محیط بالاتر طراحی شده باشد.
- استفاده از خازنهایی با ولتاژ نامی بالاتر (در این حالت کاهش توان راکتیو خازنها نیز باید منظور شود).

۱۱-۸-۲ شرایط محل نصب

۱۱-۸-۲-۱ محل نصب خازنهای طراحی شده برای فضاهای داخلی باید تمیز و خشک بوده و دارای تهویه مناسب باشد. خازنهای مورد استفاده در فضاهای باز باید از نوع مناسب برای فضای آزاد باشد.

۱۱-۸-۲-۲ در مناطق گرمسیری، علاوه بر دمای زیاد محیط، شرایط نامناسب دیگری مانند رطوبت نسبی زیاد و متناوب، امکان رشد سریع کپک، ایجاد خوردگی در اثر عوامل جوی موجود در مناطق صنعتی و ساحلی، و حمله حشرات موذی ممکن است وجود داشته باشد، در این‌گونه موارد خریدار باید هنگام سفارش خازنها و لوازم جانبی آن، شرایط نامبرده را به‌اطلاع سازندگان مربوط برساند.

۱۱-۸-۲-۳ در محیطهای مخاطره‌آمیز که به‌علت وجود گازها، بخارها، غبارها و مایعات قابل اشتعال، الیاف و رشته‌های آتشگیر و مانند آن، امکان به‌وجود آمدن آتش‌سوزی و انفجار در اثر جرقه، قوس الکتریکی و دمای بیش ازحد بسیار است، خازنها و دیگر لوازم و تجهیزات الکتریکی باید برابر یکی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی همچون NEC و IEC و مانند آن، از نوع تأیید شده و متناسب با مکان مورد استفاده، انتخاب و به‌کار گرفته شود.

۱۱ ـ ۸ ـ ۳ نصب مجموعه سیستم اصلاح ضریب قدرت

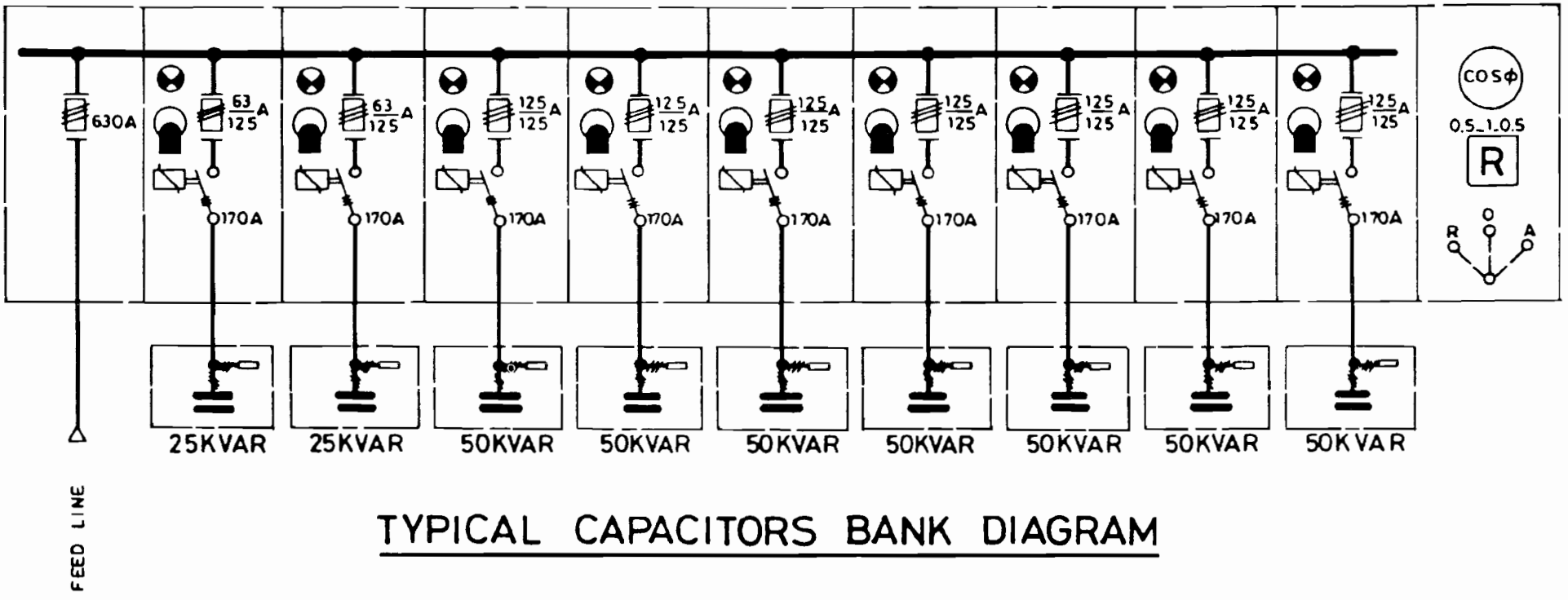
۱۱ ـ ۸ ـ ۳ ـ ۱ مجموعه یک سیستم اصلاح ضریب قدرت خودکار که شامل تابلوی اتصال کابل، تابلوی دستگاه رگولاتور، تابلوهای فرمان و خازنهای صنعتی می‌باشد به‌وسیله کارخانه سازنده روی یک شاسی نصب و به‌صورت یک واحد در محل نصب قرار داده می‌شود.

۱۱ ـ ۸ ـ ۳ ـ ۲ برای نصب مجموعهٔ سیستم اصلاح ضریب قدرت مزبور روی زمین، باید در قسمت پایین شاسی مربوط (قسمتی که روی زمین قرار می‌گیرد) سوراخهایی پیش‌بینی و تعبیه شده و با استفاده از رول بولت (Roll bolt) به‌زمین متصل شود.

۱۱ ـ ۸ ـ ۳ ـ ۳ برای کابلکشی از تابلوی اصلی تا زیر تابلوی اتصال کابل سیستم اصلاح ضریب قدرت باید کانال مناسبی پیش‌بینی و تعبیه شود.

۱۱ ـ ۸ ـ ۳ ـ ۴ طرز استقرار یک مجموعهٔ خازنهای اصلاح ضریب قدرت نمونه در شکل ۱۱ ـ ۱ نشان داده شده است.

۱۱ ـ ۹ نشانه‌های ترسیمی خازنهای صنعتی و یکسوسازها در جدول ۱۲ ـ ۱ ارائه شده است.



TYPICAL CAPACITORS BANK DIAGRAM

شکل ۱۱ ـ ۱ شماتیک تابلوی خازن‌های تصحیح ضریب قدرت.

فصل ۱۲

منابع تغذیه جریان مستقیم یا یکسوسازها

۱۲ ـ ۱ کلیات

۱۲ ـ ۱ ـ ۱ یکسوسازها برای یکسوکردن جریان متناوب و تبدیل آن به‌جریان مستقیم به‌منظور استفادهٔ مستقیم و یا شارژ باطری سیستمهای مختلف به‌کار می‌رود.

۱۲ ـ ۱ ـ ۲ منابع تغذیه برق مستقیم که در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد عمدتاً یکسوسازهایی است که در ساختمانها و ابنیه برای شارژ باتریها و منابع مستقل تأمین‌کننده نیروی برق مستقیم موردنیاز سیستم‌های اعلام و اطفای حریق، ساعت مرکزی، وسایل ارتباطی، سیستمهای حفاظتی و روشنایی اضطراری به‌کار می‌رود.

۱۲ ـ ۱ ـ ۳ یکسوکننده‌ها ممکن است به‌صورت مجموعه‌ای از ورقه‌های سلنیوم و یا به‌صورت دیود از جنس سیلیکون ساخته شده باشد.

۱۲ ـ ۲ تعاریف

۱۲ ـ ۲ ـ ۱ سلول یکسوساز نیمه‌هادی[1]

وسیلهٔ یکسوسازی اولیه شامل ترکیبی از نیمه‌هادیها، یا یک نیمه‌هادی و یک فلز در تماس با یکدیگر، که برحسب قطبهای ولتاژ اعمال شده، دارای رسانایی نامتقارن باشد.

۱۲ ـ ۲ ـ ۲ پشته یکسوساز[2]

ساختار واحدی از یک یا چند سلول یکسوساز با پایه‌ها، امکانات خنک‌ساز (در صورت وجود)، و اتصالات الکتریکی و مکانیکی لازم.

۱۲ ـ ۲ ـ ۳ مجموعه پشته یکسوساز[3]

ساختاری الکتریکی و مکانیکی مرکب از یک یا چند پشته یکسوساز، با کلیه اتصالات لازم، همراه با

1– Semiconductor rectifier cell 2– Rectifier stack 3– Rectifier stack assembly

امکانات خنک‌سازی (در صورت وجود) در ساختمان مکانیکی آن.

۱۲ ـ ۲ـ۴ دستگاه یکسوساز[1]

یک مجموعه آماده کار شامل یک یا چند پشته یکسوساز همراه با ترانسفورماتورها و سایر وسایل لازم (در صورت وجود)، برای تبدیل جریان متناوب به‌جریان مستقیم.

۱۲ ـ ۲ـ۵ تهویه طبیعی

خنک‌سازی به‌وسیلهٔ جابه‌جایی طبیعی هوای محیط.

۱۲ ـ ۲ـ۶ تهویه اجباری

خنک‌سازی به‌وسیلهٔ ترتیبات تهویه فشاری مانند تهویه با فشار پروانه، در این نوع سیستم هوا ممکن است از مجاورت دستگاه و یا از محلی با حرارت متفاوت گرفته شود.

۱۲ ـ ۲ـ۷ شرایط بهره‌برداری

شرایط بهره‌برداری عبارت از تمامی عوامل خارجی مؤثر بر کارایی یکسوساز نیمه‌هادی یا دستگاه یکسوساز می‌باشد، مانند حرارت محیط، رطوبت هوا، ویژگی بار و غیره.

۱۲ ـ ۲ـ۸ شرایط بهره‌برداری نامی

شرایط بهره‌برداری که ظرفیتهای نامی در آن به‌کار رود.

۱۲ ـ ۲ـ۹ بهره‌برداری نامی

بهره‌برداری از یک وسیله در شرایط بهره‌برداری نامی با مقادیر نامی جریان و ولتاژ.

۱۲ ـ ۳ استانداردها و مشخصات فنی یکسوسازها

۱۲ ـ ۳ـ۱ استاندارد ساخت

منابع تغذیه برق مستقیم باید برابر استانداردهای زیر یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرارگیرد.

۱۲ ـ ۳ـ۱ـ۱ دستگاهها و پشته‌های یکسوساز از نوع نیمه‌هادیهای کریستالی[2] برابر استاندارد IEC 119.

۱۲ ـ ۳ـ۱ـ۲ ترانسفورماتورهای مورد مصرف در منابع تغذیه، برابر استاندارد IEC 76 و ضوابط اضافی مندرج در

1– Rectifier equipment

2– Polycrystalline semiconductor rectifier stacks and equipments

استاندارد IEC 146.

۱۲ ـ ۳ـ ۱ـ ۳ مبدلهای نیمه‌هادی[1] برابر استاندارد IEC 146

۱۲ ـ ۳ـ ۱ـ ۴ تریستورهای مورد استفاده در منابع تغذیه برابر شرایط مندرج در استاندارد IEC 146

۱۲ ـ ۳ـ ۱ـ ۵ دستگاههای شارژ باطری برای کاربری عمومی (Utility) برابر استاندارد ANSI / NEMA PE5 1985

۱۲ ـ ۳ـ ۱ـ ۶ دستگاههای شارژ باطری برای کاربری مخابراتی برابر استاندارد ANSI / NEMA PE 7 1985

۱۲ ـ ۳ـ ۱ـ ۷ مشخصات مجموعه سیستم روشنایی اضطراری براساس استاندارد VDE 108

۱۲ ـ ۳ـ ۲ مشخصات فنی دستگاههای یکسوساز

عمده‌ترین مشخصات فنی عمومی دستگاههای یکسوساز به‌قرار زیر است:

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۱ دستگاههای یکسوساز باید برای شرایط محیطی بهره‌برداری مانند حداقل و حداکثر حرارت محیط، ارتفاع از سطح دریا، درصد رطوبت نسبی، شرایط محیطی از نظر ایجاد خوردگی و آلودگیهای دیگر مناسب باشد.

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۲ میزان حرارت مرجع برای شرایط محیط کار عادی یکسوسازهای نیمه‌هادی براساس استاندارد IEC 119 برابر با ۳۵ درجه سانتیگراد تعیین شده است که ممکن است طی ۲۴ ساعت برای مدت حداکثر سه ساعت تا ۴۰ درجه سانتیگراد نیز افزایش یابد. در مواردی که حرارت محیط از مقادیر نامبرده تجاوز نماید، باید شرایط محیطی غیر عادی تلقی شده و برابر بند ۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۳ عمل شود.

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۳ عمده‌ترین موارد شرایط غیرعادی که در صورت وجود، منبع تغذیه باید طی موافقت ویژه با سازنده سفارش داده شود به‌قرار زیر است:

- وجود تنشهای مکانیکی غیرعادی، مانند ضربه و لرزش
- وجود هوای آلوده به‌نمک (مانند نزدیکی به‌دریا)، رطوبت زیاد، قطرات ریز آب یا گازها و بخارهای مضر و خطرناک همچون بخار جیوه، کلر و گوگرد
- در معرض بخار یا بخار روغن قرار گرفتن
- در معرض مخلوط غبار یا گازهای انفجارآمیز قرار گرفتن
- در مواقعی که دستگاه خارج از سرویس کار باشد حرارت محیط به‌کمتر از ۳۰- درجه سانتیگراد برسد.
- حرارت محیط به‌کمتر از ۱۰- درجه سانتیگراد برسد (برای دستگاههایی که با هوا خنک می‌شود)
- وجود رطوبت نسبی و حرارت زیاد مانند مناطق گرمسیری
- ارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا
- تغییرات زیاد و سریع حرارت و رطوبت
- نگهداری دستگاهها در انبار برای مدتی متجاوز از شش ماه
- فرکانسهای خارج از ۱۰ تا ۱۰۰ هرتز

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۴ با توجه به‌این‌که طبیعت بار، بر ویژگیهای کارایی یکسوسازها مؤثر است، دستگاههای یکسوساز باید برای نوع بار موردنظر مانند بار مقاومتی، بار القایی، بار خازنی، بار باطری، بار ماشینی یا ترکیبی از

1– Semiconductor convertors

بارها مناسب باشد.

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۵ منابع تغذیه برق مستقیم ممکن است از نوع یک‌فاز یا سه‌فاز، با ولتاژ اولیه ۲۲۰ ولت یا ۲۲۰/۳۸۰ ولت متناوب و با ولتاژ ثانویه ۱۲، ۲۴، ۶۰ و یا ۱۱۵ ولت مستقیم، با شدت جریان ۱۰ الی ۲۰۰ آمپر برحسب مورد، و اختلاف ولتاژ بین بی‌بار و بار کامل حدود ۸ درصد ساخته شده باشد.

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ٦ کلیه اجزای به‌کار رفته در منابع برق مستقیم باید در حدود ظرفیت طراحی مورد استفاده قرار گیرد.

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۷ هر یکسوساز باید دارای جعبه مناسب با شرایط محیط نصب بوده و در آن کلیه وسایل حفاظتی و اندازه‌گیری از قبیل کلید خودکار و فیوز، ولت‌متر و آمپرمتر جریان مستقیم و همچنین چراغهای سیگنال و سیستم آلارم صوتی لازم پیش‌بینی و تعبیه شده باشد.

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۸ هر دستگاه یکسوساز باید در برابر ۱۱۰ درصد ولتاژ متناوب نامی مداوم به‌گونه‌ای مقاوم باشد که جریان مستقیم بین صفر تا جریان نامی آن را بدون صدمه و آسیب رسیدن به‌اجزا یا تجاوز از حرارت مجاز و نیز بدون ایجاد تغییرات دایمی در ویژگیهای دستگاه تحمل نماید.

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۹ هر دستگاه یکسوساز نیمه‌هادی باید براساس استاندارد IEC 119 دارای یک پلاک شناسایی با دوام و مقاوم در برابر خوردگی و رطوبت باشد و اطلاعات زیر بر روی آن درج شده باشد:

- نام سازنده یا علامت تجاری آن
- نشانه شناسایی به‌عنوان دستگاه نیمه‌هادی
- اطلاعات تعیین‌کننده نوع نیمه‌هادی مورد مصرف در مجموعه اصلی یکسوساز
- ولتاژ مؤثر (r.m.s) نامی
- جریان مؤثر (r.m.s) نامی
- شمار فازها
- فرکانس نامی
- ولتاژ مستقیم نامی
- نوع منبع تغذیه (دایمی، متناوب با ذکر ضریب تناوب یا استفاده، مدت زمان بار، شرح مورد کاربرد مانند تغذیه کنتاکتور یا روش شارژ باطری)
- نوع بار
- نوع و حرارت ماده خنک‌کننده (در صورتی که هوای محیط نباشد)
- مقدار ماده خنک‌کننده و عایق‌کننده (در صورت وجود)
- شماره و تاریخ استاندارد مرجع

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۱۰ شارژر باطری باید به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شده باشد که جریان و ولتاژ برق متناوب را به‌جریان و ولتاژ برق مستقیم فیلتر شده و پایدار تبدیل نموده و به‌طور همزمان باطری و بار مورد لزوم را با ولتاژ ثابت تغذیه نماید.

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۱۱ ظرفیت شارژکننده باید برای تغذیه همزمان بار و پُر کردن باطری از وضعیت خالی (بدون شارژ) به‌حالت شارژ شده، برای کار در دوره‌های تعیین شده کافی باشد.

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۱۲ شارژر باطری باید برحسب مورد با استفاده از تهویه طبیعی یا به‌وسیله پروانه خنک شود لیکن در هر صورت از کار افتادن پروانه، گرفتگی بازشوها یا فیلترها نباید وضعیت خطرناک یا مخرب ایجاد کند.

۱۲ ـ ۳ـ ۲ـ ۱۳ تجهیزات یکسوساز شارژر باید در برابر اتصال معکوس قطبهای باطری به‌شارژر با استفاده

از وسیله‌ای که بتواند جریان برق مستقیم را قطع کند حفاظت شود.

۱۲ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۱۴ دستگاه یکسوساز مورد مصرف برای شارژ باطری باید در برابر اتصال کوتاه و همچنین افزایش ولتاژ ورودی از مقدار اسمی که ناشی از قطع جریان مستقیم خروجی است حفاظت شود. این‌گونه تجهیزات باید مجهز به‌فیوزهای مناسب برای ورودی و خروجی دستگاه باشد. فیوزهای تندکار ممکن است برای پشته‌های یکسوساز مورد استفاده قرار گیرد.

۱۲ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۱۵ دستگاههای شارژر باید مجهز به‌وسایل تنظیم میزان ولتاژ مستقیم در محدوده‌های مورد لزوم برای ولتاژ شناور[1] و ولتاژ برابرکننده[2] باشد.

۱۲ ـ ۴ آزمونهای دستگاههای یکسوساز

منابع تغذیه برق مستقیم باید براساس شرایط مندرج در استاندارد IEC 119، یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه، به‌شرح زیر مورد آزمون قرار گیرد:

۱۲ ـ ۴ ـ ۱ آزمونهای نوعی[3]

آزمونهای نوعی، که برای تأیید مشخصات دستگاههای یکسوکننده از نظر مطابقت با مقررات استاندارد می‌باشد، باید طبق مفاد بخش ۳۵۲ از نشریه IEC 119 در زمینه‌های زیر انجام شود:

الف ـ ترسیم ویژگیهای ولتاژ ـ جریان مستقیم

ب ـ بررسی عملکرد تنظیم‌کننده‌های خودکار یا سایر وسایل جبران‌ساز به‌وسیلهٔ تغییر مقادیری که اثرات آن باید حذف شود.

پ ـ اندازه‌گیری کارایی

ت ـ اندازه‌گیری ضریب جابه‌جایی دستگاههای یکسوساز با قدرت بیش از ۱۰ کیلووات قدرت مستقیم

ث ـ اندازه‌گیری اجزای متناوب در طرف برق مستقیم در موارد لازم

ج ـ آزمون افزایش دما

چ ـ آزمون عایقبندی

ح ـ اندازه‌گیری سایر مقادیری که ممکن است تضمین شود همچون هارمونیک‌ها در جریان متناوب

۱۲ ـ ۴ ـ ۲ آزمونهای عادی[4]

۱۲ ـ ۴ ـ ۲ ـ ۱ آزمونهای عادی سازنده، که برای حصول اطمینان از برابری کیفیت تولیدات با اندازه‌گیریهای مورد لزوم در آزمونهای نوعی صورت می‌گیرد، باید برابر بند ۳۵۳ از استاندارد IEC 119 به‌شرح زیر انجام شود:

الف ـ بازرسی مکانیکی

ب ـ آزمونهای عایقبندی

1– Floating voltage 2– Equalizing voltage 3– Type tests

4– Routine tests

پ - بررسی نقاطی از ویژگیهای ولتاژ - جریان مستقیم که انجام تضمینهای تنظیم ولتاژ را نشان می‌دهد.

ت - بررسی عملکرد لوازم کمکی مورد استفاده همچون کنتاکتورها، رله‌ها، پمپها و غیره

۱۲ - ۴-۲-۲ انجام آزمونهای عادی زیر نیز توصیه شده است:

الف - بررسی جریان متناوب در بهره‌برداری نامی و در حالت بی‌بار

ب - بررسی تقارن جریان مستقیم در دستگاههای چندفاز

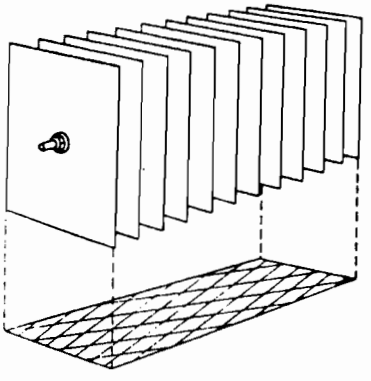
۱۲ - ۵ اصول و روشهای نصب

۱۲ - ۵-۱ برای نصب منابع تغذیه برق مستقیمی که دارای جعبه نوع دیواری (روکار یا توکار) می‌باشد، باید کلیه اصول و ضوابط مندرج در بخش مربوط به‌تابلوهای دیواری فشار ضعیف دقیقاً رعایت شود.

۱۲ - ۵-۲ برای نصب دستگاههای یکسوسازی که دارای جعبه نوع ایستاده می‌باشد، باید کلیه اصول و ضوابط مندرج در بخش مربوط به‌تابلوهای ایستادهٔ فشار ضعیف دقیقاً به‌کار رود.

۱۲ - ۵-۳ برای نصب دستگاههای یکسوکننده در داخل یک و یا مجموعه‌ای از تابلوها باید، با توجه به‌وظیفه و عملکرد سیستم موردنظر و ترکیب اجزای مختلف آن، محل و فضای مناسب، با پایه‌ها و نگاهدارنده‌های قابل اطمینان برای آن، پیش‌بینی شود.

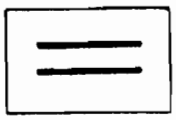
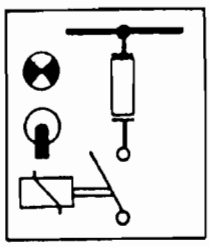
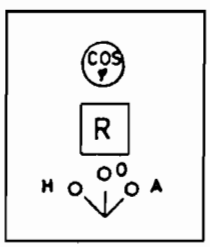
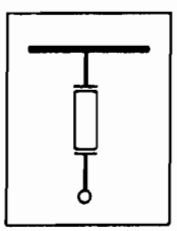
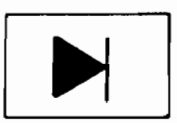
۱۲ - ۵-۴ نصب دستگاههای یکسوساز باید با توجه به‌دستورالعملهای سازنده در زمینه خنک‌سازی آن صورت گیرد. در مواردی که پشته‌های یکسوساز به‌وسیلهٔ گردش هوا با فشار پروانه خنک می‌شود، سرعت گردش هوا بر سطح تصویر پشته یا پشته‌ها باید به‌وسیلهٔ سازنده ارائه شود. سطح تصویر عبارت از مساحت سطحی است که عمود بر جریان هوا در محیط پیرامونی پشته یا پشته‌ها قرار دارد (شکل ۱۲ - ۱).



شکل ۱۲ - ۱

۱۲ - ۶ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی خازنهای صنعتی و یکسوسازها در جدول ۱۲-۱ ارائه شده است.

جدول ۱۲ ـ ۱ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای خازنهای صنعتی و یکسوکننده‌ها

شـــرح	نشانه
خازن ضریب قدرت	
تابلوی فرمان خازن	
رگولاتور	
تابلوی انشعاب	
یکسوکننده	

فصل ۱۳
وسایل شبکه

۱۳ ـ ۱ کلیات

۱۳ ـ ۱ـ۱ در این فصل مشخصات، استانداردها و اصول و روشهای نصب کلیهٔ اقلام و تجهیزات مورد استفاده در شبکه‌های برقی هوایی با ولتاژ حداکثر ۳۳کیلوولت بررسی و تعیین شده است.

۱۳ ـ ۱ـ۲ ولتاژهای مورد استفاده در شبکه‌های برقی هوایی عموماً به‌ترتیب ۳۸۰/۲۲۰ ولت، ۱۱، ۲۰ و ۳۰ کیلوولت می‌باشد.

۱۳ ـ ۱ـ۳ در مواردی که مشخصات و روشهای نصب برخی از اقلام تحت شرایط خاص، در این فصل پیش‌بینی و تصریح نشده باشد باید اصول و ضوابط مندرج در نشریات «استاندارد شبکه‌های توزیع نیروی برق» و «استاندارد خطوط هوایی شبکه توزیع»، که به‌وسیلهٔ وزارت‌نیرو ـ امور برق تهیه شده است، رعایت شود.

۱۳ ـ ۲ تعاریف

۱۳ ـ ۲ـ۱ پایه‌های بتنی مسلح و پیش‌تنیده

۱۳ ـ ۲ـ۱ـ۱ پایه بتنی مسلح

پایه بتنی است که به‌منظور افزایش استحکام مکانیکی آن، اسکلتی از میلگردهای فولادی درون آن قرار داده شده باشد.

۱۳ ـ ۲ـ۱ـ۲ پایه بتنی پیش‌تنیده

پایه بتنی است که میله‌ها یا سیمهای فولادی درون آن قبل از بتن‌ریزی مورد پیش تنش قرار گرفته باشد.

۱۳ ـ ۲ـ۱ـ۳ مقاومت نرمال یا قدرت نامی

میزان باری است که پایه به‌طور دایم و بدون ایجاد ترک در آن بتواند تحمل کند.

۱۳ ـ ۲ـ۱ـ۴ مقاومت ارتجاعی

میزان باری است که موجب از بین‌رفتن حالت ارتجاعی تیر و ایجاد تغییرشکلهای دایمی در آن شود.

۱۳ ـ ۲ـ۱ـ۵ مقاومت نهایی

میزان باری است که موجب شکسته‌شدن تیر می‌شود.

۱۳ ـ ۲ـ۲ پایه‌های چوبی

۱۳ ـ ۲ـ۲ـ۱ یقه تیر

فصل مشترک بین تیر چوبی و سطح زمین، یقه تیر نامیده می‌شود.

۱۳ ـ ۲ـ۲ـ۲ محیط سینه تیر

محیط آن قسمت از تیر که در ارتفاع ۱۸۳ سانتیمتر از ته تیر قرار دارد.

۱۳ ـ ۳ استانداردها و مشخصات فنی پایه‌های برق

۱۳ ـ ۳ـ۱ پایه‌های بتنی مسلح و پیش‌تنیده

۱۳ ـ ۳ـ۱ـ۱ پایه‌های بتنی مسلح و پیش‌تنیده باید برابر مشخصات فنی مندرج در جلد دوم از استاندارد خطوط هوایی توزیع، زیر عنوان «استاندارد تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده»، که به‌وسیله وزارت نیرو ـ امور برق تهیه شده است، طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد. عمده‌ترین موارد مربوط به‌مشخصات فنی تیرهای مزبور برابر استاندارد فوق‌الذکر به‌قرار زیر است:

الف ـ مشخصات مصالح مورد مصرف برای ساخت پایه‌ها شامل سیمان، سنگدانه، آب و میلگرد باید برابر بند ۵ و مشخصات بتن و بتن‌ریزی تیرها برابر بند ۶ از استاندارد فوق انتخاب شود.

ب ـ در تیرهای پیش‌تنیده، بارهای پیش‌تنیدگی مجاز باید برابر بند ۸ تعیین شود.

پ ـ مقطع عرضی تیر باید به‌طور یکنواخت از پایین به‌بالا به‌ازای هر متر ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر باریکتر شود.

ت ـ سطح خارجی تیر باید صاف و عاری از هرگونه ترک‌خوردگی بوده و در آن سوراخهای مورد لزوم با قطر و فواصل مندرج در بند ۳ ـ ۲ از استاندارد فوق برای نصب لوازم خطوط هوایی و میله‌های صعود از تیر پیش‌بینی شود.

ث ـ میزان انحراف از حالت مستقیم تیر به‌ازای هر سه‌متر از طول آن نباید از ۱۰ میلیمتر تجاوز کند.

ج ـ اطلاعات زیرین باید به‌طور خوانا و ماندنی بر روی تمامی پایه‌ها، در فاصلهٔ سه‌متری از انتهای تیر، با عمق حداقل سه‌میلیمتر حک شود.

سطر اول: علامت اختصاری یا نام پروژه موردنظر

سطر دوم: طول حقیقی پایه برحسب متر و مقاومت نرمال آن برحسب کیلوگرم نیرو

سطر سوم: نام کارخانه سازنده

سطر چهارم: تاریخ ساخت (روز ـ ماه ـ سال)

چ ـ کلیهٔ پایه‌ها باید علاوه بر بازرسیهای مقرر در بند ۱۳، به‌وسیله کارخانه سازنده و در حضور نماینده مهندسین مشاور طبق ضوابط و اصول مندرج در بند ۱۴ مورد آزمون قرار گرفته و مهر پذیرش که به‌وسیلهٔ مهندسین مشاور بدین منظور تخصیص داده شده روی تمام تیرها زده شود. پیمانکاران خطوط هوایی مجاز به‌استفاده از پایه‌هایی که فاقد مهر مذکور باشد نخواهند بود.

۱۳ ـ ۳ـ۱ـ۲ پایه‌های بتنی مسلح و پیش‌تنیده با توجه به‌طول، قدرت نامی، مقاومت در مرحله ارتجاعی، و مقاومت نهایی آن، برابر استاندارد وزارت نیرو ـ امور برق در جدولهای ۱۳ـ۱ و ۱۳ـ۲ ارائه شده است. این‌گونه پایه‌ها برحسب وضعیت و شرایط محل نصب، فواصل بین دو تیر، شکل مقطع، و تعداد سیمهای نصب‌شده بر روی آن از لحاظ ارتفاع و قدرت کشش ممکن است از جدولهای مزبور انتخاب شود.

جدول ۱۳ـ۱ طبقه‌بندی پایه‌های بتنی‌مسلح از نظر طول پایه، قدرت اسمی، مقاومت ارتجاعی و نهایی، برابر استاندارد وزارت نیرو ـ امور برق

طول تیر (متر)	قدرت اسمی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت در مرحلهٔ ارتجاعی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت نهایی (کیلوگرم نیرو)
۹	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۹	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۹	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۹	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۲	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۲	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۲	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰
۱۵	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۵	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۵	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۵	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰

جدول ۱۳ـ۲ طبقه‌بندی پایه‌های بتنی پیش‌تنیده از نظر طول تیر، قدرت اسمی، مقاومت ارتجاعی و نهایی، برابر استاندارد وزارت‌نیرو ـ امور برق

طول تیر (متر)	قدرت اسمی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت در مرحلهٔ ارتجاعی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت نهایی (کیلوگرم نیرو)
۸	۱۰۰	۱۵۰	۳۰۰
۸	۱۵۰	۲۲۵	۴۵۰
۸	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۹	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۹	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۹	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۹	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۹	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۵۰۰
۱۰/۵	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۰/۵	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۲	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۲	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۲	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۲	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰
۱۵	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۵	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۵	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۵	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۵۰۰

۱۳ ـ ۳ ـ ۱ ـ ۳ برای مشخصات طرحهای نمونه پایه‌های بتنی مسلح با مقاطع H و مستطیل شکل برابر جدول ۱۳ـ۱ به‌بند ۱۷ـ ۱ـ۱ و برای مشخصات طرحهای نمونه پایه‌های بتنی پیش‌تنیده با مقطع گرد برابر جدول ۱۳ـ۲ به‌بند ۱۷ـ۲ از «استاندارد تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده» مصوب وزارت نیرو مراجعه شود.

۱۳ ـ ۳ ـ ۲ پایه‌های فلزی

۱۳ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۱ پایه‌های فلزی به‌سه نوع کلی تقسیم می‌شود:

الف ـ مشبک: این نوع پایه دارای پایه‌های اصلی از آهن نبشی و یا ناودانی بوده و به‌وسیلهٔ بازوهای نبشی متقاطع به‌یکدیگر متصل می‌باشد.

ب ـ تیرآهن کشیده: این نوع پایه از تیرآهن با مقطع H که قسمت میانی آن در کارخانه با ابزار مخصوص به‌صورت زیگزاگ برش و کشش داده شده ساخته شده است.

پ ـ لوله‌ای: پایه لوله‌ای از قطعات لوله فلزی به‌نحوی تشکیل شده است که قطر قطعات پایین بیشتر بوده و به‌تدریج قطر قطعات بالا کاهش می‌یابد. این نوع پایه‌ها، که عموماً در روشنایی خیابانها به‌کار می‌رود ممکن است دارای بازو و یا بدون بازو باشد. پایه‌های بازودار ممکن است دارای بازوی مستقیم و یا کمانی‌شکل (شلاقی) باشد.

۱۳ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۲ پایه‌های فلزی مشبک، که به‌آن دکل نیز گفته می‌شود، با توجه به‌این که در شکل، انواع، و ابعاد مختلف بوده و برحسب موقعیت جغرافیایی محل نصب، طراحی و ساخته می‌شود، مشخصات فنی جداگانه‌ای برای آن در این فصل پیش‌بینی و تعیین نشده است. بنابراین مهندسین مشاور هر طرح موظفند دکلهای موردنیاز را برحسب وضعیت جغرافیایی منطقه مربوط از قبیل فشار و سرعت وزش باد و سایر شرایط جوی و همچنین نوع و مقطع سیم مورد مصرف براساس ضوابط وزارت نیرو ـ امور برق طرح و اجرا کنند.

۱۳ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۳ پایه‌هایی که از نوع تیرآهن کشیده شده می‌باشد نیز باید طبق شرایط مندرج در بند ۱۳ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۲ طراحی و اجرا شود.

۱۳ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۴ پایه‌های لوله‌ای، به‌طور کلی، از نظر ساخت به‌دو نوع تلسکوپی یک پارچه[1] و تلکسکوپی جوشی یا پرسی[2] تقسیم می‌شود که هر یک نیز ممکن است برحسب مورد مصرف در انواع مختلف مانند مستقیم بدون بازو یا بازودار، شلاقی یکطرفه یا دوطرفه و در بعضی موارد چهارطرفه و یا بیشتر ساخته شود.

۱۳ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۵ فولاد مورد مصرف در ساخت پایه‌های لوله‌ای باید حداقل برابر استاندارد EN 25-72 ، کلاس Fc 360 B بوده و برای گالوانیزه‌شدن و جوش مناسب باشد. این‌گونه لوله‌ها باید از نوع سراسر درز جوش و یا بی‌درز و کاملاً سالم و همچنین بدون هیچ نوع خوردگی باشد.

۱۳ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۶ آلیاژ آلومینیوم مورد مصرف برای ساخت پایه‌های آلومینیومی باید با شرایط مندرج در استانداردهای ISO/R 164 , ISO/R 209 , ISO/TR 2136 , ISO/R 827 منطبق بوده و در برابر خوردگی مقاوم باشد. در مواردی که در محل نصب پایه‌ها شرایط خورندگی ویژه‌ای وجود داشته باشد. پیمانکار موظف است آلیاژ پایه‌ها را با توافق دستگاه نظارت تعیین نماید.

۱۳ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۷ میله یا تسمه‌های پرکننده که برای جوشکاری قوس الکتریک تحت گاز محافظ برای آلومینیوم یا آلیاژهای آن به‌کار می‌رود باید دارای شرایط مندرج در بخش چهارم از استاندارد BS 2901 باشد.

1– Stepped 2– Swaged

۱۳ ـ ۳ـ۲ـ۸ آماده‌سازی و اجرای جوشکاری قوس الکتریک باید حسب مورد، برطبق بخش اول از استاندارد BS 3019 و یا بخش اول از استاندارد BS 3571 انجام شود.

۱۳ ـ ۳ـ۲ـ۹ پایه‌های تلسکوپی یکپارچه باید از لوله یک‌تکه بوده و در کارخانه به‌وسیلهٔ دستگاه مخصوص تغییر قطر به‌شکل پله‌ای ساخته شود.

۱۳ ـ ۳ـ۲ـ۱۰ پایه‌های تلسکوپی پرسی باید از لوله‌هایی که دارای قطرهای مختلف و طولهای مناسب است به‌وسیلهٔ دستگاهها و پرس‌های ویژه تولید این نوع پایه‌ها ساخته شود. نحوهٔ ساخت به‌وسیلهٔ دستگاههای یاد شده بدین ترتیب است که ابتدا لولهٔ دارای قطر بزرگتر کاملاً گرم و سپس لولهٔ دارای قطر کوچکتر در داخل آن پرس می‌شود و کار به‌همین ترتیب تا تکمیل پایه ادامه می‌یابد.

۱۳ ـ ۳ـ۲ـ۱۱ پایه‌های تلسکوپی جوشی نیز باید از لوله‌هایی با قطرهای مختلف و با طولهای مناسب در داخل یکدیگر قرار داده شده و دورادور آن حداقل دوبار متناسب با شرایط مندرج در استاندارد BS 5135 جوشکاری شده و سطح آن با سنباده کاملاً صاف شود.

۱۳ ـ ۳ـ۲ـ۱۲ طراحی و ساخت پایه‌های فلزی روشنایی باید با محاسبه وزن بازو و چراغ و سایر لوازم مربوط به‌آن، و ضرایب مربوط به‌فشار باد و شکل پایه و بازو انجام شود.

۱۳ ـ ۳ـ۲ـ۱۳ برای طرحهای نمونه پایه‌های فولادی روشنایی معابر و همچنین سایر مشخصات فنی و استانداردهای مربوط به‌پایه‌ها همچون جعبه تقسیم پایه، مسیر کابل ورودی و یا خروجی، ترمینالهای زمین و اتصال چراغ به‌پایه به‌نشریه «مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راههای شهری» رجوع شود.

۱۳ ـ ۳ـ۲ـ۱۴ حفاظت پایه‌های فلزی در برابر خوردگی

حفاظت پایه‌های فلزی در برابر خوردگی شامل سه بخش به‌شرح زیر خواهد بود:

سطح اول: سطح خارجی پایه از بالاترین قسمت آن تا ۰/۲۵ متر از سطح زمین یا در مورد پایه‌های فلنج‌دار تمامی سطح خارجی پایه

سطح دوم: سطح خارجی قسمت زمینی پایه تا ارتفاع ۰/۲۵ متر از سطح زمین

سطح سوم: سطح داخلی پایه (در صورت وجود)

۱۳ ـ ۳ـ۲ـ۱۵ حفاظت پایه‌های فولادی در برابر خوردگی

پایه‌های فولادی باید براساس یکی از روشهای زیر، برحسب مورد، در برابر خوردگی حفاظت شود:

الف ـ در مواردی که از پایه‌های فولادی گالوانیزه استفاده می‌شود، تمامی سطوح پایه باید برابر استانداردهای ISO 1459، ISO 1460 و ISO 1461 گالوانیزه گرم شده باشد. حداقل ضخامت پوشش روی‌برای پایه‌های فولادی گالوانیزه با ضخامت بین ۱ تا ۵ میلیمتر در جدول ۱۳ـ۳ ارائه شده است.

جدول ۱۳ ـ ۳ حداقل ضخامت پوشش روی برای پایه‌های فولادی گالوانیزه با ضخامت بین ۱ تا ۵ میلیمتر

ضخامت پایه فولادی (میلیمتر)	حداقل پوشش روی (در یک‌طرف)	
	μm	g/m^2
۱ تا ۲	۳۵۰	۵۰
بیش از ۲ تا ۵	۴۵۰	۶۵

ب ـ در مواردی که پایه‌های فلزی به‌وسیلهٔ روش دمایی فلزپاشی و رنگ‌آمیزی[1] در برابر خوردگی حفاظت می‌شود، ابتدا باید سطوح اول و دوم پایه با استفاده از روش زنگ‌زدایی با فشار باد و مواد ساینده[2] برابر استاندارد سوئد (SIS 05 5900) آماده‌سازی شود و سپس سطوح سه‌گانه آن به‌شرح زیر رنگ‌آمیزی و قیراندود گردد:

سطح اول: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی ـ غیر الزامی

سطح دوم: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی یا یک لایه پوشش قیر

سطح سوم: یک لایه پوشش قیر

پ ـ در مواردی که برای حفاظت پایه‌های فولادی از روش فسفاته و رنگ کردن استفاده می‌شود، ابتدا باید سطوح سه‌گانه تا زدوده شدن تمامی زنگ از سطح فلز نمک سود شده و سپس یک لایه فسفات بر روی آن ایجاد شود و آنگاه در مدت ۲۴ ساعت به‌شرح زیر رنگ‌آمیزی و قیراندود گردد:

سطح اول: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی

سطح دوم: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی یا یک لایه پوشش قیر

سطح سوم: یک لایه پوشش قیر

ت ـ در مواردی که برای حفاظت پایه‌های فولادی از روش رنگ‌آمیزی استفاده می‌شود، ابتدا باید سطوح اول و دوم پایه طبق استاندارد سوئد (SIS 05 5900) زنگ‌زدایی و سپس به‌شرح زیر رنگ‌آمیزی و قیراندود شود:

سطح اول: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی

سطح دوم: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی و (یا) یک لایه پوشش قیر

سطح سوم: یک لایه پوشش قیر

۱۳ ـ ۳ـ۲ـ۱۶ حفاظت پایه‌های آلومینیومی در برابر خوردگی

حفاظت سطوح سه‌گانه پایه‌های آلومینیومی در برابر خوردگی به‌شرح زیر خواهد بود:

سطح اول: حفاظت ضرورت ندارد

سطح دوم: سطح موردنظر باید پس از چربی‌گیری و پرداخت اولیه به‌وسیله حداقل ۲۵۰ میکرومتر قیر پوشیده شود.

سطح سوم: چربی‌گیری و پوشش قیر همانند سطح دوم باید انجام شود لیکن پرداخت اولیه سطح مورد لزوم نخواهد بود.

۱۳ ـ ۳ـ۳ پایه‌های چوبی

پایه‌های چوبی باید از چوب سرو مخصوص مطابق استاندارد BS 1990/1984 بوده و با مواد کرئوزوت براساس روش روپینگ[3] و استاندارد BS 913/1954 اشباع شده باشد. کیفیت کرئوزوت مذکور باید براساس استاندارد BS 144/1954 بوده و حداقل کشش الیاف پایه‌های چوبی (Fiber stress) باید

1– Thermal spraying with metals and painting 2– Blast cleaning 3– Rueping

kg/cm^2 ۵۶۰ باشد. پایه‌های چوبی همچنین باید با مشخصات مندرج در جلد سوم از استاندارد خطوط هوایی توزیع زیر عنوان «تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی به‌کاررفته در شبکه توزیع» منطبق باشد. عمده‌ترین موارد مربوط به‌مشخصات فنی پایه‌های چوبی براساس استاندارد نامبرده به‌قرار زیر است:

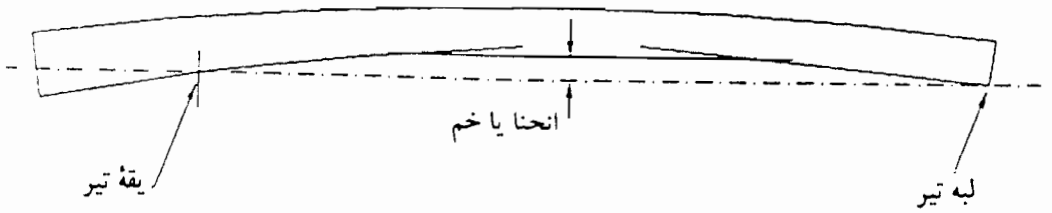
۱۳ ـ ۳ـ۳ـ۱ چوب داخلی مناسب برای ساخت پایه‌های چوبی شامل درختان کاج تدا، کاج تهران، کاج زربین، ممرز، تبریزی، صنوبر، افرا، اکالیپتوس و انجیلی می‌باشد. چوب درختان یادشده باید از نظر تعداد حلقه‌های رویش سالانه، طول ترکها و شکافهای ظاهرشده در سر یا ته تیر، وجود علایم فشاری (یا کششی) در ابتدا یا انتهای چوب، اثر زخم و فرورفتگی، وجود پوسیدگی یا مغز پوک در چوب، محدودیت تکان خوردگی، و مانند آن برابر ضوابط مندرج در استاندارد مزبور باشد.

۱۳ ـ ۳ـ۳ـ۲ حداکثر پیچش مجاز رگه در تیرهای مورد مصرف به‌قرار جدول زیر خواهد بود:

طول تیر	حداکثر پیچش مجاز
۹ متر و کمتر	یک دور کامل در هر ۳ متر
۱۰ تا ۱۴ متر	یک دور کامل در هر ۵ متر
بیش از ۱۵ متر	یک دور کامل در هر ۶ متر

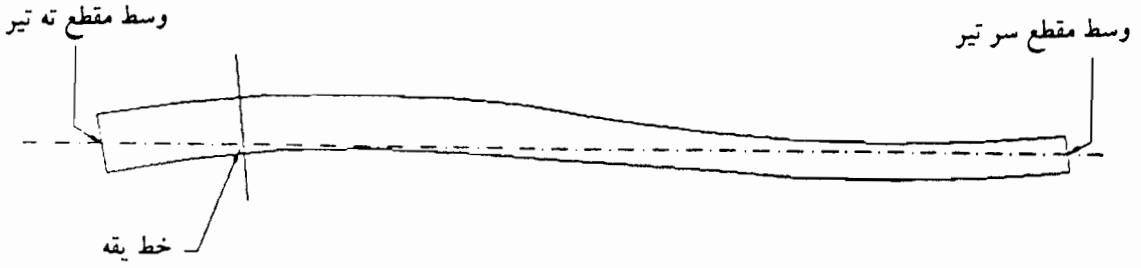
۱۳ ـ ۳ـ۳ـ۳ انحنای تیر

الف ـ انحنا در یک جهت: تیرهای مورد مصرف با حداکثر ارتفاع ۱۵ متر و انحنا در یک جهت، نباید به‌ازای هر سه متر طول از محل یقه تیر به‌بالا دارای انحنای بیش از ۲/۵ سانتیمتر باشد. (شکل ۱۳ـ۱)



شکل ۱۳ ـ ۱ انحنا یا خمیدگی تیر در یک جهت.

ب ـ انحنا در دو جهت: خط مستقیمی که از وسط سر و ته تیر می‌گذرد باید در فاصلهٔ این دو نقطه در محلهای انحنا حداقل با سطح تیر مماس باشد (شکل ۱۳ ـ ۲).

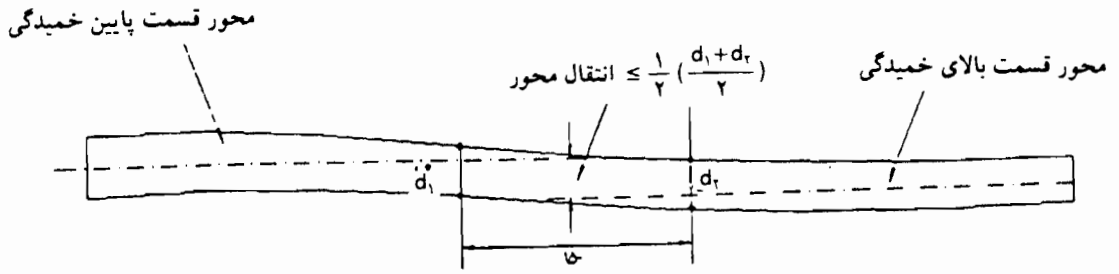


شکل ۱۳ ـ ۲ انحنا یا خمیدگی تیر در دو جهت.

۱۳ ـ ۳ـ۳ـ۴ خمیدگی کوتاه

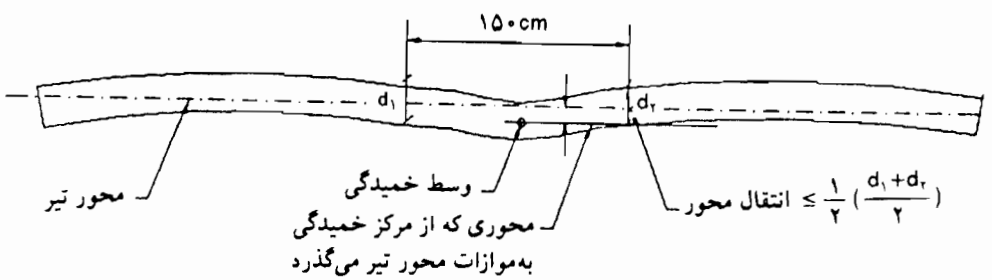
تیر باید فاقد خمیدگیهای کوتاه باشد. اندازه‌گیری خمیدگیهای کوتاه ۱۵۰ سانتیمتری یا کمتر به‌شرح زیر است:

حالت اول : در صورتی که محورهای مبنا تقریباً با هم موازی باشد، فاصله دو محور، نباید از نصف متوسط قطرهای بالا و پایین خمیدگی، بیشتر باشد (شکل ۱۳ ـ ۳).



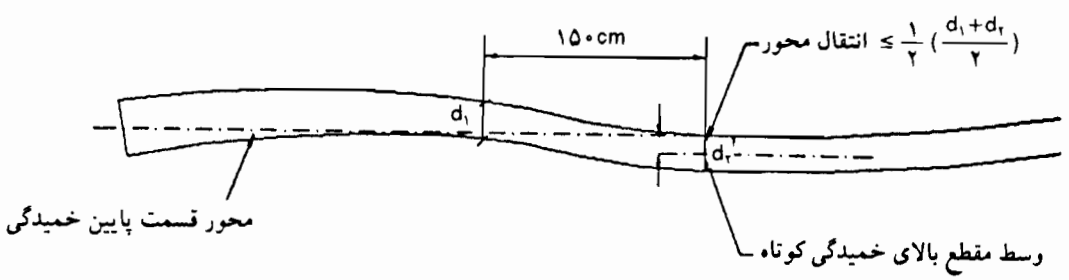
شکل ۱۳ ـ ۳ خمیدگی کوتاه تیر، حالت اول.

حالت دوم: در صورتی که محورهای بالا و پایین خمیدگی کوتاه برهم منطبق باشد، فاصله محور تیر از محوری که از مرکز قسمت خمیدگی به‌موازات محور تیر می‌گذرد، نباید از نصف متوسط قطرهای بالا و پایین خمیدگی بیشتر باشد (شکل ۱۳ ـ ۴).



شکل ۱۳ ـ ۴ خمیدگی کوتاه تیر، حالت دوم.

حالت سوم: در صورتی که محور بالا و پایین قسمت خمیدگی برهم منطبق نبوده و موازی نیز نباشد، فاصلهٔ محور پایین تیر و خطی که از مرکز مقطع عرضی بالای خمیدگی و موازی پایین کشیده شده نباید بیشتر از نصف متوسط قطرهای بالا و پایین خمیدگی باشد (شکل ۱۳ ـ ۵).



شکل ۱۳ ـ ۵ خمیدگی کوتاه تیر، حالت سوم.

۱۳ ـ ۳ـ۳ـ۵ قطر هر گره و مجموع قطرهای گره‌های موجود در یک فاصله ۳۰ سانتیمتری در طول پایه نباید از حدود جدول ۱۳ ـ ۴ تجاوز کند.

جدول ۱۳ ـ ۴ قطر مجاز گره و مجموع گره‌ها برای تیرهای مختلف

طول تیر	محل گره‌ها	کلاس ۱، ۲ و ۳	کلاس ۴، ۵، ۶ و ۷
۸ تا ۱۵ متر	نیمه اول از ته تیر	قطر هر گره، ۷/۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر	قطر هر گره، ۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر
۸ تا ۱۵ متر	نیمه دوم از ته تیر	قطر هر گره، ۱۲/۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر	قطر هر گره، ۱۰ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر
بیش از ۱۵ متر	نیمه اول از ته تیر	قطر هر گره، ۱۰ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمتر	قطر هر گره، ۱۰ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمتر
بیش از ۱۵ متر	نیمه دوم از ته تیر	قطر هر گره، ۱۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمتر	قطر هر گره، ۱۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمتر

۱۳ ـ ۳ـ۳ـ۶ پایه‌های چوبی برق از نظر مشخصات به‌هفت گروه یا کلاس تقسیم می‌شود. مشخصات و گروه‌بندی پایه‌های مذکور شامل حداقل محیط سر تیر، حداقل قطر سر تیر و نیروی شکست پایه در جدول ۱۳ ـ ۵، و حداقل محیط سینه تیر در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر در جدول ۱۳ ـ ۶ ارائه شده است.

جدول ۱۳ ـ ۵ حداقل محیط و قطر سر تیر و نیروی شکست پایه برای کلاسهای مختلف تیر

کلاس یا گروه تیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
حداقل محیط سر تیر (سانتیمتر)	۶۸	۶۳	۵۸	۵۳	۴۸	۴۳	۳۸
حداقل قطر سرتیر (سانتیمتر)	۲۲	۲۰	۱۹	۱۷	۱۵	۱۴	۱۲
نیروی شکست (کیلوگرم نیرو)	۲۰۰۰	۱۷۰۰	۱۳۵۰	۱۱۰۰	۹۰۰	۷۰۰	۵۵۰

جدول ۱۳ ـ ۶ حداقل محیط سینه در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر

کلاس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
طول تیر(متر)	حداقل محیط سینه تیر در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر (سانتیمتر)						
۸	۸۵	۸۰	۷۵	۷۰	۶۵	۵۸/۵	۵۵
۹	۹۰	۸۶	۸۱	۷۳/۵	۷۰	۶۲	۵۸/۵
۱۱	۹۶/۵	۹۰	۸۴	۷۸/۵	۷۳/۵	۶۷	۶۲
۱۲	۱۰۱/۵	۹۵	۹۱/۵	۸۲/۵	۷۷/۵	۷۱	۶۶
۱۴	۱۰۷	۱۰۳	۹۳	۸۶	۸۲/۵	۷۳/۵	۶۸/۵
۱۵	۱۱۲	۱۰۷	۹۵	۹۰	۸۶	۷۷/۵	۷۲
۱۷	۱۱۵	۱۱۱	۱۰۱/۵	۹۶/۵	۸۹	۸۰	–
۱۸	۱۱۹	۱۱۴	۱۰۴	۹۹	۹۱/۵	۸۴	–

۱۳ ـ ۳ـ۳ـ۷ علامت‌گذاری روی پایه‌های چوبی

هر پایه باید دارای یک علامت (نشان) به‌طول حداقل ۵۰ میلیمتر، به‌عرض حداقل ۵ میلیمتر و به‌عمق حداقل ۳ میلیمتر در فاصله ۳ متری از انتهای آن باشد. در بالا و پایین نشان مزبور مشخصات زیر باید حک شود:

الف ـ مشخصاتی که باید در بالای نشان حک شود:

۱ ـ طول پایه (متر)

۲ ـ کلاس پایه در فاصله ۱/۵ متری از انتهای آن (میلیمتر)

ب ـ مشخصاتی که باید در زیر نشان درج شود:

۱ ـ کد نوع چوب

۲ ـ کشور تولیدکننده چوب

۳ ـ دو رقم آخر سال تولید چوب

حروف مورد استفاده برای درج مشخصات باید دارای ارتفاع حداقل ۲۵ میلیمتر، عرض حداقل ۵ میلیمتر و عمق حداقل ۳ میلیمتر باشد. فاصله بین درج مشخصات مختلف باید بین ۲۰ تا ۳۰ میلیمتر باشد.

۱۳ ـ ۴ اصول و روشهای نصب پایه‌های برق

۱۳ ـ ۴ـ۱ ضوابط کلی

۱۳ ـ ۴ـ۱ـ۱ به‌طور کلی پایه‌های برق باید کاملاً در امتداد نیروی ثقل زمین و با استحکام کافی در زمین نصب شود به‌طوری که نیروی وارده از جانب سیمها یا باد و مانند آن سبب خمش پایه نشود.

۱۳ ـ ۴ـ۱ـ۲ برای نصب پایه‌های برق در مواردی که خطوط برق به‌طور مستقیم و در زمینهای معمولی کشیده می‌شود قاعده کلی آن است که عمق گودال مورد لزوم برابر یک ششم طول کل پایه درنظر گرفته شود. برای تعیین عمق گودال در موارد مختلف (خط مستقیم و غیر مستقیم)، در زمینهای معمولی جدول شماره ۱۳ ـ ۷ ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱۳ ـ ۷ تعیین عمق گودال در زمینهای معمولی برای موارد مختلف

عمق گودال (متر)		طول کل پایه (متر)	عمق گودال (متر)		طول کل پایه (متر)
انحناها، گوشه‌ها و نقاط دارای کشش اضافی	خط مستقیم		انحناها، گوشه‌ها و نقاط دارای کشش اضافی	خط مستقیم	
۲/۲۷	۲/۱۲	۱۷	۱/۸۲	۱/۶۷	۹
۲/۴۲	۲/۲۷	۱۸	۲/۰	۱/۸۲	۱۱
۲/۵۸	۲/۴۲	۲۰	۲/۰	۱/۸۲	۱۲
۲/۵۸	۲/۴۲	۲۱	۲/۱۲	۲/۰	۱۴
۲/۷۳	۲/۵۸	۲۲	۲/۲۷	۲/۱۲	۱۵

۱۳ ـ ۴ـ۱ـ۳ در خاکهای سست پایه‌هایی که دارای طول حداکثر ۱۷ متر می‌باشد، باید ۵۰ سانتیمتر عمیق‌تر از زمینهای سفت جایگذاری شود و برای پایه‌های بیش از ۱۷ متر طول، عمق جایگذاری پایه نظیر عمق تعیین شده برای زمینهای سفت می‌باشد.

۱۳ ـ ۴ـ۲ اصول و روشهای نصب پایه‌های بتنی

۱۳ ـ ۴ـ۲ـ۱ ابعاد گودال برای نصب پایه‌های بتنی در زمینهای معمولی باید به‌شرح زیر باشد:

عمق گودال: به‌طور معمول یک ششم طول کل تیر

عرض و طول گودالهای با مقطع چهارگوش: حدود ۶۰ سانتیمتر

قطر گودالهای با مقطع دایره‌ای: حدود ۷۰ سانتیمتر

۱۳ ـ ۴ـ۲ـ۲ کف گودال باید با ریختن بتون مگر به‌ضخامت ۵ الی ۱۰ سانتیمتر بتن‌ریزی و کف بالای بتن‌ریزی در کلیه گودالها همسطح باشد.

۱۳ ـ ۴ـ۲ـ۳ پایه‌ها باید در وسط گودال و عمود بر سطح افقی و در یک امتداد مسیر مستقیم قرارگرفته و پایهٔ تیر با قلوه و یا لاشه سنگهای بزرگ (به‌ابعادی مشابه ابعاد مقطع تیر) تا یک سوم ارتفاع گودال کاملاً مستحکم و سپس بتن غیرمسلح با حداقل عیار ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب تا ارتفاع ۱۰ سانتیمتر به‌کف تمام‌شده زمین ریخته شود. فاصله باقیمانده تا کف تمام‌شده (۱۰ سانتیمتر) باید با مصالحی مشابه آنچه در اطراف تیر وجود دارد (خاک، اسفالت، موزاییک، سیمان و غیره) پر و تسطیح شود.

۱۳ ـ ۴ـ۲ـ۴ صعود از پایه‌های نصب‌شدهٔ بتنی و انجام هرگونه عملیات نصب وسایل و تجهیزات روی پایه‌ها باید حداقل ۲۴ ساعت بعد از بتن‌ریزی گودال پایه‌های مذکور صورت پذیرد.

۱۳ ـ ۴ـ۲ـ۵ به‌منظور جلوگیری از آسیب‌دیدگی بدنه پایه‌ها و آرماتورها، توصیه می‌شود در هنگام بلندکردن و نصب پایه‌های بتنی در گودالهای مربوط از وسایل مکانیکی مانند جرثقال و مانند آن به‌جای نیروی انسانی استفاده شود.

۱۳ ـ ۴ـ۲ـ۶ در تیرهای پیش‌تنیده (که دارای مقطع توخالی است) هنگامی که از مهار استفاده می‌شود نیروی محوری زیادی در تیر به‌وجود می‌آید لذا باید به‌چگونگی انتقال این نیرو به‌زمین در کف تیر توجه ویژه‌ای شود. برای مقابله با تنشهای لهیدگی در این ناحیه می‌توان صفحات بزرگتری در زیر تیر تعبیه نمود. این موضوع به‌ویژه در خاکهای سست باید مورد توجه قرار گیرد.

۱۳ ـ ۴ـ۳ اصول و روشهای نصب پایه‌های فلزی

۱۳ ـ ۴ـ۳ـ۱ پایه‌های فلزی مورد استفاده برای نصب در زمین باید برابر بند ۱۳ ـ ۳ـ۲ـ۱۴ در برابر خوردگی محافظت شود.

۱۳ ـ ۴ـ۳ـ۲ در صورتی‌که پایه‌های فلزی به‌منظور ایجاد شبکه هوایی توزیع نیرو به‌کار رود، اصول و روشهای نصب پایه‌های بتنی مندرج در بند ۱۳ ـ ۴ـ۲ از قبیل گودبرداری، ابعاد گودال و جزییات نصب باید عیناً در مورد پایه‌های فلزی نیز رعایت شود.

۱۳ ـ ۴ـ۳ـ۳ در مواردی که پایه‌های فلزی روشنایی معابر و خیابانها به‌وسیله کابل زمینی تغذیه می‌شود، عمق نصب پایه در داخل زمین باید براساس محاسبات لازم و با توجه به‌نوع خاک تعیین شود. حداقل عمق دفن پایه‌های مزبور در خاکهای سفت، معمولی یا سست در جدول ۱۳ ـ ۸ ارائه شده است. برای نصب

پایه‌های فلزی روشنایی راههای شهری یکی از روشهای مندرج در بندهای ۱۳ ـ ۴ـ۳ـ۴ تا ۶ ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱۳ ـ ۸ حداقل عمق‌دفن پایه چراغهای‌روشنایی در زمین باتوجه به‌نوع خاک

ارتفاع نامی (متر)	عمق دفن (سانتیمتر)		
	خاک سفت	خاک معمولی	خاک سست
< ۵	۶۰	۸۰	۱۰۰
۶	۸۰	۱۰۰	۱۲۰
۸	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰
۱۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۷۰
۱۲	۱۵۰	۱۷۰	۲۰۰
۱۵	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰
۱۸	۱۵۰	۲۰۰	–
۲۰	۱۸۰	–	–

۱۳ ـ ۴ـ۳ـ۴ نصب مستقیم پایه‌های فلزی روشنایی در زمین

در این روش ابتدا باید گودالی باعمق لازم در زمین حفر شود و سپس با نصب پایه در مرکز آن و قراردادن لوله‌های مخصوص ورود و خروج کابل، بتن‌ریزی با عیار حداقل ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب صورت گیرد و پس از خشک‌شدن بتن سطح آن با خاک و ماسه انباشته‌شده وکاملاً کوبیده شود. پوشش نهایی گودال مشابه سطح خیابان یا معابر موردنظر خواهد بود.

۱۳ ـ ۴ـ۳ـ۵ نصب پایه‌های فلزی روشنایی با استفاده از لوله سیمانی

نصب پایه با استفاده از لوله سیمانی شامل مراحل زیر خواهد بود:

الف ـ حفر گودال با عمق لازم و قراردادن یک عدد لوله سیمانی با قطر داخلی ۶ تا ۱۰ سانتیمتر بیش از قطر خارجی پایه فلزی و ارتفاع ۱۰ سانتیمتر کمتر از عمق گودال در داخل آن.

ب ـ نصب لوله‌های فلزی برای عبور کابل یا کابلهای ورودی و خروجی به‌درون پایه با ایجاد سوراخ یا سوراخهای لازم در بدنه لوله سیمانی همسطح با کف کانال کابلکشی به‌گونه‌ای که پس از بتن‌ریزی، عبور کابل از طریق لوله‌های مزبور به‌داخل پایه فلزی به‌آسانی انجام شود.

پ ـ بتن‌ریزی اطراف لوله سیمانی با بتن غیرمسلح و عیار سیمان حداقل ۲۰۰ کیلوگرم در مترمکعب.

ت ـ پس از خشک‌شدن بتن، قرار دادن پایهٔ فلزی دقیقاً در مرکز لولهٔ سیمانی، و پر کردن اطراف پایه با ماسهٔ نرم و مرطوب تا ارتفاع ۱۰ سانتیمتر پایین‌تر از لبهٔ فوقانی لولهٔ سیمانی و ایجاد فشردگی لازم.

ث ـ ماسه و سیمان‌کردن ۱۰ سانتیمتر فاصله باقیمانده از ارتفاع لوله سیمانی و پر کردن و تسطیح ۱۰ سانتیمتر باقیمانده گودال (از لبهٔ لوله سیمانی تا سطح زمین) با مصالحی مشابه آنچه در اطراف تیر وجود دارد (خاک، آسفالت، موزاییک، بتن و غیره).

۱۳ ـ ۴ـ۳ـ۶ نصب پایه‌های فلزی روشنایی بر روی فونداسیون بتنی پیش‌ساخته

در زمینهایی که پایه‌ها در معرض عوامل خورندگی شدید قرار می‌گیرد، استفاده از روش نصب پایه‌ها بر روی فونداسیون بتنی مسلح پیش‌ساخته به‌شرح زیر توصیه می‌شود:

الف ـ فونداسیون پیش‌ساخته باید از بتن مسلح با ابعادی متناسب با شکل، ارتفاع و وزن پایه ساخته شده و در آن مسیرهای عبور کابل و لوله‌های فلزی لازم پیش‌بینی و تعبیه شده باشد (شکلهای ۱۳ ـ ۶ و ۱۳ ـ ۷).

ب ـ در طراحی و تعیین ابعاد فونداسیون بتنی پیش‌ساخته (تعیین مقادیر a، b، c، d و e در شکلهای ۱۳ ـ ۶ و ۱۳ ـ ۷)، عوامل زیر باید در نظر گرفته شود:

- ارتفاع پایه
- مقاومت فشاری بتن
- وزن مخصوص بتن
- وزن مخصوص خاک
- تنش مجاز خاک
- تنش تسلیم آرماتورهای مصرفی
- انتخاب آرماتورهای سالم از نوع آجدار
- تناسب نوع سیمان مصرفی با نوع خاک محل نصب پایه
- میزان تراکم لازم خاک بر روی فونداسیون

پ ـ پس از دفن فونداسیون در زمین، پایه باید به‌کمک صفحه متصل به‌آن[1] و میل مهارهای مستقر در داخل بتن و یک صفحه پایه[2] بر روی آن نصب شود (شکل ۱۳ ـ ۸).

ت ـ برای اطلاع از مشخصات فنی ساخت و نصب پایه‌های فولادی روشنایی نمونه به‌فصل سیزدهم از نشریهٔ «مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راههای شهری» رجوع شود.

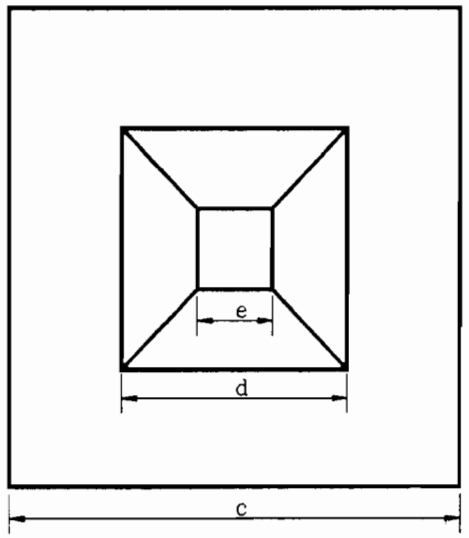
۱۳ ـ ۴ـ۴ اصول و روشهای نصب پایه‌های چوبی

۱۳ ـ ۴ـ۴ـ۱ گودال محل نصب پایه‌های چوبی باید دارای مقطع دایره‌ای بوده و کاملاً به‌شکل استوانه‌ای حفر و برای گودبرداری حتی‌الامکان از مته‌های مخصوص استفاده شود. در صورت عدم دسترسی به‌وسایل مذکور ممکن است از نیروی انسانی استفاده شود.

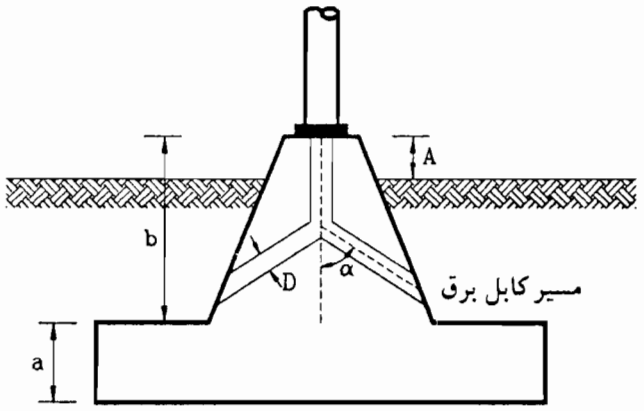
۱۳ ـ ۴ـ۴ـ۲ قطر گودال باید با توجه به‌قطر انتهایی پایه به‌گونه‌ای انتخاب شود که تیر در هنگام نصب به‌آسانی در گودال قرار داده شده و عملیات سنگ‌ریزی، خاکریزی و کوبیدن آن به‌سهولت امکان‌پذیر باشد.

۱۳ ـ ۴ـ۴ـ۳ عمق گودال نصب پایه‌های چوبی بستگی به‌طول و وزن پایه، نوع خاک و شرایط آب و هوایی محل نصب آن دارد. حداقل عمق دفن انواع پایه‌ها با توجه به‌شرایط مذکور برابر استاندارد وزارت نیرو در جدول ۱۳ ـ ۹ ارائه شده است.

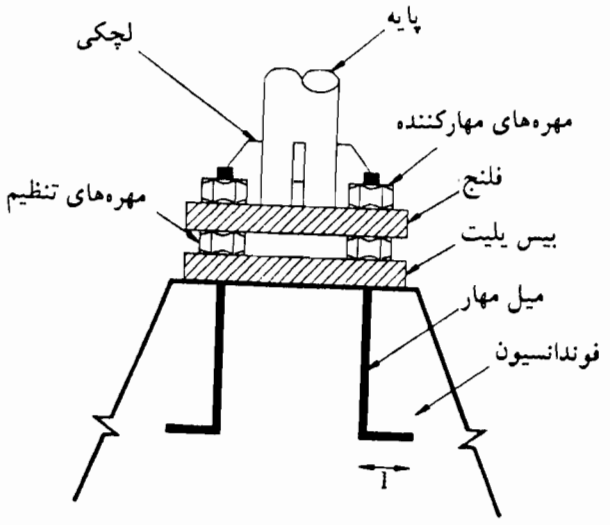
1– Flange 2– Base plate



پلان نمونه فونداسیون بتنی پیش‌ساخته
شکل ۱۳ ـ ۶



نمای نمونه فونداسیون بتنی پیش‌ساخته
شکل ۱۳ ـ ۷



جزییات نصب پایه بر روی فونداسیون بتنی پیش‌ساخته
شکل ۱۳ ـ ۸

جدول ۱۳ ـ ۹ حداقل عمق دفن پایه‌های چوبی

سنگ‌دار			خوب			سست			معمولی			نوع خاک
سنگین	معمولی	سبک	سنگین	معمولی	سبک	سنگین	معمولی	سبک	سنگین	معمولی	سبک	شرایط آب و هوایی نوع پایه (متر)
۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۲/۰	۱/۹	۱/۶	۱/۷	۱/۵	۱/۴	۸
۱/۳	۱/۲	۱/۱	۱/۵	۱/۴	۱/۳	۲/۱	۱/۹	۱/۷	۱/۸	۱/۷	۱/۵	۹
۱/۳	۱/۲	۱/۱	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۲/۲	۲/۰	۱/۸	۱/۸	۱/۷	۱/۵	۱۰
۱/۳	۱/۲	۱/۱	۱/۶	۱/۵	۱/۴	۲/۲	۲/۱	۱/۸	۱/۹	۱/۷	۱/۶	۱۱
۱/۴	۱/۳	-	۱/۷	۱/۶	-	۲/۳	۲/۱	-	۱/۹	۱/۷	-	۱۲
۱/۴	۱/۳	-	۱/۷	۱/۶	-	۲/۴	۲/۲	-	۲/۰	۱/۸	-	۱۳
۱/۵	۱/۴	-	۱/۷	۱/۷	-	۲/۴	۲/۳	-	۲/۱	۱/۹	-	۱۴
۱/۵	-	-	۱/۸	-	-	۲/۵	-	-	۲/۱	-	-	۱۵
۱/۶	-	-	۱/۸	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۶
۱/۶	-	-	۱/۹	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۷
۱/۷	-	-	۱/۹	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۸
۱/۷	-	-	۲/۰	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۹

مشخصات انواع مختلف خاک که در جدول ۱۳ ـ ۹ ذکر گردیده به‌شرح زیر است:

خاک معمولی: عبارت است از گل خشک و سفت، شنزار خشک و سفت و شن به‌هم فشرده و سفت.

خاک سست: عبارت است از گل نرم و تَر و شن نرم و تَر، گل خشک مخلوط با ماسه نرم و طبقات گل و ماسه

خاک خوب: عبارت است از شن درشت به‌هم فشرده، سنگ و گل طبقه طبقه‌شده، سنگ سست و شن و ماسه که خوب پهن شده باشد.

خاک سنگ‌دار: عبارت است از خاکی که محتوی سنگهای با حجم متوسط و سخت باشد.

۱۳ ـ ۴ـ۴ـ۴ پایه‌ها باید در وسط گودال قرار گرفته و پایهٔ تیر با قلوه یا لاشه سنگهای بزرگ (به ابعادی مشابه ابعاد مقطع پایه) تا یک سوم ارتفاع گودال کاملاً مستحکم شود. در صورتی‌که زمین سفت باشد باقیمانده ارتفاع گودال را می‌توان از خاک حاصله از گودبرداری پر کرد مشروط بر آنکه خاکریزی در لایه‌های مختلف انجام شده و پس از هر لایه کاملاً کوبیده شود. چنانچه زمین سست و نرم باشد باقیمانده ارتفاع گودال باید با بتنی با نسبتهای یک قسمت سیمان، سه قسمت ماسه و سه قسمت سنگ شکسته یا شن درشت بتن‌ریزی شود.

۱۳ ـ ۴ـ۴ـ۵ در شرایطی که زمین محل دفن پایه سست بوده و یا به‌دلایلی نتوان عمق دفن پایه را به‌اندازه لازم پیش‌بینی کرد، پایه باید در داخل زمین کلاف‌بندی شود.

۱۳ ـ ۴ـ۴ـ۶ در مواردی که زمین محل دفن پایه سست باشد می‌توان با استفاده از بلوک سیمانی در کف گودال دفن پایه، استحکام لازم را برای پایه تامین نمود.

۱۳ ـ ۴ـ۴ـ۷ در یک مسیر مستقیم کلیه پایه‌های چوبی باید عمود برسطح افقی و در یک امتداد باشد. در صورتی که

مسیر انحنادار باشد در نقاط انحنا، پایه‌ها باید کمی در جهت خارج انحنا متمایل شود به‌نحوی که پس از نصب سیمها، در اثر کشش حاصل از آن، پایه‌ها به‌حالت عمودی در آید.

۱۳ ـ ۴ـ۴ـ۸ پایه‌های ابتدایی و انتهایی هر خط و همچنین پایه‌هایی که در نقاط انحنا با زاویه شکست کوچکتر از ۱۵۰ درجه قرار می‌گیرد باید به‌وسیلهٔ مهار کششی و یا حایل اتکایی مهار شود.

۱۳ ـ ۴ـ۵ حریم مجاز نصب تیر یا سیم

۱۳ ـ ۴ـ۵ـ۱ حریم مجاز نصب تیرهای برق تا درختهای اطراف با ولتاژ حداکثر ۲۰ کیلوولت باید براساس نقشه استاندارد شمارهٔ ۰۰۵ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۴ـ۵ـ۲ فاصله آزاد سیمها از ساختمانها و اسکلتهای فلزی تا ولتاژ ۲۰ کیلوولت باید براساس نقشه استاندارد شمارهٔ ۰۰۶ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۴ـ۵ـ۳ ضوابط عبور سیمهای برق تا ولتاژ ۲۰ کیلوولت از روی راه‌آهن و راههای اصلی باید براساس نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۰۰۷ ـ ۰۰ و ۰۰۸ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۴ـ۵ـ۴ حداقل فاصله آزاد سیمها از یکدیگر و از زمین باید براساس نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۰۰۹ ـ ۰۰ و ۰۱۰ ـ ۰۰ و ۰۱۲ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۴ـ۵ـ۵ طرز برش و چیدن شاخه‌های درختان زیر خطوط هوایی و حفظ فاصلهٔ مجاز تا سیمهای برق با ولتاژ ۲۰ کیلوولت باید برطبق نقشهٔ استاندارد شمارهٔ ۰۴۱ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۵ کنسول‌ها و براکت‌ها

برای نصب انواع مختلف مقره‌ها در شبکه خطوط هوایی باید کلیه تیرها مجهز به‌کنسول یا براکت‌های مناسب با نوع مقره مربوط باشد. کنسولها و براکت‌ها با توجه به‌شرایط محیط نصب و نیز نوع شبکه انتخاب می‌شود ولی به‌طور کلی انواع آن عبارت است از:

۱۳ ـ ۵ـ۱ کنسولهای فلزی باید از پروفیل نبشی و یا ناودانی گالوانیزه ساخته شده و تسمهٔ حایل آن نیز از آهن تسمهٔ گالوانیزه باشد. مشخصات و ابعاد کنسولهای فلزی باید براساس نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۲۱۲ ـ ۲۰ و ۲۱۲ ـ ۱۱ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۵ـ۲ کنسولهای چوبی باید از چوب اشباع‌شده مخصوص ساخته شده و تسمه حایل آن نیز از آهن تسمهٔ گالوانیزه باشد. مشخصات فنی کراس‌آرمهای چوبی از نظر نوع چوب، شرایط ساخت، رطوبت چوب در موقع اشباع و شرایط انتخاب چوب باید مطابق بند ۳ ـ ۲ از جلد سوم «استاندارد خطوط هوایی توزیع» باشد.

۱۳ ـ ۵ـ۳ براکت جلوبر از پروفیل نبشی گالوانیزه و به‌صورت دو، سه، چهار و پنج مقره‌ای ساخته می‌شود. بر روی براکت مذکور اتریه‌ها به‌تعداد مورد لزوم با پیچ و مهره نصب می‌شود. مشخصات و ابعاد براکتهای جلوبر باید براساس نقشهٔ استاندارد شمارهٔ ۳۰۳ ـ ۰۴ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳-۵-۴ اتریه و جا مقره

۱۳-۵-۴-۱ اتریه که مقرهٔ چرخی در داخل آن قرار داده می‌شود، از تسمهٔ آهنی گالوانیزه به‌شکل U ساخته‌شده و مستقیماً بر روی پایه‌های بتنی و یا چوبی قابل نصب است.

۱۳-۵-۴-۲ جا مقره[1] از تعدادی پایه نگاهدارنده اتریه و خود اتریه که به‌پایهٔ مذکور جوشکاری یا پرچ شده تشکیل یافته است. جا مقره به‌طور کلی به‌صورت دو، سه و یا پنج مقره‌ای ساخته‌شده و باید از جنس آهن گالوانیزه گرم باشد. مشخصات اتریه و جامقره‌ها باید براساس نقشه استاندارد شماره ۳۰۴-۰۴ وزارت نیرو-امور برق باشد.

۱۳-۵-۵ اصول و روشهای نصب کنسولها و براکتها

اصول و روشهای نصب کنسولهای فلزی و چوبی و براکت‌ها باید براساس نقشه‌های استاندارد شماره ۳۰۳-۰۴ و ۳۰۴-۰۴ و ۲۱۱-۱۱ و ۲۱۲-۱۱ و ۲۱۱-۲۰ و ۲۱۲-۲۰ وزارت نیرو-امور برق باشد.

۱۳-۶ مقره‌ها

مقره‌ها باید با توجه به‌ولتاژ شبکه و نوع استقرار سیم انتخاب شود. مقره‌ها به‌طور کلی به‌چهار گروه به‌شرح زیر تقسیم می‌شود:

الف - مقره چرخی

ب - مقره سوزنی

پ - مقره بشقابی برای سیمکشی شبکه

ت - مقره مهار برای عایق‌کردن سیم مهار

۱۳-۶-۱ مقره چرخی برای نصب در داخل اتریه در سیستم شبکه فشار ضعیف به‌کار برده می‌شود.

۱۳-۶-۲ مقرهٔ سوزنی در شبکه‌های فشار ضعیف و فشار متوسط ۱۱ و ۲۰ و ۳۰کیلوولت به‌کار رفته و با پایهٔ مربوط در رأس تیر و یا روی کنسولهای فلزی و یا چوبی نصب می‌شود. مشخصات و ابعاد این نوع مقره باید براساس نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ل.م-۰۰۵، ل.م-۰۰۶، ل.م-۰۰۹، ل.م-۰۱۰، ل.م-۰۱۱، ل.م-۰۱۴، و ل.م-۰۱۵ وزارت نیرو-امور برق باشد.

۱۳-۶-۳ مقرهٔ بشقابی در شبکه‌های فشار متوسط ۱۱ و ۲۰ و ۳۰کیلوولت مورد استفاده واقع شده و زیر کنسولهای چوبی و یا فلزی به‌حالت آویز نصب می‌شود. مشخصات و ابعاد این نوع مقره باید بر طبق نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ل.م-۰۰۷، ل.م-۰۰۸، ل.م-۰۱۲، و ل.م-۰۱۳ وزارت نیرو-امور برق باشد.

۱۳-۶-۴ مقره مهار برای عایق‌کردن سیم مهار و پایه‌های شبکه‌های فشار متوسط ۱۱ و ۲۰ و ۳۰کیلوولت به‌کار رفته و در قسمت بالای سیم مهار نصب می‌شود. مشخصات و ابعاد این مقره‌ها باید براساس نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ل.م-۰۲۹، و ل.م-۰۳۰ وزارت نیرو-امور برق باشد.

1- Secondary rack

۱۳ ـ ۶ ـ ۵ اصول و روشهای نصب مقره‌ها

اصول و روشهای نصب مقره‌های چرخی، سوزنی، بشقابی و مهار باید بر طبق نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ل.م ـ ۰۰۴، ل.م ـ ۰۰۵، ل.م ـ ۰۰۶، ل.م ـ ۰۰۷، ل.م ـ ۰۰۸ ، ل.م ـ ۰۰۹ ، ل.م ـ ۰۱۰، ل.م ـ ۰۱۱، ل.م ـ ۰۱۲، ل.م ـ ۰۱۳، ل.م ـ ۰۱۴، ل.م ـ ۰۱۵، ل.م ـ ۰۲۴، ل.م ـ ۰۲۵، ل.م ـ ۰۲۶، ل.م ـ ۰۲۷، ل.م ـ ۰۲۸، ل.م ـ ۰۲۹، ل.م ـ ۰۳۰، ل.م ـ ۰۳۱، ل.م ـ ۰۳۲، ل.م ـ ۰۳۳، ل.م ـ ۰۳۶، ل.م ـ ۰۳۷، ل.م ـ ۰۳۸، ل.م ـ ۰۳۹، وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۷ بست‌ها

بستهای سیمهای شبکه هوایی به‌طور کلی براساس کاربرد به‌گروههای اتصالی، انشعابی و انتهایی تقسیم می‌شود. بستهای هوایی ازنظر جنس باید دقیقاً با جنس سیمهای مربوط یکسان باشد.

۱۳ ـ ۷ ـ ۱ بستهای اتصالی

این‌گونه بستها برای اتصال دو سیم به‌یکدیگر در فاصلهٔ بین دو پایه به‌کار می‌رود و در انواع کششی پیچی، کششی مهاری خودکار، و پرسی ساخته می‌شود. در بستهای اتصالی قطر داخلی شیار بست باید کاملاً با قطر خارجی هادیها یکسان و هم‌نام باشد. در نقطهٔ اتصال دو سیم، هادیها باید کاملاً هم محور در امتداد یکدیگر قرار داده شود. از قراردادن دو سیم بر روی یکدیگر و استفاده از بستهای دو شیاره یک و یا دو پیچه و یا بستهای تیپ U ، به‌استثنای بست لوله‌ای پیچی[1] باید جداً خودداری شود.

۱۳ ـ ۷ ـ ۲ بستهای انشعابی

برای گرفتن انشعاب از خط اصلی باید از بستهای انشعابی استفاده شود. بستهای انشعابی به‌صورت یک شیاره یک پیچه، یک شیاره دو پیچه، دو شیارهٔ یک پیچه و دو شیاره دوپیچه در انواع مختلف و همچنین بست انشعابی مخصوص گرفتن انشعاب از خطوط برقدار (منظور از خط برقدار خطی است که بدون قطع جریان برق از آن انشعاب گرفته‌شده و یا هر نوع عملیات تعمیراتی و نگاهداری روی آن انجام می‌شود) می‌باشد. در مواردی که از بستهای انشعابی استفاده می‌شود باید کاملاً دقت شود که شیارهای سیم اصلی و سیم انشعابی دارای قطر کاملاً یکسان و هم نام با قطر خارجی سیم مربوط باشد. در موارد استثنایی می‌توان از بستهای انشعابی نوع فشاری متناسب با سطح مقطع سیمهای مربوط استفاده کرد.

۱۳ ـ ۷ ـ ۳ بست‌های انتهایی

در دو انتهای خط یک قطعه از شبکه، برای نگهداری و مهار سیم به‌مقره از بستهای انتهایی استفاده

1– Twist sleeves

می‌شود. در خطوط فشار ضعیف از بستهای انتهایی به‌دو صورت دو شیاره یک پیچه و دو پیچه و یا U شکل استفاده می‌شود. در شبکه فشار متوسط باید از بستهای انتهایی مخصوص سه و چهار و پنج پیچه و یا نوع حلزونی توأم با مقره استفاده شود. در موارد استثنایی در خطوط فشار ضعیف ممکن است از بستهای انتهایی نوع فشاری استفاده شود.

۱۳ ـ ۷ـ۴ اصول و روشهای نصب بستها

۱۳ ـ ۷ـ۴ـ۱ کلیهٔ بستها باید قبل از بسته شدن کاملاً تمیز شود به‌گونه‌ای که سطوح اتکاء آن با سیم فاقد هر نوع چربی و یا مواد زاید دیگر باشد.

۱۳ ـ ۷ـ۴ـ۲ پیچهای کلیه بستهای پیچی باید به‌وسیلهٔ آچار مناسب کاملاً محکم شود.

۱۳ ـ ۷ـ۴ـ۳ بستهای پرسی باید به‌وسیلهٔ انبر متناسب با مقطع و نوع بست پرس شود. برای پرس بستهای پرسی توصیه می‌شود حتی‌الامکان از انبرهای پرسی نوع هیدرولیکی استفاده شود.

۱۳ ـ ۸ هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع

در شبکه‌های برق فشار ضعیف و متوسط به‌طور کلی از هادیهای مسی لخت یا هادیهای هوایی آلومینیومی با و یا بدون مغز فولادی استفاده می‌شود.

۱۳ ـ ۸ـ۱ سیم مسی لخت مورد مصرف در شبکه‌های برق باید از مس با درجه خلوص ۹۹/۹ درصد ساخته شده و تا مقطع ۱۰ میلیمتر مربع از نوع یک‌لا (مفتولی) و مقطع ۱۶ میلیمتر مربع از نوع یک‌لا (مفتولی) و یا چندلا (افشان) و از مقطع ۲۵ میلیمتر مربع به‌بالا از نوع چندلا (افشان) باشد.

۱۳ ـ ۸ـ۲ هادیهای مسی لخت باید برابر استانداردهای DIN 57001، DIN 40500، DIN 48200 و DIN 48201 یا ASTM B258 و یا جلد پنجم از استاندارد خطوط هوایی توزیع زیر عنوان «هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع» ساخته‌شده و مورد آزمون قرارگرفته باشد.

۱۳ ـ ۸ـ۳ سیم هوایی آلومینیومی با و یا بدون مغز فولادی مورد مصرف در شبکه‌های برق باید از نوع چندلا (افشان) بوده و از لحاظ ساخت و مشخصات فنی‌مطابق استانداردهای DIN 40501، DIN 57202، DIN 48200، DIN 48204 و DIN 177 یا BS215 یا ASTM B232-50T و یا جلد پنجم از استاندارد خطوط هوایی توزیع زیر عنوان «هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع» تولید شده و مورد آزمون قرارگرفته باشد.

۱۳ ـ ۸ـ۴ اصول و روشهای نصب سیمهای لخت

۱۳ ـ ۸ـ۴ـ۱ فاصلهٔ مجاز سیمها از ساختمانها، راه‌آهن، از یکدیگر و یا جاده باید براساس نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۰۰۶ ـ ۰۰ و ۰۰۷ ـ ۰۰ و ۰۰۸ ـ ۰۰ و ۰۰۹ ـ ۰۰ و ۰۱۰ ـ ۰۰ و ۰۱۲ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق رعایت شود.

۱۳ ـ ۸ـ۴ـ۲ برای محاسبهٔ فلش (Sag) خطوط با سیم مسی باید نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۰۹۱ ـ ۰۰ و ۰۹۳ ـ ۰۰ و ۰۹۶ ـ ۰۰ و ۰۹۸ ـ ۰۰ و ۱۰۲ ـ ۰۰ و ۱۰۳ ـ ۰۰ و ۱۱۱ ـ ۰۰ و ۱۱۳ ـ ۰۰ و ۱۱۷ ـ ۰۰ و ۱۱۸ ـ ۰۰ وزارت

نیرو ـ امور برق ملاک عمل قرار گیرد.

۱۳ ـ ۸ ـ ۴ ـ ۳ برای محاسبهٔ فلش (Sag) خطوط با سیم آلومینیومی بدون مغز فولادی باید دیاگرام‌های استاندارد شماره ۱۲۱ ـ ۰۰ و ۱۲۲ ـ ۰۰ و ۱۲۳ ـ ۰۰ و ۱۲۴ ـ ۰۰ و ۱۲۵ ـ ۰۰ و ۱۲۶ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق ملاک عمل باشد.

۱۳ ـ ۸ ـ ۴ ـ ۴ برای محاسبهٔ فلش (Sag) خطوط با سیم آلومینیومی با مغز فولادی باید دیاگرام‌های استاندارد شمارهٔ ۱۴۱ ـ ۰۰ و ۱۴۲ ـ ۰۰ و ۱۴۳ ـ ۰۰ و ۱۴۴ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق ملاک عمل قرار گیرد.

۱۳ ـ ۸ ـ ۴ ـ ۵ برای محاسبهٔ حداکثر زاویه مجاز سیمکشی و استقرار سیمهای فشار ضعیف باید نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۲۰۱ ـ ۰۴ و ۲۳۱ ـ ۰۴ و ۲۴۲ ـ ۰۴ وزارت نیرو ـ امور برق ملاک عمل باشد.

۱۳ ـ ۸ ـ ۴ ـ ۶ نصب سرویس مشترکین باید برطبق نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۳۴۱ ـ ۰۴ و ۳۴۲ ـ ۰۴ انجام شود.

۱۳ ـ ۸ ـ ۴ ـ ۷ طریقهٔ بستن سیمهای فشار متوسط به‌مقره‌های سوزنی باید براساس نقشه‌های استاندارد ۲۰۱a ـ ۱۱ و ۲۰۱b ـ ۱۱ و ۲۰۱a ـ ۲۰ و ۲۰۱b ـ ۲۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۸ ـ ۴ ـ ۸ برای محاسبهٔ حداکثر زاویه مجاز سیمکشی فشار متوسط باید نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۲۴۱ ـ ۱۱ و ۲۴۲ ـ ۱۱ و ۲۴۱ ـ ۲۰ و ۲۴۲ ـ ۲۰ وزارت نیرو ـ امور برق ملاک عمل قرار گیرد.

۱۳ ـ ۸ ـ ۴ ـ ۹ نصب سیم روی پایه‌های ابتدایی و یا اتمام آن روی پایه‌های انتهایی، پایه‌های میانی و غیره باید براساس نقشه‌های استاندارد شدهٔ ۲۲۲ ـ ۱۱ و ۲۴۴ ـ ۱۱ و ۲۴۵ ـ ۱۱ و ۲۴۶ ـ ۱۱ و ۲۴۷ ـ ۱۱ و ۲۴۸ ـ ۱۱ و ۴۲۱a ـ ۱۱ و ۴۲۱b ـ ۱۱ و ۴۳۱ ـ ۱۱ و ۲۲۲ ـ ۲۰ و ۲۴۴ ـ ۲۰ و ۲۴۵ ـ ۲۰ و ۲۴۶ ـ ۲۰ و ۲۴۷ ـ ۲۰ و ۲۴۸ ـ ۲۰ و ۴۲۱a ـ ۲۰ و ۴۲۱b ـ ۲۰ و ۴۳۱ ـ ۲۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۸ ـ ۴ ـ ۱۰ نصب سیم به‌پایه‌های ابتدایی و یا انتهایی و اتصال سیستم‌های هوایی به‌زیر زمینی و بالعکس باید براساس نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۴۰۱ ـ ۱۱ و ۴۰۲ ـ ۱۱ و ۴۰۳ ـ ۱۱ و ۴۰۴ ـ ۱۱ و ۴۲۱a ـ ۱۱ و ۴۲۱b ـ ۱۱ و ۴۰۱ ـ ۲۰ و ۴۰۲ ـ ۲۰ و ۴۰۳ ـ ۲۰ و ۴۰۴ ـ ۲۰ و ۴۲۱a ـ ۲۰ و ۴۲۱b ـ ۲۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۸ ـ ۴ ـ ۱۱ گرفتن انشعاب از خطوط هوایی و اتصال آن به‌خطوط هوایی باید مطابق با نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۴۱۱ ـ ۱۱ و ۴۳۱ ـ ۱۱ و ۴۳۲ ـ ۱۱ و ۴۳۳ ـ ۱۱ و ۴۱۱ ـ ۲۰ و ۴۳۱ ـ ۲۰ و ۴۳۲ ـ ۲۰ و ۴۳۳ ـ ۲۰ وزارت نیرو ـ امور برق انجام شود.

۱۳ ـ ۸ ـ ۴ ـ ۱۲ اصول نصب سیمهای فشار متوسط و ضعیف در پستهای ترانسفورماتور روی پایه‌ها در وسط و یا آخر خط و همچنین روی زمین باید برطبق نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۴۴۲ ـ ۱۱ و ۴۴۳ ـ ۱۱ و ۴۴۴ ـ ۱۱ و ۴۴۵ ـ ۱۱ و ۴۴۲ ـ ۲۰ و ۴۴۳ ـ ۲۰ و ۴۴۴ ـ ۲۰ و ۴۴۵ ـ ۲۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۸ ـ ۵ شماره‌گذاری پایه‌های برق فشار ضعیف و فشار متوسط باید براساس نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۰۰۴ ـ ۰۰ و ۰۰۳ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق انجام پذیرد.

۱۳ ـ ۹ مهارها و حایلها

۱۳ ـ ۹ ـ ۱ مهارها

۱۳ ـ ۹ ـ ۱ ـ ۱ مهارها به‌منظور خنثی کردن نیروهای وارده از طرف سیمهای هوایی به‌پایه‌ها به‌کار می‌رود و به‌طور کلی

براساس نقشهٔ استاندارد شمارهٔ ۰۸۶ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق شامل اجزاء و وسایل زیر می‌باشد:

الف ـ سیم مهار

ب ـ پیچ خمیده برای نصب سیم مهار روی پایه

پ ـ بست‌ها و گیره‌های سه پیچه و یا فشاری سیم مهار

ت ـ مقره یا عایق سیم مهار

ث ـ مهارکش

ج ـ گوشواره

چ ـ میله مهار

ح ـ کنده یا صفحه مهار

۱۳ ـ ۹ـ ۱ـ ۲ به‌طور کلی مهارها به‌انواع زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

الف ـ مهار ساده فشار ضعیف و متوسط

ب ـ مهار پیاده‌رویی فشار ضعیف و متوسط

پ ـ مهار حایل فشار ضعیف و متوسط

ت ـ مهار مشترک فشار ضعیف و متوسط با یک لنگر

ث ـ مهار وسط خط فشار متوسط

۱۳ ـ ۹ـ ۱ـ ۳ برای شکلهای شماتیک انواع مهارها به‌نقشه‌های استاندارد ۰۵۱ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق مراجعه شود.

۱۳ ـ ۹ـ ۲ حایلها

۱۳ ـ ۹ـ ۲ـ ۱ عمده‌ترین نوع حایلها که در صورت عدم امکان استفاده از مهار به‌کار می‌رود حایل استحکام و حایل فشاری می‌باشد.

۱۳ ـ ۹ـ ۳ اصول و روشهای نصب مهارها و حایلها

۱۳ ـ ۹ـ ۳ـ ۱ اصول و روشهای نصب مهارها و همچنین مشخصات اجزا و وسایل متشکله آن باید برطبق نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۰۶۳ ـ ۰۰ الی ۰۶۸ ـ ۰۰ برای مهار خطوط فشار متوسط و مشترک، و شماره ۰۷۱ ـ ۰۰ الی ۰۷۳ ـ ۰۰ برای مهار خطوط فشار ضعیف وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۹ـ ۳ـ ۲ انتخاب ساختمان خط و مهار لازم تا ۲۰ کیلوولت باید براساس جدول مندرج در نقشهٔ استاندارد شمارهٔ ۰۸۱ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق انجام پذیرد.

۱۳ ـ ۹ـ ۳ـ ۳ مشخصات، اصول و روشهای نصب لنگرهای مهار باید برطبق نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۰۸۲ ـ ۰۰ الی ۰۸۵ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۹ـ ۳ـ ۴ مشخصات، اصول و روشهای نصب حایلها باید براساس نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۰۶۱ ـ ۰۰ و ۰۶۲ ـ ۰۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۱۰ برفگیر حفاظتی

برای محافظت کابل در نقاط تبدیل شبکهٔ زیرزمینی به‌شبکهٔ هوایی و برعکس باید از برفگیرهای قابل نصب بر روی دیوار، تیر و یا از نوع آویز، متناسب با مورد مصرف استفاده شود.

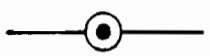
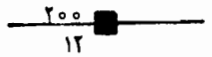
۱۳ ـ ۱۰ـ۱ برفگیرهای قابل نصب بر روی دیوار یا تیر باید دارای پایه‌ای باشد که بتوان آن را به‌آسانی روی دیوار و یا کنسول تیر و یا خود تیر نصب کرد.

۱۳ ـ ۱۰ـ۲ ساختمان برفگیر از نوع آویز باید به‌گونه‌ای باشد که بتوان آن را به‌سهولت روی خط و در مجاورت مقره به‌طور آویز نصب کرد.

۱۳ ـ ۱۰ـ۳ اصول و روشهای نصب برفگیرهای حفاظتی باید براساس نقشه‌های استاندارد شمارهٔ ۴۰۱ ـ ۱۱ الی ۴۰۴ ـ ۱۱ و ۴۴۲ ـ ۱۱ الی ۴۴۵ ـ ۱۱ و ۴۰۱ ـ ۲۰ الی ۴۰۴ ـ ۲۰ و ۴۴۲ ـ ۲۰ الی ۴۴۵ ـ ۲۰ وزارت نیرو ـ امور برق باشد.

۱۳ ـ ۱۱ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای وسایل شبکه در جدول ۱۳ ـ ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۱۳ ـ ۱۰ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای وسایل شبکه

شـــرح	علامت
پست توزیع ساختمان	
پست توزیع کیوسک	
پست توزیع هوایی	
تیر چوبی	
تیر فولادی	
تیر بتنی ۱۲ متری، قدرت کشش ۲۰۰ کیلوگرم	
برج	
مهار پیاده‌رو	
مهار کششی (ساده)	
حایل (فشاری)	
برقگیر خطوط هوایی	

فصل ۱۴
سیستم حفاظت در برابر آذرخش (برقگیر حفاظتی)

۱-۱۴ کلیات

۱-۱-۱۴ به‌منظور حفاظت ساختمانهای بلند، بناهای تجمعی، بناهای درمانی / مراقبتی، بناهای صنعتی و سازه‌هایی از قبیل برجها، دودکشها، مناره‌ها، خطوط انتقال نیرو، پالایشگاهها و مانند آن در برابر آذرخش، باید با توجه به‌ارزیابی خطر صاعقه در طرح و اجرای کلیه بناهای مرتفع و تأسیسات مزبور سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش (برقگیر حفاظتی) متناسب با موردکاربرد پیش‌بینی و اجرا شود.

۲-۱-۱۴ ارزیابی میزان خطر آذرخش برای هر بنا یا سازه، بستگی به‌عواملی همچون نوع بنا یا سازه (برج، مسکونی، تجمعی، درمانی، صنعتی و مانند آن)، ساختار و مصالح به‌کار رفته در بنا (چوب، آجر، بتن، فولاد و مانند آن)، ارتفاع ساختمان و موقعیت نسبی آن نسبت به‌بلندی سایر بناها، موقعیت توپوگرافی محل (زمین مسطح، تپه ماهور، کوهستانی)، محتوای تصرف از نظر آتشگیری و نیز دفعات رعد و برق در منطقه موردنظر خواهد داشت.

۳-۱-۱۴ اصول محافظت ساختمانها و دیگر تأسیسات موردنظر، در برابر آذرخش براساس جذب، هدایت و دفع بار الکتریکی به‌زمین از طریق مسیر عبور جریان برق جداگانه با حداقل مقاومت و بدون این که خطری ایجاد کند استوار می‌باشد، که ممکن است شامل سیستمهای حفاظت بیرونی و درونی باشد. مسیر مذکور شامل پایانه‌های هوایی[1]، شبکه هادیها از تسمه و یا سیم مسی رابط و پایانه‌های زمینی[2] یا چاههای اتصال زمین می‌باشد. ساده‌ترین نوع برقگیر که در سال ۱۷۵۳ به‌وسیلهٔ بنجامین فرانکلین طرح و ساخته شد میله فرانکلین است.

۴-۱-۱۴ به‌طور کلی برقگیرهایی که معمولاً برای محافظت خارجی ساختمانها و دیگر تأسیسات یادشده ممکن است به‌کار برده شود به‌قرار زیر است:

الف: برقگیر قفس فاراده یا شکلی از آن

ب: برقگیر مولد برق اولیه (ESE)[3] موسوم به‌الکترونیک

۵-۱-۱۴ برقگیر قفس فاراده شامل تعدادی پایانه‌های هوایی (میله‌های برقگیر فرانکلین) می‌باشد که بر روی سطوح مرتفع پشت‌بام ساختمانهای مختلف و یا در بلندترین قسمت برج و دیگر تأسیسات مشابه نصب و به‌وسیلهٔ شبکه تسمه مسی به‌یکدیگر مرتبط و از یک و یا چند نقطه مختلف با استفاده از تسمه یا سیم مسی لخت به‌سیستم پایانه‌های زمینی (شبکه اتصال زمین) مربوط متصل می‌شود. شکل دیگر

1– Air terminals 2– Ground terminals 3– Early Streamer Emission

برقگیر قفس فاراده شامل سیستم پایانه‌های هوایی متشکل از هر ترکیبی از میله‌ها، سیمهای کشیده شده و شبکهٔ هادیها می‌باشد.

۱۴ ـ ۱ـ۶ برقگیر الکترونیک شامل یک یا تعدادی پایانه هوایی الکترونیک با ملحقات و اتصالات مربوط می‌باشد، که برحسب مورد ممکن است در مرکز بلندترین قسمت پشت‌بام، برج، دودکش و دیگر تأسیسات مشابه، و یا بر روی سطوح مرتفع ساختمان مورد حفاظت برروی پایه مربوط نصب و به‌وسیله تسمه یا سیم مسی لخت به‌یکدیگر مرتبط و سپس از یک یا چند نقطه مختلف به‌سیستم پایانه‌های زمینی (شبکه اتصال زمین) متصل شود.
شعاع فضای محافظت‌شده از مرکز هر برقگیر الکترونیک بستگی به‌مدل، ساختمان، ارتفاع نصب، و موارد کاربرد آن دارد.

۱۴ ـ ۲ تعاریف

۱۴ ـ ۲ـ۱ به‌طور کلی، سیستم حفاظت در برابر آذرخش مشتمل بر تأسیسات حفاظت بیرونی (ساختمان) و در صورت لزوم تأسیسات حفاظت درونی آن می‌باشد.

۱۴ ـ ۲ـ۲ سیستم تأسیسات حفاظت بیرونی ساختمان در برابر آذرخش شامل یک یا چند سیستم پایانه هوایی، یک یا چند هادی نزولی و یک یا چند سیستم پایانه زمینی می‌باشد.

۱۴ ـ ۲ـ۳ سیستم تأسیسات حفاظت درونی ساختمان در برابر آذرخش شامل تمامی تجهیزات و اقداماتی است که اثرات الکترو مغناطیسی جریان برق ناشی از آذرخش را درون حجم موردنظر کاهش می‌دهد.

۱۴ ـ ۲ـ۴ پایانه هوایی

فوقانی‌ترین بخش یک سیستم حفاظت در برابر آذرخش که در نوع قفس فاراده شامل میله یا لوله نوک تیز (میله و سر میله یک یا چند شاخه) با اندازه و جنس مشخص، پایه نصب و محل اتصال هادیهای ارتباطی بوده و در اشکال دیگر قفس فاراده متشکل از هر ترکیبی از میله‌ها، سیمهای کشیده‌شده و شبکه هادیها خواهد بود و در برقگیرهای الکترونیکی، که در انواع مختلف ساخته می‌شود، به‌طور کلی شامل میله برقگیر، مجموعه یونیزه‌کننده الکترونیکی، پایه نصب و محل اتصال هادیهای ارتباطی است.

۱۴ ـ ۲ـ۵ پایانهٔ زمینی

بخشی از یک سیستم تأسیسات حفاظت بیرونی در برابر آذرخش که ممکن است شامل یک یا چند الکترود میله‌ای، لوله‌ای، تسمه‌ای یا ورق مسی مدفون در زمین باشد که به‌صورت شبکه بسته یا شعاعی، عمودی یا مایل، یا جاسازی شده در پیها برای هدایت و توزیع برق ناشی از آذرخش به‌زمین به‌کار می‌رود.

۱۴ ـ ۲ـ۶ کلاس حفاظت[1]

طبقه‌بندی یک سیستم حفاظت در برابر آذرخش که مبین سطح کارایی آن است.

۱۴ ـ ۲ـ۷ هادی نزولی[2]

بخشی از سیستم تأسیسات حفاظت بیرونی ساختمان در برابر آذرخش که جریان برق آذرخش را از سیستم پایانهٔ هوایی به‌سیستم پایانه زمینی انتقال می‌دهد.

۱۴ ـ ۳ استانداردها و مشخصات فنی سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش

۱۴ ـ ۳ـ۱ لوازم و تجهیزات مورد استفاده در سیستم حفاظت در برابر آذرخش باید برابر یکی از استانداردهای شناخته شده و معتبر جهانی همچون IEC 1024 ، NFPA 78 ، BS 6651 و NFC 17-102 طراحی، ساخته و مورد آزمون قرا گیرد. روش نصب سیستمهای مذکور نیز باید با ضوابط و معیارهای مندرج در یکی از استانداردهای نامبرده مطابقت نماید.

۱۴ ـ ۳ـ۲ مشخصات سیستم برقگیر نوع قفس فاراده یا شکلی از آن

۱۴ ـ ۳ـ۲ـ۱ لوازم مورد مصرف در سیستم حفاظتی باید از نوع مقاوم در برابر زنگ‌زدگی و خوردگی بوده و یا این که به‌نحو قابل قبولی در برابر عوامل مذکور مقاوم شده باشد. استفاده از دو نوع جنس مختلفی که ایجاد شرایط الکترولیتی نموده و در مجاورت رطوبت موجب تسریع در خوردگی می‌شود به‌هیچ وجه مجاز نخواهد بود.

۱۴ ـ ۳ـ۲ـ۲ در مواردی که بخشی از سیستم حفاظتی از جنس مس بوده و در معرض مستقیم گازهای متصاعد از دودکش یا دیگر گازهای خورنده قرار می‌گیرد، قسمت یاد شده باید به‌وسیله یک اندود حفاظتی از جنس سرب یا ماده محافظ مشابه دیگر با روش غوطه‌وری گرم[3] پوشیده شود. در این‌گونه موارد اندود نامبرده باید حداقل تا ۶۰ سانتیمتر پایین‌تر از دهانه دودکش ادامه یابد.

۱۴ ـ ۳ـ۲ـ۳ مشخصات پایانه‌های هوایی قفس فاراده به‌شرح زیر خواهد بود:

الف ـ میلهٔ برقگیر یک‌پارچه و سر میلهٔ تک‌شاخه و یا چند شاخه باید از جنس مس خالص (با ضریب رسانایی حدود ۹۵ درصد) ساخته شده و نوک شاخه‌ها به‌شکل مخروطی تیز بوده و صیقلی شده باشد. برای نصب سرمیله (تک شاخه و یا چند شاخه) بر روی میله برقگیر باید قسمت داخلی انتهای آن دارای دنده متناسب با دنده میله برقگیر باشد. انواع میله برقگیر در شکل ۱۴ ـ ۱ نشان داده شده است.

ب ـ میلهٔ برقگیر دو پارچه باید از میله مسی و یا لوله مسی صیقل داده شده ساخته شده و دو سر آن (یک‌سر برای سوار کردن سر میله و سر دیگر جهت نصب روی پایه) به‌طول مناسب دنده‌شده باشد.

1– Protection level 2– Down-conductor 3– Hot dip

قطر میله برقگیر دو پارچه باید حداقل $\frac{5}{8}$ اینچ و حداکثر یک اینچ بوده و طول آن نیز حداقل یک متر و حداکثر دو متر باشد. (شکل ۱۴ ـ ۱). در مواردی که ارتفاع میله برقگیر از یک‌متر متجاوز باشد باید از نقطه‌ای که از نصف ارتفاع آن کمتر نباشد حفاظت لازم از نظر ایستایی میله درنظر گرفته شود.

پ ـ میلهٔ برقگیر مخصوص تیرهای فلزی نصب پرچم مشابه سر میله تک شاخه بوده ولی باید دارای پایه مناسب برای نصب روی تیر و همچنین حفاظ باشد.

۱۴ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۴ شبکهٔ ارتباطی بین میله‌های برقگیر در پشت‌بام باید از تسمه مسی با حداقل ابعاد ۳×۲۰ میلیمتر تشکیل شده باشد.

۱۴ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۵ در مواردی که از شبکه پایانه هوایی (برابر استاندارد BS 6651) استفاده می‌شود حداقل سطح مقطع هادیهای موازی رشته‌ای باید ۵۰ میلیمتر مربع درنظر گرفته شود.

۱۴ ـ ۳ ـ ۲ ـ ٦ هادیهای ارتباطی (هادیهای نزولی) بین شبکه پایانه‌های هوایی در پشت‌بام و پایانه‌های زمینی باید از نوع تسمه‌مسی با حداقل ابعاد ۳×۲۰ میلیمتر و یا سیم مسی لخت با حداقل سطح‌مقطع ۷۰ میلیمتر مربع باشد.

۱۴ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۷ سیستم پایانه‌های زمینی باید یکی از انواع میله اتصال زمین، لوله اتصال زمین و یا ورق مسی یکپارچه یا مشبک دفن شده در زمین یا چاه اتصال زمین باشد؛ لیکن در هر صورت مقاومت سیستم پایانه‌های زمینی نباید از پنج اهم تجاوز کند.

برای مشخصات و اصول و روشهای نصب انواع پایانه‌های زمینی (سیستم اتصال زمین) به‌فصل ۱۵ مراجعه شود.

۱۴ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۸ در مواردی که سیستم برقگیر برابر استاندارد IEC 1024-1 طراحی و اجرا می‌شود، حداقل طول الکترودهای پایانه‌های زمینی باید با توجه به‌کلاس حفاظت مربوط و مقاومت زمین برحسب منحنی شکل ۱۴ ـ ۲ تعیین شود.

۱۴ ـ ۳ ـ ۳ مشخصات فنی برقگیر الکترونیک (ESE) براساس استاندارد NFC 17-102

۱۴ ـ ۳ ـ ۳ ـ ۱ پایانه‌های هوایی الکترونیک باید شامل یک میله نوک تیز به‌شرح بند ۱۴ ـ ۳ ـ ۳ ـ ۲ ، یک دستگاه محرک[1]، و یک میله پایه مجهز به‌سیستم اتصال هادی نزولی باشد. این نوع برقگیر انرژی موجود در هوای متلاطم پیش از طوفان را جذب و به‌وسیله دستگاه محرک الکترونیکی هوای اطراف میله برقگیر را یونیزه می‌نماید.

سطح حفاظت شده به‌وسیله یک برقگیر الکترونیکی (ESE) با استفاده از یک مدل الکترو ژئومتری[2] و پیشروی زمان تخلیه[3] آن تعیین می‌شود.

۱۴ ـ ۳ ـ ۳ ـ ۲ مشخصات هر دستگاه برقگیر الکترونیک باید با اندازه‌گیری پیشروی زمان تخلیه صاعقه آن در مقایسه با یک میله برقگیر ساده، که در آزمونهای ارزیابی برقگیر تعیین می‌شود، مشخص گردد.

۱۴ ـ ۳ ـ ۳ ـ ۳ لوازم و تجهیزاتی که جریان برق صاعقه از آن عبور می‌نماید باید از جنس مس، آلیاژ مس یا فولاد ضدزنگ باشد. میله و سرمیله پایانه‌های هوایی باید دارای حداقل ۱۲۰ میلیمتر مربع سطح مقطع رسانا باشد.

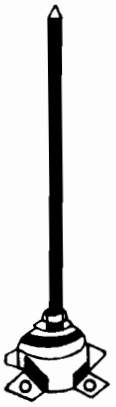
1– Triggering device

2– Electro-geometrical model

3– Triggering advance (ΔT)

انواع میله برقگیر و سر میله برقگیر

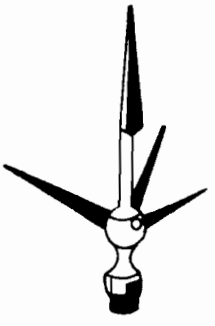
(الف) میله برقگیر یکپارچه
جنس: مس
قطر: $\frac{5}{8}$ الی ۱ اینچ
طول: ۳۰ الی ۲۰۰ سانتیمتر



(ب) میله برقگیر یکپارچه
جنس: مس
قطر: $\frac{1}{2}$ الی $\frac{5}{8}$ اینچ
طول: ۳۰ الی ۵۰ سانتیمتر

(پ) میله برقگیر تیر پرچم
جنس: مس

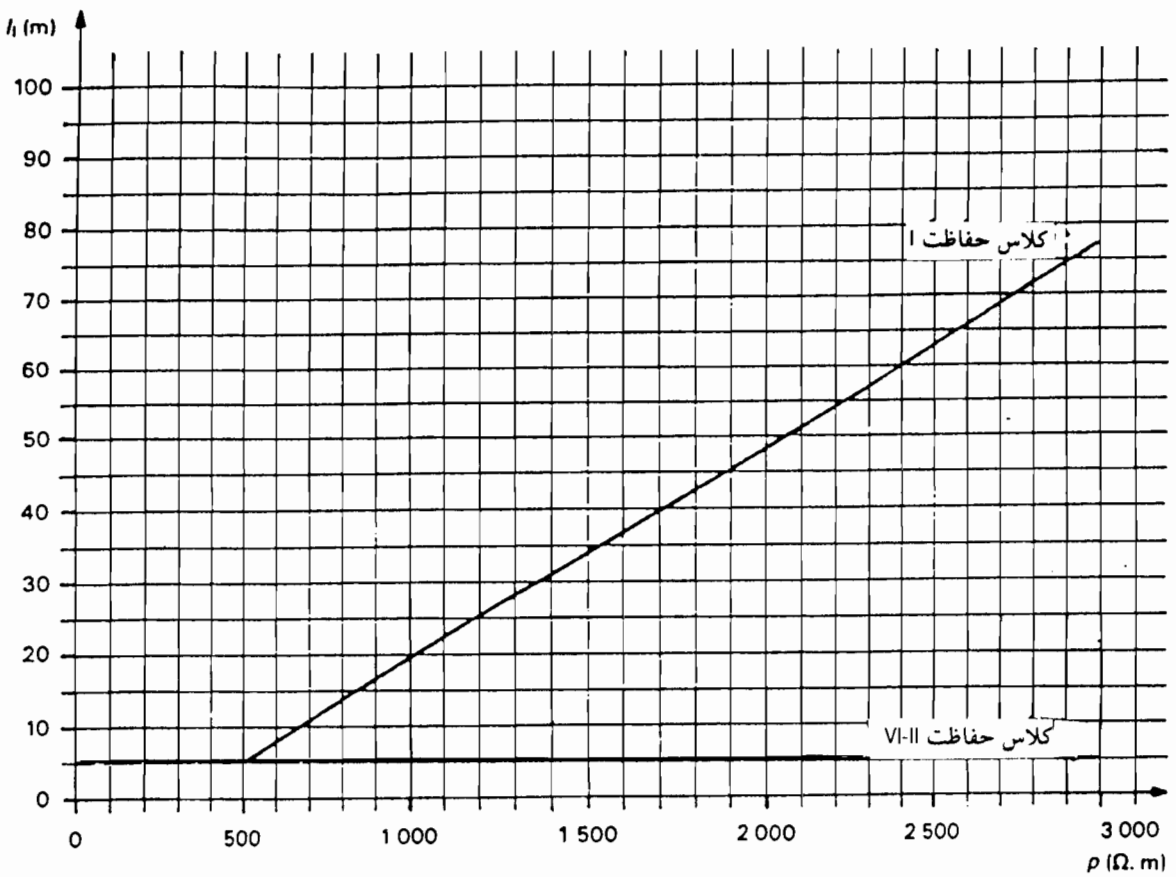
(ت) سرمیله تک‌شاخه
جنس: مس



(ث) سرمیله چندشاخه
جنس: مس

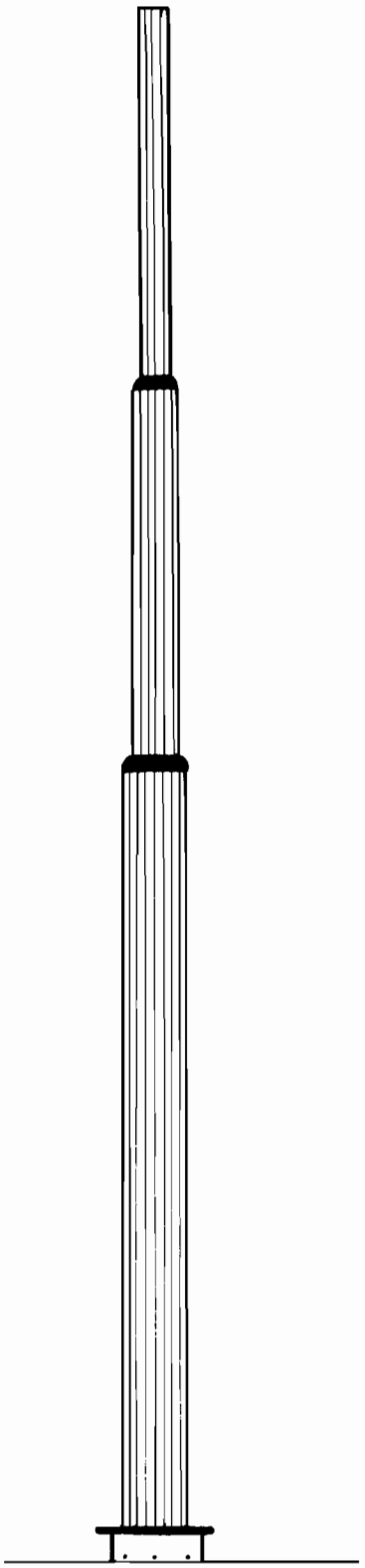
(ج) میله برقگیر برای سرمیله‌های تکی و یا چندشاخه
جنس: مس
قطر: $\frac{5}{8}$ الی ۱ اینچ
طول: ۱۰۰ الی ۲۰۰ سانتیمتر

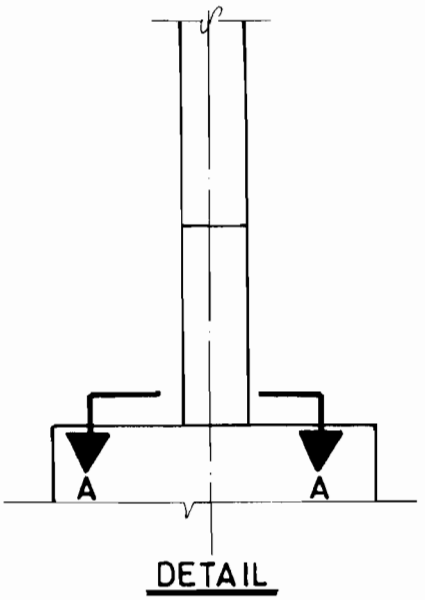
شکل ۱۴ ـ ۱



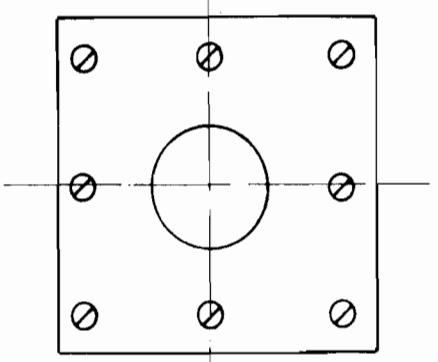
شکل ۱۴ ـ ۲ حداقل طول الکترودهای پایانهٔ زمینی برحسب کلاس حفاظت و میزان مقاومت زمین برابر استاندارد IEC 1024-1.

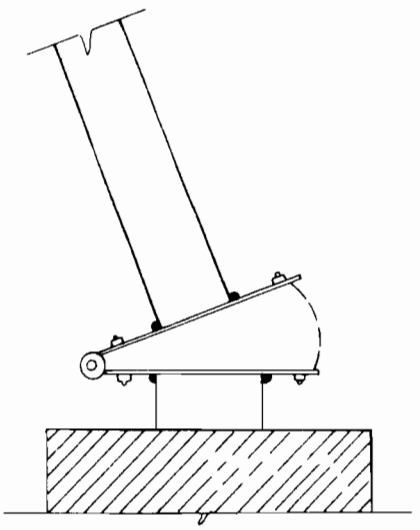
دکل حامل برقگیر الکترونیک نوع تیر فلزی تلسکوپی





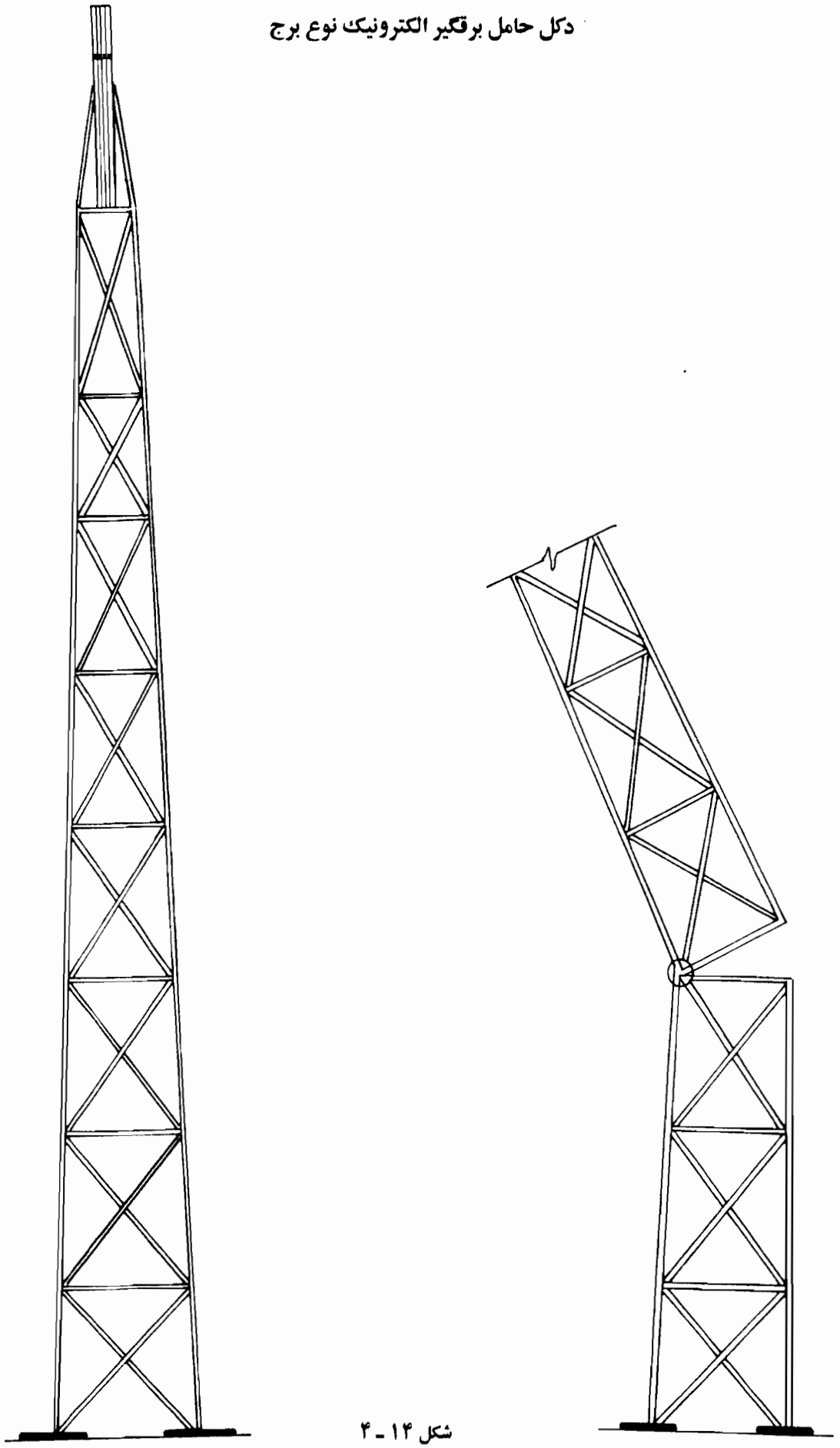
DETAIL





شکل ۱۴ ـ ۳

دکل حامل برقگیر الکترونیک نوع برج



شکل ۱۴ ـ ۴

۱۴ ـ ۳ـ۳ـ۴ در مواردی که از برقگیرهای الکترونیک برای حفاظت دودکش کارخانه‌ها استفاده می‌شود جنس قسمت فوقانی برقگیرهای نامبرده باید برای گازهای خورنده اطراف دودکش و حرارت خروجی آن مناسب باشد.

۱۴ ـ ۳ـ۳ـ۵ در مواردی که تأسیسات بیرونی حفاظت در برابر آذرخش مورد استفاده برای یک ساختمان شامل چند برقگیر الکترونیکی باشد، شبکه ارتباطی برقگیرها باید با استفاده از تسمه مسی لخت با حداقل ابعاد ۲×۳۰ میلیمتر (یا مطابق بند ۴ـ۳ـ۲ از استاندارد NFC 17-102) به‌یکدیگر متصل شود، مگر این که مسیر شبکه دارای موانعی با اختلاف سطح بیش از ۱/۵ متر باشد.

۱۴ ـ ۳ـ۳ـ۶ به‌منظور هدایت جریان برق حاصل از آذرخش از سیستم پایانه‌های هوایی به‌سیستم پایانه‌های زمینی باید از هادیهای نزولی از نوع سیم یا تسمه مسی لخت با حداقل سطح مقطع ۵۰ میلیمتر مربع به‌شرح جدول ۴ـ۳ـ۲ از استاندارد NFC 17-102 استفاده شود.

۱۴ ـ ۳ـ۳ـ۷ ارتفاع نصب برقگیر الکترونیک ممکن است با استفاده از یک دکل، افزایش یابد. دکل حامل این‌گونه برقگیرها ممکن است از نوع برج و یا تیر فلزی نوع تلسکوپی بوده و حتی‌الامکان خوداتکا[1] باشد، لیکن در مواردی که برقگیرهای مذکور به‌وسیله مهارهای هادی استحکام می‌یابد، انتهای آن باید به‌وسیلهٔ هادیهایی همانند هادیهای مندرج در بند ۱۴ ـ ۳ـ۳ـ۶ به‌هادیهای نزولی متصل شود. دو نوع دکل حامل سیستم برقگیر الکترونیک در شکلهای ۱۴ ـ ۳ و ۱۴ ـ ۴ ارائه شده است.

۱۴ ـ ۳ـ۳ـ۸ هر هادی نزولی باید به‌یک سیستم پایانه زمینی که دارای همان جنس و سطح مقطع باشد متصل شود. سیستم پایانه‌های زمینی باید یکی از انواع میله اتصال زمین، لوله اتصال زمین و یا ورق مسی یکپارچه یا مشبک دفن شده در زمین یا چاه اتصال زمین باشد؛ لیکن در هر صورت مقاومت سیستم پایانه‌های زمینی باید از پنج اهم تجاوز نکند.

۱۴ ـ ۴ موارد استفاده و ضوابط محاسباتی برقگیرها:

۱۴ ـ ۴ـ۱ برقگیرهای قفس فاراده یا شکلی از آن

۱۴ ـ ۴ـ۱ـ۱ این‌گونه برقگیرها، که ممکن است متشکل از تعدادی میله برقگیر فرانکلین[2] یا ترکیبی از میله‌ها، سیمهای کشیده شده و شبکه هادیها باشد، برای محافظت ساختمانها و دیگر تأسیسات نامبرده زیر در برابر آذرخش مناسب و قابل استفاده می‌باشد:

الف ـ مناره‌ها و برجها

ب ـ بناهای گنبدی شکل

پ ـ دودکشهای بلند کارخانه‌ها. (فلزی و یا ساخته‌شده با مصالح ساختمانی)

ت ـ مجموعه ساختمانهای کارخانه‌های سیمان، گچ و آهک و پالایشگاهها.

ث ـ دکل‌های خطوط انتقال نیروی برق.

ج ـ دکل‌های فلزی ویژه نصب پرچم

چ ـ مجموعه ساختمانها و ابنیه مختلف.

1– Self supporting 2– Franklin rod

۱۴ ـ ۴ـ۱ـ۲ طول میله برقگیر فرانکلین برای انبیه مختلف به‌شرح زیر خواهد بود:

الف ـ مناره‌ها و برجها، و دودکشهای کارخانه‌ها و دکل‌های خطوط انتقال نیرو، حدود ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح مورد حفاظت.

ب ـ بناهای گنبدی شکل بستگی به‌شعاع مقطع قسمت پایین گنبد داشته و طول میله برقگیر باید طوری محاسبه و انتخاب شود که بعد از نصب بر روی گنبد، ارتفاع از سر برقگیر تا مقطع قسمت پایین گنبد بزرگتر از شعاع قسمت پایین گنبد باشد ولی در هر صورت نباید ارتفاع برقگیر از بالاترین بخش گنبد کمتر از ۳۰ سانتیمتر باشد.

پ ـ برج سیلوهای مختلف، ساختمان کارخانه‌ها و ابنیه گوناگون، حداقل یک‌متر و حداکثر دومتر بالاتر از سطح مورد حفاظت. در این‌گونه موارد باید تمهیدات لازم در برابر واژگونی میله‌ها پیش‌بینی شود (به‌بند ۱۴ ـ ۳ـ۲ـ۳ ـ ب رجوع شود.)

ت ـ دکل‌های فلزی مخصوص نصب پرچم، میله برقگیر مخصوص مطابق شکل ۱۴ ـ ۱ خواهد بود.

۱۴ ـ ۴ـ۱ـ۳ تعداد پایانه‌های هوایی موردنیاز برای محافظت ساختمانها با سیستم حفاظتی قفس فاراده بستگی به‌سطح پشت‌بام ساختمان مربوط، ارتفاع و فواصل نصب پایانه‌ها دارد که برحسب استاندارد مورد مراجعه مختلف است. فواصل نصب پایانه‌های مزبور براساس استاندارد NFPA 78 به‌قرار زیر است:

الف ـ فواصل پیرامونی سقفهای مسطح یا با شیب ملایم و سقفهای شیبدار:

درمواردی که ارتفاع نوک پایانه هوایی از سطح مورد حفاظت از ۱۰ اینچ (۲۵۴ میلیمتر) کمتر نباشد، فواصل نصب بر روی نقاط پیرامونی سقفهای مسطح یا با شیب ملایم و نیز فواصل نصب بر روی خط الرأس سقفهای شیبدار، باید حداکثر ۲۰ فوت (۶ متر) درنظر گرفته شود و در صورتی که ارتفاع مزبور حداقل ۲۴ اینچ (۶۰ سانتیمتر) یا بیشتر باشد فواصل نصب باید حداکثر ۲۵ فوت (۷/۶ متر) انتخاب شود. در این‌گونه موارد فواصل نصب پایانه‌های هوایی از کناره‌ها و گوشه‌های سطوح نامبرده باید حداکثر ۶۰ سانتیمتر باشد. (شکل ۱۴ ـ ۵ الف و ب)

ب ـ فواصل میانی نصب پایانه‌های هوایی در سقفهای مسطح یا با شیب ملایم:

در مواردی که سقفهای مسطح یا با شیب ملایم، دارای ابعادی متجاوز از ۱۵ متر باشد، فواصل میانی نصب پایانه‌های هوایی باید حداکثر ۱۵ متر درنظر گرفته شود (شکل ۱۴ ـ ۵ پ و ت).

۱۴ ـ ۴ـ۱ـ۴ حداقل ابعاد تسمه مسی شبکه مشبک اتصال پایانه‌های هوایی در پشت‌بام برای سطح تا ۱۸۰۰ متر مربع باید ۳×۲۰ میلیمتر و بیشتر از ۱۸۰۰ متر مربع ۳×۲۵ میلیمتر یا بیشتر باشد.

۱۴ ـ ۴ـ۱ـ۵ حداقل ابعاد تسمه‌های مسی هادیهای ارتباطی (هادیهای نزولی) بین شبکه مشبک پشت‌بام و پایانه‌های زمینی برای سطح تا ۹۰ متر مربع و ارتفاع حداکثر ۱۸ متر باید ۳×۲۰ میلیمتر و بیشتر از ۹۰ متر ۳×۲۵ میلیمتر یا بیشتر باشد.

۱۴ ـ ۴ـ۱ـ۶ برای تعیین تعداد هادیهای ارتباطی (هادیهای نزولی) بین شبکه مشبک پشت‌بام و پایانه‌های زمینی باید یکی از دو روش زیر ملاک محاسبه قرار گیرد:

الف ـ احتساب پیرامون: به‌طور کلی برای هر ۳۰ متر محیط (پیرامون) تحت محافظت برقگیر باید یک نزولی درنظر گرفته شود لیکن حداقل تعداد نزولیها برای هر نوع ساختمان دو عدد خواهد بود. (شکل ۱۴ ـ ۶)

ب ـ **احتساب مساحت:** برای سطوح تحت محافظت برقگیر تا ۳۶۰ مترمربع مساحت دو نزولی و برای هر ۲۷۰ متر مربع مازاد یک نزولی اضافی باید درنظر گرفته شود.

به‌طور مثال: تا ۳۶۰ متر مربع دو نزولی، ۶۳۰ متر مربع ۳ نزولی، ۹۰۰ متر مربع ۴ نزولی، ۱۱۷۰ الی ۱۲۰۰ متر مربع ۵ نزولی، و به‌همین ترتیب ادامه می‌یابد.

۱۴ ـ ۴ـ۱ـ۷ در مواردی که طراحی پایانه‌های هوایی براساس شکلی از قفس فاراده برابر استاندارد IEC 1024 - 1 انجام می‌شود، ترتیب استقرار سیستم پایانه‌های هوایی باید به‌گونه‌ای باشد که شرایط مندرج در جدول ۱۴ ـ ۱ تأمین شود. در این‌گونه موارد ممکن است یکی از روشهای زیر به‌طور مستقل یا با ترکیبی از روشهای دیگر مورد استفاده قرار گیرد:

الف ـ زاویهٔ حفاظتی

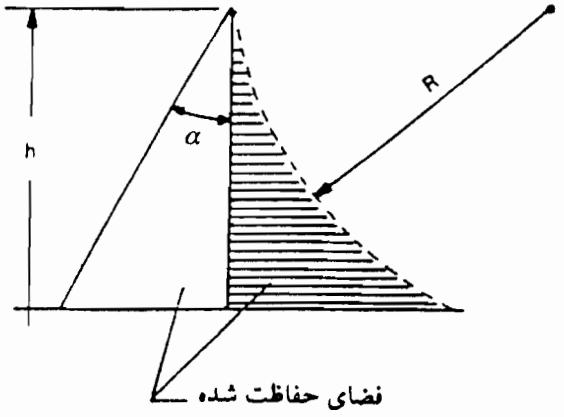
ب ـ گوی غلطان

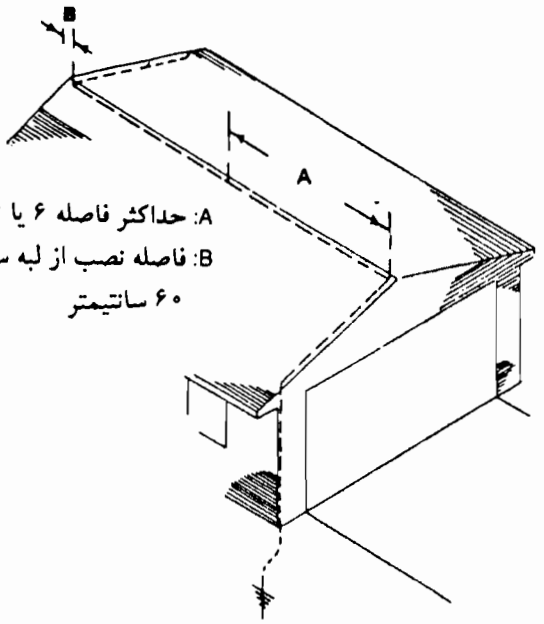
پ ـ شبکه‌بندی

جدول ۱۴ ـ ۱ استقرار پایانه‌های هوایی برابر کلاس حفاظت

کلاس حفاظت	h (متر) / R (متر)	۲۰	۳۰	۴۵	۶۰	پهنای شبکه (متر)
		$\alpha^{(\circ)}$	$\alpha^{(\circ)}$	$\alpha^{(\circ)}$	$\alpha^{(\circ)}$	
I	۲۰	۲۵	*	*	*	۵
II	۳۰	۳۵	۲۵	*	*	۱۰
III	۴۵	۴۵	۳۵	۲۵	*	۱۰
IV	۶۰	۵۵	۴۵	۳۵	۲۵	۲۰

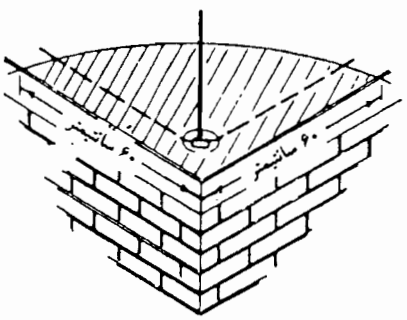
* روشهای گوی غلطان و شبکه فقط در این موارد به‌کار می‌رود



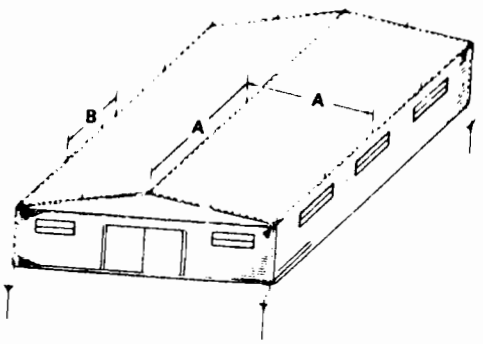


A: حداکثر فاصله ۶ یا ۷/۶ متر
B: فاصله نصب از لبه سقف حداکثر ۶۰ سانتیمتر

(الف) فواصل نصب بر روی خط الرأس سقفهای شیبدار

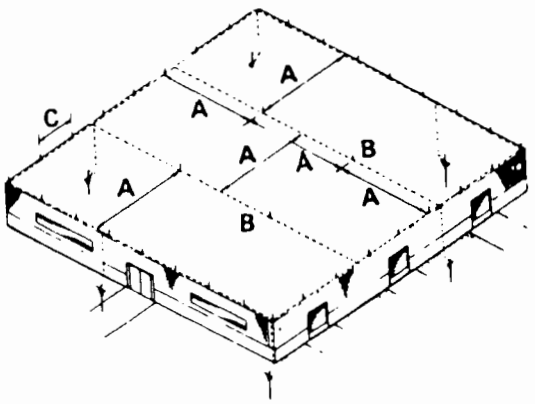


(ب) محل نصب در گوشه‌ها



A: حداکثر فاصله ۱۵ متر
B: حداکثر فاصله ۶ متر یا ۷/۶ متر

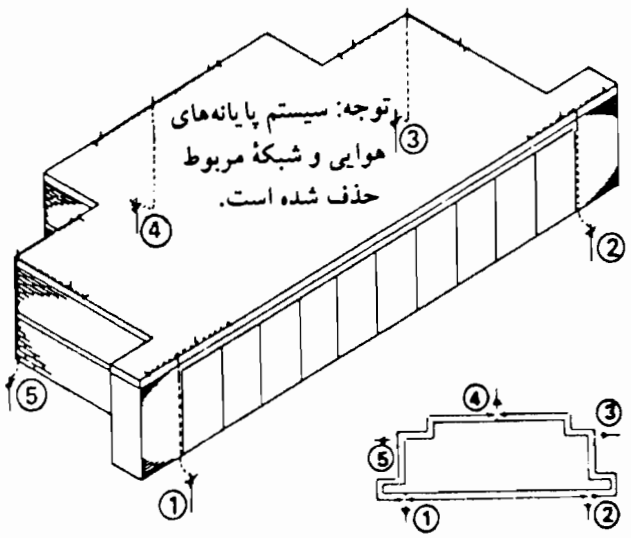
(پ) فواصل نصب پیرامونی و میانی برای سقفهای با شیب ملایم



A: حداکثر فاصله ۱۵ متر
B: در صورتی‌که مسیر این‌گونه هادیها از ۴۵ متر متجاوز باشد باید در ۴۵ متری به هادی اصلی پیرامونی یا هادی نزولی متصل شود
C: حداکثر فاصله ۶ متر یا ۷/۶ متر

(ت) فواصل نصب پیرامونی و میانی برای سقفهای مسطح

شکل ۱۴ ـ ۵ فواصل نصب پایانه‌های هوایی قفس فاراده.



فواصل نصب هادیهای نزولی

۱ تا ۲	۴۰ متر
۲ تا ۳	۲۶ متر
۳ تا ۴	۲۶ متر
۴ تا ۵	۲۶ متر
۵ تا ۱	۲۶ متر
کل پیرامون	۱۴۴ متر
تعداد هادیهای نزولی لازم	۵

شکل ۱۴ ـ ٦ نمونه توزیع و تعداد هادیهای نزولی با روش احتساب پیرامونی برای ساختمان مورد حفاظت.

۱۴ ـ ۴ـ۱ـ۸ متوسط فاصلهٔ بین هادیهای نزولی با توجه به‌کلاس حفاظت برابر استاندارد IEC 1024-1 به‌قرار جدول ۱۴ ـ ۲ خواهد بود و در تمامی موارد حداقل باید دو هادی نزولی درنظر گرفته شود.

جدول ۱۴ ـ ۲ متوسط فاصله بین هادیهای نزولی براساس کلاس حفاظت

کلاس حفاظت	متوسط فاصله (متر)
I	۱۰
II	۱۵
III	۲۰
IV	۲۵

۱۴ ـ ۴ـ۲ سیستم برقگیر مولد برق اولیه (ESE) موسوم به‌الکترونیک

۱۴ ـ ۴ـ۲ـ۱ سیستم برقگیر الکترونیکی (ESE) براساس استاندارد NFC 17-102 برای محافظت ساختمانهای عادی با ارتفاع کمتر از ۶۰ متر و فضاهای باز در موارد زیر ممکن است مورد استفاده قرار گیرد:

الف ـ مجموعه‌های مسکونی

ب ـ ساختمانهای مختلف مجموعه فرهنگی و آموزشی و مانند آن

پ ـ مجموعه ساختمانهای تجاری، اداری، ورزشی و مانند آن

ت ـ ساختمانهای درمانی و مراقبتی همچون بیمارستانها و درمانگاهها

ث ـ کارخانه‌های مختلف و پالایشگاهها

ج ـ ساختمانهای تکی بلند

چ ـ موزه‌ها و آثار باستانی

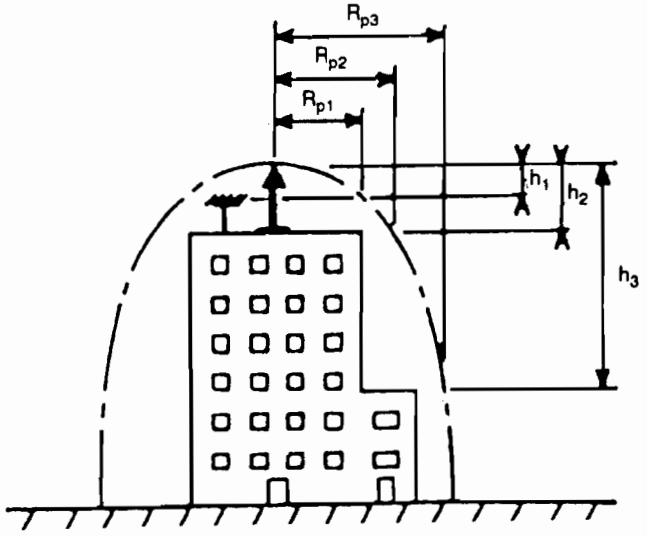
ح ـ برجها و دودکشهای کارخانه ها

خ ـ فضاهای باز شامل انبارها و محوطه‌های تفریحی و رفاهی

۱۴ ـ ۴ـ۲ـ۲ محدوده حفاظتی هر برقگیر الکترونیک، از گردش شعاعهای حفاظتی (R_{pn}) حاصل از ارتفاعهای مختلف (h_n) حول محور آن به‌وجود می‌آید. (شکل ۱۴ ـ ۷)

h_n : ارتفاع نوک برقگیر نسبت به‌صفحه افقی که از بالای عنصر موردنظر عبور می‌نماید.

R_{pn} : شعاع حفاظتی برقگیر در ارتفاع موردنظر.



شکل ۱۴ ـ ۷ محدوده و شعاعهای حفاظت برقگیر الکترونیک.

۱۴ ـ ۴ـ۲ـ۳ شعاع حفاظت هر برقگیر الکترونیک (R_p) بستگی به‌ارتفاع نوک آن نسبت به‌سطح مورد حفاظت (h)، پیشروی زمان تخلیه (ΔT)، و انتخاب کلاس حفاظت[۱] موردنیاز دارد که به‌شرح زیر محاسبه و تعیین می‌شود:

الف ـ در مواردی که $h \geq 5$ m باشد، شعاع حفاظت با توجه به‌کلاس حفاظت موردنظر ممکن است از فرمول [۱] یا منحنیها و جداول مندرج در شکلهای ۱۴ ـ ۸ الف، ب و پ به‌دست آید.

ب ـ در مواردی که $h < 5$ m باشد، شعاع حفاظت باید با استفاده از منحنیهای مندرج در شکلهای ۱۴ ـ ۸ الف، ب و پ تعیین شود.

$$R_p = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)} \qquad [1]$$

R_p: شعاع حفاظت برقگیر

h: ارتفاع نوک میله برقگیر از سطح مورد حفاظت

D: قطر کره فرضی با توجه به‌کلاس حفاظت یا فاصله برخورد صاعقه

ΔL: فاصله‌ای که برقگیر نقطه دریافت آذرخش را برابر نظریه گوی فرضی[۲] از نوک پایانه هوایی دور می‌کند.

۱۴ ـ ۴ـ۲ـ۴ کلاس حفاظت، که طبقه‌بندی سیستم حفاظتی برقگیر الکترونیک در برابر آذرخش است و سطح کارایی آن را بیان می‌کند، در این استاندارد به‌سه طبقه به‌شرح زیر تقسیم شده است:

کلاس I، D=20 m، حداکثر حفاظت

کلاس II، D=45 m، حفاظت متوسط

کلاس III، D=60 m، حفاظت استاندارد

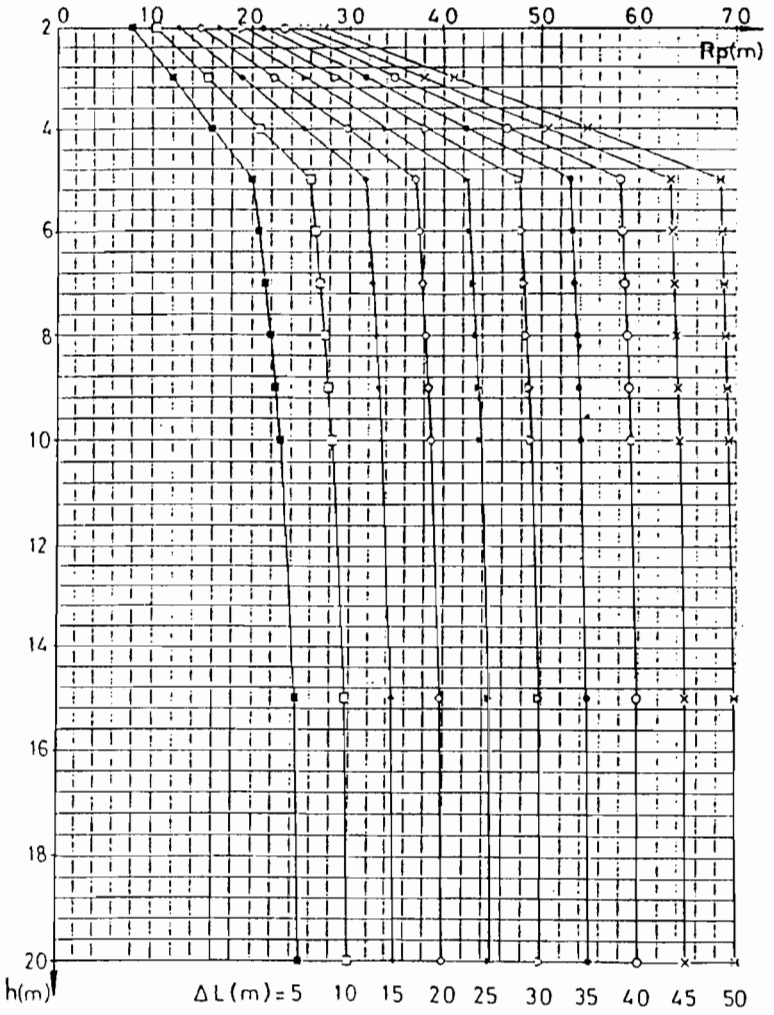
۱۴ ـ ۴ـ۲ـ۵ محاسبهٔ نوع و تعداد برقگیر نوع الکترونیک لازم برای محافظت کامل هر ساختمان و یا مجموعه ساختمانها در یک فضا بستگی به‌سطح ساختمان و یا فضای تحت محافظت در برابر آذرخش دارد.

۱۴ ـ ۴ـ۲ـ۶ برای محاسبه نوع و تعداد برقگیر نوع الکترونیک لازم و حداقل ارتفاع آن از بالاترین نقطه سطح پشت‌بام ساختمان باید یک بررسی مقدماتی به‌منظور تعیین کلاس حفاظت لازم با توجه به‌ضریب تناوب آذرخش، شرایط محیطی، نوع و محتوای ساختمان، نوع تصرف و مخاطرات ناشی از آذرخش مطابق ضوابط مندرج در بند ۲ ـ ۱ـ۲ و ضمیمه B از استاندارد NFC 17-102 به‌عمل آید و سپس شعاع حفاظت مورد لزوم برابر ضوابط محاسباتی بندهای ۱۴ ـ ۴ـ۲ـ۳ و ۱۴ ـ ۴ـ۲ـ۴ این فصل تعیین شود. (برای تسهیل در ارزیابی مخاطرات آذرخش و انتخاب کلاس حفاظت مورد لزوم برابر ضوابط مندرج در پیوست B از استاندارد NFC 17-102 نرم‌افزارهای مناسبی از طرف سازندگان این نوع تجهیزات ارائه شده است که ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.)

---

۱ ـ برای ارزیابی میزان ریسک و انتخاب کلاس حفاظت مورد لزوم به‌پیوست B از استاندارد NFC 17-102 مراجعه شود.

۲ ـ برای شرح نظریه گوی فرضی Fictitious sphere به‌پیوست A از استاندارد NFC 17-102 رجوع شود.



D (m)										
20										
ΔL (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	Rp (m)									
20	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
25	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
30	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
35	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
40	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
45	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
50	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
55	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
60	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00

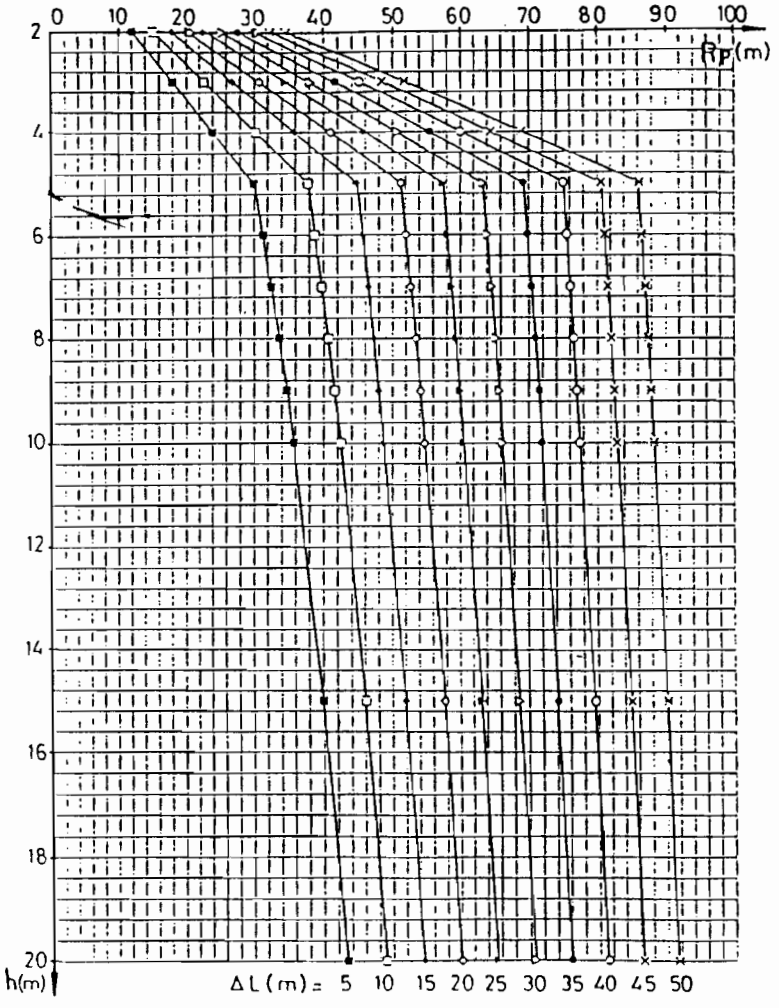
D(m) : فاصلهٔ برخورد یا شعاع گوی غلطان برحسب متر

ΔL(m) : فاصله‌ای که نقطه دریافت آذرخش از نوک میله برقگیر دور می‌شود برحسب متر

h(m) : اختلاف ارتفاع بین نوک پایانهٔ هوایی و سطح افقی مورد نظر برحسب متر

R_p(m) : شعاع حفاظت در سطح افقی موردنظر برحسب متر

شکل ۱۴ ـ ۸ الف شعاع حفاظت برقگیر الکترونیک با کلاس I (D= ۲۰m)



D (m)										
45										
ΔL (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	Rp (m)									
20	43.30	48.99	54.54	60.00	65.38	70.71	75.99	81.24	86.46	91.65
25	45.83	51.23	56.57	61.85	67.08	72.28	77.46	82.61	87.75	92.87
30	47.70	52.92	58.09	63.25	68.37	73.48	78.58	83.67	88.74	93.81
35	48.99	54.08	59.16	64.23	69.28	74.33	79.37	84.41	89.44	94.47
40	49.75	54.77	59.79	64.81	69.82	74.83	79.84	84.85	89.88	94.87
45	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
50	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
55	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
60	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00

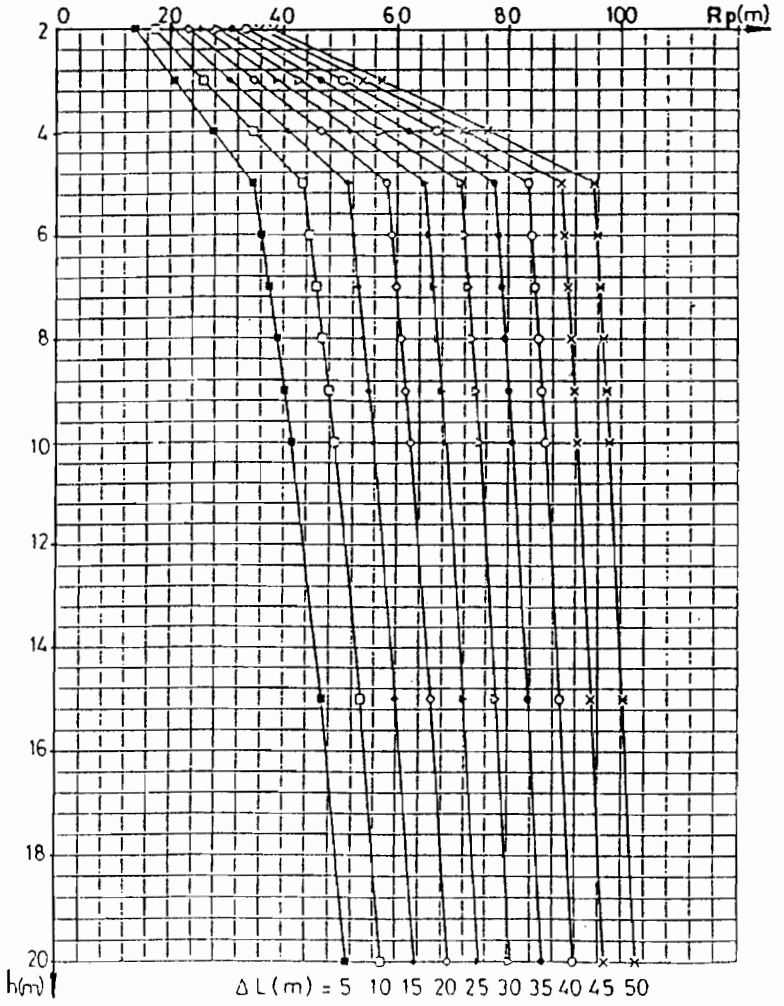
D(m): فاصلهٔ برخورد یا شعاع گوی غلطان برحسب متر

ΔL(m): فاصله‌ای که نقطه دریافت آذرخش از نوک میله برقگیر دور می‌شود برحسب متر

h(m): اختلاف ارتفاع بین نوک پایانهٔ هوایی و سطح افقی مورد نظر برحسب متر

R_p(m): شعاع حفاظت در سطح افقی موردنظر برحسب متر

شکل ۱۴ ـ ۸ ب شعاع حفاظت برقگیر الکترونیک با کلاس حفاظت II (D= ۴۵ m)



D (m)										
60										
ΔL (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	Rp (m)									
20	51.23	57.45	63.44	69.28	75.00	80.62	86.17	91.65	97.08	102.47
25	54.77	60.62	66.33	71.94	77.48	82.92	88.32	93.67	98.99	104.28
30	57.66	63.25	68.74	74.15	79.53	84.85	90.14	95.39	100.62	105.83
35	60.00	65.38	70.71	75.99	81.24	86.48	91.65	96.82	101.98	107.12
40	61.85	67.08	72.28	77.46	82.61	87.75	92.87	97.98	103.08	108.17
45	63.25	68.37	73.48	78.58	83.67	88.74	93.81	98.87	103.92	108.97
50	64.23	69.28	74.33	79.37	84.41	89.44	94.47	99.50	104.52	109.54
55	64.81	69.82	74.83	79.84	84.85	89.86	94.87	99.87	104.88	109.89
60	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00

D(m) : فاصلهٔ برخورد یا شعاع گوی غلطان برحسب متر

ΔL(m) : فاصله‌ای که نقطه دریافت آذرخش از نوک میله برقگیر دور می‌شود برحسب متر

h(m) : اختلاف ارتفاع بین نوک پایانهٔ هوایی و سطح افقی مورد نظر برحسب متر

R_p(m) : شعاع حفاظت در سطح افقی موردنظر برحسب متر

شکل ۱۴ ـ ۸ پ شعاع حفاظت برقگیر الکترونیک با کلاس حفاظت III (D= ٦٠ m)

۱۴-۵ اصول و روشهای نصب سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش

۱۴-۵-۱ برقگیر نوع قفس فاراده یا شکلی از آن

۱۴-۵-۱-۱ در انواع مختلف ساختمانها و بناها ممکن است از سر میله برقگیر تک‌شاخه یا چند شاخه استفاده شود. (شکل ۱۴-۱)

۱۴-۵-۱-۲ ارتفاع میله برقگیر از سر میله تا سطح محل نصب باید حداقل ۵۰ سانتیمتر یا بیشتر باشد.

۱۴-۵-۱-۳ فواصل نصب میله‌های برقگیر و شبکه هادیها برحسب استاندارد مورد مراجعه، طول میله‌ها و نوع سقف متفاوت است؛ در مواردی که از استاندارد NFPA 78 استفاده می‌شود برابر ضوابط مندرج در بند ۱۴-۴-۱-۳ و در مواردی که استاندارد IEC 1024-1 به‌کار می‌رود برابر معیارهای تعیین شده در بند ۱۴-۴-۱-۷ خواهد بود.

۱۴-۵-۱-۴ کلیه گوشه‌های خارجی ساختمان باید دارای میله برقگیر باشد حتی اگر فواصل آن خیلی کم باشد (شکل ۱۴-۱۴).

۱۴-۵-۱-۵ کلیه میله‌های برقگیر نصب شده در یک ساختمان باید به‌وسیله تسمه مسی به‌یکدیگر متصل شده و یک شبکه مشبک بسته را تشکیل دهد. (شکل ۱۴-۱۴)

۱۴-۵-۱-۶ اسکلت فلزی ساختمانهای اسکلت فلزی و یا آرماتورهای ساختمانهای بتن آرمه در چندین نقطه در پشت‌بام و بالای پی ساختمان باید به‌شبکه برقگیر همبندی همپانسیل شود. برای این منظور باید در هنگام ساختن اسکلت فلزی و یا بستن آرماتورها پیش‌بینی لازم به‌عمل آید تا در زمان نصب سیستم برقگیر هیچ‌گونه اشکالی به‌وجود نیاید.

۱۴-۵-۱-۷ کلیهٔ قسمتهای فلزی موجود در پشت‌بام از قبیل سقف شیروانی یا سایبان فلزی و مانند آن باید به‌شبکه برقگیر همبندی همپتانسیل شود.

۱۴-۵-۱-۸ در نقاط اتصال اسکلت فلزی، آرماتور یا دیگر قسمتهای فلزی ساختمان به‌شبکه برقگیر باید از به‌کار بردن وسایل، قطعات و بستهای قابل زنگ زدن جداً خودداری شود.

۱۴-۵-۱-۹ میله‌های برقگیر دور ساختمان باید روی دست‌اندازهای پشت‌بام نصب شود.

۱۴-۵-۱-۱۰ حلقه[1] اتصال میله‌های برقگیر دور ساختمان نیز باید روی دست‌انداز پشت‌بام نصب شود.

۱۴-۵-۱-۱۱ کلیه تسمه‌های ارتباطی (نزولی) بین شبکه مشبک پشت‌بام و پایانه‌های اتصال زمین باید حتی‌الامکان با فواصل یکسان و از روی بدنه خارجی ساختمان و در خط مستقیم کشیده شود.

۱۴-۵-۱-۱۲ تسمه‌های ارتباطی به‌هیچ وجه نباید از داخل لوله‌های فلزی عبور داده شود.

۱۴-۵-۱-۱۳ تسمه‌های مورد مصرف برای نصب شبکه مشبک و همچنین به‌عنوان هادیهای نزولی سیستم برقگیر باید از نوع حلقه‌ای بوده و از مصرف تسمه‌های شاخه‌ای، که اتصالات اضافی به‌وجود می‌آورد، خودداری شود.

۱۴-۵-۱-۱۴ میله‌های برقگیر باید با پایه متناسب با محل استقرار، نصب و به تسمه مشبک متصل شود. انواع پایه‌های مختلف برای نصب میله برقگیر در شکلهای (۱۴-۹ و ۱۴-۱۰) نشان داده شده است.

۱۴-۵-۱-۱۵ کلیهٔ تسمه‌های تشکیل‌دهنده شبکهٔ مشبک در نقاط تقاطع باید با اتصالات متناسب

1- Loop

به‌یکدیگر متصل شود. انواع مختلف اتصالات در شکل (۱۴ ـ ۱۱) نشان داده شده است.

۱۴ ـ ۵ ـ ۱ ـ ۱۶ تمامی تسمه‌ها باید با بستهای مناسب به‌کف یا دیوار دست‌انداز بام و مانند آن کاملاً مستحکم شود. انواع بستها در شکل (۱۴ ـ ۱۲) رسم شده است.

۱۴ ـ ۵ ـ ۱ ـ ۱۷ اتصال پایانه‌های زمینی سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش به‌سیستم اتصال زمین سایر تأسیسات برقی ساختمان در آیین‌نامه‌ها و استانداردها مشروط بر رعایت موارد زیر توصیه شده است:

الف ـ طراحی و اجرای سیستم حفاظت در برابر آذرخش باید با ضوابط و مقررات مندرج در یکی از استانداردهای نامبرده در بند ۱۴ ـ ۳ـ۱ دقیقاً مطابقت نماید.

ب ـ سیستم همچنین باید با ضوابط و استانداردهای سایر تأسیسات مربوط نیز مطابقت نماید.

پ ـ سیستم اتصال زمین عمومی باید متشکل از یک شبکهٔ گسترده‌ای[1] باشد که حداکثر مقاومت الکتریکی کل آن برابر با کمترین مقدار تعیین شده برای هر یک از سیستمهای موردنظر باشد.

ت ـ لوازم فلزی به‌کار رفته در سیستمهای مختلف باید از یک جنس باشد.

ث ـ در مواردی که اتصال بین سیستمها در داخل ساختمان صورت می‌گیرد، مسیر هادی اتصال‌دهنده باید به‌گونه‌ای تعیین شود که موجب القاء جریان برق در کابلها و تأسیسات مجاور آن نشود.

ج ـ اتصال سیستمهای پایانه زمینی حفاظت در برابر آذرخش به‌مدار زمین پی ساختمان باید درست در برابر هر هادی نزولی با استفاده از یک وسیله قابل قطع و یک محفظهٔ بازرسی که با علامت مخصوص اتصال زمین ⏚ نشانه‌گذاری شده باشد، انجام شود.

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ اصول و روشهای نصب سیستم برقگیر الکترونیک (ESE)

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۱ دستگاه برقگیر نوع الکترونیک باید حدوداً در مرکز سطح مورد حفاظت و در بالاترین قسمت ساختمان روی دکل مناسب نصب شود.

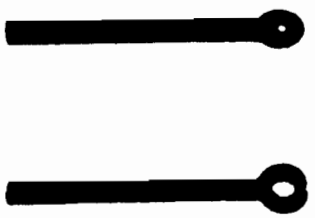
۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۲ در تعیین ارتفاع دکل برقگیر الکترونیکی، علاوه بر رعایت ضوابط مندرج در بندهای ۱۴ ـ ۴ـ۲ـ۳ تا ۱۴ ـ ۴ـ۲ـ۶ این فصل، باید دقت کافی به‌عمل آید که نوک میله مرکزی پایانه هوایی حداقل دو متر بالاتر از وسایل نصب شده یا موجود در سطح مورد حفاظت اطراف برقگیر مانند دودکش موتورخانه، برج خنک‌کننده، کلاهک هواکش، آنتن‌های گیرنده یا فرستنده رادیو یا تلویزیون، چراغهای هشداردهنده هوایی و غیره قرار گرفته باشد.

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۳ در ساختمانهای مرتفع برای اعلام خطر باید در بالاترین نقطه دکل (زیر دستگاه برقگیر الکترونیک) و در روی بازوی جداگانه چراغ هشدار دهنده هوایی نصب شود.

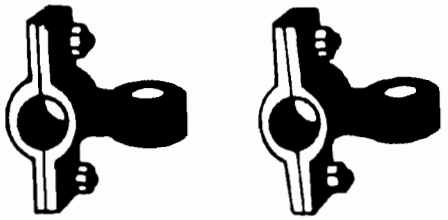
۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۴ برقگیرهای الکترونیکی مورد استفاده برای حفاظت فضاهای باز همچون زمین بازی، استخر شنا، اردوگاه و مانند آن باید بر روی تکیه‌گاههای مناسب مانند دکل ویژه نصب برقگیر یا سازه مناسب دیگری که پوشش حفاظتی موردنیاز فضای موردنظر را تامین کند نصب شود.

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۵ هادیهای نزولی که برای انتقال جریان برق ناشی از آذرخش از سیستمهای پایانه هوایی به‌سیستم پایانه زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد باید در سطوح خارجی سازه موردنظر نصب شود. در مواردی که

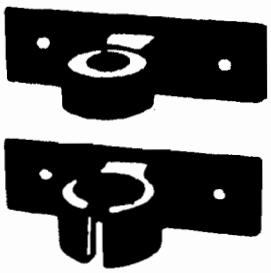
1– Grounding pad/grid



۱ ـ پایه مخصوص نصب در دیوار

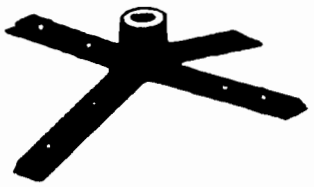


۲ ـ پایه مخصوص نصب روی نرده با مقطع گرد



۳ ـ پایه‌مخصوص‌نصب‌روی‌دیوار و یا نرده با مقطع چهارگوش

۴ ـ پایه مخصوص‌نصب دربالای پشت‌بامهای شیبدار



۵ ـ پایه مخصوص‌نصب دربالای پشت‌بامهای شیبدار

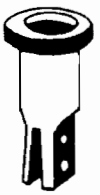
۶ ـ پایه مخصوص‌نصب دربالای پشت‌بامهای شیبدار

۷ ـ پایه مخصوص نصب روی پشت‌بامهای شیبدار

۸ ـ پایه مخصوص نصب روی ساختمانهای سوله

۹ ـ پایه مخصوص نصب روی دست‌انداز و یا کف پشت‌بام

۱۰ ـ پایه مخصوص نصب روی دودکش

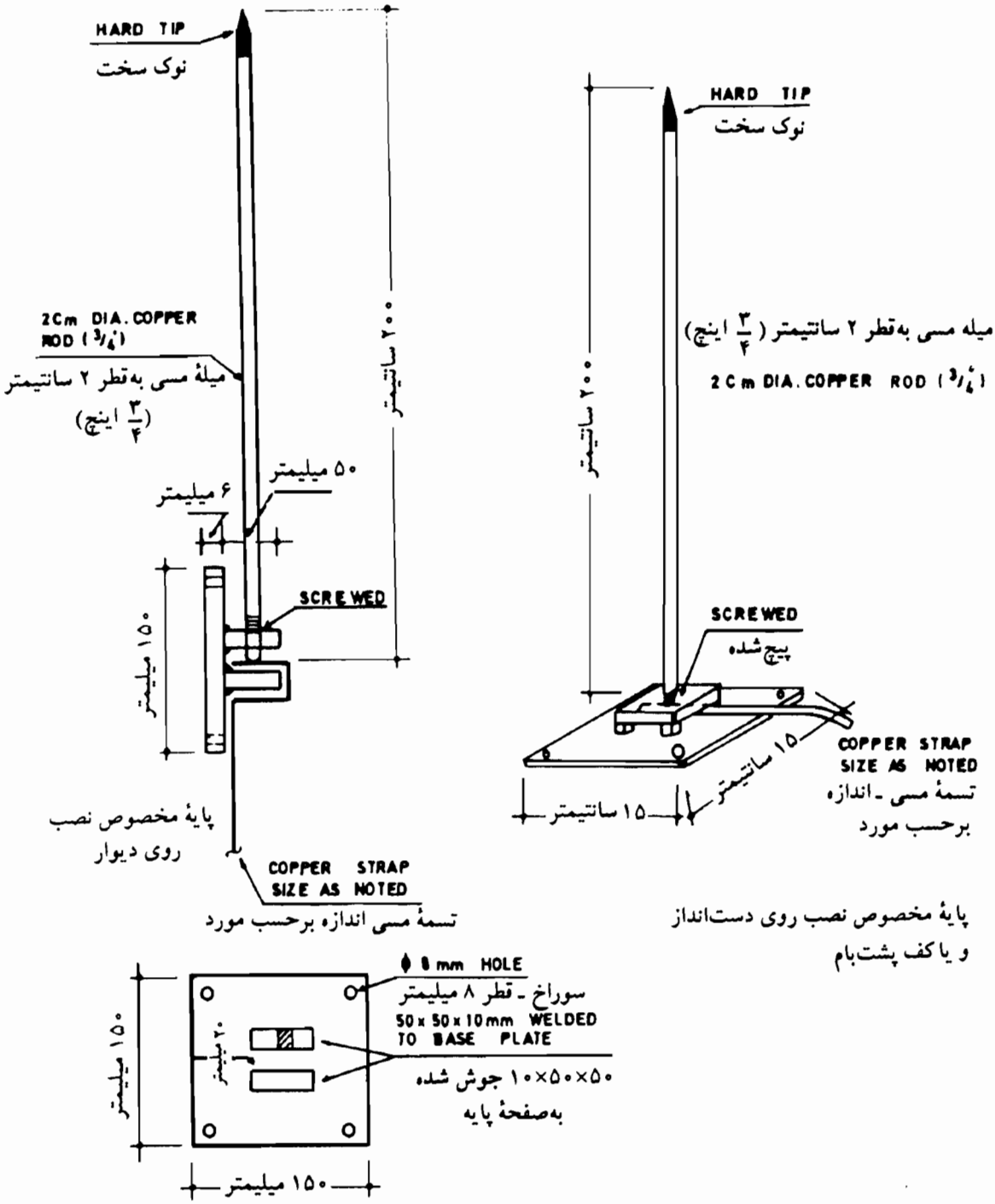


۱۱ ـ پایه مخصوص اتصال میله برقگیر به‌تسمه

۱۲ ـ پایه مخصوص نصب در داخل‌ستون و یا دست‌انداز

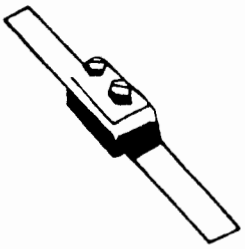
پایانه‌های مختلف برای نصب میله برقگیر

شکل ۱۴ ـ ۹

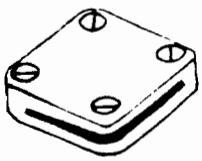

HARD TIP
نوک سخت
2Cm DIA. COPPER ROD (3/4")
میلهٔ مسی به‌قطر ۲ سانتیمتر
(۳/۴ اینچ)
۲۰۰ سانتیمتر
۵۰ میلیمتر
۶ میلیمتر
SCREWED
۱۵۰ میلیمتر
پایهٔ مخصوص نصب
روی دیوار
COPPER STRAP
SIZE AS NOTED
تسمهٔ مسی اندازه برحسب مورد
HARD TIP
نوک سخت
میله مسی به‌قطر ۲ سانتیمتر (۳/۴ اینچ)
2 C m DIA. COPPER ROD (3/4")
۲۰۰ سانتیمتر
SCREWED
پیچ شده
۱۵ سانتیمتر
۱۵ سانتیمتر
COPPER STRAP
SIZE AS NOTED
تسمهٔ مسی ـ اندازه
برحسب مورد
پایهٔ مخصوص نصب روی دست‌انداز
و یا کف پشت‌بام
Ø 8 mm HOLE
سوراخ ـ قطر ۸ میلیمتر
50 x 50 x 10 mm WELDED
TO BASE PLATE
۵۰×۵۰×۱۰ جوش شده
به‌صفحهٔ پایه
۱۵۰ میلیمتر
۲۰ میلیمتر
۱۵۰ میلیمتر

شکل ۱۴ ـ ۱۰

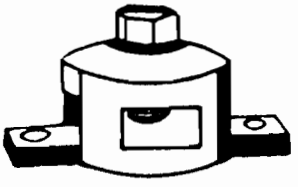
۱ ـ بست اتصال چهارراه



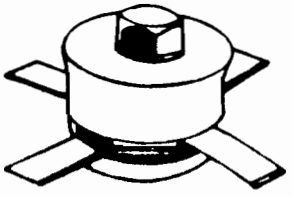
۲ ـ بست اتصال مستقیم



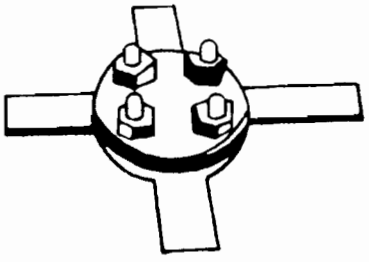
۳ ـ بست اتصال دوراه و چهارراه



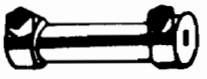
۴ ـ بست آزمایشی دوراه



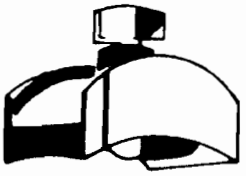
۵ ـ بست آزمایشی چهارراه



۶ ـ بست‌آزمایشی‌دوراه و چهارراه

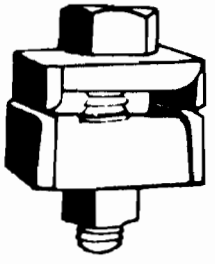


۷ ـ بست اتصال سیم

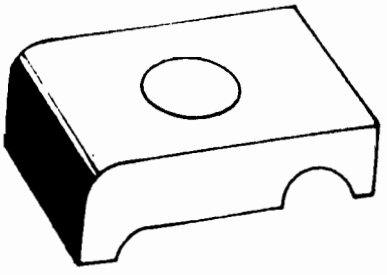


۸ ـ بست تسمه به‌لوله

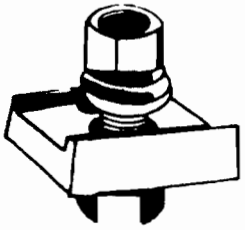
۹ ـ پایه و پیچ‌ومهره نصب‌در بتن



۱۰ ـ بست متفرقه



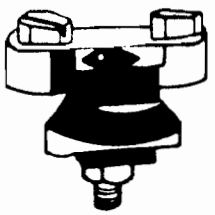
۱۱ ـ بست انشعاب از تسمه به‌سیم



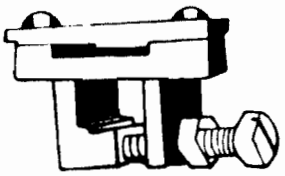
۱۲ ـ بست تسمه به‌فلز (ورق و یا پروفیل)

اتصالات و وسایل مختلف تسمه‌کشی

شکل ۱۴ ـ ۱۱



۱ ـ بست تسمه‌مخصوص نصب روی ورق موجدار

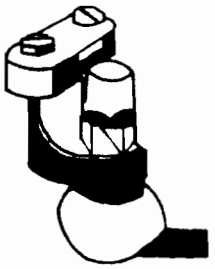


۲ ـ بست تسمه مخصوص‌نصب روی نرده

۳ ـ تسمه مسی ۳×۲۰ میلیمتر و یا ۳×۲۵ میلیمتر

۴ ـ بست‌تسمه‌مخصوص‌نصب‌روی دیوار و یا دست‌انداز پشت‌بام

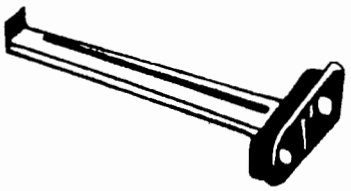
۵ ـ بست تسمه مخصوص نصب روی خرپا



۶ ـ بست تسمه مخصوص نصب روی دیوار

۷ ـ بست تسمه مخصوص نصب در داخل دیوار

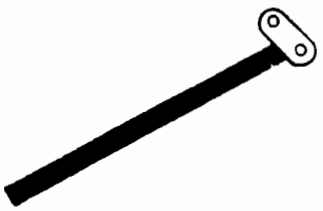
۸ ـ بست تسمه مخصوص نصب در داخل دیوار



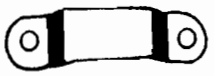
۹ ـ بست تسمه مخصوص نصب در داخل دیوار

۱۰ ـ میخ سرکج مسی

۱۱ ـ میخ مسی



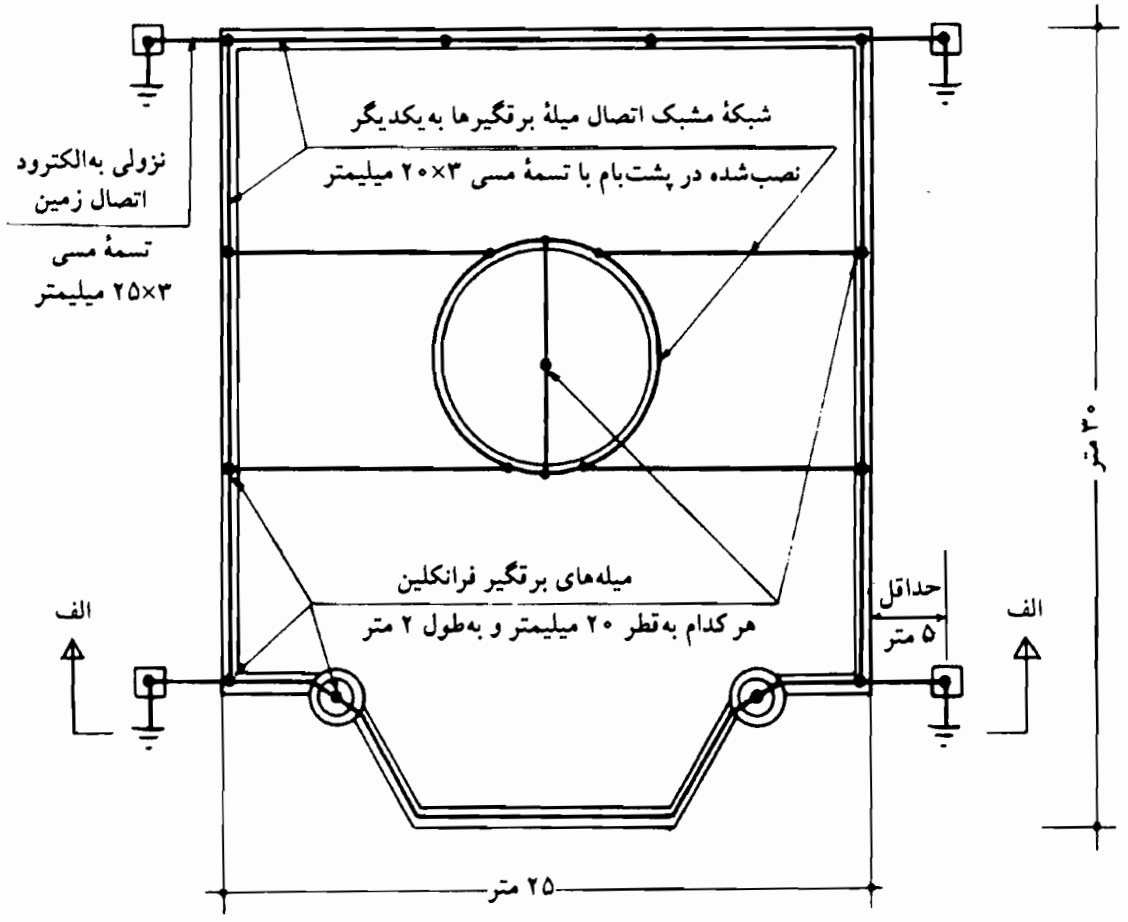
۱۲ ـ بست یکپارچه ساده

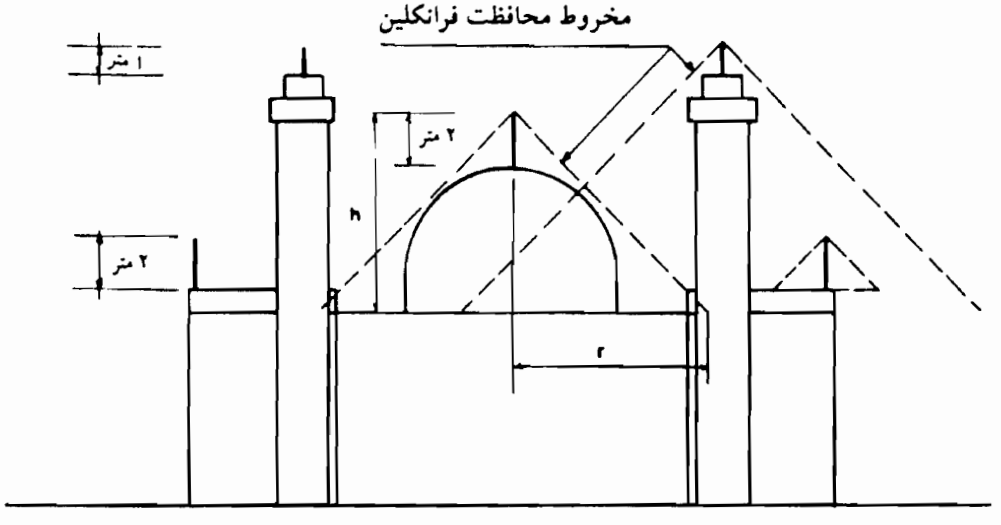


۱۳ ـ بست یکپارچه ساده

بستها و نگهدارنده‌های مختلف تسمه

شکل ۱۴ ـ ۱۲

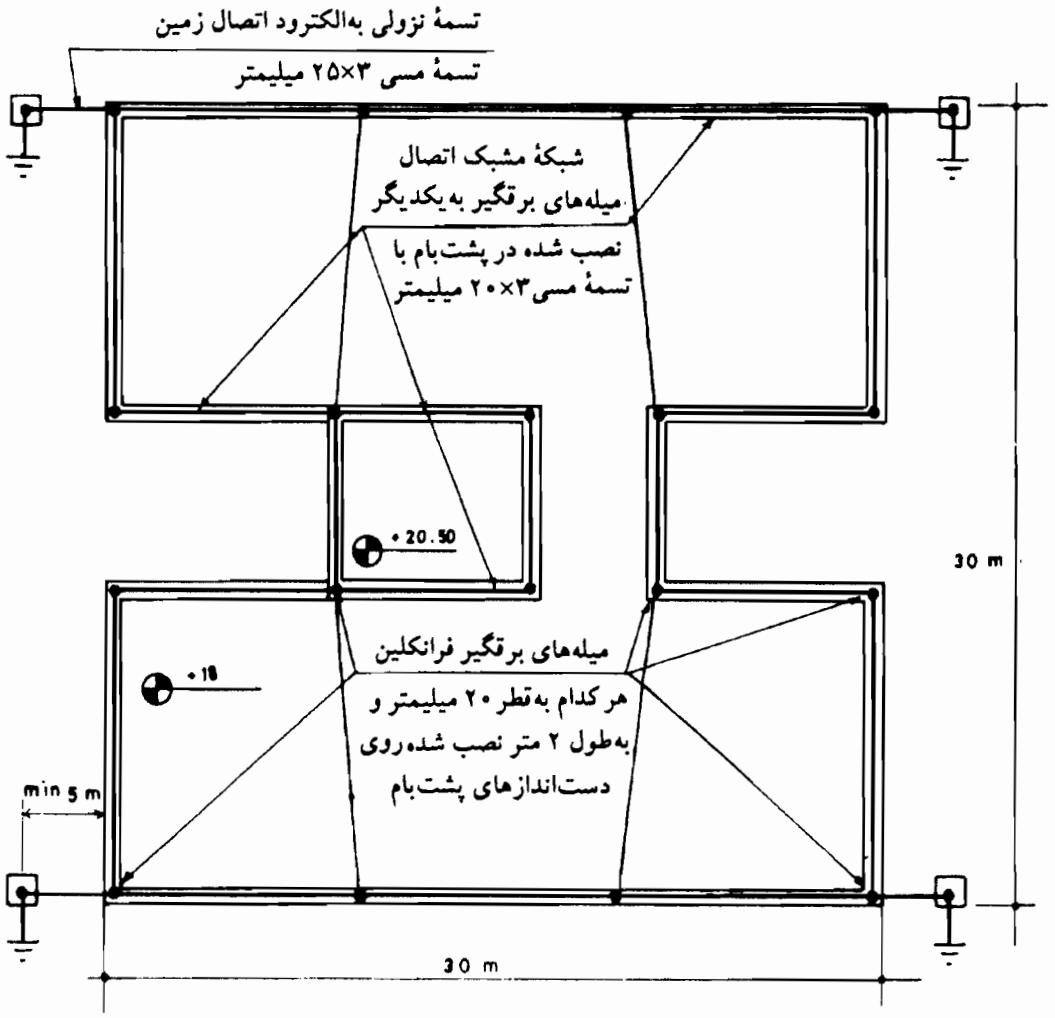


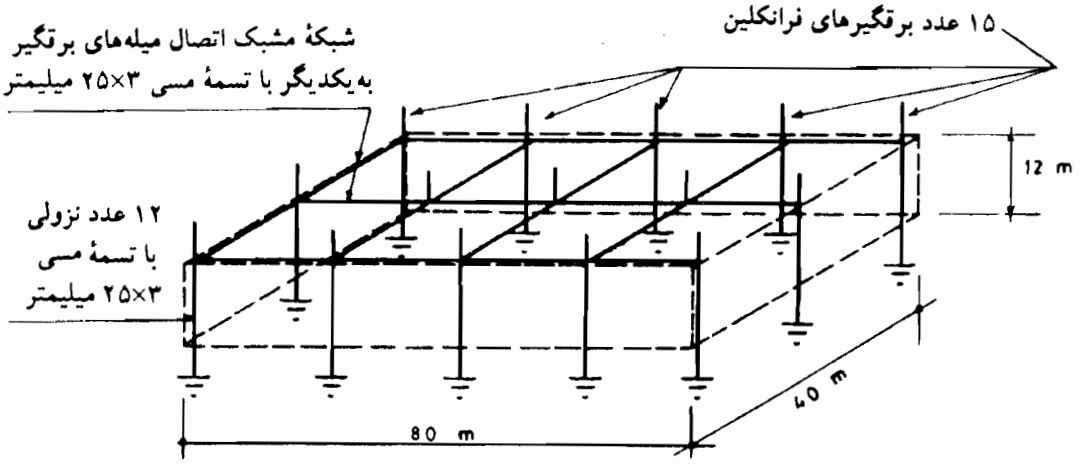


برش الف ـ الف

نمونه و روش نصب سیستم برقگیر قفس فاراده برای ساختمان مسجد

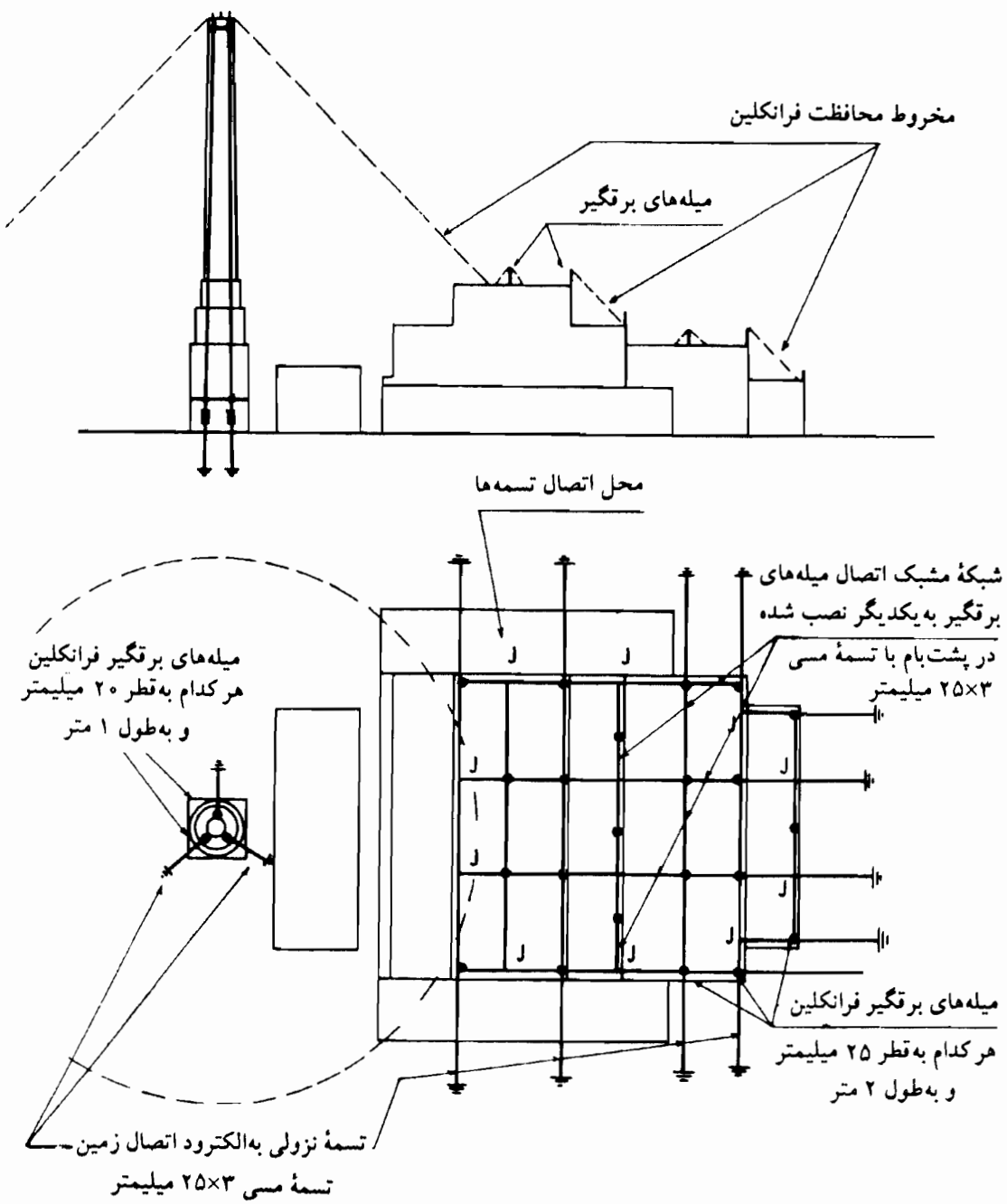
شکل ۱۴ ـ ۱۳





نمونه و روش کلی نصب سیستم برقگیر قفس فاراده

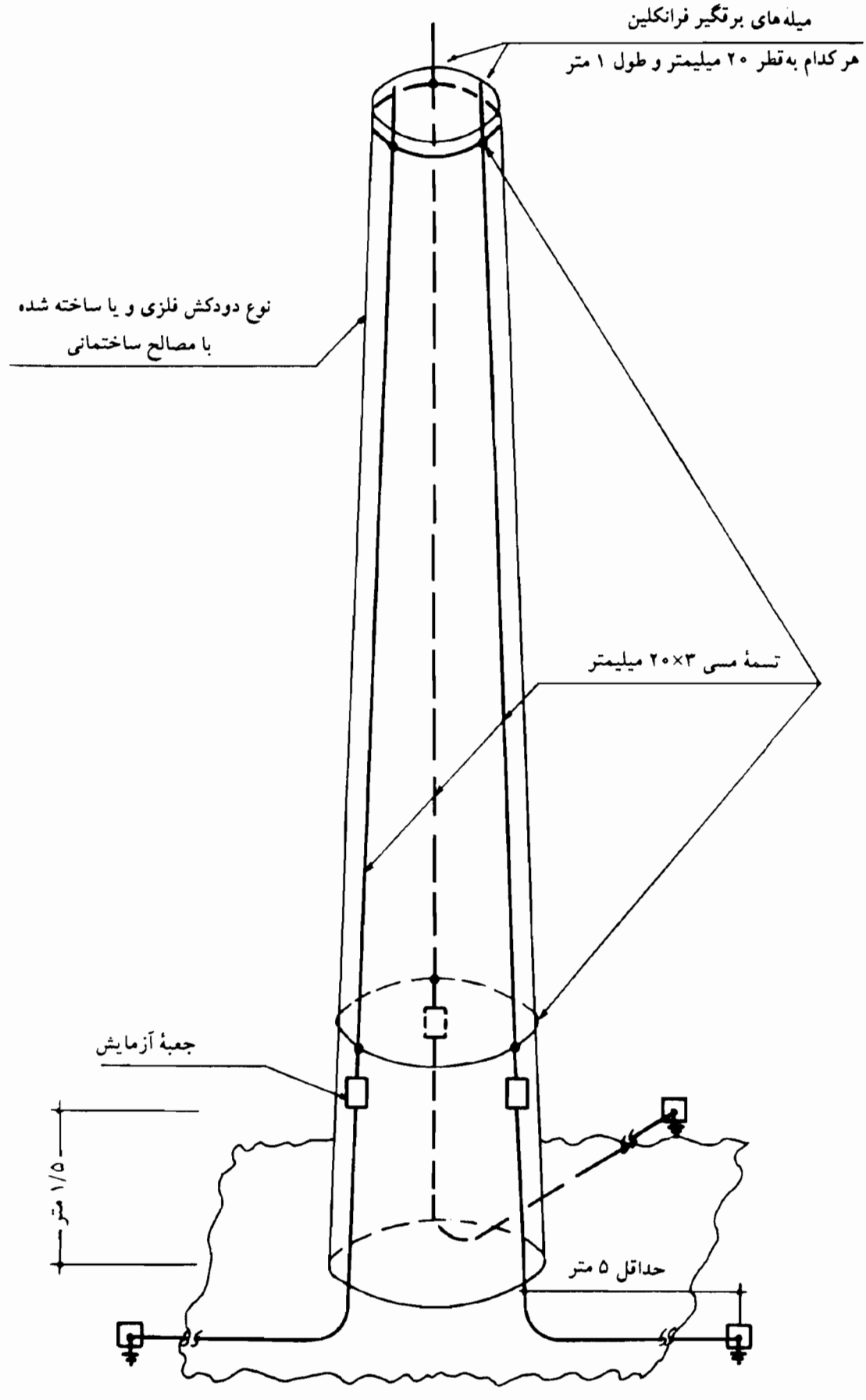
شکل ۱۴ ـ ۱۴



مقیاس ۱:۱۰۰

نمونه و روش نصب سیستم برقگیر قفس فاراده در یک کارخانه

شکل ۱۴ ـ ۱۵



نمونه و روش نصب سیستم برقگیر قفس فاراده روی دودکش کارخانه

شکل ۱۴ـ۱۶

استفاده از مسیر خارجی ساختمان عملی نباشد، هادیهای نزولی ممکن است از درون مجاری داخلی ویژه‌ای که دارای طولی برابر با ارتفاع ساختمان یا بخشی از آن باشد عبور نماید. این‌گونه مجاری باید عایق، غیرقابل اشتعال و دارای سطح مقطعی حداقل برابر با ۲۰۰۰ میلیمتر مربع یا بیشتر بوده و در اجرای آن شرایط مربوط به‌هادیهای نزولی رعایت شود. مجری سیستم تأسیسات برقی، هنگام استفاده از مجاری داخلی باید نسبت به‌کاهش کارایی سیستم حفاظتی مربوط و مشگلات بازرسی و نگهداری آن و همچنین مخاطرات ناشی از ورود موج ولتاژ بالا به‌درون سازه آگاه باشد.

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۶ در مواردی که سطح خارجی ساختمان یا سازه به‌وسیله دیوار پرده‌ای[1] فلزی، سنگی، یا شیشه‌ای پوشیده شده باشد، هادی نزولی ممکن است در پشت پوشش نامبرده به‌دیوار بتنی یا سازه باربر نصب شود. در این‌گونه موارد اجزاء پوششی هادی و سازه نگهدار باید از بالا و پایین به‌هادی نزولی پیوند[2] یابد.

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۷ هر برقگیر الکترونیکی باید به‌وسیله حداقل یک هادی نزولی به‌سیستم پایانه زمینی متصل شود. در موارد زیر دو هادی نزولی یا بیشتر موردنیاز خواهد بود:

الف ـ تصویر هادی نزولی افقی بزرگتر از تصویر هادی نزولی عمودی باشد (شکل ۱۴ ـ ۱۷).

ب ـ در صورتی‌که سیستم تأسیسات حفاظت خارجی ساختمان در برابر آذرخش بر روی سازه‌های بلندتر از ۲۸ متر نصب شود.

در مواردی که بیش از یک هادی نزولی مورد استفاده قرار گیرد هادیها باید با فواصل مساوی از یکدیگر استقرار یابد.

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۸ حداقل سطح مقطع هادیهای نزولی، درصورتی‌که از سیم مسی با مقطع گرد باشد ۵۰ میلیمترمربع، درصورتی‌که از تسمه مسی باشد (۲×۳۰) میلیمتر و چنانچه از سیم‌مسی بافته انتخاب شود (۲/۵×۳۰) میلیمتر خواهد بود.

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۹ تسمه‌های مورد مصرف برای هادیهای نزولی باید از نوع حلقه‌ای بوده و از مصرف تسمه‌های شاخه‌ای، که اتصالات اضافی به‌وجود می‌آورد، خودداری شود.

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۱۰ کلیه تسمه‌ها یا سیمها باید با بستهای مناسب و به‌صورت سه عدد در هر متر به‌کف بام یا دیوار ساختمان و مانند آن با درنظر گرفتن میزان انبساط حرارتی کاملاً محکم شود. انواع بستها در شکل ۱۴ ـ ۱۱ نشان داده شده است.

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۱۱ هادیهای نزولی باید با توجه به‌محل پایانه زمینی در کوتاهترین و مستقیم‌ترین مسیر ممکن و بدون خمهای تند یا برگشت به‌بالا نصب شود. شعاع خمها نباید از ۲۰ سانتیمتر کمتر باشد (شکل ۱۴ ـ ۱۸)

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۱۲ هادیهای نزولی نباید به‌موازات لوله‌های برق یا به‌صورت متقاطع با آن نصب شود، لیکن در مواردی که عبور لوله‌های برق از روی هادیهای نزولی غیرقابل اجتناب باشد، لوله برق باید در داخل یک حفاظ فلزی به‌طول یک متر از نقطه تقاطع به‌هر طرف قرار داده شده و حفاظ مزبور به‌هادی نزولی متصل شود.

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۱۳ هادیهای نزولی باید در برابر ضربه و آسیب به‌وسیله حفاظ مناسب به‌ارتفاع دو متر از سطح زمین محافظت شود.

۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۱۴ به‌منظور قطع سیستم پایانه زمینی و اندازه‌گیری میزان مقاومت اتصال زمین، هر هادی نزولی باید

1– Curtain - wall 2– Bond

به‌یک جعبه اتصال آزمون همراه با تیغه و سایر تجهیزات مربوط مجهز شود (به‌بندهای ۱۵ ـ ۲ـ۵ و ۱۵ ـ ۴ـ۲ فصل ۱۵ و شکل ۱۵ ـ ۷ رجوع شود). این‌گونه جعبه‌ها باید در ارتفاع حداقل ۱/۵ متر از سطح زمین نصب و عبارت «هادی برقگیر» همراه با نشانه ⏚ بر روی آن به‌صورت دایمی نوشته شود.

۱۴ ـ ۵ـ۲ـ۱۵ در مواردی که از آذرخش شمار استفاده می‌شود، دستگاه نامبرده باید بر روی مستقیم‌ترین هادی نزولی و در ارتفاع حدود دو متری از سطح زمین و در بالای جعبه اتصال آزمون نصب شود.

۱۴ ـ ۵ـ۲ـ۱۶ به‌منظور جلوگیری از ایجاد جرقه‌های خطرناک بین هادیهای حامل جریان آذرخش و قسمتهای فلزی نزدیک آن (در مواردی که فاصله ایمن موجود نباشد) کلیه بخشهای مزبور باید به‌سیستم هادیهای نزولی همبندی همپتانسیل شود. بنابراین تمامی قسمتهای فلزی موجود در پشت‌بام از قبیل سقف شیروانی یا سایبان فلزی، درب و پنجره فلزی و مانند آن که فواصل آن از هادیهای نزولی (d) کمتر از فاصلهٔ ایمنی (s) باشد، باید به‌سیستم هادیهای نزولی همبندی شود. (برای چگونگی محاسبه فاصلهٔ ایمن به‌بند ۲ـ۱ـ۳ از استاندارد NFC 17-102 رجوع شود).

۱۴ ـ ۵ـ۲ـ۱۷ اسکلت فلزی ساختمانهای اسکلت فلزی و یا آرماتورهای ساختمانهای بتن‌آرمه در چندین نقطه در پشت‌بام و بالای پی ساختمان باید به‌هادیهای نزولی اتصال داده شود. برای این منظور باید در هنگام ساختن اسکلت فلزی و یا بستن آرماتورها پیش‌بینی لازم به‌عمل آید تا در زمان نصب سیستم برقگیر هیچ‌گونه اشکالی به‌وجود نیاید.

۱۴ ـ ۵ـ۲ـ۱۸ در مواردی که سیستم تأسیسات حفاظت داخلی ساختمان در برابر آذرخش مورد نیاز است، باید بخشهای فلزی‌داخلی ساختمان به‌وسیلهٔ هادیهای مسی همپتانسیل با حداقل سطح مقطع ۱۶ میلیمترمربع به‌یک شمش یا میله مسی همپتانسیل با حداقل سطح مقطع ۷۵ میلیمتر مربع همبندی و سپس شمش مزبور به‌نزدیکترین نقطه مدار اتصال زمین متصل شود. برای ساختمانهای بزرگ ممکن است از چندین شمش همبندی همپتانسیل متصل به‌هم استفاده گردد.

در مواردی که سیستمهای تأسیسات برقی یا مخابراتی با استفاده از هادیهای حفاظ‌دار، یا در لوله‌های فلزی اجرا می‌شود، اتصال حفاظ هادیها یا لوله‌های فلزی به‌سیستم اتصال زمین معمولاً حفاظت لازم را تأمین می‌کند، در این‌گونه موارد در صورت عدم تأمین حفاظت لازم، هادیهای فعال باید از طریق برقگیرهای حفاظتی[1] به‌سیستم حفاظت در برابر آذرخش همبندی شود.

۱۴ ـ ۵ـ۲ـ۱۹ اتصال پایانه‌های زمینی سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش به‌شبکه اتصال زمین سایر تأسیسات برقی ساختمان در آیین‌نامه‌ها و استانداردها مشروط بر رعایت موارد زیر توصیه شده است:

الف ـ سیستم اتصال زمین عمومی باید متشکل از یک شبکه گسترده‌ای[2] باشد که حداکثر مقاومت الکتریکی کل آن برابر با کمترین مقدار تعیین شده برای هر یک از سیستمهای موردنظر باشد.

ب ـ طراحی و اجرای سیستم حفاظت در برابر آذرخش باید با ضوابط و مقررات مندرج در یکی از استانداردهای نامبرده در بند ۱۴ ـ ۳ ـ ۱ دقیقاً مطابقت کند.

پ ـ سیستم اتصال زمین عمومی همچنین باید با ضوابط و استانداردهای سایر تأسیسات مربوط نیز مطابقت نماید.

ت ـ لوازم فلزی به‌کار رفته در سیستمهای مختلف باید از یک جنس باشد.

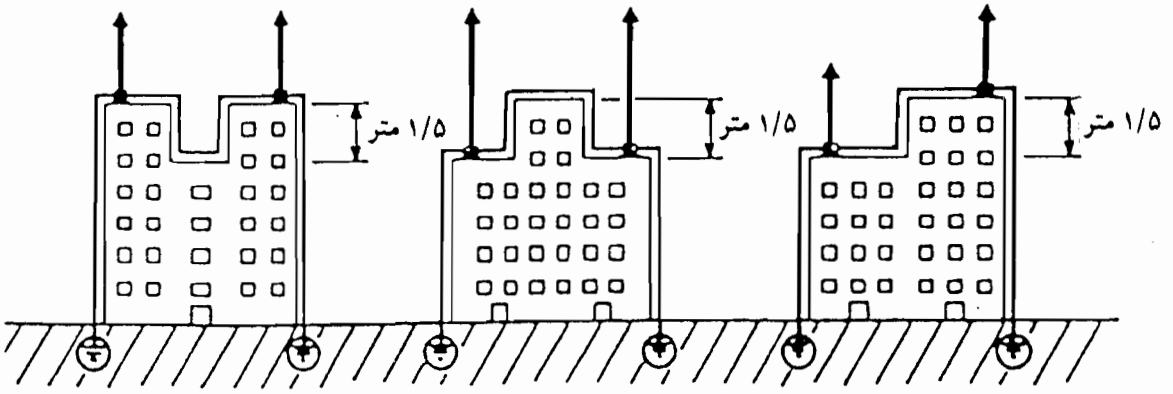
ث ـ در مواردی که اتصال بین سیستمها در داخل ساختمان صورت می‌گیرد، مسیر هادی

1– Surge protective devices 2– Grounding pad / grid

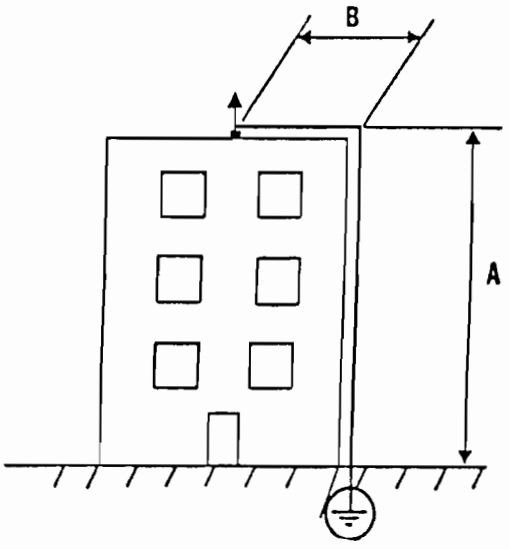
اتصال‌دهنده باید به‌گونه‌ای تعیین شود که موجب القاء جریان برق در کابلها و تأسیسات مجاور آن نشود.

ج - اتصال سیستمهای پایانه زمینی حفاظت در برابر آذرخش به‌مدار زمین پی ساختمان باید درست در برابر هر هادی نزولی با استفاده از یک وسیله قابل قطع و یک محفظه بازرسی که با علامت مخصوص اتصال زمین ⏚ نشانه‌گذاری شده باشد، انجام شود.

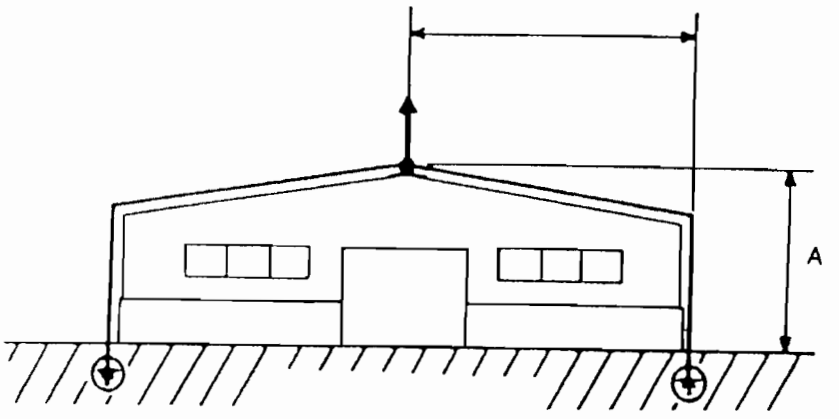
چ - در مواردی که حجم مورد حفاظت شامل چند سازه جداگانه باشد، سیستم پایانه زمینی برقگیر (ESE) باید به‌سیستم زمین همپتانسیل مجموعه سازه‌ها، که به‌صورت شبکه به‌هم پیوسته مدفون خواهد بود، متصل شود.



(الف) اتصال پایانه‌های هوایی الکترونیک به‌یکدیگر با اختلاف سطح حداکثر ۱/۵ متر



(ب) A > ۲۸ متر و B < A : یک هادی نزولی

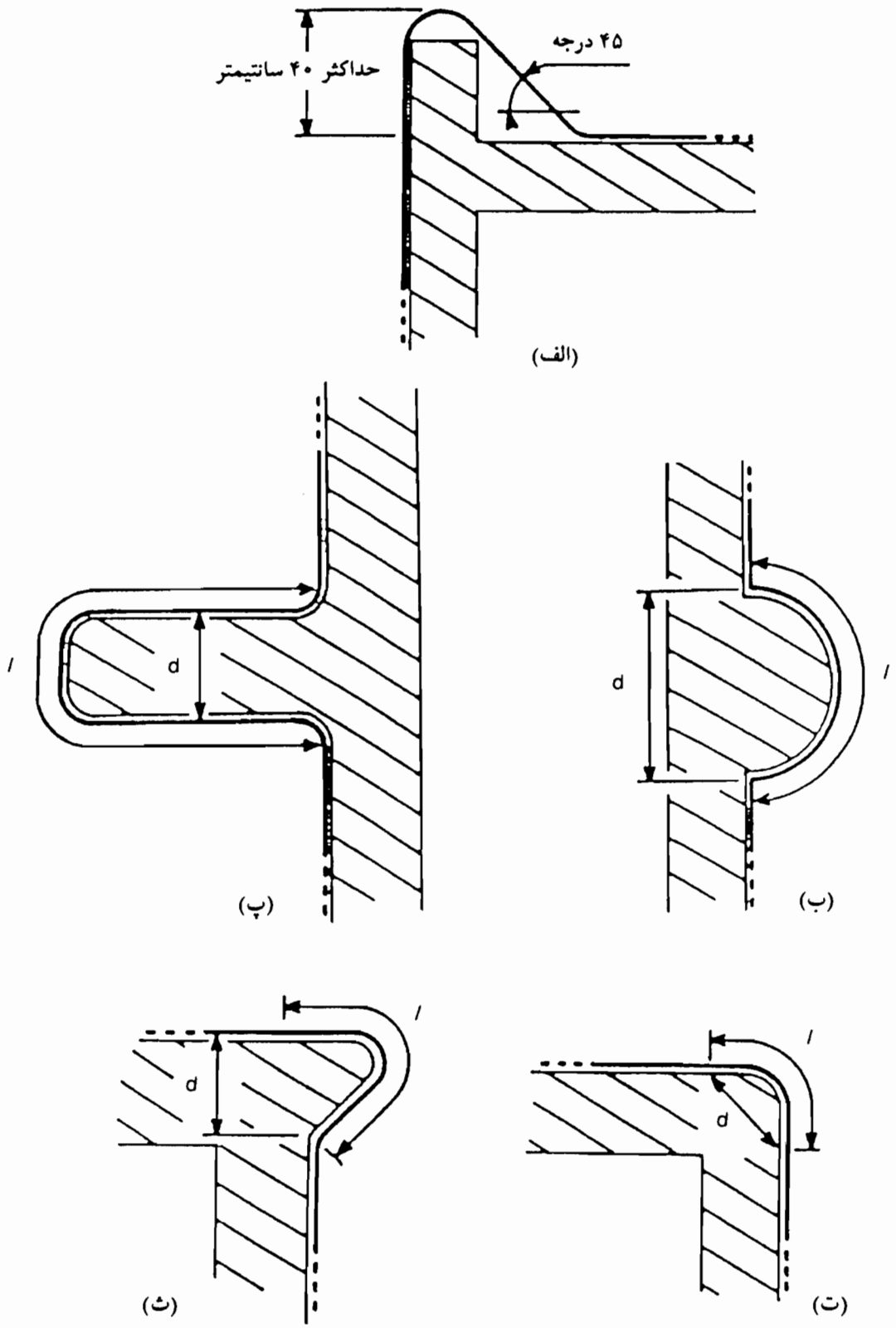


(پ) A < ۲۸ متر یا B > A : دو هادی نزولی

A : تصویر هادی نزولی عمودی

B : تصویر هادی نزولی افقی

شکل ۱۴ ـ ۱۷ اتصال پایانه‌های هوایی الکترونیک به‌یکدیگر و تعداد هادیهای نزولی.



l: درازای خمیدگی (متر)

d: پهنای خمیدگی (متر)

در صورتی که شرط $d>l/20$ رعایت شود خطر شکست دی‌الکتریک منتفی است

شکل ۱۴ ـ ۱۸ اشکال مختلف خمیدگیها در هادیهای نزولی.

فصل ۱۵
سیستم اتصال زمین

۱-۱۵ کلیات و تعاریف

۱-۱-۱۵ تعاریف

۱-۱-۱-۱۵ الکترود زمین
یک یا چند قطعه هادی است که به‌منظور برقراری ارتباط الکتریکی با جرم کلی زمین در خاک مدفون شود. الکترودهای زمین مستقل از نظر الکتریکی، الکترودهایی است که فواصل آن از یکدیگر به‌قدری است که در صورت عبور حداکثر جریان ممکن از یکی، ولتاژ الکترودهای دیگر به‌مقدار قابل ملاحظه تحت تأثیر قرار نگیرد.

۲-۱-۱-۱۵ جرم کلی زمین
مفهومی است که ویژگیهای آن با عبارات زیر قابل توجیه است:
- جرم کلی زمین را می‌توان مشابه شینه‌ای با سطح مقطع بزرگ فرض کرد، که مقاومت بین هر دو نقطه آن عملاً نزدیک صفر است؛
- اتصال به‌جرم کلی زمین تنها از راه نوعی الکترود زمین امکان‌پذیر است؛
- اتصال الکترود زمین به‌جرم کلی زمین همواره با مقاومتی همراه است که همان مقاومت اتصال زمین یا مقاومت الکترود زمین است.

۳-۱-۱-۱۵ مقاومت اتصال زمین یا مقاومت زمین
مقاومت الکتریکی بین سرآزاد الکترود زمین مستقل از نظر الکتریکی و جرم کلی زمین است.

۴-۱-۱-۱۵ تأسیسات الکتریکی
هر نوع ترکیبی از وسایل و مصالح به‌هم پیوسته الکتریکی در یک محل یا فضای معین.

۵-۱-۱-۱۵ تجهیزات الکتریکی
مصالح و تجهیزاتی است که برای تولید، تبدیل یا مصرف انرژی الکتریکی به‌کار رود، مانند مولدها، موتورهای برق، ترانسفورماتورها، دستگاههای برقی، دستگاههای اندازه‌گیری، وسایل حفاظتی و امثال آن.

۱۵ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۶ بدنه هادی

بدنه یا اسکلت هادی دردسترس مربوط به‌تجهیزات الکتریکی که در وضعیت عادی برقدار نمی‌باشد ولی ممکن است در اثر بروز نقص در دستگاه یا ایجاد اتصالی داخلی در آن، برقدار شود.

۱۵ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۷ هادی بیگانه

قسمتی است هادی که جزیی از تأسیسات الکتریکی نباشد. (مانند اسکلت و قسمتهای فلزی ساختمانها، لوله‌کشیهای آب و گاز و وسایل متصل به‌آن، بدنه‌های هادی سیستمهای غیربرقی و غیره) و می‌تواند ولتاژی را که معمولاً ولتاژ زمین است دارا باشد.

۱۵ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۸ برقدار

هر سیم یا هادی دیگری است که در شرایط عادی تحت ولتاژ الکتریکی باشد.

۱۵ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۹ هادی خنثی (نول)

هادیی است که به‌نقطه خنثی وصل باشد و به‌منظور انتقال انرژی الکتریکی از آن استفاده شود.

یادآوری:

در پاره‌ای موارد و در شرایطی معین، یک هادی واحد می‌تواند وظایف هادی خنثی و هادی حفاظتی را توأماً انجام دهد.

۱۵ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۱۰ هادی حفاظتی (هادی اتصال زمین)

هادیی است که در اقدامات حفاظتی در برابر برقگرفتگی، هنگام بروز اتصالی، از آن استفاده می‌شود و بدنه‌های هادی را به‌قسمتهای زیر وصل می‌کند:

ـ بدنه‌های هادی دیگر؛

ـ قسمتهای هادی بیگانه؛

ـ الکترود زمین، هادی زمین‌شده یا قسمت برقدار زمین شده.

۱۵ ـ ۱ ـ ۲ کلیات

۱۵ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۱ سیستم توزیع نیرو و اتصال زمین مورد استفاده عموماً سیستم TN از نوع TN–C–S و یا در صورت لزوم TN–S خواهد بود[1]. (بند ۲ ـ ۵ ـ ۱ نیز ملاحظه شود)

۱۵ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۲ به‌منظور ایجاد ایمنی و حفاظت لازم در برابر برقگرفتگی برای افراد و کارکنانی که از وسایل، ابزارها و دستگاههای برقی استفاده می‌کنند و همچنین کار صحیح سیستم تأسیسات برقی، اقدامات زیر باید انجام شود:

الف: نقطهٔ نول سیم پیچ مولدهای برق در نیروگاههای برق و همچنین نقطه نول سیم‌پیچ

---

۱ ـ برای شرح انواع سیستمهای توزیع نیرو و اتصال زمین به‌استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷ یا استاندارد IEC 364–3 رجوع شود.

ترانسفورماتور در پستهای برق و سیم نول شبکه خطوط هوایی در ابتدا و انتهای خطوط به‌طول تا ۲۰۰ متر و در خطوطی به‌طول بیش از ۲۰۰ متر علاوه بر ابتدا، و انتهای خط در هر فاصله ۲۰۰ متری، نول خطوط مذکور باید به‌الکترود سیستم اتصال زمین مربوط متصل شود. این سیستم به‌طور کلی اتصال زمین سیستم[1] نامیده می‌شود.

ب: بدنه یا محفظه فلزی کلیه وسایل، ابزارها، دستگاهها، ماشین‌آلات و تابلوهای برقی و همچنین اسکلت و اجزای فلزی داخلی هر یک، که حامل جریان برق نمی‌باشد، باید به‌سیستم اتصال زمین ساختمان مربوط متصل شود. این سیستم به‌طور کلی اتصال زمین وسایل[2] (حفاظتی) نامیده می‌شود.

۱۵ ـ ۱ـ۲ـ۲ در نیروگاهها و پستهای برق سیستم اتصال زمین سیستم و سیستم اتصال زمین وسایل و همچنین سیستم اتصال زمین بدنه تابلوهای فشار قوی باید کلاً از یکدیگر جدا بوده و استفاده از یک سیستم اتصال زمین با الکترود مشترک مجاز نمی‌باشد.

(برای شرایط و موارد استفاده از یک یا دو الکترود زمین برای حفاظت سیستم و ایمنی در یک پست ترانسفورماتور به‌بند پ ۱ـ۹ـ۷ از مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمانی ایران رجوع شود).

۱۵ ـ ۱ـ۲ـ۳ در نیروگاهها و پستهای برق سیستم اتصال زمین‌سیستم و سیستم اتصال زمین‌وسایل و همچنین سیستم اتصال زمین بدنه تابلوهای فشار متوسط، در صورتی که حائز شرایط استفاده از یک الکترود اتصال زمین نباشد باید دارای هادیها و الکترود جداگانه باشد. در این‌گونه موارد الکترودهای زمین باید به‌گونه‌ای استقرار یابد که در حوزه اثر ولتاژ یکدیگر واقع نشود. (برای شرایط و موارد استفاده از یک یا دو الکترود زمین برای حفاظت سیستم و ایمنی در یک پست ترانسفورماتور به‌بند پ ۱ ـ ۹ ـ ۷ از مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمانی ایران رجوع شود).

۱۵ ـ ۱ـ۲ـ۴ در ساختمانهایی که مجهز به‌سیستم حفاظت در برابر آذرخش (قفس فاراده یا الکترونیک) می‌باشد و ساختمان فاقد یک شبکه اتصال زمین عمومی باشد (بند ۱۴ ـ ۵ ـ ۲ ـ ۱۹، فصل ۱۴، دیده شود)، سیستم اتصال زمین حفاظت در برابر آذرخش باید از سیستمهای اتصال زمین تأسیسات برقی فشار ضعیف یا فشار متوسط ساختمان کاملاً جدا باشد. در این‌گونه موارد چنانچه امکان انتقال ولتاژ فشار قوی (به‌ویژه ناشی از آذرخش) به‌تجهیزات فشار ضعیف وجود داشته باشد فاصله الکترودها از یکدیگر، در نزدیکترین فاصله نباید از ۲۰ متر کمتر باشد و در مورد الکترودهای قائم این فاصله نباید از ۲۰ متر یا دو برابر عمق الکترودها ـ هر کدام که بیشتر باشد ـ نزدیکتر باشد.

۱۵ ـ ۱ـ۲ـ۵ هادیهای اتصال بین الکترودها و یا شبکه اصلی سیستم اتصال زمین باید در صورت امکان از تسمه مسی حلقه‌ای با ابعاد لازم باشد ولی در صورت عدم امکان تهیه آن استفاده از سیم مسی لخت نیز بلامانع است.

۱۵ ـ ۱ـ۲ـ۶ در صورتی که سیم اتصال زمین (هادی حفاظتی) با سیمهای فاز و نول کلاً در یک لوله کشیده شود مانند سیمکشی سیستم روشنایی و یا پریزهای برق یک فاز و نول یا سه‌فاز و نول و مانند آن، سطح مقطع سیم اتصال زمین باید مساوی با سطح مقطع سیمهای فاز و نول باشد.

۱۵ ـ ۱ـ۲ـ۷ در صورتی که سیم اتصال زمین با سیمهای فاز و نول کلاً در یک پوشش قرار گرفته باشد مانند کابلهای

1– System grounding 2– Equipment grounding

معمولی و یا سیمهای چند رشته قابل انعطاف ارتباطی مانند سیم اطوی برقی، کتری برقی، سماور برقی، توستر برقی، یخچال، ماشین لباسشویی و مانند آن، سطح مقطع سیم اتصال زمین باید مساوی با سطح مقطع سیمهای فاز و نول باشد.

۱۵ ـ ۱ـ۲ـ۸ درکابلهایی که سطح مقطع سیم نول نصف سطح مقطع هر سیم فاز می‌باشد، سطح مقطع سیم اتصال زمین و سیم نول باید یکسان باشد.

۱۵ ـ ۱ـ۲ـ۹ درصورتی‌که برای اتصال زمین وسایل و ماشین‌آلات برقی و همچنین تابلوهای فرعی و اصلی و غیره از سیم یا شینه جداگانه‌ای استفاده شود، سطح مقطع آن باید با سطح مقطع نول کابل اصلی دستگاههای مربوط یکسان باشد، مشروط بر این‌که سطح مقطع سیم نول از ۱۶ میلیمتر مربع کمتر نباشد.

۱۵ ـ ۱ـ۲ـ۱۰ برای کابلهایی با سیم نول به‌مقطع کمتر از ۱۶ میلیمتر مربع باید سطح مقطع سیم اتصال زمین ۱۶ میلیمترمربع منظور شود.

۱۵ ـ ۱ـ۲ـ۱۱ سیستم اتصال زمین شامل چاه اتصال زمین با الکترودهای مختلف و جعبه اتصال آزمون، و سیم یا تسمه رابط بین شبکه اتصال زمین و چاه اتصال زمین می‌باشد.

۱۵ ـ ۲ استانداردها و مشخصات فنی سیستم اتصال زمین

۱۵ ـ ۲ـ۱ سیستم اتصال زمین شبکه‌های تأسیسات توزیع نیروی برق و خطوط مخابرات باید برابر مشخصات و ضوابط مندرج در نشریه «استاندارد سیستم زمین شبکه‌های توزیع»، که به‌وسیله وزارت نیرو ـ امور برق تهیه شده است، طراحی و اجرا شود.

۱۵ ـ ۲ـ۲ استاندارد ساخت و کاربرد انواع مختلف الکترودهای سیستم اتصال زمین باید براساس یکی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی همچون IEC 60364-5-54 ، BS 1013 ، NEC و VDE ، یا مشابه آن باشد.

۱۵ ـ ۲ـ۳ در طراحی و اجرای سیستم اتصال زمین تأسیسات برقی ساختمانها علاوه بر ضوابط تصریح شده در این فصل سایر مقررات مندرج در مبحث ۱۳ از مقررات ملی ساختمانی ایران نیز باید رعایت شود.

۱۵ ـ ۲ـ۴ مشخصات انواع الکترودهای اتصال زمین

۱۵ ـ ۲ـ۴ـ۱ الکترود اتصال زمین نوع میله مسی مغز فولادی، به‌قطرهای ۱۶ ، ۲۰ و ۲۵ میلیمتر و به‌طول ۱/۲۰ متر، قابل کوبیدن مستقیم در زمین به‌کمک کلاهک مخصوص و قابل امتداد به‌وسیله سرهم کردن دو، سه و چهار میله با استفاده از بوشن مخصوص. شکل ۱۵ ـ ۱ چند نوع الکترود اتصال زمین همراه با بستهای مربوط، و شکل ۱۵ ـ ۲ جزییات نصب الکترود میله مسی مغز فولادی را نشان می‌دهد.

۱۵ ـ ۲ـ۴ـ۲ الکترود اتصال زمین نوع لوله‌ای با لوله فولادی گالوانیزه یا سیاه، با قطر داخلی حدود ده سانتیمتر و به‌طولهای ۲ ، ۳ ، ۴ و یا ۶ متر مجهز به‌محل اتصال تسمه یا سیم مسی ساخته شده به‌شکل (U) از تسمه فولادی ۵×۴۰ میلیمتر، جوش داده شده در بالای الکترود روی بدنه لوله، با پیش‌بینی سوراخ لازم برای نصب تسمه و یا کابلشو یا پیچ و مهره حداقل شماره ۱۲. جزییات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود لوله‌ای در شکل ۱۵ ـ ۳ نشان داده شده است.

۱۵ ـ ۲ـ۴ـ۳ الکترود اتصال زمین نوع صفحه مسی تخت از ورق مسی با ابعاد ۳×۷۰۰×۷۰۰ میلیمتر و یا مشبک با ابعاد ۷۰۰×۷۰۰ میلیمتر ساخته شده از تسمه مسی ۳×۲۵ میلیمتر (شکلهای ۱۵ ـ ۱ و ۱۵ ـ ۴).

۱۵ ـ ۲ـ۴ـ۴ الکترود اتصال زمین نوع لوله‌ای پرسی با لوله مخصوص پرس‌شده[1] به‌قطر ۳۸ میلیمتر و به‌طول ۲/۵متر به‌انضمام لوله امتداد و کلیه اتصالات مربوط (شکل ۱۵ ـ ۵).

۱۵ ـ ۲ـ۴ـ۵ الکترود اتصال زمین نوع لوله‌ای با قطرهای ۳ و ۴ و یا ۵ سانتیمتر و به‌طول تقریبی ۱/۵ متر، قابل کوبیدن مستقیم در زمین به‌کمک کلاهک مخصوص و قابل امتداد به‌وسیله لوله‌های مخصوص امتداد با ابعاد فوق به‌انضمام کلیه اتصالات و ملحقات مربوط. شکل ۱۵ ـ ۶ این نوع الکترود اتصال زمین را نشان می‌دهد.

۱۵ ـ ۲ـ۴ـ۶ میلگردهای فولادی بتن مسلح در پی‌ها و شالوده‌هایی که نسبت به‌زمین عایقبندی نشده و حداقل عمق آن از سطح زمین یک متر باشد، ممکن است به‌عنوان الکترود زمین مورد استفاده قرار گیرد. در این‌گونه موارد سازه‌های فولادی سوار بر این نوع پی‌ها باید از طریق اتصال بولتهای نگهدارسازه یا با استفاده از کابل به‌میلگردهای بتن همبندی شود. استفاده از سازه‌های فولادی ساختمانها به‌عنوان هادی اتصال زمین باید برنامه‌ریزی شده بوده و اتصالات مربوط با هم‌آهنگی و نظارت مجریان تأسیسات برقی پروژه صورت گیرد.

۱۵ ـ ۲ـ۵ مشخصات جعبه اتصال آزمون

جعبه اتصال آزمون متشکل از جعبه فلزی با درب به‌ابعاد ۱۶۰×۱۰۰×۷۰ میلیمتر به‌انضمام صفحه فیبری با دو عدد پیچ و مهره خروسکی مسی یا برنجی و تیغه اتصال مسی خواهد بود. شکل ۱۵ ـ ۷ جزییات یک جعبه اتصال آزمون را نشان می‌دهد.

۱۵ ـ ۲ـ۶ مشخصات هادیهای سیستم اتصال زمین

۱۵ ـ ۲ـ۶ـ۱ کلیهٔ هادیهای مورد مصرف در سیستم اتصال زمین و همچنین تمامی اتصالات و ملحقات مربوط به‌آن، باید از آلیاژ مسی، ویژه کاربرد در تأسیسات برق ساخته شده باشد.

۱۵ ـ ۲ـ۶ـ۲ هادیهای خطوط و شبکه اصلی سیستم اتصال زمین و همچنین خطوط انشعابات اصلی ممکن است از نوع تسمه مسی حلقه‌ای و یا سیم مسی لخت باشد.

۱۵ ـ ۲ـ۶ـ۳ هادیهای انشعابی فرعی از خطوط اصلی، که برای اتصال به‌دستگاهها به‌کار می‌رود، باید از نوع سیم مسی لخت باشد.

۱۵ ـ ۲ـ۶ـ۴ در مواردی که در سیستم اتصال زمین از سیم مسی لخت به‌طور جداگانه استفاده شده و با سایر هادیهای الکتریکی در یک پوشش یا حفاظ قرار نمی‌گیرد، به‌منظور ازدیاد مقاومت مکانیکی، حداقل سطح مقطع آن باید ۱۶ میلیمتر مربع باشد.

۱۵ ـ ۲ـ۶ـ۵ استفاده از سیم مسی روپوش‌دار به‌عنوان هادی اتصال زمین و عبور آن از لوله فلزی به‌صورت منفرد (در صورتی که با هادیهای فاز و نول در یک پوشش یا در یک حفاظ قرار نگرفته باشد) مجاز نمی‌باشد.

۱۵ ـ ۲ـ۶ـ۶ حداکثر مقاومت مجاز اتصال زمین سیستمهای مختلف باید به‌شرح زیر باشد:

1– GI pipe

الف ـ سیستم حفاظت در برابر آذرخش: پنج اهم

ب ـ نقطه نول مولد برق، ترانسفورماتور قدرت و سیم نول شبکه فشار ضعیف: در سیستم TN کل مقاومت الکتریکی مجاز نسبت به‌جرم کلی زمین نباید از دو (۲) اهم متجاوز باشد، که ممکن است علاوه بر اتصال زمین پست یا نیروگاه، با احداث اتصال زمینهای مکرر در طول خطوط توزیع یا تقسیم یک سیستم، و وصل هادی نول خطوط یادشده به‌زمین، تأمین شود. در مواردی که امکان اتصال زمینهای مکرر وجود ندارد مانند ساختمانهای بلند باید از روش همبندی اضافی برای هم‌ولتاژ کردن کلیهٔ بدنه‌های هادی، قسمتهای هادی بیگانه و هادیهای حفاظتی تجهیزاتی که به‌طور همزمان در دسترس قرار می‌گیرد، استفاده شود. در مناطق خشک، صخره‌ای و سنگلاخی که مقاومت اتصال اتفاقی بین یک هادی فاز و جرم کلی زمین (یا هادیهای بیگانه که به‌هادی خنثی یا حفاظتی متصل نمی‌باشد) از ۷ اهم بیشتر است، حداکثر کل مقاومت مجاز نسبت به‌جرم کلی زمین در آن منطقه از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$R_B \leq R_E \frac{۵۰}{U_o - ۵۰}$$

R_B = مقاومت کل مجاز جدید (به‌جای دو اهم) برحسب اهم

R_E = مقاومت اتفاقی اتصال فاز به‌زمین (مقدار تجربی آماری)، برحسب اهم

U_0 = ولتاژ اسمی بین فاز و خنثای سیستم (۲۲۰ ولت در موارد عادی)، برحسب ولت

۵۰ = ولتاژ مجاز تماس، برحسب ولت

پ ـ بدنه تابلوها و وسایل و ابزار برقی فشار ضعیف:

I– در صورتی‌که نول شبکه و بدنه هر کدام از وسایل و دستگاههای برقی به‌طور مستقل و جداگانه زمین شده باشد مقاومت مجاز اتصال زمین (R_S) باید از $\frac{۶۵}{I_A}$ کوچکتر یا مساوی باشد:

$$R_s(\Omega) \leq \frac{۶۵(V)}{I_A(A)}$$

به‌طوری که I_A جریان عملکرد دستگاه حفاظت اضافه جریان برای تأسیسات زمین شده می‌باشد.

II– در صورتی‌که نول شبکه و سیم هادی بدنه هر کدام از وسایل و دستگاهها از طریق شبکه (LOOP) اتصال زمین به‌یکدیگر مرتبط باشد مقاومت مجاز اتصال زمین (R_L) باید از $\frac{U_E}{I_A}$ کوچکتر یا مساوی باشد.

$$R_L(\Omega) \leq \frac{U_E(V)}{I_A(A)}$$

به‌طوری‌که U_E ولتاژ بین فاز و نول و جریان I_A همان جریان تعریف‌شده در بند قبلی می‌باشد.

ت ـ بدنه وسایل و دستگاههای فشار متوسط

روشهای اتصال زمین وسایل و دستگاههای فشار متوسط در شکل ۱۵ ـ ۸ ارائه شده است.

روش I- مقاومت اتصال زمین در این حالت باید از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$R_S(\Omega) \leq \frac{۱۲۵(V)}{(A)\text{ (جریان باقیمانده نشت زمین + جریان سیم‌پیچ)}}$$

روش II- مقاومت اتصال زمین در این حالت باید از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$R_S(\Omega) \leq \frac{۱۲۵(V)}{(A)\text{ جریان باقیمانده نشت زمین}}$$

روش III- مقاومت اتصال زمین در این حالت باید از رابطهٔ زیر تعیین شود.

$$R_S(\Omega) \leq \frac{۱۲۵(V)}{(A)\text{ جریان نشت زمین}}$$

۱۵-۳ محاسبهٔ تعداد چاه اتصال زمین لازم

۱۵-۳-۱ برای محاسبهٔ تعداد چاههای اتصال زمین لازم به‌منظور به‌دست آوردن مقاومت حداکثر مجاز سیستم اتصال زمین با الکترود مشخص ممکن است از رابطهٔ زیر استفاده شود.

$$R = \frac{۰/۳۶۷\rho}{L} \times \log_{۱۰} \frac{۴L}{D}$$

R= مقاومت هر چاه اتصال زمین بر حسب اهم

ρ= مقاومت مخصوص الکتریکی زمین برحسب اهم سانتیمتر

D= قطر الکترود موردنظر برحسب سانتیمتر

L= طول الکترود موردنظر برحسب سانتیمتر

مثال:

در صورتی که: اهم ـ سانتیمتر ρ=۲۵۰

سانتیمتر D=۱/۶

و سانتیمتر L=۲۴۴ باشد

$$R = \frac{۰/۳۶۷\times۲۵۰}{۲۴۴} \times \text{Log}_{۱۰} \frac{۴\times۲۴۴}{۱/۶}$$

$$= \frac{۹۱/۷۵}{۲۴۴} \times \text{Log}_{۱۰} \frac{۹۷۶}{۱/۶}$$

$$= ۰/۳۷۶ \times \text{Log}_{۱۰} ۶۱۰$$

$$= ۰/۳۷۶\times۲/۷۸۵۳ = ۱/۰۴۷ \quad \text{اهم}$$

در صورتی‌که مقاومت مجاز سیستم اتصال زمین موردنظر ۰/۱ اهم باشد با نصب تعداد ۱۰ عدد الکترود به‌فواصل ۲/۵ متر از یکدیگر و اتصال الکترودها به‌هم مقاومت موردنظر به‌دست خواهد آمد:

$$\frac{۱}{R} = \frac{۱}{۱/۰۴۷} \times ۱۰ = \frac{۱۰}{۱/۰۴۷}$$

$$\frac{R}{۱} = \frac{۱/۰۴۷}{۱۰} = ۰/۱۰۴۷ \qquad \text{اهم}$$

۱۵ ـ ۳ ـ ۲ برای محاسبهٔ ابعاد و تعداد الکترودهای اتصال زمین مختلف به‌جدول ۱۵ ـ ۳ مراجعه شود.

۱۵ ـ ۳ ـ ۳ برای محاسبهٔ تعداد چاههای اتصال زمین لازم به‌منظور به‌دست آوردن مقاومت حداکثر مجاز سیستم اتصال زمین با الکترود مشخص ممکن است علاوه بر استفاده از روش مندرج در بند ۱۵ ـ ۳ـ۱ ، از منحنیهای ترسیم شده در شکلهای ۱۵ ـ ۹ ، ۱۵ ـ ۱۰ و ۱۵ ـ ۱۱ نیز استفاده شود.

۱۵ ـ ۴ اصول و روشهای نصب سیستم اتصال زمین

۱۵ ـ ۴ ـ ۱ نصب الکترودهای اتصال زمین

۱۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۱ الکترودهای اتصال زمین باید در زمین بکر کوبیده یا دفن شود و عمق آن به‌قدری باشد که خشک‌شدن یا یخ‌زدگی در فصلهای مختلف سال اثر قابل ملاحظه‌ای بر میزان مقاومت آن نداشته باشد.

۱۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۲ حداقل عمق کوبیدن یا دفن الکترود اتصال زمین نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:

ـ الکترودهایی که به‌صورت عمودی دفن یا کوبیده می‌شود: ۲ متر

ـ الکترودهای تسمه‌ای یا هادی مسی که به‌صورت افقی نصب می‌شود: ۰/۸ متر

۱۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۳ الکترودهای نوع میله مسی مغز فولادی و یا لوله‌ای قابل کوبیدن، به‌طوری که در شکل ۱۵ ـ ۲ جزییات آن نشان داده شده است، باید به‌کمک کلاهک مخصوص مستقیماً در زمین کوبیده شود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۴ در صورت نیاز به‌ازدیاد طول الکترود باید پس از کوبیدن طول کامل میله یا لوله اولیه، که دارای نوک فولادی تیز است، در زمین، یک سر میله یا لوله دوم به‌وسیله بوشن مخصوص به‌انتهای میله یا لوله اول متصل و سپس با کمک کلاهک مخصوص کوبیدن، که به‌سر دیگر میله یا لوله دوم وصل می‌شود، بقیه طول الکترود نیز در زمین کوبیده شود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۵ برای نصب الکترودهای نوع لوله‌ای ساده، لوله‌ای پرسی، و یا صفحه مسی تخت و مشبک باید، چاهی با عمق لازم تا رسیدن به‌رطوبت طبیعی زمین حفر و سپس تـه آن تـا ارتـفاع ۱۵ الی ۲۰ سـانتیمتر بـا مخلوطی از نمک سنگ خرد و سرند شده و خاکه زغال انباشته و تسطیح شود، آنگاه الکترود در داخل چاه قرار داده شده و در اطراف و روی آن تا ارتفاع حدود دو متر بالایه‌هایی از نمک مزبور و خاکه زغال هر یک به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر انباشته و فشرده گردد و سپس ارتـفاع بـاقیمانده چـاه نـیز بـا خـاک سرندشده لایه به‌لایه خاکریزی، فشرده و پر شود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ٦ چاه حفرشده برای سیستم اتصال زمین باید ویژه نصب الکترود اتصال زمین بوده و برای هیچ منظور دیگری مورد استفاده قرار نگیرد و به‌همین ترتیب نیز استفاده از دیگر چاهها (مانند آب، فاضلاب و غیره) برای نصب الکترود اتصال زمین مجاز نخواهد بود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۷ جزییات نصب الکترودهای لوله‌ای ساده، لوله‌ای پرسی، و صفحه‌ای در شکلهای ۱۵ ـ ۳ و ۱۵ ـ ۴ و ۱۵ ـ ۵ نشان داده شده است.

در مواردی که برای اتصال هادی زمین به‌صفحه مسی از کابلشو مسی پرسی (بـا پـرس هـیدرولیک)

استفاده می‌شود، کابلشو باید به‌وسیله دو عدد پیچ مسی همراه بامهره‌های اصلی و قفل‌کننده به‌صفحه مسی محکم شود و در صورتی‌که اتصالات به‌وسیله جوش اکسیژن (لحیم سخت) صورت می‌گیرد باید دقت لازم مبذول گردد تا هادی به‌کابلشو و نیز کابلشو به‌صفحهٔ مسی در تمامی سطح تماس به‌یکدیگر جوشکاری شود و صرفاً به‌جوشکاری پیرامون کابلشو اکتفا نشود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۸ در مواردی که با نصب یک الکترود مقاومت موردنظر حاصل نشده و احتیاج به‌نصب چندین الکترود باشد اولاً فاصله نصب بین هر دو الکترود نباید کمتر از دو برابر طول الکترود (میله‌ای یا لوله‌ای) ، یا عمق چاه باشد و ثانیاً کلیه الکترودها باید با تسمه مسی ۳×۲۵ میلیمتر به‌یکدیگر متصل شود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۱ ـ ۹ برای سهولت در امر نگهداری و بازرسی سیستم اتصال زمین بعد از نصب و جلوگیری از پوشیده و مفقود شدن محل نصب الکترود، باید در بالای هر الکترود حوضچه‌ای با درپوش مناسب مطابق شکلهای ۱۵ ـ ۲ ، ۱۵ ـ ۳ ، ۱۵ ـ ۴ و ۱۵ ـ ۵ ساخته و نصب شود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۲ نصب جعبه اتصال آزمون

۱۵ ـ ۴ ـ ۲ ـ ۱ برای تسهیل در امر آزمون اندازه‌گیری میزان مقاومت الکتریکی هر الکترود اتصال زمین به‌طور جداگانه، باید یک جعبه اتصال آزمون برای هر الکترود اتصال زمین پیش‌بینی و نصب شود تا پس از نصب سیستم یا در زمان بهره‌برداری میزان مقاومت آن نسبت به‌جرم کلی زمین اندازه‌گیری و کنترل شود. (شکلهای ۱۵ ـ ۲ ، ۱۵ ـ ۳ ، ۱۵ ـ ۴ ، ۱۵ ـ ۵ و ۱۵ ـ ۷)

۱۵ ـ ۴ ـ ۲ ـ ۲ جعبه اتصال آزمون باید در روی سطح نزدیکترین دیوار به‌الکترود مربوط و در ارتفاع حداقل ۱/۵ متر از کف تمام شده زمین نصب و عبارت «هادی برقگیر» همراه با نشانه ⏚ به‌صورت دایمی بر روی آن حک شود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۲ ـ ۳ گرفتن هرگونه انشعاب از هادیهای اتصالی بین الکترود و جعبه اتصال آزمون به‌هیچ وجه جایز نبوده و کلیهٔ انشعابات و تشکیل حلقه شبکه سیستم اتصال زمین[1] و مانند آن باید پس از جعبه اتصال آزمون انجام شود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۳ نصب هادیهای اتصال زمین

۱۵ ـ ۴ ـ ۳ ـ ۱ برای اتصال تسمه مسی و یا سیم مسی لخت به‌الکترود اتصال زمین باید از بستها و کابلشوهای متناسب با نوع الکترود مطابق شکل ۱۵ ـ ۱ استفاده شود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۳ ـ ۲ هادیهای شبکه سیستم اتصال زمین اعم از تسمه مسی یا سیم مسی لخت باید حتی‌المقدور به‌صورت روکار و قابل رویت و دسترسی نصب شود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۳ ـ ۳ برای نصب هادیهای شبکه سیستم اتصال زمین به‌دیوار، سقف و کف ساختمان و یا در کانال، باید از بستهای مخصوص از جنس مس یا برنج، که در شکل ۱۴ ـ ۱۲ نشان داده شده است، استفاده شود.

۱۵ ـ ۴ ـ ۳ ـ ۴ در مواردی که به‌علت سنگلاخی بودن زمین کوبیدن الکترود یا حفر چاه امکانپذیر نمی‌باشد، ممکن است با نصب تسمه مسی ۳×۲۵ میلیمتر در عمق ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتری زمین به‌صورت حلقه یا شبکه و به‌طول لازم تا حد حصول به‌حداکثر مقاومت مجاز موردنظر، سیستم اتصال زمین لازم ایجاد شود.

1- Grounding loop

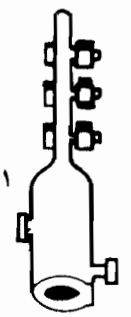
۱۵ ـ ۴ـ۴ آزمون سیستم اتصال زمین

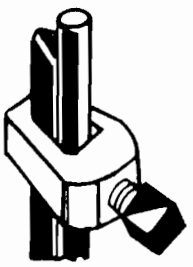
۱۵ ـ ۴ـ۴ـ۱ برای حصول اطمینان از عدم تجاوز میزان مقاومت الکترودها نسبت به‌جرم کلی زمین از حداکثر مجاز، مقاومت الکتریکی تمامی الکترودها باید پس از نصب با دستگاههای اندازه‌گیری مخصوص و به‌وسیلهٔ افراد کارآزموده دقیقاً اندازه‌گیری شود.

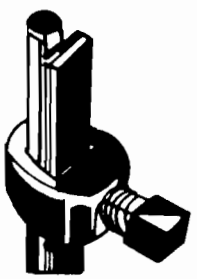
۱۵ ـ ۴ـ۴ـ۲ به‌منظور حصول اطمینان از ممتد و متصل بودن کابلهای شبکهٔ سیستم اتصال زمین و نیز کنترل میزان مقاومت مجاز کل آن، تمامی شبکه سیستم مزبور باید پس از اتمام عملیات نصب به‌وسیله دستگاههای ویژه به‌دقت مورد آزمون و اندازه‌گیری مقاومت قرار گیرد.

۱۵ ـ ۴ـ۴ـ۳ هر الکترود یا سیستم اتصال زمین باید دارای شناسنامه‌ای حاوی مشخصات کامل آن شامل نوع و جنس الکترود یا الکترودها و ابعاد لازم، تاریخ احداث، محل استقرار، جنس خاک، مقدار مقاومت اندازه‌گیری شده اولیه و دوره‌های متعاقب، و دیگر اطلاعات ضروری باشد. در اندازه‌گیریهای دوره‌ای علاوه بر میزان مقاومت و تاریخ باید ساعت اندازه‌گیری، دمای هوا (درجه سلسیوس)، رطوبت نسبی، مقدار بارندگی ۴۸ ساعت گذشته به‌میلیمتر نیز ثبت شود. این شناسنامه باید در اختیار فرد یا افراد و یا تشکیلات بهره‌بردار از سیستم بوده و برای بازرسی در دسترس باشد.

۱۵ ـ ۵ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای سیستمهای برقگیر و اتصال زمین در جدول ۱۵ ـ ۲ ارائه شده است.

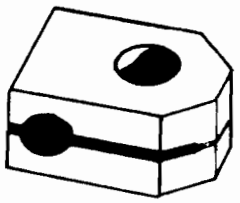




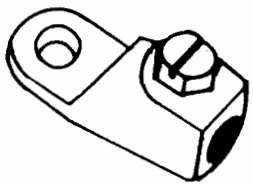


۱ و ۲ و ۳ ـ بست‌های مختلف تسمه به‌الکترود

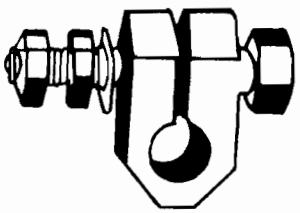
۸ ـ الکترود اتصال زمین
میلهٔ مسی مغز فولادی



۴ ـ بست فشاری

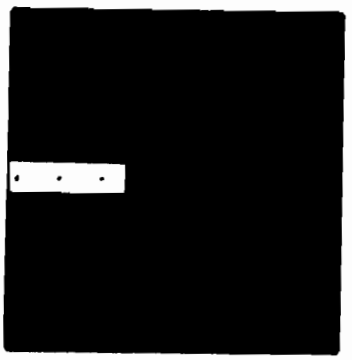


۵ ـ کابلشو پیچی



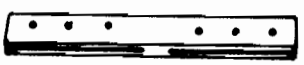
۶ ـ بست تسمه به‌الکترود

۷ ـ کابلشو فشاری

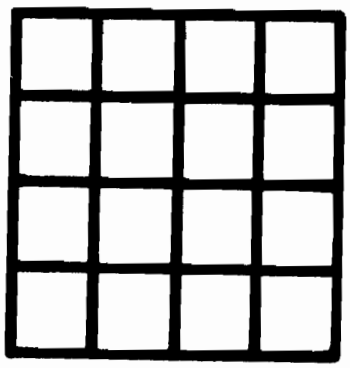


۹ ـ الکترود اتصال زمین از ورق مس
۳×۷۰۰×۷۰۰ میلیمتر

۱۱ ـ اتصال صفحهٔ الکترود
به‌سیم لخت مسی

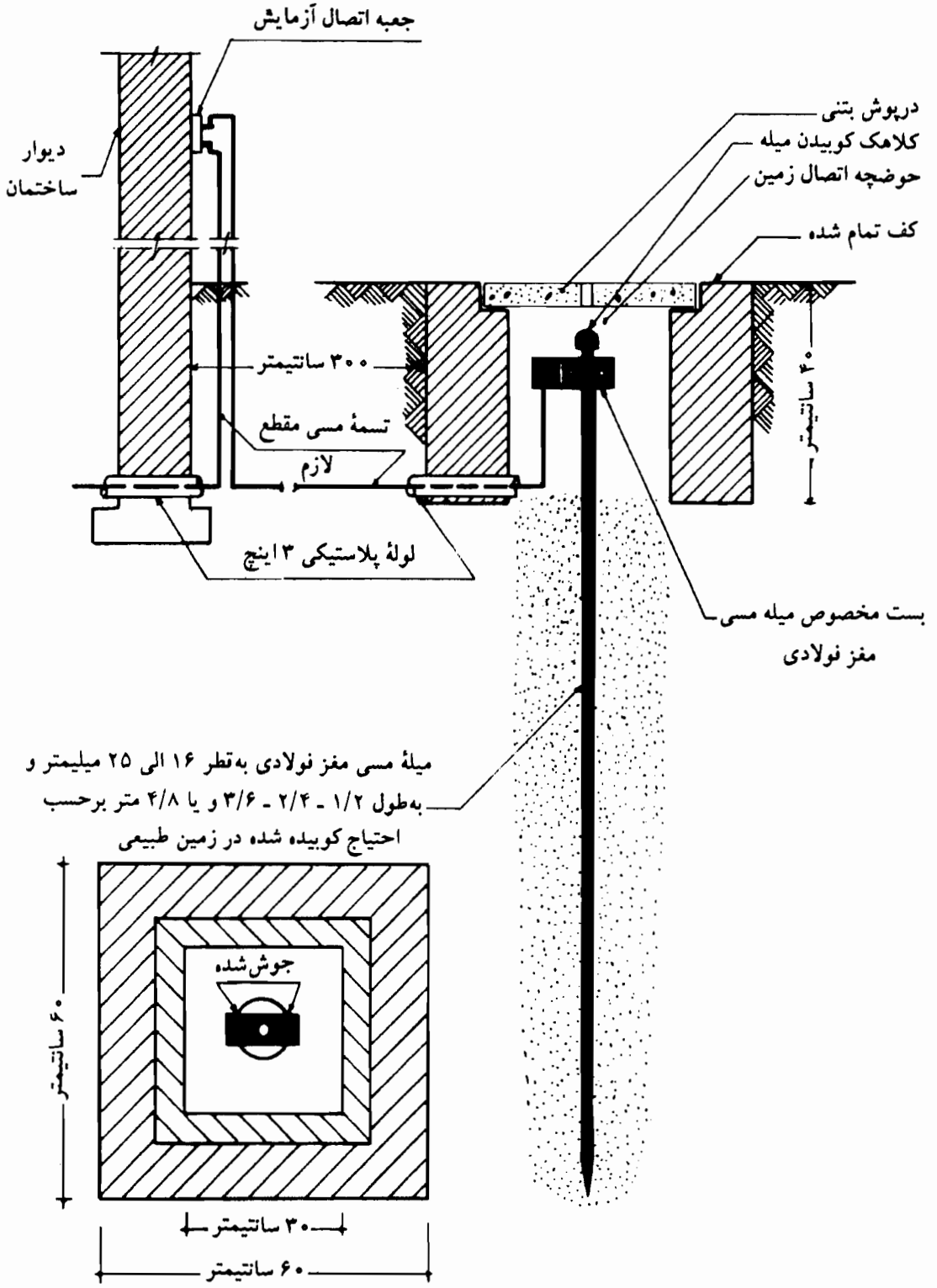


۱۲ ـ اتصال صفحهٔ الکترود
به‌تسمهٔ مسی

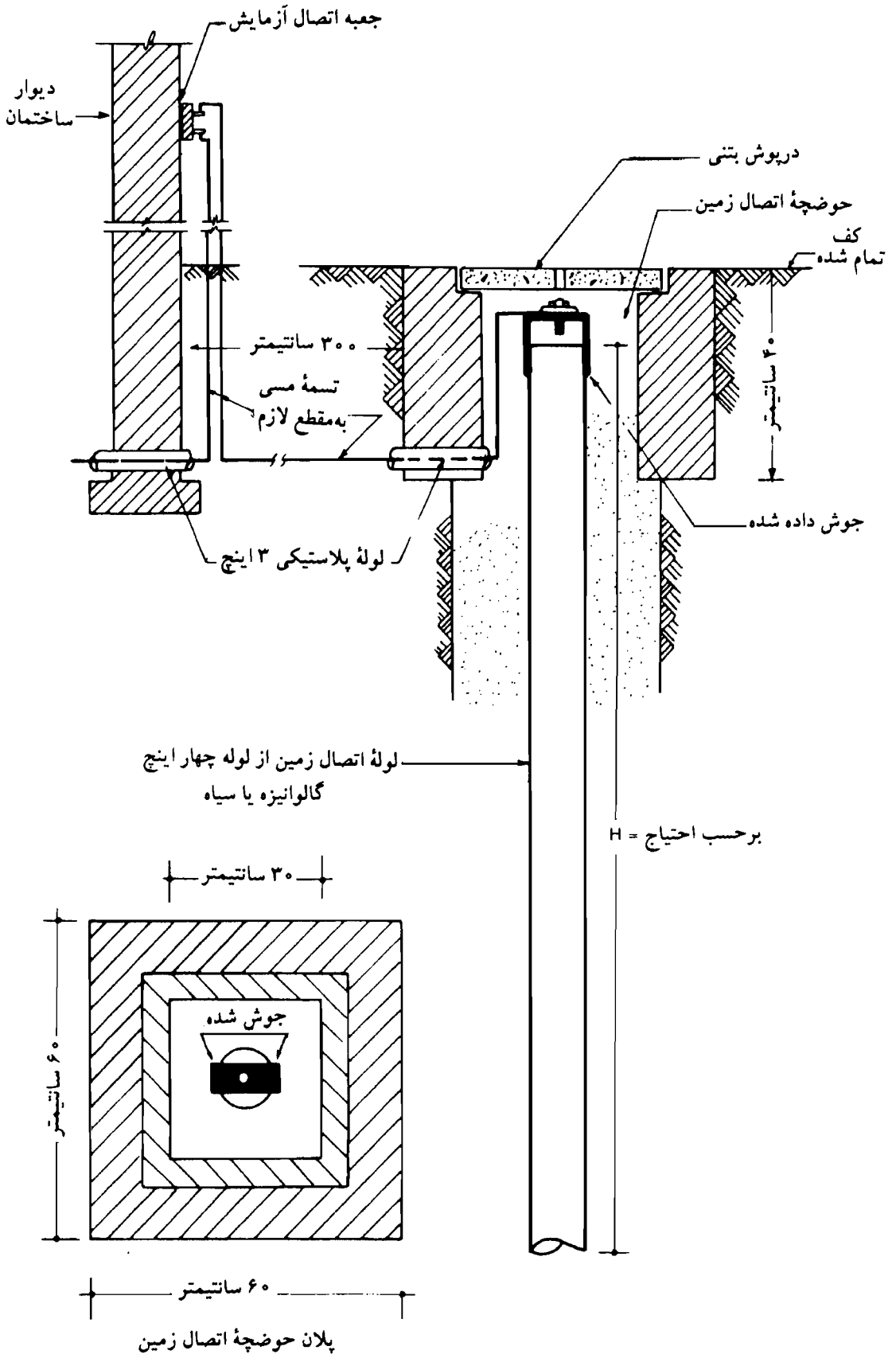


۱۰ ـ الکترود اتصال زمین مشبک
۷۰۰×۷۰۰ میلیمتر از تسمهٔ مسی
۳×۲۵ میلیمتر

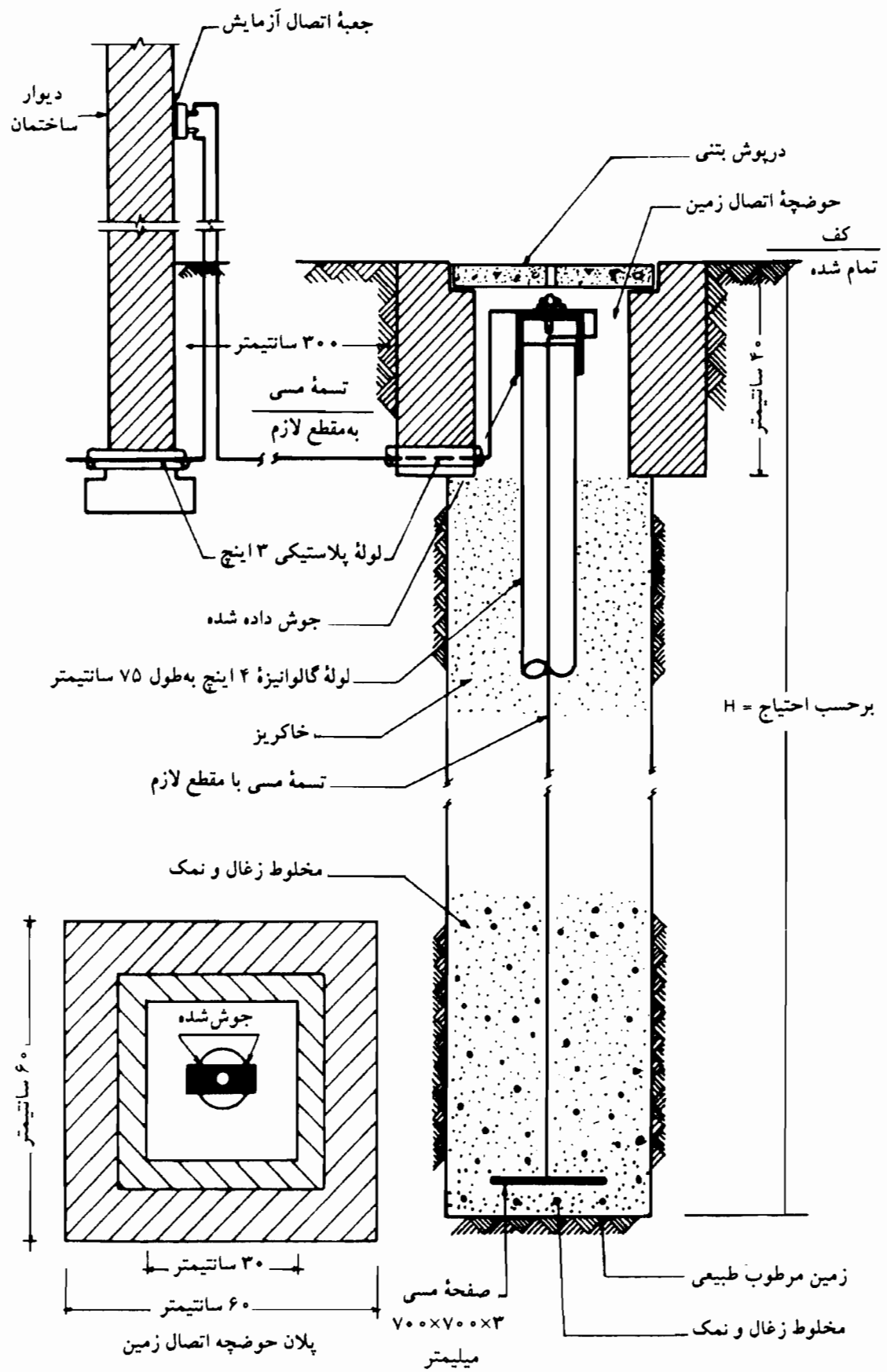
شکل ۱۵ ـ ۱ انواع الکترودهای اتصال زمین و بستهای مربوطه.



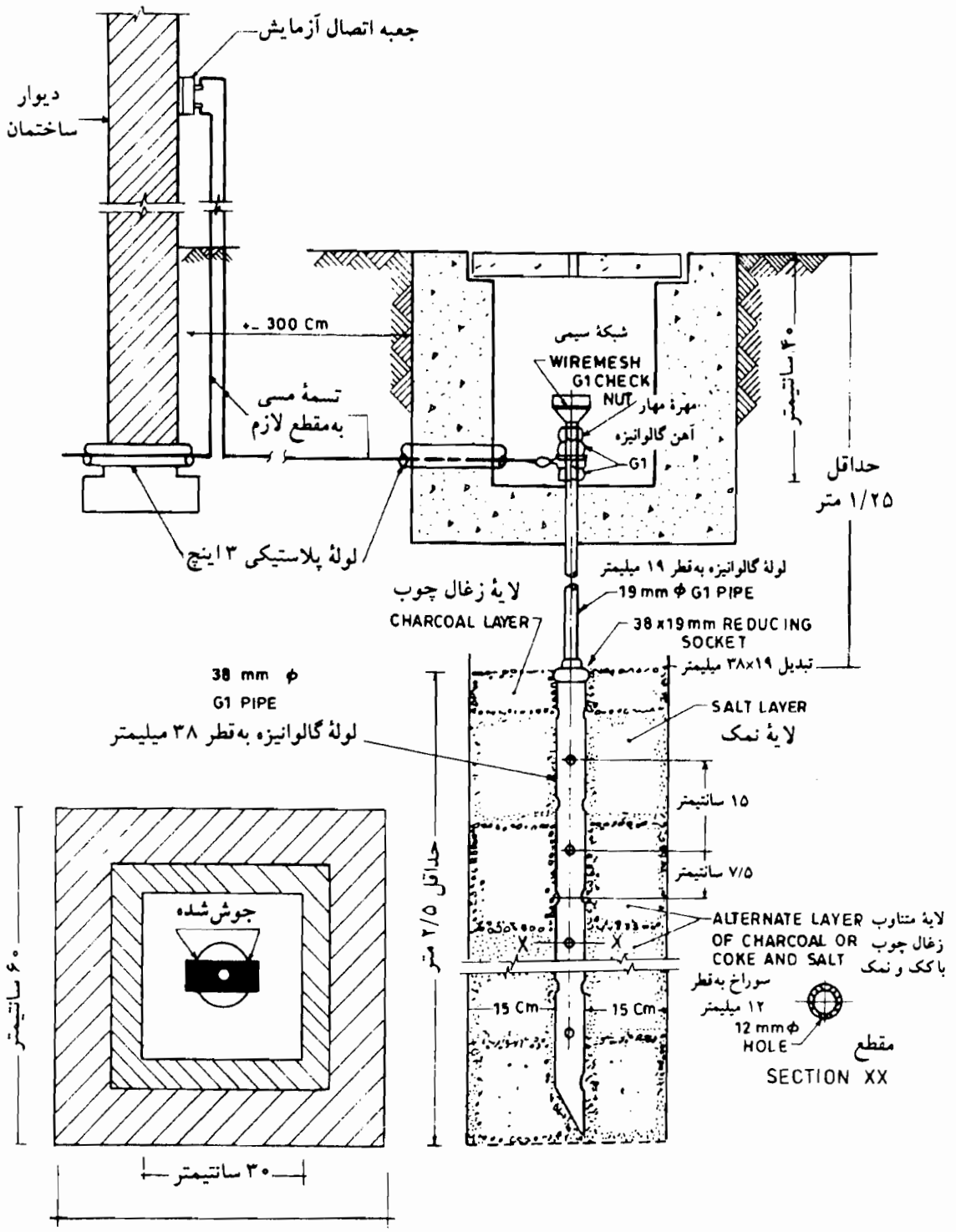
شکل ۱۵ ـ ۲ جزییات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود میله مسی مغز فولادی.



شکل ۱۵ ـ ۳ جزییات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود لوله‌ای.

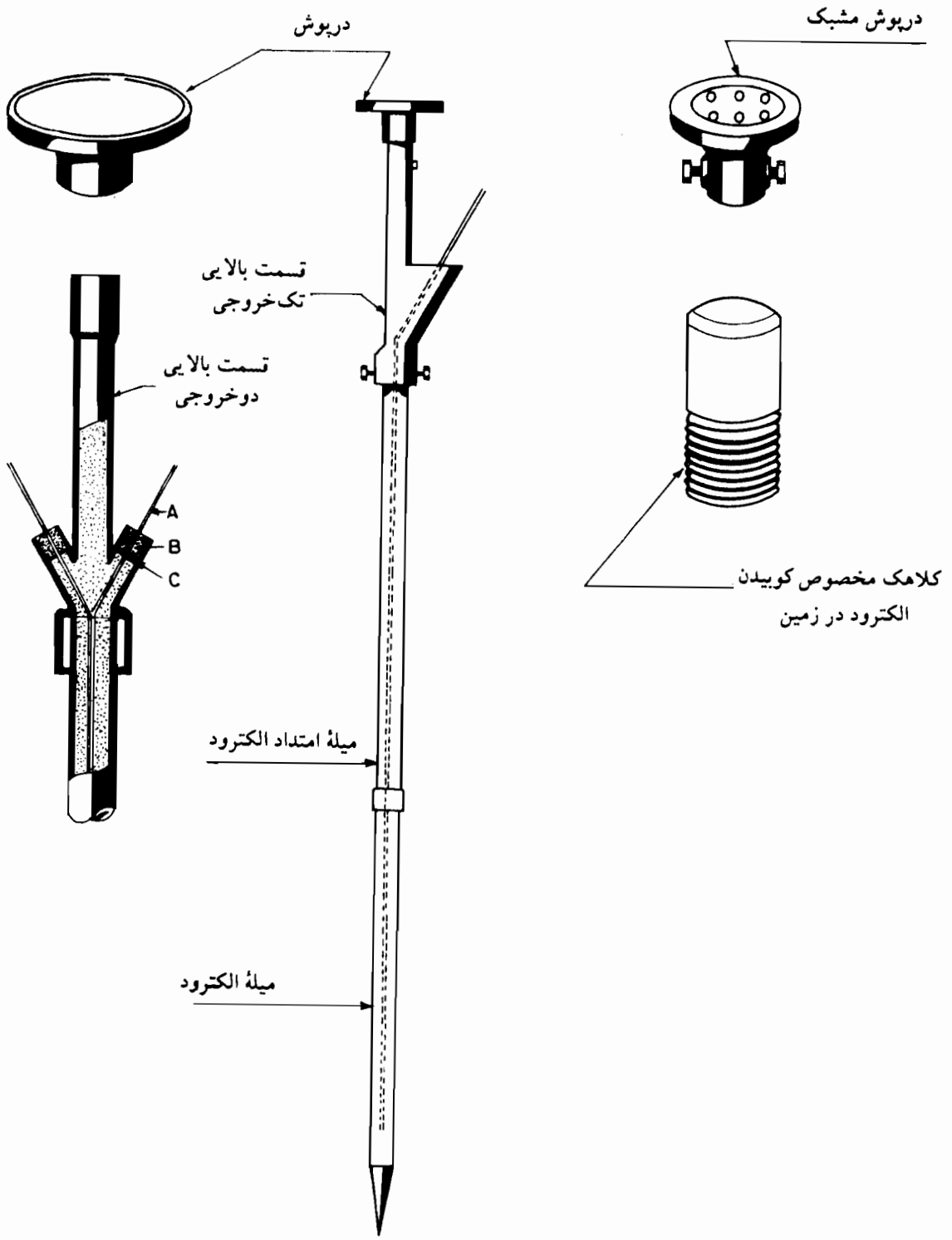


شکل ۱۵ ـ ۴ جزییات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود صفحه مسی تخت یا مشبک.

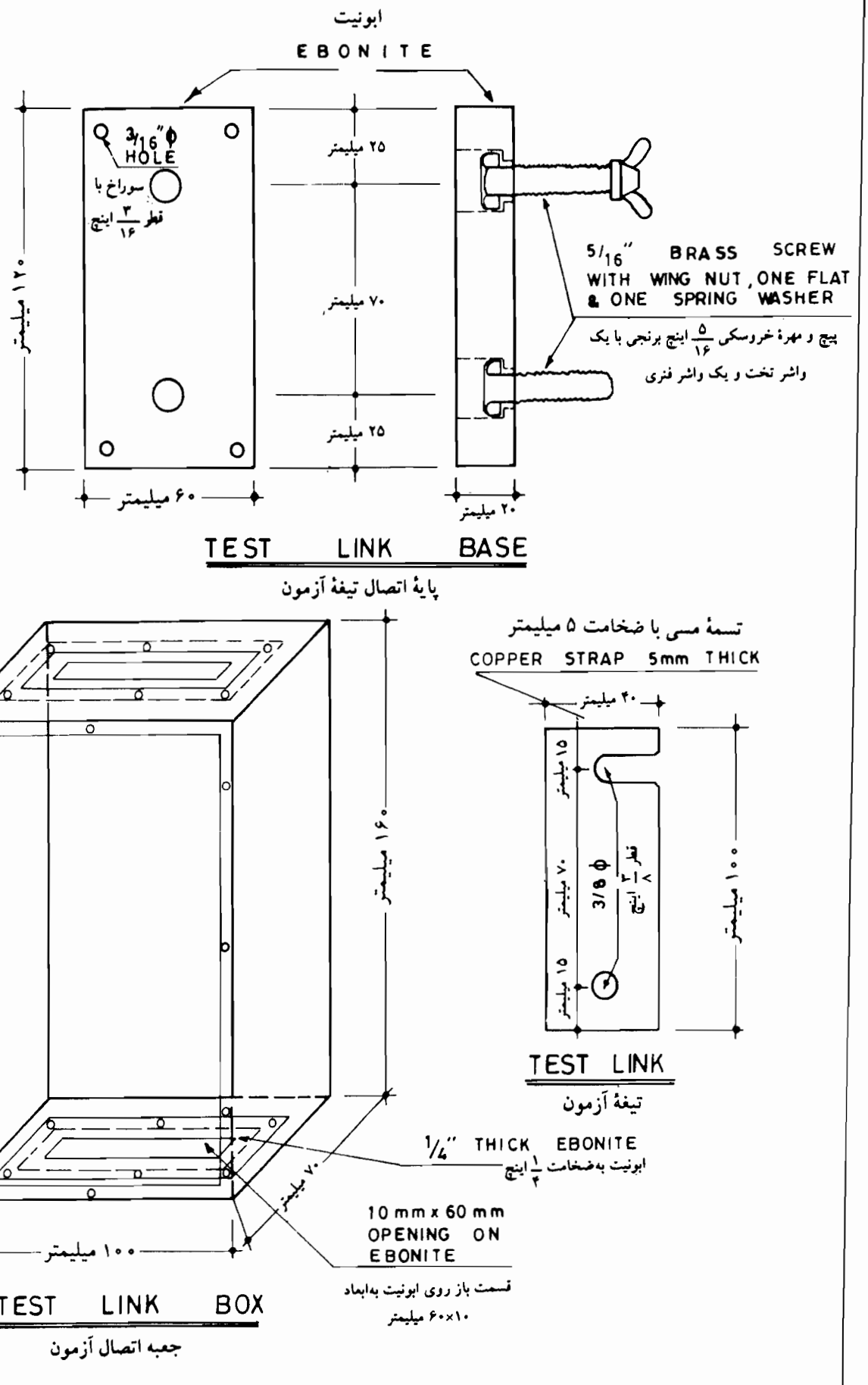


پلان حوضچهٔ اتصال زمین

شکل ۱۵ ـ ۵ جزییات نصب سیستم اتصال زمین با الکترود نوع لوله‌ای پرسی.

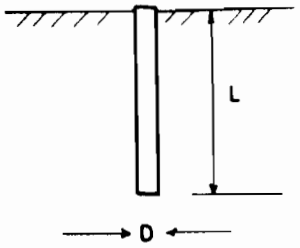
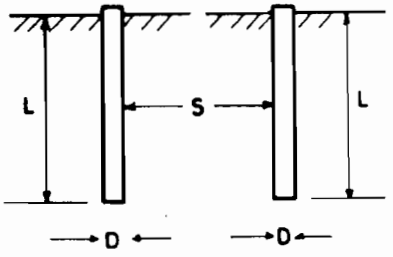
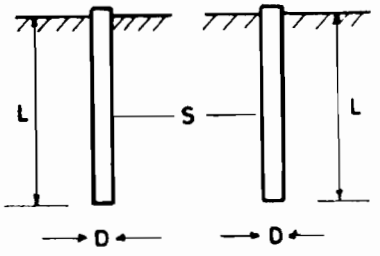
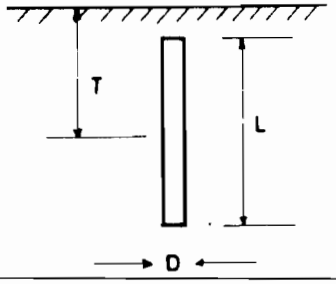
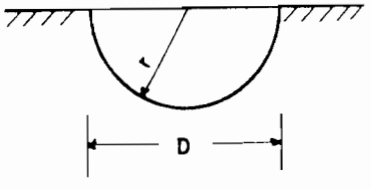
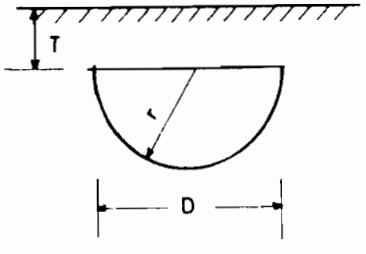


شکل ۱۵ ـ ٦ الکترود اتصال زمین ـ نوع لوله‌ای قابل کوبیدن در زمین.

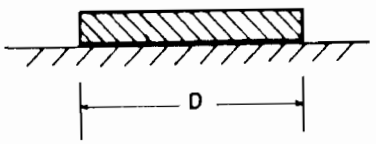
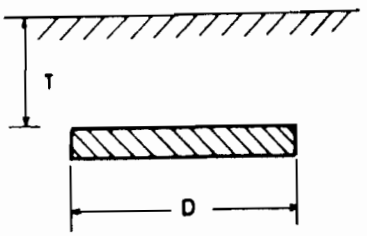
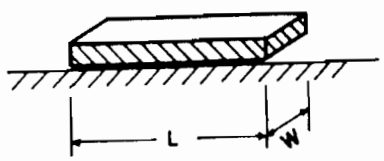
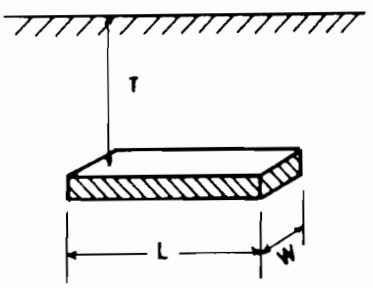
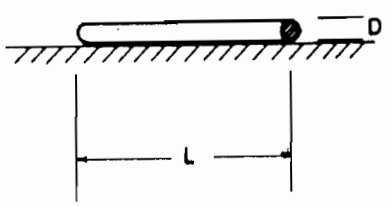
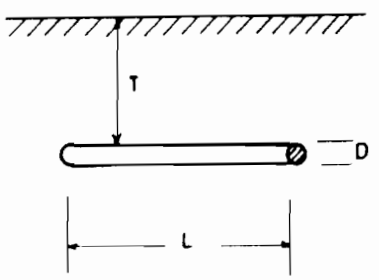


شکل ۱۵ ـ ۷ جزییات جعبه آزمون سیستم اتصال زمین.

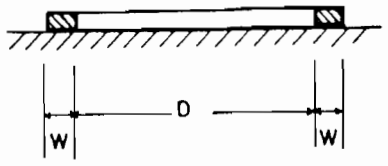
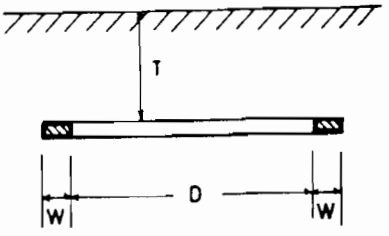
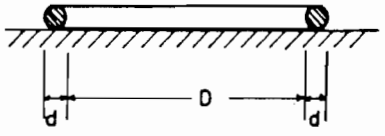
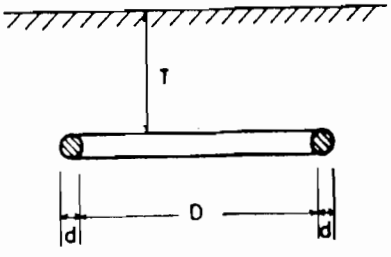
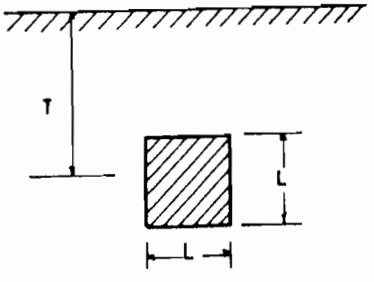
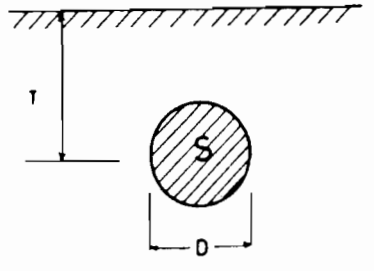
جدول ۱۵ ـ ۱ ـ الف فرمول محاسبهٔ مقاومت الکترودهای مختلف زمینی

الکترود تک‌میله‌ای یا تک‌لوله‌ای که انتهای آن در سطح زمین قرار گرفته باشد $R=\frac{\rho}{2\pi L}\ln\frac{4L}{D}\qquad L>>\frac{D}{2}$	
الکترود دومیله‌ای یا دو لوله‌ای که انتهای آن در سطح زمین قرار گرفته و فاصلهٔ بین آن دو بیشتر از طول الکترود باشد $S>L$ $R=\frac{\rho}{4\pi L}\left[\ln\left(\frac{8L}{D}\right)-1\right]+\frac{\rho}{4\pi S}\left(1-\frac{L^2}{3S^2}+\frac{2L^4}{5S^4}+\ldots\right)$	
الکترود دومیله‌ای یا دو لوله‌ای که انتهای آن در سطح زمین قرار گرفته و فاصلهٔ بین آن دو بیشتر از طول الکترود باشد $S<L$ $R=\frac{\rho}{4\pi L}\left(\ln\frac{8L}{D}+\ln\frac{4L}{S}-2+\frac{S}{2L}-\frac{S^2}{16L^2}+\frac{S^4}{512L^4}+\ldots\right)$	
الکترود تک‌میله‌ای یا یک لوله‌ای که انتهای آن از سطح زمین پایین‌تر قرار گرفته باشد $L>>\frac{D}{2}\qquad T<<\frac{L}{4}$ $R=\frac{\rho}{2\pi L}\left(\ln\frac{2L}{D}+\frac{1}{2}\ln\frac{4T+L}{4T-L}\right)$	
الکترود نیم‌کره، نصب شده همسطح با زمین $R=\frac{\rho}{\pi D}\qquad R=\frac{\rho}{2\pi r}$	
الکترود نیم‌کره، نصب شده پایین‌تر از سطح زمین $T>>r$ $R=\frac{\rho}{2\pi D}\left(1+\frac{D}{4T}\right)\qquad R=\frac{\rho}{4\pi r}\left(1+\frac{D}{4T}\right)$	

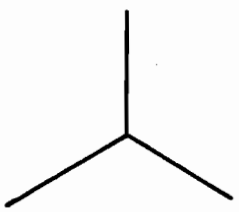
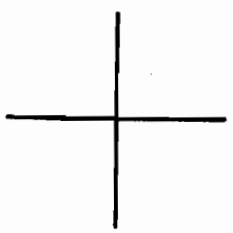
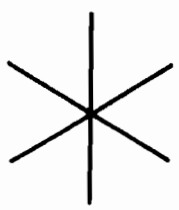
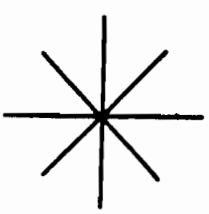
جدول ۱۵ ـ ۱ ـ ب فرمول محاسبهٔ مقاومت الکترودهای مختلف زمین

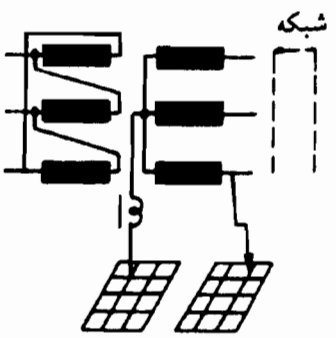
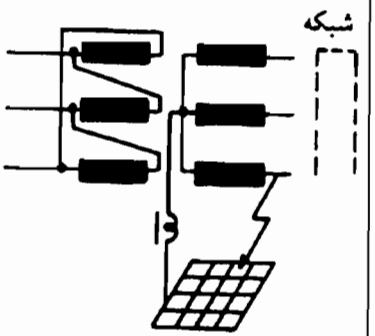
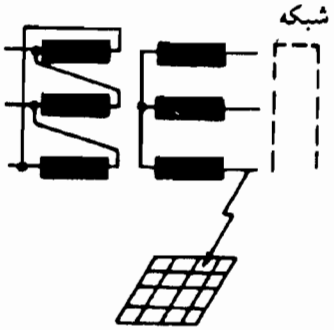
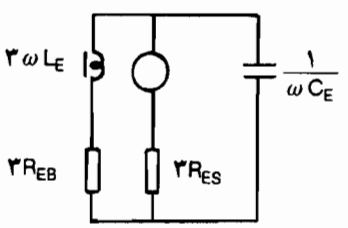
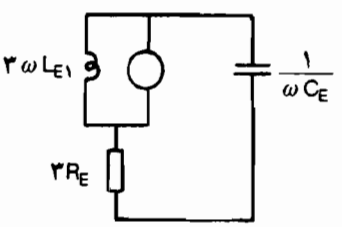
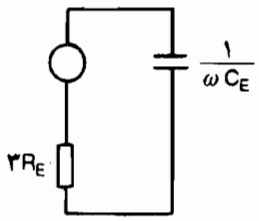
الکترود صفحه دایره‌ای نصب شده در سطح خاک $R=\frac{\rho}{۲D}$	
الکترود صفحه دایره‌ای، نصب شده در زیر خاک $T>>D/۲$ $R=\frac{\rho}{۴D}\left(۱+\frac{۲}{\pi}\arcsin\frac{D}{\sqrt{۱۶T^{۲}+D^{۲}}}\right)$	
الکترود تسمه‌ای، نصب شده در سطح خاک در خط مستقیم $L>>W$ $R=\frac{\rho}{\pi L}\left(\ln\frac{۴L}{W}\right)$	
الکترود تسمه‌ای، نصب شده در زیر خاک در خط مستقیم $L>>W$ $R=\frac{\rho}{۲\pi L}\left(\ln\frac{۲L^{۲}}{WT}\right)\qquad T>>\frac{L}{۴}$	
الکترود سیم مسی، نصب شده در سطح خاک در خط مستقیم $L>>D$ $R=\frac{\rho}{\pi L}\left(\ln\frac{۲L}{D}\right)$	
الکترود سیم مسی، نصب شده در زیر خاک در خط مستقیم $L>>D\qquad T<<\frac{L}{۴}$ $R=\frac{\rho}{۲\pi L}\left(\ln\frac{L^{۲}}{DT}\right)$	

جدول ۱۵ ـ ۱ ـ پ فرمول محاسبهٔ مقاومت الکترودهای مختلف زمین

الکترود تسمه‌ای به‌شکل حلقه، نصب شده در سطح خاک $D>>W$ $R=\frac{\rho}{\pi^{2}D}\left(\ln\frac{16D}{W}\right)$	
الکترود تسمه‌ای به‌شکل حلقه، نصب شده در زیر خاک $D>>W$ $T<<\frac{D}{2}$ $R=\frac{\rho}{2\pi^{2}D}\left(\ln\frac{8\pi D^{2}}{WT}\right)$	
الکترود سیم مسی به‌شکل حلقه، نصب شده در سطح خاک $D>>d$ $R=\frac{\rho}{\pi^{2}D}\left(\ln\frac{8D}{d}\right)$	
الکترود سیم مسی به‌شکل حلقه، نصب شده در زیر خاک $D>>d$ $T<<\frac{D}{2}$ $R=\frac{\rho}{2\pi^{2}D}\left(\ln\frac{4\pi D^{2}}{dT}\right)$	
الکترود صفحه مربعی، نصب شده به‌حالت عمودی در زیر خاک $T>\sqrt{L^{2}/\pi}$ $R=\frac{\rho}{4\sqrt{\pi L^{2}}}\left(\frac{\pi}{2}+\sin^{-1}\sqrt{\frac{L^{2}}{4T^{2}\pi+L^{2}}}\right)$	
الکترود صفحه دایره‌ای، نصب‌شده به‌حالت عمودی در زیر خاک $T>\sqrt{S/\pi}$ $S=\frac{D^{2}\pi}{4}$ $\frac{\rho}{4\sqrt{\pi S}}\left(\frac{\pi}{2}+\sin^{-1}\sqrt{\frac{S}{4T^{2}\pi+S}}\right)$	

جدول ۱۵ ـ ۱ ـ ت فرمول محاسبهٔ مقاومت الکترودهای مختلف زمین

الکترود میله‌ای، به‌شکل راست‌گوشه، به‌طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به‌عمق T $R=\frac{\rho}{۴\pi L}\left(\ln\frac{۲L}{r}+\ln\frac{۲L}{۲T}-۰/۲۳۷۳+۰/۲۱۴۶\frac{۲T}{L}+\right.$ $\left.۰/۱۰۳۵\frac{(۲T)^۲}{L^۲}+\ldots\right)$	
الکترود به شکل ستاره با سه بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به‌عمق T $R=\frac{\rho}{۶\pi L}\left(\ln\frac{۲L}{r}+\ln\frac{۲L}{۲T}+۱/۰۷۱-۰/۲۰۹\frac{۲T}{L}+\right.$ $\left.۰/۲۳۷\frac{(۲T)^۲}{L^۲}-۰/۰۵۴\frac{(۲T)^۴}{L^۴}+\ldots\right)$	
الکترود به شکل ستاره با چهار بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به‌عمق T $R=\frac{\rho}{۸\pi L}\left(\ln\frac{۲L}{r}+\ln\frac{۲L}{۲T}+۲/۹۱۲-۱/۰۷۱\frac{۲T}{L}+\right.$ $\left.۰/۶۴۵\frac{(۲T)^۲}{L^۲}-۰/۱۴۵\frac{(۲T)^۴}{L^۴}+\ldots\right)$	
الکترود به شکل ستاره با شش بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به‌عمق T $R=\frac{\rho}{۱۲\pi L}\left(\ln\frac{۲L}{r}+\ln\frac{۲L}{۲T}+۶/۳۵۱-۳/۱۲۳\frac{۲T}{L}+\right.$ $\left.۱/۷۵۸\frac{(۲T)^۲}{L^۲}-۰/۴۹\frac{(۲T)^۴}{L^۴}+\ldots\right)$	
الکترود به شکل ستاره با هشت بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به‌عمق T $R=\frac{\rho}{۱۶\pi L}\left(\ln\frac{۲L}{r}+\ln\frac{۲L}{۲T}+۱۰/۹۸-۸/۵۱\frac{۲T}{L}+\right.$ $\left.۳/۲۶\frac{(۲T)^۲}{L^۲}-۱/۱۷\frac{(۲T)^۴}{L^۴}+\ldots\right)$	

با اتصال زمین تشدیدی (RESONANCE)		با نقطه نول ایزوله شده
سیستم اتصال زمین مجزا	سیستم اتصال زمین مشترک	
۱	۲	۳
		
		
مدار معادل ساده شده		

R_E= مقاومت الکترود اتصال زمین پست

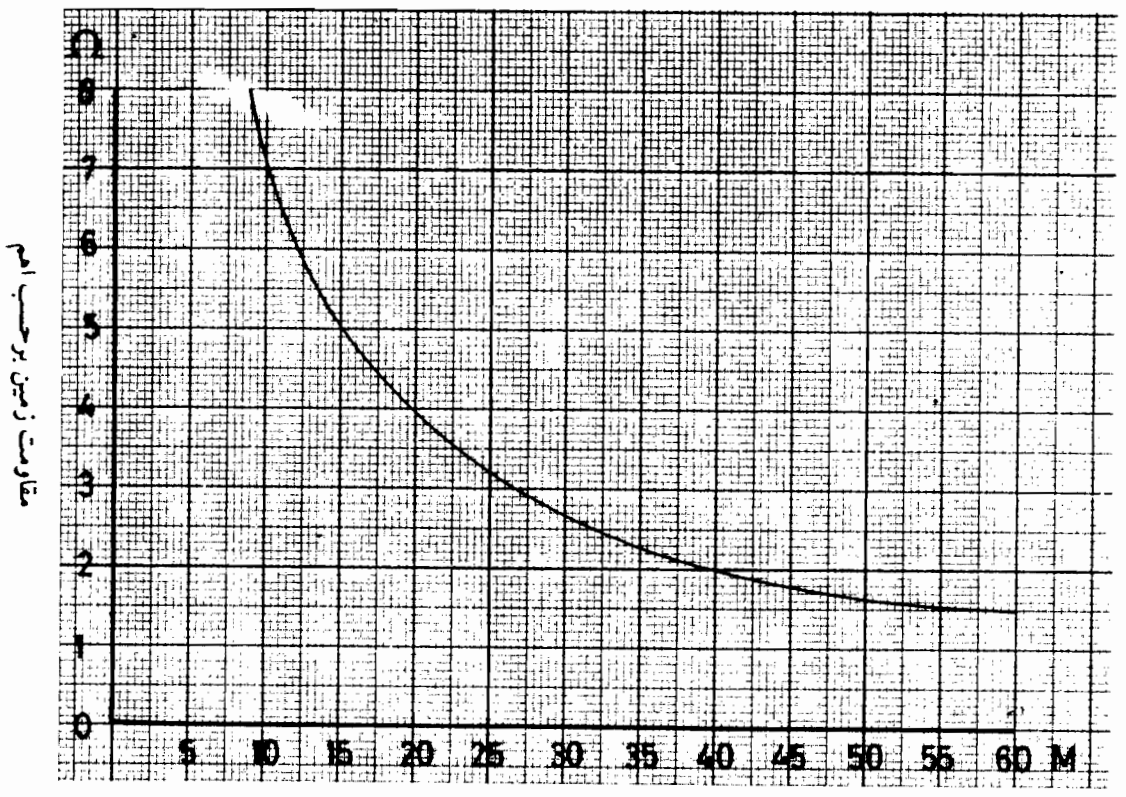
R_{ES}= مقاومت الکترود اتصال زمین حفاظتی پست (PROTECTIVE EARTHING)

R_{EB}= مقاومت الکترود اتصال زمین سیستم (SYSTEM EARTHING)

L_E= اندوکتانس سیم‌پیچ دستگاه نشت زمین (EARTH LEAKAGE COIL)

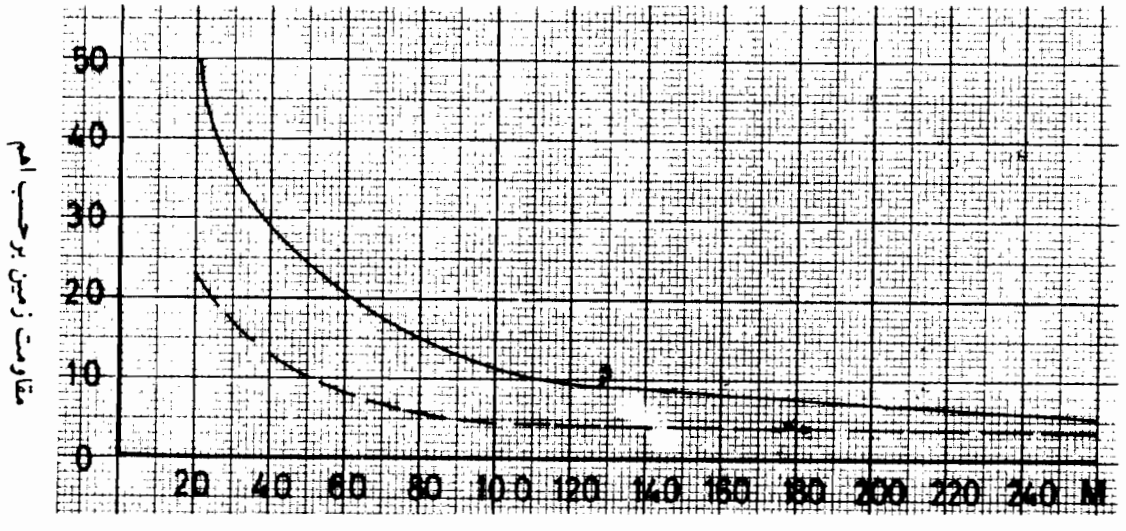
C_E= ظرفیت خازنی نسبت به‌زمین شبکه

شکل ۱۵ ـ ۸ روشهای اتصال زمین وسایل و دستگاههای فشار متوسط.



طول هر الکترود برحسب متر

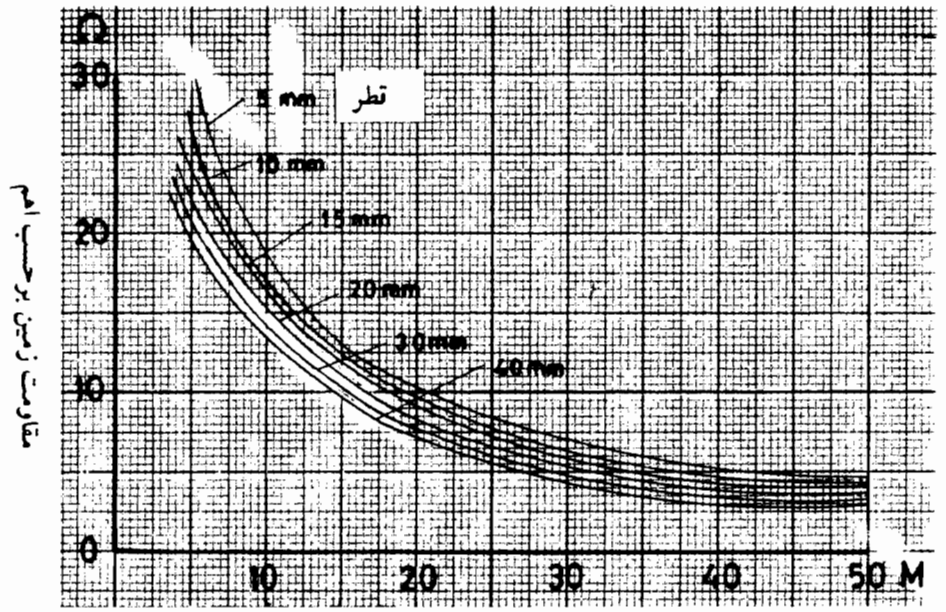
منحنی مقاومت زمین با چهارعدد الکترود به‌قطر ۲ سانتیمتر نصب شده به‌حالت ستاره در زمینی با مقاومت مخصوص ۱۰۰ اهم‌متر



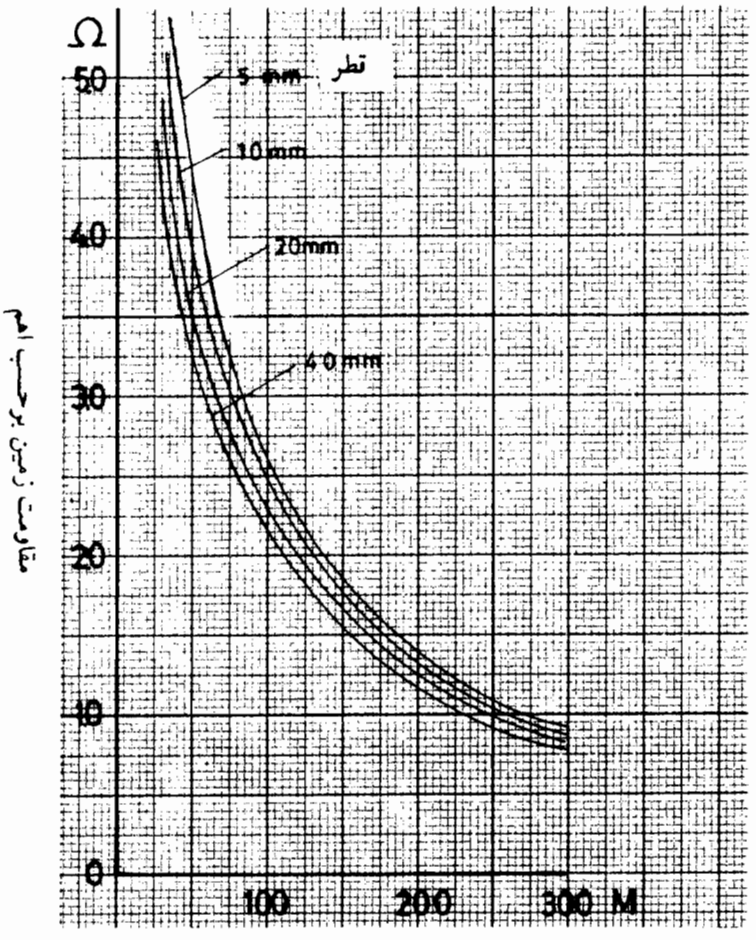
قطر دایره برحسب متر

منحنی مقاومت زمین با الکترودی از تسمه مسی لخت به‌مقطع ۵۰ میلیمتر مربع نصب شده به‌شکل دایره در زمینی با مقاومت مخصوص ۱۰۰ اهم‌متر

شکل ۱۵ ـ ۹



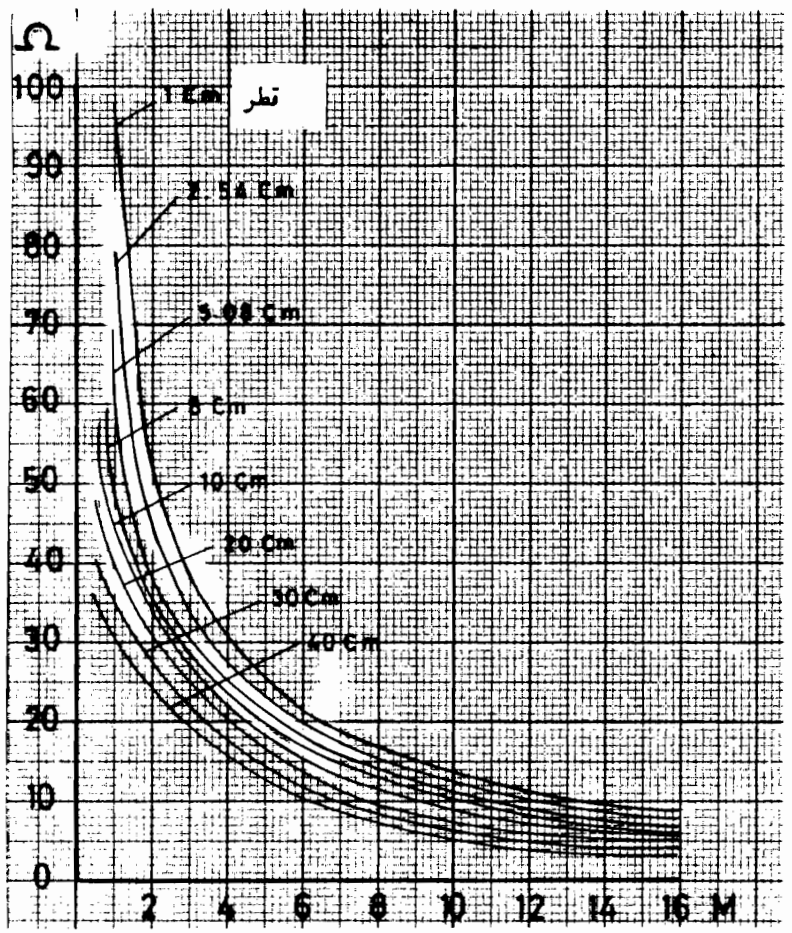
منحنی مقاومت زمین با الکترودی از میله گرد مسی لخت با قطرهای مختلف نصب شده در عمق ۵۰ سانتیمتری زمینی با مقاومت مخصوص ۱۰۰ اهم‌متر



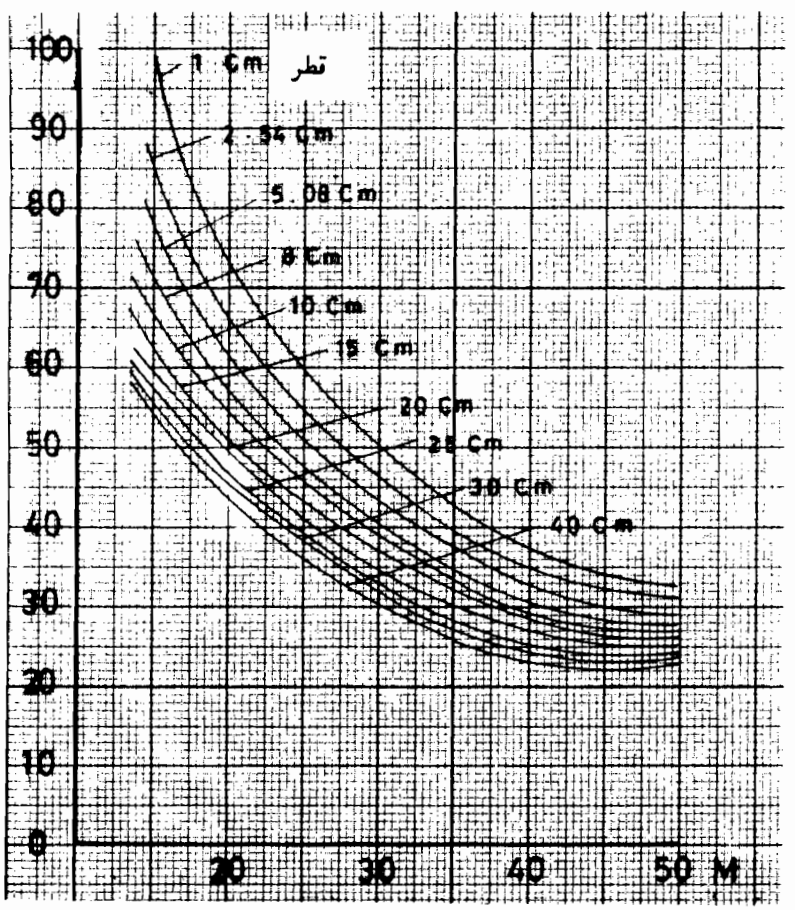
توجه:
به‌جای میله‌گرد مسی لخت می‌توان از تسمه مسی لخت با همان سطح مقطع نیز استفاده نمود.

منحنی مقاومت زمین با الکترودی از میله‌گرد مسی لخت با قطرهای مختلف نصب شده در عمق ۵۰ سانتیمتری زمینی با مقاومت مخصوص ۱۰۰ اهم‌متر

شکل ۱۵ ـ ۱۰



منحنی‌های مقاومت زمین با الکترودی از میله‌مسی مغـز فولادی و یا لوله با قطرهای مختلف کوبیده‌شده درزمینی با مقاومت مخصـوص ۱۰۰ اهم متر



شکل ۱۵ ـ ۱۱

جدول ۱۵ ـ ۲ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای سیستمهای برقگیر و اتصال زمین

شـــرح	نشانه
برقگیر، نوع فرانکلین	
برقگیر، نوع الکترونیک	
اتصال زمین	

فهرست منابع و استانداردها

الف: فارسی

۱ــ استانداردهای ملی ایران

۱۱۵ لامپهای رشته‌ای تنگستن برای مصارف روشنایی عمومی

۲۸۳ لوله‌های خرطومی پلاستیکی

۲۹۴ لوله‌های فولادی و لوازم مربوط به آنها برای تأسیسات الکتریکی

۲۹۶ درجات حفاظت پوششهای تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف

۴۶۲ کلیدهای برقی برای مصارف خانگی و مشابه

۶۰۷-۱ سیمها و کابلهای با عایق پلی‌وینیل‌کلراید با ولتاژ اسمی تاوخود ۷۵۰/۴۵۰ ولت، قسمت ۱، مقررات عمومی

۶۰۷-۲ سیمها و کابلهای با عایق پلی‌وینیل‌کلراید با ولتاژ اسمی تاوخود ۷۵۰/۴۵۰ ولت، قسمت ۲، روشهای آزمون

۶۰۷-۳ سیمها و کابلهای با عایق پلی‌وینیل‌کلراید با ولتاژ اسمی تاوخود ۷۵۰/۴۵۰ ولت، قسمت ۳، سیمها برای سیمکشی نصب ثابت

۶۰۷-۴ سیمها و کابلهای با عایق پلی‌وینیل‌کلراید با ولتاژ اسمی تاوخود ۷۵۰/۴۵۰ ولت، قسمت ۴، کابلها برای سیمکشی نصب ثابت

۶۰۷-۵ سیمها و کابلهای با عایق پلی‌وینیل‌کلراید با ولتاژ اسمی تاوخود ۷۵۰/۴۵۰ ولت، قسمت ۵، کابلها و بندهای قابل انعطاف

۶۳۵ پریز و دو شاخه برای مصارف خانگی و مشابه آن

۶۸۷ لامپهای فلورسنت لوله‌ای برای مصارف روشنایی عمومی

۷۰۰ بالاست لامپهای فلورسنت

۱۵۶۰ راه‌اندازهای لامپهای فلورسنت

۱۹۲۶ سیمها، کابلها و بندهای قابل انعطاف با عایقبندی لاستیکی و هادیهای گرد با ولتاژ نامی تا ۷۵۰ ولت

۱۹۲۸ تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف سوارشده در کارخانه (فابریکی)

۱۹۲۹ تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف سوارشده در کارخانه، مقررات مخصوص برای سیستم مجرای شینه‌کشی

۱۹۳۶ جریان مجاز هادیها برای تأسیسات الکتریکی ساختمانها

۱۹۳۷ آیین‌نامه ایمنی تأسیسات الکتریکی ساختمانها

۲۴۸۴ روشهای آزمون کابلهای با عایق PVC با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت

۲۶۱۰ سرپیچ لامپهای فلورسنت لوله‌ای و نگهدارنده راه‌اندازها

۲۶۲۰ ترانسفورماتورهای قدرت، کلیات

۲۶۲۱ ترانسفورماتورهای قدرت، افزایش دما

۲۶۲۲ ترانسفورماتورهای قدرت، سطحهای عایقبندی و آزمونهای دی الکتریک

۲۶۲۳ ترانسفورماتورهای قدرت، قسمت چهارم، انشعابات و اتصالات

۲۶۲۴ ترانسفورماتورهای قدرت، قسمت پنجم، استقامت در مقابل اتصال کوتاه

۲۷۰۲ لامپهای بخار جیوه با فشار زیاد

۲۷۸۱ خازنهای قدرت

۲۸۶۸ طبقه‌بندی درجات حفاظت پوششها در لوازم الکتریکی

۲۹۱۰ مقررات ایمنی و تعویض‌پذیری لامپهای رشته‌ای تنگستن برای مصارف روشنایی عمومی و مشابه

۳۰۸۳ طبقه‌بندی و علایم مشخصه حباب لامپهای روشنایی

۳۰۸۴ روشهای آزمون هادیهای سیم و کابل

۱-۳۱۰۹ فیوزهای ولتاژ ضعیف، قسمت ۱، مقررات عمومی

۲-۳۱۰۹ فیوزهای ولتاژ ضعیف، قسمت ۲، مقررات تکمیلی

۳-۳۱۰۹ فیوزهای ولتاژ ضعیف، قسمت ۳،

۳۱۷۹ کنتاکتورهای فشار ضعیف

۳۱۸۰ مقررات تکمیلی برای کنتاکتورهای الکترومغناطیسی فشار ضعیف

۳۱۸۱ روشهای علامتگذاری و شناسایی ترمینالهای کنتاکتورهای فشار ضعیف و رله‌های اضافه بار همراه آنها

۲ــ مقررات ملی ساختمانی ایران، مبحث ۱۳: طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمانها، وزارت مسکن و شهرسازی ـ دفتر نظامات مهندسی.

۳ــ استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع، جلد اول، دوم و سوم؛ وزارت نیرو، شرکت توانیر، معاونت تحقیقات و تکنولوژی، دفتر استانداردها، فروردین ۱۳۷۵.

۴ــ استاندارد خازنهای مورد استفاده در شبکه‌های توزیع، وزارت نیرو، شرکت توانیر، معاونت تحقیقات و تکنولوژی، دفتر استانداردها، مهر ۱۳۷۴.

۵ــ دیزل ژنراتور، جلد ۱۲۱۶ ، وزارت نیرو، شرکت توانیر، معاونت تحقیقات و تکنولوژی، دفتر استانداردها.

۶ــ استاندارد اجرایی پستهای توزیع زمینی ۲۰ کیلوولت، جلدهای اول، دوم و سوم؛ وزارت نیرو، شرکت توانیر، دفتر استانداردها، خرداد ۱۳۷۴.

۷ــ مشخصات فنی پستهای ترانسفورماتور بیست کیلوولت (هوایی)، نشریه شماره ۱۰، وزارت نیرو ـ امور برق.

۸ــ استاندارد مشخصات فنی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع، وزارت نیرو، شرکت توانیر، دفتر استانداردها، دی ۱۳۷۴

۹ــ استاندارد سیستم زمین شبکه‌های توزیع، وزارت نیرو، شرکت توانیر، دفتر استانداردها، بهمن ۱۳۷۴.

۱۰ــ استاندارد کابلهای مورد استفاده در شبکه توزیع جلدهای اول تا پنجم، وزارت نیرو، شرکت توانیر، دفتر استانداردها، تیرماه ۱۳۷۵

۱۱ــ تجهیزات نیروگاه، انتشارات دانشگاه تهران، مسعود سلطانی

۱۲ــ اتصال زمین، دفتر سازندگی و آموزش، وزارت نیرو و جهاد دانشگاهی صنعتی و کار اصفهان، ۱۳۵۹.

ب: خارجی

13– International Electrotechnical Commission (IEC) standard publication numbers:

34- Rotating electrical machines.

56 High-voltage alternating-current circuit-breakers.

56-1 Part 1. General and definitions.

56-2 Part 2. Rating.

56-3 Part 3. Design and construction.

56-4 Part 4. Type tests and routine tests.

56-4A First supplement: Appendix E-Methods of determining prospective transient recovery voltage waves.

56-5 Part 5. Rules for the selection of circuit-breakers for service.

56-6 Part 6. Information to be given with enquires, tenders and orders and rules for transport, erection and maintenance.

70 Power capacitors.

70A First supplement : self-healing metallized power capacitors.

76-1 Power transformers, Part 1. General.

76-2 Power transformers, Part 2. Temperature rise.

76-3 Power transformers, Part 3. Insulation levels and dielectric tests.

76-4 Power transformers, Part 4. Tappings and connections.

76-5 Power transformers, Part 5. Ability to withstand short circuit.

119 Recommendations for polycrystalline semiconductor rectifier stacks and equipment.

129 Alternating current disconnectors (isolators) and earthing switches.

146 Semiconductor convertors.

157-1 Low-voltage switchgear and controlgear Part 1. Circuit-breakers.

158 Low-voltage controlgear.

158-1 Part 1. Contactors.

158-1C Third supplement.

185 Current transformers.

186 Voltage transformers.

186B Second supplement : Short-circuit behaviour.

192 Low pressure sodium vapour lamps.

227 Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450 / 750 V.

227-1 Part 1: General requirements.

227-3 Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring.

245 Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450 / 750 V.

245-1 Part 1: General requirements.

245-2 Part 2: Test methods.

245-3 Part 3: Heat resistant silicone insulated cables.

245-4 Part 4: Cords and flexible cables.

262 Ballasts for high pressure mercury vapour lamps.

269 Low-Voltage fuses.

269-1 Part 1. General requirements.

269-2 Part 2. Supplimentary requirements for fuses for industrial applications.

269-2A First supplement : Appendix A : Examples of standardized fuses for industrial applications.

269-3 Part 3: Supplementary requirements for fuses for domostic and similar applications.

269-3A First supplement : Appendix A : Examples of standardized fuses for domestic and similar applications.

298 A.C. metal-enclosed switchgear and contolgear for rated voltages above 1 KV and up to and including 72.5 KV.

364-5-54 Chapter 54 : Earthing arragements and protective conductors.

439 Factory-built assemblies of low-voltage switchgear and controlgear.

448 Current-carrying capacities for electrical installations of buildings.

466 High-voltage insulation-enclosed switchgear and controlgear.

502 Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 KV up to 30 KV.

523 Direct-current potentiometers.

529 Classification of degrees of protection provided by enclosures.

598 Luminaires.

598-1 Part 1: General requirements and tests.

598-2-1 Section One–fixed general purpose luminaires.

598-2-2 Section Two–Recessed luminaires.

598-2-3 Section Three–Luminaires for road and street lighting.

598-2-5 Section Five–Floodlights.

598-2-6 Section Six–Luminaires with built-in transformers for filament lamps.

598-2-7 Section Seven–Portable luminaires for garden use.

598-2-8 Section Eight–Handlamps.

598-2-19 Section Nineteen–Air-handling luminaires.

598-2-22 Section Twenty-two–luminaires for emergency lighting.

662 High pressure sodium vapour lamps.

694 Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards.

1024-1 Protection of structures against lightning, Part 1: General principles.

14– **NFPA 70** National Electrical code, 1984

15– **NFPA 78** Lightning protection code, 1983

16– **NFC 17-102** Lightning protection, protection of structures and open areas against lightning using early stramer emission air terminals, july 1995.

17– **ISO 3046** Standard specification for the manufacturing and performance of diesel engines.

18– **VDE 0530** Rotating electric machines.

19– **BS 6651** Protection of structures against lightning, 1992.

20– **BS 4999** General requirements for rotating electric machines.

21– **BS 5000** Rotating electric machines of particular types or for particular applications.

22– **BS 5514** Reciprocating ignitional combustion engines performance.

23– **IPS-M-EL-174(0)** Material and equipment standard for battery chargers.

24– **ANSI/NEMA PE5** 1985 Utility type battery chargers.

25– **ANSI/NEMA PE7** 1985 Communication type battery chargers.

Islamic Republic of Iran
Management and Planning Organization

General Technical Specification and Execution Procedures for Electrical Installation of Buildings

Part 1: Low and Medium Voltage Electrical Installations

(Revision 1)

No: 110-1

Office of the Deputy for Technical Affairs
Bureau of Technical Affairs and Standards

2001/2002

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی

جلد دوم:

تأسیسات برقی جریان ضعیف

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطر پذیری ناشی از زلزله
http://tec.mporg.ir

نشریه شماره ۲-۱۱۰

جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی

جلد دوم:

تأسیسات برقی جریان ضعیف

نشریه شماره ۲-۱۱۰

معاونت امور فنی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۵/۰۰/۴۰

۱۳۸۵

فهرست‌برگه

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ [تهیه و تدوین پرویز سید احمدی... و دیگران].- تجدید نظر اول [ویرایش ۲].- تهران: سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات، ۱۳۸۵.

ج.: مصور.- (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ نشریه شماره ۱۱۰) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور؛ ۸۵/۰۰/۳۹ – ۸۵/۰۰/۴۰)

ISBN 964-425-771-5 (set)

مربوطبه دستورالعمل شماره ۵۴/۲۸-۱۰۵/۱۰۰مورخ۱۳۸۰/۱/۸ و ۱۰۱/۱۸۹۴۱۷مورخ ۱۳۸۴/۱۱/۲

"چاپ پنجم جلد اول."

ویرایش‌های قبلی توسط سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها منتشر شده است.

عنوان جلد اول ویرایش اول "تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار قوی"

مندرجات: ج. ۱. تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط.- ج.۲. تأسیسات برقی جریان ضعیف.

۱. برق – مهندسی – استانداردها. ۲. برق – سیمکشی – مشخصات. ۳. روشنایی برق – مشخصات. ۴. تأسیسات – استانداردها. ۵. ساختمان‌سازی - استانداردها. الف. سیداحمدی، پرویز. ب. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۸۵ ش. ۱۱۰ ۲س/ ۳۶۸ TA

شابک ۳-۷۷۲ - ۴۲۵-۹۶۴ (جلد دوم) ISBN 964-425-772-3

مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی، جلد دوم: تأسیسات برقی جریان ضعیف

تهیه‌کننده: معاونت امور فنی. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات

چاپ اول، ۲۰۰۰ نسخه

قیمت: ۵۰۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۵

لیتوگرافی: ندا

چاپ و صحافی: دالاهو

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی ، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره : ۱۰۱/۱۸۹۴۱۷
	تاریخ : ۱۳۸۴/۱۱/۲

موضوع :
مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی- جلد دوم : تأسیسات برقی جریان ضعیف

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲٤٥۲٥/ت ۱٤۸۹۸هـ ، مورخ ۱۳۷٥/٤/٤ هیأت محترم وزیران) به پیوست نشریه شماره ۲-۱۱۰ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «**مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی- جلد دوم: تأسیسات برقی جریان ضعیف**» از نوع گروه سوم، ابلاغ می‌گردد.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها و یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، ارسال دارند.

فرهاد رهبر
معاون رییس جمهور و رییس سازمان

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آنرا برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، ***از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را بصورت زیر گزارش فرمایید:***

۱ـ شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲ـ ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید.

۳ـ در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴ـ نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خوهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، خیابان شیخ بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

صندوق پستی ۴۵۴۸۱- ۱۹۹۱۷ **http://tec.mporg.ir**

بسمه تعالی

پیشگفتار

در طرح و اجرای تاسیسات برقی طرحهای عمرانی کشور به ویژه در زمینه کارهای ساختمانی، نیاز به استفاده از مشخصات فنی عمومی و اجرایی مدوّن و نسبتاً جامع با تکیه بر آئین‌نامه‌ها و استانداردهای مرجع همواره محسوس و در خور توجه بوده است. این نشریه با عنوان «تاسیسات برقی جریان ضعیف»، بخش دوم از مجموعه «مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی» است که به منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در طراحی و اجرای طرحهای عمرانی و استفاده از لوازم و مصالح الکتریکی استاندارد و همچنین رعایت اصول، روشها و فنون اجرایی متناسب با تجهیزات کاربردی و سازگار با شرایط و مقتضیات کشور تهیه و تدوین شده است.

در تهیه و تدوین این نشریه سعی شده است دستورالعملها و متون فنی با استانداردها و آئین‌نامه‌های داخلی کشور، که به وسیله مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، وزارت نیرو، وزارت مسکن و شهرسازی، شرکت مخابرات ایران و دیگر سازمانها و نهادهای معتبر بین‌المللی همچون IEC ، BSi ، ITU ، UL ، EN و ANSI/NEMA استفاده گردد. همچنین نشریه به گونه‌ای تهیه شده که با توجه به مشکلات دسترسی به متون استانداردها و آئین‌نامه‌ها و به منظور بسط و توسعه فرهنگ دانش فنی و انتقال آن به عوامل اجرایی طرحها، محتوای استانداردها و ضوابط فنی لازم الاجرا تا حد امکان در اختیار استفاده کنندگان قرار گیرد.

این مجموعه حاوی مشخصات فنی و استاندارد ساخت لوازم، مصالح و تجهیزات مورد استفاده در تاسیسات برق جریان ضعیف ساختمان، و نیز دستورالعمل و ضوابط اجرایی نصب، آزمون و راه اندازی تاسیسات نامبرده

می‌باشد و شامل مباحث مربوط به کابل‌ها و هادی‌های جریان ضعیف (تلفن)، وسایل ارتباطی (مراکز تلفن و جعبه تقسیم‌ها)، سیستم‌های دربازکن و فراخوان، سیستم آنتن مرکزی و تلویزیون مداربسته، سیستم‌های حفاظتی، سیستم ساعت مرکزی و تنظیم وقت، سیستم‌های صوتی، و نهایتاً منابع تغذیه برق بدون وقفه است.

نشریه حاضر به وسیله دانشگاه علم و صنعت ایران، معاونت پژوهشی با همکاری آقایان مهندس پرویز سیداحمدی و دکتر وحید طباطباوکیل تهیه و تدوین شده است و از حمایت‌ها و مساعدت‌های صمیمانه سرکارخانم مهندس بهناز پورسید مدیرکل محترم دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله برخوردار بوده است.

به این وسیله از تلاش‌های دست‌اندرکاران تهیه و تدوین این مجموعه و همچنین سازمان‌ها و شرکت‌های مهندسی مشاور که با ارسال نظرهای سازنده و ارشادی این معاونت را در جهت ارتقای کیفی آن یاری نموده‌اند سپاسگزاری و قدردانی می‌شود. امید است که کارشناسان و متخصصین مربوط همچون گذشته از نظریات و پیشنهادات سازنده خود این معاونت را آگاه سازند.

مهدی تفضلی

معاون امور فنی

زمستان ۱۳۸۴

فهرست مطالب

عنوان — شماره صفحه

فصل اول ـ سیمها و کابلهای فرکانس پائین (تلفن) **۱**

۱ ـ کلیات و تعاریف ۱

۲ ـ سیمهای فرکانس پائین (تلفن) ۳

۳ ـ کابلهای هوایی ۶

۴ ـ کابلهای زمینی ۲۵

۵ ـ اصول و روشهای نصب سیمها و کابلهای تلفن

واژه نامه انگلیسی ـ فارسی ۸۲

فهرست منابع و استانداردها ۸۳

فصل دوم ـ وسایل ارتباطی **۸۷**

مقدمه ۸۷

بخش اول ـ جعبه‌های تقسیم و ترمینالها ۹۰

بخش دوم ـ تلفن‌ها ۱۰۴

بخش سوم ـ مراکز تلفن الکترونیکی کم ظرفیت ۱۱۲

بخش چهارم ـ مراکز تلفن ردیفی ۱۱۹

عنوان | شماره صفحه

بخش پنجم ـ مراکز تلفن الکترونیکی ظرفیت متوسط ۱۲۴

بخش ششم ـ مراکز تلفن دیجیتال ۱۳۶

بخش هفتم ـ صورتحسابگیرها ۱۴۹

فهرست منابع و استانداردها ۱۵۳

واژه نامه انگلیسی ـ فارسی ۱۵۷

پیوست الف نقشه‌های فنی جعبه‌های پست ۲۰ و ۵۰ زوجی ۱۵۹

فصل سوم ـ سیستمهای دربازکن و فراخوان ۱۶۹

۱ ـ کلیات ۱۶۹

۲ ـ استاندارد ساخت ۱۷۱

۳ ـ مشخصات فنی ۱۷۲

۴ ـ اصول و روشهای نصب سیستمهای دربازکن و فراخوان ۱۹۳

واژه نامه انگلیسی ـ فارسی ۲۰۰

فهرست متنابع و استانداردها ۲۰۲

فصل چهارم ـ سیستم تلویزیونی ۲۰۵

بخش الف ـ سیستم آنتن همگانی ۲۰۵

۱ ـ کلیات ۲۰۵

۲ ـ استاندارد ساخت ۲۱۰

۳ ـ مشخصات الکتریکی و مکانیکی آنتن‌ها ۲۱۱

عنوان | شماره صفحه

۴ ـ روشهای اندازه‌گیری پارامترهای عملکرد الکتریکی آنتن‌ها ۲۱۸

۵ ـ آنتن یاگی و مشخصات آن ۲۳۱

۶ ـ مشخصات وسایل جانبی آنتن همگانی ۲۳۳

۷ ـ اصول طراحی و نصب سیستم آنتن همگانی ۲۳۷

۸ ـ نمادهای ترسیمی ۲۴۷

پیوست الف ۲۴۹

پیوست ب ۲۵۲

پیوست ج ۲۵۶

بخش ب ـ سیستم تلویزیون مداربسته ۲۵۹

۱ ـ کلیات و تعاریف ۲۵۹

۲ ـ مشخصات فنی ۲۶۷

۳ ـ یادآوری ۲۷۰

واژه نامه انگلیسی ـ فارسی ۲۷۱

فهرست منابع و استانداردها ۲۷۳

فصل پنجم ـ سیستم‌های حفاظتی ۲۷۵

۱ ـ کلیات و تعاریف ۲۷۵

۲ ـ استانداردها و مشخصات فنی ۲۷۹

۳ ـ اصول نصب و بهره‌برداری ۲۸۵

۴ ـ واحدهای منبع تغذیه ۲۹۰

عنوان | شماره صفحه

۵ ـ آشکارسازها ۲۹۵
۶ ـ سیستم حفاظتی چشم الکترونیکی ۳۰۲
۷ ـ سیستم حفاظتی اولتراسونیک ۳۱۱
۸ ـ سیستم حفاظتی میکرو ویو ۳۱۶
۹ ـ سیستم حفاظتی پیزو الکتریک ۳۲۱
۱۰ ـ سیستم حفاظتی تلویزیون مدار بسته ۳۲۷
واژه نامه انگلیسی ـ فارسی ۳۴۲
فهرست منابع و استانداردها ۳۴۳

فصل ششم ـ سیستم ساعت مرکزی و تنظیم وقت ۳۴۵

۱ ـ کلیات و تعاریف ۳۴۵
۲ ـ استاندارد ساخت ۳۴۸
۳ ـ مشخصات فنی و انتخاب سیستمهای ساعت مرکزی و دستگاههای قابل فرمان از آن ۳۴۹
۴ ـ اصول و روشهای نصب سیستمهای ساعت مرکزی ۳۵۴
واژه نامه انگلیسی ـ فارسی ۳۶۴
فهرست منابع و استانداردها ۳۶۵

فصل هفتم ـ سیستم‌های صوتی ۳۶۷

۱ ـ کلیات ۳۶۷
۲ ـ دستگاه تیونر رادیویی ۳۷۰

عنوان | شماره صفحه

۳ ـ دستگاه ضبط و پخش صوت ۳۷۵

۴ ـ تقویت‌کننده‌ها ۳۸۰

۵ ـ بلندگوها ۳۸۵

۶ ـ میکروفون‌ها ۳۹۱

۷ ـ دستگاههای ترکیب کننده ۳۹۴

۸ ـ ملاحظات اساسی در طراحی و نصب سیستم‌های صوتی ۴۱۴

۹ ـ اصول طراحی و اجرایی سیستمهای صوتی ۴۲۴

واژه نامه انگلیسی ـ فارسی ۴۳۳

فهرست منابع و استانداردها ۴۳۵

فصل هشتم ـ منبع تغذیه برق بدون وقفه (U P S) ۴۳۹

۱ ـ کلیات و تعاریف ۴۳۹

۲ ـ انواع سیستمهای برق بدون وقفه گردان ۴۴۲

۳ ـ استاندارد ساخت ۴۴۶

۴ ـ مشخصات فنی و ضوابط طراحی و ساخت سیستم برق بدون وقفه ایستا ۴۴۷

۵ ـ دستگاه شارژر استاتیک ۴۵۷

۶ ـ باتریهای ساکن ۴۶۸

پیوست ۸ ـ ۱ ..... ۴۷۴

پیوست ۸ ـ ۲ ..... ۴۷۷

پیوست ۸ ـ ۳ ..... ۴۸۰

عنوان | شماره صفحه

پیوست ۸ ـ ۴ ..... ۴۸۱

پیوست ۸ ـ ۵ ..... ۴۸۴

واژه نامه انگلیسی ـ فارسی ۴۸۶

فهرست منابع و استانداردها ۴۸۹

فصل اول

سیمها و کابلهای فرکانس پایین[1] (تلفن)

۱ کلیات و تعاریف

۱-۱ سیم فرکانس پایین

سیم فرکانس پایین از یک یا چند رشته هادی عایقداری که تعداد آن از پنج عدد متجاوز نباشد تشکیل می‌شود و ممکن است دارای حفاظ الکتروستاتیکی نیز باشد.

۱-۲ کابل فرکانس پایین

۱-۲-۱ **کابل غلاف‌دار:** مجموعه‌ای از هادیهای عایقداری که به وسیلهٔ یک پوشش حفاظتی یکپارچه (غلاف) احاطه شده و دارای قابلیت انعطاف معین باشد.

۱-۲-۲ **کال بدون غلاف:** مجموعهٔ بهم پیوسته‌ای که دارای بیش از پنج هادی عایقدار باشد.

۱-۳ انتخاب جنس عایقبندی

جنس عایق و غلاف در کابلهای تلفن باید با توجه به خواص آن و موارد مصرف کابلها انتخاب شود به‌طوری که مثلاً برای کابلهای مورد مصرف در فضاهای سرپوشیده و داخل ساختمان برای عایقبندی کابل باید ماده پی - وی - سی که خودسوز[2] نیست، به کار رود و برای کابلهای موردنیاز در فضای آزاد و خارج ساختمان از یک ماده پلی‌اولفین[3]، که دارای خواص الکتریکی و مکانیکی مطلوب است، استفاده شود.

---

۱ - منظور از فرکانس DC تا ۳۰۰کیلوهرتز می‌باشد.

۲ - مقاوم در برابر انتشار زبانه آتش (Resistance to Flame Propagation)

۱-۴ کابلهای لایه‌ای و گروهی

هر کابل از تعدادی واحد یا عنصر متشکل از سیمهای بهم تابیده به یکدیگر تشکیل می‌شود که در داخل کابل ممکن است به صورت لایه‌های هم مرکز و یا به شکل گروهی قرار گیرد.

۱-۵ کابلهای حفاظدار[1]

این‌گونه کابلها باید به وسیلهٔ یک نوار یا پوشش نازک مسی یا آلومینیومی که به دور هستهٔ آن پیچیده می‌شود در برابر نفوذ میدانهای الکتریکی یا الکتروستاتیکی حفاظت گردد.

۱-۶ کابلهای زره‌دار[2]

کابلهای مخابراتی ممکن است به وسیلهٔ نوارهای فولادی یا سیمی و یک لایه حفاظتی، که بر روی غلاف آن به کار می‌رود مسلح (زره‌دار) شود. این گونه کابلها در مواردی که مقاومت مکانیکی زیاد مورد نیاز باشد و یا حمله حشرات موذی مطرح است باید مورد استفاده قرار گیرد. زره کابل مضافاً میزان حفاظت در برابر اثرات الکترومغناطیسی و آذرخش را نیز افزایش می‌دهد.

۱-۷ جدایی مدارها

به‌منظور کاهش احتمال تداخل الکتریکی بین مدارهای مختلف جریان ضعیف و همچنین بین مدارهای جریان ضعیف و سایر مدارها و به حداقل رساندن احتمال ایجاد ولتاژهای مخاطره‌آمیز بر روی مدارهای جریان ضعیف، شرایط عمومی زیر باید موردتوجه قرارگرفته و رعایت شود:

الف ـ مدارهای جریان ضعیف را ممکن است بر حسب میزان حساسیت در برابر تداخل الکتریکی به سه دسته به شرح زیر طبقه‌بندی نمود:

دستهٔ اول ـ مدارهای دارای حساسیت ویژه در برابر تداخل الکتریکی از جانب مدارهای مجاور، که شامل مدارهای ورودی تقویت‌کننده فرکانس صوتی و مدارهای توزیع فرکانس رادیویی می‌شود.

دستهٔ دوم ـ مدارهای فاقد حساسیت ویژه در برابر تداخل الکتریکی از جانب مدارهای مجاور و غیرمحتمل در ایجاد تداخل در سایر مدارها جز مدارهای دستهٔ اول، که شامل مدارهای عمومی و خصوصی تلفن می‌شود.

---

1 - Screened cables

2 - Armoured cables

دستهٔ سوم ـ مدارهای فاقد حساسیت ویژه در برابر تداخل الکتریکی، که به علت انتقال قدرت نسبی زیاد یا طبیعت ضربه‌ای و یا فرکانس بالای نسبی جریان، محتمل به ایجاد تداخل الکتریکی در مدارهای مجاور می‌باشد مانند مدارهای سیستم‌های، مادر ساعت ضربه‌ای، فراخوانها، اعلام حریق و خروجی تقویت‌کنندهٔ فرکانس صوتی.

ب ـ کاهش تداخل الکتریکی ممکن است به وسیلهٔ استفاده از کانالها و لوله‌های فلزی با پیوستگی الکتریکی و مکانیکی، کاربرد کابلهای حفاظدار، یا با ایجاد فاصلهٔ بین مدارها انجام شود. مدارهای دستهٔ اول و دوم باید با استفاده از کابلهای حفاظداری که به‌طور مؤثر به سیستم زمین متصل شده باشد سیمکشی یا کابلکشی شود. اقداماتی که باید به‌منظور کاهش یا اجتناب از تداخل انجام شود بستگی به ویژگی و میزان جریان و طول مدار موردنظر خواهد داشت.

۲ سیمهای فرکانس پایین (تلفن)

۲-۱ استاندارد ساخت

سیمهای فرکانس پایین (تلفن) باید برابر جدیدترین اصلاحیهٔ استانداردهای مربوطهٔ زیر یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه مانند VDE، BS یا توصیه‌های ITUT، تولید و مورد آزمون قرار گیرد:

۲-۱-۱ سیمهای فرکانس پایین توزیع با هادیهای تک رشته و عایق پی ـ وی ـ سی به صورت دوتایی، سه تایی، چهارتایی و پنج تایی برابر استانداردهای ماتصا ۱-۴۶۳ و ۴-۴۶۳ یا IEC 60189-4 , IEC 60189-1

۲-۱-۲ سیمهای توزیع با هادیهای تک رشته، عایق پی ـ وی ـ سی و پوشش پلی‌آمید[1]، به صورت تک، دوتایی، سه تایی، چهار تایی و پنج تایی برابر استانداردهای ماتصا ۱-۴۶۳ و ۷-۴۶۳ یا IEC 60189-1 و IEC 60189-7

۲-۱-۳ سیمهای تجهیزاتی، یک سیمه، با هادی تک یا رشته‌ای و عایق پی ـ وی ـ سی برابر استاندارد ماتصا ۳-۴۶۳ یا IEC 60189-3

1 - Polyamide coated

۲-۱-۴ سیم یا کابل تجهیزاتی با هادیهای تک یا چند رشته‌ای، عایق پی ـ وی ـ سی و حفاظ فلزی به صورت یک سیمه یا دو سیمه برابر استاندارد ماتصا ۱-۴۶۳ و ۵-۴۶۳ یا IEC 60189-1 و IEC 60189-5

۲-۲ مشخصات فنی عمومی

۲-۲-۱ مشخصات فنی عمومی سیمهای توزیع با هادیهای تک رشته و عایقبندی پی ـ وی ـ سی به صورت دوتایی، سه تایی، چهارتایی و پنج تایی برابر استاندارد IEC 60189-4 به قرار زیر است:

الف ـ هادی

ـ هادی باید از یک رشته مس نرم یکپارچه با مقطع گرد برابر استاندارد IEC 60028 به صورت ساده یا قلع اندود، با قطرهای اسمی مشخص شده در جدول ۱-۱ ساخته شده و میزان مقاومت آن در حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد از مقادیر تعیین شده در جدول یاد شده متجاوز نباشد.

جدول ۱-۱: ابعاد و شرایط آزمون هادیهای عایقدار در سیمهای فرکانس پایین

هادی		عایق		شرایط آزمون	
قطر اسمی (میلیمتر)	مقاومت بیشینه (اهم بر کیلومتر)	ضخامت کمینه (میلیمتر)	قطر بیشینه سیم (میلیمتر)	ولتاژ استقامت دی‌الکتریک (ولت)	مقاومت عایق کمینه[1] (مگااهم-کیلومتر)
۰/۵	۹۵		۱/۳	۱۵۰۰ متناوب	
۰/۶	۶۵/۹	۰/۲۵	۱/۴	یا	۲۰۰
۰/۸	۳۶/۷		۱/۶	۲۲۵۰ مستقیم	
۱	۲۳/۳		۱/۸۵		

ازدیاد طول نسبی در هنگام پاره شدن هادی لخت نباید کمتر از ۱۵ درصد باشد.

ب ـ عایق

– عایق باید از جنس پی ـ وی ـ سی و با ضخامت یکنواخت، که از مقادیر ارائه شده در جدول ۱-۱ کمتر نباشد، بر روی هادی کشیده شده و در برابر اعمال ولتاژ مشخص شده در جدول

۱ – با توجه به روش اندازه‌گیری مقاومت عایقی، که پس از انجام آزمون استقامت دی‌الکتریک صورت می‌گیرد، مقدار مقاومت ویژه عایق در جدول درج شده است.

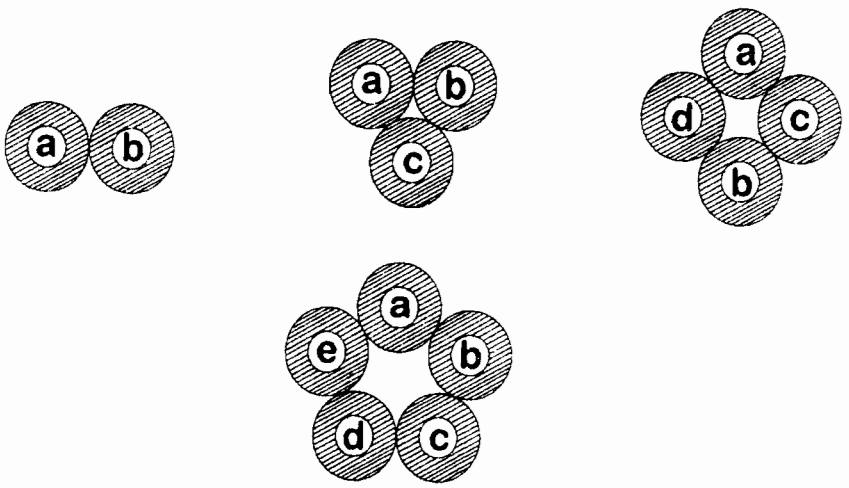
مزبور برای مدت یک دقیقه بدون شکست الکتریکی مقاوم باشد. میزان مقاومت عایقی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد نباید کمتر از مقدار تعیین شده در جدول ۱-۱ باشد.

- عایق باید دارای استقامت مکانیکی و قابلیت ارتجاعی کافی بوده و طی استفاده عادی به‌قدر کافی ثابت بماند. میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده استقامت کششی عایق نباید از ۱۲/۵ نیوتن بر میلیمتر مربع[1] کمتر باشد و میانگین اندازه‌گیری شده ازدیاد طول نسبی در هنگام پاره شدن آن نباید از ۱۲۵ درصد کمتر باشد.
- عایق نباید شعله را انتقال داده و یا تشدید نماید و در هنگام لحیم کردن هادی بیش از اندازه منقبض شود.

در مواردی که عایق در معرض دمای پایین قرار می‌گیرد، قابلیت ارتجاعی آن باید به قدر کافی محفوظ بماند و تغییرات دما موجب صدمه و آسیب به آن نشود.

ج ـ تابیدن و ترتیب قرار گرفتن هادیهای عایقدار

سیمها باید از دو، یا سه، یا چهار و یا پنج هادی عایقدار تابیده به یکدیگر برابر شکل ۱-۱ تشکیل شده باشد. هر یک از هادیهای عایقدار به ترتیب با حروف a, b, c, d و e مشخص می‌شود.



شکل ۱-۱: ترتیب قرار گرفتن هادیهای عایقدار

د ـ سیستم رنگ‌بندی هادیهای عایقدار

هادیهای عایقدار باید براساس سیستم رنگ‌بندی زیر قابل شناسایی باشد:

سیم a به رنگ سفید، سیم b به رنگ آبی، سیم c به رنگ نارنجی، سیم d به رنگ سبز و

۱ - هر نیوتن بر میلیمتر مربع برابر با یک مگاپاسکال می‌باشد ($N/mm^2=MP_a$)

سیم e به رنگ قهوه‌ای.

۲-۳ انواع و موارد کاربرد

۲-۳-۱ سیمهای فرکانس پایین توزیع با هادیهای تک رشته و عایق پی ـ وی ـ سی که به صورت دوتایی، سه تایی، چهارتایی و پنج تایی تولید می‌شود. برای سیمکشی تأسیسات تلفنی در داخل ساختمان در لوله، یا اتصال ترمینالهای دستگاهها و وسائل به یکدیگر یا به جعبه‌های تقسیم، اتصال بین خطوط مشترکین و دستگاههای مراکز تلفن و تلگراف و در تأسیسات موقتی مورداستفاده قرار می‌گیرد.

۲-۳-۲ سیمهای توزیع با هادیهای تک رشته و عایق پی ـ وی ـ سی با پوشش پلی‌آمید به صورت تک، دوتایی، سه تایی، چهارتایی و پنج تایی در سیمکشی تأسیسات تلفن در داخل ساختمان برای اتصال ترمینالهای دستگاهها و وسایل به یکدیگر یا به جعبه‌های تقسیم یا انشعاب، اتصال بین خطوط مشترکین و دستگاههای مراکز تلفن و تلگراف و در تأسیسات موقتی در شرایط کار نسبتاً نامساعد به کار می‌رود.

۲-۳-۳ سیمهای تجهیزاتی یک سیمه با هادی تک یا چند رشته‌ای و عایق پی ـ وی ـ سی برای انتقال اطلاعات، در تجهیزات مخابراتی، تلفن، تلگراف و دستگاههای پردازش اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۳-۴ سیم یا کابل تجهیزاتی با هادیهای تک یا چند رشته‌ای، عایق پی ـ وی ـ سی و حفاظ فلزی به صورت تک یا دوتایی در سیمکشی داخلی تجهیزات مخابراتی، تلفنهای خودکار و دستگاههای پردازش اطلاعات به کار می‌رود.

۳ کابلهای هوایی

کابل هوایی کابلی است که به صورت روکار یا در زیرکار و یا روی دیوار یا سقف و یا به صورت آویز بین دو تیر قابل نصب باشد. کابلهای هوایی ممکن است از انواع ساده، حفاظدار و یا مهاردار باشد. عمده‌ترین انواع کابلهای هوایی به شرح زیر است:

۳-۱ کابلهای فرکانس پایین با عایق و غلاف پی ـ وی ـ سی

۳-۱-۱ استاندار ساخت

کابلهای فرکانس پایین که دارای هادی مسی تک رشته، عایق و غلاف پی ـ وی ـ سی می‌باشد و به‌صورت دو سیمه، سه سیمه، چهار سیمه و پنج سیمه تولید می‌شود باید مطابق جدیدترین اصلاحیه استاندارد ماتصا ۲-۴۶۳ یا یکی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی مانند IEC 60189 یا VDE 0815 و یا ITUT طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۳-۱-۲ مشخصات فنی و ساختمان کابل

ساختمان کابل و مهمترین مشخصات فنی آن برابر استاندار IEC 60189-2 به شرح زیر است:

الف ـ هادی

هادی باید از یک رشته سیم مسی نرم یکپارچه یا مقطع گرد برابر استاندارد IEC 60028، به‌صورت ساده یا قلع اندود، با قطرهای اسمی مشخص شده در جدول ۱-۲ ساخته شده و میزان مقاومت آن در حرارت ۲۰ درجهٔ سانتیگراد از مقادیر مشخص شده در جدول مزبور متجاوز نباشد.

ازدیاد طول نسبی هادی لخت در هنگام پاره شدن نباید برای هادیهای با قطر ۰/۴ میلیمتر از ۱۰ درصد و برای هادیهای با قطر بیشتر، از ۱۵ درصد کمتر باشد.

ب ـ عایق

عایق باید از جنس پی ـ وی ـ سی و با ضخامت یکنواخت، که از مقادیر ارائه شده در جدول ۱-۲ کمتر نباشد، بر روی هادی کشیده شده و در برابر اعمال ولتاژ مشخص شده در جدول نامبرده برای مدت یک دقیقه بدون شکست الکتریکی[1] مقاوم باشد. میزان مقاومت عایق در حرارت ۲۰ درجهٔ سانتیگراد نباید از مقادیر مشخص شده در جدول ۱-۲ کمتر باشد.

استقامت مکانیکی و قابلیت ارتجاعی عایق در طول عمر مفید آن باید به‌قدر کافی ثابت باشد.

مقدار متوسط استقامت کششی قبل و بعد از آزمون کهنه کردن سریع (طبق روش تعیین شده در بند فرعی 3-3 از استاندارد IEC 60189-1 نباید کمتر از ۱۲/۵ نیوتن بر میلیمتر مربع (۱۲/۵MPa) باشد.

مقدار متوسط ازدیاد طول نسبی عایق در هنگام پاره شدن نباید برای عایق تک رنگ از ۱۲۵ درصد و برای عایق دو رنگ تزریقی از ۱۰۰ درصد کمتر باشد.

1 - Breakdown

ج ـ غلاف

غلاف باید از جنس پی ـ وی ـ سی با ضخامت یکنواخت برابر جدول ۱-۳ و به‌طور کاملاً پیوسته، به گونه‌ای بر روی هسته کشیده شود که به عایق هادیهای لایهٔ خارجی و حفاظ یا لایه حفاظتی آن (در صورت وجود) چسبیده نباشد.

یادآوری: در مواردی که حفاظ از نوع نوار فلزی چسبیده به نوار پلاستیکی باشد، چسبیدگی غلاف به آن مجاز است.

قطر خارجی کابل نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۱-۳ تجاوز نماید، استقامت مکانیکی و قابلیت ارتجاعی غلاف باید برابر مشخصات عایق مذکور در بند ب باشد.

د ـ مقررات اقلیمی

مقررات اقلیمی و پایداری حرارتی عایق و غلاف کابل شامل روش اندازه‌گیری میزان جمع‌شدگی عایق پس از لحیم‌کاری (حداکثر ۴ درصد)، آزمونهای خمش در سرما و ضربه حرارتی عایق و غلاف باید برابر بند ۴ از استاندارد IEC 60189-2 کنترل شود.

هـ ـ شرایط خازنی

ظرفیت خازنی متقابل هر یک از زوجها نباید از ۱۲۰nf/km تجاوز نماید. عدم موازنهٔ خازنی بین هر دو زوج از اجزاء مختلف کابل نباید از ۴۰۰pf در ۵۰۰ متر از طول آن تجاوز نماید.

و ـ رنگ عایق

هادیهای عایقدار باید توسط یک یا دو رنگ مختلف مشخص شود. (مشخصات رنگهای مورد استفاده باید مطابق IEC 60304 و ISO 105 باشد). در مواردی که از دو رنگ استفاده می‌شود مشخصات نشانه گذاریها باید برابر بند 4-2-2 از استاندارد IEC 60189 انجام شود.

ز ـ عناصر کابل

هر عنصر کابل برابر شکل ۱-۲ به صورت یکی از اشکال زیر خواهد بود:

ـ عنصر دوتایی شامل دو هادی عایقدار تابیده به یکدیگر که به ترتیب با عناوین سیم a و سیم b مشخص می‌شود، یا

ـ عنصر سه تایی شامل سه هادی عایقدار تابیده به یکدیگر که به ترتیب با عناوین سیم a، سیم b و سیم c مشخص می‌شود، یا

ـ عنصر چهارتایی شامل چهار هادی عایقدار تابیده به یکدیگر که به ترتیب با عناوین سیم a، سیم b، سیم c و سیم d مشخص می‌شود، یا

ـ عنصر پنج‌تایی شامل پنج هادی عایقدار به شکلهای زیر:

۱ ـ پنج هادی عایقدار تابیده به یکدیگر که به ترتیب با نامهای سیم a، سیم b، سیم c، سیم

d و سیم e مشخص می‌شود.

۲ ـ چهار هادی، عایقدار تابیده به یکدیگر که به ترتیب با نامهای سیم a، سیم b، سیم c و سیم d مشخص می‌شود و یک هادی نتابیده که با عنوان سیم e مشخص می‌شود.

۳ ـ دو هادی تابیده به یکدیگر که سیم a و سیم b نامیده می‌شود همراه با دو هادی بهم‌تابیده دیگر که با نامهای سیم c و سیم d مشخص می‌گردد و یک سیم که با عنوان سیم e خواهد بود.

بیشینه گام تاب عناصر کابل ۱۲۰ میلیمتر باید درنظر گرفته شود. در صورت استفاده از نخ یا نوار برای بستن عناصر کابل، جنس آن باید از مواد رطوبت‌ناپذیر باشد.

ح ـ دسته‌بندی عناصر

کابلهای لایه‌ای هم مرکز: تمامی عناصر کابل باید به صورت لایه‌های هم‌مرکز دسته‌بندی شود و یک رشته هادی عایقدار ممکن است برای مقاصد اندازه‌گیری[1] با رنگ سفید ـ قرمز اضافه شود.

کابلهای گروهی[2]: در این نوع کابلها عناصر کابل باید در گروههای پایه ۲۰ عنصری یا، در صورت لزوم، در زیر گروههای ۵ یا ۱۰ عنصری دسته‌بندی شود و یک رشته هادی عایقدار ممکن است برای مقاصد اندازه‌گیری با رنگ سفید ـ قرمز افزوده شود.

ط ـ مجموع شمار عناصر کابل

مجموع شمار عناصر کابل ترجیحاً باید، در مواردی که کال شامل تا ۳۰ عنصر است، ضریبی از عدد پنج، و در مواردی که بیش از ۳۰ عنصر و حداکثر ۶۰ عنصر باشد، ضریبی از عدد ۱۰ و در مواردی که بیش از ۶۰ عنصر باشد، ضریبی از عدد ۲۰ درنظر گرفته شود.

ی ـ شناسایی عناصر کابل و هادیهای عایقدار

شناسایی عناصر کابل و هادیهای عایقدار در کابلهای هم مرکز و گروهی باید براساس سیستم رنگ‌بندی انجام شود.

تمامی عناصر کابل باید فقط با عناوین سیم a و سیم b مشخص شود، هر یک از سیمهای c ، d و e باید دارای رنگ شناسایی مشخص یکسان در کلیهٔ عناصر باشد.

سیستم رنگ‌بندی این نوع کابلها در جدول ۱-۴ ارائه شده است.

در کابلهای گروهی ممکن است از روش رنگ‌بندی کامل و یا فقط از روش رنگ‌بندی گروه ۱ استفاده شود. در مواردی که روش دوم به کار می‌رود هر گروه کابل باید به وسیلهٔ یک نوار

1 - Metering

2 - Unit cables

مارپیچی باز، ترجیحاً از جنس ماده‌ای رطوبت‌ناپذیر و با رنگ متمایز (جدول ۱-۵) پیچیده و مشخص شود.

ک ـ ترتیب اجزاء (عناصر) کابل

ترتیب شماره‌گذاری عناصر کابل در کابلهای لایه‌ای هم‌مرکز از مرکز کابل به طرف لایهٔ خارجی آن خواهد بود و برای کابلهای گروهی ترتیب شماره‌گذاری گروهها یا زیرگروهها نیز از مرکز به طرف خارج کابل می‌باشد.

در کابلهای گروهی زیر گروههای پنج عنصری به ترتیب ۱ تا ۵، ۶ تا ۱۰، ۱۱ تا ۱۵ و ۱۶ تا ۲۰ خواهد بود و زیرگروههای ۱۰ عنصری به ترتیب ۱ تا ۱۰ و ۱۱ تا ۲۰ می‌باشد.

ل ـ پوشش[1] هسته

هستهٔ کابل ممکن است به وسیلهٔ یک پوشش حفاظتی، ترجیحاً از جنس ماده‌ای رطوبت‌ناپذیر، پوشیده شود (مانند پوشش به وسیله یک یا چند نوار مارپیچی یا طولی و یا یک غلاف نازک)

در مواردی که کابل دارای حفاظ الکتروستاتیک باشد پوشش حفاظتی الزامی خواهد بود.

م ـ حفاظ الکتروستاتیک

در مواردی که حفاظت الکتروستاتیک مطرح است باید، یک نوار محافظ الکتروستاتیک از جنس مس یا آلومینیوم با حداقل ضخامت ۰/۰۴ میلیمتر، یا یک نوار نازک از جنس‌های نامبرده با حداقل ضخامت ۰/۰۰۸ میلیمتر چسبیده به یک نوار پلاستیکی به صورت مارپیچی یا طولی، با همپوشانی حداقل ۲۰ درصد یا ۶ میلیمتر هر کدام که کمتر باشد، به دور هستهٔ کابل پیچیده شود.

در مواردی که نوار محافظ آلومینیومی یا مسی به کار می‌رود، استفاده از دو نوار با پوشش درز نوار، مجاز خواهد بود.

در کابلهای حفاظدار باید یک یا چند سیم مسی قلع اندود در اتصال کامل با سطح نوار فلزی پیش‌بینی شود. این گونه سیمها ممکن است دارای مقطع گرد و یا دارای سطح تخت باشد. حداقل سطح مقطع سیمها باید ۰/۱۲۵ میلیمتر مربع باشد.

1 - Wrapping

جدول ۱-۲: ابعاد و شرایط آزمون هادیهای عایقدار در کابلهای هوایی

هادی		عایق	شرایط آزمون	
قطر اسمی (میلیمتر)	مقاومت بیشینه (اهم بر کیلومتر)	ضخامت کمینه (میلیمتر)	ولتاژ آزمون استقامت دی‌الکتریک (ولت)	مقاومت کمینه عایق[۱] (مگا اهم بر کیلومتر)
۰/۴	۱۵۳	۰/۱۵	۱۰۰۰ متناوب یا ۱۵۰۰ مستقیم	۵۰۰
۰/۵	۹۷/۸	۰/۱۵		
۰/۶	۶۷/۹	۰/۱۵		
۰/۸	۳۷/۵	۰/۲۵	۱۵۰۰ متناوب یا ۲۲۵۰ مستقیم	

۱ - این آزمون پس از انجام آزمون استقامت دی‌الکتریک صورت می‌پذیرد و با توجه به روش انجام آن (اندازه‌گیری مقاومت عایقی)، برای کابلها مقدار مقاومت یک کیلومتر عایق درج گردیده است.

جدول ۱-۳: کابلهای حفاظ‌دار با عناصر دو سیمه، سه سیمه، چهار سیمه و پنج سیمه برای نصب در تأسیسات داخلی ساختمان

شمار عناصر کابل	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر								هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر								هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر								هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر							
	کمینه ضخامت غلاف (میلیمتر)				بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)				کمینه ضخامت غلاف (میلیمتر)				بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)				کمینه ضخامت غلاف (میلیمتر)				بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)				کمینه ضخامت غلاف (میلیمتر)				بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)			
	دو سیمه	سه سیمه	چهار سیمه	پنج سیمه	دو سیمه	سه سیمه	چهار سیمه	پنج سیمه	دو سیمه	سه سیمه	چهار سیمه	پنج سیمه	دو سیمه	سه سیمه	چهار سیمه	پنج سیمه	دو سیمه	سه سیمه	چهار سیمه	پنج سیمه	دو سیمه	سه سیمه	چهار سیمه	پنج سیمه	دو سیمه	سه سیمه	چهار سیمه	پنج سیمه	دو سیمه	سه سیمه	چهار سیمه	پنج سیمه
۵	۰/۶	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۶/۵	۷	۸/۵	۹	۰/۶	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۷	۸	۹	۱۰	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۸	۷/۵	۸/۵	۹/۵	۱۱	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۱۰	۱۱/۵	۱۳/۵	۱۴/۵
۱۰	۰/۷	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۸/۵	۹/۵	۱۱	۱۲	۰/۷	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۹	۱۰/۵	۱۲	۱۳/۵	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۱۰	۱۱/۵	۱۳	۱۴/۵	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۱	۱۳/۵	۱۵/۵	۱۷/۵	۱۹/۵
۱۵	۰/۷	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۹/۵	۱۱	۱۲/۵	۱۴	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۱۰/۵	۱۲	۱۴	۱۵/۵	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۱۱/۵	۱۳	۱۵	۱۶/۵	۰/۹	۰/۹	۱	۱	۱۵/۵	۱۷/۵	۲۰/۵	۲۳
۲۰	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۱۱	۱۲	۱۴	۱۵/۵	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۱۲	۱۳/۵	۱۵/۵	۱۷/۵	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۱	۱۳	۱۴/۵	۱۷	۱۹	۰/۹	۱	۱	۱/۱۵	۱۷/۵	۲۰	۲۳	۲۶/۵
۲۵	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۱۲	۱۳/۵	۱۵/۵	۱۷	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۱	۱۳	۱۴/۵	۱۷	۱۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۱	۱۴/۵	۱۶	۱۸/۵	۲۱	۱	۱	۱/۱۵	۱/۱۵	۱۹/۵	۲۱/۵	۲۵/۵	۲۹
۳۰	۰/۸	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۱۲/۵	۱۴/۵	۱۶/۵	۱۸/۵	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۱	۱۴	۱۵/۵	۱۸	۲۰/۵	۰/۹	۱	۱	۱	۱۵/۵	۱۷	۲۰	۲۲/۵	۱	۱	۱/۱۵	۱/۳۵	۲۱	۲۳/۵	۲۷/۵	۳۱/۵
۴۰	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۱	۱۴/۵	۱۶	۱۸/۵	۲۱	۰/۹	۰/۹	۱	۱	۱۵/۵	۱۷/۵	۲۰/۵	۲۳	۰/۹	۱	۱	۱/۱۵	۱۷	۱۹/۵	۲۲/۵	۲۶	۱	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۲۳/۵	۲۷	۳۲	۳۶
۵۰	۰/۹	۰/۹	۱	۱	۱۵/۵	۱۷/۵	۲۰/۵	۲۳	۰/۹	۱	۱	۱/۱۵	۱۷	۱۹/۵	۲۲/۵	۲۶	۰/۹	۱	۱/۱۵	۱/۱۵	۱۸/۵	۲۱	۲۵	۲۸/۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۶	۲۶	۲۹/۵	۳۵	۴۰
۶۰	۰/۹	۱	۱	۱/۱۵	۱۷	۱۹	۲۲	۲۵/۵	۰/۹	۱	۱	۱/۱۵	۱۸/۵	۲۱	۲۴/۵	۲۸	۱	۱	۱/۱۵	۱/۱۵	۲۰/۵	۲۳	۲۷	۳۱	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۶	۱/۶	۲۸/۵	۳۲/۵	۳۸/۵	۴۳/۵
۸۰	۱	۱	۱/۱۵	۱/۱۵	۱۹	۲۱/۵	۲۵/۵	۲۸/۵	۱	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۲۱	۲۳/۵	۲۸	۳۲	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۲۳	۲۶/۵	۳۱	۳۵	۱/۳۵	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۳۲/۵	۳۷/۵	۴۴	۴۹/۵
۱۰۰	۱	۱	۱/۱۵	۱/۳۵	۲۱	۲۳/۵	۲۸	۳۲	۱	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۲۳	۲۶/۵	۳۱/۵	۳۵/۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۶	۲۵/۵	۲۹	۳۴/۵	۳۹/۵	۱/۳۵	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۳۵/۵	۴۱	۴۸/۵	۵۵
۱۲۰	۱	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۳۵	۲۲/۵	۲۶	۳۰	۳۴/۵	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۶	۲۵/۵	۲۸/۵	۳۱	۳۹	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۶	۲۷/۵	۳۲	۳۸	۴۲/۵	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۳۹/۵	۴۴/۵	۵۲/۵	۵۹/۵
۱۴۰	۱	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۶	۲۴	۲۷/۵	۳۳	۳۷/۵	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۶	۲۷	۳۱	۳۶/۵	۴۱/۵	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۶	۲۹/۵	۳۴	۴۰/۵	۴۵/۵	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۴۲	۴۷/۵	۵۶	۶۴
۱۶۰	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۶	۲۶	۲۹	۳۴/۵	۴۰	۱/۱۵	۱/۳۵	۱/۶	۱/۶	۲۸/۵	۳۳	۳۹	۴۴	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۶	۱/۶	۳۲	۳۶	۴۳	۴۸/۵	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۴۴/۵	۵۰/۵	۵۹/۵	۶۸

یادآوری: در مورد کابلهای بدون حفاظ، بیشینه قطر خارجی کابل از ۰/۵ میلیمتر کاهش می‌یابد.

جدول ۱-۴: رنگ‌بندی کابلهای فرکانس پایین با عایق و غلاف پی ـ وی ـ سی

شماره گروه	شماره رنگ گروه	عناصر کابل	رنگ عایق	
			سیم a	سیم b
۱	۱	۱	سفید	آبی
		۲	سفید	نارنجی
		۳	سفید	سبز
		۴	سفید	قهوه‌ای
		۵	سفید	خاکستری
	۲	۶	قرمز	آبی
		۷	قرمز	نارنجی
		۸	قرمز	سبز
		۹	قرمز	قهوه‌ای
		۱۰	قرمز	خاکستری
	۳	۱۱	مشکی	آبی
		۱۲	مشکی	نارنجی
		۱۳	مشکی	سبز
		۱۴	مشکی	قهوه‌ای
		۱۵	مشکی	خاکستری
	۴	۱۶	زرد	آبی
		۱۷	زرد	نارنجی
		۱۸	زرد	سبز
		۱۹	زرد	قهوه‌ای
		۲۰	زرد	خاکستری
۲	۵	۲۱	**سفید** ـ آبی	آبی
		۲۲	**سفید** ـ آبی	نارنجی
		۲۳	**سفید** ـ آبی	سبز
		۲۴	**سفید** ـ آبی	قهوه‌ای
		۲۵	**سفید** ـ آبی	خاکستری
	۶	۲۶	**قرمز** ـ آبی	آبی
		۲۷	**قرمز** ـ آبی	نارنجی
		۲۸	**قرمز** ـ آبی	سبز
		۲۹	**قرمز** ـ آبی	قهوه‌ای
		۳۰	**قرمز** ـ آبی	خاکستری
	۷	۳۱	مشکی ـ **آبی**	آبی
		۳۲	مشکی ـ **آبی**	نارنجی
		۳۳	مشکی ـ **آبی**	سبز
		۳۴	مشکی ـ **آبی**	قهوه‌ای
		۳۵	مشکی ـ **آبی**	خاکستری
	۸	۳۶	**زرد** ـ آبی	آبی
		۳۷	**زرد** ـ آبی	نارنجی
		۳۸	**زرد** ـ آبی	سبز
		۳۹	**زرد** ـ آبی	قهوه‌ای
		۴۰	**زرد** ـ آبی	خاکستری

شماره گروه	شماره رنگ گروه	عناصر کابل	رنگ عایق	
			سیم a	سیم b
۳	۹	۴۱	**سفید** ـ نارنجی	آبی
		۴۲	**سفید** ـ نارنجی	نارنجی
		۴۳	**سفید** ـ نارنجی	سبز
		۴۴	**سفید** ـ نارنجی	قهوه‌ای
		۴۵	**سفید** ـ نارنجی	خاکستری
	۱۰	۴۶	قرمز ـ **نارنجی**	آبی
		۴۷	قرمز ـ **نارنجی**	نارنجی
		۴۸	قرمز ـ **نارنجی**	سبز
		۴۹	قرمز ـ **نارنجی**	قهوه‌ای
		۵۰	قرمز ـ **نارنجی**	خاکستری
	۱۱	۵۱	مشکی ـ **نارنجی**	آبی
		۵۲	مشکی ـ **نارنجی**	نارنجی
		۵۳	مشکی ـ **نارنجی**	سبز
		۵۴	مشکی ـ **نارنجی**	قهوه‌ای
		۵۵	مشکی ـ **نارنجی**	خاکستری
	۱۲	۵۶	**زرد** ـ نارنجی	آبی
		۵۷	**زرد** ـ نارنجی	نارنجی
		۵۸	**زرد** ـ نارنجی	سبز
		۵۹	**زرد** ـ نارنجی	قهوه‌ای
		۶۰	**زرد** ـ نارنجی	خاکستری
۴	۱۳	۶۱	**سفید** ـ سبز	آبی
		۶۲	**سفید** ـ سبز	نارنجی
		۶۳	**سفید** ـ سبز	سبز
		۶۴	**سفید** ـ سبز	قهوه‌ای
		۶۵	**سفید** ـ سبز	خاکستری
	۱۴	۶۶	قرمز ـ **سبز**	آبی
		۶۷	قرمز ـ **سبز**	نارنجی
		۶۸	قرمز ـ **سبز**	سبز
		۶۹	قرمز ـ **سبز**	قهوه‌ای
		۷۰	قرمز ـ **سبز**	خاکستری
	۱۵	۷۱	مشکی ـ **سبز**	آبی
		۷۲	مشکی ـ **سبز**	نارنجی
		۷۳	مشکی ـ **سبز**	سبز
		۷۴	مشکی ـ **سبز**	قهوه‌ای
		۷۵	مشکی ـ **سبز**	خاکستری
	۱۶	۷۶	**زرد** ـ سبز	آبی
		۷۷	**زرد** ـ سبز	نارنجی
		۷۸	**زرد** ـ سبز	سبز
		۷۹	**زرد** ـ سبز	قهوه‌ای
		۸۰	**زرد** ـ سبز	خاکستری

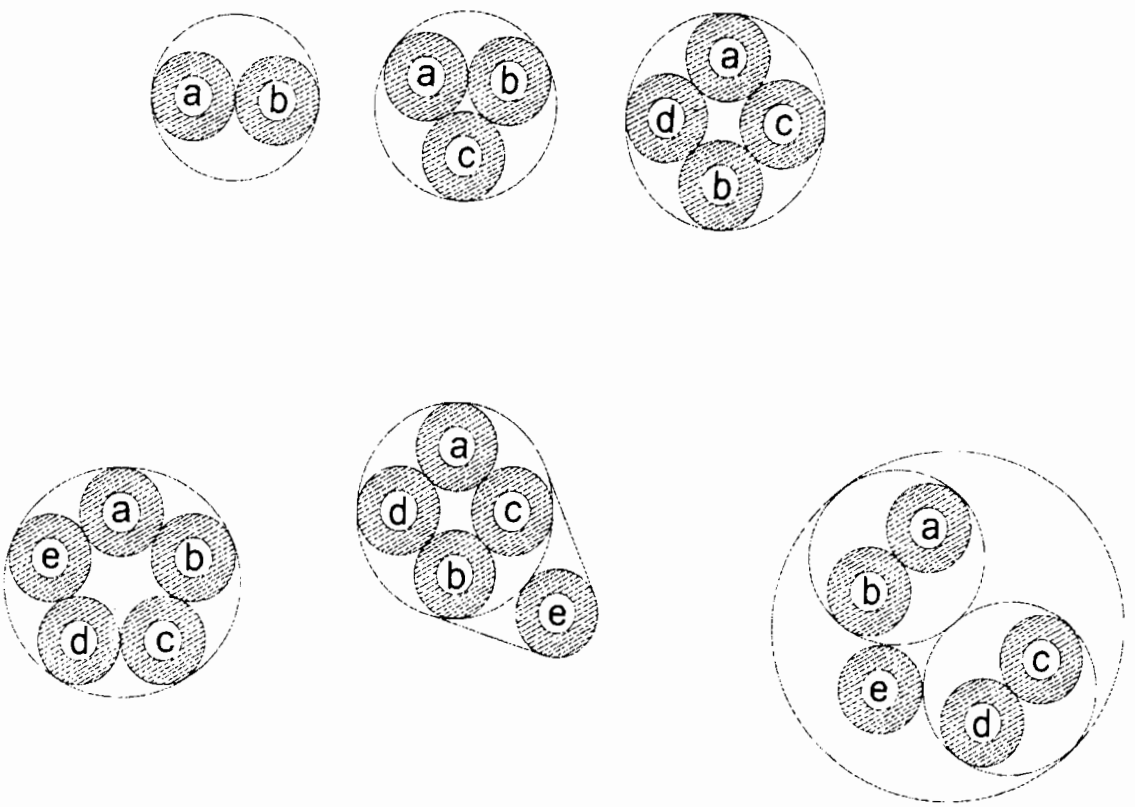
شماره گروه	شماره رنگ گروه	عناصر کابل	رنگ عایق	
			سیم a	سیم b
۵	۱۷	۸۱	**سفید** ـ قهوه‌ای	آبی
		۸۲	**سفید** ـ قهوه‌ای	نارنجی
		۸۳	**سفید** ـ قهوه‌ای	سبز
		۸۴	**سفید** ـ قهوه‌ای	قهوه‌ای
		۸۵	**سفید** ـ قهوه‌ای	خاکستری
	۱۸	۸۶	**قرمز** ـ قهوه‌ای	آبی
		۸۷	**قرمز** ـ قهوه‌ای	نارنجی
		۸۸	**قرمز** ـ قهوه‌ای	سبز
		۸۹	**قرمز** ـ قهوه‌ای	قهوه‌ای
		۹۰	**قرمز** ـ قهوه‌ای	خاکستری
	۱۹	۹۱	مشکی ـ **قهوه‌ای**	آبی
		۹۲	مشکی ـ **قهوه‌ای**	نارنجی
		۹۳	مشکی ـ **قهوه‌ای**	سبز
		۹۴	مشکی ـ **قهوه‌ای**	قهوه‌ای
		۹۵	مشکی ـ **قهوه‌ای**	خاکستری
	۲۰	۹۶	**زرد** ـ قهوه‌ای	آبی
		۹۷	**زرد** ـ قهوه‌ای	نارنجی
		۹۸	**زرد** ـ قهوه‌ای	سبز
		۹۹	**زرد** ـ قهوه‌ای	قهوه‌ای
		۱۰۰	**زرد** ـ قهوه‌ای	خاکستری
۶	۲۱	۱۰۱	**سفید** ـ خاکستری	آبی
		۱۰۲	**سفید** ـ خاکستری	نارنجی
		۱۰۳	**سفید** ـ خاکستری	سبز
		۱۰۴	**سفید** ـ خاکستری	قهوه‌ای
		۱۰۵	**سفید** ـ خاکستری	خاکستری
	۲۲	۱۰۶	قرمز ـ **خاکستری**	آبی
		۱۰۷	قرمز ـ **خاکستری**	نارنجی
		۱۰۸	قرمز ـ **خاکستری**	سبز
		۱۰۹	قرمز ـ **خاکستری**	قهوه‌ای
		۱۱۰	قرمز ـ **خاکستری**	خاکستری
	۲۳	۱۱۱	مشکی ـ **خاکستری**	آبی
		۱۱۲	مشکی ـ **خاکستری**	نارنجی
		۱۱۳	مشکی ـ **خاکستری**	سبز
		۱۱۴	مشکی ـ **خاکستری**	قهوه‌ای
		۱۱۵	مشکی ـ **خاکستری**	خاکستری
	۲۴	۱۱۶	**زرد** ـ خاکستری	آبی
		۱۱۷	**زرد** ـ خاکستری	نارنجی
		۱۱۸	**زرد** ـ خاکستری	سبز
		۱۱۹	**زرد** ـ خاکستری	قهوه‌ای
		۱۲۰	**زرد** ـ خاکستری	خاکستری

یادآوری ۱ : در صورتی که در عناصر کابل سیمهای d, c و e نیز موجود باشد باید به وسیلهٔ رنگهای زیر مشخص شود: c= فیروزه‌ای، d= بنفش و e= **نارنجی** ـ سبز

یادآوری ۲ : رنگهایی که با حروف درشت نوشته شده است به عنوان «رنگ پایه» شناخته می‌شود مگر این که به صورت رنگ تزریقی دوگانه باشد: a= رنگ تزریقی، b= رنگ پوششی.

جدول ۱-۵: رنگ‌بندی گروههای کابل با استفاده از پوشش مارپیچی باز در کابلهای گروهی

شماره	۱	۲	۳	۴	۵
رنگ	آبی	نارنجی	سبز	قهوه‌ای	خاکستری
شماره	۶	۷	۸	۹	۱۰
رنگ	سفید	قرمز	مشکی	زرد	بنفش



شکل ۱-۲: ترتیب قرارگرفتن هادیهای عایقدار در عناصر کابل

۳-۱-۳ موارد کاربرد

کابلهای هوایی فرکانس پایین با عایق و غلاف پی ـ وی ـ سی ممکن است در تأسیسات تلفنی داخل ساختمانها و مراکز تلفن به صورت نصب ثابت در روی دیوار یا داخل لوله و یا روی سینی کابل مورد استفاده قرارگیرد. این نوع کابلها در صورتی که دارای حفاظ باشد ممکن است در مواردی که حفاظت الکتروستاتیکی مطرح باشد نیز در موارد نامبرده به کار رود. کاربرد این قبیل کابلها در خارج از ساختمان فقط به صورت نصب بر روی دیوار مجاز بوده و مصرف آن در زیر زمین مجاز نخواهد بود.

۳-۲ کابلهای هوایی مهاردار

۳-۲-۱ استاندار ساخت

کابلهای فرکانس پایین مهاردار که فاقد مادهٔ پرکننده بوده و دارای هادی مسی، عایق یکپارچه و غلاف ضدرطوبت پلی‌اتیلن حافظ الکتروستاتیکی با سیم اتصال زمین و مهار از سیمهای فولادی گالوانیزه می‌باشد باید برابر استاندارد IEC 60708-4 یا VDE 816 و یا یکی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۳-۲-۲ مشخصات فنی و ساختمان کابل

ساختمان کابل و مهمترین مشخصات فنی آن برابر استاندارد IEC 60708-4 به شرح زیر است:

الف ـ هادی

ـ هادی باید از یک رشته سیم مسی نرم با مقطع گرد و کیفیت یکنواخت بوده و مشخصات آن برابر استاندارد IEC60028 باشد.

ـ مقاومت الکتریکی هادی در حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۱-۶ بیشتر باشد.

جدول ۱-۶: بیشینه مقاومت هادی کابلهای فرکانس پایین با عایق و غلاف پلی‌اتیلن

قطر هادی (میلیمتر)	مقاومت نمونه (اهم بر کیلومتر)	میانگین مقاومت نمونه‌ها (اهم بر کیلومتر)
۰/۴	۱۵۰	۱۴۴
۰/۵	۹۵/۹	۹۲/۱
۰/۶	۶۶/۶	۶۳/۹
۰/۸	۳۶/۸	۳۵/۳

ـ ازدیاد طول نسبی در هنگام پاره شدن هادی لخت نباید برای هادیهای با قطر ۰/۴ میلیمتر از ۱۰ درصد و برای هادیهای بیش از آن از ۱۵ درصد کمتر باشد.

ب ـ عایق

ـ عایق باید از جنس پلی‌اتیلن یکپارچه برابر مشخصات ارائه شده در بند ۶ از نشریهٔ IEC60708-1 بوده و دارای ضخامتی باشد که کابل تکمیل شده با شرایط الکتریکی و مکانیکی موردنظر مطابقت نماید.

ـ میزان مقاومت عایق در ۲۰ درجهٔ سانتیگراد نباید از ۵۰۰۰ مگااهم ـ کیلومتر کمتر باشد.

ـ استقامت دی‌الکتریک عایق در برابر اعمال برق مستقیم (یا برق متناوب برابر با $\frac{Vd.c.}{1/5}$) باید در شرایط زیر کنترل شود:

هادی به هادی: ۲ کیلو ولت برای مدت ۳ ثانیه

۱ کیلو ولت برای مدت یک دقیقه

هادی به حفاظ: ۶ کیلو ولت برای مدت ۳ ثانیه

۳ کیلو ولت برای مدت یک دقیقه

ج ـ عناصر کابل

هر عنصر کابل به صورت یکی از اشکال زیر خواهد بود:

ـ عنصر دوتایی شامل دو هادی عایقدار تابیده به یکدیگر که به ترتیب با عناوین سیم a و سیم b مشخص می‌شود، یا

ـ عنصر چهارتایی شامل چهار هادی عایقدار تابیده به یکدیگر که به ترتیب با عناوین سیم a، سیم b، سیم c و سیم d مشخص می‌شود.

بیشینهٔ گام تاب عناصر ۲۰۰ میلیمتر باید درنظر گرفته شود.

د ـ دسته‌بندی

ـ عناصر کابلها باید براساس گروههای پایه به گونه‌ای دسته‌بندی شود که مجموع آن یک ترکیب معمول کابل متشکل از شمار زوجهای موردنیاز باشد.

ـ زیرگروهها ممکن است از ۱۰ زوج یا ۵ عنصر چهار سیمه و یا ۲۵ زوج یا ۲۵ عنصر چهار سیمه تشکیل شود.

هـ ـ سیستم رنگ‌بندی

رنگ‌بندی این نوع کابلها برابر سیستم ارائه شده در بند ۴-۳ خواهد بود.

و ـ پوشش هسته

هستهٔ کابل باید به وسیلهٔ یک لایه حفاظتی مانند یک یا چند نوار به صورت طولی یا مارپیچی

پوشیده شود.

ز ـ غلاف و حفاظ

ـ غلاف پلی‌اتیلن باید هستهٔ کابل و سیم مهار را که به موازات یکدیگر و جدا هم قرار خواهد داشت به صورت عدد هشت لاتین (8) پوشش دهد.

ـ گسترهٔ تراکم ماده پلی‌اتیلن مورد مصرف برای کابل مهاردار باید برابر روش اندازه‌گیری مشخص شده در استاندارد IEC538 به شرح زیر تعیین شود:

پلی‌اتیلن با تراکم کم: تا ۰/۹۲۵ گرم بر سانتیمتر مکعب

پلی‌اتیلن با تراکم متوسط: از ۰/۹۲۶ تا ۰/۹۴۰ گرم بر سانتیمتر مکعب

ـ نوار آلومینیوم موردمصرف در این نوع کابلها باید حداقل در یک طرف با قشری از ماده پلیمر اندود گردد. در مواردی که از نوار آلومینیوم بدون لایه پلیمر استفاده می‌شود حداقل ضخامت آن باید ۱۵۰ میکرومتر باشد.

ـ نوار آلومینیومی، جز در مورد کابلهای دارای قطر کم، باید با حداقل همپوشانی ۶ میلیمتر به‌صورت طولی به کار برده شود. حداقل همپوشانی نوار نامبرده در کابلهای قطر پایین باید از ۲۰ درصد سطح پیرامونی مقاوم رطوبت آن کمتر نباشد.

ـ میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده استقامت کششی غلاف نباید از ۱۰MPa کمتر باشد.

ـ میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده ازدیاد طول نسبی در هنگام پاره شدن نباید از ۳۵۰ درصد کمتر باشد.

ـ غلاف باید در برابر حداقل ولتاژ آزمون ۸KVrms یا ۱۲KVdc استقامت نماید.

ح ـ سیم مهار

ـ سیم مهار باید از شماری سیم فولادی گالوانیزه بدون پیچش با کمینه استقامت کششی مندرج در جداول ۱-۹ تا ۱-۱۲ (برابر استاندارد IEC 60708-4) تشکیل شود.

ـ هر یک از سیمها باید برابر استاندارد ISO 146D دارای پوششی از فلز روی برابر با حداقل ۷۰ گرم در هر مترمربع باشد.

ط ـ شرایط خازنی

ظرفیت خازنی متقابل نباید از مقادیر مندرج در جدول ۱-۷ تجاوز نماید.

جدول ۱-۷: ظرفیت خازنی متقابل کابلها

سطح خازنی، شمار زوجها و عناصر چهارتایی در کابل	بیشینه متوسط (nf/km)	بیشینه نمونه (nf/km)
ظرفیت خازنی زیاد:		
۱-۲۰ زوج یا ۱۰ عنصر چهارتایی یا بیشتر	۵۵	۶۴
۲ ـ کمتر از ۲۰ زوج یا ۱۰ عنصر چهارتایی	ــ	۶۴
ظرفیت خازنی کم:		
۱-۲۰ زوج یا ۱۰ عنصر چهارتایی یا بیشتر	۴۲	۴۹
۲ ـ کمتر از ۲۰ زوج یا ۱۰ عنصر چهارتایی	ــ	۴۹

ـ ظرفیت خازنی باید برابر روش مندرج در بند فرعی 5.4 از استاندار IEC 60189-1 اندازه‌گیری شود.

ـ ناموازنهٔ خازنی بین زوجها در هر ۵۰۰ متر از طول کابل نباید از مقادیر جدول ۱-۸ تجاوز نماید.

جدول ۱-۸: بیشینه ناموازنه خازنی کابلها

	مقدار منفرد (پیکوفاراد)		۹۵ درصد مقادیر (پیکوفاراد)	
	۰/۴، ۰/۵ و ۰/۶ میلیمتر	۰/۸ میلیمتر	۰/۴، ۰/۵ و ۰/۶ میلیمتر	۰/۸ میلیمترر
زوج به زوج	۲۵۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۰۰
پهلو به پهلو	۸۰۰	۵۰	۵۰۰	۳۰۰
زوج به زمین		۱۷۰۰		۱۰۰۰
پهلو به زمین		۱۷۰۰		۱۰۰۰

ـ بیشینه ناموازنه خازنی باید برابر روش مندرج در بند فرعی 5.5 از استاندار IEC 60189-1 اندازه‌گیری شود.

جدول ۱-۹:کابلهای هوایی مهاردار، پر نشده، با عناصر دوتایی و ظرفیت خازنی زیاد

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر		
	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)
۱۰	۱/۴	۱۱/۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۲/۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۷/۵	۱۲/۵
۲۰	۱/۴	۱۳/۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۷	۱۲/۵	۱/۴	۲۱	۱۶
۳۰	۱/۴	۱۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۷	۱۲/۵	۱/۴	۱۹/۵	۱۲/۵	۱/۴	۲۴/۵	۱۶
۵۰	۱/۴	۱۷/۵	۱۲/۵	۱/۴	۲۰	۱۶	۱/۴	۲۳	۱۶	۱/۶	۳۰/۵	۲۲/۵
۱۰۰	۱/۴	۲۲/۵	۱۶	۱/۴	۲۵/۵	۱۶	۱/۶	۳۰/۵	۲۲/۵	—	—	—
۲۰۰	۱/۶	۲۹/۵	۱۶	۱/۴	۳۴	۲۲/۵	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۱۰: کابلهای هوایی مهاردار، پرنشده، با عناصر دوتایی و ظرفیت خازنی کم

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر		
	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)
۱۰	۱/۴	۱۳/۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۷	۱۲/۵	۱/۴	۱۹/۵	۱۲/۵
۲۰	۱/۴	۱۶	۱۲/۵	۱/۴	۱۸/۵	۱۲/۵	۱/۴	۲۰/۵	۱۶	۱/۴	۲۴/۵	۱۶
۳۰	۱/۴	۱۸	۱۲/۵	۱/۴	۲۱	۱۶	۱/۴	۲۴	۱۶	۱/۶	۲۹	۱۶
۵۰	۱/۴	۲۱/۵	۱۶	۱/۴	۲۵/۵	۱۶	۱/۶	۲۹/۵	۱۶	۱/۶	۳۵/۵	۲۲/۵
۱۰۰	۱/۶	۲۸/۵	۱۶	۱/۶	۳۳/۵	۲۲/۵	۱/۸	۳۹/۵	۲۲/۵	—	—	—
۲۰۰	۱/۶	۳۷	۲۲/۵	—	—	—	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۱۱: کابلهای هوایی مهاردار، پرنشده، با عناصر چهارتایی و ظرفیت خازنی زیاد

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر		
	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)
۱۰	۱/۴	۱۱	۱۲/۵	۱/۴	۱۲	۱۲/۵	۱/۴	۱۳	۱۲/۵	۱/۴	۱۵	۱۲/۵
۲۰	۱/۴	۱۳	۱۲/۵	۱/۴	۱۴/۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۶	۱۲/۵	۱/۴	۱۸/۵	۱۲/۵
۳۰	۱/۴	۱۴/۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۶	۱۲/۵	۱/۴	۱۸	۱۲/۵	۱/۴	۲۰/۵	۱۶
۵۰	۱/۴	۱۷	۱۲/۵	۱/۴	۱۹	۱۲/۵	۱/۴	۲۱	۱۶	۱/۴	۲۵	۱۶
۱۰۰	۱/۴	۲۱	۱۶	۱/۴	۲۴	۱۶	۱/۶	۲۸	۱۶	۱/۶	۳۳	۲۲/۵
۲۰۰	۱/۶	۲۷/۵	۱۶	۱/۶	۳۲	۲۲/۵	۱/۶	۳۶/۵	۲۲/۵	—	—	—

جدول ۱-۱۲: کابلهای هوایی مهاردار، پرنشده، با عناصر چهارتایی و ظرفیت خازنی کم

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر			هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر		
	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)	کمینه ضخامت غلاف هسته (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی هسته (میلیمتر)	کمینه استقامت کششی مهار (کیلو نیوتن)
۱۰	۱/۴	۱۲/۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۸	۱۲/۵
۲۰	۱/۴	۱۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۷	۱۲/۵	۱/۴	۱۹	۱۲/۵	۱/۴	۲۳	۱۶
۳۰	۱/۴	۱۶/۵	۱۲/۵	۱/۴	۱۹	۱۲/۵	۱/۴	۲۱/۵	۱۶	۱/۴	۲۶	۱۶
۵۰	۱/۴	۱۹/۵	۱۲/۵	۱/۴	۲۲/۵	۱۶	۱/۴	۲۵/۵	۱۶	۱/۶	۳۲	۲۲/۵
۱۰۰	۱/۴	۲۵/۵	۱۶	۱/۶	۳۰	۲۲/۵	۱/۶	۳۴	۲۲/۵	—	—	—
۲۰۰	۱/۶	۳۳/۵	۲۲/۵	۱/۸	۴۰	۲۲/۵	—	—	—	—	—	—

۳-۲-۳ انواع و موارد کاربرد

کابلهای هوایی مهاردار ممکن است در شبکه‌های تلفن محلی برای نصف بر روی پایه‌ها مورداستفاده قرار گیرد. این نوع کابل‌ها ممکن است در انواع A-2Y(St)2Y-T[1] و A-2Y(L)2Y-T[2] به صورت عناصر دو سیمه یا چهار سیمه تابیده به یکدیگر، با هادیهای عایقدار به قطرهای مختلف مانند ۰/۴، ۰/۵، ۰/۶ یا ۰/۸ میلیمتر، با شمار زوجهای ۱۰ تا حداکثر ۲۰۰ و با ظرفیت خازنی کم یا زیاد، طبق رنگ‌بندی استاندارد (جداول بند ۴-۳) ساخته شود.

۴ کابلهای زمینی

کابل زمینی تلفن کابلی است که ممکن است مستقیماً در زمین دفن و یا در داخل کانال نصب شود. در این گونه کابلها هستهٔ کابل ممکن است با هوا پر شود که در این صورت کابل «گازی»[3] یا «پرنشده» نامیده می‌شود و یا این که هسته با یک ماده آب‌بندی‌کننده پر شود که به این نوع کابل «پرشده» یا «ژله فیلد» اطلاق می‌شود. کابلهای زمینی بر حسب مورد مصرف ممکن است زره‌دار و یا بدون زره تولید گردد.

۴-۱ کابلهای پر نشده زمینی (گازی)

۴-۱-۱ استاندارد ساخت

کابلهای فرکانس پایین پر نشده یا ایرکور که دارای هادی مسی نرم، عایق یکپارچه یا سلولی پلی‌اولفین و غلاف پلی‌اولفین مقاوم رطوبت (مانند پلی‌اتیلن) می‌باشد باید برابر استاندارد IEC 60708-3 با یکی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی مشابه و یا توصیه‌های ITUT، طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

---

۱ - حروف شناسایی کابل:
A: کابل ممکن است در خارج از ساختمان مورداستفاده قرار گیرد.
2Y: عایق با غلاف از مادهٔ پلی‌اتیلن.
(st): حفاظ الکتروستاتیکی
(T): مهاردار
۲ - حروف شناسایی کابل:
A: کابل ممکن است در خارج از ساختمان مورداستفاده قرار گیرد.
2Y: عایق با غلاف از مادهٔ پلی‌اتیلن
(L): نوار آلومینیوم پوشیده از پلی‌اتیلن
(st): حفاظ الکتروستاتیکی
(T): مهاردار

3 - Air Core

۲-۱-۴ مشخصات فنی‌و ساختمان کابل

ساختمان کابل و مهمترین مشخصات فنی آن برابر استاندارد IEC 60708-3 به شرح زیر است:

الف ـ هادی

ـ هادی باید از یک رشته سیم مسی نرم با مقطع گرد و کیفیت یکنواخت بوده و مشخصات آن برابر استاندارد IEC60028 باشد.

ـ هادی معمولاً باید یک تکه باشد لیکن در موارد لازم اتصال هادیها در صورتی مجاز است که استقامت کششی محل اتصال از ۸۵ درصد استقامت کششی هادی یک تکه کمتر نباشد.

ـ مقاومت الکتریکی هادی در حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۱-۶ بیشتر باشد.

ـ ازدیاد طول نسبی هادی لخت تحت کشش در هنگام پاره شدن نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:

ـ هادیهای دارای قطر ۰/۴ میلیمتر ۱۰ درصد

ـ هادیهای دارای قطر بیش از ۰/۴ میلیمتر ۱۵ درصد

ب ـ عایق

ـ عایق باید از جنس پلی‌اتیلن یکپارچه یا سلولی برابر مشخصات ارائه شده در بند ۶ از نشریهٔ IEC60708-1 بوده و دارای ضخامتی باشد که کابل تکمیل شده با شرایط الکتریکی و مکانیکی موردنیاز مطابقت نماید.

ـ میزان مقاومت عایق در ۲۰ درجهٔ سانتیگراد، برای کابلهای پر نشده نباید از ۵۰۰۰ مگااهم کیلومتر کمتر باشد.

ـ میزان جمع شدگی عایق هنگامی که بر طبق بند 6.2 از استاندارد IEC538 اندازه‌گیری می‌شود نباید از ۵ درصد تجاوز نماید.

ـ میانگین ازدیاد طول نسبی عایق پلی‌اتیلن یکپارچه، با استفاده از روش آزمون مندرج در بند ۲ از استاندارد IEC538 نباید از ۳۰۰ درصد کمتر باشد.

ـ استقامت دی‌الکتریک عایق در برابر اعمال برق مستقیم (یا برق متناوب برابر با $\frac{Vd.c.}{1/5}$) باید در شرایط زیر کنترل شود:

هادی به هادی: ۲ کیلوولت برای مدت ۳ ثانیه

۱ کیلو ولت برای مدت یک دقیقه

هادی به حفاظ: ۶ کیلوولت برای مدت ۳ ثانیه

۳ کیلوولت برای مدت یک دقیقه

ج ـ عناصر کابل

هر عنصر کابل به صورت یکی از اشکال زیر خواهد بود:

ـ عنصر دوتایی شامل دو هادی عایقدار تابیده به یکدیگر که به ترتیب با عناوین سیم a و سیم b مشخص می‌شود یا

ـ عنصر چهارتایی مرکب از چهار هادی عایقدار تابیده به یکدیگر که به ترتیب با نامهای سیمa، سیم b، سیم c و سیم d مشخص می‌شود.

بیشینهٔ گام تاب عناصر ۳۰۰ میلیمتر باید درنظر گرفته شود.

ترتیب قرار گرفتن هادیهای عایقدار در عناصر کابل برابر شکل ۱-۳ خواهد بود.

شکل ۱-۳: ترتیب قرار گرفتن هادیهای عایقدار در عناصر کابل

د ـ دسته‌بندی عناصر

ـ عناصر کابلها باید براساس گروههای پایه به گونه‌ای دسته‌بندی شود که مجموع آن یک ترکیب معمول کابل متشکل از شمار زوج‌های مورد لزوم باشد.

ـ گروه‌های پایه ممکن است از ۱۰ زوج یا پنج عنصر چهار سیمه و یا ۲۵ زوج یا ۲۵ عنصر چهارسیمه تشکیل شود.

هـ ـ سیستم رنگ‌بندی

رنگ‌بندی کابل‌ها برابر سیستم ارائه شده در جدول بند ۴-۳ می‌باشد.

و ـ پوشش هسته

هستهٔ کابل باید به وسیلهٔ یک لایه حفاظتی مانند یک یا چند نوار به صورت طولی یا مارپیچی پوشیده شود.

ز ـ غلاف و حفاظ الکتروستاتیک

ـ غلاف کابل باید از جنس پلی اتیلن یا ساختمان مقاوم رطوبت باشد. این نوع غلاف که حفاظ الکتروستاتیکی را نیز تأمین می‌کند برای کابلهای ویژه دفن در زمین یا نصب در کانال ممکن

است با تراکم بالا (بیش از $0/940 g/cm^3$) باشد و برابر روش آزمون مندرج در استاندارد IEC 538 مورد آزمون قرار گیرد.

ـ نوار آلومینیوم مورد مصرف در این نوع کابل‌ها باید حداقل در یک طرف با قشری از ماده پلیمر اندود گردد. در مواردی که از نوار آلومینیوم بدون لایه پلیمر استفاده می‌شود حداقل ضخامت آن باید ۱۵۰ میکرومتر درنظر گرفته شود.

ـ نوار آلومینیومی، جز در مورد کابلهای دارای قطر کم، باید با حداقل همپوشانی ۶ میلیمتر به‌صورت طولی به کار برده شود. در کابلهای قطر کم حداقل همپوشانی نوار یاد شده باید از ۲۰ درصد سطح پیرامونی مقاوم رطوبت آن کمتر نباشد.

ـ میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده استقامت کششی غلاف نباید از ۱۰ مگاپاسکال کمتر باشد.

ـ میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده ازدیاد طول نسبی در هنگام پاره شدن نباید از ۲۵۰ درصد کمتر باشد.

ـ در کابلهای پر نشده غلاف کابل‌ها باید یا در برابر ولتاژ آزمون جرقه حداقل ۸KVrms یا ۱۲KVdc استقامت نماید و یا این که در برابر فشار گاز درونی برابر با ۵۰ تا ۱۰۰ کیلو پاسکال برای مدت ۲ ساعت مقاومت کند.

ـ نیروی لازم برای جدا کردن نوار آلومینیوم از پلی‌اتیلن نباید از ۰/۸ نیوتن در هر میلیمتر از عرض قطعه مورد آزمون کمتر باشد. (به بند 19.2 از استاندارد IEC60708-1 رجوع شود).

ح ـ شرایط خازنی

ـ ظرفیت خازنی بین سیمهای عایقدار نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۱-۷ تجاوز کند.

ـ ناموازنهٔ خازنی بین زوج‌ها در هر ۵۰۰ متر از طول کابل نباید از مقادیر جدول ۱-۸ تجاوز کند.

ط ـ زره کابل

ـ به‌منظور افزایش استقامت مکانیکی کابل در برابر آسیبهای ناشی از جونده‌ها و حشرات موذی، و ارتقاء سطح حفاظتی آن در برابر اختلال الکترومغناطیسی و برق آذرخش، ممکن است از زره کابل بر روی غلاف استفاده شود. مسلح نمودن کابل ممکن است با استفاده از نوار یا سیم‌های فلزی و یک لایه حفاظتی انجام شود.

۴-۱-۳ انواع و موارد کاربرد

کابلهای پر نشده زمینی ممکن است به صورت مسلح (زره‌دار) و یا غیرمسلح (بدون زره) ساخته شود. این گونه کابل‌ها، که ممکن است در داخل کانال یا مستقیماً در زیر زمین دفن شود، در تأسیسات تلفن در خارج از ساختمان و نیز به عنوان کابل تغذیه‌کننده مشترکین در شبکه‌های محلی به کار می‌رود و حفاظت آن به وسیلهٔ فشار هوا توصیه شده است. کابلهایی که دارای عایق یکپارچه می‌باشد ممکن است به صورت هوایی نیز مورداستفاده قرار گیرد. کابلهای غیرمسلح پرنشده مانند کابل A-2Y(st)2Y[1] باید در مناطقی خارج از ساختمان مورداستفاده قرار گیرد که احتمال صدمه و آسیب مکانیکی وجود نداشته باشد و یا کابل در کانال قرار داده شود. کابلهای مسلح گازی مانند کابل A-2Y(st)2YbY[2] که بر روی غلاف پلی‌اتیلن زره‌ای از سیم یا نوار فولادی وجود دارد و بر روی آن غلاف دیگری از پی ـ وی ـ سی کشیده شده است، مستقیماً در زیرزمین قابل دفن است و در مواردی که احتمال آسیب‌های مکانیکی مطرح است باید مورد استفاده قرار گیرد.

مشخصات انواع کابلهای پر نشده زمینی، با هادیهای مسی به قطرهای ۰/۴، ۰/۵، ۰/۶ و ۰/۸ میلیمتر، با غلاف پی اولفین مقاوم مرطوبت و شمار زوج‌های ۱۰ تا حداکثر ۲۰۰۰، شامل حداقل ضخامت غلاف و قطر خارجی کابل به تفکیک عناصر دو سیمه یا چهار سیمه تابیده به یکدیگر، عایق یکپارچه یا سلولی، و ظرفیت خازنی کم یا زیاد، برای سهولت مراجعه در جداول ۱-۱۳ تا ۱-۲۰ ارائه شده است.

---

۱ - حروف شناسایی کابل:
A: کابل ممکن است در خارج از ساختمان مورد استفاده قرار گیرد.
2Y: عایق یا غلاف از مادهٔ پلی‌اتیلن.
(st): حفاظ الکتروستاتیکی

۲ - حروف شناسایی کابل:
A: کابل ممکن است در خارج از ساختمان مورد استفاده قرار گیرد.
2Y: عایق یا غلاف از مادهٔ پلی‌اتیلن.
(st): حفاظ الکتروستاتیکی
b: زره فولادی
Y: غلاف پی وی سی

جدول ۱-۱۳:کابلهای پر نشده زمینی، با عناصر دوتایی، ظرفیت خازنی زیاد و عایق یکپارچه

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۱/۵	۱/۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۴	۱/۴	۱۷/۵
۲۰	۱/۴	۱۳/۵	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۲۱
۳۰	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹/۵	۱/۴	۲۴/۵
۵۰	۱/۴	۱۷/۵	۱/۴	۲۰	۱/۴	۲۳	۱/۶	۳۰/۵
۱۰۰	۱/۴	۲۲/۵	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۳۰/۵	۱/۸	۴۰/۵
۲۰۰	۱/۶	۲۹/۵	۱/۶	۳۴	۱/۸	۴۰/۵	۲	۵۵
۳۰۰	۱/۶	۳۴/۵	۱/۸	۴۰/۵	۱/۸	۴۸	۲/۲	۶۵
۴۰۰	۱/۸	۳۹/۵	۱/۸	۴۶	۲	۵۵	۲/۴	۷۳/۵
۶۰۰	۱/۸	۴۶/۵	۲	۵۵	۲/۲	۶۵/۵	—	—
۸۰۰	۲	۵۳/۵	۲/۲	۶۲/۵	۲/۴	۷۴	—	—
۹۰۰	۲	۵۶	۲/۲	۶۵/۵	۲/۴	۷۷/۵	—	—
۱۰۰۰	۲	۵۸/۵	۲/۲	۶۸/۵	۲/۴	۸۱	—	—
۱۲۰۰	۲/۲	۶۳/۵	۲/۴	۷۴	—	—	—	—
۱۶۰۰	۲/۴	۷۱/۵	۲/۴	۸۳/۵	—	—	—	—
۱۸۰۰	۲/۴	۷۵/۵	—	—	—	—	—	—
۲۰۰۰	۲/۴	۷۸/۵	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۱۴: کابلهای پر نشده زمینی، با عناصر دوتایی، ظرفیت خازنی کم و عایق یکپارچه

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۳/۵	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹/۵
۲۰	۱/۴	۱۶	۱/۴	۱۸/۵	۱/۴	۲۰/۵	۱/۴	۲۴/۵
۳۰	۱/۴	۱۸	۱/۴	۲۱	۱/۴	۲۴	۱/۶	۲۹
۵۰	۱/۴	۲۱/۵	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۲۹/۵	۱/۶	۳۵/۵
۱۰۰	۱/۶	۲۸/۵	۱/۶	۳۳/۵	۱/۸	۳۹/۵	۱/۸	۴۸
۲۰۰	۱/۶	۳۷	۱/۸	۴۵	۲	۵۳/۵	۲/۲	۶۵
۳۰۰	۱/۸	۴۴/۵	۲	۵۴/۵	۲/۲	۶۳/۵	۲/۴	۷۷/۵
۴۰۰	۲	۵۱	۲/۲	۶۱/۵	۲/۴	۷۱/۵	—	—
۶۰۰	۲	۶۰	۲/۴	۷۳	۲/۴	۸۵	—	—
۸۰۰	۲/۲	۶۸	۲/۴	۸۲	—	—	—	—
۹۰۰	۲/۴	۷۱/۵	—	—	—	—	—	—
۱۰۰۰	۲/۴	۷۵	—	—	—	—	—	—
۱۲۰۰	۲/۴	۸۱	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۱۵ : کابلهای پرنشده زمینی، با عناصر چهارتایی، ظرفیت خازنی زیاد و عایق یکپارچه

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۱	۱/۴	۱۲	۱/۴	۱۳	۱/۴	۱۵
۲۰	۱/۴	۱۳	۱/۴	۱۴/۵	۱/۴	۱۶	۱/۴	۱۸/۵
۳۰	۱/۴	۱۴/۵	۱/۴	۱۶	۱/۴	۱۸	۱/۴	۲۰/۵
۵۰	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۱	۱/۴	۲۵
۱۰۰	۱/۴	۲۱	۱/۴	۲۴	۱/۶	۲۸	۱/۶	۳۳
۲۰۰	۱/۶	۲۷/۵	۱/۶	۳۲	۱/۶	۳۶/۵	۱/۸	۴۴/۵
۳۰۰	۱/۶	۳۲/۵	۱/۸	۳۸	۱/۸	۴۳/۵	۲	۵۳/۵
۴۰۰	۱/۶	۳۶	۱/۸	۴۳	۲	۵۰	۲	۶۰
۶۰۰	۱/۸	۴۳/۵	۲	۵۱/۵	۲	۵۹	۲/۴	۷۱/۵
۸۰۰	۱/۸	۴۹	۲	۵۸	۲/۲	۶۷	۲/۴	۸۰/۵
۹۰۰	۲	۵۲	۲/۲	۶۱/۵	۲/۲	۷۰	۲/۴	۸۵
۱۰۰۰	۲	۵۴/۵	۲/۲	۶۴	۲/۴	۷۳/۵	—	—
۱۲۰۰	۲	۵۸/۵	۲/۲	۶۹	۲/۴	۷۹/۵	—	—
۱۶۰۰	۲/۲	۶۶/۵	۲/۴	۷۸	—	—	—	—
۱۸۰۰	۲/۲	۶۹/۵	۲/۴	۸۲	—	—	—	—
۲۰۰۰	۲/۴	۷۳	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۱۶ : کابلهای پرنشده زمینی، با عناصر چهارتایی، ظرفیت خازنی کم و عایق یکپارچه

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۴	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۸
۲۰	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۳
۳۰	۱/۴	۱۶/۵	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۱/۵	۱/۴	۲۶
۵۰	۱/۴	۱۹/۵	۱/۴	۲۲/۵	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۳۲
۱۰۰	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۳۰	۱/۶	۳۴	۱/۸	۴۳
۲۰۰	۱/۶	۳۳/۵	۱/۸	۴۰	۱/۸	۴۶	۲	۵۸
۳۰۰	۱/۸	۴۰	۱/۸	۴۷	۲	۵۵	۲/۲	۶۹
۴۰۰	۱/۸	۴۵	۲	۵۴	۲/۲	۶۲/۵	۲/۴	۷۸
۶۰۰	۲	۵۴	۲/۲	۶۴	۲/۴	۷۴	—	—
۸۰۰	۲/۲	۶۱/۵	۲/۴	۷۲/۵	۲/۴	۸۳/۵	—	—
۹۰۰	۲/۲	۶۴/۵	۲/۴	۷۶	—	—	—	—
۱۰۰۰	۲/۲	۶۷	۲/۴	۷۹/۵	—	—	—	—
۱۲۰۰	۲/۴	۷۲/۵	—	—	—	—	—	—
۱۶۰۰	۲/۴	۸۲	—	—	—	—	—	—

جدول ۱- ۱۷: کابلهای پرنشده زمینی، با عناصر دوتایی، ظرفیت خازنی زیاد و عایق سلولی

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۱/۵	۱/۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۳	۱/۴	۱۵/۵
۲۰	۱/۴	۱۳	۱/۴	۱۴/۵	۱/۴	۱۵/۵	۱/۴	۱۹
۳۰	۱/۴	۱۴/۵	۱/۴	۱۶/۵	۱/۴	۱۷/۵	۱/۴	۲۱/۵
۵۰	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹/۵	۱/۴	۲۱	۱/۴	۲۶
۱۰۰	۱/۴	۲۱/۵	۱/۴	۲۴/۵	۱/۶	۲۷	۱/۶	۳۴/۵
۲۰۰	۱/۶	۲۸	۱/۶	۳۲/۵	۱/۶	۳۵/۵	۱/۸	۴۶/۵
۳۰۰	۱/۶	۳۳	۱/۸	۳۹	۱/۸	۴۲/۵	۲	۵۶
۴۰۰	۱/۶	۳۷	۱/۸	۴۳/۵	۱/۸	۴۸	۲/۲	۶۳/۵
۶۰۰	۱/۸	۴۴	۲	۵۲/۵	۲	۵۷/۵	۲/۴	۷۵/۵
۸۰۰	۲	۵۰/۵	۲	۵۹	۲/۲	۶۵	۲/۴	۸۵
۹۰۰	۲	۵۳	۲/۲	۶۲/۵	۲/۲	۶۸/۵	—	—
۱۰۰۰	۲	۵۵/۵	۲/۲	۶۵	۲/۴	۷۲	—	—
۰۱۲۰۰	۲	۵۹/۵	۲/۲	۷۰	۲/۴	۷۷/۵	—	—
۱۶۰۰	۲/۲	۶۷/۵	۲/۴	۷۹/۵	—	—	—	—
۱۸۰۰	۲/۲	۷۰/۵	۲/۴	۸۳/۵	—	—	—	—
۲۰۰۰	۲/۴	۷۴	—	—	—	—	—	—

۱-۱۸:کابلهای پر نشده زمینی، با عناصر دوتایی، ظرفیت خازنی کم و عایق سلولی

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۴	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۸
۲۰	۱/۴	۱۴/۵	۱/۴	۱۶/۵	۱/۴	۱۸/۵	۱/۴	۲۲
۳۰	۱/۴	۱۶/۵	۱/۴	۱۸/۵	۱/۴	۲۱	۱/۴	۲۵/۵
۵۰	۱/۴	۱۹/۵	۱/۴	۲۲/۵	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۳۲
۱۰۰	۱/۴	۲۴/۵	۱/۶	۲۹/۵	۱/۶	۳۳/۵	۱/۸	۴۲/۵
۲۰۰	۱/۶	۳۲/۵	۱/۸	۳۹	۱/۸	۴۵	۲	۵۷/۵
۳۰۰	۱/۸	۳۹	۱/۸	۴۶	۲	۵۴/۵	۲/۲	۶۸/۵
۴۰۰	۱/۸	۴۳/۵	۲	۵۳	۲/۲	۶۱/۵	۲/۴	۷۷/۵
۶۰۰	۲	۵۲/۵	۲/۲	۶۳	۲/۴	۷۳	—	—
۸۰۰	۲	۵۹	۲/۲	۷۰/۵	۲/۴	۸۲	—	—
۹۰۰	۲/۲	۶۲/۵	۲/۴	۷۴/۵	—	—	—	—
۱۰۰۰	۲/۲	۶۵	۲/۴	۷۸	—	—	—	—
۱۲۰۰	۲/۲	۷۰	۲/۴	۸۴	—	—	—	—
۱۶۰۰	۲/۴	۷۹/۵	—	—	—	—	—	—
۱۸۰۰	۲/۴	۸۳/۵	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۱۹ :کابلهای پرنشده زمینی، با عناصر چهارتایی، ظرفیت خازنی زیاد و عایق سلولی

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۱	۱/۴	۱۲	۱/۴	۱۳	۱/۴	۱۵
۲۰	۱/۴	۱۳	۱/۴	۱۴/۵	۱/۴	۱۵/۵	۱/۴	۱۸/۵
۳۰	۱/۴	۱۴/۵	۱/۴	۱۶	۱/۴	۱۷/۵	۱/۴	۲۰/۵
۵۰	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۰/۵	۱/۴	۲۵
۱۰۰	۱/۴	۲۱	۱/۴	۲۴	۱/۶	۲۷	۱/۶	۳۳
۲۰۰	۱/۶	۲۷/۵	۱/۶	۳۲	۱/۶	۳۵	۱/۸	۴۴/۵
۳۰۰	۱/۶	۳۲/۵	۱/۸	۳۸	۱/۸	۴۲	۲	۵۳/۵
۴۰۰	۱/۶	۳۶	۱/۸	۴۳	۱/۸	۴۷	۲	۶۰
۶۰۰	۱/۸	۴۳/۵	۲	۵۱/۵	۲	۵۶/۵	۲/۴	۷۱/۵
۸۰۰	۱/۸	۴۹	۲	۵۸	۲/۲	۶۴	۲/۴	۸۰/۵
۹۰۰	۲	۵۲	۲/۲	۶۱/۵	۲/۲	۶۷	۲/۴	۸۵
۱۰۰۰	۲	۵۴/۵	۲/۲	۶۴	۲/۲	۷۰	—	—
۱۲۰۰	۲	۵۸/۵	۲/۲	۶۹	۲/۴	۷۶	—	—
۱۶۰۰	۲/۲	۶۶/۵	۲/۴	۷۸	—	—	—	—
۱۸۰۰	۲/۲	۶۹/۵	۲/۴	۸۲	—	—	—	—
۲۰۰۰	۲/۴	۷۳	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۲۰ :کابلهای پرنشده زمینی، با عناصر چهارتایی، ظرفیت خازنی کم و عایق سلولی

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۱/۵	۱/۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۳/۵	۱/۴	۱۸
۲۰	۱/۴	۱۳/۵	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۶/۵	۱/۴	۲۳
۳۰	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۶/۵	۱/۴	۱۸/۵	۱/۴	۲۶
۵۰	۱/۴	۱۷/۵	۱/۴	۱۹/۵	۱/۴	۲۲	۱/۶	۳۲
۱۰۰	۱/۴	۲۲	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۲۹	۱/۸	۴۳
۲۰۰	۱/۶	۲۹	۱/۶	۳۳/۵	۱/۸	۳۸/۵	۲	۵۸
۳۰۰	۱/۶	۳۴	۱/۸	۴۰	۱/۸	۴۵/۵	۲/۲	۶۹
۴۰۰	۱/۸	۳۸/۵	۱/۸	۴۵	۲	۵۲	۲/۴	۷۸
۶۰۰	۱/۸	۴۶	۲	۵۴	۲/۲	۶۲	—	—
۸۰۰	۲	۵۲/۵	۲/۲	۶۱/۵	۲/۲	۶۹/۵	—	—
۹۰۰	۲	۵۵	۲/۲	۶۴/۵	۲/۴	۷۳/۵	—	—
۱۰۰۰	۲	۵۷/۵	۲/۲	۶۷	۲/۴	۷۶/۵	—	—
۱۲۰۰	۲/۲	۶۲/۵	۲/۴	۷۲/۵	۲/۴	۸۲/۵	—	—
۱۶۰۰	۲/۲	۷۰	۲/۴	۸۲	—	—	—	—
۱۸۰۰	۲/۴	۷۴	—	—	—	—	—	—
۲۰۰۰	۲/۴	۷۷	—	—	—	—	—	—

۴-۲ کابلهای زمینی پرشده یا ژله فیلد

۴-۲-۱ استاندارد ساخت

کابلهای فرکانس پایین پر شده یا ژله فیلد، که با یک ماده آب‌بندی‌کننده پر می‌شود و دارای هادی مسی نرم، عایق یکپارچه یا سلولی پلی اولفین و غلاف پلی اولفین مقاوم رطوبت (مانند پلی‌اتیلن) می‌باشد باید برابر استاندارد IEC 60708-2 یا BS 3573 یا یکی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی مشابه و یا توصیه‌های ITUT، طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۴-۲-۲ مشخصات فنی و ساختمان کابل

ساختمان کابل و مهمترین مشخصات فنی آن برابر استاندارد IEC 60708-2 به شرح زیر است:

الف ـ هادی

ـ هادی باید از یک رشته سیم مسی نرم با مقطع گرد و کیفیت یکنواخت بوده و دارای مشخصات مندرج در نشریهٔ استاندارد IEC60028 باشد.

ـ هادی معمولاً باید یک تکه باشد لیکن در موارد لزوم اتصال هادیها در صورتی مجاز خواهد بود که استقامت کششی محل اتصال از ۸۵ درصد استقامت کششی هادی یک تکه کمتر نباشد.

ـ مقاومت الکتریکی هادی در حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۱-۶ بیشتر باشد.

ـ ازدیاد طول نسبی هادی لخت تحت کشش در زمان پاره شدن نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:

ـ هادیهای دارای قطر ۰/۴ میلیمتر ۱۰ درصد

ـ هادیهای دارای قطر بیش از ۰/۴ میلیمتر ۱۵ درصد

ب ـ عایق

ـ عایق باید از جنس پلی‌اتیلن یکپارچه یا سلولی برابر مشخصات ارائه شده در بند ۶ از نشریه IEC 60708-1 بوده و دارای ضخامتی باشد که کابل تکمیل شده با شرایط الکتریکی و مکانیکی موردنیاز مطابقت کند.

ـ میزان مقاومت عایق در ۲۰ درجه سانتیگراد، برای کابلهای پر شده نباید از ۱۵۰۰ مگااهم کیلومتر کمتر باشد.

ـ میزان جمع شدگی عایق هنگامی که بر طبق بند 6.2 از استاندارد IEC538 اندازه‌گیری می‌شود نباید از ۵ درصد تجاوز نماید.

ـ میانگین ازدیاد طول نسبی عایق پلی‌اتیلن یکپارچه، با استفاده از روش آزمون مندرج در بند ۲ از استاندارد IEC538 نباید از ۳۰۰ درصد کمتر باشد.

ـ استقامت دی‌الکتریک در برابر اعمال برق مستقیم (یا برق متناوب برابر با $\frac{Vd.c}{1/5}$)باید در شرایط زیر کنترل شود:

هادی به هادی: ۲کیلو ولت برای مدت ۳ ثانیه

۱ کیلوولت برای مدت یک دقیقه

هادی به حفاظ: ۶کیلو ولت برای مدت ۳ ثانیه

۳کیلو ولت برای مدت یک دقیقه

ج ـ عناصر کابل

هر عنصر کابل به صورت یکی از اشکال زیر خواهد بود:

ـ عنصر دوتایی شامل دو هادی عایقدار تابیده به یکدیگر که به ترتیب با عناوین سیم a و سیم b مشخص می‌شود، یا

ـ عنصر چهارتایی مرکب از چهار هادی عایقدار تابیده به یکدیگر که به ترتیب با نامهای سیم a، سیم b، سیم c و سیم d مشخص می‌شود.

بیشینه گام تاب عناصر ۲۰۰ میلیمتر باید درنظر گرفته شود.

ترتیب قرار گرفتن هادیهای عایقدار در شکل ۱-۳ ارائه شده است.

د ـ دسته‌بندی

ـ عناصر کابلها باید براساس گروه‌های پایه به گونه‌ای دسته‌بندی شود که مجموع آن یک واحد معمول کابل متشکل از شمار زوجهای موردنیاز باشد.

ـ گروه‌های پایه ممکن است از ۱۰ زوج یا ۵ عنصر چهار سیمه و یا ۲۵ زوج یا ۲۵ عنصر چهار سیمه تشکیل شود.

هـ ـ سیستم رنگ‌بندی

رنگ‌بندی کابلها برابر سیستم ارائه شده در بند ۴-۳ خواهد بود.

و ـ ماده پرکننده

در کابلهای پر شده یا ژله فیلد، به‌منظور جلوگیری از نفوذ آب به درون هسته باید فواصل و درزهای موجود درون آن به وسیلهٔ ماده مناسبی به‌طور پیوسته پر شود. (به بند 20.2 از استاندارد IEC 60708-1 رجوع شود). ماده پرکننده باید برابر استاندارد BS 3573 برای حرارت محیط موردمصرف مناسب، دارای پایداری فیزیکی، فاقد اثر بر روی رنگها و اجزاء کابل، به سهولت قابل زدودن، فاقد بوی نامطبوع و برای پوست ایمن باشد.

ز ـ پوشش هسته

هستهٔ کابل باید به وسیلهٔ یک لایهٔ حفاظتی مانند یک یا چند نوار به صورت طولی یا مارپیچی پوشیده شود.

ح ـ غلاف و حفاظ الکتروستاتیک

ـ غلاف کابل باید از جنس پلی‌اتیلن با ساختمان مقاوم رطوبت باشد. این نوع غلاف که حفاظ الکتروستاتیکی را نیز تأمین می‌کند برای کابلهای ویژه دفن در زمین یا نصب در کانال ممکن است با تراکم بالا (بیش از $0/940 g/cm^3$) باشد و برابر روش آزمون مندرج در استاندارد IEC 538 موردآزمون قرار گیرد.

ـ نوار آلومینیوم مورد مصرف در این نوع کابلها باید حداقل در یک طرف با قشری از مادهٔ پلیمر اندود گردد. در مواردی که از نوار آلومینیوم بدون لایه پلیمر استفاده می‌شود حداقل ضخامت آن باید ۱۵۰ میکرومتر باشد.

ـ نوار آلومینیومی، جز در مورد کابلهای دارای قطر کم، باید با حداقل همپوشانی ۶ میلیمتر به‌صورت طولی به کار برده شود. در کابلهای دارای قطر کم حداقل همپوشانی نوار یاد شده باید از ۲۰ درصد سطح پیرامونی مقاوم رطوبت آن کمتر نباشد.

ـ نیروی لازم برای جدا کردن نوار آلومینیوم از پلی‌اتیلن نباید از ۰/۸ نیوتن در هر میلیمتر از عرض قطعه مورد آزمون کمتر باشد. (به بند 19.2 از استاندارد IEC 60708-1 رجوع شود).

ـ میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده استقامت کششی غلاف نباید از ۱۰ مگاپاسکال کمتر باشد.

ـ میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده ازدیاد طول نسبی در هنگام پاره شدن نباید از ۳۵۰ درصد کمتر باشد.

ـ غلاف کابل باید در برابر ولتاژ آزمون جرقه حداقل ۸KVrms یا ۱۲KVdc استقامت نماید.

ط ـ شرایط خازنی

ـ ظرفیت خازنی بین سیمهای عایقدار نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۱-۷ تجاوز کند.

ـ ناموازنهٔ خازنی بین زوجها در هر ۵۰۰ متر از طول کابل نباید از مقادیر جدول ۱-۸ متجاوز باشد.

ی ـ زره کابل

ـ به‌منظور افزایش استقامت مکانیکی کابل در برابر صدمه و آسیب ناشی از جانوران جونده و حشرات موذی، و ارتقاء سطح حفاظتی آن در برابر اختلال الکترومغناطیسی و برق صاعقه، کابل باید با استفاده از نوار یا سیم‌های فلزی و یک لایه حفاظتی بر روی آن زره‌دار شود.

ک ـ بستن انتهای کابل

به‌منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت به درون کابل، انتهای دو سر کابلهای کامل شده باید پس از اتمام بازرسی و انجام آزمون‌های پذیرش به‌طور کامل بسته شود.

۳-۲-۴ انواع و موارد کاربرد

کابلهای پر شده زمینی ممکن است به صورت مسلح (زره‌دار) و یا غیرمسلح (بدون زره) ساخته شود. اینگونه کابل‌ها، که ممکن است در داخل کانال یا مستقیماً در زیر زمین دفن شود، در شبکه تلفن شهری به عنوان کابل مشترکین و یا کابل ارتباطی بین مراکز تلفن مورد استفاده قرار می‌گیرد. ساختمان کابلها به‌گونه‌ای است که در صورت آسیب دیدن غلاف کابل امکان نفوذ و گسترش آب به داخل آن بسیار کم خواهد بود. کابلهای غیر مسلح ژله فیلد یا وازلینی مانند A-2YF(L)2Y[1] در مناطقی در خارج از ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد که احتمال صدمه و آسیب مکانیکی به کابل وجود نداشته باشد و یا این که کابل در لوله در کانال قرار داده شود. کابلهای مسلح پر شده مانند کابل A-2yF(L)2Yb2Y[1] که بر روی غلاف پلی‌اتیلن زره‌ای از سیم یا نوار فولادی وجود دارد و بر روی آن غلاف دیگری از پلی‌اتیلن کشیده شده است، مستقیماً در زیر سطح زمین قابل دفن است و در مواردی که احتمال آسیب‌های مکانیکی مطرح است باید مورداستفاده قرار گیرد.

مشخصات انواع کابلهای پرشده زمینی، با هادیهای مسی به قطرهای ۰/۴، ۰/۵، ۰/۶ و ۰/۸ میلیمتر، با غلاف پلی‌اولفین مقاوم رطوبت و شمار زوجهای ۱۰ تا حداکثر ۲۰۰۰، شامل حداقل ضخامت غلاف و قطر خارجی کابل به تفکیک عناصر دوتایی یا چهارتایی تابیده به یکدیگر، عایق یکپارچه یا سلولی، و ظرفیت خازنی کم یا زیاد، برای سهولت مراجعه در جداول ۱-۲۱ تا ۱-۲۸ ارائه شده است.

---

۱ - حروف شناسایی کابل:

A: کابل مورداستفاده در خارج از ساختمان.

2y: عایق یا غلاف از مادهٔ پلی‌اتیلن.

f: هستهٔ کابل پر شده از مواد پرکننده.

(L): نوار آلومینیوم پوشیده از پلی‌اتیلن متصل به غلاف خارجی.

b: زره فولادی

جدول ۱-۲۱ : کابلهای پرشده زمینی، با عناصر دوتایی، ظرفیت خازنی زیاد و عایق یکپارچه

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۴	۱/۴	۱۵/۵	۱/۴	۱۹
۲۰	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۳/۵
۳۰	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹/۵	۱/۴	۲۱/۵	۱/۶	۲۸
۵۰	۱/۴	۲۰	۱/۴	۲۳	۱/۴	۲۶	۱/۶	۳۴
۱۰۰	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۳۰/۵	۱/۶	۳۴/۵	۱/۸	۴۶
۲۰۰	۱/۶	۳۴	۱/۸	۴۰/۵	۱/۸	۴۶/۵	۲/۲	۶۲/۵
۳۰۰	۱/۸	۴۰/۵	۱/۸	۴۸	۲	۵۶	۲/۴	۷۴
۴۰۰	۱/۸	۴۶	۲	۵۵	۲/۲	۶۳/۵	۲/۴	۸۳/۵
۶۰۰	۲	۵۵	۲/۲	۶۵/۵	۲/۴	۷۵/۵	—	—
۸۰۰	۲/۲	۶۲/۵	۲/۴	۷۴	۲/۴	۸۵	—	—
۹۰۰	۲/۲	۶۵/۵	۲/۴	۷۷/۵	—	—	—	—
۱۰۰۰	۲/۲	۶۸/۵	۲/۴	۸۱	—	—	—	—
۱۲۰۰	۲/۴	۷۴	—	—	—	—	—	—
۱۶۰۰	۲/۴	۸۳/۵	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۲۲: کابلهای پرشده زمینی، با عناصر دوتایی، ظرفیت خازنی کم و عایق یکپارچه

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۲/۵
۲۰	۱/۴	۱۸	۱/۴	۲۰/۵	۱/۴	۲۳/۵	۱/۶	۲۹
۳۰	۱/۴	۲۰/۵	۱/۴	۲۴	۱/۶	۲۸	۱/۶	۳۴
۵۰	۱/۴	۲۴/۵	۱/۶	۲۹/۵	۱/۶	۳۴	۱/۸	۴۲
۱۰۰	۱/۶	۳۲/۵	۱/۸	۳۹/۵	۱/۸	۴۶	۲	۵۷
۲۰۰	۱/۸	۴۳/۵	۲	۵۳/۵	۲/۲	۶۲/۵	۲/۴	۷۶/۵
۳۰۰	۲	۵۲/۵	۲/۲	۶۳/۵	۲/۴	۷۴	—	—
۴۰۰	۲	۵۹	۲/۴	۷۱/۵	۲/۴	۸۳	—	—
۶۰۰	۲/۲	۷۰	۲/۴	۸۵	—	—	—	—
۸۰۰	۲/۴	۷۹/۵	—	—	—	—	—	—
۹۰۰	۲/۴	۸۳/۵	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۲۳ :کابل پرشده زمینی، با عناصر چهارتایی، ظرفیت خازنی زیاد و عایق یکپارچه

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۱/۵	۱/۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۴	۱/۴	۱۶
۲۰	۱/۴	۱۳/۵	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۲۰/۵
۳۰	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۶/۵	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۳
۵۰	۱/۴	۱۷/۵	۱/۴	۱۹/۵	۱/۴	۲۲/۵	۱/۶	۲۸/۵
۱۰۰	۱/۴	۲۲	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۳۰	۱/۶	۳۷
۲۰۰	۱/۶	۲۹	۱/۶	۳۳/۵	۱/۸	۴۰	۲	۵۱
۳۰۰	۱/۶	۳۴	۱/۸	۴۰	۱/۸	۴۷	۲	۶۰
۴۰۰	۱/۸	۳۸/۵	۱/۸	۴۵	۲	۵۴	۲/۲	۶۸
۶۰۰	۱/۸	۴۶	۲	۵۴	۲/۲	۶۴	۲/۴	۸۱
۸۰۰	۲	۵۲/۵	۲/۲	۶۱/۵	۲/۴	۷۲/۵	—	—
۹۰۰	۲	۵۵	۲/۲	۶۴/۵	۲/۴	۷۶	—	—
۱۰۰۰	۲	۵۷/۵	۲/۲	۶۷	۲/۴	۷۹/۵	—	—
۱۲۰۰	۲/۲	۶۲/۵	۲/۴	۷۲/۵	—	—	—	—
۱۶۰۰	۲/۲	۷۰	۲/۴	۸۲	—	—	—	—
۱۸۰۰	۲/۴	۷۴	—	—	—	—	—	—
۲۰۰۰	۲/۴	۷۷	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۲۴ :کابلهای پرشده زمینی، با عناصر چهارتایی، ظرفیت خازنی کم و عایق یکپارچه

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۴	۱/۴	۱۵/۵	۱/۴	۱۷/۵	۱/۴	۲۰
۲۰	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹/۵	۱/۴	۲۲	۱/۴	۲۵/۵
۳۰	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۲	۱/۴	۲۵	۱/۶	۳۰
۵۰	۱/۴	۲۲/۵	۱/۶	۲۷	۱/۶	۳۰/۵	۱/۶	۳۶/۵
۱۰۰	۱/۶	۳۰	۱/۶	۳۵	۱/۸	۴۱	۲	۵۰
۲۰۰	۱/۸	۴۰	۱/۸	۴۷/۵	۲	۵۵/۵	۲/۲	۶۷
۳۰۰	۱/۸	۴۷	۲	۵۷	۲/۲	۶۵/۵	۲/۴	۷۹/۵
۴۰۰	۲	۵۴	۲/۲	۶۴/۵	۲/۴	۷۴/۵	—	
۶۰۰	۲/۲	۶۴	۲/۴	۷۶/۵	—	—	—	
۸۰۰	۲/۴	۷۲/۵	—	—	—	—	—	
۹۰۰	۲/۴	۷۶	—	—	—	—	—	
۱۰۰۰	۲/۴	۷۹/۵	—	—	—	—	—	

جدول ۱-۲۵ : کابلهای پر شده زمینی، با عناصر دوتایی، ظرفیت خازنی زیاد و عایق سلولی

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۱/۵	۱/۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۴	۱/۴	۱۷
۲۰	۱/۴	۱۳/۵	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۲۰/۵
۳۰	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹/۵	۱/۴	۲۴
۵۰	۱/۴	۱۷/۵	۱/۴	۲۰	۱/۴	۲۳	۱/۶	۲۹/۵
۱۰۰	۱/۴	۲۲/۵	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۳۰/۵	۱/۸	۳۹/۵
۲۰۰	۱/۶	۲۹/۵	۱/۶	۳۴	۱/۸	۴۰/۵	۲	۵۳/۵
۳۰۰	۱/۶	۳۴/۵	۱/۸	۴۰/۵	۱/۸	۴۸	۲/۲	۶۳/۵
۴۰۰	۱/۸	۳۹/۵	۱/۸	۴۶	۲	۵۵	۲/۴	۷۱/۵
۶۰۰	۱/۸	۴۶/۵	۲	۵۵	۲/۲	۶۵/۵	۲/۴	۸۵
۸۰۰	۲	۵۳/۵	۲/۲	۶۲/۵	۲/۴	۷۴	—	—
۹۰۰	۲	۵۶	۲/۲	۶۵/۵	۲/۴	۷۷/۵	—	—
۱۰۰۰	۲	۵۸/۵	۲/۲	۶۸/۵	۲/۴	۸۱	—	—
۱۲۰۰	۲/۲	۶۳/۵	۲/۴	۷۴	—	—	—	—
۱۶۰۰	۲/۴	۷۱/۵	۲/۴	۸۳/۵	—	—	—	—
۱۸۰۰	۲/۴	۷۵/۵	—	—	—	—	—	—
۲۰۰۰	۲/۴	۷۸/۵	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۲۶ :کابلهای پر شده زمینی، با عناصر دوتایی، ظرفیت خازنی کم و عایق سلولی

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۳/۵	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹/۵
۲۰	۱/۴	۱۶	۱/۴	۱۸/۵	۱/۴	۲۰/۵	۱/۴	۲۴/۵
۳۰	۱/۴	۱۸	۱/۴	۲۱	۱/۴	۲۴	۱/۶	۲۹
۵۰	۱/۴	۲۱/۵	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۲۹/۵	۱/۶	۳۵/۵
۱۰۰	۱/۶	۲۸/۵	۱/۶	۳۳/۵	۱/۸	۳۹/۵	۱/۸	۴۸
۲۰۰	۱/۶	۳۷	۱/۸	۴۵	۲	۵۳/۵	۲/۲	۶۵
۳۰۰	۱/۸	۴۴/۵	۲	۵۴/۵	۲/۲	۶۳/۵	۲/۴	۷۷/۵
۴۰۰	۲	۵۱	۲/۲	۶۱/۵	۲/۴	۷۱/۵	—	—
۶۰۰	۲	۶۰	۲/۴	۷۳	۲/۴	۸۵	—	—
۸۰۰	۲/۲	۶۸	۲/۴	۸۲	—	—	—	—
۹۰۰	۲/۴	۷۱/۵	—	—	—	—	—	—
۱۰۰۰	۲/۴	۷۵	—	—	—	—	—	—
۱۲۰۰	۲/۴	۸۱	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۲۷: کابلهای پرشده زمینی، با عناصر چهارتایی، ظرفیت خازنی زیاد و عایق سلولی

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۱	۱/۴	۱۲	۱/۴	۱۳	۱/۴	۱۵
۲۰	۱/۴	۱۳	۱/۴	۱۴/۵	۱/۴	۱۵/۵	۱/۴	۱۹
۳۰	۱/۴	۱۴/۵	۱/۴	۱۶	۱/۴	۱۷/۵	۱/۴	۲۱/۵
۵۰	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۰/۵	۱/۴	۲۵/۵
۱۰۰	۱/۴	۲۱	۱/۴	۲۴	۱/۶	۲۷	۱/۶	۳۴
۲۰۰	۱/۶	۲۷/۵	۱/۶	۳۲	۱/۶	۳۵	۱/۸	۴۶
۳۰۰	۱/۶	۳۲/۵	۱/۸	۳۸	۱/۸	۴۲	۲	۵۵
۴۰۰	۱/۶	۳۶	۱/۸	۴۳	۱/۸	۴۷	۲/۲	۶۲/۵
۶۰۰	۱/۸	۴۳/۵	۲	۵۱/۵	۲	۵۶/۵	۲/۴	۷۴
۸۰۰	۱/۸	۴۹	۲	۵۸	۲/۲	۶۴	۲/۴	۸۳/۵
۹۰۰	۲	۵۲	۲/۲	۶۱/۵	۲/۲	۶۷	—	—
۱۰۰۰	۲	۵۴/۵	۲/۲	۶۴	۲/۲	۷۰	—	—
۱۲۰۰	۲	۵۸/۵	۲/۲	۶۹	۲/۴	۷۶	—	—
۱۶۰۰	۲/۲	۶۶/۵	۲/۴	۷۸	—	—	—	—
۱۸۰۰	۲/۲	۶۹/۵	۲/۴	۸۲	—	—	—	—
۲۰۰۰	۲/۴	۷۳	—	—	—	—	—	—

جدول ۱-۲۸ : کابلهای پرشده زمینی، با عناصر چهارتایی، ظرفیت خازنی کم و عایق سلولی

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۴	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۸
۲۰	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۳
۳۰	۱/۴	۱۶/۵	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۱/۵	۱/۴	۲۶
۵۰	۱/۴	۱۹/۵	۱/۴	۲۲/۵	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۳۲
۱۰۰	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۳۰	۱/۶	۳۴	۱/۸	۴۳
۲۰۰	۱/۶	۳۳/۵	۱/۸	۴۰	۱/۸	۴۶	۲	۵۸
۳۰۰	۱/۸	۴۰	۱/۸	۴۷	۲	۵۵	۲/۲	۶۹
۴۰۰	۱/۸	۴۵	۲	۵۴	۲/۲	۶۲/۵	۲/۴	۷۸
۶۰۰	۲	۵۴	۲/۲	۶۴	۲/۴	۷۴	—	—
۸۰۰	۲/۲	۶۱/۵	۲/۴	۷۲/۵	۲/۴	۸۳/۵	—	—
۹۰۰	۲/۲	۶۴/۵	۲/۴	۷۶	—	—	—	—
۱۰۰۰	۲/۲	۶۷	۲/۴	۷۹/۵	—	—	—	—
۱۲۰۰	۲/۴	۷۲/۵	—	—	—	—	—	—
۱۶۰۰	۲/۴	۸۲	—	—	—	—	—	—

۴-۳ سیستم رنگ‌بندی کابلهای فرکانس پایین با عایق پلی‌اولفین و غلاف ضدرطوبت پلی‌اولفین

سیستم رنگ‌بندی این نوع کابلها براساس استاندارد IEC 60708-1 به شرح زیر است:

۴-۳-۱ گروههای پایه، زیرگروهها و کابلها تا ۱۰۰ زوجی یا ۱۰۰ عنصر چهارتایی

به‌منظور تشخیص زوجها یا چهار سیمه‌ها در هر کابل، سه طرح رنگ‌بندی با گروهها یا زیرگروههای متفاوت به شرح زیر مورداستفاده قرار می‌گیرد.

۴-۳-۱-۱ زیرگروههای حاوی ده زوج یا پنج عنصر چهارتایی

هر یک از زوجها یا عناصر چهار سیمه در زیرگروههای حاوی ده زوج یا پنج عنصر چهار سیمه باید به وسیلهٔ رنگ عایق هر یک از هادیها برابر جدول رنگ‌بندی ۱-۲۹ مشخص شود.

در مواردی که کابلهای ۵۰ زوج (۲۵ عنصر چهارسیمه) یا ۱۰۰ زوج (۵۰ عنصر چهارسیمه) از زیر گروههای حاوی ده زوج یا پنج عنصر چهار سیمه تشکیل می‌شود، زیر گروهها باید به وسیلهٔ رنگ بند نخی یا نواری که بر روی آن بسته می‌گردد، برابر جدول رنگ‌بندی ۱-۳۰ مشخص شود.

۴-۳-۱-۲ گروه‌های پایه حاوی ۲۵ زوج

هر یک از زوجها در گروه‌های پایه ۲۵ زوج باید به وسیله رنگ عایق هر یک از هادیها برابر جدول رنگ‌بندی ۱-۳۱ مشخص شود.

در مواردی که کابلهای ۵۰ زوج یا ۱۰۰ زوج حاوی گروه‌های پایه ۲۵ زوج می‌باشد. گروه‌های پایه باید به وسیلهٔ رنگ بند نخی یا نواری، که بر روی گروههای مزبور بسته می‌شود برابر جدول رنگ‌بندی ۱-۲۲ مشخص گردد.

۴-۳-۱-۳ گروه‌های پایه حاوی ۲۵ عنصر چهار سیمه

در گروههای پایه حاوی ۲۵ عنصر چهار سیمه، رنگ عایق هادیهای هر یک از عناصر باید برابر جدول رنگ‌بندی ۱-۳۳ مشخص شود.

در مواردی که کابلهای حاوی ۵۰ عنصر چهار سیمه (۱۰۰ زوج) و ۱۰۰ عنصر چهار سیمه (۲۰۰ زوج) از گروههای پایه ۲۵ عنصر چهار سیمه تشکیل می‌شود، گروههای پایه باید به وسیله رنگ‌بند نخی یا نواری که بر روی گروههای مزبور بسته می‌شود برابر جدول ۱-۳۲ مشخص گردد.

۴-۳-۲ کابلهای حاوی بیش از ۱۰۰ زوج یا ۱۰۰ عنصر چهار سیمه

در این گونه کابلها، گروههای پایه باید در لایه‌های هم مرکز قرار داده شده و ترجیحاً به وسیلهٔ رنگ

جدول ۱-۲۸ : کابلهای پرشده زمینی، با عناصر چهارتایی، ظرفیت خازنی کم و عایق سلولی

تعداد زوج	هادی با قطر ۰/۴ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۵ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۶ میلیمتر		هادی با قطر ۰/۸ میلیمتر	
	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)	کمینه ضخامت غلاف کابل (میلیمتر)	بیشینه قطر خارجی کابل (میلیمتر)
۱۰	۱/۴	۱۲/۵	۱/۴	۱۴	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۸
۲۰	۱/۴	۱۵	۱/۴	۱۷	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۳
۳۰	۱/۴	۱۶/۵	۱/۴	۱۹	۱/۴	۲۱/۵	۱/۴	۲۶
۵۰	۱/۴	۱۹/۵	۱/۴	۲۲/۵	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۳۲
۱۰۰	۱/۴	۲۵/۵	۱/۶	۳۰	۱/۶	۳۴	۱/۸	۴۳
۲۰۰	۱/۶	۳۳/۵	۱/۸	۴۰	۱/۸	۴۶	۲	۵۸
۳۰۰	۱/۸	۴۰	۱/۸	۴۷	۲	۵۵	۲/۲	۶۹
۴۰۰	۱/۸	۴۵	۲	۵۴	۲/۲	۶۲/۵	۲/۴	۷۸
۶۰۰	۲	۵۴	۲/۲	۶۴	۲/۴	۷۴	—	—
۸۰۰	۲/۲	۶۱/۵	۲/۴	۷۲/۵	۲/۴	۸۳/۵	—	—
۹۰۰	۲/۲	۶۴/۵	۲/۴	۷۶	—	—	—	—
۱۰۰۰	۲/۲	۶۷	۲/۴	۷۹/۵	—	—	—	—
۱۲۰۰	۲/۴	۷۲/۵	—	—	—	—	—	—
۱۶۰۰	۲/۴	۸۲	—	—	—	—	—	—

۴-۳ سیستم رنگ‌بندی کابلهای فرکانس پایین با عایق پلی‌اولفین و غلاف ضدرطوبت پلی‌اولفین

سیستم رنگ‌بندی این نوع کابلها براساس استاندارد IEC 60708-1 به شرح زیر است:

۴-۳-۱ گروههای پایه، زیرگروهها و کابلها تا ۱۰۰ زوجی یا ۱۰۰ عنصر چهارتایی

به‌منظور تشخیص زوجها یا چهار سیمه‌ها در هر کابل، سه طرح رنگ‌بندی با گروهها یا زیرگروههای متفاوت به شرح زیر مورداستفاده قرار می‌گیرد.

۴-۳-۱-۱ زیرگروههای حاوی ده زوج یا پنج عنصر چهارتایی

هر یک از زوجها یا عناصر چهار سیمه در زیرگروههای حاوی ده زوج یا پنج عنصر چهار سیمه باید به وسیلهٔ رنگ عایق هر یک از هادیها برابر جدول رنگ‌بندی ۱-۲۹ مشخص شود.

در مواردی که کابلهای ۵۰ زوج (۲۵ عنصر چهارسیمه) یا ۱۰۰ زوج (۵۰ عنصر چهارسیمه) از زیر گروههای حاوی ده زوج یا پنج عنصر چهار سیمه تشکیل می‌شود، زیر گروهها باید به وسیلهٔ رنگ بند نخی یا نواری که بر روی آن بسته می‌گردد، برابر جدول رنگ‌بندی ۱-۳۰ مشخص شود.

۴-۳-۱-۲ گروه‌های پایه حاوی ۲۵ زوج

هر یک از زوجها در گروه‌های پایه ۲۵ زوج باید به وسیله رنگ عایق هر یک از هادیها برابر جدول رنگ‌بندی ۱-۳۱ مشخص شود.

در مواردی که کابلهای ۵۰ زوج یا ۱۰۰ زوج حاوی گروه‌های پایه ۲۵ زوج می‌باشد. گروه‌های پایه باید به وسیلهٔ رنگ بند نخی یا نواری، که بر روی گروههای مزبور بسته می‌شود برابر جدول رنگ‌بندی ۱-۲۲ مشخص گردد.

۴-۳-۱-۳ گروه‌های پایه حاوی ۲۵ عنصر چهار سیمه

در گروههای پایه حاوی ۲۵ عنصر چهار سیمه، رنگ عایق هادیهای هر یک از عناصر باید برابر جدول رنگ‌بندی ۱-۳۳ مشخص شود.

در مواردی که کابلهای حاوی ۵۰ عنصر چهار سیمه (۱۰۰ زوج) و ۱۰۰ عنصر چهار سیمه (۲۰۰ زوج) از گروههای پایه ۲۵ عنصر چهار سیمه تشکیل می‌شود، گروههای پایه باید به وسیله رنگ‌بند نخی یا نواری که بر روی گروههای مزبور بسته می‌شود برابر جدول ۱-۳۲ مشخص گردد.

۴-۳-۲ کابلهای حاوی بیش از ۱۰۰ زوج یا ۱۰۰ عنصر چهار سیمه

در این گونه کابلها، گروههای پایه باید در لایه‌های هم مرکز قرار داده شده و ترجیحاً به وسیلهٔ رنگ

بند نخی یا نوار که بر روی آن بسته می‌شود مشخص گردد.
شناسایی این نوع کابلها همچنین ممکن است با استفاده از بندهای شماره‌گذاری شده نیز انجام شود.

۴-۳-۲-۱ سیستم شناسایی گروههای پایه با استفاده از گروههای نشانه و یا مرجع

در هر لایه کابل، گروه نشانه باید به وسیلهٔ بندهای قرمز رنگ، گروه مرجع به وسیلهٔ بندهای سبز رنگ و گروههای دیگر به وسیلهٔ بندهایی با تباین رنگ یا با رنگ‌های طبیعی مشخص شود.
گروههای نشانه و مرجع باید در جوار یکدیگر بوده و جهت شمارش گروهها در لایه‌های مختلف کابل باید یکسان باشد.

۴-۳-۲-۲ سیستم شناسایی گروههای پایه با استفاده از گروههای نشانه

در هر لایه کابل گروه پایه نشانه به وسیلهٔ بندهای قرمز رنگ مشخص خواهد شد و دیگر گروهها به وسیلهٔ بندهایی با رنگهای مباین یا طبیعی مشخص می‌گردد.

۴-۳-۲-۳ سیستم رنگ‌بندی کامل برای کابلهای بزرگتر از ۱۰۰ زوج حاوی گروههای پایه ۲۵ زوج

هر یک از گروههای پایه ۲۵ زوج در کابلهای بزرگتر از ۱۰۰ زوج باید به وسیلهٔ رنگ بند نخی یا نواری که بر روی گروه‌های مزبور بسته می‌شود برابر جدول ۱-۳۴ مشخص گردد.

۴-۳-۲-۴ سیستم رنگ‌بندی کامل برای کابلهای دارای بیش از ۱۰۰ زوج یا ۵۰ عنصر چهار سیمه حاوی گروههای پایه ۱۰۰ زوج (۵۰ عنصر چهار سیمه).

هر یک از گروههای پایه ۱۰۰ زوج (۵۰ عنصر چهار سیمه) با زیرگروه‌های ۱۰ زوج یا پنج عنصر چهار سیمه یا ۲۵ عنصر چهار سیمه باید به وسیلهٔبندی که بر روی آن بسته می‌شود برابر جدول رنگ‌بندی ۱-۳۵ مشخص گردد.

جدول ۱-۲۹ : رنگ‌بندی زوجها در زیرگروههای پایه ۱۰ زوج یا پنج عنصر چهارسیمه

ده زوج

	رنگ عایق	
شماره زوج	سیم A	سیم B
۱	سفید	آبی
۲	سفید	نارنجی
۳	سفید	سبز
۴	سفید	قهوه‌ای
۵	سفید	خاکستری
۶	قرمز	آبی
۷	قرمز	نارنجی
۸	قرمز	سبز
۹	قرمز	قهوه‌ای
۱۰	قرمز	خاکستری

پنج عنصر چهارسیمه

	رنگ عایق			
شماره زوج	سیم A	سیم B	سیم C	سیم D
۱	سفید	آبی	فیروزه‌ای	بنفش
۲	سفید	نارنجی	فیروزه‌ای	بنفش
۳	سفید	سبز	فیروزه‌ای	بنفش
۴	سفید	قهوه‌ای	فیروزه‌ای	بنفش
۵	سفید	خاکستری	فیروزه‌ای	بنفش

جدول ۱-۳۰ : سیستم رنگ‌بندی زیرگروههای پایه ۱۰ زوج یا ۵ عنصر چهارسیمه در کابلها یاگروههای ۵۰ زوج (۲۵ عنصر چهارسیمه) و ۱۰۰ زوج (۵۰ عنصر چهارسیمه)

۱ ـ سیستم رنگ‌بندی کامل:

شماره گروه پایه	رنگ بندها
۱	آبی
۲	نارنجی
۳	سبز
۴	قهوه‌ای
۵	خاکستری
۶	سفید
۷	قرمز
۸	سیاه
۹	زرد
۱۰	بنفش

۲ ـ سیستم شناسایی زیرگروههای پایه با استفاده از زیرگروههای نشانه / مرجع

در هر لایه کابل زیرگروه نشانه باید به وسیلهٔ بندهای قرمز رنگ، زیرگروه مرجع به وسیلهٔ بندهای سبز رنگ و زیرگروههای پایه دیگر به وسیلهٔ بندهایی با تباین رنگ یا با رنگهای طبیعی مشخص شود. زیر گروههای نشانه و مرجع در جوار یکدیگر خواهد بود و جهت شمارش زیرگروهها در دو لایه کابل باید یکسان باشد.

۳ ـ سیستم شناسایی زیرگروههای پایه با استفاده از زیرگروههای نشانه

در هر لایه کابل زیر گروه پایه نشانه به وسیلهٔ بندهای قرمز رنگ مشخص خواهد شد و دیگر زیرگروهها به وسیلهٔ بندهایی با تباین رنگ یا با رنگهای طبیعی مشخص می‌گردد.

جدول ۱-۳۱: رنگ‌بندی زوجها در گروه پایه ۲۵ زوج

شماره زوج	رنگ عایق	
	سیم A	سیم B
۱	سفید	آبی
۲	سفید	نارنجی
۳	سفید	سبز
۴	سفید	قهوه‌ای
۵	سفید	خاکستری
۶	قرمز	آبی
۷	قرمز	نارنجی
۸	قرمز	سبز
۹	قرمز	قهوه‌ای
۱۰	قرمز	خاکستری
۱۱	سیاه	آبی
۱۲	سیاه	نارنجی
۱۳	سیاه	سبز
۱۴	سیاه	قهوه‌ای
۱۵	سیاه	خاکستری
۱۶	زرد	آبی
۱۷	زرد	نارنجی
۱۸	زرد	سبز
۱۹	زرد	قهوه‌ای
۲۰	زرد	خاکستری
۲۱	بنفش	آبی
۲۲	بنفش	نارنجی
۲۳	بنفش	سبز
۲۴	بنفش	قهوه‌ای
۲۵	بنفش	خاکستری

جدول ۱-۳۲ : رنگ‌بندی گروههای پایه ۲۵ زوج یا چهار سیمه در کابلهای ۵۰ زوج یا چهار سیمه و ۱۰۰ زوج یا چهار سیمه

شماره گروه ۲۵ زوج یا چهار سیمه	۱	۲	۳	۴
رنگ‌بندها	آبی	نارنجی	سبز	قهوه‌ای

توجه:

۱ ـ به هر یک از چهار رنگ فوق، سفید نیز ممکن است افزوده شود.

۲ ـ در گروههای چندتایی مرکب از ۵۰ یا ۱۰۰ زوج یا چهارتایی نیز ممکن است به کار برده شود.

جدول ۱-۳۳ : رنگ‌بندی چهار سیمه‌ها در گروه پایه ۲۵ چهارسیمه

	رنگ عایق			
شماره چهار سیمه	سیم A	سیم B	سیم C	سیم D
۱	سفید	آبی	فیروزه‌ای	بنفش
۲	سفید	نارنجی	فیروزه‌ای	بنفش
۳	سفید	سبز	فیروزه‌ای	بنفش
۴	سفید	قهوه‌ای	فیروزه‌ای	بنفش
۵	سفید	خاکستری	فیروزه‌ای	بنفش
۶	قرمز	آبی	فیروزه‌ای	بنفش
۷	قرمز	نارنجی	فیروزه‌ای	بنفش
۸	قرمز	سبز	فیروزه‌ای	بنفش
۹	قرمز	قهوه‌ای	فیروزه‌ای	بنفش
۱۰	قرمز	خاکستری	فیروزه‌ای	بنفش
۱۱	سیاه	آبی	فیروزه‌ای	بنفش
۱۲	سیاه	نارنجی	فیروزه‌ای	بنفش
۱۳	سیاه	سبز	فیروزه‌ای	بنفش
۱۴	سیاه	قهوه‌ای	فیروزه‌ای	بنفش
۱۵	سیاه	خاکستری	فیروزه‌ای	بنفش
۱۶	زرد	آبی	فیروزه‌ای	بنفش
۱۷	زرد	نارنجی	فیروزه‌ای	بنفش
۱۸	زرد	سبز	فیروزه‌ای	بنفش
۱۹	زرد	قهوه‌ای	فیروزه‌ای	بنفش
۲۰	زرد	خاکستری	فیروزه‌ای	بنفش
۲۱	صورتی	آبی	فیروزه‌ای	بنفش
۲۲	صورتی	نارنجی	فیروزه‌ای	بنفش
۲۳	صورتی	سبز	فیروزه‌ای	بنفش
۲۴	صورتی	قهوه‌ای	فیروزه‌ای	بنفش
۲۵	صورتی	خاکستری	فیروزه‌ای	بنفش

جدول ۱-۳۴ : سیستم رنگ‌بندی کامل برای کابلهای حاوی بیش از ۱۰۰ زوج باگروههای پایه ۲۵ زوج

الف ـ رنگ‌بندی گروههای پایه تا ۶۰۰ زوج

شماره گروههای پایه ۲۵ زوج	رنگ بندها	شماره گروههای پایه ۲۵ زوج	رنگ بندها
۱	سفید ـ آبی	۱۶	زرد ـ آبی
۲	سفید ـ نارنجی	۱۷	زرد ـ نارنجی
۳	سفید ـ سبز	۱۸	زرد ـ سبز
۴	سفید ـ قهوه‌ای	۱۹	زرد ـ قهوه‌ای
۵	سفید ـ خاکستری	۲۰	زرد ـ خاکستری
۶	قرمز ـ آبی	۲۱	بنفش ـ آبی
۷	قرمز ـ نارنجی	۲۲	بنفش ـ نارنجی
۸	قرمز ـ سبز	۲۳	بنفش ـ سبز
۹	قرمز ـ قهوه‌ای	۲۴	بنفش ـ قهوه‌ای
۱۰	قرمز ـ خاکستری		
۱۱	سیاه ـ آبی		
۱۲	سیاه ـ نارنجی		
۱۳	سیاه ـ سبز		
۱۴	سیاه ـ قهوه‌ای		
۱۵	سیاه ـ خاکستری		

توجه: گروه‌های چندتایی ۵۰ یا ۱۰۰ زوج نیز ممکن است به‌کار رود.

ب ـ رنگ‌بندی گروه‌های چندتایی بیش از ۶۰۰ زوج

گروههای چند تایی	رنگ بندها
۲۴ گروه اول	سفید
۲۴ گروه دوم	قرمز
۲۴ گروه سوم	سیاه
۲۴ گروه چهارم	زرد

جدول ۱-۳۵ : رنگ‌بندی کابلهای دارای بیش از ۱۰۰ زوج یا ۵۰ عنصر چهارسیمه، با زیرگروههای ۱۰ زوج یا پنج عنصر چهار سیمه، یا ۲۵ عنصر چهارسیمه

شماره گروه پایه ۱۰۰ زوج (۵۰ چهارسیمه)	رنگ‌بندها
۱	آبی
۲	نارنجی
۳	سبز
۴	قهوه‌ای
۵	خاکستری
۶	سفید
۷	قرمز
۸	سیاه
۹	زرد
۱۰	بنفش
۱۱	سفید ـ آبی
۱۲	سفید ـ نارنجی
۱۳	سفید ـ سبز
۱۴	سفید ـ قهوه‌ای
۱۵	سفید ـ خاکستری
۱۶	قرمز ـ آبی
۱۷	قرمز ـ نارنجی
۱۸	قرمز ـ سبز
۱۹	قرمز ـ قهوه‌ای
۲۰	قرمز ـ خاکستری

۵ اصول و روشهای نصب سیمها و کابلهای تلفن

۵-۱ سیستم سیمکشی و کابلکشی هوایی داخلی

۵-۱-۱ سیستم سیمکشی و کابلکشی تلفن در داخل ساختمان باید توسط لوله‌های مجزا با تقسیم‌بندی‌های جداگانه در کانال (DUCT) انجام شود.

۵-۱-۲ حداقل فاصلهٔ بین کابلهای هم ولتاژ باید به اندازهٔ قطر کابل ضخیم‌تر مجاور پیش‌بینی شود. در صورتی که ولتاژ کابلهای موازی متفاوت باشد حداقل فاصلهٔ بین دو کابل مجاور باید ۳۰ سانتیمتر باشد. بدیهی است که کابلهای تلفن باید در یک گروه نصب گردیده و حداقل فاصلهٔ آن از دیگر کابلها برابر با فاصلهٔ یاد شده (۳۰ سانتیمتر) درنظر گرفته شود.

۵-۱-۳ در مواردی که کابلهای مخابراتی در داخل کانال‌های پیش ساخته چند منظوره کشیده می‌شود، محل نصب آن باید از پیش تعیین و به‌طور جداگانه اختصاص داده شود و برای منظور دیگری نیز مورداستفاده قرار نگیرد. (برای جزئیات کانال‌های پیش ساخته چند منظوره به فصل هفتم از جلد اول، نشریه ۱-۱۱۰، تجدیدنظر اول، رجوع شود).

۵-۱-۴ در طرح و اجرای سیستم‌های لوله‌کشی، سیمکشی و کابلکشی تلفن، تمامی ضوابط عمومی ذیربط در فصلهای اول، دوم و هفتم از نشریه ۱-۱۱۰ نیز باید رعایت شود.

۵-۱-۵ کابلهای مورداستفاده در سیستم تلفن باید از نوع حفاظدار و دارای یک رشته هادی مخصوص اتصال زمین باشد.

۵-۱-۶ قطر سیمها در سیستم سیمکشی تلفن ساختمانها باید براساس محاسبه تعیین شود لیکن حداقل آن در هیچ موردی نباید از ۰/۶ میلیمتر کمتر باشد.

۵-۱-۷ در مواردی که کابل از داخل تجهیزات یا تأسیسات فلزی عبور می‌نماید، هر یک از سوراخها باید دارای انحناهای لازم با پوشن‌های مناسب باشد تا از ایجاد خراشیدگی در کابل جلوگیری بعمل آید.

۵-۱-۸ حداکثر تعداد کابلهای داخل کانال، مجرا و یا لوله باید به گونه‌ای تعیین شود که کشیدن آن به آسانی میسر و بازدید یا تعویض آن نیز به سهولت امکان‌پذیر باشد. با توجه به موارد یاد شده توصیه می‌شود که قطر داخلی مجرا، کانال یا لوله مساوی یا بیشتر از ۱/۵ برابر قطر خارجی کابل یا دسته کابلهای کشیده شده در داخل آن باشد.

۵-۱-۹ کابلهایی که به تجهیزات متحرک وصل می‌شود باید در نقطهٔ اتصال به دستگاه به گونه‌ای بسته و محکم شود که هیچ‌گونه نیرویی به ترمینالهای کابل وارد نشده و از کوتاه شدن یا عقب رفتن عایقبندی یا غلاف کابل جلوگیری بعمل آید. در صورتی که کابل شامل هادی حفاظتی نیز باشد طول آن باید به قدری باشد که در صورت بروز نقص در وسیلهٔ بستن کابل، وارد شدن نیرو به ترمینال هادی حفاظتی بعد از ترمینالهای هادیهای برق‌دار ممکن شود. وسیلهٔ بستن کابل باید برق‌دار نبوده و به گونه‌ای ساخته شده باشد که هیچ نوع اشکال مکانیکی در کابل بسته شده ایجاد نکند.

۵-۱-۱۰ هرگونه خم‌کاری در کابلها باید به گونه‌ای انجام شود که موجب صدمه و آسیب به اجزاء کابل نشود. به استثنای مواردی که به گونه‌ای دیگر در مقررات مربوط به کابلها مشخص شده باشد، در تأسیسات نصب ثابت حداقل شعاع داخلی هر نوع خم به ترتیب زیر توصیه می‌شود:

الف ـ کابلهای دارای روپوش فلزی (زره، غلاف سربی و هادی هم مرکز) $r=9(D+d)$

ب ـ کابلهای دارای غلاف آلومینیومی $r=15D$

ج ـ کابلهای دارای عایق و غلاف پلاستیکی:

ـ در مواردی که مسیر کابل دارای خم‌های متعدد است: $r=20D$

ـ در مواردی که مسیر کابل فقط دارای یک خم است: $r=15D$

D= قطر خارجی کابل

d= قطر بزرگترین هادی کابل

r= حداقل شعاع داخلی هر خم

۵-۱-۱۱ کلیهٔ کابلهای داخل و خارج ساختمان باید یک تکه بوده و از کاربرد دو راهی وسط خط در آن خودداری شود.

۵-۱-۱۲ در مواردی که از مرکز تلفن داخلی استفاده می‌شود، اتاق مرکز تلفن باید از نظر سیستم سیمکشی داخلی و اتصال به خطوط تلفن شهری در محل مناسبی واقع شده و دارای ابعاد لازم برای نصب دستگاههای مرکز تلفن و دیگر تجهیزات جریان ضعیف باشد و برای منظور دیگری مورداستفاده

قرار نگیرد.

۱۳-۱-۵ در مواردی که از مرکز تلفن داخلی استفاده نمی‌شود، جعبهٔ انشعاب اصلی تلفن (MDF) باید در محل مناسبی نصب شود که اتصال آن به جعبهٔ تقسیم‌های داخلی و خطوط تلفن شهری به آسانی امکان‌پذیر باشد.

۱۴-۱-۵ ظرفیت جعبهٔ تقسیم‌های داخلی باید با درنظر گرفتن توسعه‌های آتی به گونه‌ای تعیین شود که برای اتصالات اضافی، محل کافی داشته و مجهز به ترمینال اتصال زمین باشد.

۱۵-۱-۵ اتصالات بین جعبه تقسیم‌های (طبقات یا مناطق توزیع) و جعبه تقسیم اصلی یا جعبه تقسیم مرکز تلفن باید به وسیلهٔ کابل حفاظدار در لوله یا مجاری کابل صورت گیرد.

۱۶-۱-۵ سیمها و کابلهای مخابراتی که در شفت‌ها به صورت عمودی نصب می‌شود باید از نوع مقاوم حریق بوده و آتش را از طبقه‌ای به طبقهٔ دیگر منتقل نکند مگر اینکه در لوله‌های غیرقابل احتراق قرار داده شود و یا اینکه شفت حفاظت شده بوده و در طبقات دارای آتشبند (جداره ضدحریق) باشد.

۱۷-۱-۵ اتصال بین هر دستگاه تلفن و جعبهٔ تقسیم انتهایی باید به وسیلهٔ سه رشته هادی، شامل اتصال زمین باشد. در مواردی که ساختمان فاقد مرکز تلفن داخلی باشد ممکن است از دو رشته هادی استفاده شود.

۱۸-۱-۵ اتصال دستگاههای تلفن به خطوط داخلی یا خارجی ممکن است به وسیلهٔ نصب جعبه انتهایی تلفن به صورت ثابت یا با استفاده از پریز مخصوص تلفن با حداقل سه کنتاکت و چند شاخه مربوط صورت گیرد.

۱۹-۱-۵ هادیهای اتصال زمین سیمها و کابلهای تلفن باید از طریق یک هادی حفاظتی، ترمینال زمین جعبه اصلی تلفن یا مرکز تلفن به الکترود اتصال زمین ساختمان متصل شود.

۲۰-۱-۱۵ در مواردی که کابلهای تلفن بر روی دیوار نصب می‌شود باید از بست‌های کائوچویی دوتکه مخصوص کابل استفاده شود به طوریکه در محلهای بست کاری، کابل مستقیماً با دیوار تماس نداشته باشد. برای نصب چند رشته کابل توصیه می‌شود که کابلهای نامبرده به صورت موازی روی دیوار نصب گردیده و از بست‌های ریلی استفاده شود. حداقل فاصلهٔ کابلها از دیوار باید حدود دو سانتیمتر درنظر گرفته شود و فاصلهٔ کابلها از یکدیگر حداقل دو برابر قطر کابل موردنظر باشد.

۵-۱-۲۱ کابلهایی که به وسیلهٔ بست نصب می‌شود یا بر روی بازوهای افقی قرار داده می‌شود، باید به‌گونه‌ای نگهداری شود که فاصلهٔ بست‌ها یا بازوها از مقادیر زیر تجاوز نکند:

الف ـ کابلهای بدون زرده فلزی 20D

ب ـ کابلهای دارای زره فلزی 35D

D قطر خارجی کابل می‌باشد. در مورد نصب کابلها به صورت قائم می‌توان به مقادیر فوق تا میزان پنجاه درصد اضافه نمود.

۵-۱-۲۲ فاصله‌ای که به علت استفاده از بستهای ریلی یا دوتکه بین کابل و دیوار ایجاد می‌گردد، باید در گوشه‌ها (داخلی و خارجی) با نصب دو عدد بست به فاصلهٔ ده سانتیمتر از طرفین گوشه عیناً حفظ و رعایت شود.

۵-۱-۲۳ در مواردیکه کابلهای مخابراتی بر روی سینی کابل نصب می‌شود، کابلها باید در نزدیکی هر محل تغییر جهت مانند سه راه، چهار راه یا در انتهای هر مسیر افقی یا قائم و همچنین در هر ۱۰ متر در مسیرهای افقی و در هر ۱/۵ متر در مسیرهای عمودی به سینی کابل محکم شود. (برای مشخصات و روش نصب سینی‌های کابل و نحوهٔ دسترسی به کابلها به بند ۷-۲-۲-۳ از فصل هفتم نشریه ۱-۱۱۰، تجدیدنظر اول، رجوع شود).

۵-۲ نصب کابلهای هوایی مهاردار بر روی دو یا چند تیر

۵-۲-۱ در مواردی که اجرای کابلکشی زمینی در خارج از ساختمان در برخی مناطق شهری یا اطراف آن، پرهزینه یا به علت شرایط محیطی و جغرافیایی مشکل بوده و یا اینکه کابلها در معرض فساد و خوردگی قرار گیرد، ممکن است از سیستم خطوط هوایی به صورت نصب کابل مهاردار بر روی دو یا چند تیر استفاده شود. سیستم خطوط هوایی معمولاً بین ساختمانها، محل عبور راه آهن، کانال یا راههای عمومی و یا برای اماکن دورافتاده ممکن است به کار رود.

۵-۲-۲ اینگونه سیستم‌ها باید حتی‌المقدور به صورت مستقیم بوده و ارتفاع تیر با توجه به مورد و شرایط محل، میزان شکم خط (Sag) و فواصل آزاد از خطوط تا زمین تعیین شود.

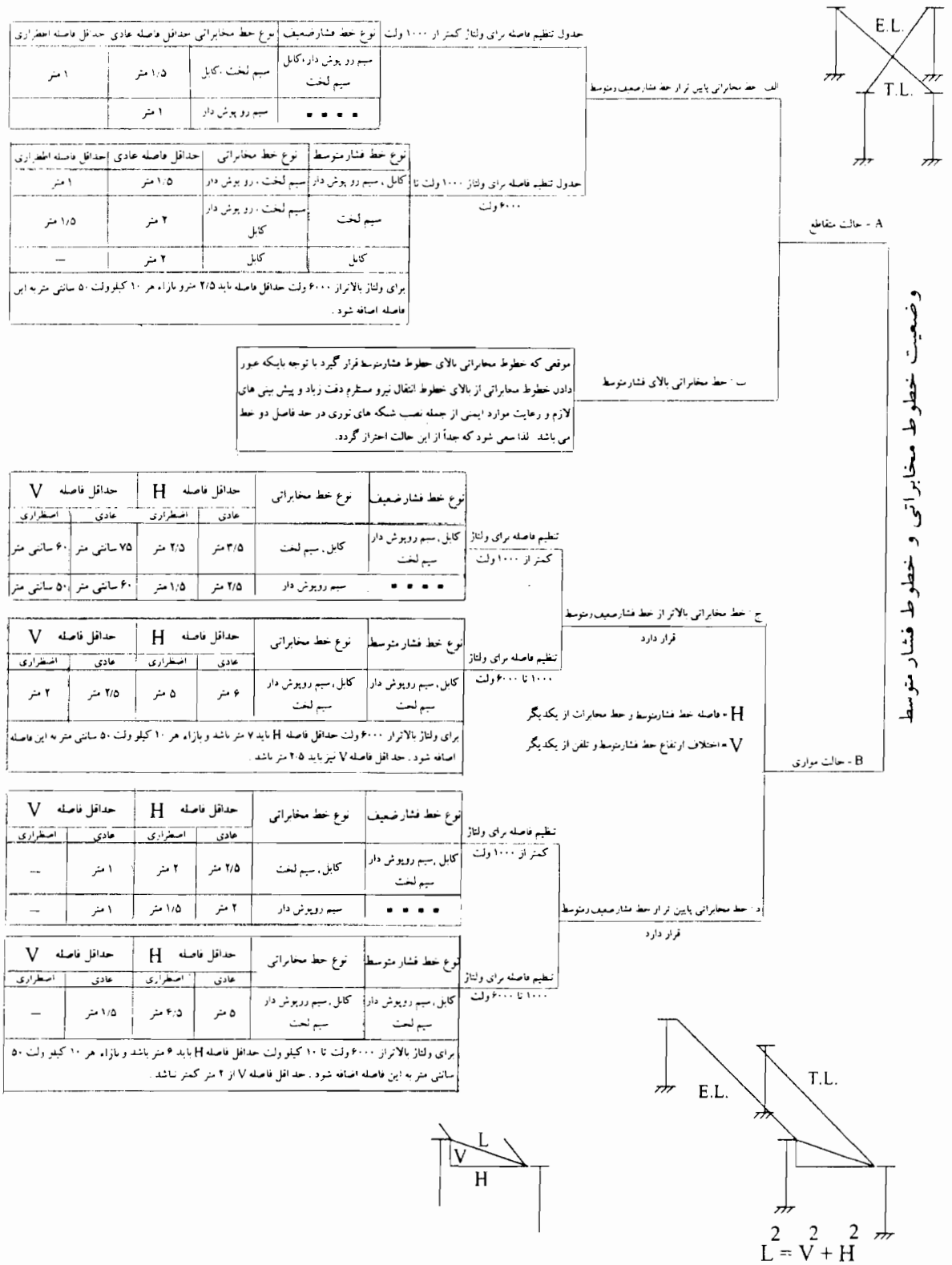
۵-۲-۳ به‌طور کلی پایه‌های نصب کابلهای تلفن هوایی باید کاملاً در امتداد نیروی ثقل زمین و با استحکام کافی در زمین نصب شود به طوریکه نیروی وارده از جانب کابلها یا باد و مانند آن سبب خمش پایه

نشود.

۵-۲-۴ در مواردیکه خطوط هوایی مخابراتی به موازات خطوط هوایی برق کشیده شده یا به صورت متقاطع با آن قرار می‌گیرد، فواصل خطوط نسبت به هم باید برحسب مقدار ولتاژ خطوط برق، نوع سیم یا کابل هر یک از دو سیستم از نظر عایقبندی، و موقعیت خطوط نسبت به یکدیگر برابر جدول ۱-۳۶ رعایت شود.

۵-۲-۵ نصب تیرهای فلزی ۶ و ۸ متری به شرح زیر خواهد بود:

۵-۲-۵-۱ فواصل نصب تیروهای فلزی ۶ و ۸ متری باید با توجه به قطر هادیها و تعداد زوج‌ها براساس جدول ۱-۳۷ تعیین شود:



جدول تنظیم فاصله برای ولتاژ کمتر از ۱۰۰۰ ولت

الف - خط مخابراتی پایین تر از خط فشارضعیف ومتوسط

نوع خط فشارضعیف	نوع خط مخابراتی	حداقل فاصله عادی	حداقل فاصله اضطراری
سیم رو پوش دار، کابل سیم لخت	سیم لخت ، کابل	۱/۵ متر	۱ متر
■ ■ ■ ■	سیم رو پوش دار	۱ متر	

جدول تنظیم فاصله برای ولتاژ ۱۰۰۰ ولت تا ۶۰۰۰ ولت

نوع خط فشارمتوسط	نوع خط مخابراتی	حداقل فاصله عادی	حداقل فاصله اضطراری
کابل ، سیم رو پوش دار	سیم لخت ، رو پوش دار	۱/۵ متر	۱ متر
سیم لخت	سیم لخت ، رو پوش دار کابل	۲ متر	۱/۵ متر
کابل	کابل	۲ متر	—

برای ولتاژ بالاتراز ۶۰۰۰ ولت حداقل فاصله باید ۲/۵ متر و بازاء هر ۱۰ کیلوولت ۵۰ سانتی متر به این فاصله اضافه شود .

ب - خط مخابراتی بالای فشارمتوسط

موقعی که خطوط مخابراتی بالای خطوط فشارمتوسط قرار گیرد با توجه باینکه عبور دادن خطوط مخابراتی از بالای خطوط انتقال نیرو مستلزم دقت زیاد و پیش بینی های لازم و رعایت موارد ایمنی از جمله نصب شبکه های نوری در حد فاصل دو خط می باشد لذا سعی شود که جداً از این حالت احتراز گردد.

ج - خط مخابراتی بالاتر از خط فشارضعیف ومتوسط قرار دارد

تنظیم فاصله برای ولتاژ کمتر از ۱۰۰۰ ولت

نوع خط فشارضعیف	نوع خط مخابراتی	حداقل فاصله H		حداقل فاصله V	
		عادی	اضطراری	عادی	اضطراری
کابل ، سیم رو پوش دار سیم لخت	کابل ، سیم لخت	۳/۵ متر	۲/۵ متر	۷۵ سانتی متر	۶۰ سانتی متر
■ ■ ■ ■	سیم رو پوش دار	۲/۵ متر	۱/۵ متر	۶۰ سانتی متر	۵۰ سانتی متر

تنظیم فاصله برای ولتاژ ۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰ ولت

نوع خط فشارمتوسط	نوع خط مخابراتی	حداقل فاصله H		حداقل فاصله V	
		عادی	اضطراری	عادی	اضطراری
کابل ، سیم رو پوش دار سیم لخت	کابل ، سیم رو پوش دار سیم لخت	۶ متر	۵ متر	۲/۵ متر	۲ متر

برای ولتاژ بالاتراز ۶۰۰۰ ولت حداقل فاصله H باید ۷ متر باشد و بازاء هر ۱۰ کیلو ولت ۵۰ سانتی متر به این فاصله اضافه شود . حد اقل فاصله V نیز باید ۲.۵ متر باشد .

د - خط مخابراتی پایین تر از خط فشارضعیف ومتوسط قرار دارد

تنظیم فاصله برای ولتاژ کمتر از ۱۰۰۰ ولت

نوع خط فشارضعیف	نوع خط مخابراتی	حداقل فاصله H		حداقل فاصله V	
		عادی	اضطراری	عادی	اضطراری
کابل ،سیم رو پوش دار سیم لخت	کابل ، سیم لخت	۲/۵ متر	۲ متر	۱ متر	—
■ ■ ■ ■	سیم رو پوش دار	۲ متر	۱/۵ متر	۱ متر	—

تنظیم فاصله برای ولتاژ ۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰ ولت

نوع خط فشار متوسط	نوع خط مخابراتی	حداقل فاصله H		حداقل فاصله V	
		عادی	اضطراری	عادی	اضطراری
کابل ،سیم رو پوش دار سیم لخت	کابل ،سیم رو پوش دار سیم لخت	۵ متر	۴/۵ متر	۱/۵ متر	—

برای ولتاژ بالاتراز ۶۰۰۰ ولت تا ۱۰ کیلو ولت حداقل فاصله H باید ۶ متر باشد و بازاء هر ۱۰ کیلو ولت ۵۰ سانتی متر به این فاصله اضافه شود . حد اقل فاصله V از ۲ متر کمتر نباشد .

جدول ۱-۳۶ : فواصل خطوط مخابراتی و برق

جدول ۱-۳۷ : فواصل نصب تیرها با توجه به قطر هادیها و تعداد زوجها

قطر هادیها / فواصل تیرها	۰/۴ میلیمتر	۰/۶ میلیمتر	۰/۸ میلیمتر
۳۰ متر	۱۰ تا ۴۰ زوج	۱۰ تا ۳۰ زوج	۱۰ تا ۲۰ زوج
۲۵ متر	۵۰ تا ۱۰۰ زوج	۴۰ تا ۱۰۰ زوج	۳۰ تا ۵۰ زوج
۲۰ متر	–	–	۷۰ تا ۱۰۰ زوج

۵-۲-۵-۲ کلیه لوازم قابل نصب بر روی تیر از قبیل مقره، بست، مهار تیر و مانند آن باید قبل از قرار دادن تیر در گودال بر روی آن نصب شود.

۵-۲-۵-۳ عمق گودبرداری برای نصب تیر باید برابر یک ششم طول کل پایه درنظر گرفته شود (برای تیرهای شش متری، یک متر و برای تیرهای ۸ متری، ۱/۲ متر)، و شکل حفاری به صورت یک مکعب مستطیل یا قاعده‌ای به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتیمتر خواهد بود به گونه‌ای که تیر با صفحه فلزی نگهدارنده‌ای که به قسمت زیرین آن جوشکاری می‌شود به آسانی قابل انتقال به درون گودال باشد.

۵-۲-۵-۴ نقاط حفاری شده باید نسبت به یکدیگر در یک راستا قرار گیرد به گونه‌ای که تیرها پس از نصب در یک مسیر مستقیم نسبت بهم زاویه ایجاد نکند.

۵-۲-۵-۵ تیرها باید در وسط گودال و عمود بر سطح افقی و در امتداد مسیر مستقیم قرار گرفته و اطراف پایه آن با قلوه سنگ (به ابعاد حداکثر ۱۰ سانتیمتر) با ارتفاع ۴۰ سانتیمتر انباشته و کوبیده شود و سپس بتن غیرمسلح با حداقل عیار ۲۵۰کیلوگرم سیمان در مترمکعب تا سطح زمین به گونه‌ای ریخته شود که در پای تیر بتن دارای شیب ۵٪ باشد (شکل ۱-۴).
شن و ماسه مصرفی باید حتی‌الامکان از نوع دانه‌بندی شده و شسته بوده و ویژه تولید بتن باشد.

۵-۲-۵-۶ پایه‌های ابتدایی و انتهائی هر خط و همچنین پایه‌هائی که در نقاط انحناء (تغییر جهت مسیر خط) قرار می‌گیرد باید با استفاده از سیم مهار کششی یا در صورت عدم امکان استفاده از آن به وسیله پشت بند (حائل اتکائی) مهار شود. سیم مهار پس از نصب باید به قدری محکم شود که تصویر نوک تیر از پای آن بر روی سطح افقی زمین در جهت مهار دارای ۳۰ سانتیمتر طول باشد (شکل ۱-۵).
در مواردی که خطوط هوائی در مسیر مستقیم بیش از چهار صد متر طول داشته باشد باید دو عدد مهار جانبی در هر چهار صدمتر نصب شود (در این گونه موارد تیر مهارشونده باید نسبت به سطح

زمین در وضعیت عمودی قرار گیرد).

۵-۲-۵-۷ هر سیم مهار شامل بست نگهدارنده مهار کابل و مهار تیر، مهار سفت کن، کلیپس (چهار عدد)، سیم مهار هفت لا، میله مهار چشمی و تاوه (صفحه نگهدارنده میله مهار) خواهد بود. (شکل ۱-۶)

۵-۲-۵-۸ نصب سیم مهار تیر شامل مراحل زیر است:

الف ـ نصب میله مهار، پس از استقرار تاوه در زمین، به گونه‌ای که زاویه آن با سطح زمین از ۶۰ درجه کمتر نباشد.

ب ـ نصب بست نگهدارنده در محل تغییر قطر پایه بر روی لوله‌ای که دارای قطر کمتری است (شکل ۱-۶).

ج ـ اتصال قلاب مهار سفت کن به بست نگهدارنده و عبور سیم مهار از قلاب چشمی آن به گونه‌ای که ۴۰ سانتیمتر از طول سیم مهار برگردان شده و با دو عدد کلیپس بزرگ محکم شود.

د ـ عبور سیم مهار از حلقه میله مهار و کشش و محکم نمودن آن تا حد ممکن و بستن به وسیلهٔ دوعدد کلیپس به گونه‌ای که نخستین کلیپس ۱۰ سانتیمتر از حلقه مزبور فاصله داشته و کلیپس دوم به فاصلهٔ ۲۰ سانتیمتر از آن استقرار یابد (در این مرحله نصب مهار در مسیرهای مستقیم و بیش از چهارصد متر امکان‌پذیر می‌شود).

هـ ـ باز نمودن انتهای سیم مهار هفت لا و پیچاندن آن به دور سیم مهار اصلی به‌طور یک درمیان و به صورت چپ و راست (شش دور).

۵-۲-۵-۹ نصب پشت بند یا حائل اتکایی

در مواردی که به علت محدودیت‌های مختلف امکان نصب سیم مهار وجود نداشته باشد ممکن است از یک اصله تیر پشت بند در زاویهٔ داخلی استفاده شود (شکل ۱-۷) مراحل نصب پشت بند به شرح زیر است:

الف ـ اندازه‌گیری فاصلهٔ محل استقرار تیر پشت بند از پایه اصلی (D) با توجه به موقعیت محل.

ب ـ بریدن بخشی از قسمت فوقانی تیر براساس طول تعیین شده در جدول ۱-۳۸ با توجه به مقدار زاویهٔ پ ۱۵/۵=t← $\frac{۲۰/۲}{۱/۳۰}$ ← پشت بند با تیر اصلی (α).

ج ـ برش طولی قطعه بریده شده تیر و تقسیم آن به دو نیم لوله.

د ـ برش سرتیر پشت بند متناسب با زاویهٔ α و جوشکاری دقیق آن به یک نیم لوله با استفاده از دو قطعه تسمه بین تیر و نیمه لوله.

هـ ـ رنگ‌آمیزی قسمتهای جوشکاری شده با دو لایه رنگ ضدزنگ و رنگ نهایی.

و ـ آماده نمودن چاله نصب و استقرار تیر پشت بند در آن با توجه به مقادیر L (عمق دفن شده تیر پشت بند) و β (زاویهٔ تیر پشت بند با سطح زمین) مندرج در جدول ۱-۳۸ و بتن‌ریزی اطراف تیر مزبور.

ز ـ اتصال نیم لوله انتهای تیر پشت بند به تیر اصلی با استفاده از دو عدد بست نگهدارنده مهار تیر.

جدول ۱-۳۸ : ابعاد و زوایای نصب تیر پشت بند

عمق نصب (L) سانتیمتر	فاصله از تیر اصلی (D) سانتیمتر	زاویه با سطح زمین (β) درجه	زاویه با تیر اصلی (α) درجه	طول قطعه برش سانتیمتر
۱۰۰	۵۰	۸۵°	۵°	۴۷
۱۰۰	۷۵	۸۰°	۱۰°	۴۵
۱۰۰	۱۰۰	۷۷°	۱۳°	۴۰
۹۰	۱۲۵	۷۴°	۱۶°	۴۳
۸۰	۱۵۰	۷۰°	۲۰°	۴۵
۷۵	۱۷۵	۶۷°	۲۳°	۴۰
۷۵	۲۰۰	۶۵°	۲۵°	۳۰

۱۰-۵-۲-۵ نصب کابل بر روی تیرهای فلزی باید با توجه به موارد زیر انجام شود:

الف ـ انجام هرگونه عملیات نصب وسایل و تجهیزات روی پایه‌ها باید پس از حصول اطمینان از گیرایش بتن پای تیر صورت گیرد.

ب ـ برای نصب کابل بر روی تیر فلزی ابتدا باید نگهدارنده قرقره سیار را در ارتفاعی مناسب و بالاتر از نگهدارنده مهار کابل به‌طور محکم نصب و سپس قرقره سیار کابلکشی را بر روی آن قرار داده و با استفاده از جغجغه کابلکشی نسبت به کشیدن کابل با توجه به فواصل پایه‌ها، درجهٔ حرارت محیط و تنظیم شکم خط برابر منحنی‌های شکل ۱-۸ اقدام و کابل را بر روی مقره مهار نمود.

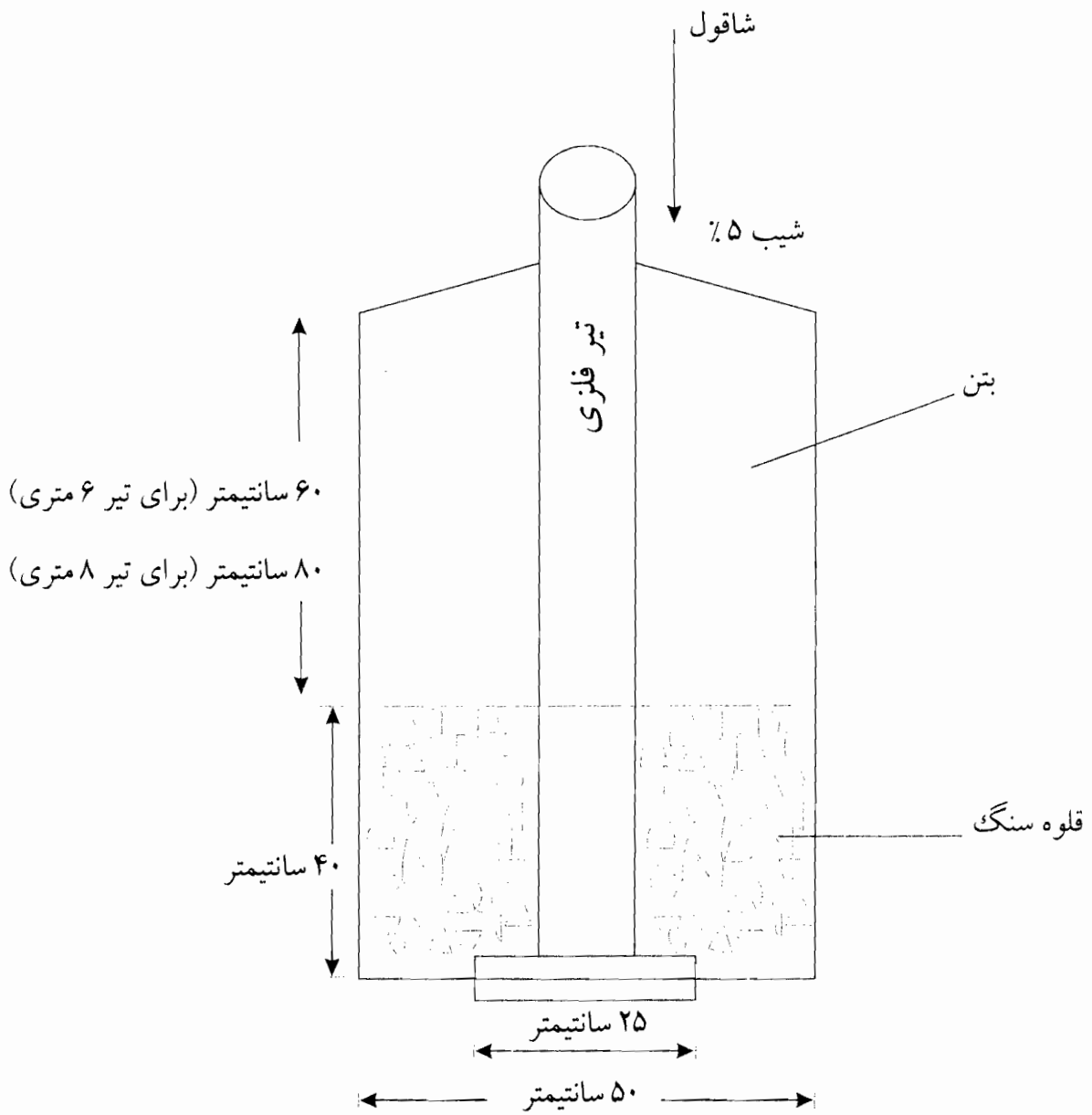
ج ـ پس از پایان کابلکشی در هر مرحله و محکم نمودن کابل باید نسبت به جمع‌آوری قرقره سیار و نگهدارنده آن اقدام شود.

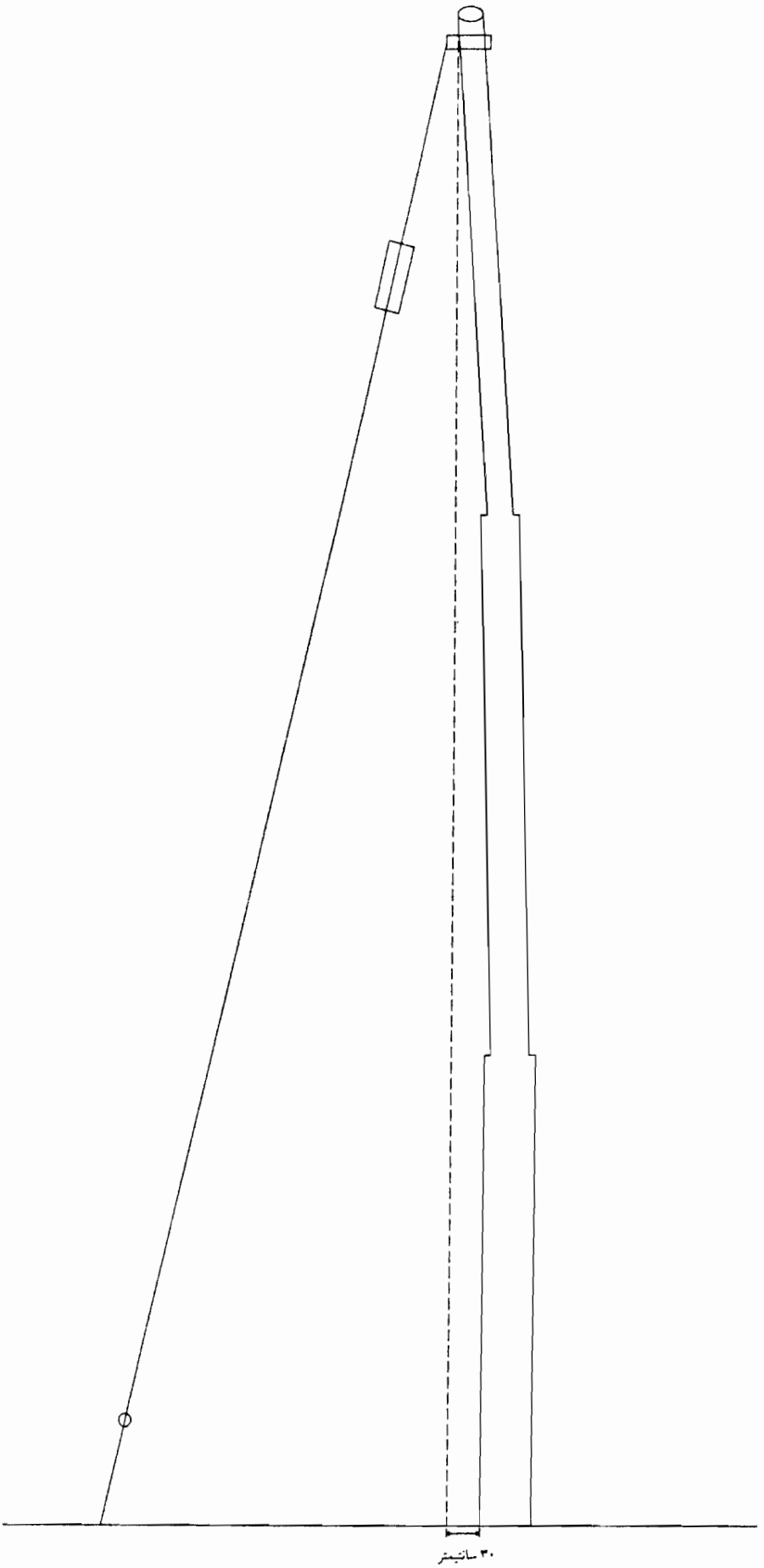
د ـ پس از نصب پایه نخستین باید طول مناسبی از کابل برای مفصل‌بندی درنظر گرفته شده و سپس نسبت به جدا نمودن مهار از کابل و قرار دادن آن در قلاب نگهدارنده مهار کابل (قطعه

A) و محکم کردن پیچ‌های آن اقدام شود و نهایتاً قلاب مزبور به بست نگهدارنده مهار کابل (قطعه B) متصل گردد. (شکل ۱-۹)

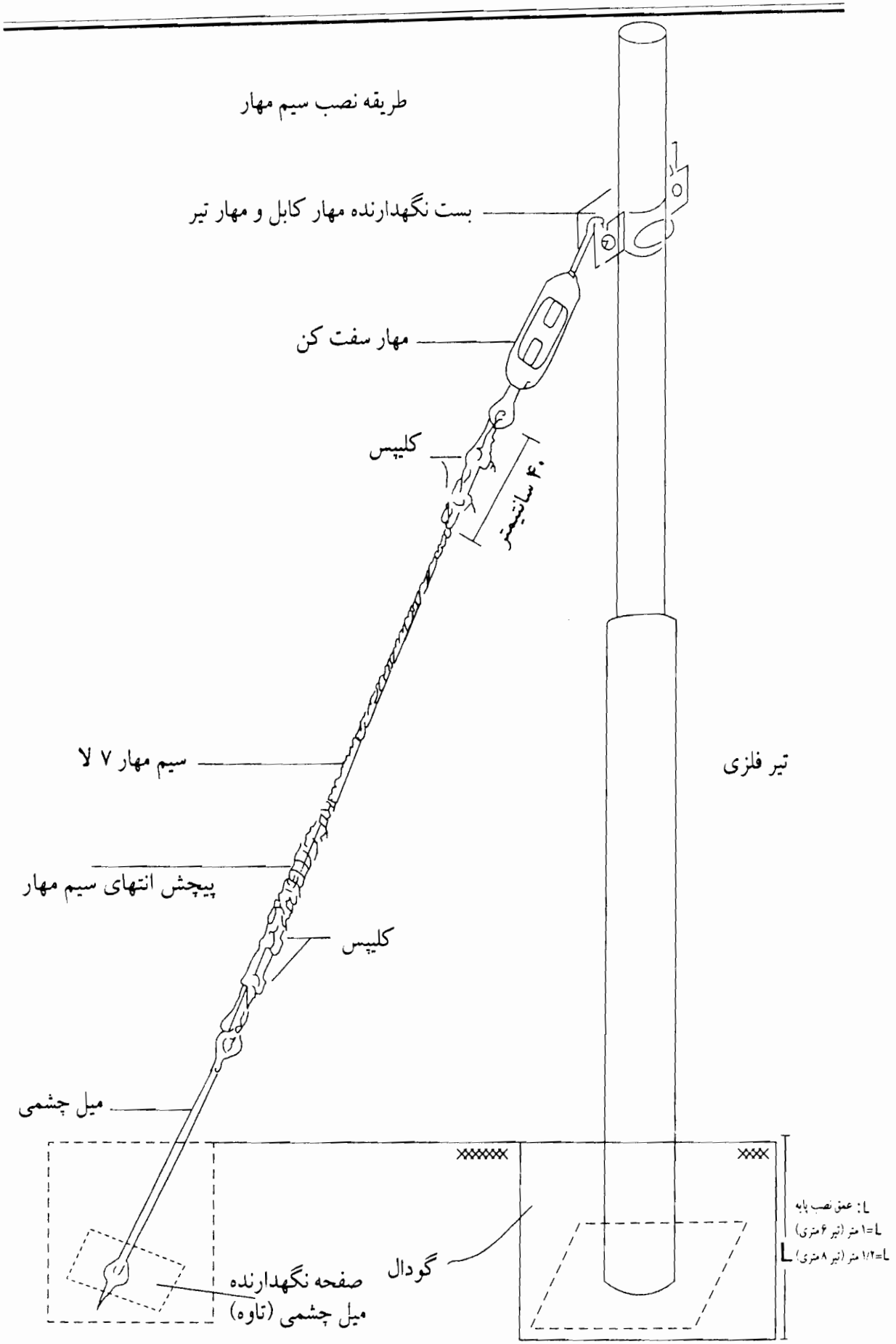
هـ ـ در هر یک از پایه‌های بعدی باید پس از نصب بست نگهدارنده کابل مهار کابل‌ها درون شکاف مربوط قرار داده شده و محکم شود.

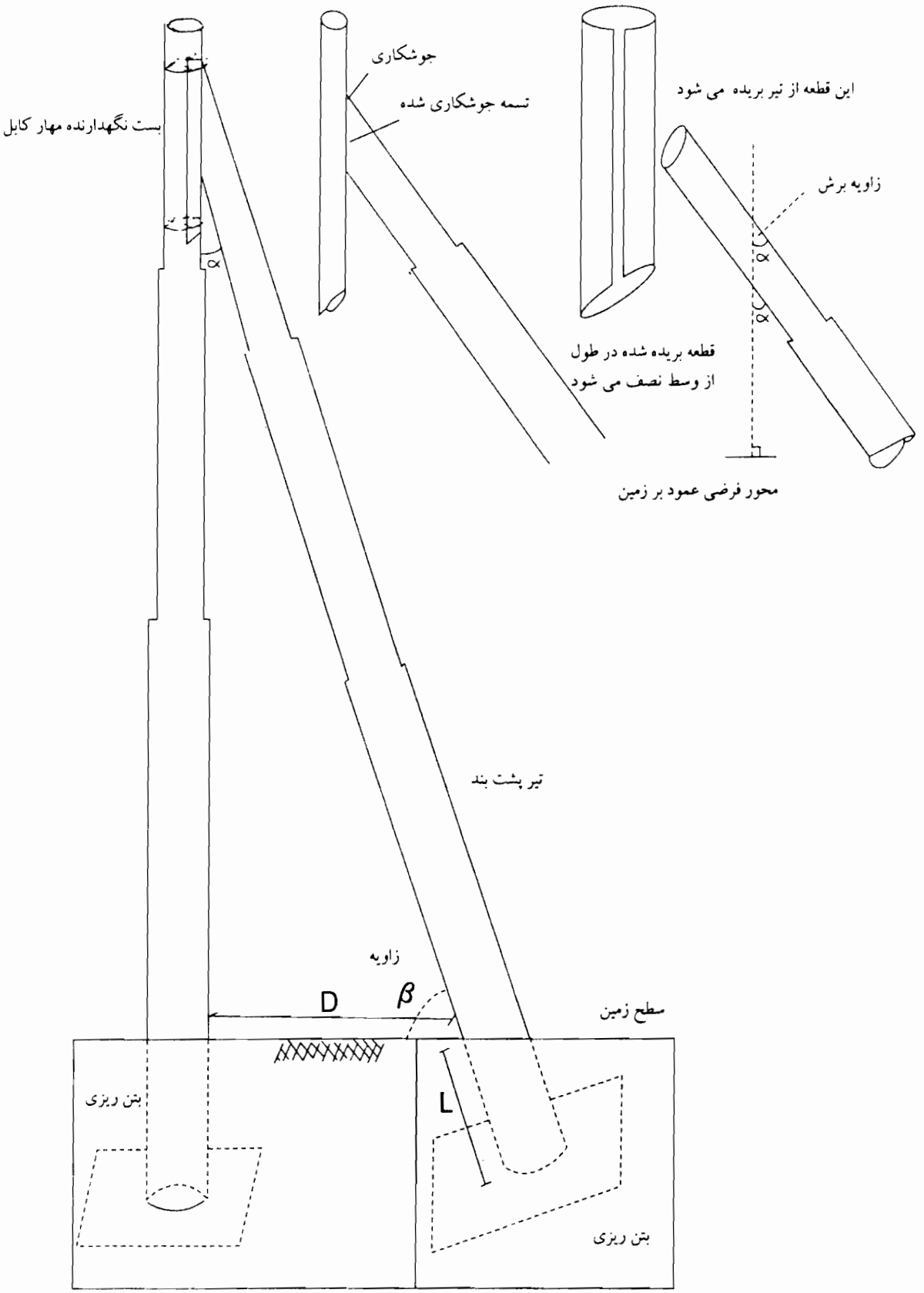
و ـ در مواردی که پایه‌ها در رأس زاویه انحراف خط قرار می‌گیرد و همچنین در تیرهایی که مفصل بر روی آن مستقر می‌شود، باید پس از بریدن و کوتاه کردن مهار کابل به اندازهٔ لازم، دو سر مهار کابل قطع شده را به وسیلهٔ دو عدد قلاب نگهدارنده مهار محکم کرده و قلاب‌ها را به بست نگهدارنده مهار کابل نصب شده بر روی تیر متصل نمود. (شکل ۱-۹)


شاقول
شیب ۵٪
تیر فلزی
بتن
۶۰ سانتیمتر (برای تیر ۶ متری)
۸۰ سانتیمتر (برای تیر ۸ متری)
قلوه سنگ
۴۰ سانتیمتر
۲۵ سانتیمتر
۵۰ سانتیمتر

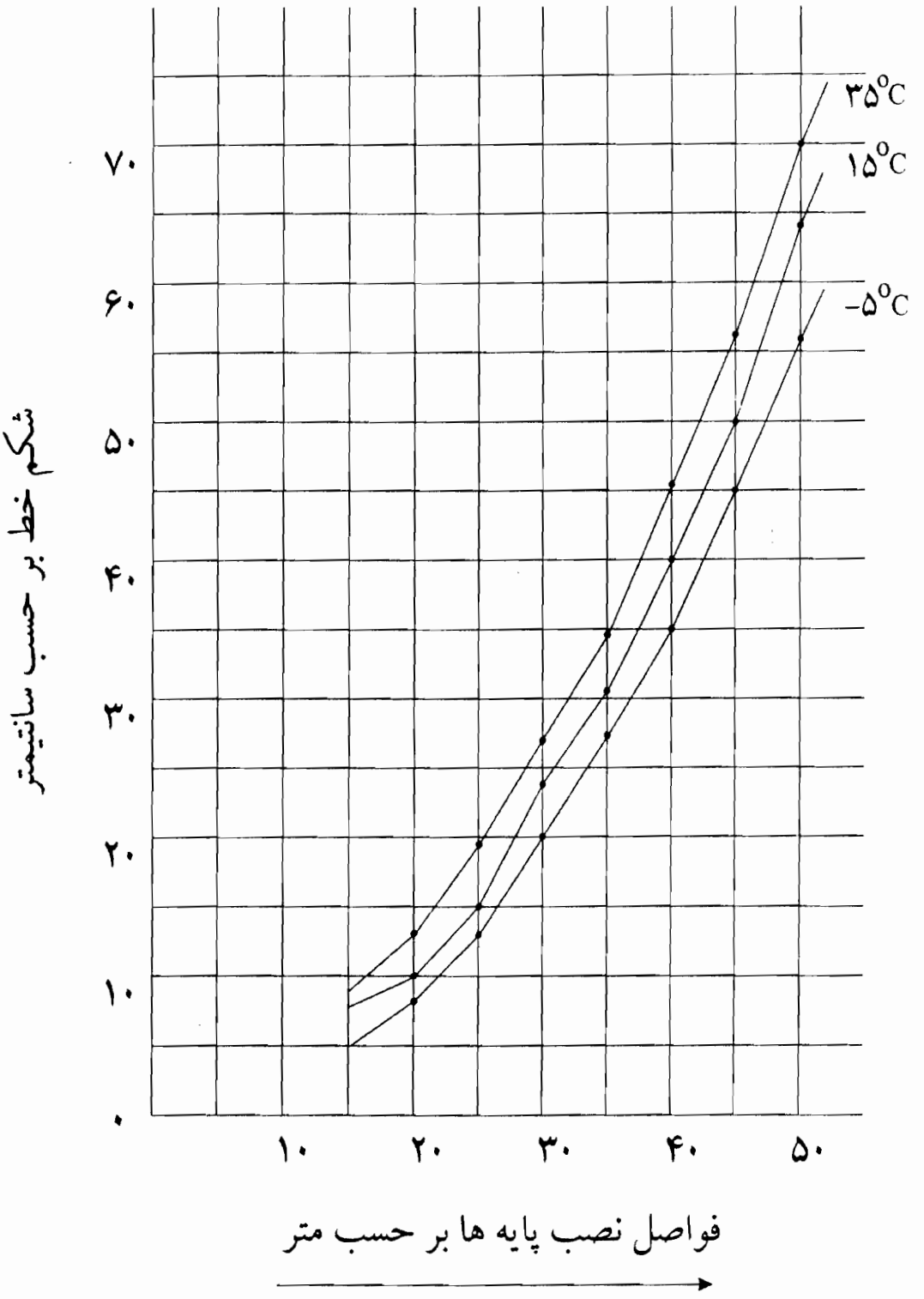


شکل ۱-۵ : طول تصویرنوک تیر از پای آن بر روی سطح افقی زمین در جهت کشش سیم مهار


طریقه نصب سیم مهار
بست نگهدارنده مهار کابل و مهار تیر
مهار سفت کن
کلیپس
۴۰ سانتیمتر
سیم مهار ۷ لا
تیر فلزی
پیچش انتهای سیم مهار
کلیپس
میل چشمی
گودال
صفحه نگهدارنده
میل چشمی (تاوه)
L: عمق نصب پایه
L=۱ متر (تیر ۶ متری)
L=۱/۲ متر (تیر ۸ متری)
L

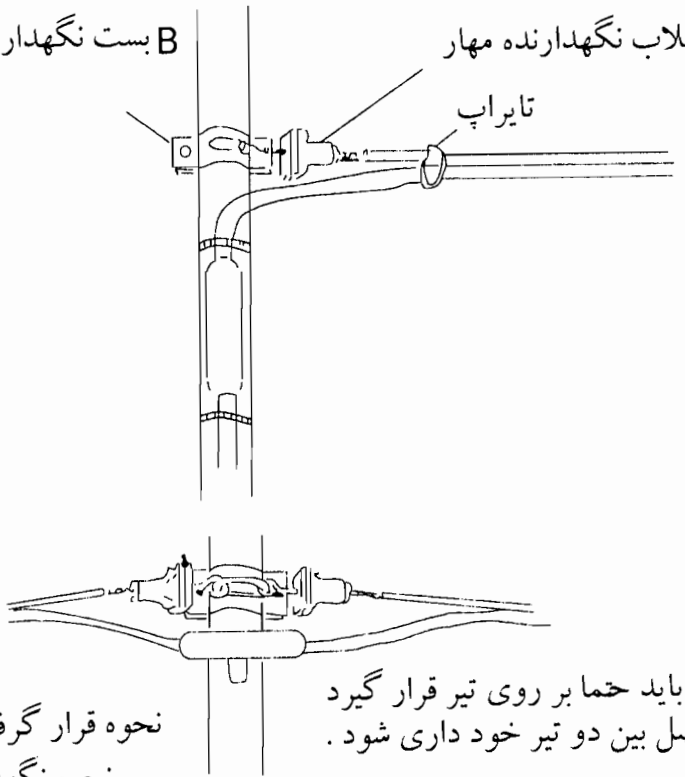


شکل ۷-۱ نصب پشت بند با حائل اتکا



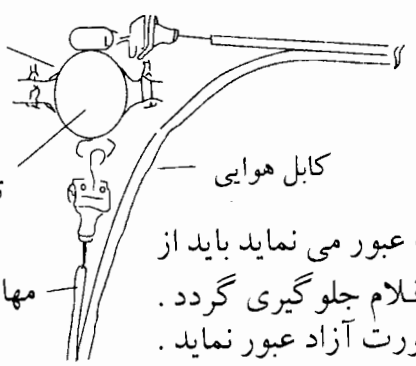
شکل ۱-۸ : منحنی‌های شکم خط (SAG) بر حسب فواصل نصب پایه‌ها و درجهٔ حرارت

نحوه مفصل نمودن کابل خاکی و کابل مهار دار
و طریقه قرار گرفتن مفصل و کابل بر روی تیر



توضیح : مفصل باید حتما بر روی تیر قرار گیرد
و از بستن مفصل بین دو تیر خود داری شود .

نحوه قرار گرفتن مفصل هوائی
نحوه نگهداری مهار کابل



توجه : در حالیکه کابل با زاویه عبور می نماید باید از
تماس کابل و سایر اقلام جلوگیری گردد .
کابل بصورت آزاد عبور نماید .

شکل ۱-۹ : چگونگی استقرار مفصل اتصال کابلهای زمینی به هوایی و نیز کابلهای هوایی به یکدیگر در روی تیر و اتصال مهار کابل به قلاب و بست نگهدارنده کابل

۵-۳ اصول و روشهای نصب کابلهای تلفن زمینی

۵-۳-۱ اصول کلی

۵-۳-۱-۱ در مجتمع‌های ساختمانی یا صنعتی بزرگ و مانند آن، که معمولاً استفاده از کابلهای تلفن زمینی مطرح است، ممکن است با توجه به شرایط محل، کابلهای مزبور را در داخل مجرا یا کانال و یا مستقیماً در زیر سطح زمین دفن نمود.

۵-۳-۱-۲ برای خوابانیدن کابلهای تلفن باید از میزان درجه حرارتی که کابل می‌باید تحت آن کشیده شود اطمینان حاصل نمود. درجهٔ حرارت مجاز محیط برای کابلکشی کابلهای پلاستیکی تلفن به قرار زیر است:

- کابلهای دارای عایق و غلاف پی ـ وی ـ سی از ۵- تا ۵۰+ درجهٔ سانتیگراد
- کابلهای دارای عایق و غلاف پلی‌اتیلن از ۲۰- تا ۵۰+ درجهٔ سانتیگراد

۵-۳-۱-۳ کابلهای پلاستیکی تلفن با عایق و غلاف پی ـ وی ـ سی و پلی‌اتیلن پس از نصب ممکن است در درجهٔ حرارت محیط بین ۳۰- تا ۶۰+ درجهٔ سانتیگراد مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

۵-۳-۱-۴ تغییر جهت کانال کابل باید با شرایط مربوط به خم کردن کابلها مطابقت کند. حداقل شعاع خمش کابلهای دارای عایق و غلاف پلاستیکی به شرح زیر است:

الف ـ در مواردی که مسیر کابل دارای خمهای متعدد است: ۲۰ برابر قطر خارجی کابل

ب ـ در مواردی که مسیر کابل فقط دارای یک خم است: ۱۵ برابر قطر خارجی کابل

۵-۳-۱-۵ کابلکشی با دستگاههای مخصوص باید، با توجه به نیروی کشش مجاز کابل موردنظر و حداکثر طول قابل کشش آن در کانال به شرح زیر انجام شود:

الف ـ در مواردی که کابل پلاستیکی با محکم شدن جوراب کابل بروی غلاف خارجی در کانال کشیده می‌شود مقدار Fm (حداکثر نیروی کشش مجاز) و Lmax (حداکثر طول قابل کشش کابل) با استفاده از روابط زیر قابل محاسبه است:

$$Fm = ۱/۵(D-S)S \text{ (Kgf)}$$

$$Lmax = \frac{Fm}{\eta W} \text{ (کیلومتر)}$$

D : قطر خارجی کابل به میلیمتر

S : ضخامت غلاف به میلیمتر

W : وزن کابل بر حسب کیلوگرم در هر کیلومتر

η : ضریب اصطکاک کابل در کانال حین کشش با توجه به مقادیر زیر:

۱ : برای مواردی که مسیر خواباندن کابل مشخص نمی‌باشد.

۰/۹ : برای کانالهای بتنی

۰/۵ تا ۰/۳ : برای لوله‌های پی ـ وی ـ سی یا پلی‌اتیلن سخت

ب ـ در مواردی که کابل از نوع سیم فولادی زره‌دار باشد معمولاً کشیدن آن به وسیلهٔ انداختن قلاب دستگاه کشش به سیمهای مزبور صورت می‌گیرد و مقدار Fm با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$Fm = ۱۰/۶nd^2(Kgf)$$

n : تعداد سیمهای فولادی

d : قطر سیم فولادی بر حسب میلیمتر

Fm : حداکثر نیروی کشش مجاز

۵-۳-۲ نصب کابل در داخل کانال خاکی

۵-۳-۲-۱ برای نصب کابلهای تلفن در داخل کانال خاکی ابتدا باید کانال موردنظر با ابعاد مشخص شده در نقشه مربوط حفر و کف آن به‌طور یکنواخت ماسه‌ریزی و کوبیده شود به گونه‌ای که ماسه متراکم دارای ۵ سانتیمتر ضخامت باشد و سپس کابلها بر روی آن خوابانیده شده و مجدداً بر روی آن ماسه‌ریزی و کوبیده شود به نحوی که قطر ماسه متراکم ۱۵ سانتیگراد گردد. آنگاه یک نوار پلاستیکی خبردهنده که مشخص‌کننده کابل تلفن باشد بر روی آن کشیده شده و به‌منظور حفاظت کابلها یک ردیف آجر به عرض ۲۲ سانتیمتر بر روی نوار مزبور چیده و سپس عمل خاکریزی و کوبیدن به صورت لایه‌های ۱۵ سانتیمتری تا سطح زمین ادامه یابد. خاک مورداستفاده برای خاکریزی نباید دارای قلوه سنگهای دارای قطر بیش از ۱۰ سانتیمتر باشد. (تراکم خاک در پیاده رو باید ۹۰ درصد و در سواره رو ۹۵ درصد باشد).

۵-۳-۲-۲ عرض کانال حفر شده به‌منظور نصب کابلهای زیرزمینی بستگی به تعداد کابلهایی خواهد داشت که در مجاورت هم قرار می‌گیرد، لیکن حداقل آن ۴۰ سانتیمتر خواهد بود. همچنین عمق کابل از سطح زمین بستگی به تعداد کابلهایی دارد که روی یکدیگر قرار می‌گیرد، لیکن به‌طور کلی عمق کانال تلفن باید در پیاده رو ۸۰ سانتیمتر با ۸۰ سانتیمتر فاصله از دیوار و در سواره رو ۱۲۰ سانتیمتر درنظر گرفته شود. در مواردیکه رعایت عمق کانال امکان‌پذیر نباشد ممکن است با استفاده از حفاظ مکانیکی (لوله گالوانیزه یا لولهٔ پی ـ وی ـ سی ۱۱۰×۱۰۰ با ۱۰ سانتیمتر بتن ۲۰۰ کیلوگرم در

مترمکعب) عمق حفاری را کاهش داد.

۵-۳-۲-۳ اگر تعداد کابلهای موردلزوم برای نصب در داخل کانال خاکی زیاد باشد بهتر است به جای قرار دادن کابلها بر روی یکدیگر، کابلها پهلوی هم کشیده شود. حداقل فاصله کابلهای زیرزمینی از یکدیگر در صورتیکه دو کابل هم ولتاژ باشد باید برابر با ۱۰ سانتیمتر و در صورتی که یک کابل، کابل فشار ضعیف و دیگری کابل فشار قوی یا کابل جریان ضعیف (دو کابل مجاور با ولتاژهای متفاوت) باشد باید ۳۰ سانتیمتر درنظر گرفته شود. (منظور از فاصله دو کابل فاصله هوایی بین آن دو می‌باشد). در مواردی که کابل تلفن بیش از ۵۰ متر به موازات کابل فشار قوی ۶۳ کیلوولت قرار می‌گیرد، حداقل فاصله باید یک متر و چنانکه کابل فشار قوی ۲۰ کیلوولت باشد حداقل فاصله باید ۵۰ سانتیمتر پیش‌بینی شود. در مواردی که کابل تلفن خاکی با کابل فشار قوی از ۲۰ کیلوولت به بالا به صورت متقاطع قرار می‌گیرد، حداقل فاصله باید ۵۰ سانتیمتر درنظر گرفته شود و در صورتیکه رعایت فاصله یاد شده میسر نباشد، ممکن است با استفاده از حفاظ مکانیکی مانند بلوک سیمانی یا بتنی فاصلهٔ مزبور به ۳۰ سانتیمتر تقلیل داده شود.

۵-۳-۲-۴ در مواردیکه کابلهای تلفن به موازات لوله‌های آب، گاز، فاضلاب و مانند آن کشیده می‌شود، حداقل فاصله باید ۳۰ سانتیمتر، و در صورتیکه به صورت متقاطع باشد، حداقل فاصله باید ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود. در مواردیکه رعایت فواصل یاد شده امکان‌پذیر نباشد، ممکن است با استفاده از حفاظ مکانیکی فواصل مزبور را بین ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر تقلیل داد.

۵-۳-۲-۵ در مواردی که کابل تلفن از زیر جاده یا سطح سخت عبور می‌نماید باید از یک لولهٔ محافظ با قطر متناسب با قطر کابل و به طول لازم استفاده نموده و کابل از درون آن عبور نماید و علامت مخصوص نشان دهندهٔ کابل تلفن در محل مزبور نصب شود. در این گونه موارد باید یک لولهٔ محافظ اضافی خالی برای استفاده در کابلکشی‌های آتی پیش‌بینی شود و در درون لولهٔ مزبور یک مفتول گالوانیزه نمره ۴ که طول آن در هر طرف یک متر بیش از طول لوله یاد شده باشد قرار داده شود. در محل ورود و خروج کابل از لوله باید کابل را به وسیله ریختن خاک کوبیده یا ماسه نرم در زیر آن محافظت کرد.

۵-۳-۲-۶ در هنگام کابلکشی باید دقت شود که کابل سر و ته کشیده نشود و استقرار قرقره کابل در کنار کانال خاکی به گونه‌ای باشد که چرخش کابل در جهت خواباندن آن باشد و کابل به آسانی به درون کانال هدایت شود. در مواردیکه طول مسیر کابلکشی زیاد باشد، به‌منظور اجتناب از صدمه و آسیب به کابل باید از قرقره‌های متحرک در فواصل هر دو متر در کف کانال و در نقاط دارای انحناء در دیوارهٔ آن

استفاده شود و در صورت عدم دسترسی به لوازم نامبرده کابل باید به صورت دستی و با رعایت شعاع خمش آن به داخل کانال هدایت و خوابانده شود. در مواردیکه کابلکشی با استفاده از وینچ و قرقره کابل انجام می‌شود، حداکثر سرعت کابلکشی باید ده متر در دقیقه باشد.

۵-۳-۳ کانال‌سازی با استفاده از لوله‌های پی ـ وی ـ سی و کابلکشی کانالی

۵-۳-۳-۱ کانال‌سازی با استفاده از لوله‌های پی ـ وی ـ سی شامل موارد زیر باید برابر ضوابط و دستورالعملهای مندرج در بخش سوم از فصل اول نشریهٔ شرکت مخابرات ایران زیر عنوان «دستورالعملهای اجرایی شبکه انتقال» انجام شود:

الف ـ رعایت نکات ایمنی شامل استفاده از لوازم ایمنی، نصب نرده و هماهنگی با ارگانهای ذیربط

ب ـ محاسبهٔ ابعاد حفاری کانال شامل ژرفای حفاری در سواره‌رو (h_1) و پیاده‌رو (h_2)، پهنای زیرین (W_1) و زبرین (W_2) به شرح زیر:

اگر شمار مجرای کابل در یک ردیف افقی (N)، شمار مجاری کابل در یک ردیف عمودی (M) و فواصل بین مراکز دو لوله مجاور برابر با ۱۵/۵ سانتیمتر باشد

$W_1 = ۱۵/۵(N - ۱) + ۲۱$

$h_1 = ۱۵/۵(M - ۱) + ۱۳۵$

$h_2 = ۱۵/۵(M - ۱) + ۱۱۵$

$W_2 = W_1 + ۰/۱h_n$

حداقل فاصله بالاترین مجرای کابل از سطح زمین باید در سواره‌رو ۱۲۰ سانتیمتر و در پیاده‌رو ۱۰۰ سانتیمتر باشد.

ج ـ حفاری و خاکبرداری شامل برش آسفالت با اره آسفالت بر، خاکبرداری در زمینهای سخت با کمپرسور و در زمینهای نیمه سخت و سست با وسایل دستی یا بیل مکانیکی.

د ـ برخورد مسیر کانال با موانع شامل رعایت حداقل فواصل:

ـ **در شرایط متقاطع:** ایجاد انحنای لازم در لوله‌ها و رعایت فاصلهٔ نیم متر از موانع به گونه‌ای که روی بالاترین لوله با توجه به بالاترین ترمیناتور حوضچه از سطح صفر صفر زمین ۳۰ سانتیمتر فاصله داشته باشد و پس از لوله‌گذاری روی آن به ارتفاع ۱۰ سانتیمتر بتن‌ریزی شود.

در شرایط موازی: فاصلهٔ لازم از لوله‌های اصلی آب، گاز و کابلهای برق فشار متوسط ۶۴ کیلوولت یک متر و از کابلهای برق فشار متوسط ۲۰ کیلوولت و لوله‌های فاضلاب نیم متر خواهد بود.

هـ ـ حمل و نقل و انبارداری لوله‌های پی ـ وی ـ سی با استفاده از چارچوبهای فلزی توسط جرثقیل و با توجه به حفاظت لازم در هنگام حمل در دمای زیر صفر و همچنین در برابر نور خورشید.

و ـ هموار نمودن بستر کانال و پوشش با ۵ سانتیمتر ماسه فشرده و شانه‌گذاری در فواصل دو متری با تقریب ۰/۲ متر.

ز ـ چگونگی برش، خمکاری، اتصال و لوله‌گذاری با رعایت فواصل حوضچه‌ها و زوایای مسیر عبور کانال

ح ـ استفاده از حفاظ مکانیکی در مواردی که فاصله بالاترین مجرای کابل از سطح زمین در سواره‌رو کمتر از ۱۲۰ سانتیمتر و در پیاده رو کمتر از ۱۰۰ سانتیمتر باشد (بتون‌ریزی با عیار ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب به ارتفاع ۱۰ سانتیمتر بر روی آخرین ردیف لوله‌گذاری و درصورتیکه فاصله از سطح زمین کمتر از ۵۰ سانتیمتر باشد با استفاده از بتون مسلح).

ط ـ ماسه‌ریزی لایه به لایه پس از هر ردیف شانه و لوله‌گذاری و فشرده نمودن آن با پا روی چوبی و نهایتاً ایجاد یک قشر ماسه فشرده به ضخامت ۲۰ سانتیمتر بر روی آخرین ردیف لوله‌ها.

ی ـ خاکریزی و کوبیدگی خاک به صورت لایه به لایه و پاکسازی محل.

ک ـ آزمایش و تمیز کردن لوله‌های نصب شده بین دو حوضچه با استفاده از مندریل (استوانه چوبی به قطر ۹۰ میلیمتر و طول ۵۰ سانتیمتر برای مسیر مستقیم، ۳۰ سانتیمتر برای مسیر دارای شعاع انحنای بیش از ۱۵ متر و ۲۰ سانتیمتر برای مسیر دارای شعاع انحنای کمتر از ۱۵ متر) و پاراشوت سیرآب شده که به وسیلهٔ کمپرسور هوا صورت می‌گیرد.

۵-۳-۳-۲ کابلکشی کانالی یا نصب کابل درون کانال حاوی لوله‌های پی ـ وی ـ سی یا سیمانی به شرح زیر خواهد بود:

الف ـ در مجاری پی ـ وی ـ سی مندریل زدن و تمیز کردن برابر ردیف «ک» از بند ۵-۳-۳-۱، و در مجاری سیمانی به کمک وینچ و با استفاده از یک قطعه کابل چهار متری (از نوع کابل موردنظر در کابلکشی) و برس‌های سیمی (برای تمیز کردن).

ب ـ رعایت نکات ایمنی شامل استفاده از علائم هشداردهنده و هماهنگی با ارگانهای ذیربط در صورت لزوم.

ج ـ انجام آزمون فشار هوا روی کابلهای پرنشده (ایرکور) قبل و بعد از کابلکشی و اطمینان از سلامت کابل. فشار درون کابلهای ایرکور باید ۱۲ پوند در اینچ مربع (12psi) و رطوبت نسبی آن برابر با ۲ درصد باشد. در مواردی که فشار هوای درون کابل کمتر از مقدار یاد شده باشد باید با توجه به قطر و طول کابل و زمان لازم برای یکنواخت شدن فشار در داخل کابل نسبت

به افزایش فشار اقدام شود. حداکثر افت مجاز فشار هوا پس از گذشت ۲۴ ساعت باید ۰/۲ پوند در اینچ مربع (.02psi) درنظر گرفته شود و در صورت تغییر درجهٔ حرارت محیط، ارقام مزبور با استفاده از جدول تصحیح فشار متناسباً اصلاح گردد.

د ـ استقرار قرقرهٔ کابل به گونه‌ای که کابل سر و ته کشیده نشود و کابلکشی با استفاده از تجهیزات ضروری از قبیل وینچ، انواع قرقره لازم، ناودانی، جک، جوراب کابل، مواد روان‌ساز و مانند آن انجام شود.

هـ ـ رعایت سرعت کابلکشی به گونه‌ای که با پنج متر در دقیقه شروع و پس از ورود ۱۰ متر از کابل به درون کانال، حداکثر سرعت آن در مجاری پی ـ وی ـ سی حدود ۳۰ متر در دقیقه و در کانالهای سیمانی حدود ۱۰ متر در دقیقه باشد.

و ـ رعایت نیروی کشش مجاز کابلها، به‌منظور جلوگیری از صدمه و آسیب به آن براساس ضوابط مندرج در بند ۵-۳-۵ این فصل یا جدول ۱-۴۰ حسب مورد.

ز ـ نصب برچسب مشخصات کابلها در ابتدا و انتهای هر کابل و پیش‌بینی طول اضافی کابل هنگام قطع کابلها در حوضچه برای مفصل‌بندی، و در جعبه‌های تقسیم و انشعاب و MDF برای اتصالات لازم.

ح ـ آرایش کابلها در درون حوضچه‌ها بر روی رکابهای تعیین شده با رعایت حداکثر شعاع خمش کابل (ده برابر قطر خارجی کابل) و در صورت لزوم استفاده از بستهای موقت در فواصل کم به‌منظور جلوگیری از خمش بیش از حد کابلها.

جدول ۱-۴۰ : نیروی کشش مجاز برای کابلهای ژله فیلد کانالی

با قطر سیم ۰/۴ و ۰/۶ میلیمتر

شمار زوج	قطر سیم (میلیمتر)	نیروی کشش مجاز (کیلوگرم)	شمار زوج	قطر سیم (میلیمتر)	نیروی کشش مجاز (کیلوگرم)
۱۰۰	۰/۴	۱۵۶	۱۰۰	۰/۶	۲۰۰
۱۵۰	۰/۴	۱۷۹	۱۵۰	۰/۶	۲۲۰
۲۰۰	۰/۴	۲۰۳	۲۰۰	۰/۶	۲۵۰
۳۰۰	۰/۴	۲۴۶	۳۰۰	۰/۶	۲۹۰
۴۰۰	۰/۴	۲۹۲	۴۰۰	۰/۶	۳۴۰
۵۰۰	۰/۴	۳۴۰	۵۰۰	۰/۶	۳۹۰
۶۰۰	۰/۴	۳۸۴	۶۰۰	۰/۶	۴۴۰

واژه‌نامه انگلیسی ـ فارسی

Air core (cables)	کابلهای گازی یا پرنشده
Armoured cables	کابلهای زره‌دار یا مسلح
Breakdown (insulation)	شکست الکتریکی (عایق)
Metering	اندازه‌گیری
Polyamide coated	دارای پوشش پلی‌آمید
Resistance to flame propagation	مقاوم در برابر انتشار زبانه آتش
Screend cables	کابلهای حفاظدار یا پرده‌دار
Unit cables	کابلهای گروهی یا واحدی
Wrapping (core)	پوشش (هسته کابل)

فهرست منابع و استانداردها

[۱] کابلها و سیمهای فرکانس پایین با عایق و پوشش (PVC)، ق ۱- آزمایشهای عمومی و روشهای اندازه‌گیری، استاندارد ملی شماره ۱-۴۶۳، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

[۲] کابلها و سیمهای فرکانس پایین با عایق و پوشش (PVC)، ق ۲- کابلهای ۲، ۳، ۴ و ۵ سیم برای نصب داخلی، استاندارد ملی شماره ۲-۴۶۳، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

[۳] کابلها و سیمهای فرکانس پایین (با عایق و پوشش PVC)، ق ۳- سیمهای وسایل الکتریکی نوع یک با هادی یکپارچه یا رشته‌ای و عایق، استاندارد ملی شماره ۳-۴۶۳، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

[۴] کابلها و سیمهای فرکانس پایین با عایق و غلاف PVC، ق ۴- سیمهای توزیع با هادیهای یکپارچه و عایق‌بندی PVC به صورت دوتایی، سه تایی، چهارتایی و پنج تایی، استاندارد ملی شماره ۴-۴۶۳، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

[۵] کابلها و سیمهای فرکانس پایین با عایق و پوشش PVC، ق ۵- سیم و کابل وسایل الکتریکی با هادیهای یکپارچه یا رشته‌ای با عایق PVC و یا پوشش فلزی به صورت تک سیمه یا دو سیمه، استاندارد ملی شماره ۵-۴۶۳، مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

[۶] کابلها و سیمهای فرکانس پایین (با عایق و پوشش PVC)، ق ۷- سیمهای توزیع با هادیهای یکپارچه با عایق PVC و پوشش پلی‌آمید به صورت ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ سیمه، استاندارد ملی شماره ۷-۴۶۳، مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

[۷] آیین‌نامه ایمنی تأسیسات الکتریکی ساختمانها، استاندارد ملی شماره ۱۹۳۷، مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

[۸] دستورالعملهای اجرایی شبکهٔ انتقال، شرکت مخابرات استان تهران، معاونت نصب و پشتیبانی فنی مدیرعامل، سال ۱۳۷۷.

[۹] مقررات ملی ساختمانی ایران، مبحث ۱۳: طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمانها، وزارت مسکن و شهرسازی ـ دفتر نظامات مهندسی.

[۱۰] استاندارد و آیین‌نامه سیمکشی ساختمانهای مسکونی، تجاری و صنعتی، وزارت نیرو، شرکت توانیر، معاونت تحقیقات و تکنولوژی.

[۱۱] مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی (جلد اول)، تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط، نشریه شماره ۱-۱۱۰ (تجدیدنظر اول) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور فنی ـ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله.

[۱۲] دستورالعمل اجرایی محافظت ساختمانها در برابر آتش‌سوزی، نشریهٔ شماره ۱۱۲، سازمان برنامه و بودجه، معاونت فنی ـ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی

IEC 60189 Low-frequency cables and wires with P.V.C insulation and P.V.C sheath:

[13] 60189-1 Part 1: General test and measuring methods.

[14] 60189-2 Part 2: Cables in Pairs, triples, quads and quintuples for inside installations.

[15] 60189-3 Part 3: Equipment wires with solid or stranded conductors, P.V.C. insulated, single.

[16] 60189-4 Part 4: Distriblution wires with solid conductors, P.V.C insulated, in paris, triples, quads and quintuples.

[17] 60189-5 Part 5: Equipment wires and Cables with solid or stranded conductors, P.V.C. insulated, screened, single or one pair.

[18] 60189-7 Part 7: Distribution wires with solid conductors, P.V.C. insulated, polyamide coated, in singles, pairs, quads or quintuples.

[19] IEC 60028 International standard of resistance for copper.

[20] IEC 60304 Standard colours for insulation for low frequency cables and wires.

IEC 60708 Low-frequency cables with polyolefin insulation and moisture barrier polyolefin sheath:

[21] 60708-1 Part 1: General design details and requirements.

[22] 60708-2 Part 2: Unit type, filled, moisture barrier polyethylene sheathed cable with copper conductors and solid or cellular insulation.

[23] 60708-3 Part 3: Unit type, unfilled, moisture barrier polyethylene sheathed cable with copper conductors and solid or cellular insulation.

[24] 60708-4 Part 4: Unit type, unfilled, moisture barrier polyethylene sheathed cables with copper conductors, solid insulation and integral suspension strand.

[25] IEC 538 Electric cables, wires and cords: Methods of test for polyethylene insulation

and sheath.

[26] Telephones and telegraphs private services, Brititsh Standard Code of Practice CP 327-102.

[27] National Electrical Code, National Fire Protection Association.

[28] Electrical services in buildings, F.Hall, Construction Press London and New York.

[29] Electrical distrilution in buildings, C.Dennis Poole, BSP Professional Books.

[30] BS 3573 Specification for polyethlene insulated copper-conductor telecommunication Cables.

فصل دوم

وسایل ارتباطی

مقدمه:

از اختراع اولین مرکز تلفن تمام اتوماتیک که عملاً در تجارت بکار برده شده کمی بیش از صد سال می‌گذرد. بطور کلی می‌توان عمل برقراری یک مکالمه در مرکز تلفن را به دو قسمت تقسیم کرد:

۱) دریافت اطلاعات از شماره‌گیر تلفن‌کننده و

۲) اتصال مدارهای الکتریکی که به تلفن‌کننده امکان صحبت با شماره مورد نظرش را بدهد که این قسمت را سوئیچینگ یا اتصال نامند.

در ساخت اولین مرکز تلفن که به نام مخترعش استراگر[1] معروف شد، عمل سوئیچینگ کاملاً مکانیکی و بوسیلهٔ «سلکتور»هایی بود که اتصال به کنتاکتهای مختلف را با یک چرخش محوری انجام می‌داد و به‌منظور برقراری مکالمه، عملکرد چند دسته از این سلکتورها لازم بود.

در سال ۱۹۱۹ اولین مرکز تلفن کراس بار ساخته شد. در این سیستم عمل سوئیچینگ همچنان مکانیکی بود ولی سلکتورها بصورت ماتریسی از کنتاکهای عمودی و افقی عمل می‌کرد. به این ترتیب سرعت سوئیچینگ به نسبت سیستم استراگر خیلی زیادتر شد. با پیشرفت علم مغناطیس و اختراع رله زبانه‌ای در سال ۱۹۳۶ این امکان بوجود آمد که از این رله‌ها به صورت عملی در مدارهای سوئیچینگ بجای سلکتورها استفاده شود و بدین ترتیب مراکز تلفن کراس بار مجهز به رله شد. به‌طور همزمان با پیشرفت علم الکترونیک بجای انجام قدم به قدم عمل سوئیچینگ، یک کنترل مشترک الکترونیکی با عملکرد سریع و قدرت جوابگویی بسیار زیاد به شبکه‌های پیچیده بکار گرفته شد و در نتیجه در سالهای ۱۹۶۰ سیستم‌های کراس بار و کراس پوینت با کنترل مشترک الکترونیکی وارد بازار شد.

ساخت مدارهای مجتمع (IC) تأثیر زیادی در تکنولوژی مراکز تلفن ایجاد کرد که در نتیجه آن رله‌های مکانیکی حذف شد و سوئیچ‌های الکترونیکی و مدارات مجتمع که ابعاد بسیار کمتری نیز داشت جایگزین آن شد. به این ترتیب کیفیت مراکز تلفن که بدلیل زیاد بودن قطعات مکانیکی امکان فرسودگی بالایی داشت بهبود یافته و میزان آسیب‌پذیری آنها کاهش پیدا کرد. از طرف دیگر سرعت و بازدهی آنها از نظر امکان برقراری مکالمات

---

1 - Strowger

همزمان بسیار بیشتر از سابق، و ابعاد آنها نیز بسیار کوچکتر از انواع مکانیکی قدیمی شد.

از طرف دیگر بدلیل اینکه مراکز تلفن اولیه تنها سرویسی که ارائه می‌داد برقراری یک ارتباط ساده بین دو طرف مکالمه بود. در کنار آنها سیستم‌های دیگری هر کدام به‌منظور ارائه سرویسی جدید وارد بازار می‌شد، که از آنجمله تلفن‌های رئیس ـ منشی و اینترفون‌ها بود. تلفن‌های رئیس ـ منشی دستگاههای تلفن خاص با کلیدهای اضافه بود و سیمکشی مربوط به آن نیز با کابلهای تعداد زوج بالا انجام می‌گرفت و بدین ترتیب به رئیس این امکان داده می‌شد که با فشردن یک دکمه منشی را خبر کند و یا یک خط شهری را در اختیار بگیرد. تمام این کلیدها ارتباطها را به صورت مکانیکی برقرار یا قطع می‌کرد. اینترفونها مراکزی بود که تنها برای ارتباط داخلی مورداستفاده قرار می‌گرفت و بعلاوه امکان ارسال پیغام بصورت عمومی و استفاده از بلندگو جهت پخش صدا را نیز داشت. در این مجموعه نیز علاوه بر خاص بودن سیستم و دستگاههای تلفن، سیمکشی مفصلی لازم بود.

با پیدایش کامپیوترها این ایده مطرح شد که از کامپیوتر به عنوان کنترل‌کننده مشترک یک مرکز تلفن استفاده شود. به این ترتیب علاوه بر بهره‌گیری از سرعت و دقت بسیار زیاد کامپیوترها، این امکان نیز بوجود آمد که اعمال کنترلی بصورت برنامه‌ای به حافظه کامپیوتر سپرده شود و بسیاری از سرویس‌هایی که توسط سیستم‌های جداگانه و با سخت‌افزار خاص ارائه می‌شد به صورت نرم‌افزاری به قابلیتهای مراکز تلفن اضافه گردد و مراکز تلفن توانست خدمات بسیاری را نظیر ارتباط داخلی، ارتباط شهری، کنفرانس، انتقال مکالمه، پشت خط گذاشتن، رئیس ـ منشی، ارتباط با اپراتور و... به مشتریان خود عرضه کند.

با ایجاد امکان سوئیچینگ پروسسوری انواع مراکز تلفن کراس بار و کراس پوینت نیز از رده تولید خارج شد. مراکز تلفنی را که امروزه تولید و عرضه می‌شود می‌توان بدو دسته کلی تقسیم نمود:

الف ـ مراکز تلفن الکترونیکی آنالوگ

ب ـ مراکز تلفن دیجیتال

در هر دو دسته، تمامی فرامین و کنترل‌ها بوسیله مدارات الکترونیکی و پروسسوری صادر می‌شود. تفاوت در اینجا است که در نوع (الف) که معمولاً مراکز تلفن با ظرفیت پایین‌تر می‌باشد. عمل انتقال صوت با تبدیل آن به یک جریان الکتریکی آنالوگ صورت می‌گیرد و سوئیچ‌های برقرارکننده ارتباط نیز آنالوگ می‌باشد. اما در نوع (ب) صوت در ابتدا به اطلاعات دیجیتال (کدهای صفر و یک) تبدیل شده و سپس سیگنال‌های مختلف با مالتی پلکس شدن روی یک خط انتقال می‌یابد و سوئیچینگ نیز بصورت دیجیتال انجام می‌گیرد.

در مراکز تلفن آنالوگ ترافیک (تعداد مکالمات همزمان) معمولاً کم است ولی برای کاربردهای با ظرفیت محدود (معمولاً کمتر از ۲۵۶ خط) مناسب بوده و به نسبت مراکز تلفن دیجیتال ارزانتر نیز می‌باشد. برای ظرفیتهای بالاتر تا چند ده هزار خط، مراکز تلفن دیجیتال مورداستفاده قرار می‌گیرد که ظرفیت ترافیکی بالا (عموماً صددرصد) دارد و می‌تواند ارتباط چندین هزار مشترک را بطور همزمان برقرار کند.

در این فصل پس از پرداختن به انواع جعبه‌های تقسیم و ترمینال‌ها و سپس انواع تلفن‌ها، مراکز تلفن تحت

چهار دسته معرفی می‌شود و در انتها به صورتحسابگیرها که می‌تواند به صورت مستقل به مراکز تلفن ضمیمه شود و عملکرد آن را تکمیل کند پرداخته می‌شود. لازم به توضیح است که در تقسیم‌بندی مراکز تلفن، مراکز الکترونیکی کم ظرفیت از مراکز تلفن الکترونیکی ظرفیت متوسط جدا شده است که این جداسازی نه به دلیل تفاوت عمده‌ای در تکنولوژی، بلکه بیشتر بدلیل تفاوت در توانائیها و خصوصیات این دو دسته می‌باشد که در هنگام تصمیم‌گیری برای خرید، آنها را از یکدیگر متمایز می‌سازد.

مراکز تلفن ردیفی نیز اگرچه با تکنولوژی اولیه خود تا حد زیادی از بازار عرضه خارج شده است و بعلاوه در ایران نیز کمابیش تولیدکننده‌ای به تولید آن نمی‌پردازد، ولی بدلیل وجود انواعی از آن در بازار که معمولاً با ظرفیتهای پایین عرضه می‌شود در یک بخش شرح داده شده است.

آخرین دسته از مراکز تلفن که در این فصل موردبررسی قرار می‌گیرد و جدیدترین تکنولوژی را نیز دارا می‌باشد تحت عنوان مراکز تلفن دیجیتال معرفی شده است.

فصل دوم

بخش اول ـ جعبه‌های تقسیم و ترمینال‌ها

۱ کلیات و تعاریف

یک جعبه تقسیم وسیله‌ای است که امکان هدایت خطوط تلفن را در محلهایی که انشعاب لازم باشد در مسیر کابلکشی فراهم می‌کند به طوریکه در کیفیت سیگنال خللی وارد نشود و از لحاظ ایمنی نیز حفاظت لازم را تأمین کند. اجزای اصلی یک جعبه تقسیم عبارتند از:

۱) خود جعبه که بسته به نوع کاربرد (فضای باز ـ داخلی) فلزی یا کائوچویی می‌باشد.

۲) ترمینالها یا شانه‌ها که درون جعبه به صورت ثابت نصب شده و سر کابلها به روشهای مختلف که ممکن است توسط پیچ یا لحیم‌کاری باشد به آن متصل می‌شود.

از لحیم کاری معمولاً در جعبه‌های تقسیم اصلی[1] و از ترمینال‌های پیچی در جعبه‌های تقسیم محلی و یا تأسیسات مشترکین استفاده می‌شود.

۲ مشخصات فنی و استانداردها

۲-۱ استانداردها، آئین‌نامه‌ها و توصیه‌های عمومی برای انتخاب، ساخت و آزمون

مجموعه توصیه‌های ITU-T در مورد این وسایل در توصیه نامه شماره L.0009[1] درج گردیده که در ادامه بیان می‌شود.

۲-۱-۱ جعبه‌های تقسیم و کافوها

۲-۱-۱-۱ لازم است در انتخاب یک جعبه تقسیم موارد زیر موردتوجه قرار بگیرد:

۱) جنس کابل

---

1 - Main Distribution Frame (MDF)

۲) محل قرار گرفتن جعبه تقسیم

۳) تعداد انشعابهای لازم

۴) درجه حفاظت موردنظر

۲-۱-۱-۲ در جعبه‌های تقسیم از ۱۰۰ زوج به بالا باید برای کابلهای خارج از بنا از اتصالات ثابت استفاده شود.

۲-۱-۱-۳ امکان دسترسی و تست مستقل مدارها در طرف تجهیزات و در طرف خطوط وجود داشته باشد.

۲-۱-۱-۴ امکان موازی‌سازی مدارها وجود داشته باشد.

۲-۱-۱-۵ مکان یا مکانهایی برای اتصال به زمین در آن تعبیه شده باشد.

۲-۱-۱-۶ امکان مشخص کردن مدارات خاص با رنگ در آن وجود داشته باشد.

۲-۱-۱-۷ امکان شماره‌گذاری برای شناسایی خطوط بصورت دائم در آن وجود داشته باشد.

۲-۱-۱-۸ قطعات درون آن به‌راحتی قابل مشاهده باشد.

۲-۱-۱-۹ طراحی، ساخت و مواد مصرفی در جعبه‌های تقسیم تأمین یک عمر ۴۰ ساله را بکند.

۲-۱-۱-۱۰ طراحی جعبه‌های تقسیم به نوعی باشد که با نمونه‌های موجود تطابق داشته و قابل تعویض باشد.

۲-۱-۱-۱۱ جعبه تقسیم باید دمای ۱۰- تا ۵۰+ درجه سانتی‌گراد با تغییرات روزانه محیط تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد را بخوبی تحمل نماید. حد بالای دما باید ۲۵٪ کل اوقات حاکم فرض شود. رطوبت نسبی متوسط سالانه باید ۷۵٪ فرض شود، به طوریکه حداکثر آن از ۹۵٪ تجاوز نکند.

۲-۱-۱-۱۲ جعبه تقسیم باید تحت آزمونهای محیطی زیر مطابق استانداردهای تعریف شده در IEC 60068[2] قرار بگیرد:

۱) آزمون سرما (A)

۲) آزمون حرارت خشک (B)

۳) آزمون حرارت مرطوب (C)

۴) آزمون حرارت مرطوب شتابداده (D)

۵) آزمون لرزه (F)

۶) آزمون ذخیره (H)

۷) آزمون کپک (J)

۸) آزمون خوردگی (K)

۲-۱-۱-۱۳ در صورت استفاده از مواد پلاستیکی، از ترکیباتی استفاده شود که در اثر حرارت، دود یا بخارات مسموم صادر نکند.

۲-۱-۱-۱۴ در طراحی جعبه از گوشه‌ها با لبه‌های تیز پرهیز شود.

۲-۱-۲ ترمینالها

۲-۱-۲-۱ کلیه قسمتهای هادی الکتریسته باید از فلزاتی نظیر مس، برنج و یا آلیاژ مشابه باشد به طوریکه در مقابل خوردگی و سایر تأثیرات محیطی مقاوم بوده و اتصال الکتریکی خوبی را نیز فراهم سازد.

۲-۱-۲-۲ مواد عایق مختلفی که در ساخت بکار می‌رود (انواع ترکیبات پلاستیک یا رزین) بتواند علاوه بر عمل عایق کاری قطعات فلزی نصب مکانیکی آن را نیز فراهم سازد.

۲-۱-۲-۳ خروجیهای طرف خط بتواند دامنه ضخامت موجود کابلهای هادی مسی از قطر ۰/۳۲mm تا ۰/۹۰mm را که روکشهای پلاستیکی دارد در خود جای دهد.

۲-۱-۲-۴ فواصل بین ترمینالها بنوعی باشد که استفاده از یک کابل کلفت‌تر، مانع نصب محکم کابل نازکتر در کنار آن نشود.

۲-۱-۲-۵ قطعات کار رفته از جنسی باشد که در مقابل مقادیر معمولی از رطوبت، کلرید سدیم، سولفید هیدروژن، دی‌اکسید سولفور، کلرید آمونیوم و اسید فورمیک که ممکن است در یک ساختمان وجود داشته یا به آن نفوذ کند، مقاومت داشته باشد.

۲-۱-۲-۶ قطعات بکار رفته باید دمای ۱۰- تا ۵۰+ درجه سانتی‌گراد با تغییرات روزانه محیط تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد را بخوبی تحمل کند. حد بالای دما باید برای ۲۵٪ کل اوقات حاکم فرض شود. رطوبت نسبی متوسط سالانه باید ۷۵٪ فرض شود بطوریکه حداکثر آن از ۹۵٪ تجاوز ننماید.

۲-۱-۲-۷ قطعات بکار رفته باید تحت آزمون‌های محیطی زیر مطابق استانداردهای تعریف شده در IEC60068 قرار بگیرد:

۱) آزمون سرما (A)

۲) آزمون حرارت خشک (B)

۳) آزمون حرارت مرطوب (C)

۴) آزمون حرارت مرطوب شتابداده (D)

۵) آزمون لرزه (F)

۶) آزمون ذخیره (H)

۷) آزمون کپک (J)

۸) آزمون خوردگی (K)

۹) آزمون محکم بودن ترمینالها (U)

۲-۱-۲-۸ از لحاظ ایمنی در طراحی موارد زیر باید درنظر گرفته شود:

۱) احتمال تماسهای الکتریکی اتفاقی یا جابجایی تصادفی سیمها به حداقل رسانده شود.

۲) از مواد پلاستیکی با حداقل ایندکس اکسیژن ۲۸ که اندازه دقیق آن در تطابق با استانداردهای بین‌المللی باشد استفاده شود.

۳) مواد پلاستیکی که مورد استفاده قرار می‌گیرد باید در اثر حرارت، دود یا بخارات مسموم صادر نکند.

۴) از گوشه‌ها یا لبه‌های تیز پرهیز شود.

۲-۱-۲-۹ کلیه قطعات بکار رفته باید مشخصات الکتریکی مناسب خود را داشته باشد تا احتمال مجروح شدن تکنسین مربوطه، مشترکین و عموم بدلایل الکتریکی به حداقل برسد. در این زمینه اگر لازم باشد مقادیر مناسب برای موارد زیر تعیین شود:

۱) مقاومت عایقی

۲) آزمون ضدولتاژ[1]

۳) مقدار خازنی بین زوجهای یک ترمینال

۲-۲ مشخصات فنی

۲-۲-۱ جعبه‌های کافو

۲-۲-۱-۱- ساختمان مجموعه کافو شامل یک صندوق، پایه فلزی برای صندوق و در صورت لزوم سکوی بتنی می‌باشد. پایه از ورق ۳mm تهیه می‌شود.

۲-۲-۱-۲ قطعات تشکیل‌دهنده ساختمان داخلی یک جعبه کافو عبارتند از:

۱) جعبه فلزی با دو درب در طرفین (ضخامت وروق درب ۲/۵mm و ضخامت ورق بدنه اصلی ۵mm).

۲) یک یا چند فریم داخلی (بسته به ظرفیت جعبه) که ترمینالها به وسیله صفحه‌های نگهدارنده ترمینال به آن پیچ می‌شود.

۳) تسمه‌های نگهدارنده به ضخامت ۵mm که کافو را به سکوی بتونی محکم می‌کند.

۲-۲-۱-۳ جنس جعبه کافو و پایه بایستی از ورق فولادی با پوشش گالوانیزه گرم باشد. ضخامت پوشش

1 - Voltage-proof Test

حداقل ۱۲۰ میکرون می‌باشد و سطح قطعه بعد از پوشش باید کاملاً صاف و بدون شوره باشد. جهت ساخت کافو و پایه استفاده از ورق گالوانیزه با استاندارد بین‌المللی نیز مجاز می‌باشد. محل جوشها بایستی کاملاً مقاوم و جوش آن به صورت زنجیره‌ای باشد و محل جوش باید پس از به هم‌بندی با رنگ اپوکسی پوشانده شود.

۲-۲-۱-۴ بعد از مراحل ساخت، کافو بایستی با دو لایه آستر و یک لایه رنگ پخته پوشیده شود. (این رنگ بایستی در مدت طولانی در مقابل رطوبت ۱۰۰٪ و درجه حرارت ۵۵+ تا ۳۰- درجه سانتی‌گراد و آب و هوای دریایی ـ صنعتی مقاومت نماید).

۲-۲-۱-۵ صندوق کافو باید دارای ویژگیهای زیر باشد:

۱) صندوق دارای محفظه‌های تهویه مناسب باشد به طوریکه از ورود گرد و غبار و حشرات و بارش افقی باران جلوگیری بعمل آورد.

۲) دربهای آن باید مجهز به لاستیک آب‌بندی (از نوع مرغوب) باشد.

۳) دربهای جعبه باید با لولای ضدرنگ در تمام طول درب مجهز باشد.

۴) قفل دربها باید دارای سیستم سه نقطه‌ای جهت بستن و قفل به بدنه اصلی باشد. عمل قفل کردن با چرخاندن یک دستگیره میسر باشد و هر سه نقطه اتصال عمل کند. کلیه قطعات بایستی گالوانیزه باشد.

۵) جعبه کافو باید مجهز به ترمینال جهت زمین کردن کابلهای ورودی باشد.

۶) جعبه باید دارای حلقه‌های هدایت کابل باشد (ابعاد و جنس حلقه‌های هدایت کابل مطابق استانداردهای اداره تهیه استانداردها و مشخصات فنی شرکت مخابرات ایران).

۷) دربها باید به قفل فنری مخصوص مجهز باشند به‌طوریکه آنها را بتوان در وضعیت باز قرار داد.

۸) جعبه کافو باید شامل تعداد کافی حلقه‌های نگهدارنده سیمهای رانژه باشد.

۹) جعبه باید مجهز به نگهدارنده قرقره سیمهای رانژه باشد.

۱۰) ابعاد صفحات نگهدارنده ترمینال مطابق استانداردهای اداره تهیه استانداردها و مشخصات فنی شرکت مخابرات ایران باشد.

۲-۲-۱-۶ فریم داخلی طوری ساخته شود که امکان بستن ترمینال‌های ۲۵ زوجی به آن میسر باشد.

۲-۲-۲ جعبه‌های تقسیم

۲-۲-۲-۱ جنس بدنه، درب، نگهدارنده جعبه و کف از آلومینیوم و ابعاد آن بسته به ظرفیت مطابق با نقشه‌های

اداره تهیه استانداردها و مشخصات فنی شرکت مخابرات ایران باشد که دو نمونه از این نقشه‌ها برای جعبه‌های ۲۰ زوجی و ۵۰ زوجی در انتهای این فصل به پیوست آورده شده است.

۲-۲-۲-۲ بست سوسماری، اتصال زمین و قیف ورودی مطابق با استانداردهای اداره تهیه استانداردها و بررسی‌های فنی شبکه کابل شرکت مخابرات ایران باشد.

۲-۲-۲-۳ پیچ و مهره‌ها گالوانیزه گرم و کلیه پرچها کاملاً مقاوم باشد.

۲-۲-۲-۴ کلیه قطعات آلومینیوم بعد از پرچ آندایز شود و کلیه قطعات مصرفی فولادی گالوانیزه گرم شود.

۲-۲-۲-۵ کف به صورت دو لایه همراه با اسفنج جهت جلوگیری از ورود گرد و غبار به جعبه باشد و از دو قسمت که بر روی هم پرچ شده‌اند ساخته شود.

۲-۲-۲-۶ لولا از فولاد ضدزنگ (استیل) بصورت یکپارچه و کشویی باشد و به بدنه پرچ شود.

۲-۲-۳ ترمینالها

ترمینالها بسته به اینکه در چه نوع جعبه تقسیمی مورد استفاده قرار بگیرد توسط کارخانجات سازنده در ابعاد و ظرفیتهای گوناگون تهیه می‌شود. برای مثال کاربرد ترمینالهای ۱۰ زوجی در جعبه‌های پست و ترمینال‌های ۲۵ زوجی در جعبه‌های بارانی می‌باشد. مشخصات فنی این دو دسته ترمینالها به شرح زیر است:

۲-۲-۳-۱ ترمینال‌های ۱۰ زوجی

۲-۲-۳-۱-۱ نیازهای مکانیکی، الکتریکی و فیزیکی ترمینالهای ۱۰ زوجی عبارتند از:

۱) هر ترمینال ۱۰ زوجی دارای ۴۰ عدد پیچ و مهره برای اتصال به ۱۰ زوج سیم دوبل یا کابلهای ۲، ۴ و ۶ زوج می‌باشد.

۲) نقاط اتصال برای هر زوج سیم روی ترمینال باید حروف «T» برای Tip و «R» برای Ring مشخص شود.

۳) پیچهایی که زوجهای کابل به آن متصل می‌شود، بایستی به صورت بسیار مطمئنی از نظر الکتریکی به پیچهایی که یک زوج سیم دوبل به آن بسته می‌شود، متصل باشد.

۴) روی اتصالات الکتریکی پشت ترمینال باید با یک ماده عایقی مناسب پوشیده شود.

۵) قسمتی که پیچهای مربوط به زوج کابل قرار دارد باید از نظر عایقی با قسمتی که پیچهای مربوط

به سیم دوبل قرار دارد از یکدیگر مجزا شده باشد.

۶) پیچها بایستی روی بدنه ترمینال به صورتی تعبیه شود که چنانچه یک نیروی گشتاوری به مقدار ۶۰ cm-kg به آن اعمال شود در جای خود نپیچد.

۷) هر پایه پیچ Binding Post باید دارای یک مهره شش گوش[1] و دو واشر تخت باشد. مهره شش گوش را باید بتوان براحتی با آچار بکس پیچاند و محکم نمود.

۸) ابعاد استاندارد ترمینال‌های ۱۰ زوجی در شکل شماره ۲-۱ مشخص شده است.

۲-۲-۳-۱-۲اجزای فلزی ترمینال باید دارای مشخصات زیر باشد:

۱) تمامی قطعات فلزی ترمینال باید از جنس برنج بوده و دارای آبکاری نیکل باشد.

۲) طول پیچهایی که توسط آچار پیچ گوشتی باز و بسته می‌شود باید ۱cm با قطر ۴mm باشد. سرپیچ بایستی هلالی شکل ماشین کاری شده باشد و طول گام[2] آن باید ۰/۷mm باشد. عرض شیار سر پیچ ۱/۱mm-۱/۳ و عمق آن ۱/۲mm-۱/۴ باشد. ضمناً ۳mm زیر سر پیچ باید صاف و رزوه نشده باشد.

۳) در قسمت رزوه نشده پیچ باید یک واشر به صورتی قرار بگیرد که نتوان آن را از قسمت رزوه شده خارج کرد. یک واشر دیگر که براحتی در قسمت رزوه شده حرکت کند نیز بایستی روی این پیچ قرار گیرد.

۴) قطر پایه پیچی که پیچ توصیف شده باید در آن بسته شود باید ۸mm و طول آن ۱۰mm باشد و به صورت بسیار محکمی در بدنه ترمینال تعبیه شود. ارتفاع پایه از سطح پلاستیکی ترمینال باید برابر ۳mm باشد.

۵) پیچهای ثابت ترمینال که به آنها Binding post می‌گویند و تعداد آنها ۲۰ عدد است باید از یک میله برنجی بطول ۳۰mm و قطر ۱۰mm که حدوداً ۱۵mm آن به صورت محکمی در بدنه ترمینال تعبیه شده است و بعنوان پایه این پیچ ثابت می‌باشد ساخته شود. طول این پیچ باید ۱۳mm باشد که حدوداً ۴mm از انتهای آن نباید رزوه شده باشد. گام پیچ باید ۰/۷mm باشد.

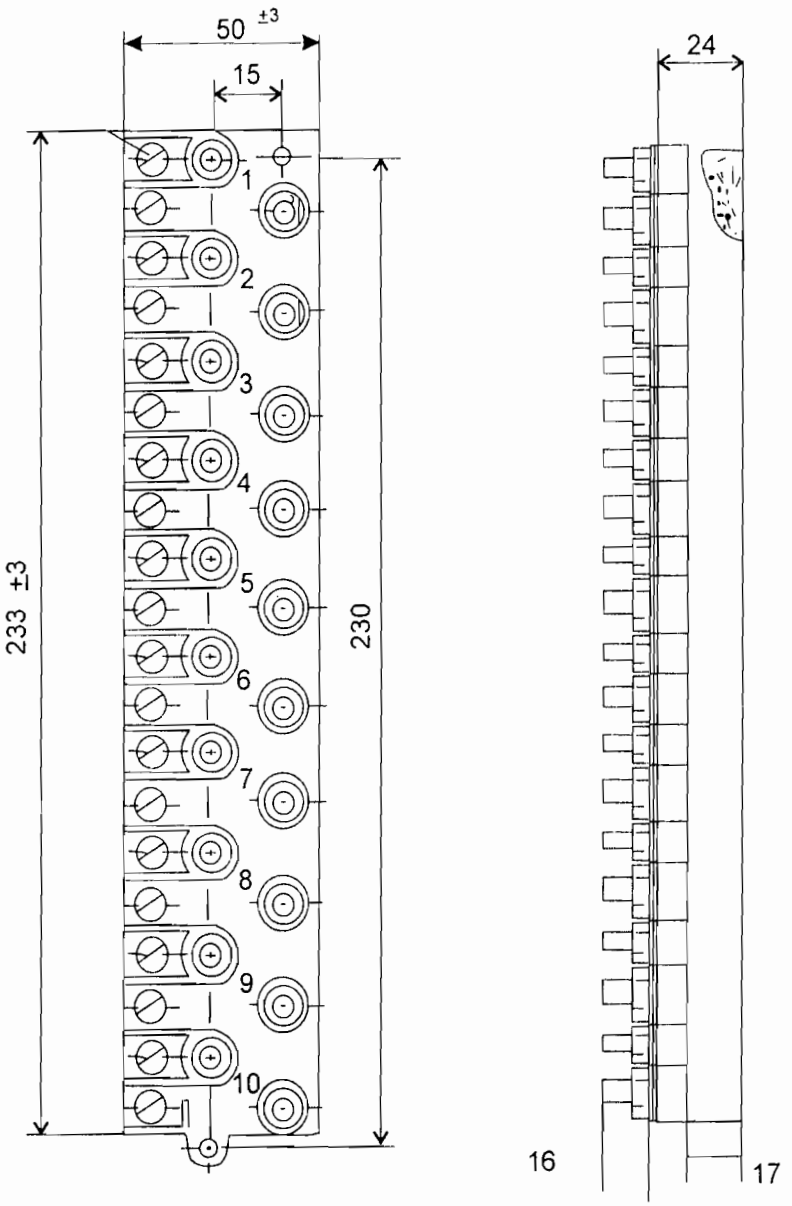
۶) روی پیچهای ثابت یک مهره شش گوش به قطر ۹mm و ضخامت ۳mm بسته می‌شود. قبل از قرار گرفتن مهره شش گوش باید دو عدد واشر به قطر خارجی ۱۲mm و ضخامت ۱mm قرار گیرد. واشرها باید در قسمت داخلی تخت بوده و در قسمت خارجی انحناء داشته باشد.

۲-۲-۳-۱-۳جهت اطمینان از مشخصات الکتریکی ترمینالها رعایت اصول زیر لازم می‌باشد:

1 - Hexagonal

2 - Pitch

۱) در شرایط جوی خشک، مقاومت عایقی مابین دو پایه پیچ ترمینال (Ring و Tip) باید برابر حداقل ۲۰۰۰۰ مگااهم باشد. این آزمایش باید در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵٪ و اعمال ولتاژ ۵۰۰ ولت .D.C به مدت حداقل یک دقیقه انجام گیرد.



شکل ۲-۱: نقشه مقاطع ترمینال‌های ۱۰ زوجی

۲) ترمینالها باید آزمون مقاومت عایقی در شرایط مرطوب را بگذراند به طوریکه در بدترین شرایط مقاومت عایقی حداقل ۵۰۰ مگااهم و در شرایط متوسط ۱۰۰۰ مگااهم باشد. روش آزمون بدین ترتیب است که ترمینالها را در یک دستگاه سیکل حرارت و برودت که شمای سیکل آن در شکل ۲-۲ آمده است بمدت ۱۵۰ ساعت قرار می‌دهیم. زمان هر سیکل ۲۴ ساعت است. پس از اینکه ترمینال سیکل حرارت و برودت را گذراند آن را از دستگاه خارج نموده و بلافاصله مقاومت عایقی آن را اندازه‌گیری می‌کنیم. اندازه‌گیری مقاومت عایقی باید بمدت یک دقیقه و با ولتاژ ۵۰۰ ولت .D.C انجام شود.

۳) مقاومت دی‌الکتریک Binding Postها باید نسبت به یکدیگر و نسبت به پیچهای دیگر و همچنین نسبت به بدنه ترمینال به میزانی باشد که حداقل ۲ کیلوولت .A.C را به مدت یک دقیقه بدون آسیب دیدگی تحمل کند.

۲-۲-۳-۱-۴ترمینالها باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که در برابر سقوط از ارتفاع دومتری به زمین مقاوم بوده و سالم و بدون آسیب باقی بماند.

۲-۲-۳-۱-۵نوع موادی که برای پوشانیدن اتصالات پشت ترمینال از آن استفاده می‌شود باید اپوکسی رزین با خاصیت چسبندگی زیاد باشد و حتی‌المقدور سعی شود در هنگام اضافه کردن رزین به پشت ترمینال تعداد حبابهای ایجاد شده در رزین بیشتر از ۳ عدد نبوده و عمق آن نیز بیشتر از ۳ میلی‌متر نباشد.

۲-۲-۳-۱-۶انتخاب نمونه جهت انجام آزمایشهای لازم در هر مورد بصورت زیر می‌باشد:

۱) ترمینالها باید بطور ۱۰۰٪ تحت آزمایش مقاومت عایقی در شرایط خشک قرار گیرد.

۲) آزمایش مقاومت عایقی در شرایط مرطوب: از هر ۱۰۰۰ عدد ترمینال، ۳ عدد یا تمام نمونه‌های انتخاب شده.

۳) آزمایش مقاومت دی‌الکتریک: از هر ۱۰۰۰ عدد ترمینال، ۳ عدد

۴) آزمایش پرتاب از ارتفاع: از هر ۱۰۰۰۰ عدد ترمینال، ۱ عدد

۵) آزمایش کیفیت مواد رزینی: از هر ۱۰۰۰۰ عدد ترمینال، ۲ عدد

۲-۲-۳-۲ ترمینالهای ۲۵ زوجی

۲-۲-۳-۲-۱مشخصات بدنه:

۱) بدنه این ترمینالها[1] از یک ماتریس دارای ۱۰ ستون ۵ تایی پایه پیچ که بصورت یکپارچه روی

1 - Terminal Block

ماتریس قرار می‌گیرد تشکیل شده است.

۲) در هر ستون ۵ پایه پیچ تعبیه می‌شود که ارتفاع هر یک باید حدود ۱۳mm و قطر آن ۱۰mm باشد. در قسمتی از این پایه پیچ یک بریدگی از انتهای فوقانی به ابعاد ۵×۵ میلی‌متر باید وجود داشته باشد تا بتوان سیمها را به‌راحتی از آن بریدگی به پیچ متصل نمود.

۳) در روی پایه قسمت بریده شده پایه پیچ باید سوراخی وجود داشته باشد که بتوان زائده فلزی مهره پیچ را بطول ۲۰mm و ضخامت ۱mm و عرض ۲mm از آن عبور داد.

۴) بدنه ترمینال باید از ماده‌ای ساخته شود که وقتی مهره در جای خود قرار گرفت بتواند یک نیروی گشتاور ۳/۵ نیوتن ـ متر را بدون تغییر شکل و یا شکسته شدن تحمل کند.

۵) ماده پلاستیکی بدنه ترمینال باید از جنس اکریلونیتریل بوتادین استایرین[1] بدون اضافه کردن مواد رنگی باشد.

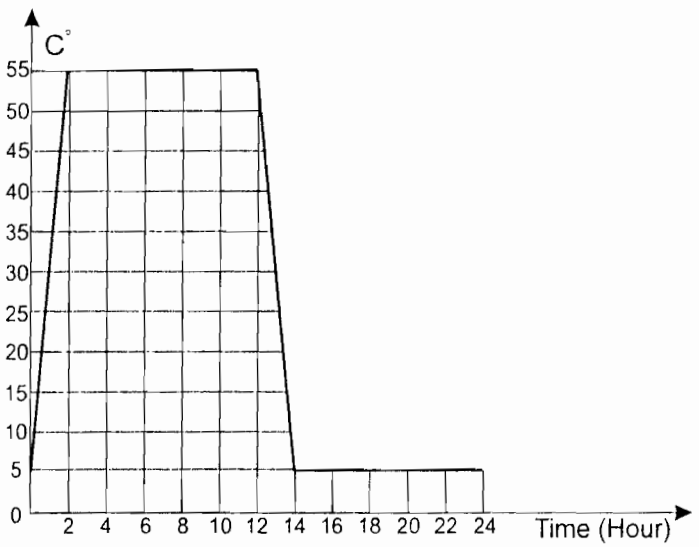
۶) به‌منظور واضح‌تر شدن موارد فوق مقاطع و ابعاد در شکل ۲-۳ منعکس شده است.

۲-۲-۳-۲-۲ اجزای فلزی ترمینال باید دارای مشخصات زیر باشد:

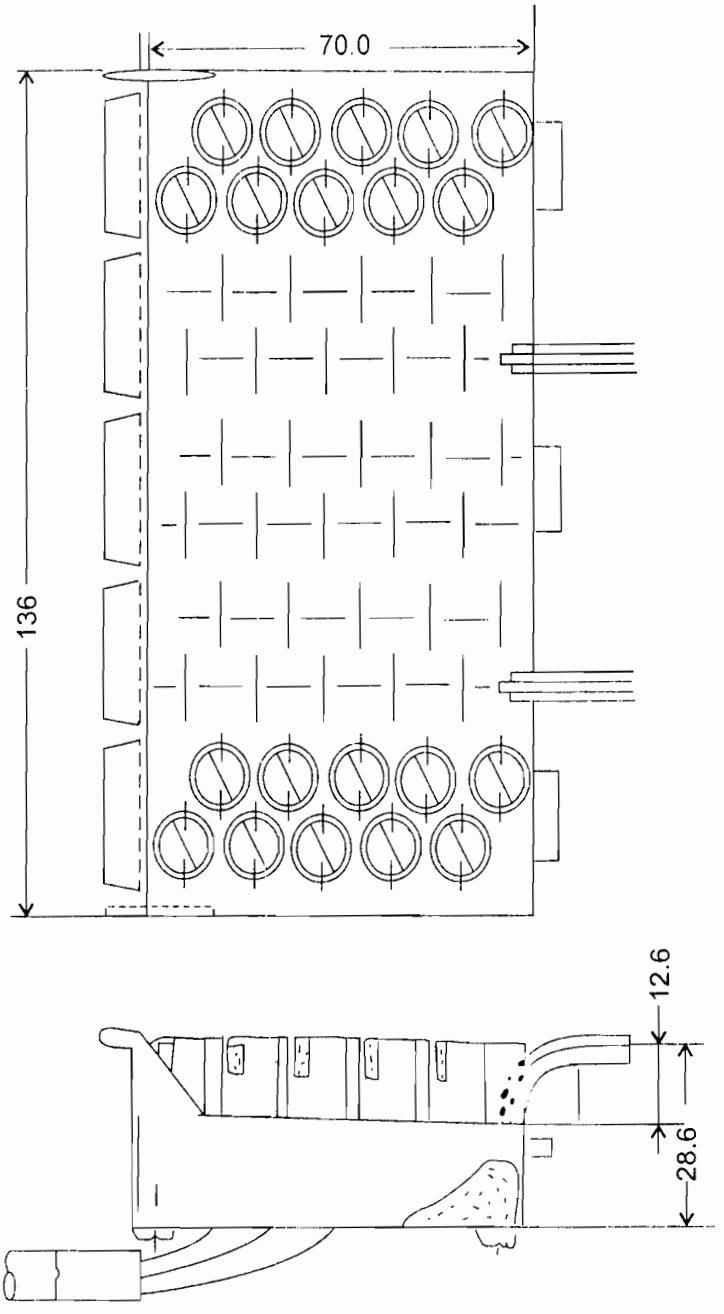
۱) در هر پایه پیچ باید یک مهره زائده‌دار ۲۰ میلی‌متری Binding post به صورت بسیار محکمی تعبیه شود. در هنگام تعبیه این مهره، نیروی محوری وارده به آن نباید بیشتر از ۹۰ نیوتن باشد. این مهره باید بصورتی ساخته شود که یک پیچ به قطر ۴ میلی‌متر که دارای دو واشر تخت می‌باشد در آن به‌راحتی بپیچد. این مهره باید پس از نصب در قسمت پایه پیچ بتواند یک نیروی گشتاور به مقدار ۳/۵ نیوتن ـ متر را بخوبی تحمل کند و در جای خود هرز نگردد.

۲) پیچ استفاده شده باید دارای قطر ۴mm با سر هلالی شکل ماشین کاری شده بوده و طول گام آن برابر ۰/۷mm وقتی که موازی با محور پیچ اندازه‌گیری می‌شود، باشد. شیار سر پیچ باید دارای ابعاد ۱/۱mm-۱/۳ عرض و ۱/۲mm-۱/۴ عمق باشد. این پیچ باید یک نیروی گشتاور ۲/۵ نیوتن ـ متر را تحمل کند. در قسمت فوقانی پیچ (زیر سر پیچ) باید به مقدار ۳mm رزوه نشده باشد و انتهای پیچها دارای قطر بیشتری باشد تا پیچ را حتی با پیچاندن نتوان بیرون آورد.

1 - Acrylonitrile Butadiene Styrene (A.B.S)



شکل ۲-۲ : سیکل حرارت و برودت آزمایش مقاومت عایقی مرطوب



کلیه ابعاد به میلیمتر می‌باشد

شکل ۲-۳: نقشه مقاطع ترمینال‌های ۲۰ زوجی

۳) هر پیچ باید دارای دو عدد واشر تخت و یک عدد واشر با لبه‌های زاویه‌دار باشد به طوریکه دو واشر تخت در قسمت بین سرپیچ و ابتدای رزوه قرار گیرد و واشر لبه‌دار به صورت آزاد در طول پیچ حرکت کند. لقی مجاز بین واشر و قسمت رزوه شده پیچ نباید از ۰/۱۳mm بیشتر و از ۰/۰۷mm کمتر باشد به طوریکه این واشرها در زیر سرپیچ باقی بمانند و بطرف پائین حرکت نکند.

۴) کلیه پیچها، واشرها و مهره‌های پیچها و زائده مهره باید از جنس برنج با روکش نیکل باشد.

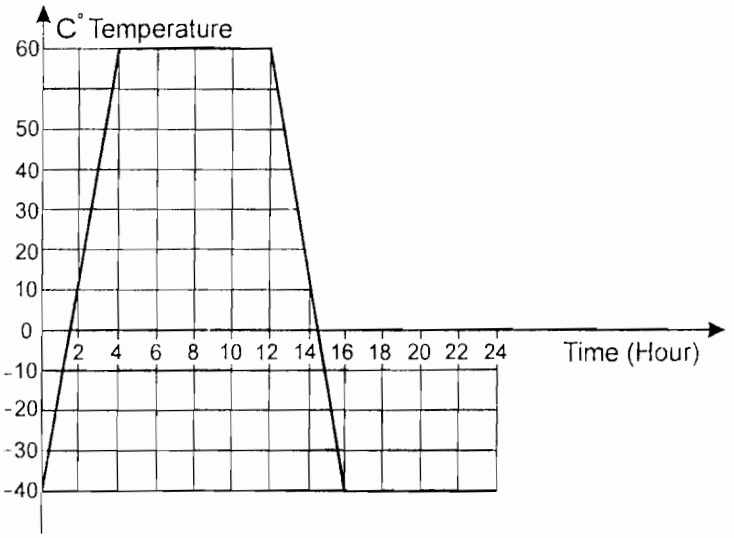
۲-۲-۳-۲-۳ جهت اطمینان از مشخصات الکتریکی ترمینالها رعایت اصول زیر لازم می‌باشد:

۱) در شرایط جوی خشک، مقاومت عایقی مابین دو پایه پیچ ترمینال (Ring و Tip) باید برابر حداقل ۲۰۰۰۰ مگااهم در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵٪ و اعمال ولتاژ ۵۰۰ ولت .D.C به مدت حداقل یک دقیقه باشد.

۲) در شرایط مرطوب مقاومت عایقی بین دو پایه پیچ باید حداقل ۵۰۰ مگااهم و به‌طور متوسط ۱۰۰۰ مگااهم باشد. روش آزمون بدین ترتیب است که ترمینالها را که سیمهای ورودی به آن متصل هستند در یک دستگاه سیکل حرارت و برودت از ۵+ تا ۵۵+ درجه در شرایط رطوبی ۹۵٪ مطابق سیکل شکل ۲-۱ بمدت ۱۵۰ ساعت قرار می‌دهیم. زمان هر سیکل ۲۴ ساعت است. پس از اینکه ترمینال سیکل حرارت و برودت را گذراند آن را از دستگاه خارج کرده و بلافاصله مقاومت عایقی آن را اندازه‌گیری می‌کنیم. اندازه‌گیری مقاومت عایقی باید بمدت یک دقیقه و با ولتاژ ۵۰۰ ولت .D.C انجام شود.

۳) هر پایه پیچ ترمینال نسبت به پایه پیچ دیگر آن که در یک ردیف قرار دارند (Tip و Ring هر زوج) باید بتواند یک مقاومت دی‌الکتریک حداقل ۲ کیلوولت .A.C با فرکانس ۵۰ هرتز را که به مدت یک دقیقه به آن اعمال می‌شود بدون آسیب دیدگی تحمل کند.

۴) هر پایه پیچ ترمینال نسبت به بدنه ترمینال باید بتواند یک مقاومت دی‌الکتریک حداقل بمقدار ۲/۵ کیلوولت .D.C را که به مدت یک دقیقه به آن اعمال می‌شود تحمل کند.



شکل ۲-۴: سیکل آزمون شرایط محیطی

۲-۲-۳-۲-۴ ترمینال با کلیه قسمتهای آن که شامل بدنه، مهره، پیچ، واشر و سیمهای ورودی و خروجی است باید بتواند به مدت ۴۸ ساعت یک سیکل حرارت و برودت را که از ۴۰- درجه سانتی‌گراد شروع شده و تا ۶۰+ درجه سانتی‌گراد ادامه دارد مطابق شکل شماره ۲-۴ بگذراند.

۲-۲-۳-۲-۵ در قسمت زیرین ترمینال که زائده فلزی مهره در آن قرار می‌گیرد قبل از اینکه ماده رزینی ریخته شود باید به انتهای زائده، سیمهای ۰/۴mm پیچیده شده و سپس لحیم شود و پس از انجام این کار ماده رزینی در آن قسمت ریخته شود.

۲-۲-۳-۲-۶ ماده ریزینی که برای پوشانیدن اتصالات پشت ترمینال از آن استفاده می‌شود باید از نوع اپوکسی رزین با خاصیت چسبندگی زیاد برای چسبیدن به بدنه ترمینال باشد و جوابگوی آزمایشات الکتریکی و مکانیکی این مشخصات باشد.

۲-۳ انواع و موارد کاربرد

جعبه‌های تقسیم از نظر نوع کاربرد به سه دسته تقسیم می‌گردد:

۱) جعبه تقسیم بارانی (کافو): در فضای باز مابین مراکز تلفن و جعبه‌های پست قرار می‌گیرد.

۲) جعبه پست روکار: در فضای باز مابین جعبه کافو و جعبه تقسیم یا مشترک قرار می‌گیرد.

۳) جعبه تقسیم توکار: مابین جعبه پست و مشترک در داخل ساختمان قرار می‌گیرد.

فصل دوم
بخش دوم ـ تلفن‌ها

۱ کلیات و تعاریف

در سالهای اخیر همگام با پیشرفت علم الکترونیک دستگاههای تلفن نیز چه از نظر مدارهای داخلی و چه از نظر امکانات و تسهیلاتی که در اختیار کاربران می‌گذارد تحول و تنوع بسیاری پیدا کرده است که بیان مشخصات و خصوصیات تک تک آن از حوصله این مبحث خارج است. بنابراین آنچه در این بخش خواهد آمد بیان حداقل و کلی شرایط لازم در این دستگاهها می‌باشد.

در یک دسته‌بندی کلی دستگاههای تلفن را می‌توان به صورت زیر تقسیم نمود: تلفنهای آنالوگ با شماره‌گیر چرخان، تلفنهای آنالوگ با شماره گیر فشاری و تلفنهای دیجیتال که قابلیت اتصال به شبکه ISDN[1] را دارد. تلفنهای دیجیتال که آخرین محصول تکنولوژی مخابرات می‌باشد در حال حاضر در ایران بدلیل نبودن خط ISDN کاربردی ندارد. بنابراین توجه ما بر روی تلفنهای دسته اول متمرکز خواهد بود.

تلفنهای مخصوص برای کاربرد در شرایط خاص بخشی از تلفنهای آنالوگ بوده که در جای خود به آنها می‌پردازیم.

۲ مشخصات فنی و استانداردها

۱-۲ استانداردها، آیین‌نامه‌ها و توصیه‌های عمومی برای انتخاب، ساخت و آزمون

۱-۱-۲ شکل و ابعاد گوشی تلفن تأثیر بسیاری در راحتی کاربر و کیفیت صدای آن دارد. مناسبترین اندازه‌های محاسبه شده بر مبنای آزمایشات فیزیکی و ارگونومیکی در شکل ۲-۵ درج شده است.

۲-۱-۲ کیفیت عملکرد یک دستگاه تلفن توسط مجموعه‌ای از پارامترهای قابل اندازه‌گیری که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

---

1. Integrated Services Digital Network

۱) ضریب صوت جانبی شنونده[1]
۲) ضریب پوشش صوت جانبی[2]
۳) ضریب بلندی صدا[3]
۴) تضعیف ناشی از اعوجاج[4]
۵) افت مقایسه‌ای حساسیت دریافت گوشی[5]

بیان می‌شود. تعاریف و مقادیر مطلوب این پارامترها و روشهای محاسبه آن در توصیه‌های شماره [3]P.10, [4]P.79, [5]P.76, [6]G.100, [7]G.12 بند ۵ /ITU-T و الحاقیه A3 به [8]ITU-T/G.111 در باند فرکانسی ۳۰۰ تا ۳۴۰۰ هرتز بیان شده است. به عنوان نمونه میزان مطلوب STMR یعنی سطح صدای گوینده که از میکروفون خودش به گوشی همان تلفن منتقل می‌شود باید بین ۷ dB تا ۱۲ dB باشد و همین میزان برای شنونده باید بیشتر از ۱۵ dB باشد.

۲-۱-۳ مشخصه‌های فنی تلفنهای دکمه‌ای فشاری و فرکانسهای شماره‌گیری آن در توصیه نامه [9]ITU-T/Q.23 بطور کامل درج شده است. جدول فرکانسهای استاندارد DTMF شماره‌گیری تون در جدول ۲-۱ منعکس شده است.

۲-۱-۴ مشخصه‌های انتقالی گوشیهای تلفن آنالوگ باید در تطابق با اهداف بیان شده در توصیه‌های شماره [8]G.111 و [7]ITU-T/G.12 باشد.

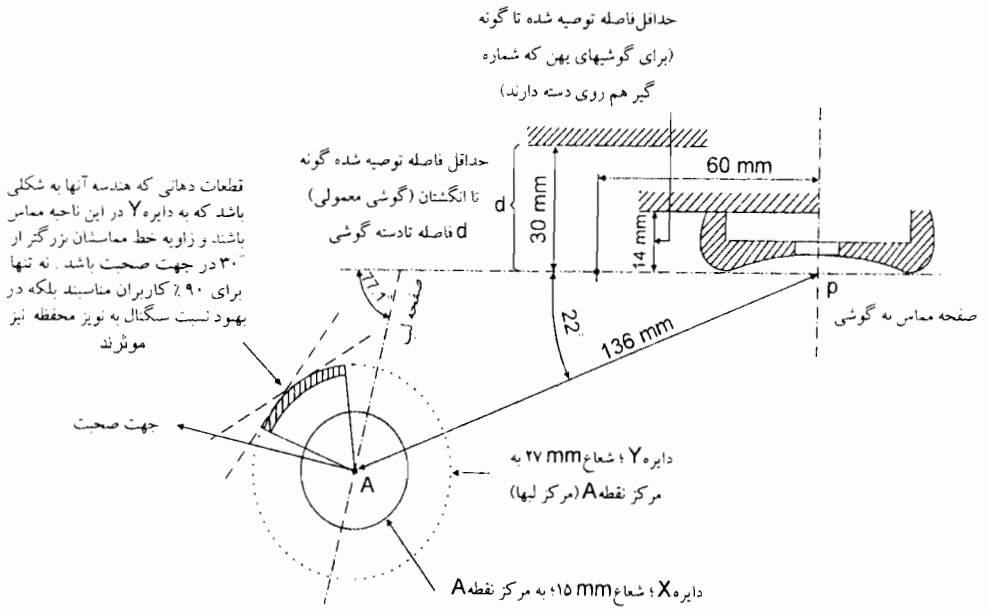
۲-۱-۵ مقادیر مجاز همشنوایی مستقیم توسط گوشیهای تلفن در توصیه شماره [10]ITU-T/ P.16 بررسی شده است.

۲-۱-۶ در مورد تلفنهای مجهز به بلندگو یا میکروفونهایی که به آمپلی فایر تجهیز شده است و یا مواردی که مقابله با نویز محیط در آن اهمیت دارد (تلفنهای با کاربرد خاص) توصیه نامه [11]P.64 و [12]ITU-T/P.340 روشهای محاسبه و محدوده‌های بازدهی را با درنظر گرفتن مجموعه شرایط مشخص کرده است.

۲-۱-۷ توجه به توصیه‌های شماره [13]P.11 و [14]P;65 و [5]P.76 و [15]ITU-T/P.62 به‌منظور حفظ کیفیت صدا و پارامترهای نامبرده در بند ۲-۱-۲ در مورد تلفنهای با کاربرد خاص اهمیت دارد. در این زمینه می‌توان از توصیه [16]ITU-T/P.78 جهت آزمون استفاده کرد.

---

1 - Listener-Side-Tone-Rating (LSTR)
2 - Side-Tone-Masking-Rating (STMR)
3 - Loudness-Rating (LR)
4 - Attenuation Distortion



یادداشت ۱: نقطه A در مرکز دایره X که ۸۰٪ از وضعیتهای لبها را می‌پوشاند قرار دارد.

شکل شماره ۲-۵: ابعاد مناسب یک گوشی تلفن

۸-۱-۲ جهت اطمینان از مقاومت دستگاههای تلفن خاص لازم است این دستگاهها تحت آزمونهای محیطی زیر بر مبنای نوع کاربرد مطابق استانداردهای تعریف شده در [2]IEC60068 قرار بگیرد:

۱) آزمون عایقکاری (Q)

۲) آزمون گرد و خاک (L)

۳) آزمون مقاومت در برابر آب (R)

۴) آزمون تغییرات دما (N)

۵) آزمون لرزه (F)

۶) آزمون ضربه (E)

۷) آزمون محکم بودن اتصالات (U)

۸) آزمون اشتعال (P)

۲-۱-۹ در صورت استفاده از کابین و یا انواع حفاظها برای تلفنهای مستقر در محیط‌های باز و پر سروصدا توصیه شماره ITU-T/P32[17] راهنمائیهای لازم را در مورد میزان قابل انتظار حفاظت صوتی ارائه کرده است.

۲-۱-۱۰ جهت انجام محاسبات تئوریک پارامترهای مربوط به عملکرد یک دستگاه تلفن باید اندازه‌گیریهایی انجام شود که لازم است با استفاده از مقیاس ثابتی از نظر قدرت شنوایی یا تولید صدا باشد. برای اطلاع از مشخصات و نحوه تولید این شرایط به توصیه‌های شماره P.51[18] مشخصات دهان مصنوعی، P.57[19] مشخصات گوش مصنوعی، P.59[20] مکالمات مصنوعی، P.50[21] مشخصات اصوات مصنوعی و P.75[22] وضعیت قرار گرفتن گوشی تلفن در هنگام آزمایش رجوع شود.

۲-۱-۱۱ برای آشنایی با مشخصات ابزارهای آزمون پارامترهای مختلف تجهیزات تلفنی به توصیه‌های ITU-T/O.41[25], P.54[24], P.52[23] مراجعه شود.

۲-۱-۱۲ در ارزیابی کلی عملکرد یک گوشی تلفن در شرایط حاصل از تأثیر کلیه عوامل و پارامترهای مهم تعریف شده در بند ۲-۱-۲، لازم است به توصیه شماره ITU-T/P.800[26] مراجعه شود.

جدول ۲-۱: جدول فرکانسهای شماره‌گیری DTMF استاندارد

فرکانسها (H_2)	1209	1336	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

۲-۲ مشخصات فنی

۲-۲-۱ مشخصات اساسی تلفنها و ارتباطشان با مراکز تلفن بطور خلاصه در شکل شماره ۲-۶ درج شده است.

۲-۲-۲ اگرچه ممکن است در بعضی دستگاههای تلفن چهار سیم استفاده شود. در یک تلفن استاندارد تنها دو سیم (یک زوج سیم) بکار گرفته می‌شود. سیمهای اضافه می‌تواند کاربردهای مختلفی مانند تأمین انرژی برای شماره‌گیری آسان داشته باشد ولی فقط دو سیم برای انجام اعمال اساسی یک

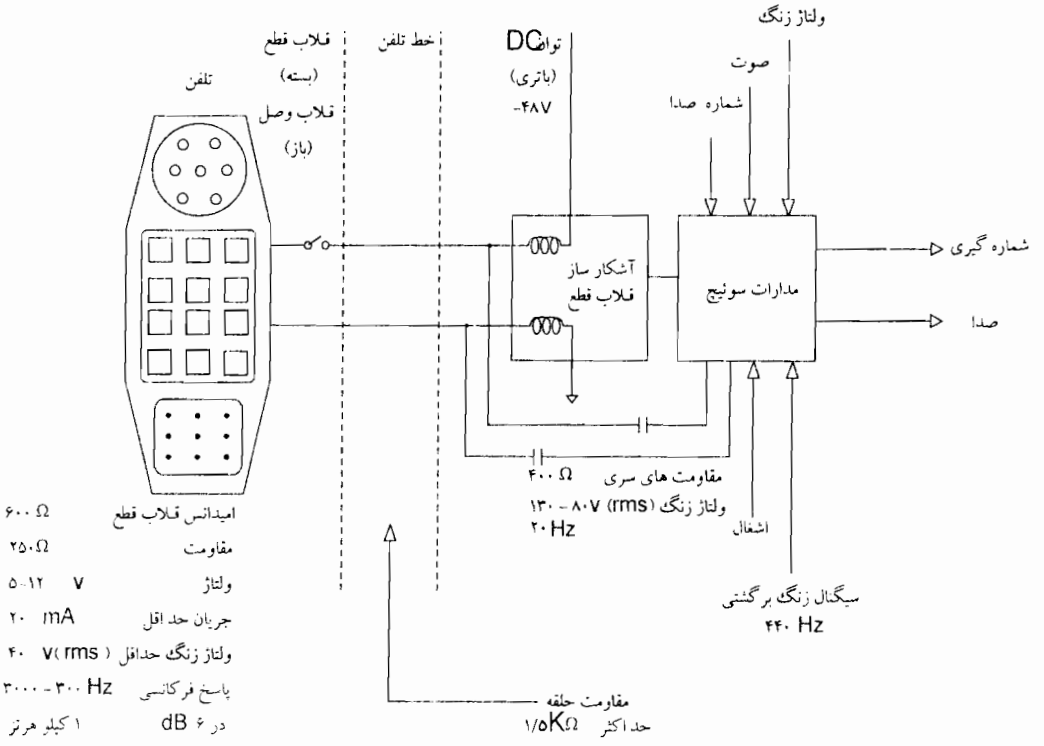
تلفن (قابلیت فرستندگی و گیرندگی صوت ـ قابلیت آدرس دهی یا شماره‌گیری ـ قابلیت اطلاع دادن درخواست تماس یا زنگ خوردن) موردنیاز است.

۲-۲-۳ امپدانس نوعی گوشی یک تلفن استاندارد در فرکانس بین ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ هرتز باید در حدود ۶۰۰ اهم باشد. مقاومت DC نوعی یک گوشی تلفن حدود ۲۵۰ اهم است.

۲-۲-۴ ولتاژ نوعی که یک دستگاه تلفن باید بتواند با آن عمل کند ۴۸ ولت DC است.

۲-۲-۵ جریان حداقل که یک دستگاه تلفن باید بتواند با آن عمل کند ۲۰ میلی‌آمپر می‌باشد.

۲-۲-۶ لازم است درون دستگاه تلفن تثبیت‌کننده ولتاژی وجود داشته باشد که در هنگام صحبت زمانی که سیگنال صدا روی جریان خط تأثیر می‌گذارد ولتاژ مدارت تلفن ثابت باقی بماند.



شکل ۲-۶ : مشخصات اساسی تلفنها و ارتباط آن با مراکز تلفن

۲-۲-۷ تلفن استاندارد باید توانایی تولید زنگ با حداقل ولتاژ ۴۰ ولت را داشته باشد که مقدار ولتاژ زنگی است که با احتمال افت در طول تلفن با امپدانس ۱۵۰۰ اهم به وجود می‌آید.

۲-۲-۸ در صورتی که شماره‌گیر تلفن از نوع چرخان باشد پالس‌های تولید شده برای هر یک شماره باید با رعایت ۴۰ میلی‌ثانیه صفر و ۶۰ میلی‌ثانیه یک تولید شود.

۲-۲-۹ در دستگاههای تلفن که شماره‌گیری تون[1] یا DTMF[2] انجام می‌دهد. فرکانس تولید شده برای هر شماره باید منطبق با استاندارد DTMF مندرج در جدول ۲-۱ باشد.

۲-۲-۱۰ سیگنال زنگ ورودی باید از طریق یک کوپلاژ خازنی به مدار زنگ تلفن متصل شود به طوریکه هنگامی که تلفن در حالت وصل قلاب است، مسیر DC برای جریان خط به وجود نیاید.

۲-۲-۱۱ دستگاه تلفن باید مجهز به تصحیح‌کننده اتوماتیک پلاریته باشد تا به هر صورت که ولتاژ DC روی خط به آن منتقل شد، بتواند پلاریته مناسب را برای مدارات داخلی فراهم سازد.

۲-۲-۱۲ سطح صوت جنبی[3] یعنی صدای فرد صحبت‌کننده که از طریق گوشی به گوش خودش می‌رسد در حدی باشد که صوت خود فرد را تحت تأثیر قرار ندهد.

۲-۲-۱۳ سطح صدای زنگ تلفن توسط ولوم یا کلید چند حالته قابل کنترل باشد.

۲-۲-۱۴ امکان تکرار شماره‌گیری با فشردن یک دکمه را داشته باشد.

۲-۲-۱۵ امکان تبدیل نوع شماره‌گیری پالس، تون را داشته باشد.

۲-۲-۱۶ امکان ایجاد وقفه کوتاه در حین شماره‌گیری را داشته باشد (قابلیت اتصال به مراکز تلفن داخلی که بعد از گرفتن کد نیاز به زمانی کوتاه جهت در اختیار گذاشتن خط شهری را دارد).

۲-۲-۱۷ مواردی که در مورد کلیه انواع تلفن‌های مخصوص صادق می‌باشد عبارتند از:

۱) تلفن‌های مخصوص باید مجهز به شماره‌گیر دکمه‌ای باشند تا بتوان بآسانی با مراکز تلفن مربوطه ارتباط برقرار نمود.

۲) بدنه تلفن‌های مخصوص باید از پلاستیک فشرده و ضدضربه ساخته شود تا ایکالیدها، اسیدها، روغن، رطوبت و... در آن بی‌تأثیر باشد.

۳) سیستم زنگ این تلفنها باید در باند فرکانس ۲۵ تا ۵۰ هرتز باشد.

۴) سیمهای رابط گوشی و دهنی تلفنهای مخصوص باید با روکش از نوع P.V.C و عایق باشد تا در برابر رطوبت، مواد قلیایی و اسیدی مقاوم باشد.

۵) صدای زنگ این نوع تلفنها می‌بایست قوی و از فاصله‌های دور قابل شنیدن باشد و کلاهک زنگ آن از ماده ضدزنگ و ایمن ساخته شده باشد.

---

1 - Tone

2 - Dual-Tone Multi Frequency

۲-۲-۱۸ مواردی که رعایت آنها مربوط به انواع تلفنهای دیواری معادن می‌باشد:

۱) نیروی الکتریکی تولید شده در کپسولهای دهنی دستگاههای تلفن نباید موجب تولید جرقه گردد.

۲) فرکانس تبدیل شده تلفنهای دیواری در حدود میدان ۵۰۰ تا ۱۸۰۰ هرتز باشد.

۳) در صورتی که تلفن در مکانهای پرسروصدا استفاده می‌گردد مجهز به میکروفون با آمپلی فایر باشد و کابلهای رابط آن به اندازه کافی بلند درنظر گرفته شود و کپسول دهنی دستگاه به میکروفون با آمپلی فایر باتری‌دار متصل شود و باتری نیز در یک جعبه تعبیه شود و سطح آمپلی فایر قابل تغییر باشد تا بتوان قدرت صدا را با سطح موردنظر منطبق کرد.

۴) در صورت استفاده از آمپلی‌فایر تلفن می‌بایست همواره حتی در مواقعی که باتری میکروفون و آمپلی فایر خالی است آماده بهره‌برداری باشد.

۵) مدارهای تلفن باید کاملاً مطمئن بوده و برقراری ارتباط تلفنی با محلهایی که احتمالاً گاز در آنها نفوذ کرده امکان‌پذیر باشد و حتی اگر مقدار گاز از حد مشخص تجاوز کند لازم نباشد که تجهیزات تلفنی قطع شود.

۶) تلفنها علاوه بر با دوام بودن باید خیلی سبک و کوچک باشد بنحوی که بتوان به سهولت آن را جابجا نمود و همچنین می‌بایست در مقابل صدمات ناشی از انفجار نیز مقاوم باشد.

۲-۲-۱۹ مواردی که رعایت آن مربوط به تلفنهای دیواری مخصوص فضای آزاد می‌باشد:

۱) این نوع تلفنها باید جعبه کوچک، سبک و ضدزنگ داشته باشد.

۲) در مدار این تلفنها باید شبکه تنظیمی وجود داشته باشد که صداهای محیط و صحبتهای بسیار بلند را که به گوش صدمه می‌زنند کاهش دهد.

۲-۲-۲۰ مواردی که رعایت آنها مربوط به تلفنهای ضدآتش می‌باشد:

۱) بدنه تلفنهای ضدآتش باید از پلاستیک غیرقابل اشتعال ساخته شده باشد و بعلاوه در مقابل ضربه خارجی، رطوبت، مواد چرب، اسیدها و... مقاوم باشد.

۲) طراحی مدار دستگاه تلفن به گونه‌ای باشد که هیچ مدار و یا قطعه‌ای چه در شرایط نرمال و چه در شرایط غیرمتعارف تحت تأثیر جرقه و یا هرگونه گرمازایی شعله‌ور نشود.

۲-۲-۲۱ مواردی که مربوط به تلفنهای ضدآب می‌باشد:

۱) جعبه دستگاه تلفن ضدآب باید کاملاً در مقابل نفوذ رطوبت مقاوم باشد.

۲) اجزاء و قطعات الکترونیکی بکار رفته در مدارات تلفن از نوعی باشد که توانایی کار در محیطهایی را که میزان رطوبت آن بسیار بالاست داشته باشد.

۲-۳ انواع و موارد کاربرد

در موارد (۲-۲-۱۷) تا (۲-۲-۲۱) به بیان مشخصاتی پرداخته شده که تنها در دستگاههای تلفن با کاربرد خاص موردنظر می‌باشد. این نوع دستگاههای تلفن را می‌توان بر مبنای نیاز کار به صورت زیر دسته‌بندی نمود که کاربرد آن در نوع دسته‌بندی ملحوظ می‌باشد:

۱ ـ تلفنهای (دیواری) مخصوص معادن

۲ ـ تلفنهای (دیواری) مخصوص فضای آزاد

۳ ـ تلفنهای ضدآتش

۴ ـ تلفنهای ضدآب

۳ اصول و روشهای نصب و بهره‌برداری

۱-۳ مشخصات مربوط به دستگاههای تلفن استاندارد

۱-۱-۲ دستگاههای تلفن استاندارد نباید در محلهایی که رطوبت زیاد دارد نصب شود.

۲-۱-۲ جهت نصب دستگاه بخصوص در مواردی که نیاز به سیمکشی در فضای آزاد دارد از کابل مخصوص تلفن استفاده شود.

۳-۱-۲ امکان گارانتی و تعمیر تلفن توسط شرکت سازنده وجود داشته باشد.

۲-۳ مشخصات مربوط به دستگاههای تلفن خاص

۱-۲-۳ مسیر کابل تلفن از دستگاه به مرکز کاملاً ایمن بوده و در صورت اتصال به مرکز سانترال بتواند تا ۱۰ کیلومتر عمل کند.

۲-۲-۳ محل نصب تلفن باید پس از بررسی کامل در مکانهایی تعیین شود که علاوه بر سهولت دسترسی در مواقع اضطراری تا حد امکان از لحاظ ایمنی نیز تأمین شده باشد.

۳-۲-۳ اگر از سیستم کوپلاژ برای استفاده از چراغهای چشمک زن، بوق یا زنگهای قوی جهت اطلاع دادن به مخاطب استفاده می‌شود، باید دستگاه کوپلاژ دارای بدنه فولادی بوده و نصب آن ساده باشد و بتوان آن را به چراغهای چشمک زن با لامپهای غیرقابل اشتعال و غیرقابل انفجار معادن متصل کرد.

فصل دوم

بخش سوم ـ مراکز تلفن الکترونیکی کم ظرفیت

۱ کلیات و تعاریف

مراکز تلفن الکترونیکی کم ظرفیت مراکزی است با کنترل میکرو پروسسوری بهمراه کلیه منضمات و متعلقات مربوطه با ظرفیت یک تا چهار خط شهری و چهار تا ۲۲ خط داخلی.

۱-۱ اجزای اصلی یک مرکز تلفن الکترونیکی کم ظرفیت

مرکز تلفن کم ظرفیت از یک سیستم مرکزی تشکیل گردیده که کلیه خطوط داخلی و شهری به آن متصل می‌شود. این امکان وجود دارد که تلفن خاصی به عنوان کنسول اپراتور ضمیمه سیستم باشد. گوشیهای تلفن استاندارد که به عنوان تلفنهای داخلی استفاده می‌شود بهمراه دستگاه نمی‌باشد و باید بطور جداگانه تهیه شود.

۱-۲ نحوه کنترل سیستم

سیستم کنترل مرکز تلفن باید میکروپروسسوری یا میکروکامپیوتری باشد و کلیه فرامین سیستم بصورت SPC[1] در سیستم ذخیره و صادر شود.

۱-۳ خطهای ورودی (شهری)

خطهای ورودی همان خطوط تلفن شهری است و هر کدام باید با یک تک زوج سیم تلفنی به ورودی دستگاه متصل شود. وصل خطوط شهری به دستگاه نباید هیچ خللی در عملکرد خطوط ایجاد کند.

---

1 - Stored Program Control

۱-۴ خطوط خروجی (داخلی)

خطوط داخلی گوشی‌هایی است که به تعداد موردنیاز در اتاقها توزیع می‌شود. هر کدام از این خطوط باید با یک زوج سیم تلفنی به دستگاه متصل شود و هیچ سیم اضافه‌ای نباید برای داخلی‌ها کشیده شود. این امکان باید وجود داشته باشد که از تلفنهای استاندارد معمولی بعنوان گوشی‌های داخلی استفاده نمود.

۱-۵ عملکرد در هنگام قطع برق

هنگام قطع برق شهری دسترسی به خطوط شهری نباید از بین برود. بدین منظور یا باید خطوط شهری بطور اتوماتیک به تلفنهای داخلی مشخصی متصل شود و یا سیستم باید مجهز به اینورتر باشد و در هنگام قطع برق با استفاده از باتری به کار خود ادامه دهد. در این صورت در لحظه قطع برق نباید اختلالی در کار مرکز تلفن بوجود آید.

۲ مشخصات فنی و استانداردها

۱-۲ استانداردها، آئین‌نامه‌ها و توصیه‌های عمومی برای انتخاب، ساخت و آزمون

بخش تهیه و تدوین استاندارد در اتحادیه بین‌المللی مخابرات[1] برای سطوح نسبی الکتریکی در شبکه‌های آنالوگ میزان مشخصی را درنظر نگرفته است و آن را بعهده استانداردهای ملی گذاشته است. مسأله مورد اهمیت از نظر ITU، تلف توان و گین توان شبکه‌ها است که مقادیر آنها در بندهای ۳ تا ۶ توصیه شماره ITU-T/Q.45[27] بیان شده است.

۱-۱-۲ از نظر انواع بوق‌ها در سرویس‌های تلفنی توصیه شماره ITU-T/E.180[28] مشخصات کامل محدوده بوق‌های مختلف (پس زنگ، اشغال، آزاد،...) را از نظر سطح الکتریکی و اکوستیک بیان کرده است. بطور کلی سطح الکتریکی بوق‌های تولیدی در مراکز تلفن به نسبت سطح صفر در طرف شنونده باید مقدار اسمی ۱۰dBmO- باشد (تعریف واحد در توصیه شماره G.100[6] پاراگراف ۱-۶ درج شده است) و در مورد بوق ممتد نباید از محدوده ۵dBmO- تا ۱۵dBmO- خارج شود. همچنین از نظر سطح اکوستیک فرکانس بوق آزاد باید بین ۴۰۰-۴۵۰ هرتز تک فرکانس و ممتد باشد. سایر انواع بوق‌ها می‌تواند ترکیب سه فرکانس در حدود ۳۴۰-۴۲۵ و ۴۰۰-۴۵۰ هرتز باشد

1 - International Telecommunication Untion-Standardization Sector (ITU-T)

بطوریکه تفاوت هیچ دو فرکانسی از ۲۵ هرتز کمتر نباشد. فواصل مناسب بوق و سکوت در مورد بوق پس زنگ در نمودار شماره ۲ در توصیه شماره ITU-T/E.180[28] ترسیم شده است.

۲-۱-۲ امپدانس اسمی پورت‌های ورودی و خروجی یک مرکز تلفن آنالوگ دو سیمه با استفاده از روشهای محاسبه مندرج در بند ۲ توصیه شماره ITU-T/Q.552[29] و توضیحات تکمیلی شماره ۳۱ سری G[30] اندازه‌گیری شده و در محدوده‌های بیان شده در آن توصیه‌ها باشد.

۲-۱-۳ میزان همشنوایی[1] خطوط در مراکز تلفن باید در فرکانس ۱۰۲۰ هرتز مطابق روشهای معرفی شده در الحاقیه A به توصیه شماره ITU-T/G.134[31] اندازه‌گیری شده و از محدوده بیان شده در بند ۲ ITU-T/Q.552[29] و پاراگرافهای، ۴-۱، ۴-۲ در ITU-T/G.151[32] خارج نشود.

۲-۱-۴ میزان حداکثر تضعیف مجاز و روش محاسبه آن در یک شبکه آنالوگ تلفنی در توصیه‌های شماره G.151[32] بند ۱ و G.141[33] بند ۱ توضیح داده شده است. در محاسبه حداکثر تضعیف مجاز فرض بر این است که انرژی الکتریکی میکروفون و انرژی صوتی گوشی مقدار معینی را داراست که مقدار آن معادل انرژی میکروفون و گوشی نمونه‌ای است که از طرف CCITT به عنوان مقیاس تعیین شده و در اداره اوزان و مقادیر در پاریس نگهداری می‌شود. اندازه این مقیاس‌ها در توصیه‌های سری P کمیته ITU به تفصیل بیان شده است.

۲-۱-۵ در مقابله با اضافه جریان یا اضافه ولتاژها برای مراکز تلفن کم ظرفیت آزمونهایی درنظر گرفته شده که شرایط آن در توصیه شماره K.21[34]، جدول شماره ۱ درج شده است و در صورت حساس بودن شرایط محیط لازم است موردتوجه قرار بگیرد.

۲-۱-۶ اتحادیه ITU-T خدمات ممکن ارائه شده به مشترکین در یک شبکه تلفنی را بدو دسته خدمات اولیه و خدمات تکمیلی تقسیم کرده است. لیست این خدمات در الحاقیه A به توصیه شماره Q.4[35] درج شده است.

۲-۱-۷ مشخصات فنی و استاندارد ساخت قطعات و لوازم مورد استفاده در دستگاههای مراکز تلفن باید علاوه بر تطابق با استانداردهای IEC و یا ملی، در موارد لازم، با توصیه‌های CCITT نیز مطابقت نماید.

1 - Cross Talk

۲-۲ مشخصات فنی

۲-۲-۱ مشخصات ساخت

۲-۲-۱-۱ سیستم ارتباطی مرکز تلفن باید از نوع سوئیچ الکترونیک آنالوگ بصورت Cross Point باشد و هیچ نوع رله‌ای نباید برای برقراری ارتباط صوتی وجود داشته باشد.

۲-۲-۱-۲ تمام بردهای تشکیل‌دهنده مرکز تلفن باید دارای چاپ سبز باشد تا دارای استحکام بیشتر بوده و از هرگونه اتصالی یا خوردگی به مرور زمان جلوگیری شود.

۲-۲-۱-۳ ولتاژ تغذیه استاندارد خطوط داخلی ۴۸ ولت مستقیم می‌باشد. این ولتاژ می‌تواند در دستگاههای کوچک بین ۲۰ تا ۳۰ ولت مستقیم کاهش یابد.

۲-۲-۱-۴ جریان الکتریکی که در هنگام گوشی برداشته باید از طریق مرکز تلفن تأمین شود ۴۰ میلی‌آمپر می‌باشد و این جریان باید همواره ثابت باشد.

۲-۲-۱-۵ ولتاژ زنگ تولید شده توسط مرکز تلفن باید حداقل ۴۰ ولت متناوب بعلاوه ولتاژ مستقیم تغذیه گوشی تلفن باشد.

۲-۲-۱-۶ طول خط (سیم) قابل اتصال به مرکز تلفن حداقل ۳۰۰ متر باشد.

۲-۲-۱-۷ حداقل ترافیک در مراکز تلفن کم ظرفیت ۵۰ تا ۷۰ درصد می‌باشد.

۲-۲-۱-۸ اتصال خطوط داخلی و شهری به مرکز تلفن باید بوسیله یک جعبه تقسیم[1] با ترمینال‌های پیچی برقرار شود و شماره خطوط داخلی و شهری بر روی جعبه تقسیم کاملاً مشخص باشد.

۲-۲-۱-۹ دستگاه باید بتواند تغییر دمای محیط بین ۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل کند.

۲-۲-۱-۱۰ تغذیه ورودی دستگاه ۱۰٪± ۲۲۰ ولت متناوب باشد.

۲-۲-۲ مشخصات کارکردی

۲-۲-۲-۱ مرکز تلفن باید بتواند خطوط شهری را گروه‌بندی کند تا بتوان بر نحوه استفاده از آنها کنترل اعمال کرد.

1 - MDF

۲-۲-۲-۲ امکان تعیین سرویس شب و یا در مواردی که دستگاه خاصی به عنوان اپراتور استفاده نمی‌شود با تغییر داخلی امکان جوابگویی زنگ شهری وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۳ موارد ذیل باید در یک مرکز تلفن کم ظرفیت قابل برنامه‌ریزی و تغییر باشد:

۱ ـ توانایی خطوط داخلی در استفاده از گروههای شهری، ارتباط با شهرستان و ارتباط با خارج از کشور.

۲ ـ تعیین سرویس شب یا داخلی جوابگو.

۳ ـ تعیین یا حذف محدودیت زمان مکالمه برای خطوط داخلی.

۴ ـ کلیه اعمال برنامه‌ریزی با پذیرش رمز قابل تغییر صورت بگیرد.

۲-۲-۲-۴ یک دستگاه تلفن خاص و یا یک دستگاه تلفن معمولی را باید بتوان تحت عنوان اپراتور یا منشی تعریف کرد و پاسخگویی به زنگ‌های شهری باید توسط آن انجام شود.

۲-۲-۲-۵ وضعیت خطوط شهری و داخلی باید بر روی خود دستگاه اصلی و یا در صورت داشتن دستگاه تلفن خاص به عنوان کنسول اپراتور بر روی تلفن اپراتور مشخص باشد.

۲-۲-۲-۶ اپراتور باید بتواند پس از جوابگویی به خطوط شهری آن را به هر خط داخلی که مایل بود انتقال دهد.

۲-۲-۲-۷ کلیه خطوط داخلی باید بتوانند بدون نیاز به اپراتور با یکدیگر صحبت کنند.

۲-۲-۲-۸ کلیه خطوط داخلی باید بتوانند در صورت مجاز بودن بدون نیاز به اپراتور از خطوط شهری استفاده کنند.

۲-۲-۲-۹ خطوط داخلی امکان پشت خط نگه داشتن[1] خط شهری و پخش موزیک برای آن را داشته باشند.

۲-۲-۲-۱۰ خطوط داخلی امکان انتقال مکالمه شهری به مشترک داخلی دیگر را بدون نیاز به اپراتور داشته باشند.

۲-۲-۲-۱۱ خطوط داخلی باید امکان گرفتن نوبت را برای استفاده از خط شهری هنگامی که مشغول باشد داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۲ مشترکین داخلی باید بتوانند با اپراتور تماس بگیرند، با وی مکالمه کنند و یا مکالمه‌ای شهری را به

وی انتقال دهند.

۲-۲-۲-۱۳ اپراتور باید بتواند با دو خط شهری کنفرانس ایجاد کند.

۲-۲-۲-۱۴ اپراتور باید بتواند یک خط شهری را پشت خط نگه داشته و برایش موزیک پخش کند.

۲-۲-۲-۱۵ در صورت استفاده از کنسول خاص اپراتور باید بتواند شماره اشغال را با فشردن یک کلید تکرار کند.

۲-۲-۲-۱۶ در صورت استفاده از کنسول خاص اپراتور باید بتواند به زنگهای داخلی یا شهری که همزمان به کنسول رسیده‌اند به صورت انتخابی یا نوبتی پاسخ گوید.

۲-۲-۲-۱۷ در صورت استفاده از کنسول خاص اپراتور باید بتواند خطوط شهری را به دلخواه در اختیار گرفته و استفاده کند.

۲-۲-۲-۱۸ در صورت استفاده از کنسول خاص اپراتور باید بتواند در مواقع اضطراری به مکالمه دو مشترک داخلی و یا یک مشترک داخلی با خط شهری همراه با بوق‌های هشدار وارد شود.

۲-۲-۲-۱۹ اپراتور باید بتواند تمام برنامه‌ریزی‌های سیستم را انجام دهد.

۳ اصول و روشهای نصب و بهره‌برداری

۳-۱ تعیین محل مناسب برای نصب

۳-۱-۱ محل مناسب و مطمئن برای نصب، محلی است حتی‌الامکان دور از دسترس و تجمع افراد.

۳-۱-۲ محل نصب دستگاه باید دارای گردش هوا، دمای مناسب و دور از تابش مستقیم نور خورشید باشد.

۳-۱-۳ مرکز تلفن نباید به وسایل الکتریکی یا موتورهای برق که باعث ایجاد اختلال یا نویز در عملکرد آن می‌شوند نزدیک باشد.

۳-۱-۴ دستگاه پس از نصب باید در مکان خود ثابت قرارگرفته و تعادل ناپایدار نداشته باشد.

۳-۲ اتصال خطوط داخلی و شهری به دستگاه

۳-۲-۱ بهتر است که به‌منظور تشخیص و رفع ایراد سریعتر در کنار دستگاه یک جعبه تقسیم نصب شود.

۳-۲-۲ کلیه سیمهای داخلی و شهری با برچسب مناسب مشخص شده و در صورت استفاده از جعبه تقسیم به آن متصل شود و از طرف دیگر با استفاده از یک کابل با تعداد زوج مناسب به مرکز تلفن متصل شود.

۳-۲-۳ سیمکشی داخل ساختمان باید قبل از نصب دستگاه مطابق با اصول و مشخصات فنی مندرج در فصل اول انجام گرفته باشد.

۳-۳ اتصال تغذیه

۳-۳-۱ اتصال تغذیه باید بعد از اتصال خطوط داخلی و شهری به دستگاه انجام بگیرد.

۳-۳-۲ اتصال سیمهای ورودی برق شهر و احتمالاً باتری باید کاملاً محکم و دور از دسترس و بدون هیچگونه احتمال قطع شدن در اثر عمل شخص ثالث باشد.

۳-۳-۳ بهتر است برای تأمین عملکرد بهتر دستگاه و حفاظت در برابر نویز، بدنه دستگاه با یک سیم به اتصال زمین[1] که می‌تواند چاه مخصوص و یا در صورت نبود آن، لوله‌های آب باشد متصل شود. دستگاه باید هنگام برقراری اتصال زمین حتماً خاموش باشد.

۳-۴ بهره‌برداری و آموزش

۳-۴-۱ پس از نصب و راه‌اندازی دستگاه باید اپراتور و افرادی که به نوعی با دستگاه کار می‌کنند طرز کار و استفاده از امکانات اساسی آن را آموزش ببینند. زیرا استفاده از دستگاه بدون آموزش باعث زحمت برای خریدار و ایجاد اشکال یا خرابی در عملکرد دستگاه می‌شود.
آموزش برنامه‌ریزی دستگاه نیز باید بطور جداگانه به فرد مسؤول آن داده شود تا برنامه‌ریزی سیستم در اختیار افراد خاص باشد.

۳-۴-۲ لازم است به همراه مرکز تلفن دفترچه راهنمایی حاوی کلیه امکانات و مشخصات مرکز و نحوه بهره‌برداری از آن تحویل شود.

1 - Earth

فصل دوم

بخش چهارم ـ مراکز تلفن ردیفی

۱ کلیات و تعاریف

مراکز تلفن ردیفی، مراکز تلفن کم ظرفیتی است با نحوه سیمکشی و گوشی تلفن‌های خاص خود به همراه کلیه منضعات و متعلقات مربوطه با ظرفیت ۱ تا ۲ خط شهری و ۲ تا ۸ خط داخلی. ویژگی ظاهری این سیستم‌ها در این است که روی دستگاه تلفن هر مشترک به تعداد کلیه خطوط داخلی و شهری کلیدی وجود دارد که جهت تماس گرفتن با هر کدام از آنها کافیست کلید مربوط به آن خط فشرده شود.

بیان این نکته نیز لازم می‌باشد که تلفنهای ردیفی با تکنولوژی اولیه این مراکز در واقع سالهاست که منسوخ شده است و سیستم‌هایی که در حال حاضر با این عنوان و یا با نام Key Systems و با ظرفیت‌های بالاتر عرضه می‌شود، شبیه‌سازی تلفن‌های ردیفی از نظر عملکرد بوده ولی از نظر تکنولوژی بیشتر شبیه مراکز تلفن الکترونیکی می‌باشد.

۱-۱ اجزای اصلی یک مرکز تلفن ردیفی

یک مرکز تلفن ردیفی تشکیل شده است از تعدادی گوشی تلفن خاص که به صورت ردیفی (موازی و پشت سر هم) به خط یا خطوط تلفن متصل می‌شود و احتیاج به یک دستگاه مرکزی ندارد.

۱-۲ نحوه کنترل سیستم

سیستم کنترل تلفنهای ردیفی باید میکروپروسسوری یا میکروکنترلی باشد و کلیه فرامین سیستم بصورت SPC[1] در سیستم ذخیره و صادر شود و ارتباط اطلاعات و فرامین بین گوشی‌های تلفن باید با سیگنالهای فرکانس بالا (غیرقابل شنود) باشد.

---

1 - Stored Program Control

۱-۳ خطهای ورودی (شهری)

خطهای ورودی همان خطوط تلفن شهری است که به صورت موازی و پشت سر هم به گوشی تلفن‌های ردیفی متصل می‌شود.

۱-۴ عملکرد در هنگام قطع برق

هنگام قطع برق شهری دسترسی به خطوط شهری نباید از بین برود و گوشی تلفنهای ردیفی باید مانند یک گوشی تلفن معمولی متصل به خط شهری به کار خود ادامه دهد.

۲ مشخصات فنی و استانداردها

۲-۱ استانداردها، آئین‌نامه‌ها و توصیه‌های عمومی برای انتخاب، ساخت و آزمون

۲-۱-۱ به‌منظور تأمین توأم دو عامل راحتی کاربر و بهترین کیفیت صدا ابعاد مناسب برای یک گوشی تلفن ردیفی باید مطابق با اندازه‌های مندرج در شکل شماره ۲-۵ باشد.

۲-۱-۲ کیفیت عملکرد یک دستگاه تلفن توسط مجموعه‌ای از پارامترهای قابل اندازه‌گیری که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

۱) ضریب صوت جانبی شنونده

۲) ضریب پوشش صوت جانبی

۳) ضریب بلندی صدا

۴) تضعیف ناشی از اعوجاج

۵) افت مقایسه‌ای حساسیت دریافت گوشی

بیان می‌شوند. تعاریف و مقادیر مطلوب این پارامترها و روشهای محاسبه آنها در توصیه‌های شماره G.12[7] G.100[6], P.76[5], P.79[4], P.10[3] بند ITU-T/۵ و الحاقیه A3 به توصیه ITU-T/G.111[8] در باند فرکانسی ۳۰۰ تا ۳۴۰۰ هرتز بیان شده است. به عنوان نمونه میزان مطلوب STMR یعنی سطح صدای گوینده که از میکروفون خودش به گوشی همان تلفن منتقل می‌شود باید بین ۷ dB تا ۱۲ dB باشد و همین میزان برای شنونده باید بیشتر از ۱۵ dB باشد.

۲-۱-۳ مشخصه‌های انتقالی گوشیهای تلفن آنالوگ باید در تطابق با اهداف بیان شده در توصیه‌های شماره

G.111[8] و ITU-T/G.12[7] باشد و برای خود آنها مشخصه دقیقی وجود ندارد.

۲-۱-۴ مقادیر مجاز همشنوایی مستقیم توسط گوشی‌های تلفن در توصیه شماره ITU-T/P.16[10] بررسی شده است.

۲-۱-۵ میزان همشنوایی خطوط در مراکز تلفن باید در فرکانس ۱۰۲۰ هرتز مطابق روشهای معرفی شده در الحاقیه A به توصیه شماره ITU-T/G.134[31] اندازه‌گیری شده و از محدوده بیان شده در بند ۲ ITU-T/Q.552[29] و پاراگراف‌های 4.2 و 4.1 توصیه ITU-T/G.151[32] خارج نشود.

۲-۱-۶ میزان حداکثر تضعیف مجاز و روش محاسبه آن در یک شبکه آنالوگ تلفنی در توصیه‌های شماره G.151[32] بند ۱ و G.141[33] بند ۱ توضیح داده شده است. در محاسبه حداکثر تضعیف مجاز فرض بر این است که انرژی الکتریکی میکروفون و انرژی صوتی گوشی مقدار معینی را داراست که مقدار آن معادل انرژی میکروفون و گوشی نمونه‌ای است که از طرف CCITT به عنوان مقیاس تعیین شده و در اداره اوزان و مقادیر در پاریس نگهداری می‌شود. اندازه این مقیاس‌ها در توصیه‌های سری P کمیته ITU به تفصیل بیان شده است.

۲-۱-۷ جهت آشنایی با مشخصات ابزارهای آزمون پارامترهای مختلف تجهیزات تلفنی به توصیه‌های ITU-T/O.41[25], P.54[24], P.52[23] مراجعه نمائید.

۲-۱-۸ اتحادیه ITU-T خدمات ممکن ارائه شده به مشترکین در یک شبکه تلفنی را بدو دسته خدمات اولیه و خدمات تکمیلی تقسیم کرده است. لیست این خدمات در الحاقیه A به توصیه شماره Q.4[35] درج شده است.

۲-۲ مشخصات فنی

۲-۲-۱ مشخصات ساخت

۲-۲-۱-۱ کلیه ویژگیهای بیان شده در بخش ۳ این فصل (انواع تلفن‌ها) مبحث «مشخصات ساخت» باید در مورد گوشی‌های تلفن بکار رفته در این مراکز صادق باشند مگر اینکه در این بخش مطلبی در تکمیل بیان شود.

۲-۲-۱-۲ در مورد سیستمهای کلیدی (Key System) که دستگاه مرکزی نیز دارد تمام بردهای تشکیل‌دهنده مرکز تلفن باید دارای چاپ سبز باشد تا دارای استحکام بیشتر بوده و از هرگونه اتصالی یا خوردگی

به مرور زمان جلوگیری شود.

۲-۲-۱-۳ امکان افزایش طول خط تلفن‌ها تا ۳۰۰ متر وجود داشته باشد.

۲-۲-۱-۴ دستگاه تغییرات حرارت محیط بین ۵- تا ۴۰ سانتی‌گراد را تحمل کند.

۲-۲-۱-۵ دستگاه تغییرات رطوبت محیط بین ۲۰٪ تا ۷۰٪ را تحمل کند.

۲-۲-۱-۶ تغذیه ورودی تلفن‌های ردیفی ۱۰٪± ۲۲۰ ولت متناوب باشد.

۲-۲-۲ مشخصات کارکردی

۲-۲-۲-۱ امکان دسترسی به خط آزادشهری با فشار دادن دکمه آن وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۲ تماس با هر مشترک داخلی دیگر با فشار دادن دکمه آن امکان‌پذیر باشد.

۲-۲-۲-۳ هنگامی که یک مشترک داخلی زنگ می‌خورد بتواند زنگ زننده داخلی را تشخیص دهد.

۲-۲-۲-۴ وضعیت اشغال بودن مشترکها برای هر مشترک داخلی دیگر قابل تشخیص باشد.

۲-۲-۲-۵ سایر مشترکین داخلی نباید بتوانند در حین مکالمه وارد مکالمه دیگری شوند.

۲-۲-۲-۶ امکان کنفرانس تلفنی روی خطوط داخلی و شهری وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۷ امکان فراخوان جمعی کلیه مشترکین وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۸ امکان تکرار شماره‌گیری وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۹ امکان در انتظار گذاشتن خطوط شهری (پخش موزیک انتظار) توسط مشترکین وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۰ امکان حفظ یک شماره خاص در حافظه جهت شماره‌گیری مجدد وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۱ امکان انتخاب یک یا چند مشترک داخلی به عنوان جوابگوی خطوط شهری وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۲ امکان تغییر نوع شماره‌گیری (پالس/تون) وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۳ در صورت تماس‌های همزمان، امکان پاسخگویی انتخابی وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۴ امکان محدود کردن استفاده از خطوط شهری برای بعضی از مشترکین داخلی وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۵ در صورت وجود دستگاه مرکزی، امکان اتصال به تجهیزات تلفنی خاص مانند منشی تلفنی، دستگاه Fax و... را داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۶ در صورت وجود دستگاه مرکزی، امکان محدود کردن تماس با شهرستان یا خارج از کشور برای بعضی از مشترکین داخلی وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۷ در صورت وجود دستگاه مرکزی، در صورت عدم پاسخگویی یک مشترک به خط شهری انتقال داده شده به آن، زنگ شهری به مشترک اول بازگشت داده شود.

۳ اصول و روش‌های نصب و بهره‌برداری

۳-۱ گوشی تلفن ردیفی باید نزدیک مصرف‌کننده آن قرار داده شود به نوعی که سیم مربوط به خطوط شهری و سیم برق گوشی تلفن در محل تردد افراد قرار نگیرد.

۳-۲ سیمکشی خطوط شهری باید به گونه‌ای باشد که گوشی تلفن‌های ردیفی بصورت موازی و پشت سر هم به خطوط شهری متصل گردد و محل پریز خطوط تلفن باید بگونه‌ای باشد که اولاً با گوشی تلفن فاصله زیادی نداشته باشد و ثانیاً سیم گوشی تلفن در محل تردد قرار نگیرد.

۳-۳ گوشیهای تلفن از لوازم گرم‌کننده خانگی، و لوازم الکتریکی مولد نویز مانند لامپ‌های مهتابی، موتورهای برق و تلویزیون دور باشد.

۳-۴ محل قرارگرفتن گوشیهای تلفن عاری از گرد و غبار، رطوبت، دمای بالا و لرزش بوده و در برابر تابش مستقیم نور خورشید قرار نگیرد.

۳-۵ در صورت وجود یک سیستم مرکزی در سیستمهای کلیدی (key systems) محل نصب دستگاه مرکزی دارای نور کافی و دور از تجمع لوازم متفرقه باشد.

۳-۶ در صورت وجود سیستم مرکزی، بدنه دستگاه به وسیله سیم اتصال زمین به زمین متصل شود.

۳-۷ در صورت وجود سیستم مرکزی، از جعبه تقسیم مرکزی سیستم تا محل اتصال گوشی‌ها از کابل یکپارچه استفاده شود.

۳-۸ کتاب راهنما یا جزوه بهره‌برداری حتماً به همراه سیستم تحویل شود.

فصل دوم

بخش پنجم ـ مراکز تلفن الکترونیکی ظرفیت متوسط

۱ کلیات و تعاریف

مراکزتلفن‌الکترونیکی ظرفیت متوسط مراکزی است با کنترل میکروپروسسوری یا کامپیوتری بهمراه کلیه منضمات و متعلقات مربوطه با ظرفیت چهار تا شانزده خط ورودی و ۳۲ تا ۲۵۶ خط داخلی.

۱-۱ اجزای اصلی یک مرکز تلفن الکترونیکی ظرفیت متوسط

یک مرکز تلفن الکترونیکی ظرفیت متوسط از دو جزء اصلی تشکیل شده است، یک سیستم مرکزی که کلیه اعمال ارتباطی را انجام می‌دهد و یک کنسول اپراتور که می‌تواند تلفن خاصی با امکانات ویژه اپراتور باشد. در صورتی که اعمال کنترلی سیستم را بجای سیستم پروسسوری، کامپیوتر انجام دهد همان نیز می‌تواند جایگزین اپراتور شود.

۱-۲ نحوه کنترل سیستم

کنترل مرکز تلفن باید میکروپروسسوری یا میکروکامپیوتری باشد و تمام فرمان‌ها و کنترل سیستم باید بصورت SPC[1] باشد.

۱-۳ خط ورودی (شهری)

خطهای ورودی همان خطوط تلفن شهری هستند و هر کدام باید با یک تک زوج سیم تلفنی به ورودی دستگاه (جعبه تقسیم مرکزی) متصل شوند. وصل خطوط شهری به دستگاه نباید هیچ خللی در عملکرد خطوط ایجاد کند.

۱-۴ خطوط خروجی (داخلی)

خطوط داخلی گوشی‌هایی است که به تعداد موردنیاز در اتاقها توزیع می‌شود. هر کدام از این خطوط باید با یک زوج سیم تلفنی به دستگاه متصل شود و هیچ سیم اضافه‌ای نباید برای داخلی‌ها کشیده شود. این امکان باید وجود داشته باشد که از تلفن‌های استاندارد معمولی بعنوان گوشیهای داخلی استفاده کرد.

۱-۵ حفاظت در هنگام قطع برق

این سیستم‌ها باید به یک UPS یا اینورتر مناسب مجهز باشد تا در هنگام قطع برق بتواند با استفاده از باتری به کار خود ادامه دهد و قطع برق شهر نباید هیچ اختلالی در روند کار دستگاه ایجاد کند.

۲ مشخصات فنی

۲-۱ استانداردها و آیین‌نامه‌ها و توصیه‌های عمومی برای انتخاب، ساخت و آزمون

بخش تهیه و تدوین استانداردها در اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU-T) برای سطوح نسبی الکتریکی در شبکه‌های آنالوگ میزان مشخصی را درنظر نگرفته است و آن را بعهده استانداردهای ملی گذاشته است. مسأله مورد اهمیت از نظر ITU-T، تلفات توان و گین توان شبکه‌ها است که مقادیر آن در بندهای ۳ تا ۶ توصیه نامه ITU-T/Q.45[27] بیان گردیده است و بطور کلی باید در یک مرکز تلفن موارد زیر رعایت شود:

۱) اتلاف در ارسال باید در طول زمان ثابت بوده و مستقل از مسیر ارسال باشد.

۲) مقدار همشنوایی و نویز قابل صرفنظر باشد.

۳) امپدانسها و بالانس آنها به نسبت زمین در نقاطی از مراکز که خطوط به آنها وصل می‌شود، کاملاً اندازه‌گیری شده باشد.

۴) کلیه اعوجاجهای حاصله در حد پائین باقی بماند.

۲-۱-۱ از نظر انواع بوق‌ها در سرویسهای تلفنی توصیه شماره ITU-T/E.180[28] مشخصات کامل محدوده بوق‌های مختلف (پس زنگ، اشغال، آزاد،...) را از نظر سطح الکتریکی و اکوستیک بیان کرده است. بطور کلی سطح الکتریکی بوق‌های تولیدی در مراکز تلفن به نسبت سطح صفر در طرف

شنونده باید مقدار اسمی ۱۰dBmO- باشد (تعریف واحد در توصیه شماره G.100[6] پاراگراف 1.6 درج شده است) و در مورد بوق ممتد نباید از محدوده ۵dBmO- تا ۱۵dBmO- خارج شود. همچنین از نظر سطح اکوستیک فرکانس بوق آزاد باید بین ۴۰۰-۴۵۰ هرتز تک فرکانس و ممتد باشد. سایر انواع بوق‌ها می‌تواند ترکیب سه فرکانس در حدود ۳۴۰-۴۲۵ و ۴۰۰-۴۵۰ هرتز باشد بطوریکه تفاوت هیچ دو فرکانسی از ۲۵ هرتز کمتر نباشد. فواصل مناسب بوق و سکوت در مورد بوق پس زنگ در نمودار شماره ۲ در توصیه شماره ITU-T/E.180[28] ترسیم شده است.

۲-۱-۲ امپدانس اسمی پورت‌های ورودی و خروجی یک مرکز تلفن آنالوگ دو سیمه با استفاده از روشهای محاسبه مندرج در بند ۲ توصیه شماره ITU-T/Q.552[29] و توضیحات تکمیلی شماره ۳۱ سری G[30] اندازه‌گیری شده و در محدوده‌های بیان شده در آن توصیه‌ها باشد. مسأله مهم در این مقادیر آن است که این امپدانس صوت جانبی کافی را در گوشی‌های تلفن متصل به مرکز ایجاد کند و اگر امپدانس خازنی هم وجود داشته باشد باید مقادیر مناسب برای ثبات سیستم[1] و اکو را نیز مطابق توصیه‌های ITU-T/G.12[7], G111[8] فراهم کند.

۳-۱-۲ میزان همشنوایی[2] خطوط در مراکز تلفن باید در فرکانس ۱۰۲۰ هرتز مطابق روشهای معرفی شده در الحاقیه A به توصیه شماره ITU-T/G.134[31] اندازه‌گیری شده و از محدوده بیان شده در توصیه‌های شماره ITU-T/Q.45[27] برای ارتباطات بین‌الملل و بند ۲ توصیه ITU-T/Q.552[29] و پاراگراف‌های 4.2 ,4.1 توصیه ITU-T/G.151[32] خارج نشود.

۴-۱-۳ میزان حداکثر تضعیف مجاز و روش محاسبه آن در یک شبکه آنالوگ تلفنی در توصیه‌های شماره G.151[32] بند ۱ و G.141[33] بند ۱ توضیح داده شده است. در محاسبه حداکثر تضعیف مجاز فرض بر این است که انرژی الکتریکی میکروفون و انرژی صوتی گوشی مقدار معینی را داراست که مقدار آن معادل انرژی میکروفون و گوشی نمونه‌ای است که از طرف CCITT به عنوان مقیاس تعیین شده و در اداره اوزان و مقادیر در پاریس نگهداری می‌شود. اندازه این مقیاسها در توصیه‌های سری P کمیته ITU به تفصیل بیان شده است.

۵-۱-۲ در مقابله با اضافه جریان یا اضافه ولتاژ ناشی از رعد و برق، اتصالی، القاء از خطوط نیرو و یا تخلیه الکتریسیته ساکن برای مراکز تلفن آزمونها و روشهایی درنظر گرفته شده که شرایط آن در توصیه‌های ITU-T/k.32[38], K.39[39], K.21[34], K.20[37], K.11[36] درج شده است. این آزمونها هم برای کل مرکز و هم برای اجزای یک سیستم در مرحله طراحی قابل استفاده

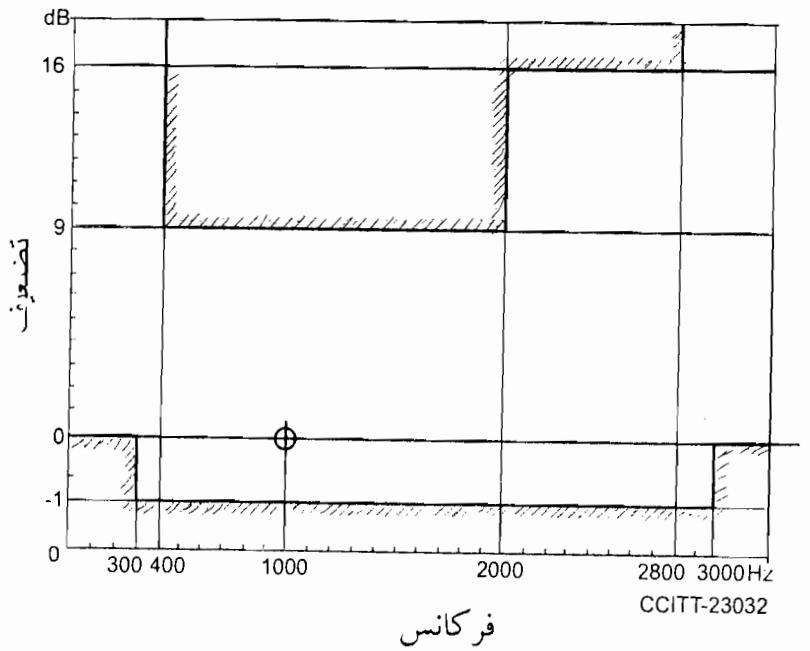
1 - Stability

2 - Gross Talk

می‌باشد. سازندگان مراکز تلفن باید در صورت درخواست، محدوده‌های عملکرد وسایل حفاظتی دستگاه خود را اعلام کنند.

۲-۱-۶ اتحادیه ITU-T خدمات ممکن ارائه شده به مشترکین در یک شبکه تلفنی را بدو دسته خدمات اولیه و خدمات تکمیلی تقسیم کرده است. لیست این خدمات در الحاقیه A به توصیه شماره ITU-T/Q.4[35] درج شده است.

۲-۱-۷ شرایط ثابت نگه داشتن اتلاف در مدارات در صورت اتصال به خطوط بین‌المللی در توصیه ITU-T/G.171[40]، بند ۵ بیان شده است.



شکل شماره ۲-۷ ـ محدوده اتلاف فرکانسی مدارات ۲ سیمه

۲-۱-۸ یکی از عوامل مهم در کیفیت ارتباطات، میزان اتلاف الکترو ـ اکوستیک سیگنالهای صدا در حین عبور در شبکه است. به این نوع تلفات، ضریب بلندی صدا[1] می‌گویند. حداکثر میزان LR در هنگام ارسال روی یک خط تلفن نباید از dB۱۰/۵ بیشتر شود. در عمل باید انتظار داشت که بیشتر مقادیر LR در هنگام ارسال از این حد به مقدار قابل ملاحظه‌ای کمتر باشد. ضرایب ارسال و دریافت

توسط ابزارهای خاصی که در توصیه‌های سری ITU-T/P معرفی شده است اندازه‌گیری می‌شود.

۹-۱-۲ پارامتر محدودکننده صوت جانبی[1]، ضریب صوت جانبی شنونده (LSTR) است که باید از ۱۳dB بیشتر باشد. به این ترتیب تضمین می‌شود که شنونده از سروصدای محیط که از مسیر صوت جانبی به گوش می‌رسد آزار نمی‌بیند.

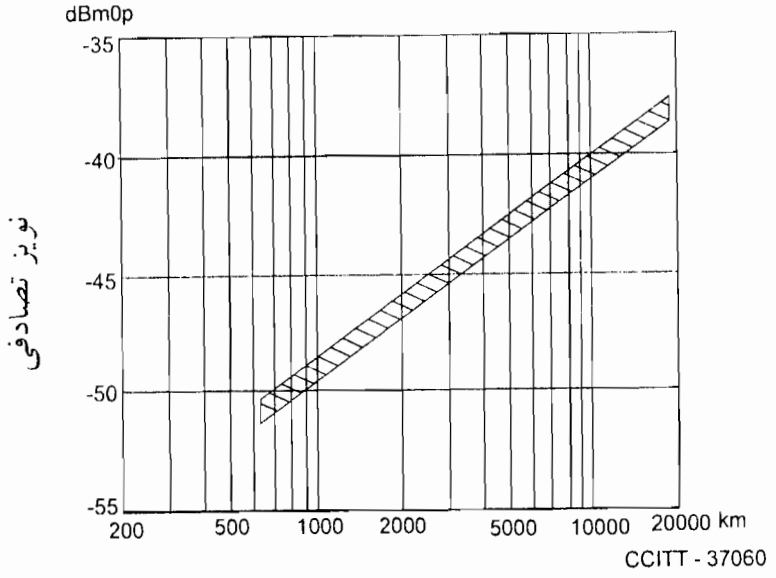
۱۰-۱-۲ حداکثر میزان LR در هنگام دریافت در یک مرکز تلفن خصوصی نباید از ۴dB بیشتر شود. در عمل، باید انتظار داشت که بیشتر مقادیر LR در هنگام دریافت از این حد به مقدار قابل ملاحظه‌ای کمتر باشد. اگرچه مقتضی است اقدامات لازم را به‌منظور حفظ فواصل کافی از این مرز در صورت بروز نویزهای اضافی، خط روی خط افتادن و صوت جانبی انجام داد. جهت کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه به توصیه ITU-T/G.111[8] مراجعه شود.

۱۱-۱-۲ حداکثر تضعیف فرکانسی مجاز بر روی هر مدار دو سیمه نباید از محدوده‌های نشان داده شده در شکل شماره ۲-۷ بیشتر شود.

۱۲-۱-۲ توصیه نامه‌های شماره G.123[42] و بند ۱-۲ از G.142[41] و ITU-T/G.153[43] راهنماییهای عمومی را در مورد مشخصه‌های نویز سیستم بدست می‌دهد. سطح اسمی توان نویزهای تصادفی در یک مرکز تلفن خصوصی نباید از ۳۸dBmO- بالاتر رود. شکل شماره ۲-۸ می‌تواند به عنوان راهنمایی برای عملکرد مورد انتظار مرکز به کار رود.

۱۳-۱-۲ سازندگان مراکز تلفن به‌منظور آشنایی با عوامل بوجود آورنده نویز و روشهای کاهش نویز در مراکز تلفن می‌توانند به توصیه ITU-T/Q.29[44] مراجعه کنند.

1 - Side Tone



شکل ۲-۸: میزان مجاز نویزهای تصادفی به نسبت طول شبکه

۲-۱-۱۴ «در دسترس بودن»[1] یک سیستم آنالوگ مخابراتی برابر است با «نسبت زمانی که در طی آن سیستم کار می‌کند به یک زمان کلی معین». این تعریف به چهار عامل بستگی دارد:

۱) قابل اعتماد بودن تجهیزات بکار رفته

۲) سوییچینگ حفاظتی اتوماتیک

۳) اقدامات پشتیبانی

۴) سیمکشی و حفاظت

که اهمیت هر کدام با توجه به جنبه‌های اقتصادی مربوط تغییر پیدا می‌کند. تجربه نشان داده است که در ۹۵٪ موارد «در دسترس نبودن» سیستم به اشکالات کابلها برمی‌گردد. توصیه ITU-T/G.602[45] میزان مطلوب برای «در دسترس بودن» یک مدار مرجع نمونه ۲۵۰۰ کیلومتری را در یک جهت ۹۹/۶٪ در طول یک دوره یکساله تعیین کرده است.

۲-۱-۱۵ مشخصات فنی و استاندارد ساخت قطعات و لوازم مورد استفاده در مراکز تلفن الکترونیکی ظرفیت متوسط باید علاوه بر تطابق با استانداردهای IEC و یا ملی، در موارد لازم، برابر توصیه G.231[51] با توصیه‌های CCITT نیز برای طول عمر تجهیزات یا سیستم یعنی حدود ۲۰ سال مطابقت نماید.

1 - Availability

۲-۲ مشخصات فنی

۲-۲-۱ مشخصات ساخت

۲-۲-۱-۱ سیستم مرکز تلفن باید کاملاً مدولار بوده و هر بخش از مرکز تلفن و مخصوصاً منبع تغذیه براحتی قابل تعویض باشد تا زمان تعمیر سیستم به حداقل کاهش پیدا کند و بعلاوه افزایش ظرفیت سیستم در صورت نیاز به‌راحتی انجام‌پذیر باشد.

۲-۲-۱-۲ تمام بردهای تشکیل‌دهنده مرکز تلفن باید دارای چاپ سبز باشد تا با افزودن استحکام بیشتر به بردها از هرگونه اتصالی یا خوردگی به مرور زمان جلوگیری شود.

۲-۲-۱-۳ ولتاژ تغذیه استاندارد خطوط داخلی ۴۸ ولت مستقیم میباشد و این ولتاژ باید برای تمام خطوط داخلی ثابت بوده و مقدار آن در ترافیک بالا تغییر نکند.

۲-۲-۱-۴ جریان الکتریکی که در هنگام برداشته شدن گوشی توسط مرکز تلفن باید برای خطوط داخلی تأمین شود ۴۰ میلی‌آمپر می‌باشد.

۲-۲-۱-۵ ولتاژ زنگ تولید شده توسط مرکز تلفن باید حداقل ۴۵ ولت متناوب بعلاوه ۴۸ ولت مستقیم باشد.

۲-۲-۱-۶ طول خط قابل اتصال به مرکز تلفن باید حداقل ۵ کیلومتر باشد و یا به عبارت دیگر مقاومت گوشی تلفن و خط باید تا ۱۵۰۰ اهم قابل تغذیه باشد.

۲-۲-۱-۷ حداقل ترافیک در مراکز تلفن ظرفیت متوسط بنا بر کاربرد و نیاز متغیر است ولی ظرفیت ترافیک مناسب بین ۲۵ تا ۴۰ درصد می‌باشد.

۲-۲-۱-۸ سیستم ارتباطی مرکز تلفن باید از نوع سوئیچ الکترونیک آنالوگ به صورت Cross Point باشد و هیچ نوع رله‌ای برای برقراری ارتباط صوتی نباید وجود داشته باشد.

۲-۲-۱-۹ اتصال خطوط داخلی و شهری به مرکز تلفن باید به وسیله یک جعبه تقسیم مرکزی[1] با ترمینالهای پیچی برقرار شود و شماره خطوط داخلی و شهری بر روی جعبه تقسیم کاملاً مشخص باشد. جعبه تقسیم دستگاه باید در مکانی قرار گرفته باشد که در عین داشتن حفاظت کافی دسترسی به آن آسان باشد.

1 - Main Distribution Frame (MDF)

۲-۲-۱-۱۰ تمام خطوط داخلی و شهری باید دارای مدار محافظ در مقابل اضافه ولتاژ و اضافه جریان باشد تا هرگونه شوک نظیر اتصالی برق شهر، رعد و برق و... به دستگاه مرکز تلفن آسیبی نرساند.

۲-۲-۱-۱۱ فرکانس پالس شماره‌گیری ۸-۱۲ هرتز در ثانیه باشد.

۲-۲-۱-۱۲ دستگاه بتواند تغییرات دمای محیط بین ۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل کند.

۲-۲-۲ مشخصات کارکردی

مجموعه‌ای از اهم توانائیهای یک مرکز تلفن با ظرفیت متوسط بشرح زیر می‌باشد:

۲-۲-۲-۱ سیستم قابلیت گسترش ظرفیت در محدوده قابل تعریفی را داشته باشد. بطوریکه بتوان بر مبنای نیاز فعلی و آینده، سیستمی را که در دراز مدت قابل استفاده باشد فراهم کرد.

۲-۲-۲-۲ امکان گروه‌بندی خطوط شهری وجود داشته باشد به طوریکه بتوان خطوط شهری با ویژگیهای یکسان را در یک گروه قرار داد و برای دستیابی به هر گروه جداگانه برنامه‌ریزی کرد.

۲-۲-۲-۳ امکان از سرویس خارج کردن یک خط شهری از کارکرد سیستم به صورت نرم‌افزاری وجود داشته باشد. بدین وسیله در صورت بروز عیب در هر کدام از خطوط شهری می‌توان به‌راحتی آن را موقتاً غیرفعال کرد تا قبل از رفع عیب در اختیار درخواست‌کنندگان قرار نگیرد.

۲-۲-۲-۴ امکان یکطرفه کردن خطوط داخلی بصورت نرم‌افزاری وجود داشته باشد. بدین معنی که خط داخلی فقط جوابگو باشد.

۲-۲-۲-۵ امکان تعیین سرویس شب در سیستم وجود داشته باشد. بدین ترتیب که بتوان برای ساعات معینی از شبانه روز خط یا خطوط داخلی معینی را (برای مثال قسمت نگهبانی در خارج از ساعات اداری) پاسخگوی زنگهای شهری تعیین کرد.

۲-۲-۲-۶ امکان محدود کردن دسترسی به بخشهای مختلف برنامه‌ریزی سیستم وجود داشته باشد به طوریکه تنها افراد مجاز بتوانند پیکربندی را تغییر داده و یا امکانات سیستم را تخصیص دهند.

۲-۲-۲-۷ امکان محدود کردن دسترسی مشترکین به خطوط یا گروه‌های شهری، خطوط بین شهری و بین‌المللی وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۸ امکان محدود کردن مکالمه برای تک تک مشترکین با مقادیر زمانی متفاوت وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۹ کلیه خطوط داخلی باید بتوانند بدون نیاز به اپراتور با یکدیگر صحبت کنند.

۲-۲-۲-۱۰ کلیه خطوط داخلی باید بتوانند در صورت مجاز بودن بدون نیاز به اپراتور از خطوط شهری استفاده کنند.

۲-۲-۲-۱۱ خطوط داخلی امکان پشت خط نگه داشتن[1] خط شهری و پخش موزیک برای آن را داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۲ خطوط داخلی امکان انتقال مکالمه شهری به داخلی دیگر را بدون نیاز به اپراتور داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۳ امکان کنفرانس دو خط داخلی با یک شهری و یا دو خط شهری با یک خط داخلی وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۴ امکان گرفتن نوبت برای استفاده از خطوط شهری هنگامی که مشغول باشد وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۵ یک خط داخلی باید بتواند بصورت موقت زنگها وارده به‌شمار خود را به مکان دیگری انتقال دهد. این ویژگی در مراکز تلفن «دنبال کن مرا»[2] یا «هدایت مکالمه»[3] نامیده می‌شود.

۲-۲-۲-۱۶ یک مشترک داخلی باید بتواند از دستگاه تلفن خود به عنوان ساعت شماطه‌دار[4] استفاده کند. بدین ترتیب که با گرفتن یک کد و ساعت موردنظرش، آن را برنامه‌ریزی کند تا در سر ساعت معین با زنگ خوردن وی را مطلع کند به این امکان «ساعت بیداری» نیز گفته می‌شود.

۲-۲-۲-۱۷ امکان یافتن مزاحم داخلی و یا یافتن آخرین زنگ داخلی‌زده شده وجود داشته باشد. بدین ترتیب که اگر تلفن مشترکی زنگ خورد و وی زمانی گوشی را برداشت که طرف مقابل قطع کرده بود، بتواند با گرفتن یک کد زنگ را به فرد تماس گیرنده برگرداند و بدین ترتیب بدون دانستن اینکه چه کسی با وی تماس گرفته با او ارتباط برقرار کند.

۲-۲-۲-۱۸ هر مشترک داخلی باید بتواند با اپراتور تماس بگیرد، با وی مکالمه کند و یاتماسی شهری را به وی انتقال دهد.

۲-۲-۲-۱۹ امکان از سرویس خارج کردن یک خط داخلی به صورت نرم‌افزاری وجود داشته باشد، به طوریکه در صورت پیش آمدن اشکال در دستگاه تلفن یا خط یک مشترک، بتوان آن خط را موقتاً غیرفعال تعریف کرد تا مشترکین دیگر نیز در تماس با آن دچار مشکل نشوند.

---

1 - Hold
2 - Follow me
3 - Call Forward
4 - Alarm Clock

۲-۲-۲-۲۰ امکان تکرار شماره اشغال با فشردن یک کلید برای مشترکین داخلی وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۲۱ اپراتور باید از امکانات زیر برخوردار باشد:

۱) در هر لحظه از وضعیت تمام خطوط شهری و داخلی (آزاد، اشغال یا در حال زنگ خوردن بودن) توسط کنسول خود مطلع شود.

۲) اپراتور باید بتواند هر کدام از خطوط شهری را که مایل بود در اختیار بگیرد و استفاده کند.

۳) اپراتور باید بتواند به زنگهای داخلی و شهری که همزمان به وی متصل شده به صورت انتخابی و یا نوبتی پاسخ گوید.

۴) اپراتور باید بتواند پس از جوابگویی به خطوط شهری آنها را به هر خط داخلی که مایل بود منتقل کند.

۵) اپراتور باید بتواند در مواقع اضطراری به مکالمه دو مشترک داخلی و یا یک مشترک داخلی با خط شهری همراه با بوق‌های هشدار (جهت اطلاع دو طرف از ورود نفر سوم) وارد شود.

۶) اپراتور باید بتواند با دو خط شهری کنفرانس برقرار کند.

۷) امکان تخصیص دادن بعضی از خطوط شهری به اپراتور وجود داشته باشد بطوریکه آن خط برای شماره‌گیری تنها در اختیار اپراتور باشد و خطوط داخلی اجازه استفاده از آن را نداشته باشند.

۸) امکان تکرار شماره اشغال شهری با فشردن یک کلید برای اپراتور وجود داشته باشد.

۹) امکان سپردن شماره‌های موردنیاز به حافظه و استفاده از آنها هنگام شماره‌گیری بدون نیاز به تکرارشان وجود داشته باشد.

۱۰) امکان قراردادن یک خط شهری پشت خط یک مشترک داخلی مشغول و اعلام این وضعیت به داخلی از طریق علائم صوتی در گوشی وی[1] وجود داشته باشد.

۱۱) امکان پشت خط نگه داشتن و پخش موزیک برای خط شهری وجود داشته باشد.

۱۲) امکان انجام تمام برنامه‌ریزی‌های سیستم توسط اپراتور وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۲۲ موارد قابل برنامه‌ریزی مراکز تلفن ظرفیت متوسط عبارتند از:

۱) تعداد خطوط شهری و داخلی متصل به سیستم قابل تعریف باشد.

۲) کلیه کدهای سیستم شامل کدهای آزاد کردن خطوط شهری، در انتظار مکالمه گذاردن، اپراتور و... قابل تعریف و تغییر باشد.

۳) امکان گروه‌بندی متغیر خطوط شهری بر مبنای نیاز وجود داشته باشد.

۴) کلیه توانائیهای تخصیص داده شده به خطوط داخلی شامل اجازه استفاده از گروه‌های شهری،

1 - Camp on

ارتباط با شهرستان و خارج از کشور، استفاده از شماره جانشین و تغییر آن، تنظیم ساعت هشدار و... قابل برنامه‌ریزی و تغییر باشد.

۵) رمز دستیابی به امکانات و برنامه‌ریزی سیستم قابل تغییر باشد.

۶) خط شب قابل تغییر باشد.

۷) امکان تعریف، تغییر یا حذف محدودیت زمان مکالمه برای تک تک مشترکین داخلی وجود داشته باشد.

۸) ساعت و تاریخ دستگاه قابل تنظیم باشد.

۳ اصول و روشهای نصب و بهره‌برداری

۳-۱ تعیین محل مناسب برای نصب

۳-۱-۱ محل مناسب و مطمئن برای نصب، محلی است حتی‌الامکان دور از دسترس و تجمع افراد.

۳-۱-۲ محل نصب دستگاه باید دارای گردش هوا، دمای مناسب و دور از تابش مستقیم نور خورشید باشد.

۳-۱-۳ مرکز تلفن نباید به وسایل الکتریکی یا موتورهای برق که باعث ایجاد اختلال یا نویز در عملکرد آن می‌شوند نزدیک باشد.

۳-۱-۴ دستگاه پس از نصب باید در مکان خود ثابت قرار گرفته و تعادل ناپایدار نداشته باشد.

۳-۲ اتصال خطوط داخلی و شهری به دستگاه

۳-۲-۱ ضرورت دارد در نزدیکی دستگاه یک جعبه تقسیم[1] نصب شود بطوریکه کلیه سیمها ابتدا وارد جعبه تقسیم شده و از آنجا در داخل ساختمان تقسیم شود. از آنجا که بهترین محل برای قرار دادن وسایل حفاظت اولیه در ورودی ساختمان است و همچنین در بیشتر موارد این وسایل را در جعبه تقسیم نصب می‌کنند پس محل جعبه تقسیم باید تا آنجا که ممکن است به محل ورود به ساختمان نزدیک باشد.

۳-۲-۲ کلیه سیمهای داخلی و شهری باید با برچسب مناسب مشخص گردیده و سپس به جعبه تقسیم متصل شود و از طرف دیگر با استفاده از یک کابل با تعداد زوج مناسب وارد جعبه تقسیم داخلی

1 - Main Distribution Frame (MDF)

مرکز تلفن گردد.

۳-۲-۳ سیمکشی داخل ساختمان باید قبل از نصب دستگاه انجام گردیده و با اصول و مشخصات فنی مندرج در فصل اول مطابقت نماید.

۳-۳ اتصال تغذیه

۳-۳-۱ اتصال تغذیه باید بعد از اتصال خطوط داخلی و شهری به دستگاه انجام بگیرد.

۳-۳-۲ اتصال سیمهای ورودی برق شهر باید کاملاً محکم و دور از دسترس و بدون هیچگونه احتمال قطع شدن در اثر عمل شخص ثالث باشد.

۳-۳-۳ اتصال باتری یا انواع دیگر دستگاههای حفاظتی در برابر قطع برق در این سیستمها ضروری می‌باشد.

۳-۳-۴ برای تأمین عملکرد بهتر دستگاه و حفاظت در برابر نویز، دستگاه باید به وسیله یک رشته سیم به سیستم اتصال زمین ساختمان متصل شود. اتصال باید محکم بوده و هنگام اتصال دستگاه حتماً خاموش باشد. (برای مشخصات فنی سیستم اتصال به زمین به فصل پانزدهم از نشریه ۱ ـ ۱۱۰ (تجدیدنظر اول) رجوع شود.

۳-۴ بهره‌برداری و آموزش

۳-۴-۱ پس از نصب و راه‌اندازی دستگاه باید اپراتور و افرادی که به نوعی با دستگاه کار می‌کنند طرز کار و استفاده از امکانات اساسی آن را آموزش ببینند. آموزش برنامه‌ریزی دستگاه نیز باید بطور جداگانه به فرد مسؤول آن داده شود تا برنامه‌ریزی سیستم در اختیار افراد خاص باشد.

۳-۴-۲ در صورت وجود پرسنل فنی باید نحوه اتصالات، روش نگهداری، عیب‌یابی‌های ساده و تعمیرهای عمومی به آنان آموزش داده شود.

۳-۴-۳ لازم است به همراه مرکز تلفن دفترچه‌های راهنما حاوی کلیه امکانات و مشخصات مرکز و نحوه بهره‌برداری از آنها تحویل شود.

فصل دوم

بخش ششم ـ مراکز تلفن دیجیتال

۱ کلیات و تعاریف

مراکز تلفن دیجیتال در حال حاضر آخرین محصول پیشرفت تکنولوژی در زمینه ارتباطی می‌باشد. در کنار امکانات متنوعی که این تکنولوژی در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهد و از آنجمله امکان افزایش ظرفیت تا چندین هزار شماره، را می‌توان نام برد. از آنجا که در این سیستم‌ها ارتباطی صوتی به شکل آنالوگ وجود ندارد بسیاری از مشکلات موجود در سیستم‌های آنالوگ نظیر تداخل، همشنوایی، تضعیف و نویز نیز بسیار کاهش می‌یابد.

بعلاوه امکان پیاده‌سازی پروتکل‌های ارتباطی نظیر ISDN[1] نیز در این مراکز وجود دارد که در آن صورت این سیستم‌ها قابلیت برقراری ارتباط با شبکه‌های انتقال داده‌های کلیه دستگاههای ارتباطی اعم از تلفنی، کامپیوتری، فاکس و حتی تصویری را نیز پیدا می‌کند.

مراکز تلفن دیجیتال از نظر میزان ظرفیت محدودیتی ندارد و با ظرفیتهای متوسط نیز قابل ارائه می‌باشد ولی از آنجا که بدلیل تکنولوژی جدیدتر هزینه بالاتری را طلب می‌کند، معمولاً برای نیازهای بالای ۲۵۶ شماره مورداستفاده قرار می‌گیرد.

۱-۱ اجزای اصلی مراکز تلفن دیجیتال

مراکز تلفن دیجیتال دارای یک سیستم مرکزی است که در ظرفیتهای بالا ممکن است از چند کابینت تشکیل شده باشد، و کلیه مدارهای مربوط به داخلی‌ها، شهری‌ها، سوئیچ، کنترل و... در این کابینتها قرار دارد. تلفنهای خاصی نیز تحت عنوان کنسولهای اپراتور بهمراه این مراکز می‌باشد که تعداد آن بنابر ظرفیت سیستم باید قابل تغییر باشد.

---

1 - Integrated Service Digital Network

عموماً دستگاه، منبع تغذیه‌ای نیز بهمراه دارد که با اتصال به برق شهری و تعدادی باتری (۴۸ ولت مستقیم) تغذیه موردنیاز سیستم مرکزی را تأمین می‌کند.

۱-۲ ظرفیت

ظرفیت در مراکز تلفن دیجیتال به صورت کلی و بدون جداسازی تعداد خطوط داخلی یا شهری به عنوان پورت بیان می‌شود و بر مبنای نیاز و تعداد کارتهای داخلی یا شهری بکار گرفته شده، قابل تنظیم می‌باشد.

۱-۳ تغذیه

این مراکز باید با برق شهر (۲۲۰ ولت متناوب) کار کند و طراحی منبع تغذیه باید به نوعی باشد که در مقابل شرایط خاص (قطع برق، خرابی تغذیه...) عملکرد صحیح سیستم را تضمین نماید. به همین دلیل در اکثر این سیستم‌ها منابع تغذیه به صورت دوگانه تعبیه می‌شود تا در صورت بروز اشکال در یکی، دیگری بکار خود ادامه دهد. استفاده از باتری‌های مناسب در صورت قطع برق، یکی دیگر از امکاناتی است که باید برای این مراکز درنظر گرفته شود.

۱-۴ خطوط داخلی

هر خط داخلی باید با یک زوج سیم تلفن معمولی به مرکز تلفن متصل شود. باید این امکان وجود داشته باشد که از تلفنهای استاندارد معمولی برای خط داخلی استفاده نمود. اگرچه ممکن است در بعضی سیستم‌ها امکان استفاده از تلفنهای دیجیتال، ردیفی یا انواع دیگر فراهم شده باشد.

۲ مشخصات فنی و استانداردها

۲-۱ استانداردها، آیین‌نامه‌ها و توصیه‌های عمومی برای انتخاب، ساخت و آزمون

مشخصات کلی مربوط به کارآیی مراکز تلفن دیجیتال با رابطهای ۲ سیمه، از نظر انواع تلفات، امپدانسها، همشنوایی و نویزپذیری، مشابه اصول مندرج در بخش مراکز تلفن آنالوگ ظرفیت متوسط می‌باشد و باید کیفیت صدا را نیز به‌طور مشابه حفظ کند. سایر مواردی که با خصوصیات مراکز تلفن آنالوگ تفاوت دارد، یا در آن بخش بیان نشده است به شرح زیر می‌باشد. جهت اطلاع از تعاریف مربوط به انواع اتلاف می‌توانید به توصیه شماره ITU-T/G.100[6] مراجعه نمائید.

۲-۱-۱ بوق‌های تولید شده به روش دیجیتال باید پس از کدگشایی در محدوده‌های توصیه شده در توصیه نامه ITU-T/Q.35[46] و یا بند ۲-۱-۱ بخش مراکز تلفن ظرفیت متوسط قرار گیرد.

۲-۱-۲ در صورت افتادن فرکانسهای خارج از دامنه صحبت از ـ ۴/۶Khz تا ۷۲khz ـ به یک رابط ۲ سیمه در سطح ۲۵dBmO، سطح هر تصویر فرکانسی که در مقاطع زمانی[1] مربوط به سیگنال ورودی ایجاد می‌شود باید حداقل ۲۵dB زیر سطح سیگنال اعمالی باشد.

۲-۱-۳ امپدانس اسمی رابطهای ۴ سیمه مراکز دیجیتال باید ۶۰۰ اهم بالانس باشد.

۲-۱-۴ مقادیر اسمی سطوح نسبی ورودی و خروجی در مدارات چهار سیمه باید مطابق با بند ۲ توصیه ITU-T/Q.553[47] باشد.

۲-۱-۵ سطح هر نوع نویز تک فرکانس (مخصوصاً فرکانس نمونه‌برداری و مضاربش) که به‌طور دلخواه در محل هر اتصال خروجی اندازه‌گیری می‌شود نباید از ۵۰dBmO بیشتر شود.
جهت اطلاعات بیشتر درمورد شرایط اندازه‌گیری به پاراگراف ۱-۲-۳-۱ از توصیه ITU-T/Q.551[48] مراجعه شود.

۲-۱-۶ برای تعیین میزان نویز وزنی[2] دو منشا نویز باید در نظر گرفته شود. اول، نویزهای حاصله از پروسه کد کردن، و دوم نویز حاصل از منابع آنالوگ در سیستم. مقادیر حداکثر این مولفه‌ها نباید از مقادیر مندرج در پاراگراف ۳-۱-۳-۱ در توصیه ITU-T/Q.553[47] بیشتر باشد.

۲-۱-۷ میزان همشنوایی در سیستم‌های ۴ سیمه را می‌توان با بکارگیری دو نوع سیگنال تست آنالوگ و دیجیتال اندازه‌گیری نمود. مشخصات سیگنالها، روش آزمون و محدوده‌های قابل قبول نتایج در پاراگراف‌های ۳-۱-۴-۱ و ۳-۱-۴-۲ توصیه ITU-T/Q.553[47] بیان شده است.

۲-۱-۸ مشخصه‌های کارآیی کانالهای PCM شامل همشنوایی، اعوجاج فرکانسی، تلفات برگشتی، نویزهای تک فرکانس و وزنی، اکو، ... و روشهای اندازه‌گیری آن در بندهای ۲ تا ۱۶ ITU-T/G.712[49] به تفصیل بیان شده است.

۲-۱-۹ در طراحی فیزیکی یک مرکز تلفن باید موارد زیر درنظر گرفته شود:
۱) وجود فضای داخلی کافی برای فعالیتهای پشتیبانی درنظر گرفته شده باشد.
۲) با نیازهای محیطی همگون باشد.

1 - Time Slots
2 - Weighted Noise

۳) مراحل راه‌اندازی و از کار خارج کردن همه اجزای سیستم باید به تعداد محدود و یکسان باشد.

۲-۱-۱۰ یک مرکز تلفن دیجیتال باید به یک یا چند وسیله کنترل عملکرد، مدیریت و پشتیبانی سیستم[1] مجهز باشد.

۲-۱-۱۱ مرکز تلفن نباید با خرابی تجهیزات کنترلی (OA & M) بند ۲-۱-۱۰ یا اخلال در ارتباط بین مرکز و تجهیزات کنترلی، از کار بیفتد.

۲-۱-۱۲ مرکز تلفن نباید جهت اعمال اولیه خود به عملکرد درست تجهیزات کنترلی (OA & M) نیازمند باشد.

۲-۱-۱۳ ارتباط بین مرکز تلفن و تجهیزات کنترلی (OA & M) باید به گونه‌ای باشد که درستی عمل ارسال اطلاعات (مثلاً صورتحساب‌ها یا فرامین) بین آندو به روش مطمئنی تضمین شود.

۲-۱-۱۴ مرکز تلفن باید قادر به ارسال و دریافت اطلاعات پشتیبانی و پاسخ به فرامین، به صورت در محل و یا در صورت لزوم از مراکز پشتیبانی راه دور باشد. بسته به درجه مورد نظر مسؤولین، تجهیزات کنترلی باید قادر به ارائه اطلاعات زیر باشد:

۱) پردازش و تحلیل داده‌های عملیاتی سیستم

۲) پردازش و تحلیل داده‌های پشتیبانی

۳) مشاهده وضعیت مرکز

۲-۱-۱۵ مرکز تلفن باید در خود امکاناتی را برای انجام آزمونهای برنامه‌ریزی شده بر روی بخشهای تشکیل‌دهنده آن، به صورت داخلی یا توسط تجهیزات و سیستمهای رابط داشته باشد.

۲-۱-۱۶ یک مرکز تلفن باید امکانات کافی را برای تشخیص و تعیین محل خرابیهای سیستم و اعلام وضعیتهای اخطار داشته باشد.

۲-۱-۱۷ مقیاس توصیه شده در بیان «در دسترس نبودن متوسط داخلی» یا MAIDT[2] یک سیستم عبارتست از «میانگین تراکمی زمانهای خرابی آن سیستم بدون منظور کردن تأخیرهای خارجی نظیر طول سفر، نبودن قطعات یدکی،... در یک مقطع زمانی مشخص که معمولاً یک سال است» برای یک یا گروهی از مشترکین.

---

1 - Operation, Administation and Mainterance (OA & M)

2 - Mean Accumulated Intrinsic Downtime

MAIDT برای یک مشترک کمتر یا برابر ۳۰ دقیقه در سال است. اما هر چه تعداد مشترکین بیشتر گردد، این میزان باید کمتر شود. بنابراین خریدار می‌تواند با پرسش از میزان MAIDT هر سیستم، مقیاسی جهت انتخاب بهینه دستگاه موردنظر خود داشته باشد.

۲-۱-۱۸ نوع خرابیهای سخت‌افزاری یک سیستم باید در محدوده خاصی که موردنظر مسؤولین باشد باقی بماند. در شمارش خرابیها همه موارد منظور می‌شود و در این شمارش تأثیر خرابیها بر عملکرد کلی مرکز مدنظر نیست. نوع خرابی سخت‌افزاری قابل پذیرش، تابعی از اندازه و نوع خطوط مشترکین است و با استفاده از فرمول زیر بدست می‌آید بر این مبنا، خریدار می‌تواند از تولیدکننده مرکز تلفن نرخ خرابیهای سالانه آن را درخواست نماید.

$$F = CO + \Sigma CT$$

در این معادله:

F حداکثر تعداد خرابی قابل پذیرش در واحد زمان

T تعداد مشترکین از نوع i

n تعداد انواع جداگانه مشترکین

CO باید با درنظر گرفتن همه خرابیهایی که مستقل از اندازه مرکز می‌باشد تعیین شود

C ضرایب انواع خطوط مشترکین از نوع i نشاندهنده تعداد خرابیهای مربوط به هر نوع خط به صورت جداگانه است. این ضرایب برای سخت‌افزارهای مختلف متفاوت می‌باشد.

۲-۲ مشخصات فنی

۲-۱-۱ مشخصات ساخت

۲-۱-۲-۱ تکنولوژی طراحی مراکز تلفن دیجیتال باید از نوع PCM-TDM، ۳۲ کاناله با فرکانس ۲/۰۴۸ مگاهرتز باشد.

۲-۱-۲-۲ قسمت کنترل سیستم باید به صورت گسترده[1] و دوگانه طراحی شده باشد گسترده بدین معنی که توسط پروسسورهای جداگانه بخشهای مختلف کنترل شود و دوگانه بدین معنی که دو برد کنترل مرکزی وجود داشته باشد تا در صورت بروز هر نوع اشکال در یکی، دیگری بدون وقفه وارد مدار گردیده ومرکز به کار خود ادامه دهد.

1 _ Distributed

۲-۲-۱-۳ سیستم ارتباطی مرکز تلفن باید از نوع سوئیچ دیجیتال[1] بوده و به صورت دوگانه در سیستم وجود داشته باشد تا در صورت خرابی یا عدم وجود یکی دیگری وارد مدار شده و مرکز تلفن بکار خود ادامه دهد.

۲-۲-۱-۴ باید امکان اتصال خطهای ورودی بصورت دو سیمه، چهار سیمه، شش سیمه و اتصال دیجیتال (PCM-DIGITAL LNK) به سیستم وجود داشته باشد.

۲-۲-۱-۵ مراکز دیجیتال باید به انواع ترانکهای آنالوگ شامل DOD، DID، RD، TIE، CO، E&M و ترانکهای دیجیتال با استاندارد CEPT[2] مجهز باشد و سیگنالینگ ترانکهای دیجیتال باید قابل تعریف و تغییر باشد.

۲-۲-۱-۶ تمام بردهای مورداستفاده در مرکز باید دارای چاپ سبز باشد.

۲-۲-۱-۷ سیستم مرکز تلفن باید کاملاً مدولار بوده و تمامی بخشهای آن براحتی قابل تعویض باشد تا زمان تعمیر سیستم به حداقل برسد.

۲-۲-۱-۸ ولتاژ تغذیه خطوط داخلی استاندارد باید ۴۸ ولت مستقیم و کاملاً تثبیت شده باشد و مقدار آن در ترافیکهای بالاتر تغییر نکند.

۲-۲-۱-۹ جریان الکتریکی موردنیاز خط داخلی در هنگام گوشی برداشته ۴۰ میلی‌آمپر می‌باشد که باید از طریق مرکز تلفن تأمین شود. این جریان باید همواره ثابت بوده و با تغییر گوشی یا طول خط مقدار آن تغییر نکند.

۲-۲-۱-۱۰ ولتاژ زنگ تولید شده توسط مرکز تلفن باید حدود ۹۰ ولت متناوب بعلاوه ۴۸ ولت مستقیم باشد.

۲-۲-۱-۱۱ ترافیک در مرکز تلفن دیجیتال باید بدون انسداد[3] باشد یعنی ترافیک ۱۰۰٪. به عبارت دیگر تمام مشترکین باید بتوانند در یک لحظه با هم صحبت کنند.

۲-۲-۱-۱۲ طول خط (سیم) قابل اتصال به مرکز تلفن باید حداقل ۱۰ کیلومتر باشد به عبارت دیگر مقاومت مدار[4] قابل اتصال به مرکز حدود ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ اهم با احتساب خط و گوشی تلفن باشد.

۲-۲-۱-۱۳ برای اتصال خطوط داخلی و یا ورودی به مرکز تلفن باید جعبه تقسیم مناسبی درنظر گرفته شده

1 - Pulse Code Modulation (PCM)
2 - European Commitee on Post and Telecommunication
3 - Non Blocking
4 - Loop

باشد. بطوریکه شماره خطوط بر روی جعبه تقسیم کاملاً مشخص باشد و حتی‌المقدور بر روی جعبه تقسیم فیوزهای مناسب نیز وجود داشته باشد.

۲-۲-۱-۱۴ تمام خطوط داخلی و خطوط ورودی به سیستم باید دارای مدار محافظ در مقابل اضافه ولتاژ و اضافه جریان باشد تا هرگونه اتصالی به برق شهر، رعد و برق و... آسیبی به مدارات و بردهای مرکز تلفن نرساند.

۲-۲-۲ مشخصات کارکردی

۲-۲-۲-۱ کلیه کدها و شماره‌های سیستم شامل کدهای آزاد کردن خطهای شهری، ارتباط داخلی‌ها، اپراتور، در انتظار مکالمه، امکانات ویژه و... باید قابل تعریف و تغییر باشد.

۲-۲-۲-۲ امکان تغییر شماره‌های مشترکین داخلی با تعداد ارقام متفاوت به صورت نرم‌افزاری وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۳ امکان گروه‌بندی خطوط ورودی با انواع مختلف وجود داشته باشد به طوریکه بتوان هر دسته از خطوط ورودی را در یک گروه با یک کد شماره مجزا تعریف نمود.

۲-۲-۲-۴ سیستم باید دارای نرم‌افزار تست باشد تا در هر لحظه بتوان کلیه قسمتهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مرکز تلفن را مورد آزمون قرارداده و در صورت بروز خرابی آن را تشخیص و گزارش داد.

۲-۲-۲-۵ مرکز تلفن دیجیتال باید قابلیت اتصال به کامپیوتر از طریق پورت سریال با استاندارد RS232 را داشته باشد تا بتواند کلیه برنامه ریزیها، مونیتورینگ و اعلام خطاهای سیستم را از طریق کامپیوتر انجام دهد.

۲-۲-۲-۶ مرکز تلفن دیجیتال باید قابلیت تشخیص شماره‌گیری تون[1] را داشته باشد و بتوان نوع شماره‌گیری داخلی‌ها را (پالس ـ تون) تعیین نمود.

۲-۲-۲-۷ سیستم باید قابلیت اتصال به تلفن سکه‌ای را داشته باشد. یعنی باید بتواند برای خطوط داخلی دلخواه یک پالس ۱۶KHz ارسال نماید تا بتوان به جای آن داخلی گوشی تلفن سکه‌ای یا کارتی و یا کنتور نصب نمود.

۲-۲-۲-۸ امکان ازسرویس خارج کردن یک خط ورودی از کارکرد سیستم بصورت نرم‌افزاری وجود داشته

1 - DTMF

باشد تا در صورت بروزعیب در هر کدام از این خطوط بتوان به‌راحتی آن را موقتاً غیرفعال کرد و بدینوسیله تا زمان رفع عیب در اختیار درخواست‌کنندگان قرار داده نشود.

۲-۲-۲-۹ امکان یکطرفه کردن خطوط داخلی بصورت نرم‌افزاری وجود داشته باشد بدین معنی که خط داخلی فقط جوابگو باشد.

۲-۲-۲-۱۰ امکان تعیین سرویس شب در سیستم وجود داشته باشد. بدین ترتیب که بتوان خط یا خطوط داخلی معینی را (برای مثال قسمت نگهبانی در خارج از ساعات اداری) برای ساعات معینی از شبانه روز یا در صورت عدم حضور اپراتور، پاسخگوی زنگهای شهری تعیین نمود.

۲-۲-۲-۱۱ امکان محدود کردن دسترسی به بخشهای مختلف برنامه‌ریزی سیستم توسط رمزگذاری وجود داشته باشد به طوریکه تنها افراد مجاز بتوانند پیکربندی را تغییر داده و یا امکانات سیستم را تخصیص دهند.

۲-۲-۲-۱۲ امکان محدود کردن دسترسی مشترکین به خطوط یا گروه‌های شهری، ارتباط با شهرستان و خارج از کشور وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۳ امکان محدود کردن زمان مکالمه تک تک مشترکین با مقادیر متفاوت بر حسب ضرورت وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۴ امکان صدور صورتحساب و به عبارتی ذخیره مشخصات کلیه مکالمات همراه با ساعت، تاریخ و طول مکالمه وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۵ کلیه خطوط داخلی باید بتوانند با یکدیگر بدون نیاز به اپراتور صحبت کنند.

۲-۲-۲-۱۶ کلیه خطوط داخلی باید بتوانند در صورت مجاز بودن بدون نیاز به اپراتور با گرفتن کدهای قابل برنامه‌ریزی خطوط شهری را در اختیار گرفته و شماره‌گیری شهری نمایند.

۲-۲-۲-۱۷ خطوط داخلی امکان پشت خط نگه داشتن و پخش موزیک برای خط شهری[1] را دارا باشد.

۲-۲-۲-۱۸ خطوط داخلی امکان انتقال مکالمه شهری به داخلی دیگر را بدون نیاز به اپراتور داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۹ امکان کنفرانس ۲ نفره، ۳ نفره و چهار نفره روی خط داخلی و شهری وجود داشته باشد.

1 - HOLD

۲-۲-۲-۲۰ امکان گرفتن نوبت برای استفاده از یک خط شهری هنگامی که مشغول باشد وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۲۱ یک خط داخلی باید بتواند به صورت موقت زنگهای وارده به شماره خود را به مکان دیگری انتقال دهد. این امکان می‌تواند به انواع بلاشرط[1]، در صورت اشغال[2] و در صورت عدم پاسخ[3] تقسیم شود.

۲-۲-۲-۲۲ یک خط داخلی باید بتواند از دستگاه تلفن خود بعنوان ساعت شماطه‌دار[4] استفاده نماید. بدین ترتیب که با گرفتن یک کد و ساعت موردنظرش، آن را برنامه‌ریزی نماید تا در سرساعت معین به صدا درآید و با زنگ زدن وی را مطلع نماید.

۲-۲-۲-۲۳ امکان یافتن مزاحم تلفنی داخلی و یا یافتن آخرین زنگ داخلی زده شده وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۲۴ هر مشترک داخلی باید بتواند با اپراتور تماس بگیرد، با وی مکالمه کند و یا تماس شهری را به وی انتقال دهد.

۲-۲-۲-۲۵ امکان از سرویس خارج کردن یک خط داخلی بصورت نرم‌افزاری وجودداشته باشد به طوریکه در صورت پیش آمدن اشکال در دستگاه تلفن یا خط یک مشترک، بتوان آن خط را موقتاً غیرفعال تعریف نمود تا مشترکین دیگرنیز در تماس با آن دچار مشکل نشوند.

۲-۲-۲-۲۶ امکان تکرار شماره اشغال با گرفتن یک کد برای مشترکین داخلی وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۲۷ امکان شماره‌گیری به صورت تون یا پالس برای مشترکین داخلی وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۲۸ مشترک داخلی باید بتواند با گرفتن یک کد مانع زنگ خوردن گوشی تلفن خود به‌طور موقت شود یا بعبارتی سرویس «مزاحم نشوید»[5] داشته باشد.

۲-۲-۲-۲۹ امکان تخصیص خطوط شهری به مشترکین داخلی خاص وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۳۰ امکان پاسخگویی به یک خط در حال زنگ خوردن توسط مشترک داخلی دیگر[6] وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۳۱ در مراکز تلفن دیجیتال تعداد اپراتورها باید قابل انتخاب و قابل افزایش باشد.

۲-۲-۲-۳۲ امکانات اپراتور در یک مرکز تلفن دیجیتال باید شامل موارد زیر باشد:

---

1 - Call forward
2 - On busy
3 - Do not answer
4 - Alarm clock
5 - Do not disturb
6 - Call pickup

۱) اپراتور باید بتواند در هر لحظه از وضعیت تمام خطوط شهری و داخلی و سایر مشخصات آنها مطلع گردد.

۲) اپراتور باید بتواند به هر کدام از خطوط شهری ورودی یا خروجی به صورت انتخابی دسترسی پیدا کند.

۳) اپراتور باید بتواند به زنگهای وارده داخلی یا شهری که همزمان به کنسول وی متصل شده است به صورت انتخابی یا نوبتی پاسخ گوید.

۴) اپراتور باید بتواند در حال صحبت با یک خط شهری آن را به هر خط داخلی که مایل بوده منتقل نماید.

۵) اپراتور باید بتواند در مواقع اضطراری به مکالمه دو مشترک داخلی و یا یک خط داخلی با خط شهری همراه با علائم هشداردهنده (جهت اطلاع دو طرف از ورود نفر سوم) وارد شود.

۶) اپراتور باید بتواند کنفرانس دو نفره، سه نفره یا چهار نفره برقرار کند.

۷) امکان تکرار شماره اشغال شهری با فشردن یک کلید برای اپراتور وجود داشته باشد.

۸) امکان سپردن شماره‌های موردنیاز به حافظه و استفاده از آنها هنگام شماره‌گیری با انتخاب از حافظه وجود داشته باشد.

۹) امکان پشت خط نگهداشتن و پخش موزیک برای خط شهری[1] وجود داشته باشد.

۱۰) امکان قرار دادن یک خط شهری پشت خط یک مشترک داخلی مشغول و اعلام این وضعیت به داخلی از طریق علائم صوتی در گوشی وی[2] وجود داشته باشد.

۱۱) در صورت عدم پاسخ به یک خط شهری انتقال یافته، خط شهری به صورت اتوماتیک به اپراتور برگشت کند.

۱۲) امکان انجام کلیه برنامه ریزیهای سیستم توسط اپراتور وجود داشته باشد.

۱۳) امکان تعریف رمزهای ورود متفاوت برای اپراتورها وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۳۳ عموم توانائیها، خصوصیات و عملکردهای مراکز تلفن دیجیتال قابل تغییر و برنامه‌ریزی می‌باشد که پاره‌ای از آن عبارتست از:

۱) تعداد دکارتهای داخلی و شهری با انواع مختلف باید قابل تعریف باشد.

۲) کلیه کدها یا شماره‌های سیستم باید قابل تعریف و تغییر باشد، این کدها عبارتند از:

کدهای دستیابی به خطوط شهری، کدهای استفاده از امکانات خطوط داخلی و سایر امکانات دستگاه، شماره خطوط داخلی،...

1 - Hold
2 - Camp on

۳) تعریف و تغییر تعداد گروه‌های خطوط شهری و تعداد خطوط شهری در هر گروه
۴) فرمت بوق‌ها و زنگ‌های مختلف و زمانهای انتظار باید قابل تعریف باشد.
۵) کلیه امکانات خطوط داخلی که در بخشهای قبل توضیح داده شد باید قابل برنامه‌ریزی، اضافه یا حذف باشد.
۶) رده‌بندی خطوط داخلی در استفاده از امکانات (صفر شهرستان ـ صفر خارج از کشور ـ محدودیت مکالمه) باید قابل تعیین و تغییر باشد.
۷) امکان رمزگذاری و تغییر رمز برای برنامه‌ریزی یا دستیابی به اطلاعات مختلف سیستم.
۸) امکان تغییر خط شب.
۹) امکان فعال یا غیرفعال کردن خطوط داخلی یا شهری.
۱۰) امکان تعیین «شماره جانشین»[1] و «ساعت هشدار» برای کلیه مشترکین داخلی.

۳ اصول و روشهای نصب و بهره‌برداری

۳-۱ تعیین محل مناسب برای نصب

۳-۱-۱ محل مناسب و مطمئن برای نصب محلی است که در اتاق دربسته و محفوظ و مطمئن باشد و غیر از افراد مسؤول امکان تردد در محل مزبور وجود نداشته باشد.

۳-۱-۲ محل نصب دستگاه باید دارای شرایط محیطی مناسب شامل گردش هوا، دمای تنظیم شده، و دور از تابش مستقیم نور خورشید و... باشد.

۳-۱-۳ مرکز تلفن نباید نزدیک به وسایل الکتریکی یا موتورهای الکتریکی که عامل ایجاد شوک الکتریکی یا نویز می‌باشد نصب شود.

۳-۱-۴ محل نصب دستگاه باید از اطراف خود فاصله مناسبی تا دیوار داشته باشد تا تعمیر و سرویس دستگاه براحتی انجام گیرد. در واقع نباید دستگاه به دیوار نزدیک باشد تا بتوان به پشت یا کنار دستگاه دسترسی داشت زیرا برای تعمیر دستگاه تمام جوانب دستگاه باید در دسترس باشد.

۳-۱-۵ دستگاه پس از نصب باید در مکان خود ثابت و محکم باشد و تعادل ناپایدار نداشته باشد.

1 - Folow me

۳-۱-۶ نور کافی و چراغهای روشنایی موردنیاز باید برای محل نصب دستگاه درنظر گرفته شود، تا سرویس و نگهداری دستگاه براحتی و با دقت انجام شود. نصب در اتاق تاریک و بدون چراغهای کافی باعث می‌شود که از کیفیت سرویس و نگهداری دستگاه کم بشود.

۳-۱-۷ در نزدیکی دستگاه محل مناسبی برای نگهداری و قرار دادن باطریهای موردنیاز برای قطع برق درنظر گرفته شود و با توجه به اینکه حجم و تعداد باطریها معمولاً زیاد است باید فضای کافی و مناسب و نزدیک به مرکز تلفن درنظر گرفته شود.

۳-۲ اتصال خطوط داخلی و شهری (ورودیها و خروجیها)

۳-۲-۱ مهمترین نیاز برای اتصال خطوط ورودی و خروجی نصب یک جعبه تقسیم مرکزی مناسب نزدیک دستگاه می‌باشد به طوریکه کلیه سیمهای ورودی یا خروجی از طریق آن به دستگاه متصل شود. نشانه‌گذاری جعبه تقسیم باید کاملاً مشخص باشد تا پیدا کردن یک خط بر روی آن براحتی انجام پذیرد و از جعبه تقسیم نیز باید کابل یا کابلهایی با تعداد زوج سیم مناسب به مرکز تلفن وارد شود.

۳-۲-۲ جعبه‌های تقسیم خطوط ورودی و خروجی از هم متمایز باشد و با هم فاصله مناسبی داشته باشند و از آنجا که تعداد خطوط خروجی بیشتر است لازم است جعبه تقسیم خطوط داخلی یا خروجیها همیشه بزرگتر و با فضای بیشتری در اطرافش، انتخاب شود.

۳-۲-۳ سیمکشی ورودیها و خروجیها از محل موردنظر داخلی یا شهری (داخل محوطه یا ساختمان) تا جعبه تقسیم باید مطابق با اصول و مشخصات فنی‌مندرج در فصل اول انجام گرفته باشد.

۳-۳ اتصال تغذیه مرکز تلفن

۳-۳-۱ اتصال تغذیه مرکز تلفن باید پس از اتصال خطوط داخلی و شهری به دستگاه انجام گیرد.

۳-۳-۲ اتصال سیمهای ورودی برق شهر باید کاملاً محکم و با کابل مناسب و ضخیم باشد. محل اتصال برق باید کاملاً دور از دسترس و بدون هیچگونه احتمال قطع شدن باشد.

۳-۳-۳ نصب باطری برای هنگام قطع یا نوسان برق کاملاً ضروری است و اتصال باطریها نیز باید کاملاً محکم و با کابل مناسب و ضخیم انجام شده و هیچگونه احتمال قطع شدن وجود نداشته باشد.

۳-۳-۴ باطریها باید حدود ۲۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین و بر روی پایه‌ای عایق قرار داده شود تا در مجاورت با سطح زمین که دارای ولتاژ صفر می‌باشد، خاصیت خازنی بوجود نیاید.

۳-۳-۵ داشتن اتصال زمین مناسب سیستم با کابل یکپارچه و ضخیم کاملاً ضروری است، اتصال سیم زمین باید بسیار محکم باشد و قابلیت عبور جریانهای بالا را داشته باشد.

۳-۳-۶ قطع و وصل اتصال زمین به مرکز تلفن آسیب می‌رساند، بنابراین باید در هنگام اتصال سیم زمین حتماً از خاموش بودن مرکز تلفن کاملاً اطمینان حاصل نمود. در هر زمان دیگرنیز که نیاز به جابجایی یا قطع یا وصل اتصال زمین گردید، باز هم باید مرکز تلفن خاموش شود و پس از اتصال مطمئن و محکم به زمین، مجدداً روشن شود.

۳-۴ بهره‌برداری و آموزش

۳-۴-۱ مسؤولین تعمیر و نگهداری مرکز تلفن باید با تمام مشخصات فنی‌دستگاه، نحوه اتصالات قسمتهای مختلف، نحوه سیم‌بندی جعبه تقسیم و... آشنا شده و سرویس و نگهداری دستگاه را آموزش ببینند. همچنین باید با نرم افزارهای تست و روشهای آزمون دستگاه و ایرادیابی آن کاملاً آشنا شوند.

۳-۴-۲ مسؤول برنامه‌ریزی و کنترل مرکز تلفن باید با نحوه برنامه‌ریزی، کار نرم‌افزار مرکز تلفن و امکانات دستگاه آشنا بوده و بدین منظور آموزش کاملی ببینند.

۳-۴-۳ افرادی که قرار است به عنوان اپراتور با دستگاه کار کنند باید در طی یک دوره آموزش با کلیه عملیات اپراتور و نحوه کار با کنسول وامکانات سیستم آشنا شوند.

۳-۴-۴ کلیه مشخصات فنی‌بخشهای مختلف مرکز تلفن و نحوه برنامه‌ریزی و روش کار با دستگاه، راهنمای نرم افزارهای همراه آن و امکانات سیستم باید به صورت مستند و مکتوب همراه دستگاه باشد.

۳-۴-۵ مشخصات فنی و راهنمای کار اپراتور باید به صورت مکتوب و به‌طور جداگانه ضمیمه کنسول اپراتور باشد.

فصل دوم

بخش هفتم ـ صورتحسابگیرها

۱ کلیات و تعاریف

صورتحسابگیرها دستگاههایی است که لیست مکالمات تلفنی را با مشخصات کامل شامل ساعت، تاریخ، شماره گرفته شده و مدت مکالمه ثبت می‌کند و معمولاً قابلیت محاسبه مبلغ بر مبنای نرخهای دریافتی را دارد و بدین ترتیب دامنه کاربرد متنوعی را از کنترل مالی تا کمک به برنامه‌ریزی‌های مدیریتی پیدا می‌کند. مقادیر ثبت شده قابل انتقال به کامپیوتر بوده و امکان چاپ یا گرفتن گزارشهای مختلف از این مقادیر وجود دارد.

این دستگاه عموماً در ظرفیتهای یک خط، چهار خط یا هشت خط وجود دارد و به صورت سری بر روی خط تلفن نصب می‌شود و با برق شهر کار می‌کند.

۲ مشخصات فنی و استانداردها

۲-۱ استانداردها، آیین‌نامه‌ها و توصیه‌های عمومی برای انتخاب، ساخت و آزمون

۲-۱-۱ تشخیص شماره‌گیری تون در صورتحسابگیرها باید بر اساس فرکانسهای استاندارد شماره‌گیری تون[1] مندرج در جدول شماره ۲-۱ باشد.

۲-۱-۳ ارتباط بین صورتحسابگیر و کامپیوتر باید چنان باشد که درستی عمل ارسال اطلاعات (مثلاً صورتحسابها یا فرامین) بین آندو به روش مطمئنی تضمین شود.

---

1 - DTMF

۲-۱-۳ میزان حداکثر تضعیف مجاز به طوریکه در عملکرد خط اصلی تأثیری نگذارد و روش محاسبه آن، در توصیه‌های شماره G.14[33] و ITU-T/G.151[32] بیان شده است.

۲-۲ مشخصات فنی

۲-۲-۱ مشخصات ساخت

از آنجا که سیستم واحدی برای انجام وظیفه صورتحساب گرفتن روی یک خط تلفن ارائه نشده است سیستم‌های موجود دارای ساختار واحدی برای انجام این عمل می‌باشد. لیکن به هر صورت عملکرد آنها در رابطه با خط تلفن معنا می‌یابد پس اصول کلی که لازم است در این‌گونه سیستمها رعایت شود عبارتند از:

۲-۲-۱-۱ تغذیه ورودی دستگاه ۱۰٪± ۲۲۰ ولت متناوب باشد.

۲-۲-۱-۲ در صورت قطع برق صورتحسابهای قبلی مانده در حافظه از بین نرود.

۲-۲-۱-۳ عامل اتصال خط تلفن به دستگاه (جعبه تقسیم) از استحکام کافی برخوردار بوده و در ساخت آن رعایت استاندارد مربوط شده باشد.

۲-۲-۱-۴ در ساخت دستگاه رعایت اصول ایمنی و حفاظت جهت برق گرفتگی و... شده باشد.

۲-۲-۱-۵ دستگاه بتواند تغییرات دمای محیط بین صفر تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد را تحمل کند.

۲-۲-۱-۶ دستگاه امکان اتصال به خط مستقیم شهری و یا خطوط منشعب از مراکز تلفن داخلی را داشته باشد.

۲-۲-۱-۷ اتصال خط تلفن به دستگاه هیچ خللی در عملکرد یا کیفیت صدا در آن خط ایجاد نکند.

۲-۲-۱-۸ برای مکالمات تلفنی در زمان قطع برق تدبیر مناسبی اندیشیده شده باشد که یا سیستم به کار خود ادامه دهد و یا در غیر اینصورت مانع عملکرد عادی خط تلفن نشود.

۲-۲-۱-۹ در صورتیکه دستگاه اطلاعات را از طریق پورت سریال به کامپیوتر و یا از طریق پورت موازی به چاپگر منتقل می‌کند، پروتکل ارتباط منطبق بر استانداردهای سریال D یا RS232C و یا استاندارد CENTRONICS باشد و از کانکتورهای استاندارد استفاده شود.

۲-۲-۲ مشخصات کارکردی

۲-۲-۲-۱ امکان تنظیم ساعت و تاریخ دستگاه وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۲ سیستم در هنگام کار باید بتواند کلیه شماره‌هایی را که روی خط یا خطوط ورودی آن گرفته می‌شود تا ۱۶ شماره تشخیص داده و به همراه مشخصات دیگر شامل تاریخ، ساعت و طول مکالمه در حافظه خود نگهداری نماید.

۲-۲-۲-۳ در صورت اتصال مستقیم دستگاه به چاپگر امکان تعریف چاپ اتوماتیک یا توسط فرمان از طریق کلیدهای روی خود دستگاه وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۴ در صورتیکه واسط نمایش مکالمات کامپیوتر باشد، نرم‌افزار کنترل آن باید توانایی دریافت اطلاعات و تصحیح خطاهای احتمالی ناشی از انتقال را داشته باشد و یا در صورت بروز خطا یا ایرادی در ارتباط سریال، سایر مکالمات موجود در حافظه از بین نرود.

۲-۲-۲-۵ در صورت وجود ارتباط سریال، درگاه سریال مورداستفاده در ارتباط قابل تغییر باشد.

۲-۲-۲-۶ در صورت وجود نرم‌افزار کنترل همراه سیستم، نرم‌افزار امکان مشاهده، تغییر، اضافه، حذف یا جستجوی نرخهای مختلف برای کدهای شهرستان یا خارج از کشور را به کاربر بدهد.

۲-۲-۲-۷ در صورت وجود نرخ برای هر مکالمه نرم‌افزار از روی مدت مکالمه، هزینه آن را محاسبه کرده همراه با سایر اطلاعات مربوط به مکالمه، نرخ و مبلغ صورتحساب را نیز در گزارشهای خود منعکس نماید.

۲-۲-۲-۸ دستیابی به، و استفاده از امکانات مختلف نرم‌افزار قابل محدود کردن توسط تعریف رمز ورود برای بخشهای مختلف باشد.

۲-۲-۲-۹ در صورت مجهز بودن دستگاه به نرم‌افزار، امکان جستجو در مکالمات ثبت شده بر مبنای موردهای مختلف اطلاعاتی نظیر مکالمات یک خط خاص، یک تاریخ خاص، به مدت مشخص، شماره گرفته شده مشخص، نوع تماس مشخص (شهرستان ـ خارج از کشور) و.... وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۰ امکان گرفتن گزارشهای کلی مختلف بصورت تلفیقی از موارد نامبرده در بند قبل وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۱ اطلاعاتی که از طریق رابط سریال به کامپیوتر منتقل می‌گردد روی دیسک سخت آن ذخیره شده و

به صورت بایگانی تا زمان موردنیاز کاربر باقی بماند.

۲-۲-۲-۱۲ امکان حذف صورتحساب در دو مرحله وجود داشته باشد تا در واقع بتوان پس از دادن دستور حذف اول نیز همچنان به آن در صورت نیاز مراجعه کرد.

۲-۲-۲-۱۳ در صورت استفاده از کامپیوتر جهت نمایش، عملکرد دستگاه مستقل از کامپیوتر بوده و از کامپیوتر تنها به عنوان واسط ذخیره و نمایش صورتحسابها استفاده شود.

۲-۲-۲-۱۴ امکان چاپ مکالمات از طریق نرم‌افزار وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۱۵ کابلهایی که جهت اتصال به چاپگر با کامپیوتر استفاده می‌شود استاندارد باشد.

۳ مشخصات نصب و بهره‌برداری

۳-۱ دستگاه در نزدیکی وسایل برقی نویزدار نصب نشود.

۳-۲ دستگاه پس از نصب دارای تعادل پایدار باشد.

۳-۳ در هنگام اتصال کابل رابط کامپیوتر با چاپگر، کامپیوتر یا چاپگر حتماً خاموش باشد.

۳-۴ دستگاه با دفترچه راهنمای مناسب که شامل روشهای نصب سخت‌افزار و نرم‌افزار و طریقه استفاده از نرم‌افزار و نگهداری بهینه دستگاه باشد ارائه شود.

فهرست منابع و استانداردها

[1] ITU-T Recommendation L.0009 (1988), Methods of terminating metallic cable conductors

[2] IEC Publication 60068 (1988) , Environmental testing

[3] ITU-T Recommendation P.10 (1993), Vocabulary of terms on telephone transmission quality and telephone sets

[4] ITU-T Recommendation P.79 (1993), Calculation of Loudness Ratings for telephone sets

[5] ITU-T Recommendation P.76 (1988), Determination of Loudness Ratings; Fundamental principles

[6] ITU-T Recommendation G.100 (1993), Defenitions used in Recommendations on general characteristics of international telephone connections and circuits

[7] ITU-T Recommendation G.121 (1993) , Loudness Ratings (LRs) of national systems

[8] ITU-T Recommendation G.111 (1993), Loudness Ratings (LRs) in an international connection

[9] ITU-T Recommendation Q.23 (1993), Technical features of push-button telephone sets

[10] ITU-T Recommendation P.16 (1988), Subjective effects of direct cross talk; Thresholds of audibility and intelligibility

[11] ITU-T Recommendation P.64 (1997), Determination of sensitivity/frequency characteristics of local telephone systems

[12] ITU-T Recommendation P.340 (1996), Transmission characteristics of hands-free telephones

[13] ITU-T Recommendation P.11 (1993), Effects of transmission impairments

[14] ITU-T Recommendation P.65 (1993), Objective instrumentation for the determination of Loudness Ratings

[15] ITU-T Recommendation P.62(1993), Measurements on subscribers' telephone equipment

[16] ITU-T Recommendation P.78 (1996), Subjective testing method for determination of Loudness Ratings in accordance with Recommendation P.76

[17] ITU-T Recommendation P.32 (1988) , Evaluation of the efficeincy of telephone booths and acoustic hoods

[18] ITU-T Recommendation P.51 (1996) , Artificial Mouth

[19] ITU-T Recommendation P.57 (1996), Artificial Ears

[20] ITU-T Recommendation P.59 (1993), Artificial conversational speech

[21] ITU-T Recommendation P.50 (1993) , Artificial voices

[22] ITU-T Recommendation P.75 (1988), Standard conditioning method for handsets with cabon microphones

[23] ITU-T Recommendation P.52 (1993), Volume meters

[24] ITU-T Recommendation P.54 (1972), Sound level meters

[25] ITU-T Recommendation O.41 (1994), Psophometers for use on telephone-type circuits

[26] ITU-T Recommendation P.800 (1996), Methods for subjective determination of transmission quality

[27] ITU-T Recommendation Q.45 (1984), Transmission characteristics of an analogue international exchange

[28] ITU-T Recommendation E.180 (1988), Techical characteristics of tones for the telephone service

[29] ITU-T Recommendation Q.552 (1996), Transmission characteristics at 2-wire analogue interfaces of digital exchanges

[30] ITU-T Recommendation G.SUP31 (1993), Principles of determining an impedance strategy for the local network

[31] ITU-T Recommendation G.134 (1968), Linear Crosstalk

[32] ITU-T Recommendation G.151 (1980), General performance objectives applicable to all modern international circuits and national extention circuits

[33] ITU-T Recommendation G.141 (1980), Attenuation Distortion

[34] ITU-T Recommendation K.21 (1996), Resistibility of subscriber's terminal to overvoltages and evercurents

[35] ITU-T Recommendation Q.4 (1988), Automatic switching functions for use in national networks

[36] ITU-T Recommendation K.11 (1993), Principles of protection against overvoltages and overcurrents

[37] ITU-T Recommendation K.20 (1996), Resistibiliy of telecommunication switching equipment to overvoltages and overcurrents

[38] ITU-T Recommendation K.32 (1995), Immunity requirements and test methods for electrostatic discharge to telecommunication equipment; Generic EMC recommendation

[39] ITU-T Recommendation K.39 (1996), Risk assessment of damages to telecommunication sites due to lightning discharges

[40] ITU-T Recommendation G.171 (1988), General characteristics for intermational telephone connections and international telephone circuits; Transmission plan aspects of privately operated network

[41] ITU-T Recommendation G.142 (1988), Transmission characteristics of exchanges

[42] ITU-T Recommendation G.123 (1988) , Circuit noise in international networks

[43] ITU-T Recommendation G.152 (1980), Characteristics appropriate to long-distance circuits of a length not exceeding 2500 Km.

[44] ITU-T Recommendation Rec. Q.29 (1988), Causes of noise and ways of reducing noise in telephone exchanges

[45] ITU-T Recommendation G.602 (1984), Reliability and availibility of analog cable transmission systems and associated equipment

[46] ITU-T Recommendation Q.35 (1988), Technical characteristics of tones for the telephone services

[47] ITU-T Recommendation Q.553 (1996), Transmission characteristics at 4-wire analogue interfaces of digital exchanges

[48] ITU-T Recommendation Q.551 (1996), Transmission characteristics of digital exchanges

[49] ITU-T Recommendation G.712 (1996), Transmission performance characteristics of pulse code modulation channels

[50] ITU-T Recommendation Q.513 (1993), Digital exchange interfaces for operations, administration and mainternance

۵۱ ـ استانداردهای شرکت مخابرات ایران: اداره تهیه استانداردها و بررسی‌های فنی شبکه کابل / اداره کل پشتیبانی فنی و مهندسی شبکه کابل

۵۲ ـ کاتالوگهای فنی و مشخصات فنی مراکز تلفن ساخت تولیدکنندگان داخلی

۵۳ ـ کتاب راهنمای کامل تعمیر و عیب‌یابی ابزار تلفنی ـ مترجم مهرنوش حریرچیان

۵۴ ـ کتاب طرح و تأسیس مراکز تلفن ـ دکتر غلامعلی لیاقتی

۵۵ ـ کتاب ارتباطات پیشرفته ـ حسن حسینی الست

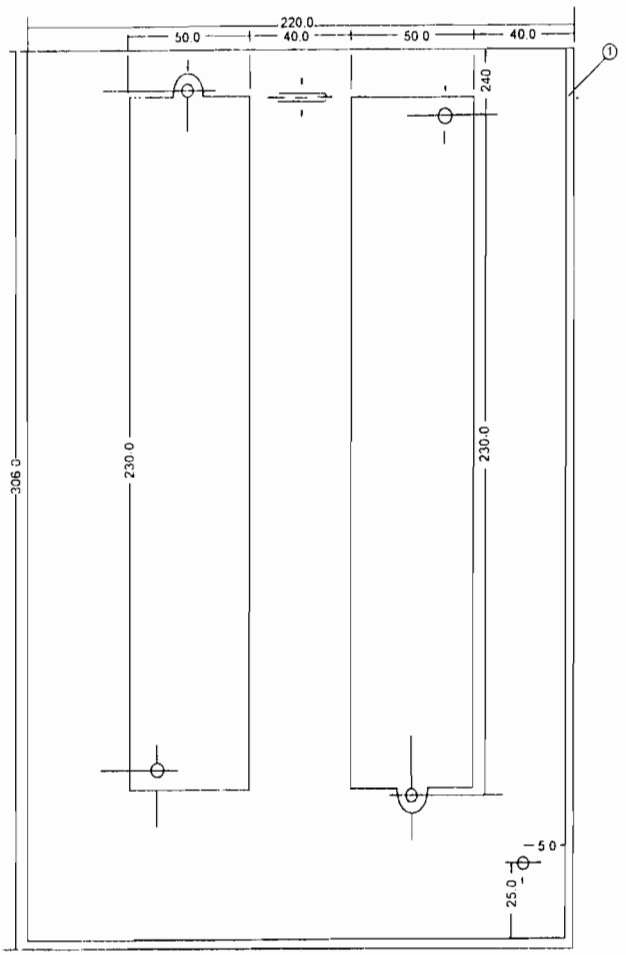
واژه نامه انگلیسی ـ فارسی

Alarm Clock	ساعت شماطه‌دار
Attenuation Distortion	تضعیف ناشی از اعوجاج
Availibility	در دسترس بودن
Call Forward	هدایت مکالمه بلاشرط
Call Pickup	پاسخگویی به جای دیگری
Camp On	پشت خط مشغول نگه داشتن
Cross Talk	همشنوایی
Distributed	گسترده
Do Not Disturb	مزاحم نشوید
Earphone Coupling Loss	افت مقایسه‌ای حساسیت دریافت گوشی
Earth	اتصال زمین
Follow Me	دنبال کن مرا ـ هدایت مکالمه
Hexagonal	شش گوش
Hold	پشت خط نگه داشتن
ITU-T	بخش تهیه و تدوین استانداردهای اتحادیه بین‌المللی مخابرات
Listener Side Tone Rating (LSTR)	ضریب صوت جنبی شنونده
Loop	مدار
Loudness Rating (LR)	ضریب بلندی صدا
Main Distribution Frame (MDF)	جعبه تقسیم اصلی (مرکزی)
Mean Accumulated Intrinsic Down Time (MAIDT)	در دسترس نبودن متوسط داخلی
Non Blocking	بدون انسداد
Pitch	گام
Side Tone	صوت جنبی
Side Tone Masking Rating (STMR)	ضریب پوشش صوت جنبی شنونده

Stability	ثبات
Terminal Block	بدنه ترمینال
Time Slot	مقطع زمانی
Voltage-proof Test	آزمون ضدولتاژ
Weighted Noise	نویز وزنی

پیوست الف ـ نقشه‌های مشخصات فنی جعبه‌های پست ۲۰ و ۵۰ زوجی

جعبه‌های تقسیم براساس ظرفیت و نوع کاربرد دارای استانداردهای معینی می‌باشد که شامل ابـعاد و جنس قطعات موجود در آن است. مرجع تدوین استاندارد جعبه‌های تقسیم در ایران، شرکت مخابرات ایران – اداره تهیه استانداردها و بررسی‌های فنی شبکه کابل می‌باشد. در اینجا دو نمونه مشخصات فنی جعبه‌های پست ۲۰ زوجی (شکلهای ۱– الف تا ۱۰– الف) و ۵۰ زوجی (شکل‌های ۱۱– الف تا ۱۵– الف) درج گردیده است. جهت توضیحات بیشتر به بخش اول این فصل مراجعه کنید.

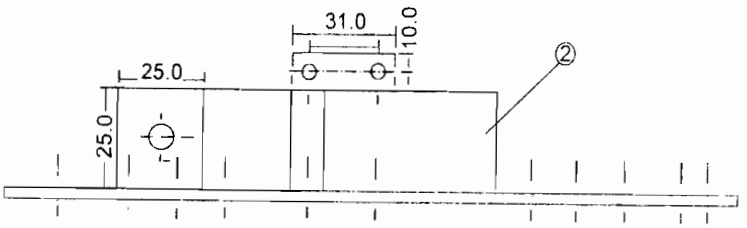


شکل ۱ ـ الف

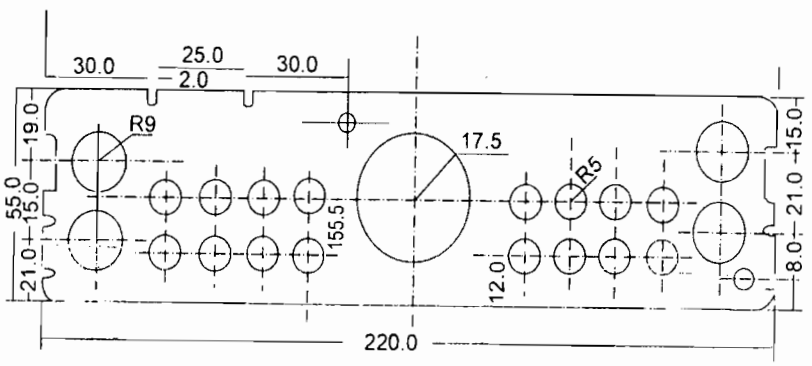
توجه: این قطعه مشخصات فنی دارد

شماره قطعات	نام قطعات	جنس قطعات	علامت و استاندارد	علامت اختصاصی	تعداد قطعات	توضیحات
1	بدنه اصلی	آلومینیم	DIN1712		1	جعبه و درب و لولا دقیقاً مطابق با (10) زوجی
2	صفحه ورودی	آلومینیم	DIN1712		2	پیچ درب و بست سوسماری مطابق با (10) زوجی
3	حلقه نگهدارنده	ST 37	DIN 1013		1	این قطعه باید گالوانیزه گرم گردد
4	بست اتصال زمین				1	مطابق با (10) زوجی
5	نگهدارنده بست به دیوار	آلومینیم	DIN1712		1	به قسمت زیر جعبه پرچ گردد
6	لولا (سراسری)	استیل			1	این قطعه از استیل ضد زنگ و بصورت یکپارچه (لولای سراسری) می‌باشد.

شرکت مخابرات ایران			تاریخ	نام
امور طرح و نظارت شبکه کابل			۶۵/۳/۴	
اداره کل پشتیبانی فنی و مهندسی شبکه کابل			۶۵/۳/۳	
اداره تهیه استانداردها و بررسیهای فنی شبکه کابل			شماره نقشه	101
مشخصات فنی		تعداد برگ	شماره قطعه	102
جعبه پست 20 زوجی A ـ ۱۳۸ ـ		1/2	تجدیدنظر	



شکل ۲ ـ الف

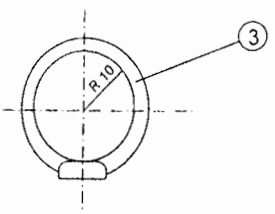


شکل ۳ ـ الف

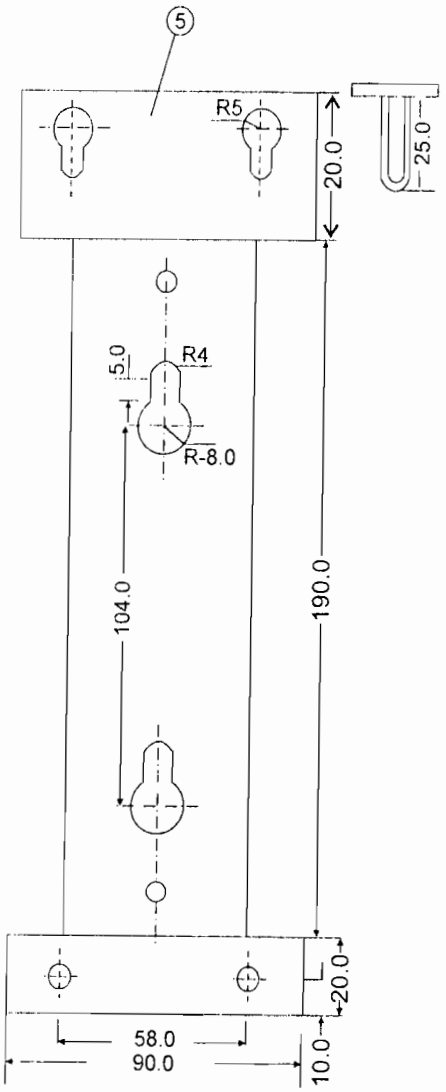
توجه: این قطعه مشخصات فنی دارد

شماره قطعات	نام قطعات	جنس قطعات	علامت و استاندارد	علامت اختصاصی	تعداد قطعات	توضیحات
1	بدنه اصلی	آلومینیم	DIN1712		1	جعبه و درب و لولا دقیقاً مطابق با (10) زوجی
2	صفحه ورودی	آلومینیم	DIN1712		2	پیچ درب و بست سوسماری مطابق با (10) زوجی
3	حلقه نگهدارنده	ST 37	DIN 1013		1	این قطعه باید گالوانیزه گرم گردد
4	بست اتصال زمین				1	مطابق با (10) زوجی
5	نگهدارنده بست به دیوار	آلومینیم	DIN1712		1	به قسمت زیر جعبه پرچ گردد
6	لولا (سراسری)	استیل			1	این قطعه از استیل ضد زنگ و بصورت یکپارچه (لولای سراسری) می‌باشد.

شرکت مخابرات ایران امور طرح و نظارت شبکه کابل اداره کل پشتیبانی فنی و مهندسی شبکه کابل اداره تهیه استانداردها و بررسیهای فنی شبکه کابل		تاریخ	نام	نام
		۶۵/۳/۴		
		۶۵/۳/۳		
	101	شماره نقشه	101	
مشخصات فنی جعبه پست 20 زوجی B ـ ۱۳۸ ـ	تعداد برگ 2/2	شماره قطعه	102	
		تجدیدنظر		



شکل ۴ ـ الف

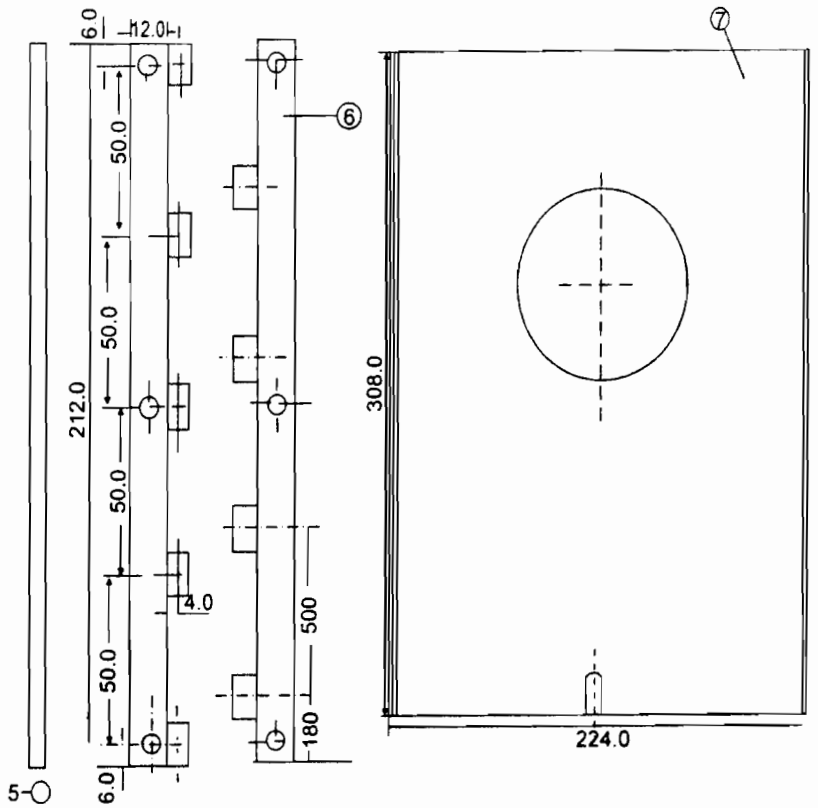


شکل ۵ ـ الف

توجه: این قطعه مشخصات فنی دارد

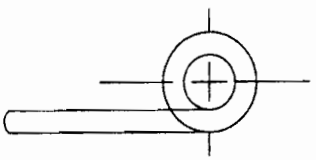
شماره قطعات	نام قطعات	جنس قطعات	علامت و استاندارد	علامت اختصاصی	تعداد قطعات	توضیحات
1	بدنه اصلی	آلومینیم	DIN1712		1	جعبه و درب و لولا دقیقاً مطابق با (10) زوجی
2	صفحه ورودی	آلومینیم	DIN1712		2	پیچ درب و بست سوسماری مطابق با (10) زوجی
3	حلقه نگهدارنده	ST 37	DIN 1013		1	این قطعه باید گالوانیزه گرم گردد
4	بست اتصال زمین				1	مطابق با (10) زوجی
5	نگهدارنده بست به دیوار	آلومینیم	DIN1712		1	به قسمت زیر جعبه پرچ گردد
6	لولا (سراسری)	استیل			1	این قطعه از استیل ضد زنگ و بصورت یکپارچه (لولای سراسری) می‌باشد.

شرکت مخابرات ایران		تاریخ	نام	نام
امور طرح و نظارت شبکه کابل		۶۵/۳/۴		
اداره کل پشتیبانی فنی و مهندسی شبکه کابل		۶۵/۳/۳		
اداره تهیه استانداردها و بررسیهای فنی شبکه کابل	101	شماره نقشه	101	
مشخصات فنی	تعداد برگ 1/2	شماره قطعه	102	
جعبه پست 20 زوجی C ـ ۱۳۸ ـ		تجدیدنظر		



شکل ۶ ـ الف

شکل ۷ ـ الف



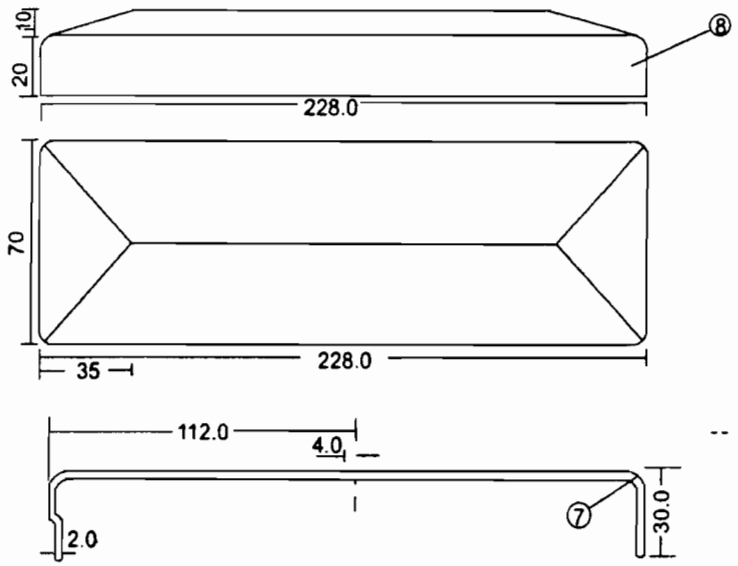
مقطع لولا

شکل ۸ ـ الف

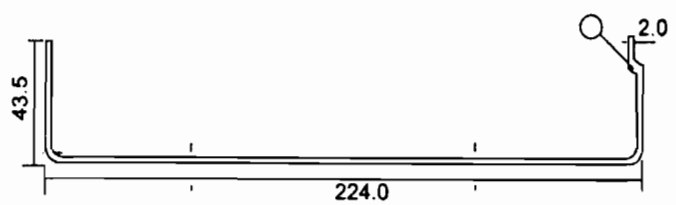
توجه: این قطعه مشخصات فنی دارد

شماره قطعات	نام قطعات	جنس قطعات	علامت و استاندارد	علامت اختصاصی	خط قطعات	توضیحات
7	درب جعبه	آلومینیم	DIN1712		1	پس از ساخت و مونتاژ آندایزه
8	سقف جعبه	آلومینیم	DIN1712		2	پس از ساخت و مونتاژ آندایزه
9	قیف ورودی	لاستیک		S.R	1	مطابق ۱۰ زوجی با توجه به ورودی
10	پیچ و مهره	فولاد	M6DIN933	M6	1	گالوانیزه گرم
11	محافظ پیچ	فولاد	DIN1712	M6	1	گالوانیزه گرم
12	بست سه‌تکه				1	مطابق با ۱۰ زوجی مخابرات

شرکت مخابرات ایران امور طرح و نظارت شبکه کابل اداره کل پشتیبانی فنی و مهندسی شبکه کابل اداره تهیه استانداردها و بررسیهای فنی شبکه کابل	نام	نام	تاریخ
	101		شماره نقشه
مشخصات فنی جعبه پست 20 زوجی D ـ ۱۳۸ ـ	تعداد برگ 2/2	شماره قطعه	102
		تجدیدنظر	



شکل ۹ ـ الف

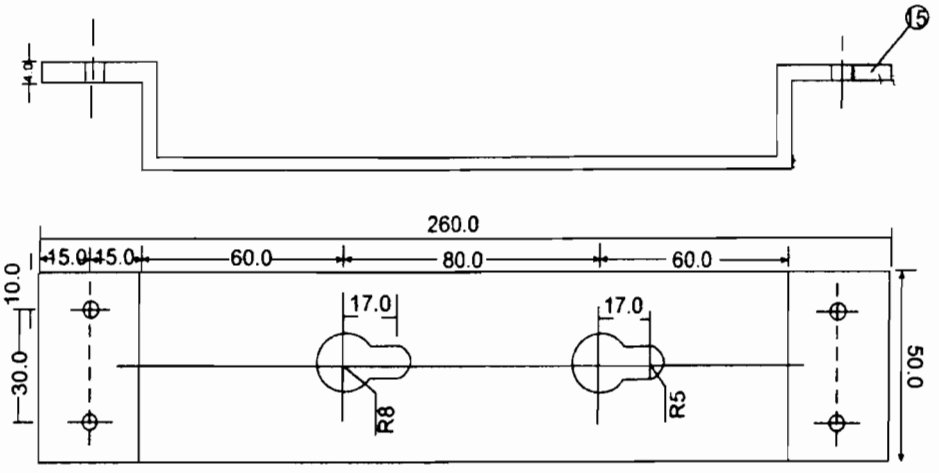


شکل ۱۰ ـ الف

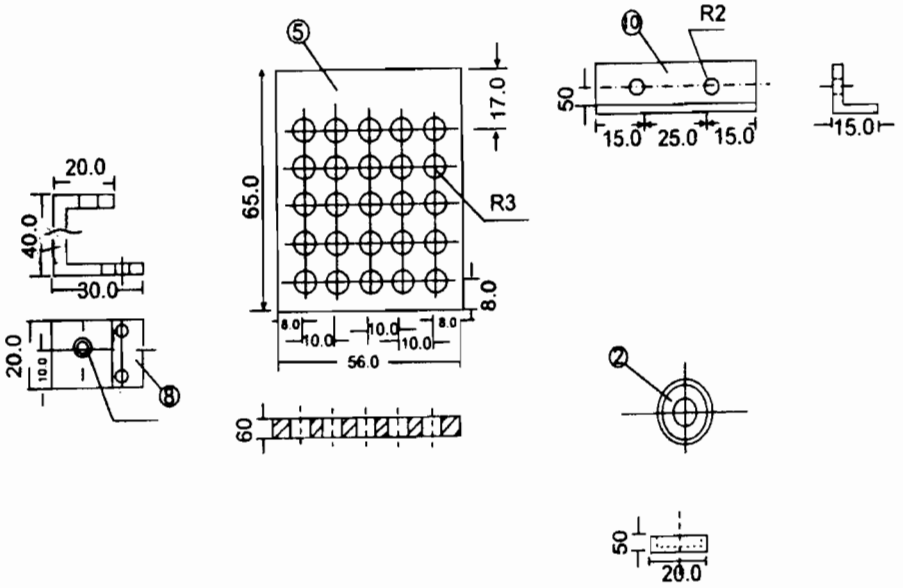
توجه: این قطعه مشخصات فنی دارد

شماره قطعات	نام قطعات	جنس قطعات	علامت و استاندارد	علامت اختصاصی	خط قطعات	توضیحات
7	درب جعبه	آلومینیم	DIN1712		1	پس از ساخت و مونتاژ آندایزه
8	سقف جعبه	آلومینیم	DIN1712		2	پس از ساخت و مونتاژ آندایزه
9	قیف ورودی	لاستیک		S.R	1	مطابق ۱۰ زوجی با توجه به ورودی
10	پیچ و مهره	فولاد	M6DIN933	M6	1	گالوانیزه گرم
11	محافظ پیچ	فولاد	DIN1712	M6	1	گالوانیزه گرم
12	بست سه تکه				1	مطابق با ۱۰ زوجی مخابرات

شرکت مخابرات ایران امور طرح و نظارت شبکه کابل اداره کل پشتیبانی فنی و مهندسی شبکه کابل اداره تهیه استانداردها و بررسیهای فنی شبکه کابل			تاریخ	نام	نام
			شماره نقشه	101	
مشخصات فنی جعبه پست 20 زوجی E ـ ۱۳۸ ـ	تعداد برگ 2/2	شماره قطعه	102		
		تجدیدنظر			

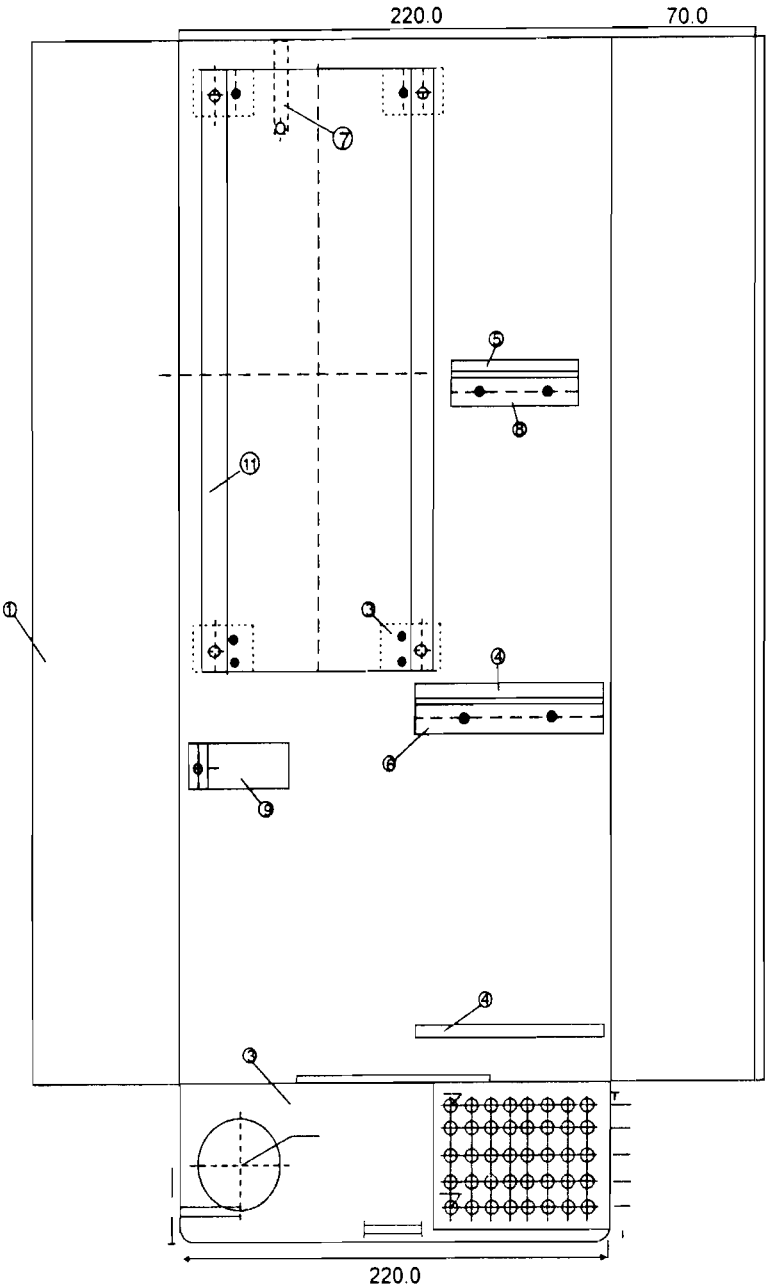


شکل ۱۱ ـ الف



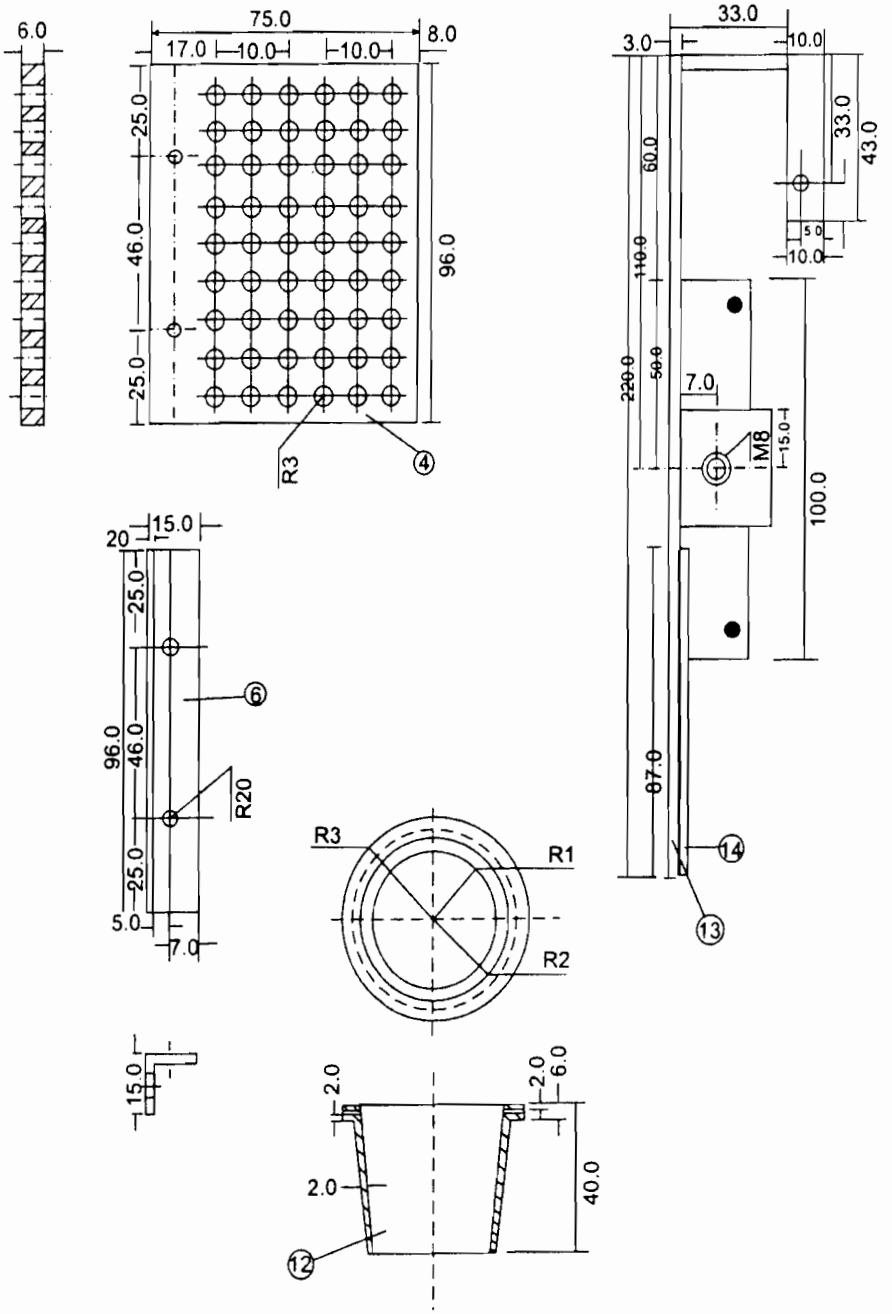
شکل ۱۲ ـ الف

شرکت مخابرات ایران امور توسعه و مهندسی شبکه کابل گروه کارشناسان بررسیهای فنی	نقشه کش		کنترل کننده		
	شابلون نویس				
	طراح		تصویب کننده	تعداد برگ	۶
مشخصات فنی: جعبه پست سر کابل 50 زوجی ـ ۱۲۵ ـ				مقیاس	/
	مسئول طرح		تصحیح کننده		



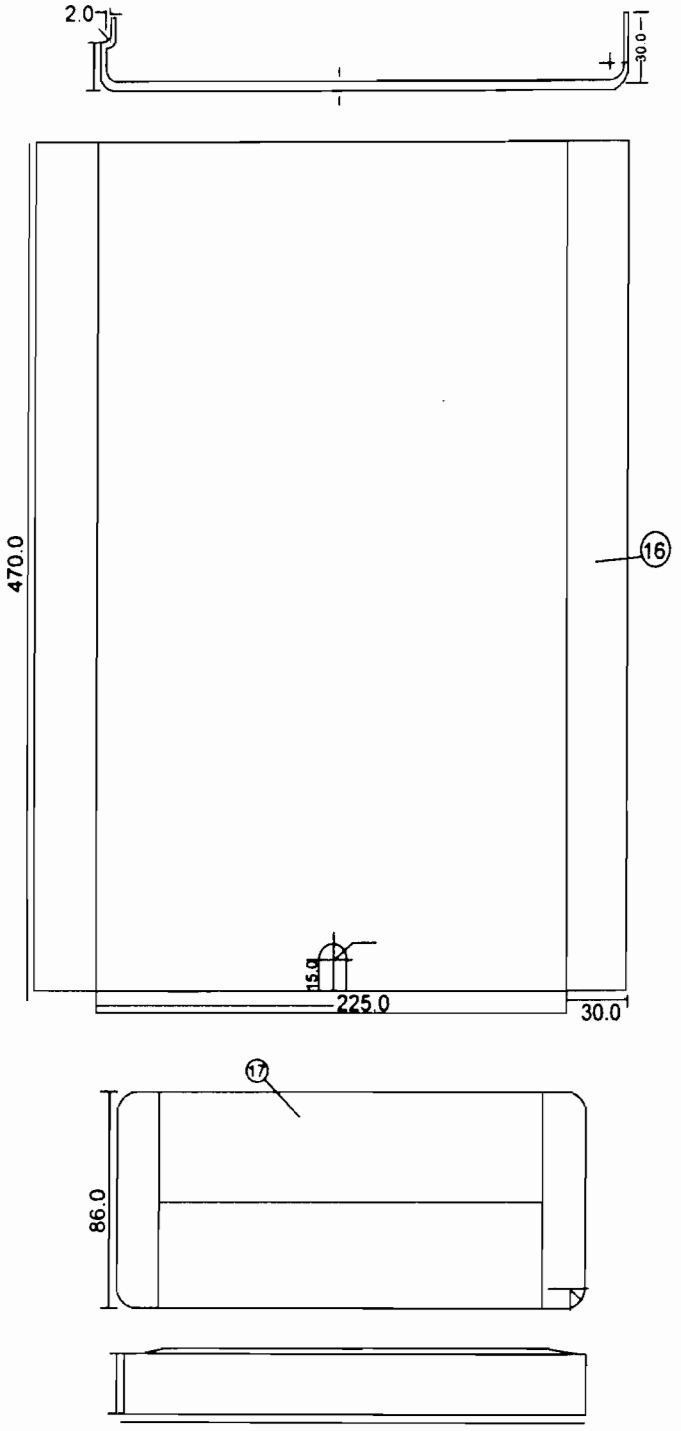
شکل ۱۳ ـ الف

شرکت مخابرات ایران امور توسعه و مهندسی شبکه کابل گروه کارشناسان بررسیهای فنی		نقشه کش	کنترل کننده		
		شابلون نویس			
		طراح	تصویب کننده	تعداد برگ	۶
مشخصات فنی: جعبه پست سر کابل 50 زوجی ـ ۱۲۵ ـ				مقیاس	/ /
		مسئول طرح	تصحیح کننده		



شکل ۱۴ ـ الف

شرکت مخابرات ایران امور توسعه و مهندسی شبکه کابل گروه کارشناسان بررسیهای فنی	نقشه کش		کنترل کننده		
	شابلون نویس				
	طراح		تصویب کننده	تعداد برگ	۶
مشخصات فنی: جعبه پست سر کابل 50 زوجی ـ ۱۲۵ ـ				مقیاس	
	مسئول طرح		تصحیح کننده		



شکل ۱۵ ـ الف

شرکت مخابرات ایران امور توسعه و مهندسی شبکه کابل گروه کارشناسان بررسیهای فنی	نقشه کش		کنترل کننده		
	شابلون نویس				
	طراح		تصویب کننده	تعداد برگ	۶
مشخصات فنی: جعبه پست سر کابل 50 زوجی ـ ۱۲۵ ـ				مقیاس	/ /
	مسئول طرح		تصحیح کننده		

فصل سوم

سیستمهای دربازکن و فراخوان

۱ کلیات

۱-۱ سیستمهای دربازکن صوتی

۱-۱-۱ سیستمهای دربازکن صوتی ممکن است به صورت ساده یا مجهز بـه ایـنترکام بـاشد. ایـن گـونه سیستمها همچنین ممکن است دارای کلیدهای اضافی برای مواردی همچون بـاز کـردن در دوم، کنترل چراغهای راه پله، برقراری ارتباط صوتی با سرایدار و یا با سایر واحدها و مانند آن باشد.

۱-۱-۲ **انواع سیستمهای دربازکن صوتی**

دربازکنهای صوتی بر حسب مورد استفاده ممکن است به شرح زیر طبقه‌بندی شود:

الف ـ سیستم دربازکن برای ساختمانهای بدون سرایدار با ظرفیت‌های مختلف

ب ـ سیستم دربازکن مرکزی با مرکز اپراتور توسط سرایدار با یک در ورودی و سیستم اعلام خبر به سرایدار با ظرفیتهای مختلف.

پ ـ سیستم دربازکن مرکزی با مرکز اپراتور توسط سرایدار، با دو در ورودی یکی توسط سرایدار و دیگری به‌طور مستقل و سیستم اعلام خبر به سرایدار، با ظرفیتهای مختلف

۱-۲ سیستمهای دربازکن تصویری

۱-۲-۱ سیستمهای دربازکن تصویری که به‌منظور اجتناب از اتلاف وقت شناسایی مراجعین و تأمین امنیت بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد تصاویر مراجعین را به وسیله دوربین تلویزیون مـدار بسـته از در ورودی ساختمان دریافت نموده و به مانیتور مشترکین منتقل می‌نماید. سیستم انتقال تصویر ممکن است از نوع آنالوگ یا از نوع پیشرفته‌تر به صورت دیجیتال باشد. سیستمهای مزبور همچنین ممکن

است با سیستم تلفن داخلی ساختمان (PABX) مرتبط و به صورت یکپارچه[1] نیز استفاده شود.

۱-۲-۲ انواع سیستمهای دربازکن تصویری

دربازکنهای تصویری بر حسب مورد استفاده ممکن است به شرح زیر طبقه‌بندی شود:

الف ـ سیستم دربازکن تصویری برای ساختمانهای بدون سرایدار

این گونه سیستمها ممکن است برحسب مورد متشکل از مجموعه گوشی و مانیتور برای هر واحد، پانل در ورودی برای یک در یا بیشتر، و دیگر تجهیزات جانبی از قبیل منبع تغذیه و ترانسفورماتور، رله خودکار[2] برای مشاهده تصویر و ارتباط با در دوم، رله کنترل چراغهای اضافی، رله تکرار زنگ و مانند آن باشد.

ب ـ سیستم دربازکن تصویری مرکزی با مرکز اپراتور توسط سرایدار

این گونه سیستمها ممکن است بر حسب مورد متشکل از دستگاه کنترل مرکزی (پانل سانترال)، مجموعه گوشی و مانیتور برای هر واحد، پانل در ورودی برای یک در یا بیشتر (یا بلوکهای مختلف)، و دیگر تجهیزات جانبی از قبیل منبع تغذیه و ترانسفورماتور، رله خودکار برای مشاهده تصویر و ارتباط با در دوم، رله کنترل چراغهای اضافه، رله تکرار زنگ، تایمر، لوازم مکالمه محرمانه و غیره باشد.

۱-۳ سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار

سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار، که با استفاده از علائم دیداری و شنیداری به‌منظور برقراری ارتباط بین بیماران و کارکنان بیمارستان مورداستفاده قرار می‌گیرد به شرح زیر ممکن است طبقه‌بندی شود:

الف ـ سیستم‌های فراخوان پرستار از نوع دیداری و شنیداری ساده

این گونه سیستمها که برای درمانگاهها و بیمارستانهای کوچک ممکن است مورداستفاده قرار گیرد شامل یک دستگاه نومراتور، پلاگهای خبر و پاسخ، چراغهای سردر و راهرو، و ترانسفورماتور مربوط می‌باشد.

1- Integrated system

2 - Switching relay

ب ـ سیستم فراخوان پرستار از نوع دیداری و شنیداری با امکان مکالمه

این نوع سیستمها که برای بیمارستانهای بزرگ ممکن است مورداستفاده قرار گیرد شامل دستگاه مرکزی فراخوان پرستار با اینترکام و دستگاههای فرعی، پلاگهای خبر و پاسخ، چراغهای سردر و تقاطع راهروها و دیگر لوازم مربوط می‌باشد.

پ ـ سیستم فراخوان پرستار از نوع میکروپروسسوری

این نوع سیستمها که برای بیمارستانهای خیلی بزرگ و مجهز ممکن است مورداستفاده قرار گیرد شامل سیستمهای کامپیوتری مرکزی و جانبی بوده و دارای قابلیت منطقه‌بندی، اولویت‌بندی و آدرس دهی با کنترل برنامه‌ای و دیگر لوازم فراخوان و پاسخ می‌باشد.

۲ استاندارد ساخت

دربازکنهای صوتی و تصویری و همچنین سیستمهای سیگنال و فراخوان و اجزاء مورداستفاده در آن باید بر حسب مورد با ضوابط مندرج در استانداردهای زیر یا یکی از استانداردهای معتبر جهانی مشابه مطابقت نماید:

۲-۱	روش تعیین نرخ بلندآوایی (بلندی صدا) گوشی	ITU-T/P.76
۲-۲	روش آزمون تعیین نرخ بلندآوایی گوشی	ITU-T/P.78
۲-۳	روش محاسبه نرخ بلندآوایی گوشی	ITU-T/P.79
۲-۴	مقادیر مجاز همشنوایی گوشی	ITU-T/P.16
۲-۵	تعیین حساسیت بلندگو و میکروفونهایی که به آمپلی فایر مجهز است.	ITU-T/P.64 & ITU-T/P.340
۲-۶	برد مدارهای چاپی	IEC 60326
۲-۷	منبع تغذیه پایدار شده با خروجی برق مستقیم	IEC 60478
۲-۸	فیوزهای ولتاژ پایین	IEC 60269
۲-۹	روشهای اتصال به زمین و هادیهای حفاظتی	IEC 60364-5-54
۲-۱۰	روش شناسایی ترمینالهای تجهیزات و هادیها به وسیله سیستم آلفانمریک	IEC 60445
۲-۱۱	سیستم رنگ‌بندی هادیهای عایقدار و لخت	IEC 60446
۲-۱۲	طبقه‌بندی درجات حفاظت پوششها	IEC 60529

۲-۱۳	طبقه‌بندی دستگاههای الکتریکی و الکترونیکی از نظر حفاظت در برابر شوک الکتریکی	IEC 60536
۲-۱۴	بلندگو	IEC60268-5, 60268-14,60581-1
۲-۱۵	آمپلی فایر	IEC 60268-3 یا 60581-6
۲-۱۶	تجهیزات سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار بیمارستانی	UL 1069

۳ مشخصات فنی

۳-۱ سیستمهای دربازکن صوتی

مشخصات فنی سیستمهای دربازکن صوتی شامل مجموعه پانل جلو در ورودی ساختمان، قفل‌بازکن، دستگاه ارتباط با در ورودی، و منبع تغذیه به شرح زیر خواهد بود:

۳-۱-۱ مجموعه پانل جلو در ورودی

مجموعه پانل جلو در ورودی شامل صفحه، دکمه‌های فشاری لازم یا شماره‌گیر برای اعلام خبر با محل ویژه برای درج نام یا عنوان ساکنین یا شرکتها، میکروفون، بلندگو و لامپ نشانگر شرایط وجود برق در سیستم و جعبه خواهد بود. سیستم اعلام خبر باید به گونه‌ای طراحی شود که صدای بوق افزون بر شنیده شدن در واحد موردنظر در جلو در نیز شنیده شود. صفحه پانل ممکن است از جنس آلومینیوم (ساده یا آنودیزه)، استیل یا برنجی انتخاب شود. این گونه پانلها باید دارای ضخامت لازم بوده و به گونه‌ای طراحی شود که برای نصب در فضای آزاد مناسب باشد. صفحه پانل همچنین باید مجهز به پیچهای ایمنی همراه با ابزار ویژه برای باز و بسته کردن آن باشد.

۳-۱-۲ قفل بازکن

قفل بازکن بر حسب مورد استفاده ممکن است زنجیردار، بدون زنجیره (قفل پشتی) و یا از نوع مغزی باشد. این گونه قفلها باید به گونه‌ای ساخته شود که بر روی درهای چپ و راست قابل نصب بوده و بر اثر ضربه در باز نشود.

۳-۱-۳ مجموعه ارتباط با در ورودی

دستگاه ارتباط با در ورودی برای ساختمانهای بدون سرایدار که معمولاً در داخل واحدها و به‌صورت

دیواری نصب می‌شود شامل گوشی و بدنه‌ای است که گوشی بر روی آن استقرار می‌یابد، و سیستم فرمان می‌باشد. گوشی متشکل از قسمت گوشی و دهنی تلفن و یا بلندگو و کپسول میکروفون خواهد بود. در ساختمانهای دارای سرایدار علاوه بر مجموعه یاد شده، سیستم ارتباط با در ورودی مجهز به مرکز اپراتور توسط سرایدار نیز می‌باشد.

۴-۱-۳ منبع تغذیه

منبع تغذیه باید دارای قدرت متناسب با مورد مصرف بوده و ترانسفورماتور مورد استفاده در آن باید از نوع ایمن و با سیم پیچهای جداگانه اولیه و ثانویه باشد. استفاده از اتوترانسفورماتور یا کاهش‌دهنده‌های ولتاژ الکترونیکی مجاز نخواهد بود.

۵-۱-۳ سیستم زنگ یا بوق

سیستم زنگ یا بوق الکترونیکی باید دارای قابلیت تنظیم و تغییر فرکانس صدا باشد. قرقره بوبین باید از نوع پلاستیک مرغوب ساخته شود و سیستم زنگ در برابر سوختن ناشی از نگه داشتن شستی زنگ برای حداقل سه دقیقه مقاوم باشد.

۲-۳ سیستمهای دربازکن تصویری

مشخصات فنی سیستمهای دربازکن تصویری شامل پانل در ورودی و دوربین تلویزیونی، دستگاه کنترل مرکزی و مجموعه گوشی و مانیتور به شرح زیر خواهد بود:

۱-۲-۳ پانل در ورودی

پانل در ورودی که از دو قسمت پانل و جعبه زیر آن تشکیل می‌شود باید در برابر نفوذ آب و گرد و غبار مقاوم باشد. این نوع پانلها شامل دوربین تلویزیون مدار بسته به شرح زیر، بلندگو، فشاری زنگ متناسب با تعداد واحدها یا شماره‌گیر دیجیتال با امکان شماره‌گیری در صورت فعال شدن از سانترال، و تایمر برای خاموش شدن به‌طور خودکار، خواهد بود. این سیستم باید بتواند در درجه حرارت حداقل ۱۰- درجه سانتیگراد و حداکثر ۵۵ درجه سانتیگراد به خوبی کار کند.

۲-۲-۳ دوربین تلویزیونی

دوربین ممکن است، بسته به مورد استفاده از نوع با صدا (میکروفن‌دار) یا بی‌صدا، بدون لنز[1] یا

1 - Pin hole

لنزدار[1] انتخاب شود. این گونه دوربینها همچنین ممکن است سیاه ـ سفید یا رنگی و با زاویه «دید معمولی» (۷۷ درجه) یا «باز» (مانند ۹۲ درجه یا ۱۳۵ درجه)، و از نوع زوم‌دار یا معمولی (بدون زوم) باشد. سیستم دوربین همچنین باید مجهز به نور مادون قرمز و امکاناتی همچون سیستم آتوایریس[2] باشد به گونه‌ای که در نور مختلف روز و شب (حداقل ۰/۱ لوکس) تصاویر واضح و روشن ارائه شود.

۳-۲-۳ منبع تغذیه و ترانسفورماتور

منبع تغذیه باید دارای قدرت، ولتاژ و فرکانس (۲۳۰ ولت، ۵۰ هرتس) متناسب با مورد مصرف بوده و ترانسفورماتور مورد استفاده در آن باید از نوع ایمن و با سیم پیچهای جداگانه اولیه و ثانویه و مجهز به فیوز حفاظتی باشد. استفاده از اتوترانسفورماتور یا کاهش‌دهنده‌های ولتاژ الکترونیکی مجاز نخواهد بود.

۴-۲-۳ لوازم جانبی

۱-۴-۲-۳ در مواردی که بیش از یک در ورودی یا بیش از یک دوربین مورداستفاده قرار می‌گیرد باید یک رله تبدیل خودکار[3] با تعداد کنتاکتهای لازم متناسب با مورد مصرف پیش‌بینی و نصب شود.

۲-۴-۲-۳ در مواردی که برای مشاهده خارج ساختمان به ویژه برای دوربینهای خارج از پانل از چراغهای اضافی استفاده می‌شود باید یک دستگاه رله مجهز به کنتاکتهای تبدیل لازم درنظر گرفته شود.

۳-۴-۲-۳ در مواردی که توالی زنگ موردنیاز باشد باید یک عدد رله تکرار زنگ مجهز به کنتاکتهای لازم پیش‌بینی و نصب شود.

۵-۲-۳ دستگاه کنترل مرکزی (سیستم سانترال) و امکانات سیستم

به‌طور کلی امکانات سیستم دربازکن تصویری و دستگاه کنترل مرکزی مرتبط با آن که در ساختمانهای دارای سرایدار بر روی میز سالن ورودی جاسازی و نصب می‌شود و به‌منظور کنترل ارتباطات بین در یا درهای ورودی و مشترکین مورداستفاده قرار می‌گیرد به شرح زیر خواهد بود:

ـ طراحی سیستم به صورت مدولار به گونه‌ای که تعمیرات به سهولت و در کوتاهترین زمان

1 - Lens mount
2 - Auto iris
3 - Automatic switchover relay

امکانپذیر باشد.

ـ امکان استفاده از سیستم در ۲۴ ساعت به‌طور متناوب

ـ محرمانه بودن مکالمات و عدم همشنوایی در گوشیهای دیگر

ـ استفاده از شماره‌گیر دیجیتال بجای شستیهای زنگ، در موارد لازم

ـ استفاده از تایمر برای دوربین و شماره‌گیر پانل در ورودی برای خاموش شدن به صورت خودکار

ـ امکان غیرفعال نمودن زنگهای ارسالی از در ورودی و مشترکین به سانترال

ـ کنترل فعال شدن دوربین مستقر در پانل در ورودی از سانترال

ـ وجود چراغ نشانگر (LED) برای هر مشترک در سانترال به گونه‌ای که در صورت برداشتن گوشی روشن شده و زنگ سانترال به صدا درآید.

ـ وجود چراغهای نشانگر مختلف بر روی سانترال به‌منظور مشخص نمودن شرایط مختلف آن

ـ امکان باز نمودن در ورودی از سانترال و یا از گوشیهای مشترکین

ـ کنترل امکان شماره‌گیری از پانل در ورودی به وسیله سانترال

ـ ارسال بوق آزاد، اشغال و ملودی انتظار به مشترکین برای اطلاع از وضعیت سانترال

ـ ارسال زنگ با تونهای مختلف از سانترال و پانل در ورودی به مشترکین

ـ متفاوت بودن زنگهای ارسالی از در ورودی و مشترکین به سانترال

ـ امکان ایجاد ارتباط بین خطوط تلفن وگوشیهای مشترکین

ـ امکان ضبط تصاویر در موارد لازم

۳-۲-۶ گوشی و مانیتور

مجموعه گوشی و مانیتور همراه با دکمه‌های لازم برای باز کردن درهای مختلف و ایجاد ارتباط، ممکن است بسته به مورد از انواع روکار، توکار یا رومیزی با مانیتورهای مختلف ۳/۳، ۴ یا ۴/۵ اینچ و صفحه مستقیم[1] و یا انعکاسی[2] انتخاب شود. مکالمات باید کاملاً محرمانه و بدون همشنوایی در گوشیهای دیگر باشد. حداقل قابلیت جداسازی یا وضوح تصویر[3] مانیتور باید ۳۸۰ خط تلویزیونی بوده و در حرارت محیط حداقل صفر و حداکثر ۴۰ درجه سانتیگراد به خوبی کار کند. مجموعه یاد شده همچنین ممکن است مجهز به امکان ضبط تصویر به صورت دستی یا خودکار نیز باشد. در این گونه موارد تصاویر ضبط شده همراه با تاریخ و ساعت ضبط بر روی صفحه تصویر قابل نمایش خواهد بود.

1 - Direct screen
2 - Reflex screen
3 - Resolution

۳-۳ سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار

۳-۳-۱ سیستم فراخوان پرستار از نوع دیداری ـ شنیداری ساده

۳-۳-۱-۱ تجهیزات

سیستم فراخوان پرستار از نوع دیداری ـ شنیداری ساده شامل تجهیزات زیر می‌باشد:

ـ نومراتور برای نصب در مرکز پرستاران هر بخش، از نوع دیواری توکار، روکار یا رومیزی، با چراغهای سیگنال و بیزر، ولی بدون سیستم قطع خبر.

ـ ترانسفورماتور تغذیه از نوع ایمن و با سیم پیچهای جداگانه اولیه و ثانویه با قدرت، ولتاژ و فرکانس متناسب با مورد مصرف.

ـ پلاگ خبر جنب تخت بیماران از نوع توکار، بدون رله، مجهز به کانکتور مخصوص برای شستی گلابی و با کابل مخصوص برای تخت بیماران.

ـ پلاگ خبر برای توالتهای خصوصی اتاقهای بیماران و توالتهای عمومی هر بخش از نوع کششی توکار با قلاب کشش و زنجیر مربوط، و بدون رله.

ـ پلاگ پاسخ برای نصب در جنب در ورودی در داخل هر اتاق، از نوع توکار شامل لامپ خبر و رله مربوط.

ـ چراغ سر در برای نصب در بالا یا کنار در هر اتاق در راهرو

۳-۳-۱-۲ سیستم عملکرد

فراخوان: در صورت فشردن هر کدام از شستیهای پلاگهای خبر، باید لامپ خبر روی پلاگ پاسخ در داخل اتاق و چراغ سر در و همچنین لامپ خبر روی دستگاه نومراتور که شماره اتاقها روی آن تعیین شده، روشن، و بیزر دستگاه نومراتور نیز به صدا درآید.

قطع خبر: قطع خبر باید فقط از داخل اتاق فراخوان با فشردن شستی قطع پلاگ پاسخ، امکان‌پذیر باشد.

۳-۳-۲ سیستم فراخوان پرستار از نوع دیداری ـ شنیداری با امکان مکالمه

۳-۳-۲-۱ لوازم و تجهیزات

دستگاه مرکزی فراخوان پرستار: دستگاه مرکزی فراخوان پرستار باید از نوع روکار یا رومیزی با تعداد مدار لازم متناسب با تعداد اتاقها، به اضافه ۴ تا ۶ مدار اضافی به عنوان یدک، برای نصب روی

پیشخوان مرکز پرستاران هر بخش بوده، و شامل دستگاه تغذیه برق، کلید قطع و وصل برق با لامپ علامت خاموش یا روشن بودن دستگاه، تقویت‌کننده صوتی با کنترل صدای ورودی و خروجی، دکمه پیجینگ، بلندگو، میکروفن، گوشی و دهنی تلفنی برای مکالمه محرمانه، بیرز یا تون الکترونیکی، لامپ خبر یا اندیکاتور نوری، شستی انتخاب متناسب با تعداد مدار دستگاه و شستی قطع و کلیه ملحقات مربوط باشد.

دستگاه فرعی فراخوان پرستار: دستگاه فرعی خبر فراخوان پرستار باید از نوع توکار با صفحه براق ضدزنگ، و قابل نصب روی دیوار در اتاق کار پرستاران هر بخش بوده، و شامل بلندگو، میکروفون، لامپ خبر، و کلید قطع باشد.

پلاگ خبر جنب تخت بیماران: پلاگ خبر جنب تخت بیماران باید از نوع توکار با صفحه فلزی براق ضدزنگ، و قابل نصب روی دیوار یا قفسه جنب تخت باشد. این گونه پلاگها شامل رله فرمان، شستی قطع خبر، لامپ خبر، کانکتور مخصوص برای نصب شستی گلابی با کابل، میکروفون تمام جهته، بلندگو، کلید مکالمه محرمانه بوده، و طرح آن نیز باید طوری باشد که بیمار بتواند بدون بلند شدن از تخت یا انجام حرکت اضافی، و بدون بالا بردن صدای خود، به‌راحتی با مرکز پرستاران تماس بگیرد.

پلاگ خبر توالتها: پلاگ خبر توالتها باید از نوع کششی، توکار، بدون رله و لامپ خبر با صفحه فلزی براق ضدزنگ، و قابل نصب روی دیوار در داخل توالتهای خصوصی اتاقهای بیماران، یا توالتهای عمومی هر بخش باشد.

پلاگ پاسخ توالتها: پلاگ پاسخ توالتها باید از نوع کار، با صفحه فلزی براق ضدزنگ، و قابل نصب روی دیوار جنب در ورودی در داخل اتاق یا توالت عمومی بوده، و شامل رله فرمان، لامپ خبر، و شستی قطع خبر باشد.

چراغ سردرها و تقاطع راهروها: چراغ سردرها و تقاطع راهروها باید از نوع روکار یا نیمه توکار، با حباب برجسته قابل رویت از هر طرف، و قابل نصب در بالا یا کنار در ورودی هر اتاق در راهرو و یا تقاطع راهروها بوده، و شامل دو عدد لامپ، یکی به رنگ سفید برای اعلام خبر، با پلاگ جنب تخت بیمار، و دیگری به رنگ قرمز برای اعلام خبر، با پلاگ خبر توالت باشد.

۳-۳-۲-۲ سیستم عملکرد

الف ـ فراخوان به وسیله پلاگ خبر واقع در جنب تخت بیمار: در صورت فشار دادن هر یک از شستی‌های پلاگ خبر نصب شده در جنب تخت بیماران، در هر یک از اتاقها، باید لامپ خبر، پلاگ خبر، لامپ سفید چراغ سردر، چراغ تقاطع راهروها، لامپ خبر اتاق مربوط واقع در روی دستگاه مرکزی فراخوان پرستار، و لامپ خبر دستگاه فرعی خبرفراخوان پرستار روشن شده، و بیزر یا تون الکترونیکی دستگاه مرکزی و دستگاه فرعی خبر فراخوان پرستار نیز، به صدا درآید.

پاسخ: در صورت فشار دادن شستی انتخاب مربوط به اتاق فراخوان‌کننده، که در روی دستگاه مرکزی فراخوان پرستار قرار دارد، باید به‌منظور اجتناب از ارتباط با دو اتاق در یک زمان، ضمن قطع کلیه ارتباطات قبلی به‌طور خودکار، خاموش شدن کلیه لامپهای خبر مشروحه فوق و قطع صدای بیزرها یا تون‌های الکترونیکی، ارتباط لازم برای مکالمه دوطرفه بین پرستار و بیمار فراخوان‌کننده، برقرار شود.

ب ـ فراخوان به وسیله پلاگ خبر توالتها: در صورت کشیدن شستی کششی یا فشار دادن شستی فشار پلاگ خبر در هر یک از توالتها، باید لامپ خبر روی پلاگ پاسخ داخل اتاق، لامپ خبر قرمز چراغهای سردر و تقاطع راهروها، لامپ خبر قرمز روی دستگاه مرکزی و دستگاه فرعی خبر فراخوان پرستار، روشن شده، و بیرز یا تون الکترونیکی دستگاهها نیز، به صدا درآید.

قطع خبر: قطع خبر باید فقط از داخل اتاق یا توالت فراخوان‌کننده، پس از مراجعه به محل مربوط، با فشار دادن شستی قطع پلاگ پاسخ، امکان‌پذیر باشد.

۳-۳-۳ سیستم فراخوان پرستار دیداری ـ شنیداری، میکروپروسسور پایه، با مراکز اصلی (منطقه‌ای) و امکان مکالمه دو طرفه

این گونه سیستمها، حسب مورد شامل تجهیزات و امکانات زیر خواهد بود:

۳-۳-۳-۱ لوازم و تجهیزات

الف ـ دستگاه فرایند مرکزی (CPU): دستگاه فرایند مرکزی ممکن است با ظرفیتهای ۶۴، ۱۲۸، ۲۵۶ یا ۵۱۲ نقطه قابل آدرس‌گذاری متناسب با ظرفیت و وسعت بیمارستان موردنظر انتخاب شده و قابلیت اتصال به تعداد مراکز اصلی اولیه و ثانویه همراه با مانیتور، کلیدهای لازم و گوشی مربوط باشد. دستگاه یاد شده ممکن است به صورت شبکه دوبل و یا از نوع تکی

انتخاب شود. مجموعه مزبور همچنین ممکن است به دستگاههای چاپگر و فراخوان جیبی نیز مجهز شود.

ب ـ لوازم و وسایل جانبی: لوازم جانبی شامل موارد زیر خواهد بود:

پلاگ فراخوان و ارتباط جنب تخت بیمار: این نوع پلاگ باید مجهز به تعداد پین‌های لازم بوده و ممکن است از انواع تکی یا زوج انتخاب شده و حسب مورد همراه با میکروفون و بلندگو، و کابل اتصال مربوط باشد.

پلاگ فراخوان حمام و توالت: این نوع پلاگها که ممکن است از نوع کششی یا اهرمی باشد بر حسب شرایط محیطی ممکن است از نوع مناسب برای محیطهای خشک و یاتر انتخاب شود.

چراغ سردرها و تقاطع راهروها: چراغ سردرها و تقاطع راهروها باید از نوع روکار یا نیمه توکار با حباب برجسته قابل رویت از هر طرف و قابل نصب در بالا یا کنار در ورودی هر اتاق در راهرو یا تقاطع راهروها باشد.

منبع برق بدون وقفه (UPS): به‌منظور پشتیبانی و تداوم تغذیه نیروی برق به هر یک از سیستمهای فراخوان باید یک سیستم برق بدون وقفه متناسب با نیاز هر یک از سیستمها و برابر ضوابط و مشخصات فنی‌ارائه شده در فصل هشتم این نشریه پیش‌بینی و درنظر گرفته شود.

۳-۳-۳-۲ سیستم عیب‌یابی یا سیمکشی حلقوی[1]: برای حصول اطمینان از کار صحیح هر یک از قسمتها، سیستم فراخوان باید مجهز به سیستم عیب‌یابی یا سیمکشی حلقوی باشد.

۳-۳-۳-۳ سیستم عملکرد

در تمامی مراکز اصلی، بخشها یا اتاقهای موردنظر ممکن است به وسیله سیستم انتخاب و سطح اولویت بیماران و شرایط اتاقها در آن تعیین و یا تغییر داده شود. همچنین مناطق پیجینگ نیز ممکن است تعیین و یا در صورت لزوم تغییر داده شود. در مراکز اصلی با استفاده از سیستم آلفانمریک ممکن است مناطق و اتاقها برنامه‌ریزی و به مرکز مربوط مرتبط شود. برنامه‌ریزی هر یک از مراکز اصلی یا بخشی از یک فهرست (menu) ممکن است با یک اسم رمز از تغییرات احتمالی یا غیرمجاز محافظت شود.

1 - Supervised loop wiring

۴-۳-۳ مشخصات فنی‌ساخت تجهیزات سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار

عمده‌ترین مشخصات فنی‌ساخت سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار براساس استاندارد UL 1069 به شرح زیر است:

۱-۴-۳-۳ تعاریف

الف ـ سیستم متمرکز[1]

سیستمی مجهز به یک کنسول اپراتور و ایستگاههای جانبی مربوط با اپراتور آموزش دیده می‌باشد و معمولاً در محلی که اتاقهای بیماران از مرکز کنترل آن قابل رؤیت نباشد نصب می‌شود.

ب ـ سیستم متعارف[2]

سیستمی شامل یک یا چند مرکز سرپرستاری (معمولاً برای یک طبقه یا یک بال ساختمان) که کارکنان پرستاری در آن حضور دارند و در محلی نصب می‌شود که هر یک از اتاقهای مربوط به آن سرپرستاری از آنجا قابل رؤیت یا به آسانی قابل دسترسی باشد.

پ ـ مراکز حضور و غیاب

مرکز یا ایستگاهی که کارکنان بیمارستان (پرستاران، بهیاران، خدمه و مانند آن) درنظر است حضور خود را ثبت نمایند.

ت ـ مدار ولتاژ کم (با قدرت محدود)

مداری که ولتاژ مؤثر آن از ۳۰ ولت (ولتاژ پیک ۴۲/۴ ولت، مستقیم یا متناوب) و قدرت اسمی خروجی آن از ۱۰۰ ولت ـ آمپر متجاوز نباشد.

ث ـ مدار ولتاژ الا

مداری که مشخصات ولتاژ و قدرت آن از آنچه در بند «ت» برای مدار ولتاژ کم با قدرت محدود تعریف شده بیشتر باشد.

ج ـ سیگنال فراخوان رمزدار

یک سیگنال شنیداری و دیداری نشان‌دهنده وضعیتی که زندگی انسان را تهدید نموده و اقدام فوری را ضروری می‌نماید.

چ ـ سیگنال اضطراری

یک پیام شنیداری و دیداری که اقدام فوری را ایجاب می‌کند ولی لزوماً نشانه تهدید زندگی نمی‌باشد.

---

1 - Centralized system

2 - Conventional system

ح ـ هادی زمین شده[1]

یک هادی سیستم یا مدارکه عمداً زمین شده باشد.

خ ـ هادی اتصال زمین[2]

یک هادی که برای اتصال تجهیزات یا مدار زمین شده یک سیستم سیمکشی به الکترود یا الکترودهای زمین شده به کار می‌رود.

د ـ هادی اتصال زمین تجهیزات[3]

هادی مورداستفاده برای اتصال قسمتهای فلزی غیرحامل جریان تجهیزات، مجاری و سایر پوششها به هادی زمین شده سیستم یا به هادی الکترود زمین، یا به هر دو، در محل تجهیزات سرویس یا در منبع تغذیه یک سیستم جداگانه.

ذ ـ جریان نشتی

هر نوع جریانی، شامل جریانهای کوپله خازنی، که ممکن است از قسمتهای در دسترس یک محصول به زمین یا به دیگر بخشهای آن انتقال یابد.

ر ـ مناطق مراقبت از بیمار[4]

مناطق مختلف مراقبت از بیمار بر حسب نوع خدمات پیش‌بینی شده به شرح زیر خواهد بود:

ـ مناطق مراقبتهای عمومی[5]

این گونه مناطق شامل اتاقهای بیماران، اتاقهای معاینه، اتاقهای معالجه، کلینیکها، و مناطق مشابهی که بیمار با دستگاههای عادی مانند سیستم فراخوان پرستار، تختخوابهای برقی، چراغهای معاینه، تلفن و وسایل سرگرمی (تلویزیون) در تماس قرار می‌گیرد، خواهد بود. در این نوع مناطق، همچنین ممکن است بیمار با دستگاههای پزشکی الکتریکی مانند تشک برقی، الکتروکاردیوگرافی، پمپهای تخلیه، مانیتورها، تجهیزات معاینه گوش و چشم، و دیگر لوازم جانبی درون وریدی، در تماس قرار گیرد.

ـ مناطق مراقبتهای ویژه[6]

این نوع مناطق شامل واحدهای مراقبتهای قلبی (CCU)، واحدهای مراقبتهای فشرده (ICU)، واحدهای آنژیوگرافی و سونوگرافی، اتاقهای عمل و زایمان، و مناطق مشابهی می‌شود که بیماران در آن مورد مراقبتهای ویژه قرار گرفته و با استفاده از دستگاههای پزشکی الکتریکی درمان می‌شوند.

---

1 - Grounded conductor
2 - Grounding conductor
3 - Grounding conductor, equipment
4 - Patient Care Areas
5 - General Care Areas
6 - Critical Care Areas

ز ـ مناطق تر

محیطهای کاری که معمولاً دارای شرایط تر است مانند محلهایی که آب راکد بر روی کف آن بوده یا به‌طور معمول در معرض خیس بودن و آبریزی قرار دارد، مناطق‌تر بشمار می‌رود. اقدامات معمول برای تمیز کردن محیط یا ریختن تصادفی مایعات، منطقه‌تر محسوب نمی‌شود.

۳-۳-۴-۲ پوشش یا جعبه

الف ـ پوشش این گونه تجهیزات باید به گونه‌ای شکل داده شده و سوار شود که در برابر صدمات و آسیبهای احتمالی دوران بهره‌برداری دارای استحکام و دوام کافی باشد.

ب ـ کلیه قسمتهای الکتریکی تجهیزات فراخوان پرستار باید به گونه‌ای پوشیده شود که احتمال تماس با بخشهای برقدار فاقد عایقبندی به حداقل کاهش یابد. بازشوهایی که برای کارکرد سیستم ضروری است مانند محل اتصال هادیها، یا محل استقرار پریزها و مانند آن باید باز باشد.

پ ـ ضخامت پوشش دستگاهها بر حسب جنس پوشش به شرح زیر خواهد بود:

ـ در مواردی که جنس پوشش از نوع فلز ریختگی است برابر جدول 1-5 از استاندارد UL1069

ـ در مواردی که جنس پوشش از ورق فلزی است برابر جدول 2-5 از استاندارد UL 1069

ـ در مواردی که جنس پوشش از انواع غیرفلزی است، حداقل استحکام مکانیکی آن باید معادل ورق فلزی باشد. (جدول 2-5 از استاندارد UL1069)

۳-۳-۴-۳ حفاظت در برابر برق گرفتگی

الف ـ قسمتهایی از دستگاهها و تجهیزات که در هنگام تعمیر و سرویس به وسیله اپراتور در دسترس قرار می‌گیرد نباید خطر برق گرفتگی داشته باشد.

ب ـ ترمینالهای پیش‌بینی شده برای اتصال آنتن خارجی باید به هادی زمین شده مدار تغذیه متصل شود. (برای جزئیات بیشتر به بندهای 6.2 و 6.3 از استاندارد UL 1069 رجوع شود).

پ ـ در مواردی که از اجزای قابل اتصال به یکدیگر[1] استفاده می‌شود، قرار دادن پلاگ در پریز نباید موجب برق گرفتگی شود.

۳-۳-۴-۴ حفاظت در برابر زنگزدگی و خوردگی

قطعات آهنی و فولادی، به استثنای یاتاقانها و مانند آن که این نوع حفاظت برای آن قابل اعمال

1 - Plug - in components

نمی‌باشد، باید به وسیله لعاب دادن، گالوانیزه کردن، آبکاری و امثال آن در برابر زنگزدگی و خوردگی حفاظت شود.

۳-۳-۴-۵ اتصال زمین تجهیزات

الف ـ تجهیزات سیستم فراخوان پرستار و سیستمهای سیگنال بیمارستانی باید مجهز به ترمینال یا سیم جداگانه برای اتصال زمین باشد. ترمینال یا سیم مورداشاره باید به کلیه قسمتهای فلزی غیرحامل در دسترس که ممکن است برقدار شود و همچنین تمامی قسمتهای فلزی غیرحامل جریان برق داخلی دستگاهها که در هنگام بهره‌برداری یا تعمیر در دسترس قرار می‌گیرد متصل شود.

ب ـ رنگ هادیهای عایقدار مورداستفاده در اتصال زمین تجهیزات باید به رنگ دوگانه سبز/زرد بوده و هیچ هادی دیگری به این رنگ مشخص نشود. سطح مقطع این گونه هادیها باید حداقل برابر با سطح مقطع هادیهای تغذیه باشد.

پ ـ پیچ موردنظر برای ترمینال اتصال زمین تجهیزات باید از نوع شش پر یا شکافدار و یا با هر دو ویژگی بوده و سر آن به رنگ سبز باشد. این گونه پیچها باید در محلی واقع شود که در هنگام تعمیر و نگهداری دستگاه، قطع اتصال و برداشت آن محتمل نباشد.

۳-۳-۴-۶ اجزای سیستمها

اجزای سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار شامل موارد زیر خواهد بود:

۳-۳-۴-۶-۱ برد مدارهای چاپی

الف ـ برد مدارهای چاپی باید برابر استاندارد UL796 یا یکی از استانداردهای مشابه بین‌المللی معتبر طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

ب ـ فواصل مدارها باید با شرایط تعیین شده در استاندارد یاد شده مطابقت نماید.

پ ـ بردهای چاپی باید به گونه‌ای نصب شود که انحناء آن در هنگام تعمیر و نگهداری موجب صدمه و آسیب به آن نشده و یا باعث آتش‌سوزی یا برق‌گرفتگی نشود.

ت ـ کلیه بردهای چاپی باید دارای نرخ حریق 94V-2 یا بهتر باشد.

۳-۳-۴-۶-۲ سیم پیچها

الف ـ عایق سیم‌پیچها، رله‌ها، ترانسفورماتورها و مانند آن باید در برابر جذب رطوبت مقاوم باشد.

ب ـ سیم با روکش غشایی[1] نیاز به عمل آوری اضافی برای مقاوم‌سازی در برابر جذب رطوبت

1 - Film coated

نخواهد داشت.

۳-۳-۴-۶-۳ کلیدها

الف ـ ظرفیت بار کلیدهای مورداستفاده در سیستم فراخوان پرستار در شرایط مختلف بهره‌برداری باید از ولتاژ و آمپراژ مداری که کنترل می‌کند کمتر نباشد.

ب ـ وسایل کلیدی یک پل نباید برای هادیهای مشخص شده برای اتصال زمین به کار رود.

پ ـ کلیدهای در اختیار بیمار نباید به مدارهای ولتاژ بالا متصل شود.

۳-۳-۴-۶-۴ لامپها و سرپیچها

الف ـ ولتاژ و آمپراژ اسمی سرپیچها و لامپها باید برای مدار موردنظر در تمامی شرایط بهره‌برداری مناسب باشد.

ب ـ در مواردی که چراغها به مدار ولتاژ بالا اتصال می‌یابد، پیچ پوسته خارجی سرپیچهای پایه ادیسون باید به هادی مشخص شده اتصال زمین متصل شود. دراین گونه چراغها، هنگام تعویض لامپ هیچیک از قسمتهای برقدار فاقد عایقبندی نباید در معرض تماس قرار داشته باشد.

پ ـ لامپهای اعلام وضعیت اضطراری باید به رنگ قرمز یا سفید چشمک‌زن یا معادل آن باشد.

ت ـ لامپهایی که مورد آزمون دوام (۱۰۰۰۰۰) بار قرار نگرفته باشد باید بدون باز کردن دستگاه مربوط قابل تعویض باشد.

۳-۳-۴-۶-۵ تجهیزات حفاظت و کنترل

الف ـ فیوزها، پایه فیوزها، و کلیدهای خودکار مورد استفاده در دستگاهها باید دارای نرخ اسمی تعیین شده برای کاربرد موردنظر باشد.

ب ـ وسایل حفاظتی غیر از فیوز، که برای محدود نمودن مدار خروجی منبع نیروی اصلی تأمین انرژی به تجهیزات مورد استفاده بیماران به کار می‌رود باید از نوع دستی یا خودکار با قابلیت باز نشانی[1] باشد.

پ ـ حداکثر مقدار نامی جریان برای یک وسیله حفاظتی غیرقابل تعویض در برابر اضافه جریان که در ترانسفورماتور تامین‌کننده انرژی به یک مدار ولتاژ پایین با قدرت محدود به کار می‌رود مطابق رابطه زیر خواهد بود:

آمپر ۵≤ ۱۰۰VA/Vmax

1 - Resettable

که در آن Vmax عبارت است از حداکثر ولتاژ مدار

۳-۳-۴-۶-۶ پریزها و کانکتورها

پریزها و کانکتورهای دارای پین‌های چندگانه باید برای آمپراژ و ولتاژ مورداستفاده مناسب بوده و مجهز به پین یا کنتاکت اتصال زمین با ظرفیتی برابر با بزرگترین هادی قابل اتصال به آن باشد.

۳-۳-۴-۶-۷ کنترل‌های آویز[1]

الف ـ کنترلهای آویز مورداستفاده بیماران باید از جنس مواد عایق و به صورت کاملاً بسته ساخته شده و در برابر ضربه و شعله مقاوم باشد.

ب ـ سیمها و کابلهای مورد استفاده در این گونه کنترلها باید دارای ظرفیت بار لازم بوده و حداقل قطر هادیهای آن از ۰/۶ میلیمتر کمتر نباشد.

پ ـ در مواردی که پوشش این گونه لوازم فاقد حفاظت لازم برای استفاده در محیطهای غنی شده از اکسیژن[2] باشد، باید به نحو مقتضی در برابر کاربری نابجا علامتگذاری شود.

ت ـ کنترلهای آویز باید به نحو مقتضی بر روی یک صفحه مجهز به قلاب یا نوعی نگهدارنده استقرار یابد.

۳-۳-۴-۶-۸ ترانسفورماتورها

ترانسفورماتورهای مورداستفاده برای تأمین انرژی دستگاههای سیستم سیگنال ولتاژ پایین که در مناطق مراقبت از بیمار استقرار می‌یابد از نوع ایمن، با سیم پیچهای مجزای اولیه وثانویه بوده و هسته آن از طریق اتصال به پوشش به سیستم زمین متصل شود.

۳-۳-۴-۷ قسمتهای حامل جریان برق

الف ـ هر قسمت حامل جریان رق باید دارای استحکام مکانیکی و ظرفیت جریان لازم بوده و از فلزاتی مانند نقره، مس، آلیاژ مس یا مواد مشابه دیگری با عملکرد معادل ساخته شده باشد.

ب ـ استفاده از بلبرینگ، لولا و مانند آن برای انتقال جریان برق، بین بخشهای ثابت و بسیار مرتبط به یکدیگر مجاز نخواهد بود.

۳-۳-۴-۸ عایقبندی

الف ـ مواد عایقبندی مورداستفاده برای نگهداری یا جداسازی قسمتهای برقدار مرکب از پورسلین، ترکیب فنولیک، ترکیب ریختگی سرد یا مواد معادل آن، باید به گونه‌ای شکل داده شود که در

1 - Pendant controls

2 - Oxygen - enriched atmospheres

سخت‌ترین شرایط کاری از مقاومت لازم برخوردار باشد.

ب ـ در مواردی که بلوک‌های ترمینال بر روی سطوح فلزی که ممکن است زمین شده نیز باشد، نصب می‌شود باید یک صفحه عایق بین قسمتهای برقدار ترمینال و سطح فلزی قرار داده شود به گونه‌ای که مانع از تماس پیچهای ترمینال با سطوح مزبور گردد.

۳-۳-۴-۹ مکانیزم‌های عملکردی

الف ـ لوازم عملکردی مانند کلید، رله و دیگر وسایل مشابه باید به وسیله یک پوشش تکی و یا با استفاده از یک جعبه بسته در برابر نفوذ گرد و غبار محافظت شود.

ب ـ قسمتهای متحرک باید جای بازی کافی داشته باشد تا دچار گیر کردن نشود.

پ ـ پیچهای تنظیم و قسمتهای مشابه آن باید به گونه‌ای طراحی شود که در شرایط کاری شل نشود.

ت ـ قسمتهایی که با دست به کار انداخته می‌شود باید به گونه‌ای ساخته شود که در برابر تنشهای وارده در شرایط کاری مقاوم باشد.

ث ـ وسایل الکترومکانیکی باید به گونه‌ای ساخته شود که در تمامی شرایط کاری دارای عملکرد مثبت الکتریکی و مکانیکی باشد.

۳-۳-۴-۱۰ منبع قدرت دوم (اضطراری)

الف ـ در مواردی که دستگاهها مجهز به سیستم برق اضطراری مانند استفاده از باتری باشد، باتریها باید از نوع بسته انتخاب شده و مجهز به شارژر خودکار باشد.

ب ـ در مواردی که از باتریهای جانشین[1] استفاده می‌شود، مدار باید از نوع ولتاژ کم با قدرت محدود باشد.

۳-۳-۴-۱۱ فواصل بین قسمتهای مختلف

فواصل بین قسمتهای برقدار عایقبندی نشده و قسمتهای فلزی بی‌برق و همچنین فواصل بین قسمتهای عایقبندی نشده حامل جریان برق با قطبهای مخالف باید از مقادیر ارائه شده در جدول ۳-۱ کمتر نباشد.

1 - Standby

جدول ۳-۱: حداقل فواصل بین قسمتهای مختلف اجزای داخلی دستگاهها

شرح مورد		حداقل فاصله			
	دامنه ولتاژ	در هوا		در سطح	
		اینچ	میلیمتر	اینچ	میلیمتر
فاصله از دیواره پوشش:					
- پوشش فلزی ریخته‌گری	۰ تا ۳۰۰	یک چهارم	۶/۴	یک چهارم	۶/۴
- پوشش با صفحه فلزی	۰ تا ۳۰۰	یک دوم	۱۲/۷	یک دوم	۱۲/۷
ترمینالهای سیمکشی:					
با موانع	۰ تا ۳۰	یک هشتم	۳/۲	سه شانزدهم	۴/۸
	۳۱ تا ۱۵۰	یک هشتم	۳/۲	یک چهارم	۶/۴
	۱۵۱ تا ۳۰۰	یک چهارم	۶/۴	سه هشتم	۹/۵
بدون موانع	۰ تا ۳۰	سه شانزدهم	۴/۸	سه شانزدهم	۴/۸
	۳۱ تا ۱۵۰	یک چهارم	۶/۴	یک چهارم	۶/۴
	۱۵۱ تا ۳۰۰	یک چهارم	۶/۴	سه هشتم	۹/۵
مجموعه‌های مستحکم گیردار*:					
- حداکثر ۱۰۰ ولت ـ آمپر	۰ تا ۳۰	یک سی و دوم	(۰/۸)	یک سی و دوم	(۰/۸)
- بیش از ۱۰۰ ولت ـ آمپر	۰ تا ۳۰	سه شصت و چهارم	۱/۲	سه شصت و چهارم	۱/۲
	۳۱ تا ۱۵۰	یک شانزدهم	۱/۶	یک شانزدهم	۱/۶
	۱۵۱ تا ۳۰۰	سه سی و دوم	۲/۴	سه سی و دوم	۲/۴
قسمتهای دیگر:					
	۰ تا ۳۰	یک شانزدهم	۱/۶	یک هشتم	۳/۲
	۳۱ تا ۱۵۰	یک هشتم	۳/۲	یک چهارم	۶/۴
	۱۵۱ تا ۳۰۰	یک چهارم	۶/۴	سه هشتم	۹/۵

* مانند بردهای سیمکشی چاپی

۳-۳-۴-۱۲ آزمون، تعمیر و نگهداری

الف ـ قسمتهای برقدار عایقبندی نشده یا متحرک که در هنگام تعمیر و نگهداری، تعویض لامپ، فیوز و مانند آن ممکن است موجب صدمه و آسیب به افراد شود باید به گونه‌ای پوشیده یا محصور شود که احتمال تماس با آن به حداقل کاهش یابد.

ب ـ در مواردی که فاصله خطی بین یک قطعه موردتعمیر و قسمتهای عایقبندی نشده برقدار با بیش از ۳۰ ولت مؤثر (۴۲/۴ ولت پیک یا مستقیم) کمتر از ۶ اینچ (۱۵۲ میلیمتر) باشد، باید حفاظت لازم با استفاده از نوار، مانع یا معادل آن پیش‌بینی و تأمین شود. همچنین ممکن است بجای رعایت حداقل فاصله ۶ اینچ (۱۵۲ میلیمتر)، در هنگام تعمیر و نگهداری با استفاده از یک سیستم هم قفلی بر روی پوشش دستگاه، تمامی قسمتهای برقدار را از مدار خارج نموده و یا این که یک اخطاریه دائمی به شرح زیر به روی دستگاه نصب کرد:

«احتیاط»

«برای اجتناب از برق گرفتگی قبل از سرویس، دستگاه را از برق جدا کنید»

۳-۳-۴-۱۳ سیستم نظارت الکتریکی

الف ـ سیستمهای فراخوان پرستار متعارف یا متمرکز در موارد زیر باید مجهز به یک سیستم نظارت الکتریکی بوده و وجود اشکال در مدارها و اجزای سیستمها را به صورت صوتی و با شناسایی مدار موردنظر در مرکز پرستاری یا در مرکز کنترل اعلام نماید:

ـ یک مدار باز منفرد، یا یک مدار زمین منفرد، یا اتصال کوتاه دو یا چند هادی متصل به ایستگاه‌های فراخوان پرستار رمزدار

ـ هادی تک‌باز، یا زمین تک، یا اتصال کوتاه دو یا چند هادی بین واحدهای کنترل مرتبط به یکدیگر در سیستم متمرکز

ـ **موارد استثناء:** در مورد سیستمهای فراخوان پرستار غیررمزدار، در صورتی که در هر منطقه پرستاری یک ایستگاه موظف یا معادل آن با نشانه‌های دیداری و شنیداری فراخوانهای یک منطقه، بال ساختمان یا طبقه را کنترل و اعلام نماید، استفاده از سیستم نظارت الکتریکی ضرورت نخواهد داشت.

ـ تمامی هادیهای تکی باز، زمین تک و هادیهای متصل به لوازم شنودی و بلندگوها که برای شرایط اضطراری در سیستم فراخوان رمزدار به کار می‌رود.

ب ـ هر سیگنال مربوط به وجود اشکال باید از تمامی سیگنالهای فراخوان پرستار متفاوت بوده و

قابل تشخیص باشد و یک وسیله صوتی را، که ممکن است برای چند مدار مشترک باشد، به صدا درآورد. کلید قطع صدا فقط در صورتی باید تعبیه شود که یک نشانه دیداری همچنان باقی بماند. نشانه دیداری باید تا هنگامی که کلید قطع صدا به حالت اولیه برگردانده شود همچنان باقی بماند. پس از رفع اشکال در صورتی که کلید در وضعیت قطع صدا باشد، سیستم صوتی باید به صدا درآید. در مواردی که سیستم صوتی در صورت ادامه وجود اشکال مجدداً به صدا درمی‌آید نشانگر دیداری موردلزوم نخواهد بود.

۳-۳-۵ آزمون سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار

سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار باید برابر ضوابط ارائه شده در بند مربوط از استاندارد UL1069 به شرح زیر یا یکی از استانداردهای شناخته شده جهانی مشابه مورد آزمون قرار گیرد.

۳-۳-۵-۱ آزمون اندازه‌گیری ولتاژ و جریان مدارهای ورودی و خروجی، و همچنین ظرفیت ولت ـ آمپر مدارها (برابر بند ۲۰)

۳-۳-۵-۲ آزمون کار در شرایط اضافه ولتاژ (برابر بند ۲۱)

ـ منابع تغذیه ولتاژ بالا و واحدهای سیگنال باید در برابر اعمال ۱۱۰ درصد ولتاژ اسمی ورودی مداوم، بدون صدمه و آسیب مقاوم بوده و سیستم واحدهای متصل به خروجی منابع تغذیه باید بتواند با وجود ولتاژ اضافی عمل سیگنال دهی را انجام دهد.

ـ واحدهای متصل به خروجی منابع تغذیه ولتاژ بالا یا واحدهای سیگنال دهی ولتاژ بالا باید در شرایط ۸۵ درصد ولتاژ اسمی بتواند کار موردنظر را انجام دهد.

۳-۳-۵-۳ آزمون ایستایی در برابر ضربه یا لرزش[1] (برابر بند ۲۲)

۳-۳-۵-۴ آزمون ایستایی حرارتی (برابر بند ۲۳)

۳-۳-۵-۵ آزمون اضافه بار (برابر بند ۲۴)

۳-۳-۵-۶ آزمون دوام (برابر بند ۲۵)

۳-۳-۵-۷ آزمون تغییرات حرارت محیط (برابر بند ۲۶)

۳-۳-۵-۸ آزمون رطوبت (برابر بند ۲۷)

1 - Jarring test

۳-۳-۵-۹ آزمون برق گرفتگی (برابر بند ۲۸)

۳-۳-۵-۱۰ آزمون نشت جریان برق (برابر بند ۲۹)

۳-۳-۵-۱۱ آزمون زودگذر[1] (برابر بند ۳۰)

۳-۳-۵-۱۲ آزمون ایستایی ولتاژ دی‌الکتریک (برابر بند ۳۱)

۳-۳-۵-۱۳ آزمون افتادن لوازم (برابر بند ۳۲)

۳-۳-۵-۱۴ آزمون از کار افتادن اجزاء (برابر بند ۳۳)

۳-۳-۵-۱۵ آزمونهای کار در شرایط غیرعادی (برابر بند ۳۴)

۳-۳-۵-۱۶ آزمونهای مجموعه ترمینالهای خاص (برابر بند ۳۵)

۳-۳-۵-۱۷ آزمونهای مواد پلیمری (برابر بند ۳۶)

۳-۳-۵-۱۸ آزمون لوازم جبران کشش بندها و کابلهای تغذیه (برابر بند ۳۷)

۳-۳-۵-۱۹ آزمون پاشیدن آب برای نصب لوازم در مکانهای‌تر (برابر بند ۳۸)

۳-۳-۵-۲۰ آزمون ضربه[2] برای پوششهای غیرفلزی (برابر ۳۹)

۳-۳-۵-۲۱ آزمون دی‌الکتریک در خط تولید (برابر بند ۴۰)

۳-۳-۵-۲۲ آزمون مداومت اتصال زمین در خط تولید (برابر بند ۴۱)

۳-۳-۶ نشانه‌گذاری

۳-۳-۶-۱ اطلاعات زیر باید بر روی هر دستگاه تولید سیگنال بروشنی و به صورت دائمی در محلی که پس از نصب به آسانی قابل رویت باشد نشانه‌گذاری شود. اطلاعات مزبور باید یا مستقیماً بر روی دستگاه و یا بر روی دیاگرام نصب جداگانه‌ای که در نشانه‌گذاری مشخص می‌شود نگاشته شود.

الف ـ نام سازنده دستگاه یا علامت (آرم) مشخصه آن (نشانه‌گذاری باید بر روی دستگاه باشد)

ب ـ شماره مدل و کد تاریخ یا معادل آن (نشانه‌گذاری باید بر روی دستگاه باشد)

1 - Transient test

2 - Impact test

پ ـ ویژگیهای اسمی الکتریکی بر حسب ولت ـ آمپر یا وات (نشانه‌گذاری باید بر روی دستگاه باشد) ویژگیهای اسمی ورودی دستگاههای ولتاژ کم ممکن است بر روی نقشه سیمکشی نصب، درج شود.

ت ـ وضعیت صحیح نصب اگر دستگاه باید در موقعیت معینی استقرار یابد.

ث ـ شناسایی چراغها، کلیدها، وسایل اندازه‌گیری و مانند آن از نظر عملکرد دستگاه. در مواردی که کار دستگاه مشخص باشد این نشانه‌گذاری ممکن است حذف شود.

ج ـ حداکثر نرخ اسمی فیوز بر روی هر پایه فیوز

چ ـ ارجاع به نقشه سیمکشی نصب در صورتی که روی دستگاه الصاق نباشد، با ذکر شماره و تاریخ صدور (نشانه‌گذاری باید بر روی ترمینال اصلی جعبه یا منبع تغذیه درج شود.)

ح ـ کنترلهای آویز که برای محیطهای غنی شده با اکسیژن مورداستفاده قرار می‌گیرد باید برای محیط موردنظر مناسب باشد و در غیر این صورت باید برابر ضوابط ارائه شده در استاندارد UL1605به‌طرز مقتضی علامتگذاری شود.

خ ـ کلیدهایی که برای موارد اضطراری استفاده می‌شود باید با درج عبارت «اضطراری» و مانند آن با رنگ مشخص (ترجیحاً قرمز) در محل قابل رؤیت و به صورت ماندگار علامتگذاری شود. همچنین موارد ا ستفاده از دیگر کلیدها نیز باید مشخص شود.

د ـ در مواردی که مجموعه کابلها حاوی سیمهای ولتاژ بالا و ولتاژ کم است، سیمهای ولتاژ بالا باید علامتگذاری و مشخص شود.

۳-۳-۶-۲ کلیه علامتگذاریها باید به صورت دائمی بوده و براثر مواد تمیزکننده و استفاده، از بین نرود.

۳-۳-۶-۳ کلیه نشانه‌گذاریها باید کاملاً واضح و خوانا بوده و از تباین لازم بین رنگ حروف و زمینه آن برخوردار باشد.

۳-۳-۷ سیستمها و تجهیزات سیگنال با کنترل برنامه‌ای

۳-۳-۷-۱ کلیات

این شرایط شامل سیستمها و تجهیزات مولد سیگنال با برنامه ذخیره شده می‌شود. واژه «برنامه» در این مبحث به مجموعه دستورالعملهایی اتلاق می‌شود که به صورت متوالی و مکرر اجرا شده و سیگنال خروجی سیستم را براساس سیگنال ورودی تعیین می‌کند. واژه «ذخیره شده» به عملیاتی اشاره دارد که به وسیله لوازم حافظه به صورت گذرا یا ثابت اطلاعات، دستورالعملها و مانند آن را

نگهداری می‌کند.

دستگاههای مولد سیگنال که برنامه عامل آن به وسیله سخت‌افزار تعیین می‌شود و همچنین هرگونه تغییر عملکردی که با اصلاح سخت‌افزاری میسر شود از شمول قاعده فوق مستثنی خواهد بود.

۲-۷-۳-۳ برنامه دسترسی و کنترل

الف ـ برنامه عامل باید به وسیله استفاده‌کننده قابل تغییر بوده و دستورالعملهای آن در کتاب راهنمای جداگانه ارائه شده و کاربرد آن مورد تایید قرار گیرد. این برنامه ممکن است شامل معرفی نقاط و دستگاههای ورودی، تعیین اولویت ایستگاهها و مانند آن باشد. برنامه عامل همچنین ممکن است شامل اطلاعات ورودی وخروجیهای اضافی مانند داده‌های مربوط به پرورنده بیماران نیز باشد.

ب ـ به عنوان بخشی از سیستم کنترل برنامه‌ای، در مواردی که میکروپروسسور مرکزی (اصلی) در واحد کنترل، یا ایستگاه مرکزی در اجرای برنامه موردنظر دچار اشکال شود باید در مدت ۹۰ ثانیه یک سیگنال شنیداری فعال شده و وجود اشکال را اعلام نماید.

پ ـ سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار باید به گونه‌ای طراحی شود که در صورت عدم اجرای برنامه‌های فرعی عملکرد سیستم دچار اختلال نشود.

ت ـ در مواردی که اطلاعات برنامه در حافظه ناپایدار[1] ذخیره می‌شود، سیستم باید مجهز به امکاناتی باشد که بتوان برنامه را از نو شروع نمود. امکانات مزبور باید برنامه کامل ذخیره شده را (برنامه عامل و استفاده‌کننده) مجدداً در حافظه قرار دهد. همچنین سیستم باید دارای امکاناتی باشد که بتوان یک نسخه دائمی از تمامی داده‌های استفاده‌کننده وارد شده به آن را ایجاد نمود.

ث ـ حافظه ناپایدار حافظه‌ای است که قطع برق باعث از بین رفتن اطلاعات آن می‌شود.

ج ـ مطابقت با شرایط مندرج در بند «ت» نباید متکی به دستگاههایی باشد که واسطه حافظه ذخیره‌ای آن در طول زمان بهره‌برداری عادی در معرض استهلاک مداوم قرار داشته و در برابر آلودگیهای جوی مسدود نشده باشد.

---

1 - Volatile memory

۴ اصول و روشهای نصب سیستمهای دربازکن و فراخوان

۴-۱ کلیات

۴-۱-۱ مشخصات فنی لوله‌های مورداستفاده در لوله‌کشی سیستمهای دربازکن، سیگنال و فراخوان و همچنین معیارهای اجرایی آن باید با ضوابط ارائه شده در فصل اول از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدیدنظر اول) مطابقت نماید.

۴-۱-۲ مشخصات فنی سیمها و کابلهای مورداستفاده در سیستمهای دربازکن، سیگنال و فراخوان و همچنین معیارهای اجرایی آن باید بر حسب مورد با ضوابط ارائه شده در فصل اول این نشریه و نیز فصل دوم از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدیدنظر اول) مطابقت نماید.

۴-۱-۳ کلیه مقررات عمومی مربوط به مدارها و لوازم قدرت مانند شدت جریان مصرفی و سطح مقطع مربوط، افت ولتاژ مجاز، اثر عوامل خارجی و شرایط محیطی، روش نصب، درجه حفاظت و حفاظت مدار، و اتصال زمین حفاظتی، در مورد مدارهای سیستمهای دربازکن، و سیگنال و فراخوان بیمارستانی نیز نافذ است.

یادآوری : برای «حفاظت در برابر برقگرفتگی» و «اتصال زمین تجهیزات» در مورد سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار به بندهای ۳-۳-۴-۳ و ۳-۳-۴-۵ رجوع شود.

۴-۱-۴ سیمکشی یا کابلکشی سیستمهای دربازکن، سیگنال و فراخوان پرستار باید در داخل لوله‌های فولادی یا پلاستیکی سخت، به‌طور جداگانه، طبق نقشه اجرایی کارخانه سازنده سیستمهای یاد شده به شرح زیر اجرا شود:

الف ـ در مواردی که سیستم سیمکشی در داخل ساختمان اجرا می‌شود عایق و غلاف کابل باید از نوع پلاستیکی بوده و برای مدارهای سیستم صوتی دارای حفاظ (شیلد) باشد.

ب ـ در مواردی که سیستم سیمکشی در خارج ساختمان اجرا می‌شود عایق و غلاف کابل باید از نوع پلی‌اتیلین یا پلی‌اولفین بوده و برای مدارهای سیستم صوتی دارای حفاظ (شیلد) نیز باشد.

۴-۱-۵ اتصالات سیستم لوله‌کشی فلزی شامل جعبه‌های زیر پانل و تقسیم، لوله‌ها و امثال آن باید کاملاً پیچ شده باشد تا اتصال زمین را به نحو مطلوب تامین نماید.

۴-۱-۶ انتخاب نوع، قطر، یا سطح مقطع و تعداد هادیهای هر سیستم باید با توجه به توصیه‌های سازنده آن انجام شود.

۴-۱-۷ سطح مقطع سیمها برای مدارهای سیستمهای دربازکن و فراخوان باید براساس محاسبه تعیین شود و در هیچ موردی نباید برای انشعاب اصلی با استفاده از هادیهای مسی از یک میلیمتر مربع و برای انشعاب فرعی از ۰/۵ میلیمتر مربع (۰/۸ میلیمتر قطر) کمتر باشد.

۴-۱-۸ مدارهای سیستمهای دربازکن و فراخوان باید به‌طور مستقل در لوله‌های جداگانه یا در مواردی که در کانال کشیده می‌شود باید دارای تقسیم بندیهای مجزا باشد. به‌طور کلی مدارهای جریان ضعیف نباید با مدارهای سیستمهای دیگر، به ویژه با مدارهای قدرت (روشنایی، پریز، موتور و غیره) یکجا کشیده شود.

یادآوری:

مدارهای سیستمهای زنگ اخبار، فراخوان و دربازکن ممکن است به صورت یکجا کشیده شود مشروط بر این که ولتاژ هیچیک از هادیها از ولتاژ اسمی عایقبندی هادیهای فشار ضعیف مورداستفاده تجاوز نکند.

۴-۱-۹ تمامی سیمهای مورداستفاده برای سیستمهای دربازکن، سیگنال و فراخوان پرستار که در داخل لوله‌های برق قرار می‌گیرد باید یک تکه و بدون زدگی باشد.

۴-۱-۱۰ اتصال سیمها به یکدیگر باید در داخل جعبه‌های تقسیم انجام شود و مؤکداً به وسیله ترمینال یا اتصالی نوع شانه‌ای پیچی صورت پذیرد.

۴-۱-۱۱ سرسیمهای افشان باید قبل از قرار گرفتن در ترمینال با لحیمکاری یکپارچه شود. در صورتی که عمل لحیمکاری مشکل باشد باید از کابل‌شوهای لوله‌ای پرسی مخصوص زیر ترمینال استفاده شود.

۴-۱-۱۲ پوشش سرسیمها (به ویژه سیمهای افشان) باید با استفاده از ابزار مخصوص (سیم لختکن) برداشته شود و توجه گردد که به رشته‌ها یا هادیها آسیبی وارد نشود.

۴-۱-۱۳ در هر نقطه خروجی و در هر قسمت کلیدی حداقل باید ۱۵ سانتیمتر از سیم برای ایجاد اتصالات و وصل وسایل و دستگاههای مربوط در نظر گرفته شود مگر آن که سیم بدون اتصال از آن نقطه یا قسمت عبور داده شود.

۴-۱-۱۴ سیستمهای سیمکشی روکار یا توکار که در محیطهای‌تر و مرطوب مانند داخل حمام و مانند آن مورد

استفاده قرار می‌گیرد باید با استفاده از لوله‌های فولادی مقاوم در برابر زنگ‌زدگی و خوردگی یا پلاستیکی سخت، و یا با کابلهای غلاف پلاستیکی یا غلاف سربی، و یا عایق معدنی انجام شود.

۴-۱-۱۵ لوازم سیمکشی سیستمهای فراخوان و دربازکن که در محیطهای‌تر و مرطوب به کار می‌رود باید مجهز به اتصالات متناسب با نوع سیمکشی باشد تا از نفوذ آب و رطوبت به درون لوله‌ها و سایر تجهیزات مانند جعبه‌ها، کلیدها و پریزها، و سایر مصرف‌کننده‌ها جلوگیری شود. تمام لوازم مورداستفاده در این گونه محیطها باید حداقل دارای درجات حفاظت به شرح زیر باشد:

الف ـ لوازم و تجهیزات مورد مصرف در محیطهای مرطوب باید حداقل دارای درجه حفاظت IP44 باشد (مقاوم در برابر ترشح آب)

ب ـ لوازم و تجهیزات مورداستفاده در محیطهای‌تر و خارج ساختمانها باید حداقل دارای درجه حفاظت IP45 باشد (مقاوم در برابر آب تحت فشار)

۴-۲ دربازکنهای صوتی

۴-۲-۱ مجموعه پانل جلو در ورودی

۴-۲-۱-۱ محل دقیق نصب مجموعه پانل جلو در ورودی باید براساس نقشه‌های معماری بر روی نقشه‌های اجرایی تفصیلی کارگاهی مشخص شود و پس از تصویب به مرحله اجرا درآید. این گونه پانلها معمولاً باید در جنب در ورودی ساختمان و در طرف قفل در بر روی دیوار مجاور و در ارتفاع ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده نصب شود.

۴-۲-۱-۲ مجموعه پانل جلو در ورودی باید در محلی نصب شود که در برابر عوامل طبیعی مانند برف و باران محفوظ باشد و در صورتی که در معرض نفوذ آب یا باران قرار می‌گیرد حداقل درجه حفاظت آن باید برابر با IP45 انتخاب شود و محل ورود کابل به درون جعبه رو به پایین قرار گرفته و با گلند کاملاً آب‌بندی شود.

۴-۲-۱-۳ جعبه زیر پانل ورودی باید از نظر جنس برای کاربرد موردنظر مناسب باشد. این گونه جعبه‌ها باید به گونه‌ای نصب شود که بدون درنظر گرفتن اتصال آن به لوله مستقلاً محکم شود و پانل همسطح رویه خارجی دیوار قرار گیرد.

۴-۲-۲ دستگاه ارتباط با در ورودی

محل دقیق نصب دستگاه ارتباط با در ورودی که در داخل واحدها معمولاً به صورت دیواری نصب

می‌شود و یا ممکن است در لابی به صورت رومیزی استقرار یابد باید براساس نقشه‌های معماری و با توجه به استقرار تجهیزات و مبلمان بر روی نقشه‌های اجرایی تفصیلی کارگاهی مشخص شود و پس از تصویب اجرا شود. در مواردی که این گونه دستگاهها به صورت دیواری نصب می‌شود، ارتفاع نصب باید ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده باشد.

۴-۳ دربازکنهای تصویری

۴-۳-۱ پانل در ورودی

۴-۳-۱-۱ محل دقیق نصب پانل تصویری در ورودی باید براساس نقشه‌های معماری بر روی نقشه‌های اجرایی تفصیلی کارگاهی مشخص شود و پس از تصویب دستگاه نظارت به مرحله اجرا درآید. این گونه پانلها معمولاً باید در جنب در ورودی ساختمان و در طرف قفل در بر روی دیوار مجاور و در ارتفاع ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده نصب شود.

۴-۳-۱-۲ پانل تصویری جلو در ورودی باید در محلی نصب شود که در برابر عوامل طبیعی مانند برف و باران محفوظ باشد و در صورتی که در معرض نفوذ آب یا باران قرار می‌گیرد حداقل درجه حفاظت آن باید برابر با IP45 انتخاب شود و محل ورود کابل به درون جعبه رو به پایین قرار گرفته و با گلند آب‌بندی شود.

۴-۳-۱-۳ جعبه زیرپانل تصویری باید از نظر جنس برای کاربرد موردنظر مناسب بوده و به گونه‌ای نصب شود که بدون درنظر گرفتن اتصال آن به لوله مستقلاً در جای خود مستقر و محکم شده و پانل همسطح رویه خارجی دیوار قرار گیرد.

۴-۳-۲ دستگاه تصویری ارتباط با در ورودی، و سیستم کنترل مرکزی (سانترال)

۴-۳-۲-۱ دستگاه تصویری ارتباط با در ورودی که در داخل واحدها نصب می‌شود معمولاً به صورت دیواری و در ارتفاع ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده خواهد بود و محل دقیق استقرار آن باید بر اساس نقشه‌های معماری و با توجه به محل استقرار مبلمان و دیگر لوازم برقی، بر روی نقشه‌های اجرایی تفصیلی کارگاهی مشخص شده و پس از تصویب دستگاه نظارت اجرا شود.

۴-۳-۲-۲ در ساختمانهای دارای سرایدار که از دستگاه سانترال استفاده می‌شود، محل دقیق استقرار سانترال باید براساس نقشه‌های معماری و با توجه به چیدمان میزلایی بر روی نقشه‌های اجرایی تفضیلی مشخص شده و پس از تصویب دستگاه نظارت اجرا شود.

۴-۴ سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار

۴-۴-۱ نقشه‌ها و دستورالعملهای نصب و بهره‌برداری

۴-۴-۱-۱ هر سیستم سیگنال و فراخوان پرستار باید دارای یک دفترچه راهنمای نصب و بهره‌برداری حاوی اطلاعات زیر باشد:

الف ـ دستورالعمل و نقشه‌های نصب هر دستگاه: در مواردی که دستگاهها باید در وضعیت ویژه‌ای استقرار یابد باید در دستورالعمل نصب یا با نشانه‌گذاری بر روی دستگاه مشخص شود.

ب ـ محل قرار گرفتن کنترلها بر روی دستگاهها باید با شکل نشان داده شود.

پ ـ شرح عملکرد هر یک از کلیدهای کنترل

ت ـ روش گام به گام چگونگی استفاده از دستگاهها

ث ـ توصیه‌های دوره‌ای برای سرویس و نگهداری دستگاهها

ج ـ ملاحظات ایمنی برای کاربری و سرویس دستگاهها

چ ـ نقشه مدارها

ح ـ شرح عملکرد مدارها

۴-۴-۱-۲ هر سیستم فراخوان پرستار یا واحد سیگنال بسته به مورد باید دارای یک یا چند نقشه سیمکشی نصب باشد. نقشه یا نقشه‌های یاد شده باید به دستگاه کنترل اصلی الصاق شود و در صورتی که به صورت جداگانه ارائه می‌شود باید شماره نقشه و تاریخ صدور آن بر روی کنترل اصلی علامتگذاری شده و به نقشه یا نقشه‌های مربوط ارجاع داده شود.

۴-۴-۱-۳ نقشه سیمکشی نصب باید دارای یک نمای تصویری یا معادل آن از محل اتصالات سیمها و کابلها و ترمینالهای مربوط باشد. شماره ترمینالها بر روی دستگاه و نقشه باید یکسان باشد.

۴-۴-۱-۴ اطلاعات زیر باید برای مدارهایی که در هنگام نصب دستگاهها اتصالات به آن انجام می‌شود بر روی نقشه سیمکشی نصب درج شود:

الف ـ مدار تغذیه اصلی: میزان ولتاژ، فرکانس، و حداکثر جریان یا مصرف (وات) برق ورودی یک ترمینال یا سیم برای اتصال هادی زمین باید مشخص شود.

ب ـ مدارهای دستگاههای متصل به بیمار: مدارهای تغذیه دستگاههای متصل به بیمار شامل حداکثر تعداد واحدهای قابل اتصال و حداکثر باری که به مدار موردنظر ممکن است متصل شود باید مشخص و نشان داده شود.

پ ـ مدارهای کنترل آویز: مدارهایی که به‌طور مشخص برای سیستمهای فراخوان پرستار و سیگنال درنظر گرفته نشده است باید به گونه‌ای نشانه‌گذاری شود که یا نوع دستگاهی که به آن متصل می‌شود با ذکر نوع دستگاه و شماره سری آن مشخص شود و یا این که ویژگیهای الکتریکی آن شامل ولتاژ و آمپراژ یا ولت مصرفی و فرکانس ذکر شود.

۴-۴-۱-۵ در مواردی که برای اتصال به ترمینالهای مدارهای ولتاژ کم با قدرت محدود از ابزارهای ویژه‌ای استفاده می‌شود، نوع ابزار مورد استفاده باید در دستورالعملهای نصب ذکر شود.

۴-۴-۱-۶ در مواردی که سیستمها یا دستگاهها با برنامه کنترل می‌شود، برای ایجاد تغییرات مجاز در سیستم برای بهره‌برداری عادی باید بخش مجزایی در دستورالعملهای نصب سیستم پیش‌بینی شود و یا این که دفترچه راهنمای جداگانه‌ای برای این منظور درنظر گرفته شود.

۴-۴-۲ اتصالات سیستم سیمکشی

۴-۴-۲-۱ ظرفیت بار ترمینالها و سیمهای اتصال مورداستفاده در تجهیزات سیستم سیگنال و فراخوان پرستار بیمارستان باید متناسب با ولتاژ و جریان دستگاه موردنظر انتخاب شود.

۴-۴-۲-۲ به‌منظور جلوگیری از نشت جریان برق، هادیهای ولتاژ کم باید مجزا از هادیهای ولتاژ بالا کشیده شود و در مواردی که در یک کانال یا مجرا کشیده می‌شود باید با احداث موانع لازم از یکدیگر جدا شود.

۴-۴-۳ استقرار لوازم و تجهیزات

۴-۴-۳-۱ لوازم و تجهیزات سیستمهای سیگنال و فراخوان پرستار باید به گونه‌ای در جای خود استقرار یابد که در برابر شل شدن یا چرخشی که عملکرد آن را مختل سازد و یا حداقل فواصل تعیین شده در جدول ۳-۱ را کاهش دهد مقاوم باشد.

۴-۴-۳-۲ اصطکاک بین سطوح نباید تنها وسیله جلوگیری از چرخش یک وسیله یا دستگاه در محل استقرار آن باشد مگر در مواردی که از واشر قفلی برای نصب لوازم کوچک با یک پایه استفاده شود.

۴-۴-۳-۳ کلیه قسمتهای برقدار عایقبندی نشده و همچنین ترمینالهای اتصال باید بر روی یک سطح نگهدارنده به‌طور ثابت به شیوه‌ای غیر از استفاده از اصطکاک نصب شود به گونه‌ای که فواصل بین اجزای مختلف از مقادیر تعیین شده تغییر نکند. مجموعه کنتاکتها باید به گونه‌ای ساخته شود که

فواصل تنظیم شده آن در شرایط بهره‌برداری مداومت داشته باشد.

۴-۴-۴ منبع تغذیهٔ دوم

۴-۴-۴-۱ در مواردی که دستگاهها دارای منبع تغذیه دوم مانند سیستم باتری می‌باشد، باتریها باید از نوع بسته و یا مجهز به افشانگ گیر[1] بوده و با استفاده از یکسوسازهایی شارژ شود که بخشی از مجموعه تجهیزات کنترل باشد.

۴-۴-۴-۲ باتریها باید به گونه‌ای استقرار یافته و نصب شود که بر اثر جابجایی آن، ترمینالهای سلولهای مختلف با یکدیگر یا با قسمتهای فلزی پوشش باتریها در تماس قرار نگیرد.

۴-۴-۴-۳ ترتیب استقرار باتریها همچنین باید به گونه‌ای باشد که دسترسی به سلولها برای کنترل مخزن مخصوص الکترولیت به آسانی امکانپذیر باشد.

۴-۴-۴-۴ شارژ ترمیم باتری باید به گونه‌ای محدود شود که با حداکثر نرخ شارژ، گازهای باتری باعث اختلال در سیستم تجهیزات نشود.

۴-۴-۴-۵ نرخهای شارژ جزیی و سریع نباید از میزان تعیین شده به وسیله سازنده تجاوز نماید.

۴-۴-۴-۶ در مواردی که از باتریها جانشین[2] استفاده می‌شود، مدار باید از نوع ولتاژ کم با قدرت محدود باشد.

1 - Spray Trap

2 - Standby

واژه نامه انگلیسی ـ فارسی

Auto iris	عدسی با تنظیم نور خودکار
Automatic switchover relay	رله تبدیل خودکار
Centralized system	سیستم متمرکز
Central Processing Unit (CPU)	دستگاه فرایند مرکزی
Conventional system	سیستم متعارف
Critical Care Areas	مناطق مراقبتهای ویژه
Direct screen	صفحه مستقیم (مانیتور)
Film coated	(هادی) با روکش غشایی
General Care Areas	مناطق مراقبتهای عمومی
Grounded conductor	هادی زمین شده، خنثی
Grounding conductor	هادی اتصال زمین
Grounding conductor, equipment	هادی اتصال زمین تجهیزات
Integrated system	سیستم یکپارچه
Impact test	آزمون ضربه
Jarring test	آزمون ایستایی در برابر ضربه یا لرزش
LED (Light Emitting Diode)	چراغ نشانگر
Lens mount	عدسی‌دار
Menu	فهرست
Oxygen-enriched atmospheres	محیطهای غنی شده از اکسیژن
Patient Care Areas	مناطق مراقبت از بیمار
Pendant controls	کنترلهای آویز
Pinhole camera	نوعی دوربین بدون لنز
Plug-in components	اجزای قابل اتصال به یکدیگر
Reflex screen	صفحه انعکاسی

قابل بازنشانی	Resettable
قابلیت جداسازی تصویر ـ وضوح و روشنی تصویر	Resolution
افشانک گیر	Spray trap
باتریهای جانشین	Standby batteries
سیستم عیب‌یابی با سیمکشی حلقوی	Supervised loop wiring system
رله کلیدزنی	Switching relay
آزمون زودگذر	Transient test
حافظه ناپایدار	Volatile memory

فهرست منابع و استانداردها

[1] ITU-T Recommendation P.76 (1988), Determination of loudness ratings; fundamental principles

[2] ITU-T Recommendation P.78 (1996), Subjective testing method for determination of loudness ratings in accordance with recommendation P.76

[3] ITU-T Recommendation P.79 (1993), Calculation of loudness ratings for telephone sets

[4] ITU-T Recommendation P.16 (1988) , Subjective effects of direct crosstalk, thresholds of audibility and intelligibility

[5] ITU-T Recommendation P.64 (1997), Determination of sensitivityl frequency characteristics of local telephone systems

[6] ITU-T Recommendation P.340 (1996), Transmission characteristics of hands - free telephones

[7] IEC 60326 Printed boards

[8] IEC 60478 Stabilized power supplies, d.c.output

[9] IEC 60269 Low - voltage fuses

[10] IEC 60364 - 5-54 Earthing arrangements and protective conductors

[11] IEC 60445 Identification of apparatus terminals and general rules for a uniform system of terminal maarking, using an alphanumeric notation

[12] IEC 60446 Identification of Insulated and bare conductors by colours

[13] IEC 60529 Classification of degrees of protection provided by enclosures

[14] IEC 60536 Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock

[15] IEC 60268 - 5 Part 5, Loudspeakers

[16] IEC 60268 - 14 Part 14: Circular and elliptical loudspeakers; outer frame diameters and mounting dimensions

[17] IEC 60581 - 6 : High fidelity audio equipment and systems; Minimum performance requirements

[18] IEC 60268 - 3 Part 3 - Sound system amplifiers

[19] IEC 60581 - 6 Part 6. Amplifiers

[20] UL 1069 Hospital signaling and nurse call equipment

فصل چهارم

بخش الف: سیستم آنتن همگانی

۱ کلیات

این بخش آنتن‌های گیرنده امواج تلویزیونی با پولاریزاسیون خطی در محدوده فرکانسی ۳۰ MHz تا ۱GHz را پوشش می‌دهد. هدف اصلی تعیین خصوصیات الکتریکی و مکانیکی ضروری آنتن‌ها، همچنین مشخص نمودن شرایط و روشهای اندازه‌گیری پارامترهای عملکرد الکتریکی آن و بالاخره ایجاد هماهنگی و یکنواختی در ارائه مشخصات فنی عملکرد آنتن‌های گیرنده سیگنالهای رادیویی و تلویزیونی می‌باشد.

در این مشخصات فنی از اصطلاحات و تعاریف زیر استفاده می‌شود.

۱ـ۱ آنتن گیرنده

قسمتی از سیستم گیرنده رادیویی یا تلویزیونی است که بعنوان واسط و مبدل بین امواج الکترومغناطیسی دریافتی و جریانها یا میدانهای فرکانس رادیویی هدایت شونده در خط انتقال مرتبط، عمل می‌کند. لازم به یادآوری است که این تعریف معمولاً شامل هر گونه وسایل و ادوات تطبیق امپدانس، بالون‌ها و تجهیزات فعال مکمل می‌باشد. همچنین آن بخشهایی از خط انتقال، ساختار نگهدارنده و سایر وسایلی که به علت مجاورت و نیز ضرورت استفاده از آن به منظور نصب، بر عملکرد الکتریکی تأثیر می‌گذارد جزء این سیستم محسوب می‌گردد.

۱ـ۱ـ۱ آنتن گیرنده فعال:

آنتنی است که شامل وسیله‌ای فعال بعنوان بخش مکمل و ضروری برای کارکرد صحیح آن می‌باشد.

۱ـ۲ بهره آنتن:

نسبتی است بر حسب دسیبل که در آن توان تحویلی به بار مقاومتی (مطابق بند ۳-۱-۱ تعریف می‌شود). در شرایطی که آنتن در میدان یکنواخت موج الکترومغناطیسی صفحه‌ای با پولاریزاسیون خطی به‌طور بهینه توجیه شده است، به توان در دسترس از یک دیپل نیم موج که به بار صحیحی منتهی شده و بطور بهینه در همان میدان موج قرار گرفته باشد تقسیم می‌گردد. همچنین بهره آنتن را می‌توان به صورت بهره نسبی، در مقایسه با آنتن یکسانگرد[1] بیان نمود. بهره دیپل نیم موج نسبت به آنتن یکسانگرد از نظر تئوری ۲/۱۵ دسیبل است. به استثنای مواردی که به صراحت ذکر شده باشد، عددی که بهره آنتن را بیان می‌کند به بهره در جهت پره اصلی اشارت دارد. هنگامی که آنتن به منظور دریافت امواج در جهتی متفاوت با جهت پره اصلی طراحی شده باشد، جهتی که به ازای آن بهره داده شده است بایستی همیشه مشخص شود. همچنین، نوع آنتن مرجع و بیان بهره به صورت نسبت عددی یا دسیبل باید به صورت واضح ذکر گردد.

۱ـ۳ حفاظت جهت پذیری:

نسبت حداکثر بهره در جهت پره اصلی به حداکثر بهره در جهت پره فرعی بر حسب دسیبل را حفاظت جهت پذیری آنتن گویند.

۱ـ۴ حفاظت پولاریزاسیون متقابل:

نسبت توان دریافتی از یک موج با پولاریزاسیون خطی در صفحه پولاریزاسیون طرح شده در یک آنتن، به توان دریافتی از موجی با پولاریزاسیون متعامد ولی با دامنه یکسان در همان آنتن را حفاظت پولاریزاسیون متقابل نامند. این نسبت بر حسب دسیبل بیان می‌شود.

۱ـ۵ پهنای پرتو:

پهنای زاویه پره اصلی، در هر دو صفحه E (میدان الکتریکی) و H (میدان مغناطیسی) بین نقاطی که اندازه بهره ۳ دسیبل کمتر از مقدار حداکثر آن می‌باشد را پهنای پرتو آنتن می‌گویند. پهنای پرتو بر حسب درجه بیان شده و بطور جداگانه در صفحه E و H مشخص و توصیف می‌گردد.

1- Isotropic

۱ـ۶ پهنای باند:

گستره پیوسته‌ای فرکانس را که در آن مشخصه‌ها یا پارامترهای عملکرد آنتن با مقدار مشخص شده‌ای مطابقت دارد را پهنای باند نامند.

۱ـ۶ـ۱ پهنای باند بهره:

عبارت است از گستره فرکانسی که در آن بهره آنتن بیشتر از مقدار معین و مشخص شده‌ای تغییر نمی‌کند.

۱ـ۶ـ۲ پهنای باند حفاظت جهت پذیری:

گستره فرکانسی که در آن حفاظت جهت پذیری از مقدار مشخص شده‌ای کمتر نباشد را پهنای باند حفاظت جهت پذیری آنتن نامند.

۱ـ۶ـ۳ پهنای باند امپدانس:

عبارت است از گستره فرکانسی که در آن تغییرات در امپدانس ترمینال آنتن سبب افزایش اندازه ضریب انعکاس یا نسبت موج ساکن[1] (SWR) در ترمینال آنتن، بیش از یک مقدار معین نگردد.

۱ـ۶ـ۴ پهنای باند حفاظت پولاریزاسیون متقابل:

گستره فرکانسی که در آن حفاظت پولاریزاسیون متقابل از مقدار معینی کمتر نباشد را پهنای باند حفاظت پولاریزاسیون متقابل نامند.

۱ـ۶ـ۵ پهنای باند کار:

عبارت است از گستره فرکانسی که در آن بهره، حفاظت جهت پذیری، امپدانس و در صورت لزوم حفاظت پولاریزاسیون متقابل مشخص شده، همه در محدوده تعیین شده‌ای باقی بماند.

۱ـ۷ چگالی سطح توان:

توان ارسالی در واحد سطح عمود بر جهت انتشار صفحه موج الکترومغناطیسی را چگالی سطحی توان می‌نامند. آن را بر حسب وات بر متر مربع بیان کرده و بر اساس رابطه زیر به صورت تابعی از

1- Standing Wave Ratio

شدت میدان الکتریکی بر حسب ولت بر متر نیز توصیف می‌کنند.

$$S=\frac{E^2}{120\pi}$$

۱ـ۸ وسیله ترمینال:

وسیله‌ای برای ایجاد اتصال بین آنتن و تغذیه آن را وسیله ترمینال نامند.

۱ـ۹ بارباد:

نیروهای افقی که به علت مقاومت آنتن در برابر باد بر دکل نگهدارنده وارد می‌شود را بارباد گویند. این بارها در بادهای با سرعت‌های مختلف متفاوت بوده و تحت عنوان بار دینامیکی معرفی می‌شود. در صوتی که برف یا یخ روی آنتن نشسته باشد بار باد تحت عنوان بار استاتیکی مطرح می‌شود. هنگامی که مشخصات مکانیکی آنتن ذکر می‌گردد در جدول مشخصات به حداکثر سرعت باد قابل تحمل (بر حسب متر بر ثانیه) و بار باد (برحسب نیوتن) در سرعت بادهای قابل تحمل اشاره می‌شود. بر اساس سرعت باد قابل تحمل، نیروی باد در هر دو جهت افقی و قائم آنتن ذکر شده و هرچه تعداد شاخه‌های آنتن بیشتر شود، این مقدار تحمل بایستی افزایش یابد.

۱ـ۱۰ بار یخ:

بار اضافی ایجاد شده به علت وجود یخ بر روی آنتن و ساختار نگهدارنده آن را بار یخ نامند.

۱ـ۱۱ آزمونهای نوعی[1]:

آزمونهایی است که تولید کننده در مورد نمونه‌های انتخاب شده به صورت تصادفی انجام داده و برآورده شدن مشخصات فنی عملکرد مورد نیاز را توسط نوع آنتن مورد نظر وارسی می‌کند.

۱ـ۱۲ آزمونهای تأییدی[2]:

آزمونهایی است که بنا به توافق بین خریدار و تولید کننده به منظور تأیید صورت می‌پذیرد.

۱ـ۱۳ آنتن استاندارد انتقال:

آنتن مرجعی است که دارای ساختمان مشخص و به سهولت قابل تولید بوده و بهره و جهت پذیری

1- Type Test
2- Approval Tests

بزرگتر از دیپل نیم موج دارد. بهره و جهت پذیری این آنتن را می‌توان با محاسبه تعیین کرده و در صورت لزوم آن را از طریق اندازه‌گیری تأیید نمود تا بر اساس پایداری کافی آن، از این آنتن بعنوان استاندارد انتقال به منظور اندازه‌گیری‌های بهره آنتن استفاده کرد.

۱ـ۱۴ الگوی[1] جهت پذیری:

عبارت است از نمایش ترسیمی نسبت ولتاژ (جریان) خروجی آنتن، در فرکانس معین و در صفحه مشخص، به حداکثر ولتاژ (جریان) خروجی در همان صفحه بعنوان تابعی از زاویه چرخش (از صفر تا ۳۶۰ درجه و با پله‌های فرضاً ۱ درجه یا ۵ درجه)، هنگامی که آنتن در یک میدان یکنواخت قرار گرفته باشد. از آنجا که شدت میدان با ولتاژ (جریان) متناسب است، این الگو را، در بعضی مواقع، الگوی جهت پذیری شدت میدان می‌نامند. با این نمایش ترسیمی می‌توان به سهولت بهره آنتن، پهنای پرتو، حفاظت جهت پذیری، حفاظت پولاریزاسیون متقابل، نسبت جلو به عقب آنتن را اندازه‌گیری نمود.

۱ـ۱۵ امپدانس:

عبارت است از امپدانس در وسیله ترمینال. امپدانس آنتن یکی از ویژگیهای مهم آنتن است و مقدار آن در راندمان تشعشع یا جذب امواج الکترومغناطیسی بسیار مؤثر می‌باشد. مقدار امپدانس ورودی آنتن نه تنها بستگی به قطعات آنتن، بلکه به محل تغذیه و نوع تغذیه آنتن هم بستگی دارد. به منظور اینکه تمام توان خط تغذیه به آنتن منتقل گردد (با حداقل تلفات)، ضروری است که آنتن به صورت یک بار کاملاً اهمی عمل نموده و مقدار آن برابر با امپدانس مشخصه خط باشد. تنها تحت این شرایط است که هیچگونه انرژی برگشتی در محل تغذیه خط به آنتن وجود نخواهد داشت.

۱ـ۱۶ ضریب انعکاس:

اگر امپدانس مشخصه خط انتقال آنتن برابر Zo بوده و امپدانس آنتن را $Z\alpha$ در نظر بگیریم، ضریب انعکاس r عبارت است از:

$$r = \frac{Z_a - Z_o}{Z_a + Z_o} = |r| \; exp(j\Psi)$$

Zo بر طبق مفاد بند ۳ – ۱ – ۱ برابر بار مقاومتی خواهد بود.

1- Pattern

۱ـ۱۷ نسبت اتلاف برگشتی[1]:

نسبت اتلاف برگشتی برابر معکوس قدر مطلق ضریب انعکاس بوده و بر حسب دسیبل بر اساس رابطه زیر بیان می‌شود.

$$A_z = 20\ log \frac{l}{|r|}$$

وجود انرژی برگشتی به سبب عدم تطبیق امپدانس آنتن می‌باشد.

۱ـ۱۸ نسبت موج ساکن:

نسبت حداکثر ولتاژ به حداقل آن در یک خط بدون اتلاف و با امپدانس مشخصه Zo که به آنتن متصل شده است را نسبت موج ساکن یا SWR می‌نامند. لازم به ذکر است که فاصله بین یک حداکثر و حداقل بعدی برابر با $\frac{\lambda}{4}$ است. رابطه زیر بین نسبت موج ساکن و ضریب انعکاس برقرار است.

$$S = \frac{l + |r|}{l - |r|}$$

در پیوست ج، جدول ج ۲ ارتباط بین اتلاف برگشتی، ضریب انعکاس و نسبت موج ساکن ولتاژ را نشان می‌دهد.

۱ـ۱۹ نسبت جلو به عقب:

این نسبت بر حسب دسیبل عبارت است از نسبت شدت میدان دریافتی از آنتن در حالت کاملاً هم جهت با آنتن فرستنده به شدت میدان دریافتی از آنتن در حالی که آنتن 180° چرخیده و عقب آن کاملاً هم جهت با آنتن فرستنده شود.

۲ استاندارد ساخت:

آنتن‌های گیرنده سیگنال رادیوئی و تلویزیونی در گستره فرکانسی ۳۰ MHz تا ۱ GHz باید بر طبق جدیدترین اصلاحیه یا نسخه استاندارد BS5640:Part 1:1978 یا IEC60597-1:1977 و استاندارد BS5640:Part2:1978 یا IEC60597-2:1977 و نیز استاندارد IEC60597-4:1983 تولید و مورد

1- Return Loss Ratio (RLR)

آزمون قرار گیرد.

۳ مشخصات الکتریکی و مکانیکی آنتن‌ها

۳ـ۱ مشخصات فنی و خصوصیات ضروری آنتن‌های گیرنده

به منظور تضمین یکنواختی عملکرد و ساختمان آنتن و هماهنگی آن با مشخصات فنی استاندارد شده، خصوصیات زیر بایستی در صورت لزوم در اوراق مشخصات فنی آنتن گنجانده شود.

۳ـ۱ـ۱ بار مقاومتی: این بار با امپدانس مشخصه اسمی خط انتقال آنتن برابر خواهد بود.

۳ـ۱ـ۲ پهنای باند

۳ـ۱ـ۲ـ۲ پهنای باند حفاظت جهت پذیری

۳ـ۱ـ۲ـ۳ پهنای باند امپدانس

۳ـ۱ـ۲ـ۴ پهنای باند حفاظت پولاریزاسیون متقابل

۳ـ۱ـ۲ـ۵ پهنای باند کار

۳ـ۱ـ۳ حفاظت جهت پذیری

۳ـ۱ـ۴ حفاظت پولاریزاسیون متقابل

۳ـ۱ـ۵ پهنای پرتو

۳ـ۱ـ۶ ضریب انعکاس (یا SWR یا RLR)

۳ـ۱ـ۷ بهره

۳ـ۱ـ۸ بار باد

۳ـ۱ـ۹ بار یخ

۳ـ۱ـ۱۰ حجم (مونتاژ شده)

۳ـ۱ـ۱۱ حجم (برای حمل)

۳ـ۱ـ۱۲ ابعاد

۳ـ۱ـ۱۳ آزمونهای محیطی

۳ـ۱ـ۱۴ اطلاعات اختصاصی نوع IEC

بهره، حفاظت جهت پذیری و حفاظت پولاریزاسیون متقابل در تعیین کیفیت عملکرد، به خصوص در آنتنهایی که برای دریافت بیش از یک کانال به کار می‌رود و نیز در مناطقی که تداخل هم کانال محتمل است، نقش بسیار مهمی را ایفاء می‌نماید.

راهنمای کلی تغییرات بهره برای چند رده متداول از سرویسهای آنتن در جدول ۴-۱ ارائه شده است. همچنین بعنوان یک راهنمای کلی برای آنتن‌های گیرنده، ضرایب انعکاس در ترمینال آنتن نصب شده نبایستی از مقادیر مندرج در جدول ۴-۲، به ازای بهره و پهنای باند مشخص، تجاوز ننماید.

حفاظت جهت پذیری پارامتر مهمی در برآورد قابلیت آنتن برای حذف تداخل هم کانال بوده و در مشخصات فنی آنتن بایستی در ارتباط با رده سرویسی که آنتن برای آن مورد لزوم است به صورت کمی مشخص گردد. سه منحنی فوقانی شکل ۴-۱ پوش الگوی تشعشع کلی را که به منظور طراحی تهیه شده است نشان می‌دهند.

جدول ۴-۱: تغییرات بهره برای چند رده از سرویس‌های آنتن

نوع آنتن	پهنای باند تک کاناله (MHz)	سرویس	باند	گستره فرکانسی (MHz) (یادآوری ۱)	حداکثر تغییرات بهره (dB)
تک کاناله	۵-۱۴	تلویزیونی	VHF	۱۰۸-۴۰	±۲
چند کاناله		تلویزیونی	VHF	۱۰۸-۴۰	±۲ (یادآوری ۲)
چند کاناله FM		رادیوئی	VHF	۱۰۸-۶۶	±۴ (یادآوری ۱)
تک کاناله	<۸	تلویزیونی	VHF	۲۵۴-۱۷۴	±۱/۵
تک کاناله	۱۴	تلویزیونی	VHF	۲۱۶-۱۶۲	±۲
چند کاناله		تلویزیونی	VHF	۲۵۴-۱۶۲	±۲ (یادآوری ۱ و ۲)
پوشش چند کاناله	<۲۰۰MHz	تلویزیونی	UHF	۹۶۰-۴۷۰	±۱/۵
پوشش چند کاناله	۲۰۰ MHz تا ۳۰۰ MHz	تلویزیونی	UHF	۹۶۰-۴۷۰	±۲ (یادآوری ۲)
پوشش چند کاناله	> ۳۰۰ MHz	تلویزیونی	UHF	۹۶۰-۴۷۰	±۳ (یادآوری ۲)

یادآوری ۱: گستره دقیق فرکانسی به ناحیه‌ای که در آن آنتن به کار می‌رود بستگی دارد.

یادآوری ۲: پیشنهاد می‌شود که تغییرات بهره در هر تک کانال از ±۱/۵ دسیبل تجاوز ننماید.

جدول ۴-۲: حداکثر ضریب انعکاس برای چند رده از سرویس‌های آنتن

رده سرویس آنتن	قدر مطلق حداکثر ضریب انعکاس	حداکثر SWR	نسبت اتلاف برگشتی (dB)
تک کاناله VHF/TV (۱۰۸-۴۰ MHz)	۰/۵	۳	۶/۰
چند کاناله VHF/TV (۱۰۸-۴۰ MHz)	۰/۵	۳	۶/۰
چند کاناله VHF/FM رادیوئی (۱۰۸-۶۶ MHz)	۰/۵	۳	۶/۰
تک کاناله VHF/TV(۲۵۴-۱۶۲ MHz)	۰/۴۳	۲/۵	۷/۳
چند کاناله VHF/UHF TV	۰/۴۳	۲/۵	۷/۳

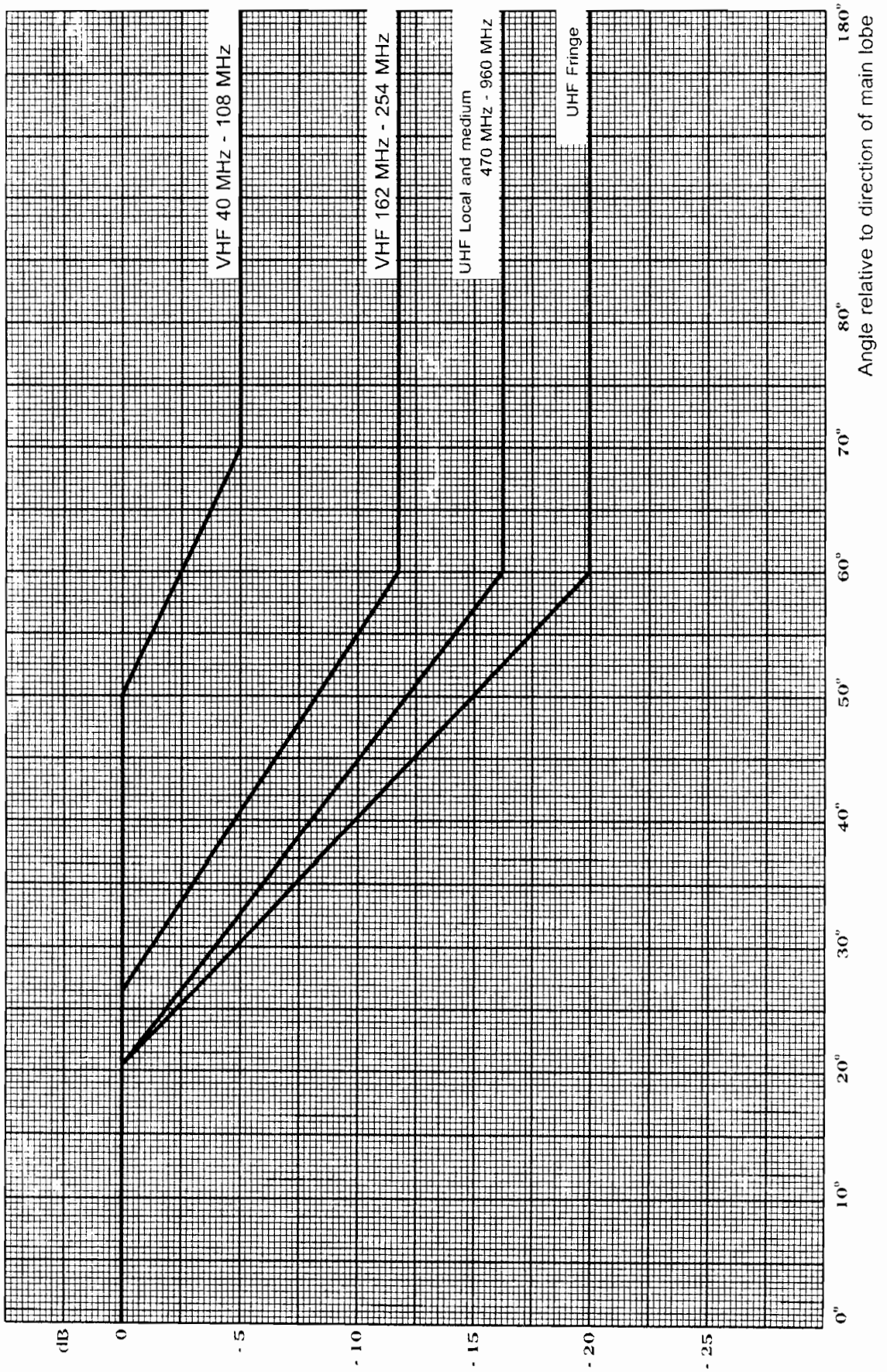
به منظور برآوردن این الزامات در مناطق متراکم و در شرایط وجود اختلال حاصل از انعکاسها، عملکرد آنتن گیرنده، که با سیگنالهای بدون اختلال اندازه‌گیری می‌شود بایستی درون این محدوده‌ها باشد. مثالی از عملکرد مطلوب آنتن برای رسیدن به حفاظت رضایت بخشی در حاشیه سرویس UHF در منحنی زیرین شکل ۱ نشان داده شده است.

حفاظت پولاریزاسیون متقابل مشخصه مهمی به خصوص در مناطقی که پولاریزاسیون متعامد به‌منظور کاهش تداخل هم کانال به کار می‌رود می‌باشد. این پارامتر همچنین اثرات نامطلوب سیگنالهای انعکاسی را کاهش می‌دهد. مقدار تمایزی که می‌توان به آن دست یافت به طراحی سیگنال بستگی خواهد داشت. سطح تشعشع بر قطبش[1] در هر جهت زاویه سمت باید حداقل ۲۰ دسیبل کمتر از تشعشع هم قطبش[2] در جهت پره اصلی باشد. تشعشع بر قطبش کمتر که به معنای حفاظت پولاریزاسیون متقابل بهتر است، به استثنای آنتن‌های بسیار ساده بایستی قابل دستیابی باشد. در مواردی که مقادیر بیشتر در مشخصات فنی آنتن پیش بینی شده باشد آن را باید بعنوان حداقل‌های الزامی تلقی کرد.

به منظور تأمین یکنواختی در مشخصات فنی آنتن‌های گیرنده و خصوصیات اساسی و مورد لزوم که باید در ورقه مشخصات فنی پیش بینی گردد قالب استانداردی در جدول ۴-۳ ارائه شده است. باید توجه کرد که اضافه نمودن یا حذف کردن داده‌ها در این ورقه مشخصات فنی و تعیین کمّی سایر داده‌ها به صلاحدید تولید کننده بستگی داشته و می‌تواند بر اساس توافق بین تولید کننده و مصرف کننده تعیین شود. همچنین باید اذعان کرد که فضا برای پیش بینی داده‌های اضافی در قالب مذکور در نظر گرفته شده است. مثالی از ورقه مشخصات فنی کامل شده در پیوست الف ارائه شده است.

1- Cross polar

2- Copolar



شکل ۴-۱ـ پوش الگوی تشعشع آنتن

جدول ۴-۳ـ قالب ورقه مشخصات فنی آنتن

	(تولیدکننده)	
(نوع آنتن)	**(شماره مدل)**	**(گستره فرکانسی / پوشش کانالی)**

ساختار

ابعاد			
مونتاژ شده		بسته بندی شده	
طول کل (mm)		طول (mm)	
حداکثر پهنا (mm)		پهنا (mm)	
حداکثر ارتفاع (mm)		ارتفاع (mm)	
وزن مونتاژ شده (kgr)		وزن کل بسته (kgr)	
وسایل اضافی موجود در بسته			

مشخصات الکتریکی

آزمون‌ها	نشریه IEC 60597		داده‌ها
	بخش	بند	
بهره (dB)			
تغییرات بهره (dB)			
پهنای پرتو صفحه E (درجه)			
پهنای پرتو صفحه H (درجه)			
امپدانس ترمینال (Ω)			
ضریب انعکاس			
حفاظت جهت پذیری صفحه E (dB)			
حفاظت جهت پذیری صفحه H (dB)			
حفاظت پولاریزاسیون متقابل (dB)			
پهنای باند امپدانس (MHz)			
پهنای باند حفاظت جهت پذیری (MHz)			
پهنای باند پولاریزاسیون متقابل (MHz)			
پهنای باند کار (MHz)			
پهنای باند بهره (MHz)			

مشخصات مکانیکی

آزمون‌ها	نشریه IEC 60597		داده‌ها
	بخش	بند	
حداکثر سرعت باد مجاز (m/s)			
بار باد (N) در سرعت باد مشخص (m/s)			
بار باد با یخ (N) در سرعت باد مشخص (m/s)			
بار یخ (N)			
استحکام وسیله ترمینال			
نوع وسیله ترمینال			
نوع کابل تغذیه			
حداکثر قطر کابل تغذیه (mm)			

آزمون محیطی

آزمون‌ها			
ارتعاش			
مه نمک			
اتمسفر صنعتی			
مقاوم در برابر هوا			

۳ـ۲ آزمونهای نوعی و تأییدی

به منظور تعیین مطابقت مشخصات آنتن‌ها با استاندارد و الزامات عملکردی ورقه مشخصات مربوطه، آزمونهای نوعی انجام می‌گیرد. این آزمونها بعنوان قسمتی از کنترل کیفیت تولید کننده درباره تمام پارامترهای عملکردی مشخص صورت می‌پذیرد تا موضوع مطابقت را مورد وارسی قرار دهد. نمونه‌های به کار رفته در آزمونهای نوعی به صورت تصادفی باید انتخاب شده و بیانگر کیفیت دسته یا دوره تولید مربوط باشد.

بنا به درخواست خریدار، آزمونهای تأییدی باید مورد توافق تولید کننده و خریدار قرار گیرد. تولید کننده، در صورت اقتضاء، باید مدارکی از سوابق آزمون خویش مبتنی بر اینکه آنتن‌ها در واقع با استاندارد مطابقت می‌کند ارائه دهد.

۴ روشهای اندازه‌گیری پارامترهای عملکرد الکتریکی آنتن‌ها

۴ـ۱ روشهای اندازه‌گیری

۴ـ۱ـ۱ ضریب انعکاس

در اغلب موارد، اندازه ضریب انعکاس یا نسبت موج ساکن بعنوان تابعی از فرکانس در گستره‌ای که به ازای آنتن طراحی شده است اطلاعات کافی به ما ارائه می‌دهد. یکی از این دو پارامتر را می‌توان از دیگری بدست آورد یا آن را با استفاده از امپدانس آنتن از طریق محاسبه یا خواندن نمودار امپدانس اسمیت[1] بطور مستقل تعیین کرد. نکات مندرج در بند فرعی ۴ـ۲ـ۲ بایستی در نظر گرفته شود.

بر اساس اندازه‌گیریهایی با استفاده از خط شیاردار، روش جاروب فرکانسی (به نشریه IEC 60107، روشهای توصیه شده برای اندازه‌گیری در گیرنده‌های انتقال پخش تلویزیونی، بند فرعی ۳ـ۵ مراجعه کنید) یا روش رفلکتومتر[2]، ضریب انعکاس را می‌توان محاسبه کرد.

۴ـ۱ـ۱ـ۱ نمایش ترسیمی

اندازه ضریب انعکاس یا نسبت موج ساکن یا نسبت اتلاف برگشتی (RLR) باید بعنوان تابعی از فرکانس ارائه شده و نقاط اندازه‌گیری بطور واضح مشخص شده باشد. بار مقاومتی معین که به ازای آن آنتن طراحی شده است باید ذکر گردد.

1- Smith Impedance Chart 2-Reflectometer

۴ـ۱ـ۲ بهره

بنا به قانون هم پاسخی، هر آنتن (به استثنای آنتن گیرنده فعال) که بعنوان آنتن فرستنده یا بعنوان آنتن گیرنده مورد آزمون قرار گیرد مشخصه‌های معادلی از خود بروز خواهد داد. هریک از دو مورد را می‌توان برای اندازه‌گیری بهره و جهت پذیری بکار برد. بهره را باید با استفاده از روش جایگزینی، بند فرعی ۴ـ۱ـ۲ـ۱ الف و ب یا بر اساس روش هم پاسخی (آنتن‌های یکسان)، بند فرعی ۴ـ۱ـ۲ـ۲ اندازه‌گیری نمود.

۴ـ۱ـ۲ـ۱ اندازه‌گیری بهره با استفاده از روش جایگزینی

الف ـ آنتن به همراه سیستم پایه آن، بایستی در محلی مطابق مفاد بند ۵ نصب شده و در معرض موج الکترومغناطیس صفحه‌ای تابشی با پولاریزاسیون متناظر با طراحی آنتن قرار گیرد. توان خروجی آنتن که به بار مقاومتی معینی تحویل می‌شود بایستی با توان حاصل از دیپل مرجع یا آنتن استاندارد انتقال جایگزین شده مقایسه شود.

ب ـ آنتن به همراه سیستم پایه آن، بایستی در محلی مطابق مفاد بند ۵ نصب شده و به یک منبع فرکانس رادیوئی با امپدانسی برابر با بار مقاومتی معین متصل گردد. توان تحویلی به ترمینالهای این آنتن به منظور ایجاد شدت میدان مشخصی در آنتن گیرنده دوردست، با توانی که باید به آنتن استاندارد انتقال یا دیپل مرجع داده شود تا همان شدت میدان را در همان آنتن گیرنده دوردست ایجاد نماید بایستی مقایسه شود.

برای استفاده از روشهای الف و ب فوق، دیپل نیم موج شده معمولاً بعنوان آنتن مرجع در اندازه‌گیری بهره بکار می‌رود، ولی در اغلب موارد ضروری است که از آنتنی که بیشتر جهت دار باشد استفاده کرد (به بند ۳-۱۳ نشریه IEC 60597-1 مراجعه کنید). آنتن استاندارد انتقال باید دارای مشخصه‌های بهره، جهت پذیری و پولاریزاسیون متقابل دقیقاً معلوم و به صورت پایدار قابل حصول باشد. این آنتن باید با ابعاد واقعی و با مشخصات مکانیکی کامل در نقشه‌ها مشخص گردد تا در موارد نیاز بتوان آن را مجدداً پیاده‌سازی کرده و ساخت.

هنگامی که سیستم انتقال غیرمتعادل بکار می‌رود، از تبدیل متعادل به غیر متعادل بین دیپل و سیستم انتقال استفاده شده و اتلاف انتقال درنظر گرفته خواهد شد.

قدر مطلق ضریب انعکاس آنتن مرجع به طرف سیستم انتقال نباید از ۰/۱ در فرکانس‌های اندازه‌گیری تجاوز نماید.

۴ـ۱ـ۲ـ۲ اندازه‌گیری بهره با استفاده از روش هم پاسخی

در این روش، دو نوع آنتن یکسان، برای آزمون مورد نیاز است. یک آنتن بعنوان آنتن فرستنده و دیگری بعنوان آنتن گیرنده بکار می‌رود. هر آنتن با سیستم مونتاژ ذیربط مطابق مفاد بند ۴ـ۳ـ۱ بر روی دکل نصب می‌شود. در طول مدت هر اندازه‌گیری، هر دو آنتن از زمین ارتفاع یکسانی داشته و مقابل یکدیگر قرار دارد.

با توجه به نمادهای زیر:

As = اتلاف اندازه گرفته شده بر حسب دسیبل

Gi = بهره، بر حسب دسیبل، نسبت به آنتن یکسانگرد

d = فاصله بین مراکز فاز دو آنتن

λ = طول موج متناظر با فرکانس اندازه‌گیری

Gd = بهره، بر حسب دسیبل، نسبت به دیپل نیم موج

مشروط بر آنکه اثر انعکاسات زمین قابل صرفنظر کردن باشد، می‌توان نشان داد که اتلاف اندازه‌گیری شده بین این دو آنتن برابر است با:

$$A_s = \left[20 \log \frac{4\pi d}{\lambda} - 2G_i \right] dB$$

در عمل، می‌توان فرض کرد که d تقریباً با فاصله بین نقاط تغذیه دو آنتن برابر است. بهره نسبت به آنتن یکسانگرد را در نتیجه می‌توان با استفاده از اندازه‌گیری اتلاف به صورت زیر محاسبه نمود.

$$G_i = \left[10 \log \frac{4\pi d}{\lambda} - \frac{A_s}{2} \right] dB$$

بهره نسبت به دیپل نیم موج، بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$G_d \left[10 \log \frac{4\pi d}{\lambda} - \frac{A_s}{2} - 2.15 \right] dB$$

۴ـ۱ـ۲ـ۳ نمایش ترسیمی

بهره به صورت منحنی بهره ـ فرکانس در پهنای باند مورد نظر نمایش داده می‌شود. هر فرکانس اندازه‌گیری مجزا و مستقل باید بطور واضح بر روی منحنی مشخص شده و بار مقاومتی معین نیز باید ذکر گردد. نوع و محل آنتن مرجع بکار رفته در اندازه‌گیری باید در این نمایش ترسیمی درج شود. همانطور که در بند فرعی ۳ـ۲ نشریه IEC 60597-1 تعریف شده است بهره با استفاده از دیپل نیم موج بدون اتلاف بعنوان آنتن مرجع تعیین گردیده و بر حسب دسیبل بیان می‌شود.

۴ـ۱ـ۳ الگوی جهت پذیری

اندازه‌گیری الگوی جهت پذیری در محلی که مشخصات آن در بند فرعی ۴ـ۲ـ۱ درج گردیده و در شرایط میدان الکترومغناطیسی یکنواخت و با پولاریزاسیون متناظر با پولاریزاسیون آنتن در طول مدت اندازه‌گیری، صورت خواهد گرفت.

۴ـ۱ـ۳ـ۱ نمایش ترسیمی

الگوی جهت پذیری را می‌توان با استفاده از مقیاس دسیبل نسبت به حداکثر ولتاژ اندازه گرفته شده به‌صورت یک نمودار قطبی نمایش داد. به هر حال مقیاس ولتاژ خطی را نیز می‌توان به کار برد و در هر یک از موارد، الگو را می‌توان در صورت لزوم در مختصات قائم ترسیم کرد. نقاط اندازه‌گیری شده باید به طور واضح بر روی منحنی مشخص شده و درصدی که نقاطه از پره اصلی پائین‌تر می‌باشد بایستی ذکر شود. هنگامی که منحنی پیوسته‌ای اندازه گرفته شده است این موضوع باید بیان شود. فرکانس اندازه‌گیری و توجیه آنتن نسبت به الگوی جهت‌پذیری باید به صورت واضح در نمودار درج گردد.

۴ـ۱ـ۴ حفاظت جهت‌پذیری

حفاظت جهت‌پذیری، مطابق بند فرعی ۳ ـ ۳ نشریه IEC 60597-1 با استفاده از الگوی جهت‌پذیری اندازه گرفته شده در گستره فرکانسی که در بند فرعی ۳ ـ ۶ ـ ۲ همان نشریه مشخص شده است، باید تعیین گردد.

۴ـ۱ـ۵ حفاظت پولاریزاسیون متقابل

در اندازه‌گیری حفاظت پولاریزاسیون متقابل، مولفه متعامد تشعشع حاصل از آنتن فرستنده نقش عمده داشته و نمی‌توان آن را نادیده گرفت. روشهای اندازه‌گیری حفاظت پولاریزاسیون متقابل، در جهت حداکثر بهره و بعنوان الگوی حفاظت جهت‌پذیری پولاریزاسیون متقابل در جهت زوایای سمت الرأس در استانداردهای ذیربط تحت مطالعه بیشتر قرار دارد.

۴ـ۱ـ۶ امپدانس

امپدانس آنتن به همراه سیستم مونتاژ آن را می‌توان با هر روش مناسب اندازه گرفت. در آنتن‌های متقارن ممکن است به بالون‌ها نیاز باشد.

۴ـ۱ـ۶ـ۱ نمایش ترسیمی

امپدانس آنتن ترجیحاً بر روی نمودار امپدانس اسمیت بر حسب فرکانس بعنوان پارامتر رسم شده و نقاط اندازه‌گیری به وضوح مشخص خواهد شد. این امپدانس به منزله بار مقاومتی معین که به ازای آن آنتن طراحی شده است محسوب می‌شود.

۴ـ۲ پایگاه اندازه‌گیری

یک پایگاه اندازه‌گیری مناسب، مکانی با اندازه و ابعاد کافی بوده و نواحی اطراف آن باید عمدتاً فاقد اشیاء منعکس کننده باشد، باید توجه کرد که در شرایطی که اندازه‌گیریها در فرکانس پائین‌تر صورت می‌پذیرد و هنگامی که بهره بالا یا آنتن‌هائی با اندازه بسیار بزرگ مورد آزمون قرار می‌گیرد ابعاد پایگاه نسبتاً بزرگ خواهد بود.

۴ـ۲ـ۱ اندازه‌گیری بهره و الگوی جهت‌پذیری

نکات زیر به اندازه‌گیری بهره و جهت‌پذیری در آنتن‌هائی که بعنوان آنتن گیرنده به کار می‌رود قابل

اعمال است. به منظور پرهیز از خطاهای اندازه‌گیری به واسطه تغییرات اضافی فاز و دامنه در فضائی که توسط آنتن تحت آزمون اشغال شده است، حداقل فاصله بین آنتن‌ها باید بر اساس یکی از دو الزامات زیر تعیین شود. الزامی که فاصله بزرگتر را مشخص کند باید انتخاب و برآورده شود.

الف ـ تغییر فاز در پایگاه اندازه‌گیری، در صفحه‌ای عمود بر جهت انتشار، که در فاصله‌ای برابر با بزرگترین بعد فیزیکی آنتن تحت اندازه‌گیری رخ می‌دهد، نباید از $\frac{\pi}{8}$ رادیان تجاوز کند. به‌منظور برآوردن این الزام، فاصله بین دو آنتن باید حداقل $2\left(b_1^2 + b_2^2\right)/\lambda$ باشد، به طوری که b_1، b_2 بزرگترین ابعاد آنتن‌های به ترتیب فرستنده و گیرنده بوده و λ طول موج می‌باشد.

ب ـ حجم جاروبی اشغال شده توسط آنتن که از دوران دکل آن به وجود می‌آید به اندازه حداقل نصف طول موج در تمام جهات توسعه یافته و توسط یک دیپل آزمون به طول کمتر یا مساوی نصف طول موج و توجیه شده برای پولاریزاسیون به کار رفته مورد کاوش قرار گیرد. مقدار میدان الکترومغناطیسی باید در محدوده $\pm 1dB$ در فرکانس‌های پائین ۳۰۰ MHz و در محدوده $\pm 0.5dB$ در فرکانس‌های بالای ۳۰۰ MHz در این حجم جاروبی ثابت باقی بماند. باید در طول آزمون احتیاط لازم به عمل آید تا این که دیپل بر جهت انتقال عمود نگاه داشته شده و تأثیر کابلها و دستگاهها بر اندازه‌گیری به مقدار حداقل برسد.

تغییر در سطوح سیگنال مشاهده شده باید همیشه بر روی منحنیهای بهره و جهت‌پذیری درج گردد. بعنوان مثال این امر را نمی‌توان با رسم شدت سیگنال به صورت تابعی از ارتفاع آنتن انجام داد. در این منحنی، خط موازی محور طولها را که بیانگر مقدار میانگین است می‌توان رسم نمود. شکل ۴ ـ ۲ در مثال از منحنیها را به ازای (الف) تأثیر انعکاس زمین بسیار قابل توجه است. (ب) تأثیر انعکاس زمین در بخش معینی از منحنی به سختی قابل توجه است، ارائه می‌دهد.

یادآوری = همچنین امکان دارد خطاهائی به وسیله پولاریزاسیون متقابل مانده یا به واسطه کنش متقابل بین آنتن و خط انتقال آن به وجود آید. به منظور به حداقل رساندن این اثرات اقدامات احتیاطی بایستی به عمل آید.

نسبت پاسخ آنتن تحت آزمون به موج مستقیم و به موج منعکسه زمین نباید از نسبت متناظر آنتن مرجع به اندازه ۰/۵ دسیبل برای پولاریزاسیون افقی و ۱ دسیبل برای پولاریزاسیون عمودی بیشتر باشد. بنابراین زاویه بین موج مستقیم و منعکسه زمین به حد کافی کوچک خواهد بود تا این شرط را تحقق بخشد مگر آن که به منظور کاهش موج منعکسه زمین معیارهای زیر در نظر گرفته شود.

الف – استفاده از آنتن فرستنده با جهت‌پذیری بالا در صفحه عمودی

ب – به کار بردن حصارهای تفرقی بین آنتن فرستنده و آنتن گیرنده

پ – استفاده از یک زاویه تابش در زمین که با زاویه شبه بروستر[1] متناظر باشد. در حالت پولاریزاسیون عمودی، این زاویه معمولاً بین 10^{o} تا 17^{o} است.

ت – استفاده از برد مایل به طوری که آنتن منبع در مجاورت زمین قرار گرفته و آنتن تحت آزمون در ارتفاع مستقر شده باشد. هنگامی که الگوهای جهت‌پذیری اندازه‌گیری می‌شود، بهتر است از آنتن فرستنده‌ای استفاده شود که دارای جهت‌پذیری بالا در صفحه واقعی باشد تا از تأثیر انعکاسات حاصل از اشیاء اطراف جلوگیری گردد.

۲ـ۲ـ۴ اندازه‌گیری امپدانس و ضرایب انعکاس

به منظور به حداقل رساندن اثر اشیاء منعکس کننده بزرگ از قبیل زمین بر روی امپدانس آنتن، فاصله هر نقطه از آنتن تحت اندازه‌گیری با زاویه θ از این اشیاء نباید کمتر از مقدار بزرگتر دو کمیت زیر باشد.

$$C_1 . G . e_\theta^2 \lambda \quad \text{یا} \quad C_2 . b$$

به طوری که:

G = بهره، به صورت نسبت عددی، مربوط به آنتن تحت اندازه‌گیری و نسبت به دیپل نیم موج

θ = جابجائی زاویه از جهت پره اصلی

e_θ = نسبت ولتاژ القایی در زاویه θ به ولتاژ القائی در $\theta = 0$ که جهت پره اصلی است.

λ = طول موج بر حسب متر

b = بزرگترین ابعاد آنتن تحت اندازه‌گیری بر حسب متر

C_1، C_2 ضرایب ثابتی است که به دقت مورد نظر بستگی دارد. جدول ۴ ـ ۴ مقادیر ، C_2، C_1 در حالتی که درصد خطای حاصل از وجود اشیاء منعکس کننده بزرگ نباید از مقادیر مشخص شده در ستون اول تجاوز نماید، را نشان می‌دهد.

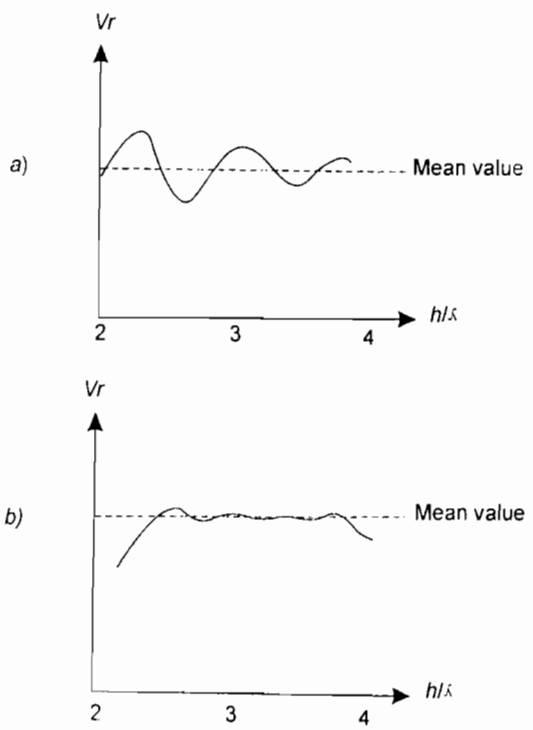
1- Pseudo - Brewster Angle

دقت مورد لزوم	C_1	C_2
٪۱۰	۱/۲	۰/۵
٪۵	۲/۴	۰/۸
٪۳	۴/۰	۱/۳

یادآوری ۱ = هنگامی که اثرات تشدید حاصل از انعکاسات سطحی چندگانه در فضای اطراف آنتن رخ می‌دهد این مقادیر معتبر نیستند.

یادآوری ۲ = به منظور اطمینان از این که اشیاء منعکس کننده کوچک از قبیل وسایل اندازه‌گیری به‌اندازه کافی دور از آنتن تحت آزمون، قرار گیرد اقدامات احتیاطی باید به عمل آید.

یادآوری ۳ = خط انتقال شامل سیستم مونتاژ باید در محلی که تولید کننده مشخص کرده است قرار گیرد. اگر محلی مشخص نشده باشد، خط انتقال و سیستم مونتاژ باید به نحوی به کار رود که کنش متقابل حداقل با آنتن را داشته باشد.



شکل ۴ ـ ۲ تغییرات ولتاژ V_r بر حسب ارتفاع نسبی آنتن $\frac{h}{\lambda}$

۴ـ۳ روشهای اندازه‌گیری

۴ـ۳ـ۱ بهره

دیپل و آنتن استاندارد انتقال مورد استفاده در اندازه‌گیریهای بهره ترجیحاً باید به نحوی قرار گیرد که نقاط تغذیه آن در همان مکان نقطه تغذیه آنتن تحت اندازه‌گیری باشد. اگر این امر غیر عملی باشد، نقطه مناسب‌تری را می‌توان انتخاب کرد ولی در تمام موارد، نقطه انتخاب شده باید در نتایج اندازه‌گیری ذکر گردد.

در صورت امکان، از یک سیستم خط انتقال برای آنتن آزمون و آنتن مرجع استفاده خواهد شد. تضعیف سیستم انتقال در هر فرکانس اندازه‌گیری در نظر گرفته می‌شود. همچنین یادآوری ۳ بند فرعی ۴ ـ ۲ ـ ۲ را ملاحظه کنید. به منظور اطمینان از پایداری سیستم در طول اندازه‌گیری:

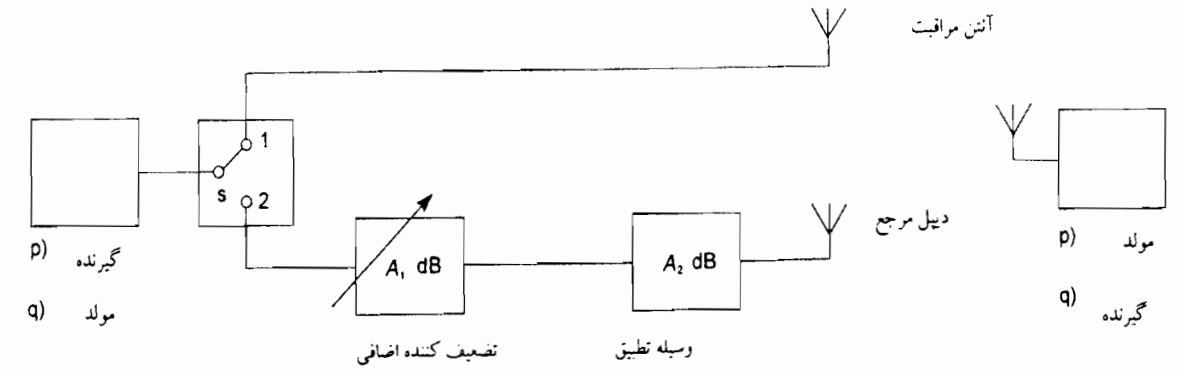
الف – هنگامی که آنتن آزمون بعنوان گیرنده به کار می‌رود، از یک آنتن گیرنده مراقبت باید استفاده شده و به نحوی قرار داده شود که سبب تغییر در میدان الکترومغناطیسی اطراف آنتن تحت آزمون نگردد (به شکل ۴ ـ ۳ مراجعه کنید).

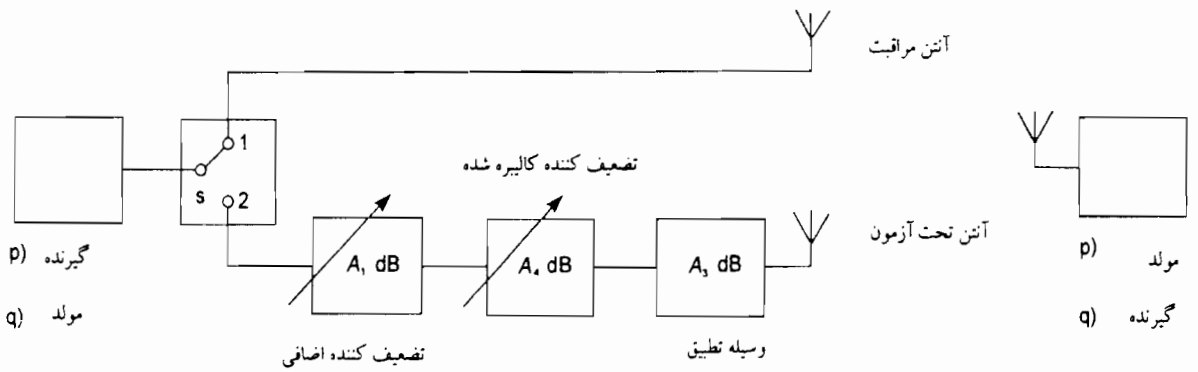
ب – هنگامی که آنتن تحت آزمون بعنوان فرستنده به کار می‌رود، از یک آنتن فرستنده مراقبت باید استفاده شده و به نحوی قرار داده شود که باعث تغییر در میدان الکترومغناطیسی آنتن تحت آزمون نگردد (به شکل ۴ ـ ۳ مراجعه کنید).

آنتنی که قرار است اندازه‌گیری شود به وسیله یک سیستم انتقال تطبیق داده شده (به ازای ضریب انعکاس، در ترمینالهای آنتن، با مقدار کمتر از ۰/۱ و رجوع شده به بار مقاومتی مشخص) به دستگاه اندازه‌گیری یا به مولد RF باید اتصال یابد.

ترتیب کالیبره‌سازی

تضعیف کننده اضافی به منظور ولتاژ ورودی گیرنده یکسان در هر دو وضعیت کلید S باید تنظیم شود.





بدون تغییر تضعیف کننده اضافی، تضعیف کنند کالیبره شده به منظور ولتاژ ورودی گیرنده یکسان در هر دو وضعیت کلید S باید تنظیم شود. بهره عبارت است از:

$$G = (A_4 + A_3 - A_2)\ dB$$

شکل ۴ـ۳ مثالی از ترتیب مداری برای اندازه‌گیری بهره با آنتن تحت آزمون بعنوان آنتن گیرنده (P) یا بعنوان آنتن فرستنده (q).

در اندازه‌گیری بهره یا حفاظت پولاریزاسیون متقابل توسط روش هم پاسخی با استفاده از یک زوج آنتن یکسان اقدامات احتیاطی زیر در آماده سازی پایگاه اندازه‌گیری و آنتن‌ها جهت آزمون باید به عمل آید.

آنتن‌های مورد اندازه‌گیری به همراه قسمتهای مونتاژ آن بر روی دو دکل یکسان نصب شده و رو در روی هم قرار گیرد. ارتفاع آنتن‌ها در بالای زمین باید قابل تنظیم و کالیبره سازی باشد تا هر دو آنتن از سطح زمین ارتفاع یکسانی را داشته باشد حداقل ارتفاع از سطح زمین باید ۲λ باشد.

فاصله d بین دو آنتن باید معلوم بوده و حداقل مقدار بزرگتر دو کمیت 3λ یا $\frac{4b^2}{\lambda}$ باشد، به طوری که b بزرگترین ابعاد آنتن بوده و λ طول موج متناظر با فرکانس اندازه‌گیری است. فواصل و ارتفاع‌ها باید به همراه نتایج بیان گردد و مراکز منتخب در نقشه‌های مرتبط آنتن بایستی نشان داده شود.

اثر انعکاس زمین بر اندازه‌گیری بهره را می‌توان با تغییر ارتفاع آنتن‌ها از سطح زمین به صورت همزمان، از مقدار حداقل 2λ و مشاهده تغییر ولتاژ نسبی، متناظر با شدت سیگنال، به صورت تابعی از ارتفاع آنتن‌ها ارزیابی کرد.

ارتفاع انتخابی هنگامی رضایت بخش و قابل قبول خواهد بود که این تغییرات در محدوده $\pm 1dB$ در فرکانس‌های پائین ۳۰۰ MHz و در محدوده $\pm$ ۰/۵dB در فرکانس‌های بالای ۳۰۰ MHz قرار داشته باشد.

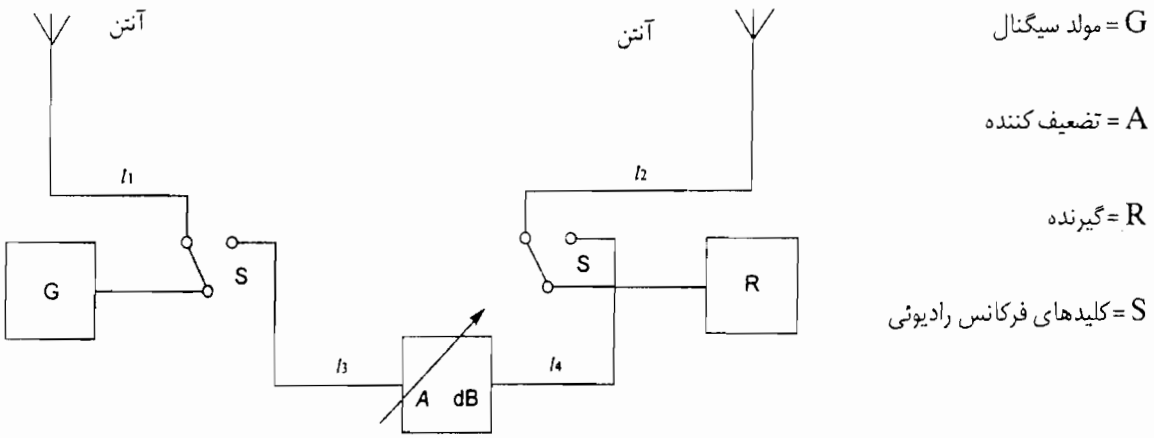
در اندازه‌گیری بهره توسط روش هم پاسخی با استفاده از دو آنتن یکسان، اتلاف بین دو آنتن را به‌طرق متفاوت، بسته به دستگاههای اندازه‌گیری در دسترس، می‌توان اندازه گرفت:

الف – در شکل ۴ ـ ۴ تضعیف کل که شامل اتلاف جاگذاری[1] تضعیف کننده هم است باید معلوم باشد. کابلهای آنتن به طول l_1، l_2، l_3، l_4 از نوع مشابه می‌باشد. طولهای $l_1 + l_2 = l_3 + l_4$ است تا تضعیف آن در دو وضعیت کلیدی یکسان باشد. برای هر دو وضعیتهای کلید، امپدانس مشاهده شده توسط هر دو آنتن مقداری خواهد بود که منجر به ضریب انعکاسی با قدر مطلق کمتر از ۰/۱ نسبت به بار مقاومتی مشخص که به ازای آن آنتن طراحی شده است، می‌گردد. R گیرنده‌ای با نشان دهنده شدت سیگنال بوده و G مولد سیگنال می‌باشد. هر دو با فرکانسی که در آن بهره اندازه‌گیری می‌شود هماهنگ می‌باشد. ضروری است که امپدانس R، G و هر دو طرف تضعیف کننده A با کابلها منطبق باشد تا قدر مطلق ضریب انعکاس کمتر از ۰/۱ گردد. تضعیف کننده A به نحوی تنظیم می‌شود که نشان دهنده گیرنده مقدار یکسانی را در هر دو وضعیت کلیدهای S قرائت کند. تضعیف As قرائت شده بر روی مقیاس تضعیف کننده که بر حسب دسیبل می‌باشد برابر اتلاف اندازه گرفته شده خواهد بود.

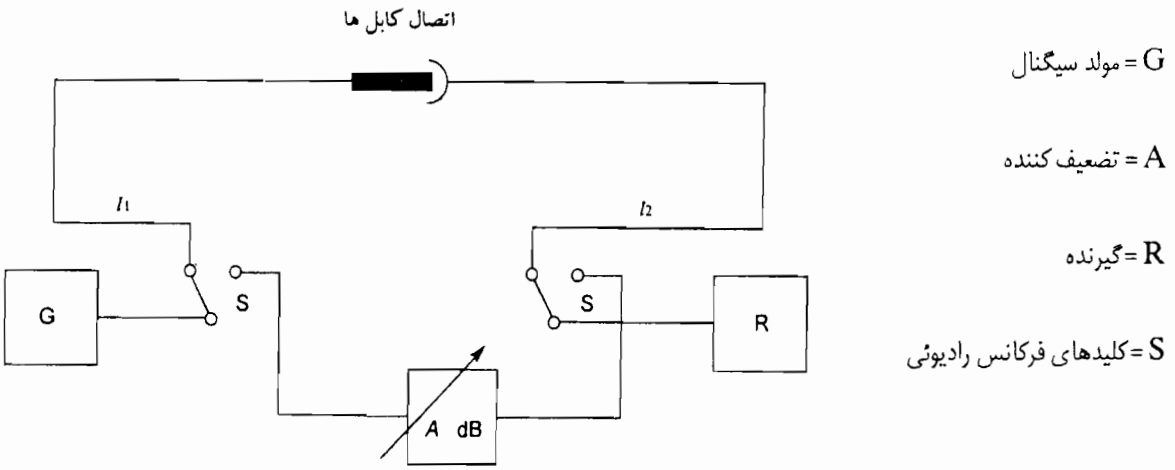
ب – در شکلهای ۴ ـ ۵ و ۴ ـ ۶ نیازی به معلوم بودن تضعیف کل در مدارها نیست. همچنین طولهای کابلهای l2، l1 تعیین کننده نمی‌باشد زیرا تأثیری بر اندازه‌گیری ندارد. به هر حال الزامات تطبیق مشابه الزامات مندرج در بند الف فوق است.

ابتدا انتهای آنتن دو کابل مطابق شکل ۴ ـ ۵ اتصال می‌یابد. به ازای هر فرکانس اندازه‌گیری، تضعیف کننده A به نحوی تنظیم می‌گردد که گیرنده R برای هر دو وضعیتهای کلیدهای S خروجی یکسانی‌رانشان‌دهد. فرض‌کنیدکه‌این‌تضعیف‌کننده مقدار A1 دسیبل را قرائت می‌کند.

1- Insertion Loss



شکل ۴ ـ ۴ ترتیب مداری برای اندازه‌گیری اتلاف سیستم



شکل ۴ ـ ۵ ترتیب مداری برای اندازه‌گیری تضعیف کابل

سپس آنتن‌ها مطابق شکل ۴ ـ ۶ به کابلها متصل شده و تضعیف کننده A مجدداً به نحوی تنظیم می‌شود که گیرنده R خروجی یکسانی را به ازای هر دو وضعیتهای کلیدها نشان دهد. فرض کنید تضعیف کننده مقدار A_2 دسیبل را قرائت می‌کند. در این صورت اتلاف اندازه‌گرفته شده برابر است با:

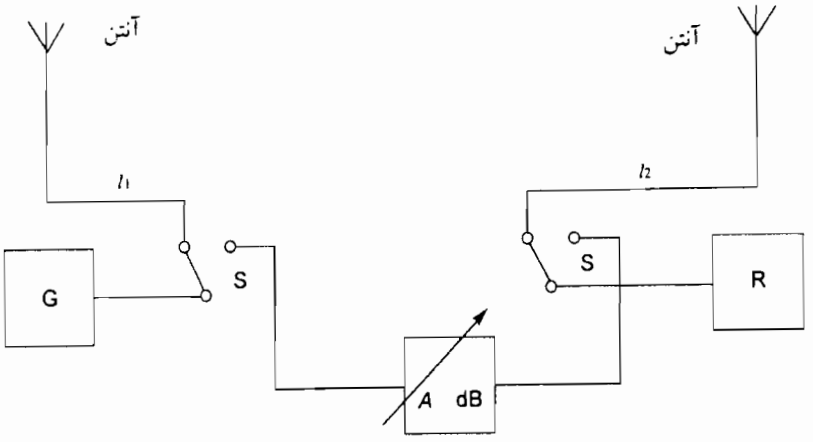
$$A_s = (A_2 - A_1)dB$$

G = مولد سیگنال

A = تضعیف کننده

R = گیرنده

S = کلید های فرکانس رادیوئی



شکل ۴ ـ ۶ ترتیب مداری برای اندازه‌گیری اتلاف سیستم

۴ـ۳ـ۲ الگوی جهت‌پذیری

به منظور سهولت، آنتن به همراه سیستم مونتاژ آن، به نحوی باید توجیه شود که در صفحه‌ای افقی، الگوی جهت پذیری اندازه‌گیری شده و آنتن حول محور عمودی بتواند چرخش کند. هنگامی که آنتن بعنوان آنتن گیرنده اندازه‌گیری می‌شود، ولتاژ یا جریان خروجی ناشی از موج الکترومغناطیسی صفحه‌ای تابشی باید به صورت تابعی از زاویه چرخش اندازه‌گیری گردد.

هنگامی که آنتن بعنوان آنتن فرستنده مورد اندازه‌گیری واقع می‌شود، شدت میدان در آنتن گیرنده دور دست باید به صورت تابعی از زاویه چرخش آنتن فرستنده اندازه‌گیری شود. آنتن گیرنده باید به نحوی توجیه شود که تشعشع پولاریزه مربوطه را از آنتن تحت آزمون بتوان اندازه‌گیری نمود.

نقاط کافی باید اندازه‌گیری شود تا بتوان قسمتهائی از الگوی جهت پذیری را که در آن ولتاژ پاسخ بزرگتر از درصد مشخصی از پره اصلی می‌باشد را تعریف نمود.

۵ آنتن یاگی و مشخصات آن

آنتن یاگی[1] هم اکنون برای دریافت تصاویر تلویزیونی بعنوان آنتن همگانی تک کانال و یا تمام کانال کاربرد گسترده‌ای دارد. این آنتن از یک دیپل خم شده و تعدادی هدایت کننده و منعکس کننده تشکیل شده و به نام مهندسی ژاپنی که اولین بار با مقاله‌ای این آنتن را در سال

۱۹۸۲ معرفی کرد نامیده می‌شود. آنتن‌های یاگی دارای بهره بالا، پهنای باند وسیع و الگوی جهت‌پذیری مناسب بوده و در مقابل باد مقاوم می‌باشد.

در طراحی آنتن‌های یاگی باند پهن (باند VHF یک یا سه یا UHF) فرکانس وسط باند را برای طراحی دیپل در نظر گرفته و هدایت کننده‌ها را برای محدوده فرکانس بالا و منعکس کننده‌ها را برای محدوده فرکانس پائین باند مورد طراحی و محاسبه قرار می‌دهیم. در آنتن‌های باند پهن باید سعی کرد که قطر دیپل و متعلقات دیگر ضخیم انتخاب شود تا مانع از تغییرات سریع امپدانس نسبت به تغییر فرکانس شود.

در آنتن‌های یاگی فاصله رفلکتورها در محدوده $\frac{\lambda}{4}$ تا $\frac{\lambda}{8}$ بوده و در نتیجه بر حسب نوع طراحی، طول منعکس کننده به ترتیب حدوداً $\frac{\lambda}{2}$ تا $0/475\lambda$ می‌باشد طول هدایت کننده‌ها باید $0/43\lambda$ و فاصله حدود $0/25\lambda$ باشد. در طراحی آنتن یاگی می‌توان از محاسبات ساده زیر استفاده کرد.

$$\text{طول دیپل} = \frac{142.65}{f}$$

$$\text{طول منعکس کننده} = \frac{151.55}{f}$$

$$\text{طول اولین هدایت کننده} = \frac{137.15}{f}$$

به طوری که f فرکانس بر حسب مگاهرتز بوده و طول‌های فوق بر حسب متر می‌باشد. طول سایر هدایت کننده‌ها به میزان ۲/۵ درصد به تدریج کاهش می‌یابد. فاصله بین عناصر آنتن یاگی به شرح زیر است:

$0/25\lambda$ = فاصله بین منعکس کننده تا دیپل

$0/13\lambda$ = فاصله بین هدایت کننده تا دیپل

$0/13\lambda$ = فاصله بین هدایت کننده‌ها نسبت به یکدیگر

به طوری که λ طول موج بر حسب متر بوده و فاصله بین عناصر آنتن که در فوق ذکر شده است تماماً بر حسب متر می‌باشد.

طول دیپل خم شده از وسط یک خم در یک انتهای دیپل تا وسط خم در انتهای دیگر آن اندازه‌گیری می‌شود. باید توجه داشت که عملکرد آنتن‌های یاگی تابع پارامترهای بسیاری است که در بند ۱ این بخش تعاریف آن ارائه شده است.

علاوه بر دیپل، هدایت کننده‌ها، منعکس کننده‌ها و شاسی آنتن یاگی دو قطعه مهم دیگر آن به نام مدار تطبیق و کرپی شایان بررسی می‌باشد. مدار تطبیق یا بالون ترانسفورمر وظیفه تطبیق امپدانس آنتن برای ۷۵ اهم و ۳۰۰ اهم را به عهده دارد. امپدانس دیپل نیم موج ۷۵ اهم است. لیکن با خم شدن دیپل امپدانس آن چهار برابر یعنی ۳۰۰ اهم می‌گردد. چون جریان موج عبوری از دیپل نصف

می‌شود. بالون‌هائی که برای آنتن دیپل خم شده به کار می‌رود به منظور تبدیل امپدانس آنتن دیپل خم شده که ۳۰۰ اهم متعادل است به امپدانس ۷۵ اهم غیر متعادل مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک نوع مدار تطبیق یا بالون به صورت سیم پیچ ترانسفورمری از نوع سیم وسط است که یا به صورت سیم دو رشته‌ای به صورت ترانسفورمر در می‌آید و یا به صورت خطهائی روی برد PCB آن را رسم می‌کنند. دو سر دیپل به دو سر اولیه ترانسفورمر وصل می‌شود و یکی از سرهای ثانویه با سر وسط اولیه اتصال کوتاه و زمین می‌گردد. (شیلد) و سر دیگر ثانویه به مغزی ۷۵ اهم وصل می‌شود. مدار تطبیق دیگر، نوع هسته فریت دار است که در آن سیم پیچ اولیه ۳۰۰ اهم بوده و سیم سر وسط آن وصل شده و روی هسته فریت پیچیده شده است و در همان حال سیم پیچ ثانویه به صورت مجزا و با اتصال در خارج سیم پیچ انجام می‌شود.

کرپی آنتن وسیله‌ای است که شاسی آنتن را نسبت به دکل در جهت زاویه افق به سمت بالا یا پائین زاویه‌دار می‌کند. بعضی از کرپی‌ها تا حدود 30° آنتن را نسبت به سطح افق و به سمت بالا شیب می‌دهد. این نوع زاویه دار کردن آنتن برای دریافت سیگنال‌های ضعیف در مناطق کوهستانی به کار می‌رود. زیرا در نواحی دور از فرستنده سیگنال تشعشع یافته از فرستنده در هم سطحی با افق مقداری خم گردیده و در نتیجه پولاریزاسیون آنتن قدری تغییر می‌کند و با کج کردن آنتن به طرف بالا، اثر تداخل سیگنال‌هائی که در زوایای پائین به آنتن می‌رسد کم می‌شود. البته این کج کردن آنتن بایستی به تدریج و به صورت دقیق انجام گیرد چون پولاریزاسیون صدا و تصویر در امواج تلویزیونی مستقل از یکدیگر تغییر کرده و ممکن است این تغییرات ناهماهنگیهائی را در شدت صدا یا شدت تصویر ایجاد نماید.

۶ مشخصات وسایل جانبی آنتن همگانی

۶ـ۱ مخلوط کننده‌ها

در برخی موارد ضروری است که سیگنال‌های کانالها و باندهای مختلف را در یک تغذیه کننده مشترک با یکدیگر ترکیب کرده و آن را بر مبنای این که دریافت گیرنده برای کدام سیگنال تنظیم گردیده با یک سیم یا کابل به گیرنده تلویزیونی رساند. در چنین مواردی از مخلوط کننده‌ها[1] استفاده می‌شود. مخلوط کننده‌ها بایستی دارای فیلترهای طراحی شده مشخصی برای تطبیق با سیگنالهای ورودی بوده و هر کدام از سیگنالها باید از همدیگر کاملاً عایق و ایزوله شده باشد. فیلترهای به کار

1- Mixers

گرفته شده در این مخلوط کننده‌ها بایستی از یکدیگر ایزوله بوده تا بتواند از اتلاف و انعکاس سیگنالهای باندهای مختلف جلوگیری به عمل آورد. در هنگام عبور سیگنالها از مخلوط کننده‌ها کارکردهای زیر صورت می‌پذیرد.

الف – بعنوان مثال در موقع عبور سیگنال باند ۱ سیگنال باند ۳ را تضعیف کرده و بر عکس در هنگام عبور سیگنال باند ۳ باند ۱ را تضعیف می‌کند.

ب – تطبیق باند ۱ و ۳ با سیم انتقال خروجی بایستی وجود داشته باشد تا از اتلاف و انعکاس بیش از حد سیگنال جلوگیری به عمل آید.

پ – به دلیل نصب بر روی دکل آنتن، از لحاظ شرایط محیطی باید کاملاً در مقابل رطوبت، باران، گرد و غبار و لرزش ایزوله و مقاوم باشد.

ت – در مورد سیمهای ورودی و خروجی بایستی حتی المقدور از سیم هم محور با مغزی ضخیم استفاده گردد به طوری که اتلاف آن مناسب باشد.

۶ـ۲ نقسیم کننده‌های سیگنال

به منظور تقسیم سیگنال قوی دریافت شده توسط آنتن به چند سیگنال برای چند مشترک از تقسیم کننده سیگنال استفاده می‌شود. نوع ساده این تقسیم کننده‌ها مقاومتی بوده و در آن مقاومتهای زغالی بدون اندوکتانس به کار می‌رود.

در سیگنالهائی با فرکانس بالاتر مانند UHF، طراحی تقسیم کننده‌ها پیچیده‌تر شده و تلفات کمتر و کاهش تأثیرات خازنی بین سیمها مورد توجه می‌باشد. در این تقسیم کننده‌ها تضعیف هر شاخه فرعی نسبت به شاخه اصلی حدود ۴ تا ۷ دسیبل بوده و ایزولاسیون بین دو شاخه فرعی نسبت به هم تقریباً برابر ۲۰ دسیبل می‌باشد.

۶ـ۳ تقسیم کننده‌های عبوری

در این نوع تقسیم کننده‌ها، سیگنال اصلی وارد آن شده و با تضعیف بسیار کمی یعنی تضعیف عبوری حدود یک دسیبل بعنوان سیگنال اصلی از تقسیم کننده خارج می‌شود. در تقسیم کننده عبوری سیگنال اصلی به چند مشترک با تضعیف‌هائی حدود ۱۷ دسیبل تقسیم می‌شود (تضعیف شاخه‌ای). ایزولاسیون بین دو شاخه فرعی باید حدود ۳۰ dB باشد.

۶ـ۴ پریزهای معمولی و عبوری سیگنال

پریزهای معمولی با کیفیت خوب علاوه بر ایزولاسیون مناسب بین مغزی و شیلد خروجی برابر با

بیش از ۵۵ دسیبل، بایستی به همراه مدار مناسب از خروجی سیم اصلی ایزوله شده باشد. این پریزها معمولاً دارای تضعیف خروجی در محدوده ۰/۵ یا یک دسیبل می‌باشد و در بعضی موارد دارای دو خروجی یکی برای تلویزیون و یکی برای رادیو می‌باشد.

نوع دیگر پریزهای عبوری است که برای آنتن‌های همگانی به کار گرفته می‌شود. پریزهای عبوری دارای تضعیف عبوری در خط اصلی بین ۱ تا ۲ دسیبل بوده و تضعیف پریز خروجی نسبت به خط اصلی حدود ۱۵ تا ۱۷ دسیبل می‌باشد.

در مواردی که دو خروجی یکی برای رادیو و دیگری برای تلویزیون پیش‌بینی می‌گردد. ایزولاسیون بین این دو حدود ۲۵ دسیبل می‌گردد.

۵ـ۶ تقویت کننده‌ها

عوامل زیادی در کیفیت امواج تلویزیونی رسیده به یک آنتن و از آنتن به گیرنده موثر است. برخی از عواملی که باعث تضعیف این شدت امواج می‌شود عبارتند از:

۱. عدم تطبیق ابتدا و انتهای خط یعنی مدار تطبیق آنتن با دیپل و خروجی مدار تطبیق با کابل تغذیه

۲. با افزایش فرکانس امواج مقدار تضعیف نیز افزایش می‌یابد.

۳. قطر مغزی خط انتقال کوچک و نازک باشد.

۴. طولانی بودن فاصله گیرنده از فرستنده

۵. کوتاه بودن دکل آنتن گیرنده

۶. نوع دی الکتریک بین مغزی و شیلد کابل هم محور

۷. اتصالات بین آنتن و گیرنده تلویزیونی از قبیل فیش‌های رابط، پریزها و تقسیم کننده‌ها

۸. اگر آنتن با زاویه‌ای بیشتر از زاویه پرتو آنتن نسبت به آنتن فرستنده انحراف پیدا نماید شدت امواج تضعیف می‌گردد.

جدول ۴ ـ ۵ مقدار حداقل شدت سیگنال تلویزیونی را در دو سر دیپل آنتن نشان می‌دهد.

جدول ۴ ـ ۵

محدوده فرکانسی	حداقل شدت میدان		سطح سیگنال در ترمینال دیپل ۶۰ اهمی [dBμV]
	dBμV	mV	
FM	۴۸	۰/۲۵	۴۰
VHF (1)	۴۸	۰/۲۵	۴۱
VHF (3)	۵۷	۰/۷	۴۷
UHF	۶۷ تا ۷۲	۲/۲ تا ۴	۵۳

در مواقعی که شدت سیگنال دریافتی توسط آنتن کمتر از حد مجاز یا حداقل شدت سیگنال باشد، نیاز به تقویت کننده‌های تلویزیونی است. به طور کلی می‌توان گفت وجود هر یک از عوامل زیر استفاده از تقویت کننده‌ها را الزامی می‌کند.

۱. تصویر دارای برفک بوده و صدا هیس دارد.

۲. کمبود کنتراست در روی صفحه تلویزیون مشاهده می‌شود.

۳. امکان استفاده از آنتن در خارج از محل گیرنده تلویزیونی وجود ندارد.

۴. دریافت از مراکز خیلی دور صورت می‌گیرد و در نتیجه شدت سیگنال رسیده از حداقل آن کمتر است.

۵. هنگامی که چند گیرنده از یک آنتن استفاده می‌نماید.

۶. بنا به دلایلی فاصله آنتن خارجی از گیرنده خیلی زیاد است و در نتیجه طول کابل زیاد شده و اتلاف سیگنال افزایش می‌یابد.

در طراحی تقویت کننده‌ها یا بوسترها از مدارات ترانزیستوری بیس مشترک یا امیتر مشترک استفاده می‌نمایند. معمولاً تقویت کننده‌ها دارای بهره‌ای از ۲۰ دسیبل تا حدود ۴۰ دسیبل بوده و مقدار VSWR آن بین ۲ تا ۳ دسیبل می‌باشد. عدد نویز این تقویت کننده‌ها حدود ۲ تا ۵ دسیبل می‌باشد.

۶ـ۶ سیمهای اتصال آنتن

سیم اتصال یا تغذیه کننده، امواج رادیوئی و تلویزیونی را توسط یک جفت هادی از آنتن به گیرنده انتقال می‌دهد.

تغذیه کننده‌ها علاوه بر این که دارای مقاومت خالصی است امپدانس مختلطی را نیز ارائه می‌دهد که نتیجه اندوکتانس هادیها و ظرفیت خازنی بین آن دو می‌باشد. دو نوع عمده سیم که برای اتصال آنتن به گیرنده مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از سیم دو رشته‌ای موازی ۳۰۰ اهمی و سیم هم محور ۷۵ اهمی.

سیم دو رشته‌ای دارای دو هادی موازی می‌باشد که بین آن دو از مواد عایق پلی اتیلن پوشیده شده است. امپدانس این نوع کابل برابر ۳۰۰ اهم است. این نوع سیم مناسب برای آنتن‌های ۳۰۰ اهم و قابل وصل به دو سر دیپل خم شده در تلویزیون‌های سفید و سیاه می‌باشد. باید اضافه کرد که کاربرد این نوع سیستم تقریباً منسوخ شده است.

تغذیه کننده هم محور شامل هادی تکی یا مغزی از جنس مس در قطرهای مختلف و محاط شده توسط پوشش خارجی فلزی به نام شیلد می‌باشد. این پوشش از جنس سیم مسی یا آلومینیومی بوده و روکش پلی اتیلنی آن را پوشانیده است. کابل هم محور دارای هادی داخلی به قطر ۰/۵ تا ۱/۸

میلیمتر بوده و ظرفیت خازنی از ۷۰ پیکو فاراد بر متر تا ۶۸ پیکوفاراد بر متر، ایزولاسیون بین مغزی و شیلد از ۵۵ دسیبل تا ۷۵ دسیبل می‌باشد. عمده‌ترین مشخصات کابل هم محور مقدار اتلاف آن در کانالهای مختلف تلویزیونی بر حسب قطر هادی مغزی است. بعنوان مثال کابل هم محور با قطر مغزی ۰/۵ میلیمتر و به طول ۱۰۰ متر در باند یک VHF اتلاف ۷/۵ دسیبل، و در باند سه VHF اتلاف ۱۷/۵ دسیبل و در باند UHF اتلاف ۳۵ دسیبل را داراست.

مهم‌ترین مسئله در کیفیت ساخت فیش‌های کابل هم محور، ایزوله کردن مکانیکی مغزی کابل از شیلد آن می‌باشد. بدیهی است که هر مقدار حفاظت مذکور بهتر و استحکام مکانیکی آن بیشتر باشد می‌توان به کیفیت دائم کار این فیش‌ها اعتماد کرد. از مشخصات الکتریکی این فیش‌ها پائین بودن اتلاف در محل اتصال و نیز حفاظت شیلد از انتشار سیگنال مغزی است که ایزولاسیون معمولاً بین ۵۰ تا ۷۰ دسیبل می‌باشد.

۷ اصول طراحی و نصب سیستم آنتن همگانی

با نصب سیستم آنتن همگانی می‌توان سیگنالهای رادیو و تلویزیون را به یک یا چند ساختمان هدایت کرد. بدیهی است که سیستم آنتن مذکور نسبت به تعدادی آنتن‌های شخصی ارجحیت دارد چون تداخل متقابل را که در صورت استفاده از چندین آنتن پیش می‌آید حذف کرده و بهترین موقعیت ممکن در روی بام را می‌توان برای آن عاری از هر نوع مشکل برگزید.

۷ـ۱ اصول کلی طراحی و نصب

۷ـ۱ـ۱ قبل از آغاز طراحی سیستم بایستی بازدید دقیق و کاملی از مکان نصب سیستم آنتن همگانی صورت گیرد. مطالب و اطلاعاتی که در بندهای بعدی شرح داده شده، باید به کمک نقشه‌های ساختمانی و مشاهده مستقیم جمع آوری شود.

۷ـ۱ـ۲ در یک سیستم آنتن همگانی، هر واحد ساختمانی باید مجهز به حداقل ۲ عدد و ترجیحاً ۳ یا ۴ پریز آنتن باشد. در طراحی نقشه‌ها، تعداد و موقعیت پریزها بایستی در نظر گرفته شود.

۷ـ۱ـ۳ انتخاب روش مناسب انتقال سیگنالهای صوتی و تصویری به وضعیت گیرندگی سیگنالها بستگی دارد. اگر این موارد ناشناخته باشد، اندازه‌گیری‌ها باید توسط یک دستگاه توان سنج سیگنال مناسب انجام شود.

۷ـ۱ـ۴ برای تعیین کیفیت دریافت سیگنال بایستی به وسیله یک توان سنج مناسب، اندازه‌گیریها صورت گیرد. نقطه مورد اندازه‌گیری توسط موقعیت و محل آنتن مناسب با ساختمان تعیین می‌شود. اگر موقعیت‌ها و محلهای متفاوتی وجود داشت که کیفیت دریافت سیگنال آن بهتر از سایر محلها بود، بایستی پس از مشاوره با کارفرما یا آرشیتکت ساختمان، عمل تطبیق با محل جدید انجام شود.

۷ـ۱ـ۵ آنتن‌ها بایستی در بهترین موقعیت ممکن برای دریافت سیگنال و نیز تا حد امکان دور از دودکش‌ها و کابلهای فشار قوی نصب گردد.

۷ـ۱ـ۶ انواع آنتن‌ها برای پهنای باندهای مختلف به شرح زیر می‌باشد:

الف – آنتن‌های کانالی ب – آنتن‌های کانال گروهی

پ – آنتن‌های تک باندی ت ـ آنتن‌های چند باندی

۷ـ۱ـ۷ آنتن‌های کانالی و گروهی به دلیل داشتن بهره زیاد و مشخصات جهت پذیری بهتر و مناسبتر، اصولاً در مکانهائی مورد استفاده قرار می‌گیرد که توان سیگنال کم بوده و یا تداخل و نویز ناشی از باز تابش و انعکاس وجود دارد.

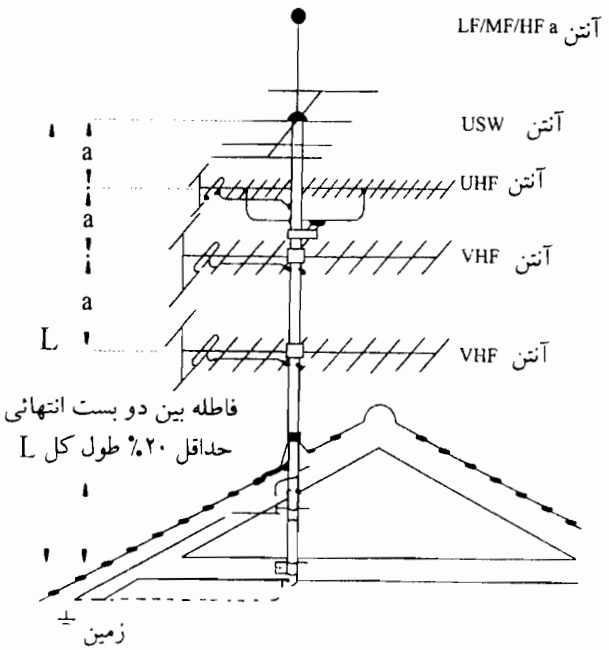
۷ـ۱ـ۸ آنتن‌های تک باندی در مکانهائی استفاده می‌شود که توان سیگنال زیاد بوده و مشخصات جهت‌پذیری آنتن از اهمیت کمتری برخوردار باشد. در این کاربرد معمولاً سیگنالهای مختلف با جهت تقریباً یکسان و توان مشابه به آنتن می‌رسد.

۷ـ۱ـ۹ در مواردی که سیگنالهای دریافتی توان کمی دارد، تقویت کننده‌های اولیه با نویز کم مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تقویت کننده، سطح نویز مرتبط با سیستم خویش را در حد پائینی نگاه داشته و گزینش فرکانسی خوبی را از خود نشان می‌دهد. بدین دلیل سیگنالهای ضعیف حتی در حضور سیگنالهای قوی که از نظر فرکانس هم به آن نزدیک است به نحو رضایت بخشی تقویت می‌شود. به منظور جلوگیری از تضعیف ناشی از سیگنالهای ضعیف در سیستم، تقویت کننده‌های اولیه بایستی تا حد ممکن نزدیک به آنتن قرار داده شود.

۷ـ۱ـ۱۰ مکان مشخصی برای قرار گرفتن ایستگاه مرکزی آنتن در پشت بام باید در نظر گرفته شود. همچنین دسترسی به منبع تغذیه الکتریکی در مجاورت ایستگاه مرکزی باید فراهم شود. انتخاب نوع تقویت کننده‌ها و یا مبدل‌های فرکانسی برای ایستگاه مرکزی یک سیستم آنتن همگانی اصولاً توسط کیفیت سیگنال دریافتی ونیز تضعیف موجود در شبکه توزیع صورت می‌پذیرد. اگر سطح

سیگنال تغییر کند، عموماً از سیستمهای فعالی مجهز به کنترل خودکار بهره (AGC) استفاده می‌شود تا سیگنال با یک سطح ثابت به شبکه توزیع ارسال شود. این مسئله امکان ایجاد اضافه بار را در تقویت کننده‌های ایستگاه مرکزی و نیز در گیرنده‌های شبکه توزیع منتفی می‌سازد.

۱۱ـ۱ـ۷ نحوه قرار گرفتن آنتن‌های مختلف بر روی دکل نگهدارنده در شکل ۴ ـ ۷ نشان داده شده است. استحکام و طول لازم برای دکل نگهدارنده توسط تعداد آنتن‌ها و فاصله آن از یکدیگر تعیین می‌گردد. انتهای بالائی دکل نگهدارنده معمولاً محل قرار گرفتن آنتن‌های HF/MF/LF و USW[1] می‌باشد. به منظور دریافت موثر تصاویر و صدا ارجح است که آنتن‌های دارای بار باد در پائین نصب شود، مشروط بر آن که آنتن دیگری روی آن قرار نگیرد.



شکل ۴ ـ ۷ فاصله بین آنتن‌های مختلف

1- Ultra Short Wave

۷ـ۱ـ۱۲ حداقل فاصله بین آنتن‌های مختلف (فاصله a در شکل ۴ ـ ۷) بر حسب سانتی‌متر در جدول ۴ ـ ۶ درج شده است. برای آنتن‌هائی با تعداد عناصر زیاد این فاصله باید افزایش یابد به خصوص در هنگامی که آنتن‌ها هم جهت باشد. حداقل فاصله بین پائین‌ترین آنتن و سطح بام باید یک متر باشد.

جدول ۴ ـ ۶ مقادیر راهنما برای حداقل فاصله a بر حسب سانتی‌متر

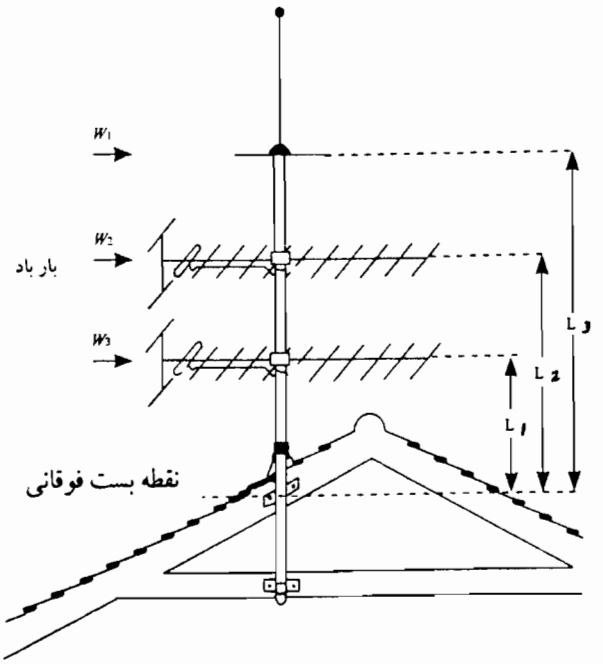
باند دریافت	TVI	USW	TVIII	TV IV	TV V
TVI	۲۵۰	۱۴۰	۱۴۰	۸۰	۸۰
USW	۱۴۰	۱۱۰	۸۰	۸۰	۸۰
TV III	۱۴۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰
TV IV	۸۰	۸۰	۸۰	۶۰	۵۰
TV V	۸۰	۸۰	۸۰	۵۰	۵۰

۷ـ۱ـ۱۳ دکل آنتن بایستی نسبت به فشارهای مکانیکی و نیز اثرات آب و هوایی مانند فشار باد و غیره مقاوم و پایدار باشد. بارباد برای پایه افقی معادل فشار دینامیکی $[\frac{N}{m^2}]$ ۷۸۵ که متناظر با سرعت باد $\frac{Km}{h}$ ۱۲۰ می‌باشد، خواهد بود. اگر نحوه قرارگرفتن آنتن به گونه‌ای باشد که این آنتن بیش از ۲۰ متر از بالای سطح زمین ارتفاع دارد، در این صورت بر اساس استاندارد VDE 0855 فشار دینامیکی $[\frac{N}{m^2}]$ ۱۰۷۹ (سرعت باد $\frac{Km}{h}$ ۱۵۰) را باید در نظر گرفت.

۷ـ۱ـ۱۴ گشتاور خمش ایجاد شده در دکل نگهدارنده آنتن مطابق رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

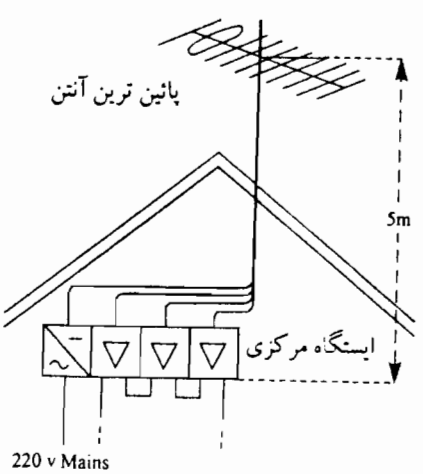
$$M_b = W_1 \times L_1 + W_2 \times L_2 + W_3 \times L_3 + ...[Nm]$$

همان طور که در شکل ۴ ـ ۸ مشاهده می‌شود. W_1، W_2، W_3 بارباد روی آنتن بر حسب نیوتن می‌باشد که سازنده آنتن آن را ارائه می‌کند و نیز L_1، L_2، L_3 بر حسب متر فاصله بین نقطه نصب آنتن و نقطه اتصال بالاترین بست دکل آنتن می‌باشد. دکل آنتن باید به نحوی انتخاب گردد که گشتاور خمش مجاز آن با توجه به اطلاعات کارخانه سازنده آن، حداقل برابر مقدار محاسبه شده گشتاور خمش M_b باشد.



شکل ۴ ـ ۸ بارباد و گشتاور خمش آنتن

۷ـ۱ـ۱۵ بهترین محل برای قرار دادن ایستگاه مرکزی زیر سقف و بلافاصله در مجاورت دکل نگهدارنده آنتن می‌باشد. باید توجه داشت که ایستگاه مرکز به خوبی در دسترس باشد تا نگهداری آن به سهولت صورت پذیرد. اگر ایستگاههای مرکزی در مکانهای در دسترس عموم مانند راه پله‌ها تعبیه شود ترجیحاً باید در کابینت‌های قفل دار قرار گیرد. یک روش توصیه شده برای نصب ایستگاه مرکزی در شکل ۴ ـ ۹ نمایش داده شده است.



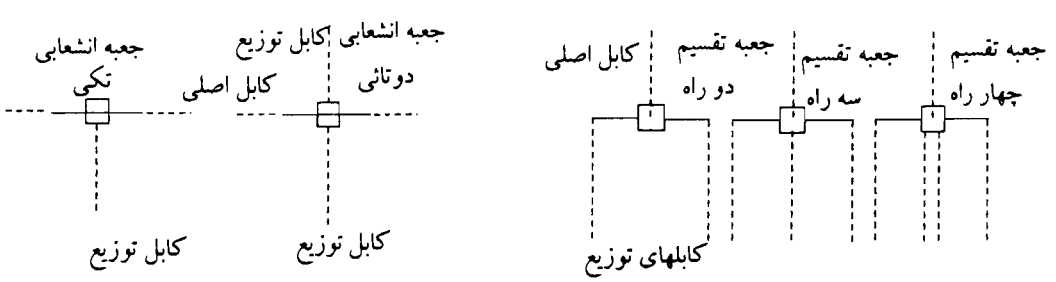
شکل ۴ ـ ۹ روش نصب ایستگاه مرکزی

۷ـ۱ـ۱۶ احتیاط ویژه‌ای در کابلکشی و نگهداری از کابلهای آنتن باید به عمل آید. هرگونه از شکل طبیعی خارج شدن کابل در اثر فشار، کشش یا پیچش باعث به وجود آمدن انقطاع در طول آن شده و اثرات انعکاسی نامطلوبی در کیفیت دریافت به وجود می‌آورد. باید توجه داشت که از خم شدن شدید کابل تا حد امکان بایستی اجتناب شود.

در داخل ساختمانها، کابلهای آنتن باید از درون لوله‌هایی که برای این کار در نظر گرفته شده عبور داده شود. برای انجام عمل نصب در مناطق مرطوب و همچنین در زیر گچ باید از سیستمهای توکار با پوشش خارجی پلاستیک استفاده کرد. همچنین باید دقت شود که اتصال قابل اطمینانی در محل اتصال کابلهای داخلی و خارجی وجود داشته باشد.

۷ـ۱ـ۱۷ به منظور قرار دادن کابل درون زمین باید از کابلهای آنتن مخصوص استفاده شود. اگر تنشهای مکانیکی زیاد باشد کابلهای زره دار فولادی بایستی به کار رود. این کابلها در عمق ۸۰ سانتی‌متر کار گذاشته شده و به دلیل محافظت در برابر صدمات مکانیکی باید در ماسه خوابانده شده و با آجر پوشانده شود. از نصب کابل در دمای پائین (زیر C ۱۰۰ـ) باید اجتناب شود.

۷ـ۱ـ۱۸ جعبه تقسیم‌های مورد استفاده در سیستم آنتن همگانی شامل دو نوع جعبه تقسیم عبوری و انشعابی می‌باشد. زمانی که خطوط اصلی تغذیه بسیار نزدیک به هم قرار دارد جعبه تقسیم انشعابی بسیار سودمند است. در بلوک‌های آپارتمانی و برجها و در مکانهائی که به خطوط تغذیه کننده طویل نیازی نمی‌باشد، از این جعبه تقسیم‌ها استفاده می‌شود. در ساختمانهای متوالی یا خانه‌هائی که در یک ردیف قرار دارد استفاده از جعبه تقسیم‌های عبوری ارجح است. مثالی از دو نوع جعبه تقسیم عبوری و انشعابی و کاربرد آن در شکل ۴ ـ ۱۰ نشان داده شده است.

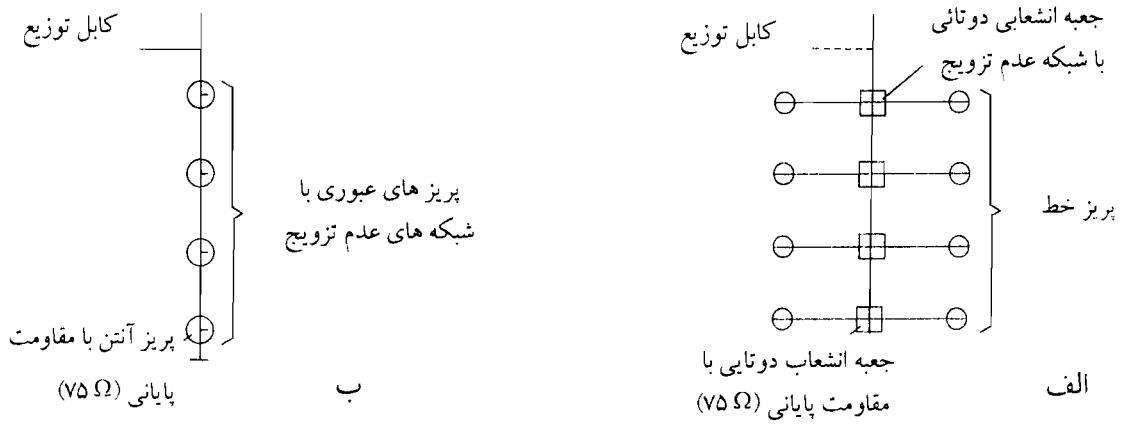


الف) جعبه‌های تقسیم برای دو، سه و چهار کابل اصلی

ب) جعبه‌های انشعاب برای یک و دو کابل اصلی

شکل ۴ ـ ۱۰ انواع جعبه تقسیم‌ها و کاربرد آن

۷ـ۱ـ۱۹ پریزهای خروجی آنتن بر اساس نوع کاربرد در شبکه توزیع و نیز مشخصه‌های انتقال آن طبقه‌بندی می‌گردد. در واقع بسته به نوع کاربرد، دو نوع پریز، ۱ـ پریزهای عبوری ۲ـ پریزهای انتهائی را می‌توان نام برد. پریزهای عبوری در شبکه‌هائی که بر اساس قانون حلقه عبور ایجاد شده است به‌کار می‌رود (پریزهائی که به صورت سری تغذیه می‌شود). پریزهای انتهائی برای شبکه‌های تغذیه کننده اصلی که بر طبق الگوی خط انتهائی طراحی شده است، در نظر گرفته می‌شود. (پریزهائی که به صورت موازی تغذیه می‌شود). دو کاربرد خط عبوری و خط انتهائی پریزهای آنتن در شکل ۴ ـ ۱۱ ارائه شده است.



شکل ۴ ـ ۱۱ کاربرد خط عبوری و خط انتهائی پریزها

پریزهای عبوری را همچنین شبکه‌های عدم تزویج[1] می‌نامند. تضعیف خروجی این پریزها معمولاً بین ۱۰ dB تا ۲۰ dB می‌باشد. پریزهای انتهائی بر عکس بدون شبکه‌های عدم تزویج طراحی شده و تضعیف خروجی آن تنها حدود ۲ dB است. در روش خط انتهائی، شبکه‌های عدم تزویج در جعبه تقسیم‌ها پیش‌بینی می‌شود، به منظور پائین نگاه داشتن اختلاف میان سطح سیگنال در اولین و آخرین پریز آنتن، نباید در یک خط تغذیه اصلی، بیش از ۱۲ پریز به کار برده شود. اگر به بیش از ۱۲ پریز نیاز باشد از چندین خط تغذیه اصلی و جعبه‌های تقسیم انشعابی باید استفاده نمود.

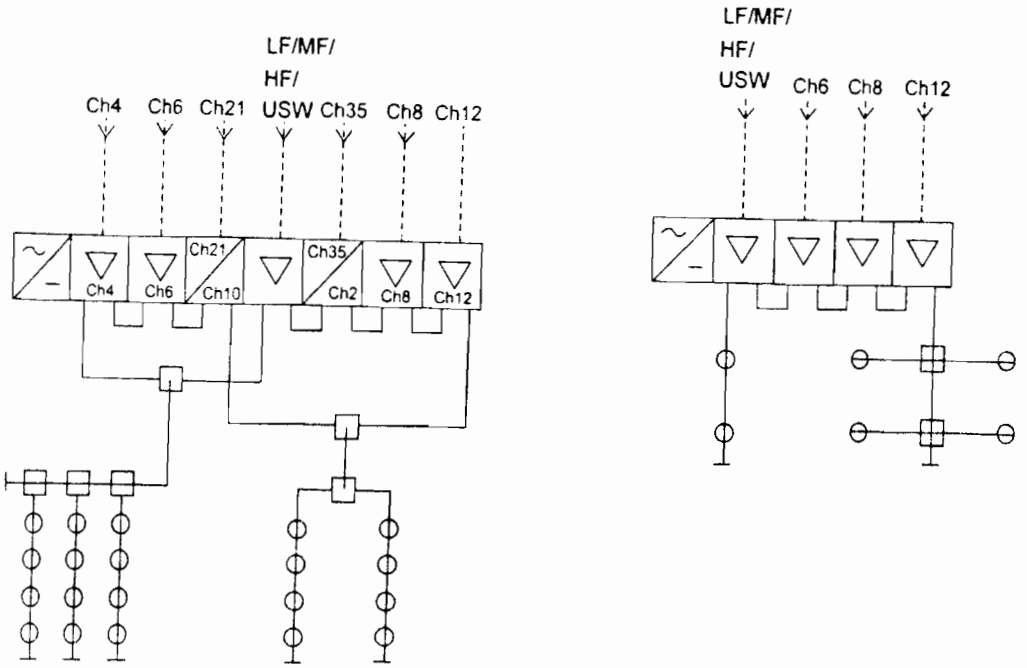
۷ـ۱ـ۲۰ روش خط عبوری پریز آنتن‌ها ترجیحاً در ساختمانهای جدید چند طبقه استفاده می‌گردد. پریزهای آنتن که در یک خط قائم در طبقات مختلف قرار می‌گیرد از یک خط تغذیه اصلی و به صورت گروهی تغذیه می‌شود. یک شبکه عدم تزویج در هر خروجی پریز مورد نیاز است. آخرین پریز باید

1- Decoupling Networks

همیشه به مقاومت ۷۵ اهمی ختم گردد. مزیت این روش هزینه پائین کابلکشی می‌باشد معذالک اتصال ناصحیح کابلهای انتهائی می‌تواند ارسال سیگنال به پریزها را تحت تأثیر قرار داده و در خط تغذیه اصلی تداخل به وجود آورد.

۷ـ۱ـ۲۱ روش خط انتهائی بیشتر در ساختمانهای قدیمی به کار می‌رود. جعبه تقسیم‌ها را می‌توان در راه پله قرار داد و خطوط منشعب از آن وارد پریزهای آنتن در آپارتمانها می‌شود. از این روش در مورد خانه‌های هم ردیف نیز استفاده می‌گردد. شبکه‌های عدم تزویج در جعبه تقسیم‌ها کار گذاشته شده و آخرین جعبه تقسیم باید به یک مقاومت ۷۵Ω ختم شود. از مزایای این روش می‌توان گفت که اتصال نادرست کابلهای پایانی به پریزها، بر روی سیگنالهائی که به پریزهای دیگر ارسال می‌گردد تأثیر نامحسوسی دارد. در مقابل هزینه کابلکشی در این روش بیشتر از کابلکشی روش خط عبوری بوده و علاوه بر این استفاده از جعبه تقسیمها سبب افزایش هزینه کل خواهد شد.

۷ـ۱ـ۲۲ می‌توان در سیستم همگانی از روش توزیع مرکب نیز استفاده نمود. در این روش سیگنالهای صوتی و تصویری در خطوط تغذیه اصلی یکسان انتقال داده می‌شود. خروجیهای پریز آنتن دربردارنده یک پریز برای برنامه‌های رادیوئی و پریز دیگری برای برنامه‌های تلویزیونی می‌باشد. شکل ۴ ـ ۱۲ الف روش مرکب را که در سیستم آنتن همگانی با سه کانال تلویزیونی به کار رفته است نشان می‌دهد. شکل ۴ ـ ۱۲ ب نیز استفاده از روش مذکور را در مورد شش کانال تلویزیونی نمایش می‌دهد.



شکل ۴ ـ ۱۲ سیستم آنتن همگانی با استفاده از روش توزیع مرکب الف ـ با سه کانال تلویزیونی

ب ـ با شش کانال تلویزیونی

۷ـ۲ کیفیت دریافت سیگنالهای تلویزیونی و اندازه‌گیریهای ضروری

۷ـ۲ـ۱ در طراحی سیستم آنتن همگانی باید توجه داشت گیرنده‌هائی که به این سیستم متصل می‌شود تنها می‌تواند با سیگنالهائی که در باند فرکانسی مجاز برای صوت و تصویر فرستاده می‌شود، تغذیه گردد. در پیوست ب تخصیص کانالها در سیستمهای تلویزیونی استاندارد ITU و مشخصات سیستمهای مذکور در مناطق مختلف جهان ارائه شده است.

۷ـ۲ـ۲ تضعیف کل بین خروجی ایستگاه مرکزی و خروجی پریز آنتن را که می‌توان تضعیف شبکه و شامل کلیه تضعیفهای ناشی از اجزای مدار، قطعات کابلها، تقسیم کننده‌ها در مسیر انتقال سیگنال می‌باشد باید مورد توجه خاص قرار گیرد. اساس طراحی برای سیگنالهای تلویزیونی باید به گونه‌ای باشد که حداقل سطح سیگنال خروجی در پریز آنتن برابر ۶۰ $dB\mu V$ باشد. در پیوست ج، جدول ج - ۱ برابری ولتاژ بر حسب میلی ولت با سطح توان $dB\mu V$ درج شده است.

۷ـ۲ـ۳ به منظر اجتناب از تداخل حاصل از سیگنالهای نوسان‌ساز گیرنده‌ای که در سیستم قرار دارد، تضعیف ناشی از تزویج یعنی تضعیفی که بین دو پریز خروجی آنتن که از نقطه نظر فیزیکی جدا از هم می‌باشد باید حداقل مقادیر زیر را اختیار نماید:

- ۲۲ dB بین هر دو نقطه اتصال گیرنده
- ۵۰ dB بین نقاط اتصال گیرنده امواج VHF و دریافت تلویزیونی
- ۷۰ dB بین نقاط اتصال مجزای فیزیکی گیرنده برای دریافت تلویزیونی و برای دریافت رادیوئی LF و MF

۷ـ۲ـ۴ هنگام دریافت سیگنالهای مورد نظر توسط آنتن و نیز در مراحل توزیع و پردازش سیگنالهای مذکور، امکان ایجاد تداخل از قبیل تداخل هم کانال، کانال مجاور و نیز دریافت سیگنالهای بازتابیده شده وجود دارد. به منظور تحقیق در مورد کیفیت دریافت سیگنالهای تلویزیونی تسهیلات اندازه‌گیری که شامل سیستمی جهت ارزیابی کیفیت تصویر باشد، مورد نیاز است.

۷ـ۲ـ۵ هنگامی که آنتن در جهتی قرار گیرد که توان‌سنج سیگنال مقدار حداکثر را نشان می‌دهد، در آن صورت جهت قرار گرفتن آنتن و نیز سمت دریافت مشخص می‌گردد. اگر در این وضعیت تداخلی در صفحه تلوزیون نمایان گردد، بایستی با چرخاندن آنتن سعی در حذف تداخل شود. اگر توان سنج سیگنال مناسبی در دسترس نباشد، وضعیت دریافت توسط یک گیرنده تلوزیونی معمولی قابل

تعیین است.

۷ـ۲ـ۶ دریافت مناسب سیگنالهای صوتی و تصویری به کیفیت تولید سیگنال و توان سیگنال دریافتی بستگی دارد. به منظور بازسازی موثر و رضایت بخش سیگنال، سطوح حداقل آن در خروجی آنتن یا ورودی تقویت کننده باید به شرح زیر باشد.

- سیگنال صوتی مونو (USW)، 30 dBμV
- سیگنال صوتی استریو (USW)، 40 dBμV
- سیگنال تصویری 55 dBμV

۷ـ۲ـ۷ از نقطه نظر نویز و کیفیت تصویر نسبت سیگنال به نویز زیر در طراحی سیستم آنتن همگانی باید مد نظر قرار داشته باشد.

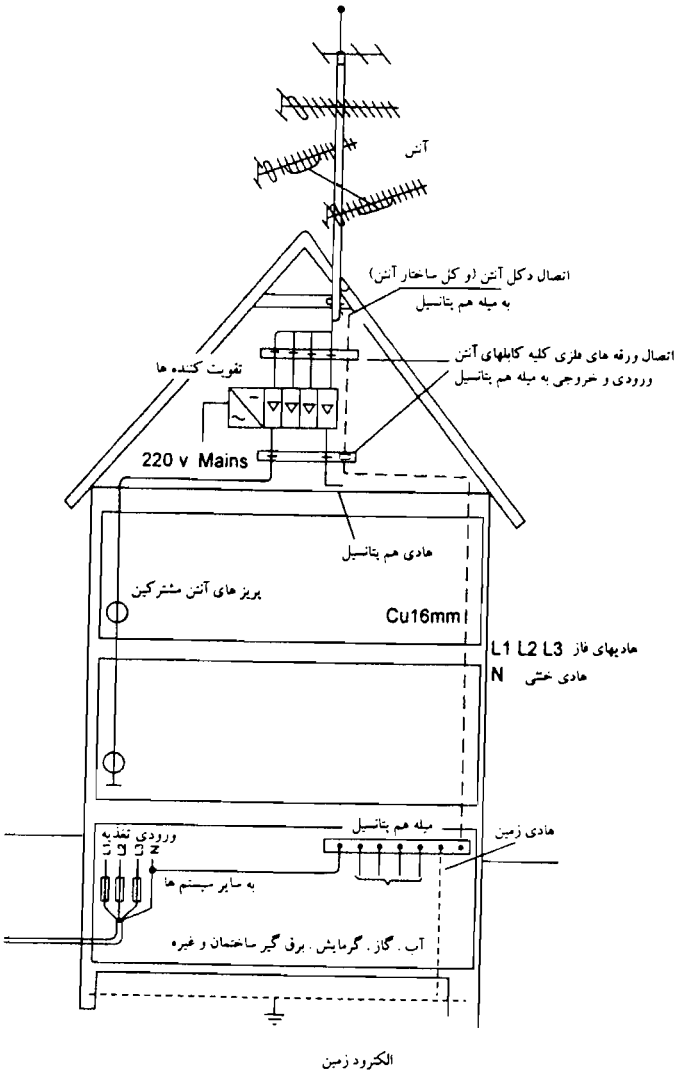
- کیفیت تصویر خیلی خوب، $\frac{S}{N} > 43$ dB
- کیفیت تصویر خوب $37\ \text{dB} \le \frac{S}{N} \le 43\ \text{dB}$
- کیفیت تصویر قابل قبول $\frac{S}{N} = 31\text{dB}$

۷ـ۲ـ۸ در هنگام راه‌اندازی سیستم آنتن همگانی لازم است اقدامات و اندازه‌گیریهای ضروری به صورت دقیق انجام گرفته و نتایج ثبت شود. اقدامات شامل تعیین جهت آنتن‌ها، محکم کردن گیره‌های دکل آنتن، عایق بندی ورودی آنتن در محل پشت بام و کار گذاشتن بستهای اتصال زمین می‌باشد.

۷ـ۲ـ۹ اندازه‌گیریهای سطح سیگنال در نقاط آزمون معین باید صورت پذیرد. نقاط آزمون به طور عمده شامل خروجی آنتن، خروجی هر تقویت کننده، هر مبدل و یا هر واحد الکترونیکی فعال، خروجی اولین گیرنده متصل به هر خط تغذیه اصلی و بالاخره خروجی آخرین گیرنده متصل به هر خط تغذیه اصلی خواهد بود. همچنین توصیه می‌شود که اندازه‌گیریهای اضافی در مورد کیفیت صوت (برنامه رادیوئی)، مقدار هوم، هیس و نویز، تفاوت بین سطوح حامل صوت و تصویر در کانالهای تلویزیونی و اعوجاج تضعیف حاصل از ایستگاه مرکزی انجام شود.

۷ـ۲ـ۱۰ برای حفاظت در برابر اضافه ولتاژهای ناشی از اتمسفر، ساختمان آنتن بالای پشت بام باید هم پتانسیل با ساختار فلزی ساختمان بوده و به خوبی به زمین وصل شده باشد. به منظور حفاظت در

برابر انتقال ولتاژ غیر مترقبه، تمام قطعات هادی غیر فعال سیستم آنتن از قبیل دکل، نگهدارندهٔ آن جعبه‌های تقسیم و تقویت کننده‌ها، ورقه‌های فلزی و هادیهای خارجی کابل آنتن باید به هم متصل شده و به زمین اتصال یابند. شکل ۴ ـ ۱۳ اقدامات حفاظتی لازم در راه اندازی یک سیستم آنتن همگانی را نشان می‌دهد.



شکل ۴ ـ ۱۳ هم پتانسیل نمودن آنتن همگانی با سایر اجزای فلزی ساختمان

۸ نمادهای ترسیمی

نمادهای ترسیمی بین‌المللی رادیوئی و تلویزیونی که در نمودارهای بلوکی و در طراحی به کار می‌رود در جدول ۴ ـ ۷ ارائه شده است.

جدول ۴ ـ ۷: نمادهای ترسیمی سیستم آنتن همگانی

۴ ملاحظات	۳ توصیف	۲	۱	۴ ملاحظات	۳ توصیف	۲	۱
	ترکیب دهنده			DIN 40717 Nr. 185. DIN 40700 Bl. 10	تقویت کننده، پیکان جهت تقویت کننده را نشان میدهد		
	ترانسفورمر بالون				تقویت‌کننده قابل تنظیم		
IEC 12 (CO 21821	فیلتر میان گذر				تقویت کننده با ALC مجتمع		
IEC (CO)218/22	فیلتر میان نگذر			DIN 40717 Nr. 50 DIN 40700 1. 10	مبدل فرکانسی		
IEC12 (CO)217/5	پائین گذر				مدولاتور		
IEC12(CO)21821	بالا گذر				مولد فرکانس راهنما		
	دیپلکسر باکنارگذاشتن ولتاژی			DIN 40717 Nr.50 bzw. IEC 12 (CO) 221/3	واحد منبع تغذیه		
	اتصال دهنده تغذیه خط				دستگاه پایداری		
	انشعاب دهنده دو راهه				میله زمین		
	انشعاب دهنده سه‌راهه			DIN 407012 resp. DIN 40717 Nr.44 IEC 12 (CO) 213/3	زمین ایمنی		
	انشعاب دهنده چهارراهه			DIN 40717 Nr. 184 DIN 40700 Bl.3resp. DIN 30600/148	آنتن رادیو یا تلویزیون		
	واحد تی				آنتن AM با بالون		
	واحد تی مضاعف				آنتن AM/FM با بالون		
	واحد تی مضاعف				آنتن دیپل با بالون		
نماد برای نقشه های نصب DIN 40717	خروجی آنتن				تضعیف‌کننده غیر قابل تنظیم		
					تضعیف کننده قابل تنظیم		
	خروجی آنتن با مقاومت ترمینال				تضعیف کننده با ALC مجتمع		
	مقاومت ترمینال				متعادل کننده		
IEC3 A (Sec) 50	تزویج کننده جهتی						

ستون ۱ = نمادهای (علائم) بین‌المللی رادیویی و تلویزیونی برای نمودارهای بلوکی

ستون ۲ = نمادهای بین‌المللی رادیویی و تلویزیونی برای طراحی

ستون ۳ = شرح

ستون ۴ = ملاحظات

پیوست الف:

مثالی از ورقه مشخصات فنی آنتن که توسط تولید کننده تهیه می‌گردد.

این مشخصات فنی با نشریه IEC 60597 مطابقت دارد.

جدول الف - ۱

	(تولید کننده)	
۴۷۰ ـ ۴۹۵ MHz	مدل YR04	یاگی UHF ۲۱/۲۳

جدول الف - ۲

ساختار

ابعاد			
مونتاژ شده		بسته بندی شده	
طول کل (mm)	۷۳۰	طول (mm)	۸۰۰
حداکثر پهنا (mm)	۳۳۰	پهنا (mm)	۱۵۰
حداکثر ارتفاع (mm)	۲۸۰	ارتفاع (mm)	۱۵۰
وزن مونتاژ شده (kgr)	۰/۹۵	وزن کل بسته (kgr)	۱/۶
وسایل اضافی موجود در بسته	ابزار مونتاژ		

جدول الف - ۳

مشخصات الکتریکی

آزمون‌ها		نشریه IEC 60597 بخش	نشریه IEC 60597 بند	داده‌ها
بهره	(dB)	۲	۲ـ۳	۱۳
تغییرات بهره	(dB)	۱	۱ـ۶ـ۳	۱/۵
پهنای پرتو صفحه E	(درجه)	۲	۳ـ۳	۳۵
پهنای پرتو صفحه H	(درجه)	۲	۳ـ۳	۳۱
امپدانس ترمینال	Ω			۷۵
ضریب انعکاس		۲	۱ ـ ۳	۰/۴۳
حفاظت جهت پذیری صحفه E	(dB)	۲	۴ ـ ۳	۲۴
حفاظت جهت پذیری صفحه H	(dB)	۲	۴ ـ ۳	۲۱
حفاظت پذیری پولاریزاسیون متقابل	(dB)	۲	۵ ـ ۳	۲۶
پهنای باند امپدانس	(MHz)	۱	۳ـ۶ـ۳	۴۹۶ ـ ۴۷۰
پهنای باند حفاظت جهت پذیری	(MHz)	۱	۲ـ۶ـ۳	۴۹۵ ـ ۴۶۹
پهنای باند پولاریزاسیون متقابل	(MHz)			
پهنای باند کار	(MHz)	۱	۵ـ۶ـ۳	۴۹۵ ـ ۴۷۰
پهنای باند بهره	(MHz)	۱	۱ـ۶ـ۳	۴۹۷ ـ ۴۷۰

جدول الف - ۴

مشخصات مکانیکی

آزمونها		نشریه IEC 60597		داده‌ها
		بخش	بند	
حداکثر سرعت باد مجاز	(m/s)			۵۰
بار باد (N) در سرعت باد مشخص	(m/s)	۳	۱ـ۳	۱۵ تا ۴۰
بار باد با یخ (N) در سرعت باد مشخص	(m/s)			
بار یخ (N)				
استحکام وسیله ترمینال		۳	۵	آزمون انجام شد
نوع وسیله ترمینال				اتصال دهنده TNC
نوع کابل تغذیه				کابل IEC ۷ ـ ۴ ـ ۷۵
حداکثر قطر کابل تغذیه (mm)				ϕ ۷/۳ mm

جدول الف - ۵

آزمونهای محیطی

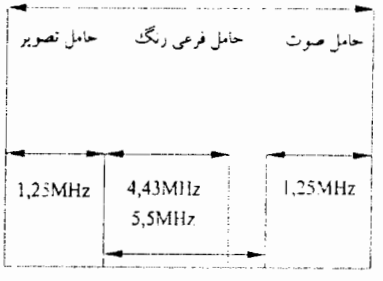
آزمونها	نشریه IEC 60597		داده‌ها
	بخش	بند	
ارتعاش			
مه نمک			
اتمسفر صنعتی	۳	۲ـ۷	آزمون با موفقیت انجام شد
مقاوم در برابر هوا	۳	۳ـ۷	آزمون با موفقیت انجام شد

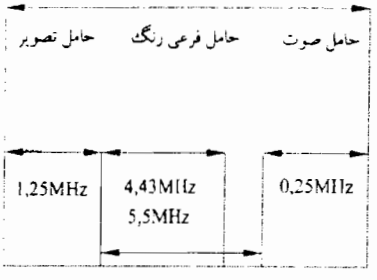
پیوست ب

در این پیوست تخصیص کانال‌ها در سیستمهای تلویزیونی استاندارد ITU و مشخصات فرکانسی سیستمهای مذکور در مناطق مختلف جهان ارائه شده است.

جدول ب - ۱استاندارد ITU برای امواج تلویزیون رنگی، سیستمهای B و G

پهنای باند کانال	فرکانس	پهنای باند کانال	فرکانس
8MHz	VHF IV 470-606MHZ	7 MHz	VHF I 47-68MHz
8MHz	VHF V 606-862MHZ	7 MHz	VHF III 174-230MHz
تخصیص کانال	UHF IV, UHF V	تخصیص کانال	VHF IV, VHF V
8MHz		7MHz	





ادامه جدول ب ـ ۱ استاندارد ITU برای امواج تلویزیونی رنگی، سیستمهای B و G

باندهای TV	کانال	فرکانس کانال Mhz	حامل تصویر Mhz	حامل صوت Mhz	حامل فرعی رنگ Mhz
I	2	47...54	48.25	53.75	52.68
	3	54...61	55.25	60.75	59.68
	4	61...68	52.25	67.75	56.68
VHF/ mid- band	s 3	118...125	119.25	124.75	123.68
	s 4	125...132	126.25	131.75	130.68
	s 5	132...139	133.25	138.75	137.68
	s 6	139...146	140.25	145.75	144.68
	s 7	146...153	147.25	152.75	151.68
	s 8	153...160	154.25	159.75	158.68
	s 9	160...167	161.25	166.75	165.68
	s 10	167...174	168.25	173.75	172.68
III	5	174...181	175.25	180.75	179.68
	6	181...188	182.25	187.75	186.68
	7	188...195	189.25	194.75	193.68
	8	195...202	196.25	201.75	200.68
	9	202...209	203.25	208.75	207.68
	10	209...216	210.25	215.75	214.68
	11	216...223	217.25	222.75	221.68
	12	223...230	224.25	229.75	228.68
VHF/ supr- band	s 11	230...237	231.25	236.75	235.68
	s 12	237...244	238.25	243.75	242.68
	s 13	244...251	245.25	250.75	249.68
	s 14	251...258	252.25	257.75	256.68
	s 15	258...265	159.25	264.75	263.68
	s 16	265...272	266.25	171.75	270.68
	s 17	272...279	273.25	278.75	277.68

باندهای TV	کانال	فرکانس کانال Mhz	حامل تصویر Mhz	حامل صوت Mhz	حامل فرعی رنگ Mhz
IV	21	470...478	471.25	476.75	475.68
	22	478...486	479.25	484.75	483.68
	23	486...494	487.25	492.75	491.68
	24	494...502	495.25	500.75	499.68
	25	502...510	503.25	508.75	507.68
	26	510...518	511.25	516.75	515.68
	27	518...526	519.25	524.75	523.68
	28	526...534	527.25	532.75	531.68
	29	534...542	535.25	540.75	539.68
	30	542...550	543.25	548.75	547.68
	31	550...558	551.25	556.75	555.68
	32	558...566	559.25	564.75	563.68
	33	566...574	567.25	572.75	571.68
	34	574...582	575.25	580.75	579.68
	35	582...590	583.25	588.75	587.68
	36	590...598	591.25	596.75	595.68
	37	598...606	599.25	604.75	603.68
V	38	606...614	607.25	612.75	611.68
	39	614...622	615.25	620.75	619.68
	40	622...630	623.25	628.75	627.68
	41	630...638	631.25	636.75	635.68
	42	638...646	639.25	644.75	643.68
	43	646...654	647.25	652.75	651.68
	44	654...662	655.25	660.75	659.68
	45	662...670	663.25	688.75	667.68
	46	670...678	671.25	676.75	675.68
	47	678...686	679.25	684.75	683.68
	48	686...694	687.25	692.75	691.68
	49	694...702	695.25	700.75	699.68
	50	702...710	703.25	708.75	707.68
	51	710...718	711.25	716.75	715.68
	52	718...726	719.25	724.75	723.68
	53	726...734	727.25	732.75	731.68
	54	734...742	735.25	740.75	739.68
	55	742...750	743.25	748.75	747.68
	56	750...758	751.25	756.75	755.68
	57	758...766	759.25	764.75	763.68
	58	766...774	767.25	772.75	771.68
	59	774...782	775.25	780.75	779.68
	60	782...790	783.25	788.75	787.68
	61	790...798	791.25	796.75	795.68
	62	798...806	799.25	804.75	803.68
	63	806...814	807.25	812.75	811.68
	64	814...822	815.25	820.75	819.68
	65	822...830	823.25	828.75	827.68
	66	830...838	831.25	836.75	835.68
	67	838...846	839.25	844.75	843.68
	68	846...854	847.25	852.75	851.68
	69	854...862	855.25	860.75	859.68

جدول ب - ۲ مشخصه‌های سیستمهای رادیوئی و تلویزیونی بین‌المللی بر طبق استاندارد ITU

استاندارد ITU	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
تعداد خطوط	405	625	625	625	819	819	625	625	625	625	625	625	525	625
پهنای باند کانال (MHz)	5	7	7	8	14	7	8	8	8	8	8	8	6	6
پهنای باند و بدنه (MHz)	3	5	5	6	10	5	5	5	5.5	6	6	6	4.2	4.2
فاصله ویدئو / صوت (MHz)	-3.5	+5.5	+5.5	+6.5	±11.15	+5.5	+5.5	+5.5	+6	+6.5	+6.5	+6.5	+4.5	+4.5
باند جانبی کناری (MHz)	0.75	0.75	0.75	0.75	2	0.75	0.75	1.25	1.25	0.75	1.25	1.25	0.75	0.7
مدولاسیون ویدئو	مثبت	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	منفی	منفی	منفی	منفی	منفی	مثبت	منفی	منفی
مدولاسیون صوتی	AM	FM	AM	FM	AM	AM	FM	FM	FM	FM	FM	AM	FM	FM

جدول ب ـ ۳ مشخصات فرکانسی کانالهای تلویزیونی در سیستمهای مختلف بین‌المللی

کانالهای تلویزیونی VHF یک سه سیستم استاندارد OIRT			کانالهای تلویزیونی VHF یک سه سیستم استاندارد ایتالیائی			کانالهای تلویزیونی VHF یک سه سیستم استاندارد فرانسوی		
کانال	حامل تصویر	حامل صوت	کانال	حامل تصویر	حامل صوت	کانال	حامل تصویر	حامل صوت
I	49.75	56.25	A	53.75	59.25	F 2	52.40	41.25
II	59.25	65.75	B	62.25	67.75	F 4	65.55	54.40
III	77.25	83.75	C	82.25	87.75	F 5	164.00	175.15
IV	85.25	91.75	D	175.25	180.75	F 6	173.40	162.25
V	93.25	99.75	E	183.25	189.75	F 7	177.15	188.30
VI	175.25	181.75	F	192.25	197.75	F 8 A	185.25	174.10
VII	183.25	189.75	G	201.25	206.75	F 8	186.25	175.40
VIII	191.25	197.75	H	210.25	215.75	F 9	190.30	201.45
IX	199.25	205.75	H 1	217.25	222.75	F 10	199.70	188.55
X	207.25	213.75	H 2	229.25	229.75	F 11	203.45	214.60
XI	215.25	221.75				F 12	212.85	201.70
XII	223.25	229.75						

کانالهای تلویزیونی استاندارد بریتانیا و ایرلند			کانالهای تلویزیونی استاندارد آمریکائی (FCC)					
کانال	حامل تصویر	حامل صوت	کانال	حامل تصویر	حامل صوت	کانال	حامل تصویر	حامل صوت
405 lines			A 2	55.25	59.75	A 43	645.25	649.75
			A 3	61.25	65.75	A 44	651.25	655.75
			A 4	67.25	71.75	A 45	657.25	661.75
B 1	45.00	41.50	A 5	77.25	81.75	A 46	663.25	667.75
B 2	51.75	48.25	A 6	83.25	87.75	A 47	669.25	673.75
B 3	56.75	53.25	A 7	175.25	179.75	A 48	675.25	679.75
B 4	61.75	58.25	A 8	181.25	185.75	A 49	681.25	685.75
B 5	66.75	63.25	A 9	187.25	191.75	A 50	687.25	691.75
B 6	179.75	176.25	A 10	193.25	196.75	A 51	693.25	697.75
B 7	184.75	181.25	A 11	199.25	203.75	A 52	699.25	703.75
B 8	189.75	186.25	A 12	205.25	209.75	A 53	705.25	709.75
B 9	194.75	191.25	A 13	211.25	215.75	A 54	711.25	715.75
B 10	199.75	196.25	A 14	471.25	475.75	A 55	717.25	721.75
B 11	204.75	201.25	A 15	477.25	481.75	A 56	723.25	727.75
B 12	209.75	206.25	A 16	483.25	487.75	A 57	729.25	733.75
B 13	214.75	211.25	A 17	489.25	493.75	A 58	735.25	739.75
			A 18	495.25	499.75	A 59	741.25	745.75
			A 19	501.25	505.75	A 60	747.25	751.75
625 lines			A 20	507.25	511.75	A 61	753.25	757.75
			A 21	513.25	517.75	A 62	759.25	763.75
A	45.75	51.75	A 22	519.25	523.75	A 63	765.25	769.75
B	53.75	59.75	A 23	525.25	529.75	A 64	771.25	775.75
C	61.75	67.75	A 24	531.25	535.75	A 65	777.25	781.75
D	175.25	181.25	A 25	537.25	541.75	A 66	783.25	787.75
E	183.25	189.25	A 26	543.25	547.75	A 67	789.25	793.75
F	191.25	197.25	A 27	549.25	553.75	A 68	795.25	799.75
G	199.25	205.25	A 28	555.25	559.75	A 69	801.25	805.75
H	207.25	213.25	A 29	561.25	565.75	A 70	807.25	811.75
I	215.25	221.25	A 30	567.25	571.75	A 71	813.25	817.75
			A 31	573.25	577.75	A 72	819.25	823.75
			A 32	579.25	583.75	A 73	825.25	829.75
			A 33	585.25	589.75	A 74	831.25	835.75
			A 34	591.25	595.75	A 75	837.25	841.75
			A 35	597.25	601.75	A 76	843.25	847.75
			A 36	603.25	607.75	A 77	849.25	853.75
			A 37	609.25	613.75	A 78	855.25	859.75
			A 38	615.25	619.75	A 79	861.25	865.75
			A 39	621.25	625.75	A 80	867.25	871.75
			A 40	627.25	631.75	A 81	873.25	877.75
			A 41	633.25	637.75	A 82	879.25	883.75
			A 42	639.25	643.75	A 83	885.25	889.75

پیوست ج

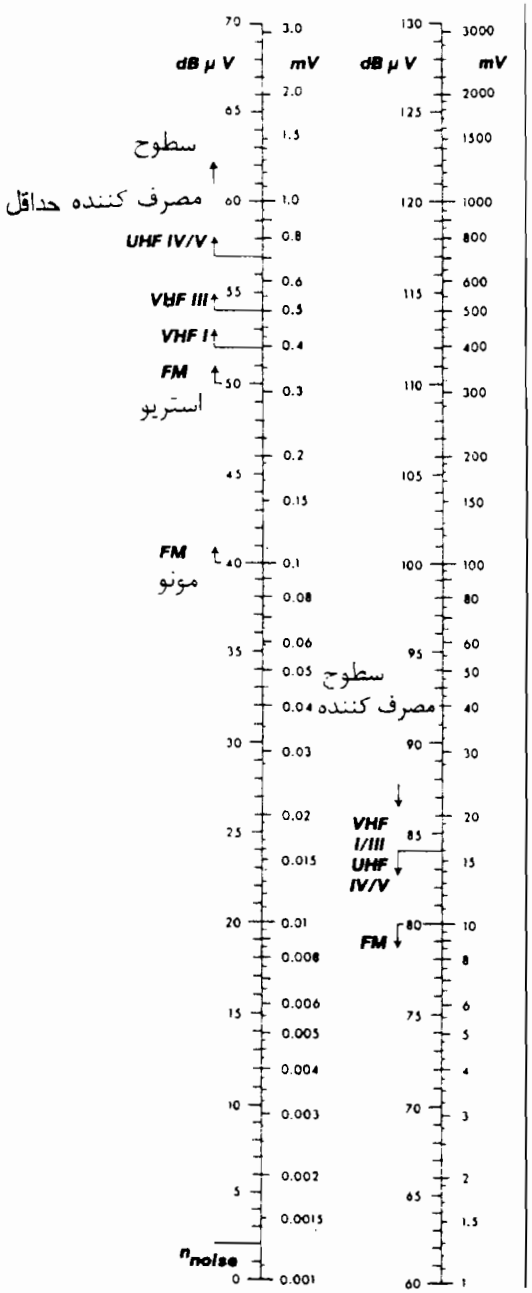
در این پیوست برابری ولتاژ بر حسب میلی ولت با سطح توان بر حسب $dB\mu V$ و نیز ارتباط بین اتلاف برگشتی، ضریب انعکاس، معکوس نسبت موج ساکن ولتاژ و نسبت موج ساکن ارائه شده است.

جدول ج - ۱ برابری ولتاژ (میلی ولت) با سطح توان ($dB\mu V$)

جدول محاسبه رابطه ولتاژ برحسب dB

(attenuation)		− dB −		(gain)
−				+
1,0	-	0,0	-	1,0
0,94	-	0,5	-	1,06
0,89	-	1	-	1,12
0,84	-	1,5	-	1,19
0,8	-	2	-	1,25
0,75	-	2,5	-	1,33
0,71	-	3	-	1,41
0,67	-	3,5	-	1,5
0,63	-	4	-	1,6
0,6	-	4,5	-	1,67
0,56	-	5	-	1,78
0,53	-	5,5	-	1,88
0,5	-	6	-	2,0
0,47	-	6,5		2,12
0,45	-	7	-	2,24
0,42	-	7,5	-	2,37
0,4	-	8	-	2,5
0,38	-	8,5	-	2,66
0,35	-	9	-	2,82
0,33	-	9,5	-	3,0
0,32	-	10	-	3,16
0,28	-	11	-	3,55
0,25	-	12	-	4,0
0,22	-	13	-	4,5
0,2	-	14	-	5,0
0,18	-	15	-	5,62
0,16	-	16	-	6,3
0,14	-	17	-	7,1
0,125	-	18	-	8,0
0,11	-	19	-	8,9
0,10	-	20	-	10,0
0,089	-	21	-	11,2
0,08	-	22	-	12,5
0,071	-	23	-	14,1
0,063	-	24	-	16,0
0,056	-	25	-	17,8
0,05	-	26	-	20,0
0,045	-	27	-	22,4
0,04	-	28	-	25,0
0,035	-	29	-	28,2
0,032	-	30	-	31,6
0,028	-	31	-	35,5
0,025	-	32	-	40
0,022	-	33	-	45
0,02	-	34	-	50
0,018	-	35	-	56
0,016	-	36	-	63
0,014	-	37	-	71
0,0125	-	38	-	80
0,011	-	39	-	89
0,010	-	40	-	100
0,0056	-	45	-	178
0,0032	-	50	-	316
0,0018	-	55	-	562
0,001	-	60	-	1000

جدول محاسبه مقادیر سطح و ولتاژ



جدول ج - ۲ ارتباط بین اتلاف برگشتی، ضریب انعکاس و نسبت موج ساکن

اتلاف برگشتی a (dB)	ضریب انعکاس r	معکوس VSWR m	VSWR s	اتلاف برگشتی a (dB)	ضریب انعکاس r	معکوس VSWR m	VSWR s
10	0,316	0,520	1,923	30,5	0,030	0,942	1,060
10,5	0,298	0,541	1,848	31	0,028	0,945	1,056
11	0,282	0,561	1,780	31,5	0,027	0,947	1,054
11,5	0,266	0,579	1,726	32	0,025	0,951	1,051
12	0,252	0,598	1,671	32,5	0,024	0,953	1,048
12,5	0,237	0,618	1,618	33	0,022	0,956	1,045
13	0,224	0,634	1,578	33,5	0,021	0,958	1,043
13,5	0,211	0,650	1,538	34	0,020	0,961	1,040
14	0,199	0,668	1,497	34,5	0,019	0,963	1,038
14,5	0,188	0,684	1,462	35	0,018	0,965	1,036
15	0,178	0,699	1,430	35,5	0,017	0,967	1,034
15,5	0,165	0,761	1,396	36	0,016	0,969	1,032
16	0,158	0,727	1,374	36,5	0,015	0,971	1,030
16,5	0,150	0,740	1,350	37	0,014	0,972	1,028
17	0,141	0,752	1,329	37,5	0,013	0,974	1,027
17,5	0,133	0,766	1,304	38	0,013	0,975	1,025
18	0,126	0,777	1,285	38,5	0,012	0,976	1,024
18,5	0,119	0,789	1,268	39	0,011	0,978	1,022
19	0,112	0,799	1,251	39,5	0,011	0,979	1,021
19,5	0,106	0,809	1,235	40	0,010	0,980	1,020
20	0,100	0,819	1,220	40,5	0,009	0,980	1,020
20,5	0,094	0,828	1,208	41	0,009	0,982	1,018
21	0,089	0,837	1,193	41,5	0,008	0,983	1,017
21,5	0,084	0,846	1,180	42	0,008	0,984	1,016
22	0,079	0,853	1,171	42,5	0,008	0,985	1,015
22,5	0,075	0,861	1,160	43	0,007	0,986	1,014
23	0,071	0,868	1,151	43,5	0,007	0,987	1,013
23,5	0,067	0,875	1,142	44	0,006	0,988	1,012
24	0,063	0,882	1,133	44,5	0,006	0,988	1,012
24,5	0,060	0,888	1,124	45	0,006	0,989	1,011
25	0,057	0,894	1,118	45,5	0,005	0,989	1,011
25,5	0,053	0,900	1,111	46	0,005	0,989	1,011
26	0,050	0,904	1,105	46,5	0,005	0,990	1,010
26,5	0,047	0,909	1,100	47	0,004	0,991	1,009
27	0,045	0,914	1,094	47,5	0,004	0,992	1,008
27,5	0,042	0,919	1,088	48	0,004	0,992	1,008
28	0,040	0,924	1,082	48,5	0,004	0,993	1,008
28,5	0,038	0,928	1,078	49	0,004	0,993	1,007
29	0,035	0,932	1,073	49,5	0,003	0,993	1,007
29,5	0,034	0,934	1,069	50	0,003	0,994	1,006
30	0,032	0,938	1,064				

$$r = \frac{1-m}{1+m} \qquad m = \frac{1-r}{1+r} \qquad s = \frac{1+r}{1-r}$$

فصل چهارم

بخش ب: سیستم تلویزیون مدار بسته

۱ کلیات و تعاریف

سیستم تلویزیون مدار بسته[1] از اجزاء و قسمتهای متفاوت بسیاری تشکیل یافته است. نکته مهمی که باید به آن توجه کرد عبارت است از این که تقریباً تمام اجزای تشکیل دهنده یک سیستم CCTV مستقل از سازنده آن باید کاملاً قابل تطبیق و سازگار با محصولات سایر سازندگان باشد. باتوجه به امر فوق و بررسی یک سیستم تلویزیون مدار بسته با کیفیت بالا می‌توان ادعا کرد که اجزای مستقل و متشکله یک سیستم CCTV اساساً عبارتند از:

- دوربین ویدئو
- عدسی دوربین
- مانیتور ویدئو
- ضبط ویدئو
- سویچ کننده، کواد[2] و مالتی پلکسر ویدئو
- جاروب کننده، کنترل کننده Pan / Tilt
- حفاظ و براکت نصب
- سیم و کابل

۱-۱ دوربین ویدئو

یکی از اصلی‌ترین بخشهای سیستم تلویزیون مدار بسته دوربین است که باید در انتخاب یا تعیین نوع صحیح یا فرمت آن دقت کافی به عمل آید. در راس تکنولوژی دوربین CCTV، سنسور CCD[3] یا ادوات تزویج بار قرار دارد که وظیفه آن تبدیل نور به سیگنال الکتریکی است. این

1- Closed Circuit T.V.

2- Quad

3- Charge Coupled Device

سیگنال الکتریکی سپس توسط مدار الکترونیکی دوربین مورد پردازش قرار گرفته و به سیگنال ویدئو خروجی تبدیل گردیده و سیگنال مذکور را می‌توان ضبط نموده یا روی یک مانیتور نمایش داد. به هر صورت، پردازش سیگنال ویدئو و فرایندهایی که بر سیگنال مذکور اعمال می‌شود به نوع دوربین بستگی دارد.

دوربین‌های تراشه CCD را می‌توان به دو نوع اصلی آنالوگ و دیجیتال تقسیم‌بندی کرد. این دو نوع دوربین را نیز می‌توان به زیرمجموعه‌های زیر تقسیم نمود:

الف - تک رنگ با تفکیک پایین / متوسط / بالا

ب - رنگی با تفکیک پایین / متوسط / بالا

پ - دوربین‌های روز / شب که در روز رنگی بوده و در شب تک رنگ خواهد بود

۱ـ۱ـ۱ دوربین‌های تک رنگ و رنگی

دوربین‌های رنگی در مقایسه با دوربین‌های تک رنگ از جذابیت و امتیاز بیشتری برخوردار می‌باشد. این نوع دوربینها، با این همه دارای حساسیت کمتری بوده و در شب کاربرد آن تا حد زیادی امکان‌پذیر نمی‌باشد مگر آن که روشنایی خوبی تأمین گردد. دوربین‌های تک رنگ دارای حساسیت مادون قرمز (IR)[1] بوده و می‌توان آن را بر اساس روشنایی پنهان IR مورد استفاده قرار داد. این ویژگی بخصوص در مواردی مفید است که بر اساس ضوابط طراحی روشنایی اضافی غیر عملی بوده و یا الزامات امنیتی به نحوی است که افراد غیر مجاز از وجود سیستم هشدار دهنده CCTV نبایستی آگاهی یابند.

۱ـ۱ـ۲ آنالوگ یا دیجیتال

تا همین اواخر اکثر دوربین‌های CCTV از نوع آنالوگ بوده و تصاویر خوبی را به ازای هزینه منطقی تولید می‌کرد. به هر حال با معرفی و توسعه فنون پردازش سیگنال دیجیتالی (DSP)[2]، انعطاف پذیری دوربین‌ها افزایش یافته و کیفیت تصاویر رنگی تهیه شده بهبود یافته است.

در قلب DSP میکروچیپ یا ریز تراشه‌های کامپیوتر و به عبارتی دیگر "مجموعه‌های تراشه" که جایگزین مدارهای مجتمع متعارف در دوربین شده است، قرار دارد. این تراشه‌ها به تولید کنندگان دوربین DSP امکان ارائه محصولات CCTV با ویژگیهای متعدد و نصب آسان را می‌دهد. دوربین‌های DSP عموماً کیفیت تصویری به اثبات و سازگاری بیشتر از دوربین‌های آنالوگ را عرضه داشته و در گستره وسیعی از شرایط روشنایی عمل می‌نماید.

1- Infra Red

2- Digital Signal Processing

۱ـ۱ـ۳ اندازه تراشه

در ابتدا تراشه‌های CCD دارای ابعادی در حدود نیم اینچ بود ولی علاقه به کاهش اندازه منجر به توسعه تراشه‌های یک سوم اینچ و اخیراً تراشه‌های یک چهارم اینچ گردید. تراشه‌های نیم اینچ قادر به تولید بالاترین حساسیت و تفکیک می‌باشد. چون این نوع تراشه‌ها می‌توانند نور بیشتری را جمع‌آوری کنند تراشه‌های یک سوم اینچ اکنون بخش اعظمی از بازار را تشکیل داده و با گسترش و توسعه محصولات متعدد و متنوع عملکرد تراشه‌های مذکور به تراشه‌های بزرگتر نزدیک‌تر می‌شود. مجموعه‌های تراشه یک چهارم از پیشرفت‌های نسبتاً اخیر بوده و به طور گسترده‌ای در دوربین‌های دستی مورد استفاده توسط افراد به کار می‌رود. به علت فقدان دسترسی پذیری و گستره عدسیهای فرمت یک چهارم اینچ، کاربرد آن در تلویزیون مدار بسته به نحوی از انحاء هنوز محدود است.
بعنوان یک قاعده کلی می‌توان ادعا کرد که دوربین‌های یک چهارم اینچ کمترین هزینه و پایین‌ترین عملکرد را دارا است در حالی که دوربین‌های یک دوم اینچ عملکرد بهتر را تأمین نموده ولی پر هزینه‌تر می‌باشد.

۱ـ۲ عدسی دوربین

انتخاب مناسب‌ترین عدسی برای هر دوربین بایستی به صورت مصالحه بین الزامات مطلق کاربر و کاربرد عملی سیستم در نظر گرفته شود. باید توجه کرد که نمی‌توان تمام ابعاد بزرگ صحنه را مشاهده کرد و تمام شماره وسایل نقلیه را خواند. راه حل می‌تواند استفاده از دوربین‌های بیشتر یا مشاهده ناحیه محدودی از صحنه مورد علاقه باشد.

۱ـ۲ـ۱ فاصله کانونی ثابت

عدسی دارای فاصله کانونی ثابت یا تک کانونی[1]، همانطور که عنوان آن نشان می‌دهد در شرایطی که میدان دید دقیق مورد نظر ثابت بوده و در هنگام استفاده از سیستم، نیازی به تغییر میدان دید نیست، این نوع عدسی به کار گرفته می‌شود. عدسی مذکور معمولاً در فواصل کانونی از ۳/۷ mm تا ۷۵ mm وجود داشته و در دسترس است. اگر به فواصل کانونی طویل‌تر از مقادیر فوق نیاز باشد در این صورت ضروری است که از عدسی زوم[2] استفاده کرده و آن را تنظیم نمود.

1- Monofocal Lens
2- Zoom

۱ـ۲ـ۲ فاصله کانونی متغیر

این نوع عدسیها را به نحوی طراحی می‌کنند که در گستره محدودی از فاصله کانونی به طور دستی قابل تنظیم باشد. البته شایان توجه است که آنها مطلقاً عدسی‌های زوم می‌باشد. چون دارای فاصله کانونی کاملاً کوتاه و کوچک است. این عدسیها معمولاً در وضعیتهای داخلی که تنظیم دقیق‌تر صحنه مورد مشاهده ضروری بوده و امکان دارد عدسی مورد نیاز مابین دو عدسی استاندارد باشد به کار می‌رود.

۱ـ۲ـ۳ عدسی زوم دستی

عدسی زوم دستی نوعی عدسی است که در آن با استفاده از یک حلقه قابل چرخش توسط برآمدگی واقع در بدنه عدسی می‌توان فاصله کانونی را در گستره‌ای به طور دستی تغییر داد. در این عدسی علامت "زوم نمودن" وجود داشته و این علامت دلالت بر دسترسی به عدسی با فاصله کانونی طویل‌تر از فاصله کانونی عدسی دارد. نسبت زوم، بعنوان مثال ۶:۱ بدان مفهوم است که بزرگ‌ترین فاصله کانونی شش برابر کوتاه‌ترین فاصله کانونی است. روش معمولی برای توصیف عدسی زوم عبارت است از مشخص نمودن اندازه فورمت، نسبت زوم و طویل‌ترین و کوتاه‌ترین فاصله کانونی برای مثال مشخصات یک عدسی زوم به صورت زیر خواهد بود. ۱۲/۵ mm و ۷۵ mm و ۶:۱ و ۲/۳″

۱ـ۲ـ۴ عدسی زوم قابل تنظیم باموتور

در مواردی که در سیستم تلوزیون مدار بسته از واحد Pan / Tilt استفاده می‌شود ضرورت به کار بردن عدسی زوم بیشتر احساس می‌گردد. حلقه عدسی زوم توسط موتورهای DC بسیار کوچک تحریک شده و از یک منبع دوردست کنترل می‌شود. اگر ترکیب عدسی دوربین به طرز صحیحی نصب و تنظیم شود تمرکز فاصله کانونی از یک حد زوم تا حد دیگر تغییر نمی‌کند. در بسیاری از وضعیتها نیاز به عمل Pan / Tilt و زوم نمودن به موقعیت از قبل تعیین شده‌ای در ناحیه مورد پوشش است. در چنین شرایطی می‌توان از عدسیهای قابل تنظیم با موتور که دارای پتانسیومترهای مناسب برای مکانیسم زوم و متمرکز نمودن فاصله کانونی می‌باشد استفاده کرد. با اندازه‌گیری ولتاژ دو سر پتانسیومتر و مقایسه آن با سیگنالها در سیستم کنترل، عدسی به طور خودکار عمل زوم را انجام داده و تمرکز فاصله کانونی را تحقق می‌بخشد.

۱ـ۲ـ۵ دیافراگم[1]

به منظور دستیابی به عملکرد رضایت بخش و کیفیت کار بهینه بایستی نه نور بسیار زیاد و نه نور بسیار کم بر روی سنسور دوربین اعمال شود. این امر درواقع توسط دیافراگم عدسی صورت می‌پذیرد. با کوچک‌تر شدن گشادگی دیافراگم عمق میدان بزرگ‌تر شده و تمرکز کانونی بهتری حاصل می‌شود. معذالک مقدار کاهش یافته نور وارده به دوربین سبب کیفیت ضعیف تصاویر در ترازهای پایین نور و روشنایی می‌گردد.

در عدسی با دیافراگم ثابت امکان تنظیم و تطبیق با شرایط متفاوت روشنایی وجود نداشته و بدین علت از نظر کاربرد این نوع عدسیها محدود بوده و برای موارد استفاده‌ای که در آن جزییات ظریف به طور مداوم باید معلوم و قابل مشاهده باشد مناسب نمی‌باشد. دیافراگم دستی را می‌توان در زمان نصب تنظیم کرد و این امر تحقق تصویر بهینه را به ازای تراز روشنایی ثابت امکان‌پذیر می‌سازد.

این نوع عدسیها برای کاربردهای داخل ساختمان که در آن تراز روشنایی قابل کنترل و پایدار است بسیار مناسب می‌باشد. هر دو عدسیهای با دیافراگم ثابت و دستی را می‌توان در دوربین‌هایی به کار برد که دارای ویژگی خاصی به نام "دیافراگم الکترونیکی" می‌باشد. این ویژگی در واقع یک نوع فن‌آوری است که به طرز موثر روشنایی دریافتی سنسور را کاهش می‌دهد تا عدم کنترل دیافراگم را جبران نماید. این ویژگی از نظر هزینه نیر با صرفه است ولی فاقد افزایش عمق میدان حاصل از به کارگیری دیافراگمی با اندازه صحیح می‌باشد. در کابردهای بیرون از ساختمان که در آن شرایط روشنایی عموماً بیشتر تغییر می‌کند، عدسی با دیافراگم خودکار بهترین عملکرد را ارائه کرده و روزنه دیافراگم به طور خودکار تنظیم می‌شود تا با مانیتور و مراقبت نمودن سیگنال خروجی از دوربین تصویر بهینه را ایجاد نماید. بعنوان مثال اگر اهداف سیستم مورد نظر شما مشاهده مبادلات (پرداخت و دریافت) صندوق با دوربین فورمت ۳: ۱ (که در زمان حاضر بیشترین کاربرد را دارد) و فاصله دوربین از صحنه در حدود ۳ تا ۴ متر است، به منظور رؤیت جزئیات به اندازه کافی مانند واحد یا ارزش اسکناس، عدسی در گستره فاصله کانونی ۶ تا ۸ میلیمتر دید نزدیک، نسبتاً خوب و روشنی را برای شما فراهم خواهد کرد. اگر شما فقط به مشاهده کلی علاقه‌مند باشید عدسی با زاویه وسیع در گستره‌های ۲/۸ تا ۴/۸ میلیمتر را می‌توان به کار برد.

۱ـ۱ـ۳ مانیتور ویدئو

هر آنچه که دوربین شما مشاهده می‌کند در مانیتور ویدئو شما نیز در معرض نمایش قرار خواهد

1- Iris

گرفت. مشابهاً هر آنچه سیستم شما در گذشته ضبط کرده در مانیتور قابل تماشا خواهد بود. مانیتورهای ویدئو فقط در ظاهر عمومی شبیه دستگاههای تلویزیونی می‌باشد. این‌گونه مانیتورها مجهز به سویچ‌های خاموش و روشن (on / off) بوده و دارای صفحه نمایش رنگی و سیاه و سفید می‌باشد.

مانیتورهای ویدئو معمولاً در مقایسه با دستگاه تلویزیون دارای خطوط افقی با تفکیک بیشتری (تصویر تیزتر و واضح‌تر) بوده و اغلب مانیتورها فاقد صدا و توانایی ارسال و بازسازی صوتی می‌باشد. اندازه صفحه نمایش مانیتورها از LCD[1] (صفحه نمایش کرسیتال مایع) ۳ اینچی که مورد استفاده تکنیسین‌ها در هنگام نصب و راه‌اندازی دوربین قرار می‌گیرد تا مانیتورهای رنگی با تفکیک‌پذیری بالا و اندازه ۲۵ اینچ تغییر می‌کند.

۴ـ۱ ضبط ویدئو

دستگاههای ضبط ویدئو کاست (VCR)[2] اگر چه از نظر ظاهر و طراحی دستگاه شبیه دستگاه‌های ضبط ویدئو خانگی می‌باشد ولی دارای برخی ویژگیهای اضافی برای استفاده در سیستم‌های حفاظتی است. این‌گونه دستگاهها به شاسی یا بدنه صنعتی که بتواند دوام و پایداری بیشتری داشته نیازمند بوده و باید به نحوی طراحی و ساخته شود که قادر به تحمل بیشتر استرس‌ها، کهنگی‌ها و پوسیدگی‌های حاصل از کاربرد مداوم و پیوسته VCR به جای استفاده سه یا چهار ساعته در روز از دستگاه‌های خانگی باشد.

تفاوت کارکردی اصلی درواقع توانایی VCR حفاظتی در ضبط به مدت حداقل ۲۴ ساعت می‌باشد. این توانایی از ضبط اطلاعات به طور متناوب به جای مداوم (که در ضبطهای خانگی به کار می‌رود) به دست می‌آید. نهایتاً ویژگی مذکور به VCR این امکان را می‌دهد که ضبطهای دوربین را به طور پله‌ای یا جهشی با استفاده از کاست‌های ویدئو استاندارد و در دوره‌های زمانی بسیار طولانی‌تر انجام دهد. تجربه نشان داده است که این روش مانیتورینگ حفاظتی موفقیت‌آمیزترین روش می‌باشد. اگر چه مبادله‌ای بین الزامات ضبط توسعه یافته و صرفه‌جویی در هزینه‌ها وجود دارد. بهتر است روش ضبط مرور زمان[3] و نحوه کار آن در عمل را با یک مثال توضیح دهیم. دستگاه VCR خانگی استاندارد به طور مداوم در زمان واقعی با ۲۵ فریم در هر ثانیه و ۲ میدان در هر فریم (جمعاً ۵۰ تصویر در هر ثانیه) عمل ضبط را انجام می‌دهد. دستگاه صنعتی در مقابل، بازه‌های زمانی ضبط قابل انتخابی داشته و به شما اجازه می‌دهد مقدار اطلاعاتی را که می‌خواهید با توجه به الزامات

1-Liquid Crystal Display
2- Video Cassette Recorder
3- Time Lapse

خویش ضبط کنید، کاهش دهید. اگر برای مثال نرخ ضبط به ۸/۳۳ فریم در هر ثانیه (۱۶/۶۶ تصویر در مجموع) کاهش یابد دستگاه VCR می‌تواند ضبطهایی از اطلاعات به مدت ۲۴ ساعت را دارا باشد. در چنین شرایطی گفته می‌شود که VCR در مود[1] (حالت) مرور زمان ۲۴ ساعته عمل می‌کند. از آن جا که ضبط در مود مروز زمان به جای مداوم متناوب است افتی در اطلاعات ضبط شده در هر توالی مستقل و تنها وجود خواهد داشت که این توالی به تنظیمات دستگاهها بستگی داشته و افت مذکور می‌تواند به اثر استروبوسکپی[2] در هنگام نمایش روی مانیتور منجر شود در نتیجه ترکیب و پیکربندی ضبط مرور زمان به نیازهای عملی سیستم حفاظتی مورد نظر شدیداً وابسته است.

باید به خاطر سپرد هنگامی که دستگاههای VCR مرور زمان به همراه مالتیپلکسرها به کار می‌رود فریم‌های ضبط شده بین تعداد دوربین‌های مورد استفاده تقسیم خواهد شد.

جدول زیرفاصله‌بین‌فریم‌های‌ضبط شده‌رابه‌ازای‌هر دوربین نسبت به تعداد دوربین‌ها نشان می‌دهد.

	۲۴ ساعت زمان واقعی	۲۴ ساعت مرور زمان	۷۲ ساعت	۱۶۸ ساعت	۹۶۰ ساعت
یک دوربین	۰/۰۶ ثانیه	۰/۱۸ ثانیه	۰/۰۵۰ ثانیه	۱/۱۴ ثانیه	۶/۴۲ ثانیه
۴ دوربین	۰/۲۴ ثانیه	۰/۷۲ ثانیه	۲/۰۰ ثانیه	۴/۵۶ ثانیه	۲۵/۶۸ ثانیه
۸ دوربین	۰/۴۸ ثانیه	۱/۴۴ ثانیه	۴/۰۰ ثانیه	۹/۱۲ ثانیه	۵۱/۳۶ ثانیه
۱۲ دوربین	۰/۷۲ ثانیه	۲/۱۶ ثانیه	۶/۰۰ ثانیه	۱۳/۶۸ ثانیه	۷۷/۰۴ ثانیه
۱۶ دوربین	۰/۹۶ ثانیه	۲/۸۸ ثانیه	۸/۰۰ ثانیه	۱۸/۲۴ ثانیه	۱۰۲/۷۲ ثانیه

۵ـ۱ سویچ کننده‌ها، کواد و مالتیپلکسرهای ویدئو

۱ـ۵ـ۱ سویچ کننده‌ها

اگر به بیش از یک دوربین در سیستم CCTV نیاز باشد چه باید کرد؟ چگونه می‌توان تمام دوربین‌ها را به طور همزمان مشاهده کرد و مانیتورینگ را انجام داد؟ متداول‌ترین و با صرفه‌ترین روش رؤیت دوربین‌های چندگانه توسط دستگاهی به نام سویچ کننده‌ها صورت می‌پذیرد.

سویچ کننده‌ها تا حد زیادی مانند تغییر دهنده کانال بوده و سیگنالها را از دو یا چند دوربین دریافت نموده سپس به طور متوالی هر دوربین را به مدت از قبل تعیین شده معمولاً قابل تنظیم روی مانیتور نشان می‌دهد. بعنوان مثال اگر چهار دوربین C1، C2، C3، C4 در سیستم پیش‌بینی شده باشد هر دوربین به مدت پنج ثانیه نشان داده خواهد شد. عیب کار در آن است که هر دوربین به

1- Mode 2- Stroboscopic

مدت ۱۵ ثانیه یعنی زمانی که سه دوربین دیگر نشان داده می‌شود قابل رؤیت نخواهد بود. علاوه بر این در هنگام ضبط فاصله ۱۵ ثانیه‌ای بین ضبط، هر دوربین قبل از بازگشت مجدد به دوربین یک (C_1) خواهد بود. همچنین اگر از مود مرور زمان استفاده شود امکان دارد که چشمهای دستگاه ضبط VCR بر روی دوربین C_1 هنگامی که C_1 نشان داده می‌شود بسته باشد و نیز احتمال دارد که مدت زمان بزرگی قبل از ضبط مجدد C_1 باید طی شود. همزمانی بین پنجره‌های چرخش سویچ کننده و ضبط مرور زمان حقیقتاً غیر ممکن است.

۱ـ۵ـ۲ کوادها

کوادها درواقع حداکثر تا چهار دوربین را می‌توانند به طور همزمان نمایش دهند. کوادها و مالتیپلکسرهای دیجیتال که از جدیدترین محصولات عرضه شده به بازار CCTV است می‌توانند حداکثر ۱۶ دوربین را به طور همزمان روی یک پرده نمایش دهد. علاوه بر این اگر ابزار صحیحی در سیستم به کار گرفته شود، می‌توان با تنظیمات دستی هر یک از شانزده دوربین را روی پرده کامل مشاهده کرده و فعالیتهای ضبط شده را ملاحضه نمود.

۱ـ۵ـ۳ مالتیپلکسرها

اگر بخواهیم مالتیپلکسرها[1] را به صورت ساده تعریف کنیم این دستگاه امکان ضبط سیگنالهای چند دوربین را بر روی یک نوار ویدئو فراهم می‌سازد. بدین منظور مالتیپلکسر سیگنالهای دوربین را همزمان نموده و هر یک را با یک کد مشخص کرده و نمایش مجدد مستقل هر دوربین را با استفاده از نوار و بدون وابستگی به تعداد دوربینهای ضبط شده روی نوار امکان‌پذیر می‌سازد. علاوه بر این هر تصویر با زمان و تاریخ ضبط توصیف و مشخص می‌شود.

اغلب دستگاههای مالتیپلکسر نیز قابلیت نمایش همزمان چند دوربین روی یک یا چند مانیتور را ارائه می‌دهد. این گروه از تصاویر هنگامی که روی یک مانیتور نمایش داده می‌شود معمولاً تصاویر چند صحنه‌ای نامیده می‌شود. این قابلیت هنگامی بخصوص مفید است که تعداد زیادی دوربین در سراسر مکان مورد نظر نصب شده باشد.

۱ـ۶ حفاظ و براکت نصب

هر دوربین به پایه‌ای نیاز داشته و دوربین‌های فضای آزاد باید دارای حفاظ بوده و برخی به منظور عملکرد مناسب با گرمکن یا پنکه کار می‌کند. در بعضی از دوربینها حرکت کردن یا جاروب نمودن

1-Multiplexers

منطقه مورد نظر ضروری است. برخی دوربینهای دیگر به جاروب کردن Pan & Tilt (پس و پیش و بالا و پایین) نیاز داشته و بعضی باید دارای حفاظ "قبه"[1] باشد تا با دکوراسیون محیط هماهنگ باشد. درواقع تعداد زیادی پایه‌های دیواری، سقفی و غیره برای دوربین وجود دارد. جاروب کننده‌ها می‌تواند به صورت خودکار یا تصادفی عمل نماید یا از دور کنترل شود. دوربینهای Pan / Tilt همیشه از یک ناحیه مرکزی به طور دور دست کنترل می‌شود. در بعضی از کاربردها از قبه‌های آینه‌ای نیز استفاده می‌شود.

۷ـ۱ سیم و کابل

در رابطه با سیستمهای CCTV باید گفت که می‌توان پیچیده‌ترین دستگاهها و تجهیزات CCTV را با فن‌آوری پیشرفته ابتیاع کرد ولی اگر این وسایل توسط کابل هم محور نامناسب به یکدیگر اتصال یابندآن‌چه که‌حاصل خواهدشدتعدادی تجهیزات گران قیمت با عملکرد ضعیف آن خواهد بود. امروزه متداول‌ترین کابل هم محور مورد استفاده در سیستم‌های CCTV دو نوع کابل RG60U و RG59U است. این‌گونه کابلها باید دارای امپدانس ۷۵ اهم بوده و مس قیطانی ۹۵٪ داشته باشد. فاصله دوربین تا مانیتور با دستگاه ضبط یا دستگاه سویچ کننده و غیره که باید توسط کابل طی شود درواقع نوع و اندازه کابل هم محور مورد نیاز را تعیین می‌کند. همچنین در رابطه با دستگاههای دوربین، جاروب کننده‌ها و tilts /pan و غیره باید الزامات کابلهای تغذیه الکتریکی در نظر گرفته شود. متداول‌ترین کابل تغذیه الکتریکی CCTV کابل اندازه ۱۸ دو زوجی (۱۸/۲) می‌باشد.

۲ مشخصات فنی

الزامات و مشخصات حداقل زیر در مورد اجزای یک سیستم تلوزیون مدار بسته بایستی ذکر و ارائه گردد.

۲ـ۱ دوربین‌ها

- نوع سنسور دوربین بایستی ادوات تزویج بار یا CCD باشد.
- امپدانس خروجی سیگنال ویدئو باید ۷۵ اهم باشد. خروجی ویدئو به صورت ولتاژ پیک تاپیک در دو سر امپدانس ۷۵ اهم باید ذکر شود.
- در دوربینهای رنگی نوع سیستم رنگ دوربین مانند PAL باید مشخص گردد.

1- Dome

سیستم جاورب مانند 2:1 در هم بافته شده و نیز تفکیک پذیری افقی و عمودی باید ذکر شود.

- خروجی لومینانس Y به صورت ولتاژ پیک تاپیک در دو سر ۷۵ اهم و نیز خروجی کرومینانس C به صورت ولتاژ پیک تاپیک در دو سر ۷۵ اهم باید مشخص شود.
- نسبت سیگنال به نویز در حالتی که AGC خاموش باشد بایستی از dB ۴۶ بیشتر باشد.
- سرعت شاتر (shutter) که می‌تواند در محدوده‌ای متغیر باشد باید ذکر گردد.
- نوع همزمانی به صورت داخلی، خارجی، H / Vlock, Linelock باید مشخص شود.
- توان ورودی بر حسب وات در ولتاژ نامی ۲۴۰ ولت باید مشخص شود.
- گستره دمای کار دوربین به تنهایی از ۱۰ـ درجه سانتی‌گراد تا ۵۰+ درجه سانتی‌گراد خواهد بود.
- کنترل خودکار بهره یا AGC دوربین از صفر تا dB ۲۰ تغییر خواهد کرد.
- حداکثر وزن دوربین و نیز نوع نگاهدارنده لنز باید ذکر گردد.
- در صورتی که دوربین از نوع مادون قرمز (IR) باشد علاوه بر مشخصات فوق، طول موج مادون قرمز (۷۱۵ تا ۸۳۰ نانومتر) باید ذکر شود.

۲ـ۲ عدسی‌ها

- نوع کنترل دیافراگم به صورت خودکار یا دستی که به کاربرد مورد نظر بستگی دارد باید مشخص شود.
- نوع تمرکز فاصله کانونی (Focus) به شکل خودکار یا دستی که به کاربرد مورد نظر بستگی دارد باید ذکر شود.
- نوع نگاهدارنده عدسی (مانند CS type) باید مشخص شود.
- گستره تمرکز فاصله کانونی باید از ۰/۱ متر تا بی نهایت (از جلوی عدسی‌ها) باشد.
- امپدانس ورودی مدار کنترل فاصله کانونی دوردست بایستی ۱۰٪ ± ۱۰ kohm باشد.
- دقت عدسی‌ها باید ۳/۵٪ ± مقدار تنظیم شده روزنه (Aperture) باشد.

۲ـ۳ سویچ کننده‌ها

- سویچ کننده‌ها یا ماتریس سویچینگ بایستی با دوربینهای تک رنگ و رنگی سازگار بوده و با فورمت ویدئو آن هماهنگ باشد.
- تراز ولتاژ ورودی به صورت پیک تاپیک باید ذکر شده و امپدانس ورودی باید ۷۵ اهم باشد.
- متعادل سازی ورودی بایستی به صورت ۰dB تا dB ۱۴+ با پله‌های متغیر تا MHz ۵ باشد.
- تراز خارجی به صورت پیک تاپیک و برابر با تراز ولتاژ ورودی در دو سر امپدانس ۷۵ اهم خواهد بود.

- امپدانس خروجی بایستی ۷۵ اهم باشد.
- تضعیف همشنوایی بایستی به مقدار ۶۰ dB در ۱ MHz و ۵۰dB در ۵ MHz صورت پذیرد.
- پاسخ فرکانسی بایستی حداقل تا ۶ MHz ارائه گردد.
- از نظر حذف هوم (Hum) باید امکان تنظیم برای رسیدن به ۴۰ dB حذف پتانسیل غلاف وجود داشته باشد.

۲ـ۴ مالتی پلکسرها

- تعداد ورودیهای دوربین باید ذکر شود.
- تعداد ورودیهای هشدار (Alarm) باید ذکر شود.
- امپدانس ورودی مالتی پلکسرها باید ۷۵ اهم انتخاب شود.
- ولتاژ سیگنال ورودی به صورت ولتاژ پیک تاپیک و تراز ولتاژ خروجی به صورت ولتاژ مطلق بر حسب ولت در دو سر ۷۵ اهم باید ذکر شود.
- امپدانس خروجی مالتی پلکسرها باید ۷۵ اهم باشد.
- حداقل نرخ فریم باید سه فریم در هر ثانیه باشد.
- حداقل تعداد خطوط ویدئو فعال بایستی ۴۰۰ باشد.
- حداقل پهنای باند ویدئو ۵ مگاهرتز خواهد بود.
- ولتاژ و فرکانس و توان مصرفی مالتی پلکسرها و نیز ابعاد و وزن آن باید ذکر گردد.

ویژگیهای اضافی دیگری می‌توان در مالتی پلکسرها منظور نمود که از جمله آن می‌توان ضبط دیجیتالی، انتخاب و پخش صحنه‌های ضبط شده به صورت یک صحنه تنها، ۴ یا ۱۶ صحنه، تصویر در تصویر، زوم و pan دیجیتالی و ثابت نگاه داشتن تصویر و... را نام برد.

۲ـ۵ مانیتورها

- امپدانس ورودی ۷۵ اهم باید انتخاب شود.
- تراز سیگنال ورودی باید به صورت ولتاژ پیک تاپیک ذکر شود.
- از نظر سازگاری، مانیتورهای تک رنگ دارای ۶۲۵ خط (۵۶۷ خط فعال) به ازای میدان در هم بافته شده در ۵۰ میدان در هر ثانیه خواهد بود. پهنای باند ویدئو نیز ۵/۵ مگاهرتز خواهد بود.
- تفکیک پذیری افقی در مانیتورهای تک رنگ بیش از ۷۰۰ خط و در مانیتورهای رنگی بیش از ۵۸۰ خط خواهد بود.
- حداکثر بهره ویدئو برابر ۳ dB ± ۳۵ dB باید باشد.

- ولتاژ، فرکانس و توان مصرفی مانیتورها، ابعاد و نیز وزن آن باید ذکر گردد.

۲ـ۶ ضبط کننده‌های کاست ویدئویی (VCR)

- نوع سیگنال رنگی (مانند PAL، NTSC،...) و تعداد خطوط و تعداد میدانها باید ذکر شود.

- تفکیک‌پذیری افقی باید ۴۰۰ خط یا بیشتر باشد.

- فورمت ضبط باید معرفی و شرح داده شود، بعنوان مثال S - VHS (پهنای باند ۵ MHz یا بزرگتر و ظرفیت ذخیره حداقل ۴۰۰ خط در هر فریم)

- نسبت سیگنال به نویز بایستی از ۴۳ dB بیشتر باشد.

- در VCRهای مرور زمان تعداد و مقدار سرعتهای ضبط باید مشخص شود.

- ولتاژ، فرکانس و توان مصرفی VCRها و نیز ابعاد و وزن آن باید ذکر شود.

۲ـ۷ وسایل Tilt, Pan و زوم

- وسیله Pan باید قادر به حرکت حداقل ۶۰ درجه در هر ثانیه باشد.
- وسیله Tilt باید امکان حرکت حداقل ۳ درجه در هر ثانیه را داشته باشد.
- وسیله زوم و ویژگیهای آن بر اساس مشخصات فنی دوربین تعیین خواهد شد.
- نوع کاربرد داخل ساختمان و فضای آزاد وسایل Pan و Tilt باید مشخص گردد.
  دمای کار این نوع وسایل از ۲۰ـ درجه سانتی‌گراد تا ۵۰+ درجه سانتیگراد خواهد بود.
- درجه حفاظت این وسایل باید برابر IP60 باشد.
- ولتاژ، توان منبع تغذیه و نیز ابعاد و وزن این گونه وسایل باید ذکر شود.

۳ یادآوری

لازم به یادآوری است که با توجه به کاربرد گستردهٔ سیستمهای تلویزیون مدار بسته بعنوان یک سیستم حفاظتی و هشدار دهنده، ادامه این مبحث شامل مشخصات فنی و اجرایی تکمیلی و اصول و روشهای طراحی، نصب و بهره‌برداری از آن به تفصیل در فصل پنجم زیر عنوان «سیستمهای حفاظتی» ارائه شده است.

واژه‌نامه انگلسی - فارسی

Alignment	توجیه
Antenna	آنتن
Approval Test	آزمون تأییدی
Bandwidth	پهنای باند
Beamwidth	پهنای پرتو
Charged Coupled Devices	ادوات تزویج بار
Closed Circuit T.V	تلوزیون مدار بسته
Cross Palar	بر قطبش
Copolar	هم قطبش
Decoupling	عدم تزویج
Digital Signal Processing	پردازش سیگنال دیجیتالی
Directivity	جهت پذیری
Dome	حفاظ - قبه
Infrared	مادون قرمز
Insertion Loss	اتلاف جاگذاری
Iris	دیافراگم
Isotropic	یکسانگرد
Liquid Crystal Display (LCD)	صفحه نمایش کریستال مایع
Mixer	مخلوط کننده - میکسر
Mode	حالت
Mono focal	تک کانونی
Multiplexer	مالتی پلکسر - ادغام کننده
Pattern	الگو
Pseudo - Brewster Angle	زاویه شبه بروستر

Radiation	تشعشع
Reflectometer	رفلکتومتر - دستگاه اندازه‌گیری انعکاس
Return Loss Ratio (RLR)	نسبت اتلاف برگشتی
Smith Impedance	نمودار امپدانس اسمیت
Standing Wave Ratio	نسبت موج ساکن
Time Lapse	مرور زمانی
Type Test	آزمون نوعی
Video Cassette Recorder	دستگاه ضبط ویدئو کاست

فهرست منابع و استانداردها

[1] IEC 60510- 2 - 1, 1989; Methods of measurement for radio equipment used in satellite earth station, Part 2: Measurements for subsystems, section one - General, Section two - Antenna

[2] IEC 60835 - 2 - 2, 1994; Methods of measurement for equipment used in digital microwave transmission system - Part 2: Measurments on terrestrial radio - relay system - Section 2: Antenna

[3] IEC 60835 - 3 - 2, 1995; Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission system - Part 3: Measurements on satellite earth stations - Section 2: Antenna. ection of radio and TV

[4] IEC 61022, 1989; Interconnection of radio and TV receivers to feeder system outlets.

[5] IEC 60597 - 1, 1977; Aerials for the reception of sound and television broadcasting in the frequency range 30 MHz to 1 GHz, Specification for electrical and mechanical characteristics.

[6] IEC 60597 - 2, 1977, Aerials for the reception of sound and television broadcasting in the frequency range 30 MHz to 1 GHz, Methods of measurement of electrical performance parameters.

[7] BS 7958, 1999, Closed - Circuit Television (CCTV), Management and operation Code of practice.

[8] IEC 60574 - 1, 1977, Audio - visual, video and television equipment and systems, Part 1: General.

[9] IEC 60574 - 2, 1992, Audio - visual, video and television equipment system - Part 2: Definition of general terms.

[10] IEC 60574 - 7, 1987, Audio - visual, video and television equipment and systems -Part 7:

Safe handling and operation of audiovisual equipment.

[11] IEC 60574 - 11, 1987, Audio - visual, video and television equipment and systems - Part 11: Video recording systems, operation practices to facilitate browsing.

[12] IEC 60574 - 21, 1992, Audio - visual, video and television equipment and systems - Part 21: Video tape leader and trailer for education and training applications.

فصل پنجم

سیستم‌های حفاظتی

۱ کلیات و تعاریف

در این فصل مشخصات و الزامات عمومی سیستم‌های حفاظتی دستی و خودکار به منظور حفاظت و ایمنی اشخاص، اموال و نیز مدارک و اسناد و محیط کار از نقطه نظر طراحی، نصب، راه‌اندازی، نگهداری، آزمایش و ثبت سوابق بررسی و معرفی می‌شود. در تهیه این مشخصات، تامین سطح بالایی از ایمنی، کیفیت کار و قابلیت اعتماد در سیستم‌های حفاظتی، کاهش هشدارهای غلط و سازگاری با سیستم‌های مرکب مورد نظر است.

اهدافی که در یک سیستم حفاظتی تعقیب می‌شود عبارتند از: تولید سیگنال هشدار در کلیه لحظات و در صورت لزوم و بر طبق استانداردهای ذیربط، به حداقل رساندن ریسک هشدارهای ناخواسته، ارسال علائم مربوط به خرابی در سیستم و بالاخره قابلیت انجام آزمونهای لازم در سیستم با حداقل وقفه یا قطع عملکرد عادی آن. اصولاً عملکرد یک سیستم حفاظتی از چهار بخش زیر تشکیل می‌شود:

الف - آشکارسازی (به کمک سنسورها)

ب - آنالیز و پردازش اطلاعات (به کمک پردازشگرها)

پ - اعلام هشدارها (صوتی، تصویری و نوری)

ت - عمل کننده‌ها

در این مشخصات فنی از اصطلاحات و تعاریف زیر استفاده می‌شود:

۱ـ۱ سیستم حفاظتی

سیستم مجموعه‌ای از ابزار و تجهیزات الکتریکی می‌باشد که به منظور آشکارسازی و ارسال علائم

مبنی بر وجود شرایط غیرعادی و نشان دهنده وجود خطر طراحی شده است.

۱ـ۲ مناطق تحت نظارت

بخشی از ساختمان یا ناحیه مورد نظر است که در آن با استفاده از سیستم حفاظتی خطر را می‌توان آشکار کرد.

۱ـ۳ شرایط عادی

شرایط و حالتی از سیستم حفاظتی است که در آن سیستم به طور کامل فعال و مشغول به کار بوده و در شرایط و حالات تعریف شده دیگری قرار ندارد.

۱ـ۴ شرایط هشدار

شرایط و حالتی از سیستم حفاظتی و یا بخشی از آن است که از پاسخ سیستم به وجود خطر حاصل می‌شود.

۱ـ۵ شرایط خرابی

شرایط و حالتی از سیستم حفاظتی است که مانع کارکرد سیستم بر طبق الزامات استانداردهای ذیربط می‌گردد.

۱ـ۶ شرایط آزمون

شرایط و حالتی از سیستم حفاظتی است که در آن کارکردهای عادی سیستم به منظور آزمون تغییر داده می‌شود.

۱ـ۷ شرایط قطع اتصال

شرایط و حالتی از سیستم حفاظتی است که به طور عمد ایجاد شده و در آن بخشی از سیستم از شرایط بهره‌برداری و کار خارج می‌شود.

۱ـ۸ سیگنال هشدار

سیگنالی است که توسط سیستم حفاظتی تحت شرایط هشدار تولید می‌شود.

۱ـ۹ سیگنال خرابی

سیگنالی است که توسط سیستم حفاظتی تحت شرایط خرابی تولید می‌شود.

۱ـ۱۰ ابزار دستکاری

وسیله یا ابزاری است که به منظور آشکارسازی دستکاری و مداخله عمومی در قطعه یا بخشی از سیستم حفاظتی طراحی شده است.

۱ـ۱۱ حفاظت در برابر دستکاری

پیش‌بینی و طراحی وسایل الکتریکی یا مکانیکی با قابلیت جلوگیری از مداخله و دستکاری عمومی در سیستم حفاظتی یا بخشی از آن

۱ـ۱۲ هشدار دستکاری

هشداری است که توسط عملکرد و کار ابزار دستکاری تولید می‌شود.

۱ـ۱۳ هشدار خطا

سیگنال هشداری است که به طور خطا به وسیله عوامل زیر تولید می‌شود: عملکرد تصادفی نقطه اعلام دستی، پاسخ یک وسیله خودکار به شرایط متفاوت با آنچه که برای آشکارسازی طراحی شده است و بالاخره سوء کارکرد یا خرابی یک قطعه یا خطای اپراتور

۱ـ۱۴ سنسور

قسمتی از آشکارسازی است که تغییری را در شرایط حس کرده و این تغییر بیانگر وجود خطر باشد.

۱ـ۱۵ پردازشگر

ابزار یا وسیله‌ای است که خروجی یا چند سنسور را مورد پردازش قرار داده و دربارهٔ ایجاد شرایط و حالت هشدار تصمیم می‌گیرد.

۱ـ۱۶ مرکز دریافت هشدار

مرکزی دور دست است که در آن نیروی انسانی پیوسته به کار مشغول بوده و اطلاعات مربوط به

حالت یک یا چند سیستم حفاظتی به آن گزارش و ارسال می‌شود.

۱ـ۱۷ مرکز دوردست

مکانی دور از مناطق تحت نظارت بوده و در آن اطلاعات مربوط به حالت یک یا چند سیستم حفاظتی به منظور گزارش (در مورد مرکز دریافت هشدار) و یا برای انتقال (در مورد ایستگاه ماهواره یا مکان جمع‌آوری کننده اطلاعات) جمع‌آوری می‌شود.

۱ـ۱۸ مکان جمع‌آوری کننده

مرکز دوردستی است که فاقد نیروی انسانی بوده و استفاده از آن در شرایط اضطراری پیش‌بینی نشده است. اطلاعات مربوط به حالت تعدادی از سیستم‌های حفاظتی به منظور انتقال به صورت مستقیم یا از طریق ایستگاه ماهواره به مرکز دریافت هشدار در این مکان جمع‌آوری می‌گردد.

۱ـ۱۹ مرکز مانیتورینگ

مرکز دوردستی است که دارای نیروی انسانی بوده و در آن وضعیت سیستم‌های انتقال هشدار تحت مراقبت قرار دارد.

۱ـ۲۰ سیستم مرکب

نوعی سیستم حفاظتی است که به منظور پاسخ به بیش از یک نوع خطر طراحی ساخته شده باشد.

۱ـ۲۱ سیستم انتقال هشدار

سیستمی است که برای انتقال اطلاعات مربوط به حالت یک یا چند سیستم حفاظتی بین مناطق تحت نظارت و یک یا چند مرکز دریافت هشدار به کار می‌رود.

۱ـ۲۲ تراز ریسک

تراز ریسک درجه‌ای از خطر برای انسانها و دارایی‌ها است که در محیط آن وجود دارد.

۱ـ۲۳ تراز حفاظت

نتیجه و ماحصل معیارها، روشها و اقدامات فنی و سازمانی است که به منظور تامین امنیت یا سلامتی افراد و دارائی‌ها به کار گرفته شده است.

۱ـ۲۴ تراز امنیت

حد و مرز گستره‌ای است که در آن تراز ریسک توسط تراز حفاظت پوشش داده می‌شود.

۲ استانداردها و مشخصات فنی

۱ـ۲ استانداردها

در طراحی، ساخت، نصب و بهره‌برداری سیستم‌های حفاظتی باید ضوابط استانداردهای IEC 60839-1-1، IEC 60839-1-2، IEC 60839-1-3 و نیز IEC 60839-2-2 ملاک عمل قرار گیرد.

علاوه بر استانداردهای فوق در سیستم‌های حفاظتی تلوزیون مدار بسته CCTV الزامات استانداردهای BS EN 50132-7، BS EN 50132-2-1 و نیز BS 7958 باید رعایت گردد. همچنین در مورد سیستم‌های حفاظتی چشم الکترونیکی ضوابط استانداردهای IEC 60839-2-3، IEC 60839-2-6، در مورد سیستم‌های حفاظتی اولتراسونیک الزامات استاندارد IEC 60839-2-4 و در مورد سیستم‌های حفاظتی میکروویو ضوابط استاندارد IEC 60839-2-5 بایستی ملاک عمل قرار گیرد.

۲ـ۲ مشخصات فنی

۱ـ۲ـ۲ اصول کلی

۱ـ۱ـ۲ـ۲ در طراحی سیستم‌های حفاظتی، مشخصات فنی و نقشه‌ها باید به نحوی تهیه شود که بیانگر نکات ذیل باشد:

- جزئیات نصب سیستم حفاظتی پیشنهادی
- پیش‌بینی مکان استقرار وسایل، دستگاهها و تجهیزات
- شاسی‌ها، داکت‌ها، لوله‌ها، کانال‌ها و غیره که در سیمکشی مورد نیاز می‌باشد مشخص شده و نیز لزوم جدایی مدارهای سیمکشی در نظر گرفته شود.

۲ـ۱ـ۳ـ۲ در تهیه برنامه زمانی فهرستی معمولی از اقداماتی که باید انجام شود به شرح زیر خواهد بود. بدیهی است ترتیب اقدامات می‌تواند الزاماً به صورت زیر نباشد.

- بازدید از ساختمان یا بازبینی و کنترل نقشه‌ها و ارزیابی موارد استفاده یا کاربری ساختمان
- بررسی اقدام لازم در صورت فعال شدن سیستم
- طراحی سیستم به منظور برآورد به نحوی که شامل الزامات و توصیه‌های کلیه طرفین باشد.
- راهکارهای هزینه کردن
- تهیه و ارائه مشخصات فنی و استعلام‌ها

اقدام برای سفارش سیستم

- مراقبت در مورد اقدام در صورت فعال شدن سیستم
- طراحی و برنامه‌ریزی تفضیلی برای نصب سیستم
- تولید و تحویل سیستم
- نصب سیستم
- راه‌اندازی و آزمایش سیستم توسط شرکت تولید کننده سیستم حفاظتی
- تحویل سیستم به کارفرما به همراه دستورالعمل‌های کتبی برای بهره‌برداری و نگهداری
- اتصال سیگنال دهی دور دست مشخص در نقاط غیر قابل دسترسی در زمان تحویل

تمام مراحل فوق در عملیات ساختمانهای بزرگ معمولاً باید در نظر گرفته شود. تجهیزات کنترل و نشان دهنده در برخی از تأسیسات بزرگ باید به طور ویژه ساخته شود و باید در مورد اهمیت سفارش دادن چنین تجهیزات خاصی تأکید کرد. در ساختمانهای در دست ساخت و یا بازسازی، به منظور حفاظت دستگاهها در برابر صدمات باید حفاظت فیزیکی موقت پیش‌بینی گردد.

اتصال و سویچینگ نهایی سیستم باید در زمان مورد توافق کارفرما و پیمانکار صورت پذیرد.

۲ـ۲ـ۱ـ۳ نوع سیستم انتخاب شده نوعی حفاظت را برای اموال یا افرادی که در خطر بوده و با درجه احتمال وقوع خطر و تبعات ممکن در آن در صورت وقوع مرتبط است به نحوی تامین می‌کند که تراز امنیت مورد لزوم به دست آید. این امر می‌تواند به نوع و تعداد وسایل فعال کننده هشدار، نوع انتقال سیگنال هشدار، حفاظت ضد دستکاری سیگنال هشدار، سیستم دریافت هشدار و غیره تأثیرگذار باشد.

۲ـ۲ـ۱ـ۴ در شرایط استفاده از سیستم هشدار، شرکت نصب کننده، کارفرما یا کاربر ممکن است بر اساس قوانین مربوطه مسئولیت‌هایی را به عهده بگیرد. بعنوان مثال هنگامی که آشکارسازهای شامل ماده رادیواکتیو به کار می‌رود در چنین مواردی باید در مراحل اولیه طراحی سیستم با مقامات رسمی تماس گرفته و مجوزهای لازم را کسب کرد.

۲ـ۲ـ۱ـ۵ ماهیت سیستم حفاظتی و نیز اهداف آن طراحی دقیق و محتاطانه‌ای را می‌طلبد. اگر تقسیم بندی سیستم به نواحی یا مدارات به منظور حصول نشانه روشن و غیر مبهم از مبدا سیگنال هشدار ضروری باشد، در طراحی چنین تقسیم بندی باید پیش‌بینی شود. در هنگام طراحی سیستم حفاظتی باید موارد احتمالی اضافات و تغییرات در سیستم به طور دقیق مورد توجه قرار گیرد. تعداد وسایل آشکارسازی متصل به هر مدار بر اساس شناسایی عمل خرابی و عیب یا محل آن تعیین خواهد شد. سیستم بایستی تا حد امکان به نحوی طراحی شود که در عمل هر گونه خرابی در یک بخش از سیستم به سایر بخشهای سیستم تأثیری نداشته باشد. خرابی‌های فنی ترجیحاً باید به طور جداگانه توسط تجهیزات کنترل و نشان دهنده شناسایی شود. به منظور آشکارسازی خرابی‌هایی که توسط روشهای مانیتورینگ عادی شناسایی نمی‌شود آزمونهای جاری باید مشخص گردد.

۲ـ۲ـ۱ـ۶ سیستم‌های حفاظتی باید به نحوی طراحی شود که در صورت انجام هر گونه عملی روی کنترل‌های دستی توسط افراد غیر مجاز، کار صحیح سیستم به مخاطره نیفتد. تمهیداتی باید به عمل آید تا آزمایش هر یک از آشکارسازها منجر به تولید سیگنال هشدار نگردد. سیستم‌های حفاظتی در واقع باید طوری طراحی شود که آزمایش یکایک آشکارسازها به جداسازی و ایزوله نمودن کل سیستم به منظور جلوگیری از تولید سیگنال هشدار نیازی نداشته باشد.

۲ـ۲ـ۲ شرایط محیطی

سیستم‌های حفاظتی باید طوری طراحی شود که تحت شرایط محیطی معینی مانند آسیب مکانیکی، هوا، رطوبت، خوردگی، روغن، گرما و اتمسفرهای گوناگون صنعتی، که محتملاً در مناطق تحت حفاظت با آن روبرو خواهد شد عملکرد مشخص آن را دارا باشد. هر دو شرایط محیطی داخلی مناطق مانند فرایندهای صنعتی، سیستم‌های گرمایش و تهویه هوا، حیوانات و شرایط محیطی خارجی مناطق از قبیل شرایط سخت و نامساعد آب و هوا، عملیات در کارگاههای ساختمانی مجاور و ترافیک باید در نظر گرفته شود. از آن جا که فعال کننده حفاظت ممکن است در داخل یا خارج ساختمان نصب شده و شرایط مختلفی از نظر دما، رطوبت، آب و هوا، اتمسفر، امکان آسیب مکانیکی و غیره را تجربه کند، اضافه کردن اطلاعات کامل مربوط به شرایط محیطی به مشخصات فنی سیستم می‌تواند امری ضروری باشد.

۲ـ۲ـ۳ آشکارسازها

۲ـ۲ـ۳ـ۱ وسایل آشکارسازی دستی

تعیین محل استقرار وسایل باید به نحوی باشد که ریسک عملکرد تصادفی یا تبهکارانه آن به حداقل رسیده و در عین حال برای کاربر به آسانی قابل دسترسی باشد. تعداد روشهای مختلف کار وسایل آشکارسازی دستی در یک تاسیسات معین باید در حداقل مقدار خود نگاه داشته شود.

۲ـ۲ـ۳ـ۲ وسایل آشکارسازی خودکار

آشکارسازهای حفاظتی و هشدار در گستره وسیعی از اصول کار و عملکردهای متفاوت در دسترس می‌باشد.

هیچ یک از آشکارسازها را نمی‌توان یافت که برای تمام کاربردها مناسب باشد و انتخاب نهایی به شرایط و مقتضیات یکایک آن بستگی دارد. در برخی موارد، بهتر است که انواع متفاوتی از آشکارسازها را با هم ترکیب کرده و منطقه خاصی را تحت حفاظت قرار داد.

در هر سیستم حفاظتی خودکار، آشکارساز بایستی قادر به تشخیص و تمیز خطر و محیط عادی موجود در ساختمان باشد. سیستم حفاظتی آشکارسازهائی را به کار خواهد برد که مناسب شرایط بوده و سریع‌ترین اخطار قابل اطمینان را فراهم آورد. آشکارسازها باید به نحوی استقرار یابد که به طور رضایت بخشی ناحیه پوشش علیه خطر را تامین کند. این نوع لوازم باید به طور ایمن روی سازه ثابت و فاقد هر گونه نوسان و ضربه نصب شده و دور از دسترس افراد غیر مسئول استقرار یابد. هر گونه تغییر برای تنظیم و بهینه‌سازی آشکارسازها بایستی به استفاده از ابزار نیازمند باشد. باید امکان ایجاد مانع در مقابل آشکارساز به واسطه تغییراتی که در ساختار ناحیه تحت حفاظت نیز در نظر گرفته شده بررسی شود. حساسیت آشکارساز باید به نحوی انتخاب شود که درجه حفاظت لازم را بدون ایجاد هشدارهای خطا به واسطه شرایط محیطی تامین نماید.

۲ـ۲ـ۴ دستگاه کنترل و نشان دهنده

دستگاه کنترل و نشان دهنده می‌تواند شامل دستگاهی جهت دریافت، کنترل، ثبت و رله نمودن سیگنالهایی از وسایل تحریک (تریگر) متصل به آن و نیز برای فعال سازی آژیرهای هشدار و وسایل سیگنال دهی هشدار باشد. سیستم حفاظتی باید به نحوی طراحی شده باشد که به روشنی مکان شروع هشدار را نشان دهد. هشدارها و خطاها بایستی به طور جداگانه نمایش داده شود.

۵ـ۲ـ۲ سیستم‌های انتقال

بهتر است پیش‌بینی‌های لازم در مورد انتقال سیگنال‌های هشدار به مرکز دور دست مجهز به نیروی انسانی (پلیس و غیره) به عمل آید. تسهیلاتی نیز ممکن است در نظر گرفته شود که قادر به ارسال اخطار مبتنی بر خرابی به مرکز دور دست و دارای نیروی انسانی باشد. توصیه می‌شود که مسیر سیگنال‌دهی که از منطقه حفاظت شده خارج می‌شود زیرزمینی بوده و یا مخفی شده باشد. اگر لینک مخابراتی به مرکز دور دست و دارای نیروی انسانی به طور دائمی اتصال برقرار شده باشد در این صورت باید پیوسته مانیتور شده و برای موارد خرابی دارای دستگاه نشان دهنده عیب و نقص در ایستگاه گیرنده باشد. اگر لینک مخابراتی به طور پیوسته جهت تشخیص عیب و نقص مانیتور نشود در آن صورت برنامه‌ای از آزمونهای جاری باید تعیین و ارائه شود.

۶ـ۲ـ۲ سیستم‌های مرکب

بدون توجه لازم به سایر سیستمهای حفاظتی که احتمالاً برای مقاصد متفاوت قبلاً در ساختمان نصب شده است و یا برای نصب تحت بررسی می‌باشد هیچ گونه سیستم حفاظتی نبایستی در همان ساختمان یا منطقه به منظور نصب طراحی شود. چون امکان دارد کارکرد چنین سیستم‌های حفاظتی را بتوان با سیستم حفاظتی که تحت طراحی است ترکیب نموده و تسهیلات جامعی را فراهم کرد. به هر حال چه مورد فوق رخ دهد یا ندهد بایستی دقت شود که سیستم‌های چندگانه در مراحل پیش طراحی، نگهداری، عملیات و بهره‌برداری با یکدیگر سازگار بوده و استاندارد عملکردی که هریک مستقلاً قادر به ارائه آن می‌باشد کاهش نیافته و احتمالاً باعث اختلال بین روشهای کار و کنترل یا بین سیگنال‌های مختلفی که تولید می‌شود نخواهد شد.

سیستم‌های حفاظتی اغلب از یک عنصر فقط در یک طرح متعادل حفاظت از مناطق و ساکنین آن تشکیل یافته و برخی اوقات به همراه ویژگیهای ساختمانی استاندارد نظارت انسانی و غیره به کار رفته و تراز از پیش تعیین شده‌ای از دفاع را در مقابل پیش آمدهای محتمل الوقوع گوناگون فراهم می‌سازد. سایر عواملی که در تصمیم‌گیری درباره این تراز از پیش تعیین شده دفاع باید در نظر گرفته شود عبارت است از احتمال پاسخ صحیح توسط ساکنین، درجه آسیب پذیری آنها و در معرض خطر بودن ساختمان به طور کلی.

بنابراین اهمیت دارد که الزامات اعتماد پذیری و غیره که به وسیله مشخصات کلی ایمنی بر سیستم‌های حفاظتی تحمیل شده است باید دقیقاً برآورده شده و از آنجا که در هر ساختمان به‌خصوص تعدادی پیشامدهای محتمل الوقوع وجود دارد که مقاومت و دفاع در مقابل آن ضروری

است بنابراین اثرات کار یا وجود نقص و عیب در یک سیستم حفاظتی بر روی تمهیدات دفاع به‌ازای شکلهای متفاوت خطر یا وقوع آن بایستی پیش‌بینی گردد.

۲ـ۲ـ۶ـ۱ اولویت الزامات در سیستم‌های حفاظتی

اگر تحت هر شرایطی به علت وجود الزامات متضاد در انواع متفاوت سیستم‌های حفاظتی مصالحه‌ای در مورد عملکرد یا اعتماد پذیری ضروری باشد، اولویت بایستی به لحاظ کردن ایمنی داده شود. در مواردی که زندگی به وسیله بیش از یک نوع خطر یا تهدید به مخاطره می‌افتد فوریت خطر برای زندگی عامل تعیین کننده خواهد بود. پیشامد محتمل الوقوعی که احتمالاً در صورت عدم آشکارسازی بیشترین تلفات را خواهد داشت، آتش سوزی است. سیستم‌های حفاظتی که شامل آشکارسازی آتش سوزی نمی‌باشد بایستی اولویت را به ایمنی زندگی بدهد.

۲ـ۲ـ۶ـ۲ کنترل سیستم حفاظتی

درجه نفوذ تاثیر کنترل دستی بر روی کار و عملکرد هر سیستم حفاظتی را باید توسط ارزیابی اثرات احتمالی و کلی کاربرد ناصحیح این کنترل‌ها تعیین کرد. طراحی پانل‌های کنترل باید به نحوی باشد که به استثنای کاربرد صحیح کنترلهای پیش‌بینی شده، اثرگذاری به عملکرد سیستم حفاظتی باید غیر ممکن باشد. در صورت شروع به کار راهکارهای اضطراری به خصوص راهکارهای مربوط به سرویس‌های اضطراری، ضروری است که هشدارهای صوتی با عملیات تداخل نکرده یا با سیگنال‌های صوتی که بخشی از عملیات اضطراری را تشکیل می‌دهد در تضاد نباشد. کلیه هشدارهای صوتی در ساختمان باید مجهز به وسایلی باشد که توسط آن بتوان سیستم را ساکت کرد.

۲ـ۲ـ۶ـ۳ شروع به کار هشدارها

اگر تمهیداتی برای شروع به کار هشدار از طریق وسایل دستی اندیشیده شده باشد وسایل کار دستی در هر ساختمان برای همان هدف (در مورد همان پیشامد محتمل الوقوع اخطار دهد) باید به همان روش عمل کرده و مشابهاً شناسایی شود. در صورتی که بیش از یک نوع هشدار به وسیله دستی در همان ساختمان شروع به کار کند، نقاط اعلام پیش‌بینی شده برای مقاصد مختلف (در مورد پیشامدهای محتمل الوقوع متفاوت اخطار دهد) باید به وضوح از یکدیگر قابل تمیز و تشخیص باشد. سیستم‌های حفاظتی را می‌توان به نحوی تعیین کرد که اخطار خودکار را در باره رخداد معین و یا وقوع پیشامدی که به یک ناحیه ساختمان اختصاص دارد تولید نماید و هر ساختمان می‌تواند شامل تعدادی از چنین سیستم‌ها باشد. سیگنالهای اخطار در چنین مواردی به مکانهای خاصی که

در آنجا اهمیت آن مشخص است بایستی ارسال گردد. البته امکان دارد که وسایل آشکارسازی خودکار که برای مقاصد مختلف به کار می‌رود (برای آشکارسازی انواع متفاوتی از پیشامدهای محتمل الوقوع) بر اساس اصول مشابهی عمل نماید. بنابراین امکان دارد سیستم‌های حفاظتی که شامل اتصال خودکار به سرویس اضطراری است پاسخی را از یک سرویس اضطراری ایجاد کند که با رخداد شروع کننده هشدار ارتباط و مناسبتی نداشته باشد. در طراحی تعیین موقعیت وسایل آشکارسازی و انتخاب اصولی که بر اساس آن وسایل کار می‌کند و در ترکیب مناسب سیستم‌ها باید سعی گردد که از مشارکت و عمل ناصحیح هر سرویس اضطراری جلوگیری شود.

۲ـ۲ـ۶ـ۴ سیگنالهای هشدار

در مکانهایی که سیستم‌های حفاظتی قرار است نصب شده و بیش از یک نوع خطر یا پیشامد محتمل الوقوع را خبر دهد سیگنالهای هشدار برای هر منظور بایستی به سهولت از یکدیگر قابل تشخیص باشد مگر آن که عمل لازم در مقابل هشدار برای آن یکسان باشد. عمل سیگنالهای هشدار صوتی نبایستی مانع ارتباطات ضروری در موارد اضطراری شده و به خصوص نبایستی با فوریت که طلب کمک و امداد به وسیله تلفن یا سایر وسایل شفاهی نیاز دارد تداخل نماید.

۲ـ۲ـ۶ـ۵ پاسخ به سیگنالهای هشدار

اعمال از پیش تعیین شده‌ای که توسط ساکنین ساختمان بایستی در صورت وجود هشدار انجام شود باید از طریق مشاوره نزدیک با سازمانهایی که مسئولیت تصویب آن را دارد نهایی و مشخص گردد. این سازمانها بایستی قادر به تعیین تمام عوامل موثر در تصمیم‌گیری در مورد اقداماتی که در صورت هشدار باید انجام شود و نوع سیگنالهای صوتی یا تصویری مناسب برای تولید هشدار باشد.

۳ اصول نصب و بهره‌برداری

۳ـ۱ اصول نصب

۳ـ۱ـ۱ سیمکشی

اندازه و جنس سیم اتصال و عایق آن باید به نحوی باشد که ولتاژ هر وسیله یا دستگاه حداکثر جریان از حداقل ولتاژ کار مشخص شده آن کمتر نباشد. این نوع سیمها یا کابلها باید از جنس نسوز

انتخاب شده و در مواقع آتش‌سوزی حداقل برای ۶۰ دقیقه در برابر حرارت بالا مقاوم بوده و اطلاعات از آن قابل انتقال باشد.

۳ـ۱ـ۲ اتصالات

اتصالات در سیمکشی باید از نظر مکانیکی و الکتریکی کاملاً صحیح و دقیق بوده و از نظر الکتریکی از یکدیگر عایق شده باشد. در اتصالات سیم به سیم بایستی از بلوک ترمینال پوشانده شده از ماده عایق استفاده شود یا اتصال مذکور در داخل جعبه اتصال (جعبه انشعاب) صورت پذیرد. سایر وسایل اتصال (مانند دو شاخه و پریز یا اتصالات اختصاصی) را می‌توان به کار برد مشروط به آن که اتصالات سیم به آن در هر جا که لازم باشد الزامات فوق را برآورده کند.

۳ـ۱ـ۳ اتصالات قابل انعطاف

اتصال قابل انعطاف باید به نحوی باشد که سیمکشی و عایق در کاربرد خاص مورد نظر دچار خستگی یا کشش نشود.

۳ـ۱ـ۴ حفاظت

کلیه سیمکشی‌ها باید به اندازه کافی مورد پشتیبانی قرار گرفته و به منظور پرهیز از صدمه در محیطی که مورد استفاده قرار می‌گیرد بایستی مسیردهی شده و یا تحت حفاظت قرار گیرد.

۳ـ۱ـ۵ عملیات دور از پایکار

دستگاهها و تجهیزات مورد استفاده را ممکن است در صورت توافق طرفین در کارخانه تولید کننده مورد بازرسی و آزمون قرار داد. بسته بندی باید دستگاه را در مقابل صدمات در طول حمل و انبار نمودن حفظ نموده و هر دستگاه باید برچسب زده شود تا واحدهای مختلف به سهولت شناسایی شود. دستگاهها قبل از نصب نبایستی تحویل داده شود مگر آن که مکان نگهداری و انبار مناسبی برای این امر پیش‌بینی شده باشد (از جمله مسائل امنیتی که می‌تواند اهمیت داشته باشد)

۳ـ۱ـ۶ عملیات پایکار

اگر عملکرد تجهیزات حفاظتی به طور گسترده‌ای تحت تاثیر واقع شود، این گونه تجهیزات نبایستی نزدیک به منابع دماهای بسیار زیاد یا بسیار کم مانند گرمکن‌ها و یا واحدهای تهویه هوا استقرار یابد. عملیاتی که پایکار صورت خواهد گرفت عبارتند از:

الف) پیش‌بینی مکان و سازه‌ای سرویس‌ها
ب) استقرار تجهیزات کنترل، آژیرها، هشدارهای تصویری، آشکارسازها و نقاط اعلام دستی.
پ) کابلکشی و سیمکشی
ت) نصب تجهیزات
ث) بازرسی، آزمایش و راه اندازی

۳ـ۱ـ۷ توسعه و تغییر

اگر عملیات درواقع توسعه تأسیسات موجود باشد دستگاهها و تجهیزات موجود را باید به دقت مورد آزمون قرار داد تا از کارکرد رضایت‌بخش آن به همراه تجهیزات جدید و نیز از ظرفیت کافی داشتن منبع تغذیه برای پشتیبانی بار اضافی اطمینان حاصل کرد. اگر عملیات آژیرهای هشدار یا انتقال سیگنالهای هشدار در صورت اتصال تاسیسات موجود قطع گردید، بایستی آزمونهای جدید به عمل آمده و از کارکرد صحیح آژیرهای هشدار و در صورت وجود مجوز، مدارهای انتقال هشدار، مطمئن گردید.

۳ـ۲ بهره‌برداری

- توصیه می‌شود که پس از تایید عملیات سیستم حفاظتی در حضور کاربر و یا کارفرما بایستی گواهینامه کتبی صادر شود. پس از پذیرش گواهینامه از شرکت نصب کننده، عملیات سیستم از جمله مسئولیت‌های خریدار خواهد بود.
- مالک یا ساکنین ساختمان بایستی فردی مسئوول را برای نظارت بر سیستم انتخاب نمایند. به این فرد باید به اندازهٔ کافی اختیار داده شود تا از اجرای هر کار ضروری به منظور برقراری عملیات صحیح سیستم، نگهداری سوابق مشخص و ارائه سرویس اطمینان حاصل شود.
- به کار بردن و استفاده کنندگان از چنین تاسیساتی باید دستورالعملهایی در رابطه با کاربرد صحیح این سیستم‌ها داده شود. راهکارهایی در رابطه با هشدارها، اخطارهای خرابی یا خارج کردن بخشی از سیستم و یا کل سیستم از عملیات بهره‌برداری بایستی تعیین گردد. این راهکارها بایستی قبل از اجرا توسط مقامات ذیربط به تصویب برسد.
- باید با افراد یا شرکت مسئوول نگهداری ساختمان و دکوراسیون مجدد آن رابطه برقرار شود تا این که از عدم ایجاد خرابی یا تداخل در کار تاسیسات حفاظتی به واسطه کار آن اطمینان حاصل شود.
- کاربر باید مطمئن شود که فضای عملیاتی در اطراف هر آشکارساز باید خلوت بوده و تمام نقاط دستی فاقد هر گونه مانعی باشد. اگر تغییرات سازه‌ای یا سکونتی در ساختمان رخ دهد کاربر باید

مطمئن شود که تغییرات لازم درباره سیستم حفاظتی در مراحل مقدماتی کار در نظر گرفته شده باشد.

ضروری است ارتباط نزدیکی با سازمانهای دارای تخصص یا مسئولیت که قادر به تعیین تمام عوامل قابل توجه در تصمیم‌گیری برای نوع عملیات در صورت وقوع هشدار و نیز نوع تسهیلات سیگنال دهی مورد لزوم برای پشتیبانی آن می‌باشد برقرار شود. گروه ذیربطی از پرسنل بایستی درباره شروع صحیح شرایط هشدار و عملیاتی که باید در صورت وقوع هشدار انجام شود آموزش ببینند. موثر بودن چنین عملیاتی به تسهیلات سیگنال دهی سیستم حفاظتی و زمان مورد نیاز برای رسیدن کمک بستگی دارد و این امر بایستی در طراحی سیستم مد نظر قرار داشته باشد.

۳ـ۳ نگهداری

نگهداری جاری بایستی در فواصل زمانی بر طبق الزامات سیستم حفاظتی مورد نظر صورت پذیرد. به استثنای مواردی که در عمل امکان‌پذیر نیست در طول مدت هر نگهداری جاری بازرسی‌های ذیل باید انجام شده و هر تصحیح لازم صورت پذیرد.

الف – تاسیسات، مکانها و محل استقرار تمام تجیهزات و وسایل با دفتر سوابق مقابله و کنترل شود.

ب – عملیات رضایت بخش کلیه وسایل آشکارسازی از جمله وسایل تحریک دستی وارسی و کنترل شود.

پ – تمام اتصالات قابل انعطاف بر طبق الزامات مربوطه بازرسی گردد.

ت – کارکرد صحیح و مرتب منابع تغذیه عادی و اضطراری وارسی و کنترل شود.

ث – تجهیزات کنترل وارسی شده و بر طبق راهکارهای شرکت تولید کننده یا نماینده سیستم حفاظتی سرویس گردد.

ج – عملیات رضایت بخش هر دستگاه انتقال هشدار با ایستگاه مرکزی یا مسئول پاسخ مربوطه وارسی و کنترل شود.

ج – عملیات رضایت بخش هر وسیله سیگنال دهی هشدار صوتی وارسی و کنترل شود.

ح – کنترل شود که سیستم حفاظتی به طور کامل کار کرده و عملیاتی می‌باشد.

۳ـ۳ـ۱ سرویس اضطراری

اگر شرکت سیستم حفاظتی تسهیلات سرویس اضطراری را تامین کند، هر کاربر باید از آدرس و شماره تلفن مرکز سرویس آگاهی داشته باشد و تسهیلات سرویس اضطراری در طول زمانی که لازم است سیستم حفاظتی کاربر عملیاتی شود بایستی در دسترس باشد.

۳ـ۳ـ۲ سوابق

سیستمی از سوابق بایستی برای هر سیستم حفاظتی ایجاد شود.

۳ـ۳ـ۲ـ۱ سوابق تجهیزات

نام و آدرس کاربر و موقعیت جاری و نوع هر وسیله آشکارسازی و سایر دستگاهها باید به ثبت برسد. یک کد یا سیستمی از اختصارات به منظور نگهداری باید ایجاد شده و در مورد حفظ جوانب محرمانه بودن دقت لازم به عمل آید.

۳ـ۳ـ۲ـ۲ تاریخچه

در هر سیستم حفاظتی باید سابقه تاریخی شامل تاریخ هر بازدید، معایب یافت شده و کارهای انجام شده موجود باشد. سابقه هر اعلام هشدار به همراه جزئیات عملیات صورت گرفته و در صورت امکان علت اعلام هشدار بایستی ثبت و ضبط شود.

۳ـ۳ـ۲ـ۳ سابقه نگهداری

برای هر نگهداری بایستی یک سابقه جداگانه شامل تاریخ و ردیف‌های بند ۳ ـ ۳ که از نظر اجرا در آن بازدید عملی نبود تهیه شود. عملیات انجام شده برای تکمیل چنین ردیف‌هایی و نیز تاریخ تکمیل بایستی به ثبت برسد.

۳ـ۳ـ۲ـ۴ سابقه سرویس اضطراری

بایستی سابقه‌ای از تاریخ و زمان دریافت هر اعلام حالت اضطراری به همراه تاریخ و زمان تکمیل عملیات لازم تهیه شود.

۳ـ۳ـ۲ـ۵ سابقه قطع اتصال موقت

در هر سیستم حفاظتی سابقه‌ای از هر قطع اتصال موقت سیستم حفاظتی یا بخشی از آن بایستی وجود داشته باشد. این سابقه هر وسیله آشکاری یا دستگاههای دیگر را که در هر لحظه زمانی در حالت کار نمی‌باشد باید نشان دهد. دلیل قطع اتصال و اتصال مجدد باید ارائه شود. مجوز امضا شده‌ای برای هر قطع اتصال بایستی از کاربر یا نماینده آن‌کسب شود.

۴ واحدهای منبع تغذیه

واحد منبع تغذیه وسیله و ابزاری است که قادر به تغییر، ذخیره یا جداسازی توان الکتریکی به‌صورت یک واحد جداگانه و یا بخش یک پارچه‌ای از دستگاه کنترل و نشان دهنده برای سیستم حفاظتی بوده و توان هشدار و نیز توان مورد نیاز سیستم را تحت شرایط عادی هشدار و خرابی تأمین می‌نماید. در این بخش مشخصات فنی و روشهای آزمون و معیارهای عملکرد برای واحدهای منبع تغذیه سیستم‌های حفاظتی مورد بررسی و معرفی قرار می‌گیرد.

پیکربندی منبع تغذیه به منابع موجود توان و مشخصات سیستم‌های حفاظتی بستگی داشته و از یک یا چند ادوات زیر تشکیل یافته است:

الف – باطریهای اولیه

ب ـ باطریهای ثانویه با یا بدون شارژ داخلی از یک منبع و ولتاژ بسیار پایین ایمن خارجی

پ – واحدهای توان یا برق متناوب شهر از طریق ترانسفورماتور ایزوله ایمنی

i) فاقد هر گونه وسیله

ii) با یک یکسوساز به منظور تأمین جریان مستقیم

iii) با یک باطری ثانویه و شارژر به عنوان منبع پشتیبان (ذخیره)

iv) با یک باطری اولیه به عنوان منبع پشتیبان (ذخیره)

v) شامل یک اینورتر یا واحد "مودسویچینگ"

برخی ایستگاههای مرکزی که از ولتاژهای بالاتر استفاده می‌کند در این بخش مورد بررسی قرار نگرفته است.

۴ـ۱ استانداردها

در طراحی، ساخت، تهیه، نصب و بهره‌برداری واحدهای منبع تغذیه و نیز آزمایش آن باید ضوابط استانداردهای IEC 60065، IEC 60086، IEC 271، IEC 60285، IEC 60300، IEC 60509، IEC 60622، IEC 60623، IEC 60742 و نیز استاندارد ISO 532 رعایت و ملاک عمل قرار گیرد.

۴ـ۲ مشخصات فنی

۴ـ۲ـ۱ سلولهای اولیه

سلولهای اولیه باید با الزامات استاندارد IEC 60086 مطابقت نماید، به استثنای مواردی که از نظر

تکنیکی انواع پیشرفته‌تری مانند سلولهای لیتیوم تعیین و مشخص شود. البته این نوع سلولها تا زمانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که خطر یا افت عمده‌ای در عملکرد سیستم حفاظتی ایجاد ننماید.

۴ـ۲ـ۲ سلول‌های ثانویه

۴ـ۲ـ۲ـ۱ هر نوع سلول ثانویه را می‌توان به کار برد. اگر سلولهای نیکل کادمیوم به کار رود باید با ضوابط استانداردهای IEC 60285، IEC 60509، IEC 60622، IEC 60623، هماهنگ باشد. انواع سلولهای دیگر باید منطبق با استانداردهای IEC ذیربط باشد.

۴ـ۲ـ۲ـ۲ در مواردی که منبع تغذیه شامل باطری ثانویه و شارژر می‌باشد ظرفیت حداقل مورد لزوم باطری از رابطه زیر قابل تعیین است

$$C_{min} = ۱/۲۵ (A_1 \times t_1 + A_2 \times t_2)$$ آمپر ساعت

که در آن

t_2 و t_1 زمانهای بار پشتیبان[1] و هشدار بر حسب ساعت بوده و در استانداردهای مشخص برای سیستم‌های حفاظتی خاص و یا قطعات خاص مقدار آن داده می‌شود.

A_1 جریان کل بر حسب آمپر بوده و جریان مصرفی توسط سیستم حفاظتی در حالتی است که برق متناوب شهر قطع شده و هیچ گونه سیگنال هشدار یا سیگنال خرابی (به غیر از سیگنال "قطع برق متناوب") نشان داده نمی‌شود.

A_2 جریان کل بر حسب آمپر بوده و جریان مصرفی توسط سیستم حفاظتی در شرایط هشدار است.

۴ـ۲ـ۳ واحدهای توان با برق متناوب شهر

انواع واحدهای توان عبارتند از:

الف – واحد توان ترانسفورماتوری است که جریان متناوب را تولید و تأمین می‌کند.

ب – واحد توان شامل یک ترانسفورماتور و یک یکسوساز به منظور تأمین جریان مستقیم است.

پ – واحد توان شامل یک باطری ثانویه و یک شارژر است.

ت – واحد توان شامل یک اینورتر است.

انواع منابع تغذیه فوق را می‌توان ترکیب کرده و به شکل واحد منبع تغذیه مرکب درآورد.

1- standby

۴ـ۲ـ۳ـ۱ ترانسفورماتورهای برق شهر

ترانسفورماتورهای برق شهر باید از نوع ترانسفورماتورهای ایزوله ایمنی بوده و منطبق با ضوابط استاندارد IEC 60742 باشد. اگر بارهای ترانسفورماتور کاپاسیتیو (خازنی) باشد مقادیر نامی آن به نحو مناسبی تغییر خواهد کرد.

۴ـ۲ـ۴ دمای جعبه محافظ

اگر دمای محیط به ۴۰ درجه سانتیگراد رسید و شرایط حالت پایدار در بار کامل برای منبع تغذیه برقرار شود هیچ بخشی از جداره بیرونی جعبه محافظ منبع تغذیه نبایستی از دمای ۸۰ درجه سانتیگراد تجاوز کند.

۴ـ۲ـ۵ الزامات محیطی

الزامات محیطی به نوع سیستم حفاظتی یا قطعات مورد نظر بستگی داشته و باید در مشخصات فنی آن سیستم درج گردد.

۴ـ۲ـ۶ اطلاعات

تولید کننده یا تهیه کننده واحد توان بایستی اطلاعات کافی را در اختیار کاربر به منظور استفاده صحیح از آن واحد قرار دهد. اطلاعات به نوع واحد بستگی خواهد داشت ولی حداقل باید شامل نکات زیر باشد:

الف - برای تمام واحدهایی که توسط برق شهر تغذیه می‌شود.

مقادیر ولتاژ مقادیری خواهد بود که در فرکانس میانی به دست می‌آید مگر آن که گستره فرکانسی کل از ۲۰٪ حداقل فرکانس ذکر شده تجاوز کند که در این صورت آن مقادیر در هر دو نوع فرکانس حداکثر و حداقل تعیین خواهد شد.

i) گستره ولتاژ ورودی

ii) جریان خروجی حداکثر

iii) ولتاژ خروجی در ولتاژ ورودی حداقل به ازای بدون بار و بار کامل

iv) ولتاژ خروجی در ولتاژ ورودی حداکثر به ازای بدون بار و بار کامل

v) گستره فرکانسی کار طراحی شده

ب - برای واحدهای توانی که شامل یک ترانسفورماتور و یکسوساز جهت تأمین جریان مستقیم

می‌باشد علاوه بر مفاد بند الف ولتاژ ریپل خروجی بدترین حالت در گستره کامل ولتاژ ورودی و جریان خروجی بایستی بیان شده و خط تغذیه نیز معرفی گردد.

پ – برای اینورترهای d.c. به a.c.

علاوه بر مفاد بند الف اطلاعات زیر باید ارائه شود.

i) بدترین حالت ضریب شکل یا هر تعریف دیگر از شکل موج خروجی در گستره کامل ولتاژ ورودی و جریان بار خروجی

ii) حداکثر حدود ضریب توان بار یا سایر حدود باردهی اندوکتیو (القائی)

iii) گستره فرکانس خروجی دربارهای حداقل و حداکثر

iv) بالاترین ولتاژ خروجی پیک در گستره کامل ولتاژ ورودی و بارهای خروجی

ت – برای مبدل‌های d.c. به d.c

علاوه بر مفاد بند الف، بدترین ولتاژ ریپل خروجی در گسترهٔ کامل ولتاژ ورودی و جریان خروجی

ث – هنگامی که تمام یا بخشی از واحد منبع تغذیه یا دستگاه کنترل و نشان دهنده یک پارچه است، علاوه بر مفاد بند الف، پارامترهای زیر باید داده شود.

i) ولتاژ خروجی در واسط منبع تغذیه با سایر قسمتهای سیستم حفاظتی به ازای ولتاژ ورودی حداقل و

ii) حداکثر جریان پیوسته که به سایر قسمتهای سیستم حفاظتی جاری می‌شود.

ج – برای منابع تغذیه دوگانه

در مورد منابع تغذیه‌ای که از ترکیب منابع فوق‌الذکر تشکیل شده و منبع تغذیه دوگانه‌ای را به‌وجود می‌آورد. علاوه بر مفاد بند الف، زمان لازم برای سویچ کردن از یک منبع تغذیه به دیگری در صورت خرابی یکی از آن دو باید درج شود.

۴ـ۲ـ۷ ساختار

۴ـ۲ـ۷ـ۱ به منظور حفاظت مدارهای الکترونیکی و الکتریکی از تخریبهای حاصل از شارژ شدن باطری، یا سر رفتن تصادفی الکترولیت و تصاعد بخارها و گازهای قابل انفجار باید پیش‌بینی‌های لازم به عمل آید.

۴ـ۲ـ۷ـ۲ هنگامی که باطریها در یک جعبه محافظ قرار دارد، این جعبه باید به نحوی طراحی شده باشد که از تماس غیر عمدی ترمینالهای باطری با قطعات فلزی به اندازه کافی پرهیز گردد.

۴ـ۲ـ۷ـ۳ منبع تغذیه (بدون باطریها) باید به گونه‌ای طراحی شده باشد که بر اساس استانداردهای IEC 271 و IEC 300 تحت شرایط نرمال دارای حداقل ۶۰۰۰۰ ساعت زمان متوسط قبل از خرابی (MTBF) باشد.

۴ـ۲ـ۷ـ۴ مقدار نامی یا شماره قطعه هر فیوز قابل تعویض باید به طور واضح روی آن درج شود.

۴ـ۲ـ۷ـ۵ مانیتورینگ خرابی بایستی بر اساس نیاز و بر طبق استانداردهای مشخص برای سیستم حفاظتی مورد نظر پیش‌بینی شود. همچنین تمهیدات لازم برای اتصال هر سیگنال اخطار خرابی به دستگاه کنترل و نشان دهنده باید به عمل آید.

۴ـ۲ـ۸ نویز آکوستیکی

نویز آکوستیکی نبایستی از محدوده مندرج در بند فرعی ۴ ـ ۳ ـ ۲ ـ تجاوز کند.

۴ـ۲ـ۹ قطعات الکتریکی

۴ـ۲ـ۹ـ۱ تا حد امکان قطعات بایستی با الزامات استاندارد IEC مربوطه مطابقت داشته باشد. مقادیر نامی قطعات باید به نحوی باشد که در صورت عمل نمودن در گستره دمای محیط مورد لزوم از مقادیر نامی تولید کننده برای آن قطعات تجاوز ننماید.

۴ـ۲ـ۹ـ۲ ترمینال هادیها باید به نحوی طراحی شده باشد که هنگام گیره زدن فشار و تماس کافی به هادی وارد شده ولی به آن صدمه‌ای وارد نشود.

۴ـ۲ـ۱۰ ایمنی الکتریکی

واحد منبع تغذیه باید طوری طراحی شده باشد که با الزامات ذیربط در استاندارد IEC 60065 مطابقت داشته باشد. ترانسفورماتورهای ایزوله ایمنی باید ضوابط استاندارد IEC 742 را ملاک عمل قرار دهد.

۴ـ۳ آزمایش

۴ـ۳ـ۱ آزمون افزایش دما

اگر دمای محیط ۴۰ درجه سانتیگراد باشد دمای هیچ قسمتی از جداره خارجی جعبه محافظ منبع تغذیه نبایستی از ۸۰ درجه سانتیگراد تجاوز کند. دمای بدنه جعبه تحت شرایط حالت پایدار باید

اندازه‌گیری شود. این آزمون باید در بار کامل و در حالی که باطری ثانویه کاملاً شارژ شده است انجام شود.

۴ـ۳ـ۲ حدود نویز اکوستیکی

ترازهای حداکثر هر انرژی آکوستیکی تولید شده توسط واحد منبع تغذیه که در فاصله ۰/۵ متری از واحد (در امتداد عمود بر سطوح واحد) اندازه‌گیری می‌شود نباید از ترازهای فشار باند اوکتاو زیر تجاوز کند. در باندهای اوکتاو بالاتر از باندی که فرکانس مرکزی ۱۶ KHz را دارد حداکثر تراز مجاز باید ۵۲ dB باشد.

اندازه‌گیریها از واحد منبع تغذیه نصب شده برای مثال در یک راک، تحت شرایط کاری عادی به عمل خواهد آمد. تراز فشار باند همان ترازهای تعریف شده در ISO 532 بوده و همان اصول در مورد باندهای اوکتاو بالاتر از باندی که فرکانس مرکزی ۱۶ KHz را دارد باید ملاک عمل قرار گیرد.

فرکانس مرکزی باند اوکتاو [Hz]	تراز فشار باند اوکتاو [dB] (تراز فشار صدا)
۳۱/۵	۶۶
۶۳	۶۰
۱۲۵	۵۴
۲۵۰	۴۸
۵۰۰	۴۴
۱۰۰۰	۴۰
۲۰۰۰	۳۸
۴۰۰۰	۳۴
۸۰۰۰	۳۲
۱۶۰۰۰	۵۲

۵ آشکارسازها

در این بخش مشخصات فنی عمومی آشکارسازهای سیستم‌های حفاظتی مورد استفاده در ساختمانها معرفی شده و هدف از آن سازگار بودن با سایر قسمتهای سیستم‌های حفاظتی و ارائه

عملکرد رضایت بخش در آشکار سازی افراد غیر مجاز و در عین حال به حداقل رساندن عملیات اشتباه به واسطه اثرات و عوامل محیطی می‌باشد. بدیهی است که مشخصات تکمیلی هر نوع آشکار ساز در سیستم حفاظتی خاص آن آشکار ساز مطرح خواهد شد.

آشکارساز در واقع وسیله‌ای است که به منظور تولید شرایط و حالت هشدار در پاسخ به هر گونه تجاوز، اقدام به تجاوز یا عمل عمدی توسط کاربر طراحی شده باشد. آشکار ساز می‌تواند یک واحد یکپارچه تنها بوده و یا ممکن است از یک یا چند سنسور متصل به یک واحد پردازش سیگنال تشکیل یافته باشد. کارکرد آشکارسازی شامل تمام قسمتهای سیستم که وجود یا عدم وجود شرایط هشدار را تعیین می‌کند خواهد بود.

۵ـ۱ مشخصات فنی

۵ـ۱ـ۱ کارکردی[1]

۵ـ۱ـ۱ـ۱ عملکرد[2]

آشکارساز بر اساس مشخصه‌های تعیین شده در گستره ولتاژ تغذیه و شرایط محیطی و درج شده در مشخصات فنی بایستی عمل کند. هنگامی که آشکار شرایط هشداری را تولید می‌کند این حالت حداقل به مدت یک ثانیه به طول خواهد کشید. شرایط محیطی فقط در فضای بسیار مجاور آشکارساز نصب شده در سیستم حفاظتی برقرار می‌شود. آشکارساز در مدت ۶۰ ثانیه پس از دریافت توان (ولتاژ) تغذیه، مشخصه‌های عملیاتی خویش را دارا خواهد بود.

۵ـ۱ـ۱ـ۲ تنظیم گستره

امکان دارد کنترلی به منظور تنظیم آشکارساز پیش‌بینی نمود. اگر چنین کنترلی در سیستم حفاظتی وجود داشته باشد، این کنترل باید معمولاً برای مهندس مسئول نصب قابل دسترسی باشد. تنظیم نبایستی از نسبت سه به یک بین گستره حداکثر و گستره حداقل تجاوز کند. تنظیم بایستی موقعیتهای کالیبره داشته و شامل مقادیر قابل انتخاب حداکثر و حداقل باشد. علاوه بر این می‌توان از یک پیش تنظیم برای قرار دادن اولیه آشکار ساز در گستره حداکثر استفاده کرد. پس از آن که تنظیم اولیه صورت گرفته باشد تنظیم مذکور نبایستی به آسانی قابل تغییر باشد. کنترل و پیش تنظیم باید فقط پس از برداشتن پانل دسترسی معمولی قابل دستیابی باشد.

1- Functional
2- Performance

۵ـ۱ـ۱ـ۳ تشعشع[1]

آشکارساز باید با مقررات و ضوابط ملی مربوطه برای فرکانس و تراز توان هر نوع تشعشع مطابقت داشته باشد.

۵ـ۱ـ۱ـ۴ ولتاژ تغذیه

ولتاژ نامی ۱۲ ولت d.c. خواهد بود مگر آن که تولیدکننده یا تأمین کننده با صراحت ذکر کرده باشد. آشکارساز باید دارای گستره ولتاژ تغذیه حداقل ۲۵٪ + تا ۱۵٪ - ولتاژ نامی باشد. اگر منبع تغذیه با ضرایب فوق مطابقت نداشته باشد حالت هشدار یا خرابی تولید خواهد شد.

۵ـ۱ـ۱ـ۵ حفاظت در برابر دستکاری

اگر حفاظت در برابر دستکاری پیش‌بینی شده باشد باید هنگامی عمل کند که پوشش یا هر گونه پانل دسترسی عادی به اندازه کافی باز شده و امکان تنظیم ناحیه پوشش آشکارساز یا توجیه[2] آشکارساز به وجود آید. نبایستی با استفاده از ابزار معمولاً موجود مانند آهن‌ربا، چاقو، پیچ‌گوشتی غلبه بر حفاظت علیه دستکاری امکان‌پذیر باشد.

۵ـ۱ـ۲ مشخصات محیطی

اصول زیر بیانگر مشخصات محیطی حداقل برای آشکارسازها می‌باشد:

۵ـ۱ـ۲ـ۱ گرمای خشک

همان گونه که در استاندارد IEC 60839-1-3 آزمون A-1 شرح داده شده است اگر آشکارساز تحت دمای ۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۶ ساعت باشد مشخصات عملیاتی آن نباید تغییر کند.

۵ـ۱ـ۲ـ۲ سرما

همان گونه که در استاندارد IEC 60839-1-3 آزمون A-2 شرح داده شده است اگر آشکارساز تحت دمای ۵+ درجه سانتیگراد به مدت ۱۶ ساعت باشد مشخصات عملیاتی آن نباید تغییر کند.

---

1 - Radiation

2-Alignment

۵ـ۱ـ۲ـ۳ نوسان (سینوسی)

همان طور که در استاندارد IEC 60839-1-3، آزمون A-4 شرح داده شده است اگر آشکارساز تحت نوسانات سینوسی قرار بگیرد مشخصات عملیاتی آن نباید تغییر کند.

۵ـ۱ـ۲ـ۴ افزایش ولتاژ الکتریکی

همان گونه که در استاندارد IEC 60839-1-3، آزمون A-9 شرح داده شده است اگر آشکارساز تحت تأثیر افزایش ولتاژ الکتریکی قرار گیرد مشخصات عملیاتی آن نبایستی تغییر کند.

۵ـ۱ـ۲ـ۵ شارژ الکترواستاتیکی

همان گونه که در استاندارد IEC 60839-1-3، آزمون A-11 شرح داده شده است اگر آشکارساز تحت تأثیر و شارژ الکترواستاتیکی قرار گیرد مشخصات عملیاتی آن نباید تغییر کند.

۵ـ۱ـ۲ـ۶ میدانهای الکترومغناطیسی

همان طور که در استاندارد IEC 60839-1-3، آزمون A-13 شرح داده شده است اگر آشکارساز تحت تأثیر میدانهای الکترومغناطیسی واقع شود مشخصات عملیاتی آن نبایستی تغییر کند.

۵ـ۱ـ۲ـ۷ ضربه

همان طور که در استاندارد IEC 60839-1-3، آزمون A-16 شرح داده شده است آشکارساز بایستی در مقابل ضربه مقاوم بوده و بر اثر ضربه پوشش یا تنظیم آن نباید تغییر کند.

۵ـ۱ـ۳ ایمنی الکتریکی

آشکارساز باید با ضوابط ایمنی استاندارد IEC 60364-4 مطابقت داشته باشد.

۵ـ۱ـ۴ قابلیت اطمینان

آشکارساز باید به گونه‌ای طراحی شده باشد که بر اساس استانداردهای IEC 271 و IEC 60300 تحت شرایط کاری عادی دارای حداقل ۶۰۰۰۰ ساعت زمان متوسط قبل از خرابی (MTBF) باشد.

۵ـ۱ـ۵ خصوصیات واسط

آشکارساز بایستی دارای کنتاکتی مستقل از پتانسیل و در شرایط معمولی بسته و در حالت هشدار به صورت باز عمل نماید مگر آن که سازنده به صورت دیگری این خصوصیات را ذکر کرده باشد.

۵ـ۱ـ۶ ویژگیهای ساخت

جعبه و بدنه نگهدارنده آشکارساز باید با ضوابط درجه حفاظت IP 41 class که در استاندارد IEC 60529 مشخص شده است مطابقت داشته باشد. باید با فراهم نمودن وسایل مناسب، آشکارساز به‌طور ایمن و مطمئن در داخل جعبه نگهدارنده نصب و ثابت شده باشد.

۵ـ۱ـ۷ علامت‌گذاری

نام یا سمبول سازنده و شماره مدل باید به صورت ساده و دائم بر روی آشکارساز درج گردد. اگر از نظر طراحی امکان داشته باشد آشکارساز به شکل ساده و دائمی با اطلاعات تکمیلی زیر باید علامت گذاری شود.

- شماره سریال
- تاریخ تولید (می‌توان از کد استفاده کرد)
- مقادیر نامی تغذیه الکتریکی، به عنوان مثال ولتاژ جریان و فرکانس نامی
- اگر طراحی آشکارساز اجازه علامت گذاری‌های فوق را ندهد در این صورت اطلاعات مذکور در مشخصات پیوست یا بسته بندی آن ارائه خواهد شد. ترمینالها و سرسیمها باید شماره گذاری و رنگی شده یا به صورت دیگری مشخص شده باشد.

۵ـ۱ـ۸ مشخصات

سازنده‌ها باید اطلاعات ذیل را برای هر آشکارساز ارائه دهند:

- مشخصه‌های عملکرد
- الزامات منبع تغذیه توان
- روش سیمکشی و نصب
- مقادیر نامی خروجی
- اصول تنظیم شامل مشخصات هر وسیله خاص مورد نیاز
- نکات مربوط به نگهداری و سرویس کردن

- نکات مربوط به کاربرد آشکارساز به منظور پرهیز از به کارگیری نامناسب و عملیات اشتباهی

۵ـ۱ـ۹ ارتقا وسایل اضافی

ویژگیهای تکمیلی را می‌توان به آشکارساز اضافه کرد مشروط بر آن که عملکرد قابلیت اطمینان آشکارساز بر اساس ضوابط این بخش همچنان بدون تغییر باقی بماند. توصیه می‌شود که در آشکارساز برای یک ماجول ارتباطی پیش‌بینی لازم به عمل آید.

۵ـ۲ روشهای آزمون

۵ـ۲ـ۱ آزمونهای اساسی

به منظور انطباق با مشخصات این بخش و استانداردهای خاص مربوط به مشخصه‌های عملکرد، ایمنی و منبع تغذیه، آشکارساز باید مورد آزمون قرار گیرد. آزمون اساسی باید برابر شرایط اتمسفری استاندارد مندرج که در بند فرعی ۵ ـ ۳ از استاندارد IEC 60068-1 صورت پذیرد.

۵ـ۲ـ۱ـ۱ حفاظت در برابر دستکاری

در صورت پیش‌بینی حفاظت در برابر دستکاری جعبه آشکارساز توسط وسایل عادی دسترسی به اندازه کافی باید باز شود تا امکان تنظیم گستره آشکارساز یا توجیه آن فراهم گردد. پیش از رسیدن به این مرحله حفاظت در برابر دستکاری بایستی عمل نماید. با به کار بردن ابزار معمولاً در دسترس مانند چاقو و پیچگوشتی آزمون تکرار شده و سعی خواهد شد که بدون ایجاد هر گونه صدمه به جعبه آشکارساز بر حفاظت در برابر دستکاری غلبه کرد.

۵ـ۲ـ۲ آزمون‌های محیطی

این آزمونها بر اساس توصیه‌های استانداردهای IEC 68 و IEC 801 باید صورت پذیرد.

۵ـ۲ـ۲ـ۱ گرمای خشک

آشکارسازی باید تحت آزمون گرمای خشک مندرج در استاندارد IEC 60839-1-3 آزمون A-1 قرار گیرد. آزمونهای اساسی در مورد آشکارساز باید در انتهای سیکل در حالی که آشکارساز هنوز در دمای آزمون قرار دارد انجام گیرد.

۵ـ۲ـ۲ـ۲ سرما

آشکارساز باید تحت آزمونهای سرما مندرج در استاندارد IEC 60839-1-3 آزمون A-2 قرار گیرد. آزمونهای اساسی در مورد آشکارساز باید در انتهای سیکل در حالی که آشکارساز هنوز در دمای آزمون قرار دارد انجام گیرد.

۵ـ۲ـ۲ـ۳ نوسان (سینوسی)

آشکارساز باید تحت آزمون نوسان سینوسی مندرج در استاندارد IEC 60839-1-3 آزمون A-4 قرار گیرد. آزمون اساسی در مورد آشکارساز بایستی بعد از اتمام آزمون صورت پذیرد.

۵ـ۲ـ۲ـ۴ افزایش ولتاژ الکتریکی

آشکارساز بایستی به منبع تغذیه خود متصل شده و عمل نماید. سپس همان گونه که در استاندارد IEC 60839-1-3 آزمون A-9 آمده است افزایش ولتاژ الکتریکی به آشکارساز اعمال می‌گردد. هیچ گونه شرایط هشدار توسط افزایش ولتاژ مذکور نبایستی به وجود آمده و صدمه‌ای به آشکارساز نباید وارد گردد.

۵ـ۲ـ۲ـ۵ دشارژ الکترواستاتیکی

آشکارساز بایستی به منبع تغذیه خود متصل شده و عمل نماید. سپس همان گونه در استاندارد IEC 60839-1-3 آزمون A-11 آمده است آشکارساز تحت آزمونهای دشارژ الکترواستاتیکی قرار خواهد گرفت. هیچ گونه شرایط هشدار توسط دشارژ نبایستی به وجود آمده و صدمه‌ای به آشکارساز نباید وارد گردد.

۵ـ۲ـ۲ـ۶ میدانهای الکترومغناطیسی

آشکارساز بایستی به منبع تغذیه خود متصل شده و عمل نماید. سپس همان گونه که در استاندارد IEC 60839-1-3 آزمون A-13 آمده است آشکارساز تحت آزمون میدانهای الکترومغناطیسی قرار خواهد گرفت. میدانهای الکترومغناطیسی نبایستی هیچ گونه شرایط هشدار به وجود آورده و صدمه‌ای به آشکارساز وارد کند.

۵ـ۲ـ۲ـ۷ ضربه

همان طور که در استاندارد IEC 60839-1-3، آزمون A-16 شرح داده شده است آشکارساز تحت آزمون ضربه باید قرار گیرد. در پایان آزمون پوشش و توجیه آشکارساز مورد بررسی و کنترل قرار خواهد گرفت. هیچ گونه تغییری در پوشش یا توجیه نبایستی ایجاد گردیده و صدمه‌ای به آشکارساز نباید وارد گردد.

۶ سیستم حفاظتی چشم الکترونیکی

در این بخش مشخصات فنی و روشهای آزمون سیستمهای حفاظتی پرتو مادون قرمز (IR) نصب شده در ساختمانها، تعیین و معرفی می‌گردد. همچنین علاوه بر مشخصات عمومی تعیین شده برای آشکارسازها در بخش قبل مشخصات فنی و روشهای آزمون آشکارسازهای مادون قرمز پاسیو که آن نیز در سیستمهای حفاظتی ساختمانها کاربرد دارد مطرح و معرفی می‌شود. در واقع هدفی که در این بخش تعقیب می‌شود تعیین مشخصات سیستم چشم الکترونیکی و آشکارساز مادون قرمز به نحوی است که از عملکرد رضایت بخش کار آن اطمینان حاصل شده و احتمال ایجاد هشدارهای غلط به حداقل ممکن برسد.

۶ ـ ۱ سیستم مادون قرمز

سیستم مادون قرمز سیستمی است که از دو بخش مجرای فرستنده و گیرنده تشکیل شده و این دو واحد به نحوی طراحی شده است که قابل نصب در دو مکان به صورت ایستا بوده و اگر تشعشع پرتو مادون قرمز که از فرستنده به گیرنده ارسال می‌شود قطع گردد سیستم حالت هشدار را اعلام خواهد نمود. لازم به یادآوری است که حداکثر فاصله‌ای که فرستنده و گیرنده می‌تواند از یکدیگر داشته و در عین حال مشخصات و الزامات این بخش را برآورده سازد گستره حداکثر می‌نامند. همچنین باید توجه کرد مشخصات این سیستم باید با ضوابط مندرج در استانداردهای IEC 60839-1-1 و IEC 60839-2-2 مطابقت داشته باشد.

۶ـ۱ـ۱ مشخصات فنی

۶ـ۱ـ۱ـ۱ طیف فرستنده

طیف فرکانسی سیگنال از طرف فرستنده باید خارج از گستره فرکانسی طیف مرئی بوده و طول موج آن بزرگتر از ۷۶۰ نانومتر باشد.

۶ـ۱ـ۱ـ۲ زاویه پرتو فرستنده

فرستنده باید به صورت یک پرتو باریک به نحوی تشعشع کند که در زاویه بزرگتر از ۱۵ درجه با محور پرتو، چگالی توان بیش از ۲۰ dB کمتر از حداکثر چگالی توان در هر بخش پرتو باشد.

۶ـ۱ـ۱ـ۳ زاویه دریافت گیرنده

گیرنده باید دارای چنان زاویه دریافتی باشد که هر گونه تشعشع دریافتی از زاویه بزرگتر از ۱۵ درجه با محور سیستم نوری گیرنده به اندازه ۲۰ dB بیشتر از تشعشع دریافتی در درون پرتو گیرنده دچار تضعیف گردد.

۶ـ۱ـ۱ـ۴ پهنای باند گیرنده

گیرنده باید فقط به تشعشع در طیف مادون قرمز با طول موج بزرگترز از ۷۶۰ نانومتر باشد.
حساسیت به تشعشع طول موجهای کمتر از ۷۶۰ نانومتر بایستی حداقل ۲۰ dB کمتر از حساسیت حداکثر باشد.

۶ـ۱ـ۱ـ۵ پردازش سیگنال

سیستم شرایط یا حالت هشدار را باید در نتیجه قطع کلی تشعشع دریافتی به مدتی بیش از ۴۰ میلی ثانیه ایجاد کند. این سیستم حالت هشدار را نبایستی در پی هر گونه قطع تشعشع دریافتی به مدتی کمتر از ۲۰ میلی ثانیه تولید کند.

۶ـ۱ـ۱ـ۶ گستره

هنگامی که سیستم در گستره حداکثر عمل می‌نماید ۷۵ درصد قطع در در تشعشع دریافتی به‌صورت معمولی حالت هشدار را ایجاد نخواهد کرد.

۶ـ۱ـ۱ـ۷ مقاومت در مقابل نور خارجی

در مجاورت وسایل دارای برق شهر، روشنایی حاصل از برق d.c یا نور طبیعی نبایستی سبب ایجاد حالت هشدار گردد مگر آن که مجاورت به وسایل دارای برق شهر و یا روشنایی حاصل از برق d.c یا نور طبیعی باعث عدم انطباق سیستم با مشخصات مندرج در این بخش گردد، که در این صورت شرایط خرابی یا هشدار باید اعلام شود.

۶ـ۱ـ۱ـ۸ حفاظت در برابر دستکاری

فرستنده و گیرنده هر یک بر طبق الزامات عمومی مندرج در این فصل مجهز به تسهیلات حفاظت در برابر دستکاری خواهند بود.

۶ـ۱ـ۱ـ۹ ایمنی

ضمن رعایت الزامات عمومی استاندارد IEC 60839 - 1 - 1، چگالی توان پیک فرستنده نبایستی از شش mW/cm^2 در هر قسمت از پرتو آن و در هر فاصله‌ای از فرستنده تجاوز کند.

۶ـ۱ـ۱ـ۱۰ ویژگیهای تکمیلی

باید امکان ارسال سیگنالی از گیرنده به فرستنده به منظور تسهیل توجیه سیستم پیش‌بینی شده باشد.

۶ـ۱ـ۱ـ۱۱ مشخصات اعلام شده از طرف سازنده

علاوه بر مشخصات عمومی که در این بخش درج گردیده است سازنده بایستی اطلاعات زیر را برای هر سیستم تأمین نماید.

- زاویه پرتو فرستنده بر حسب درجه تا تراز ۲۰ dB.
- زاویه دریافت گیرنده بر حسب درجه تا تراز ۲۰ dB.
- پهنای پرتو مؤثر
- گستره حداکثر

۶ـ۱ـ۱ـ۱۲ سایه بان

می‌توان از یک کلاهک یا سایه بان در سیستم استفاده کرد و از ورود نور خورشید یا هر نور قوی دیگر به سیستم جلوگیری کرد.

۶ـ۱ـ۲ روشهای آزمون

تمام آزمونها به استثنای بند ۶ـ۱ـ۲ـ۱ بایستی در گستره حداکثر و در حالی که فرستنده و گیرنده به طرز صحیحی نصب و توجیه شده و از اثرات سطوح انعکاسی مصون است انجام شود. تمام پوششها و سایه بان‌ها باید به طرز صحیح در جای خود قرار گیرد.

۶ـ۱ـ۲ـ۱ فرستنده در یک اطاق تاریک نصب و راه‌اندازی خواهد شد. پرتو نبایستی مرئی باشد.

۶ـ۱ـ۲ـ۲ وسیله‌ای که ۷۵ درصد انرژی پرتو را مسدود می‌نماید در مقابل روزنه گیرنده قرار داده می‌شود. در چنین شرایطی هیچ گونه حالت هشدار نبایستی ایجاد گردد.

۶ـ۱ـ۲ـ۳ روزنه فرستنده به طور کامل به مدت ۱۸ میلی ثانیه (۱۰ ± ٪) مسدود شده و در این شرایط هیچ گونه حالت هشدار نبایستی به وجود آید.

۶ـ۱ـ۲ـ۴ روزنه فرستنده به طور کامل به مدت ۴۵ میلی ثانیه (۱۰ ± ٪) مسدود خواهد شد. در این صورت حالت هشدار باید به وجود آید.

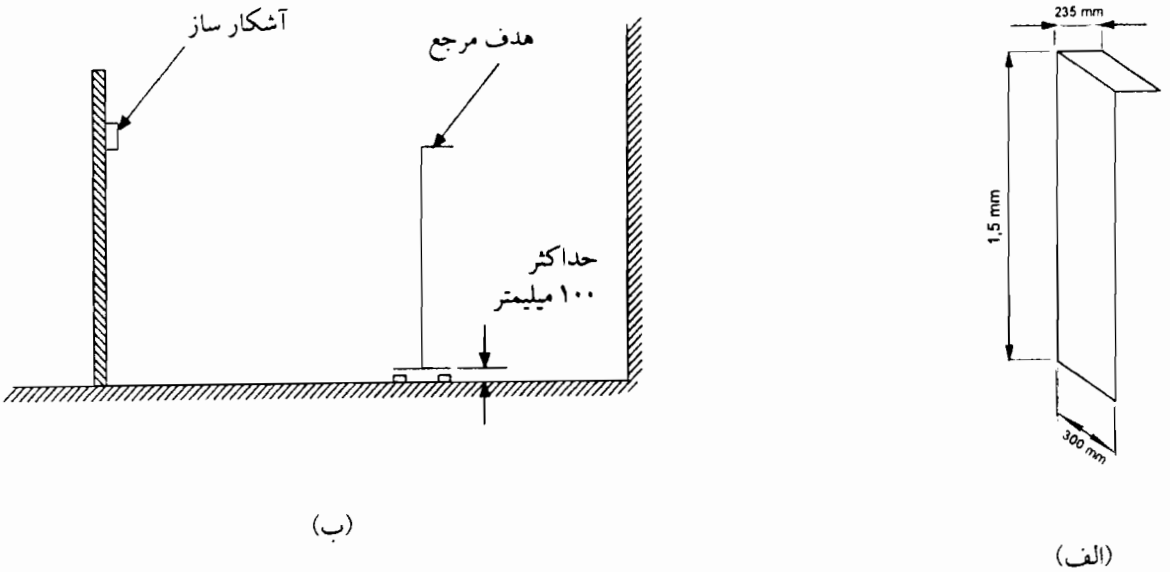
۶ـ۱ـ۲ـ۵ گیرنده در معرض هر دو برق شهر و نور حاصل از برق d.c قرار داده می‌شود. اگر این شرایط از تکمیل رضایت‌بخش آزمون مندرج در بند ۶ ـ ۱ ـ ۲ ـ ۳ فوق جلوگیری کند حالت هشدار باید ایجاد شود.

۶ـ۲ آشکارساز مادون قرمز پاسیو

آشکارساز مادون قرمز پاسیو آشکارسازی است که در پاسخ به تغییری در تراز تشعشع مادون قرمز دریافتی به واسطه اشخاص در حال حرکت در ناحیه پوشش آشکارسازی حالت و شرایط هشدار را ایجاد می‌کند. ناحیه پوشش آشکارسازی ناحیه‌ای است که در آن هدف مرجع در فاصله ثابت از آشکارساز حرکت کرده و سبب ایجاد حالت هشدار شود. هدف مرجع ابزار و وسیله‌ای است که دارای مشخصه‌های تولید و صدور مادون قرمز مشابه مشخصه‌های یک انسان متوسط است. هدف مرجع مذکور در شکل ۵ ـ ۱ نشان داده شده است. هدف مرجع ثانویه نیز وسیله‌ای است که دارای

مشخصه‌های تولید و صدور مادون قرمز مشابه مشخصه‌های یک حیوان کوچک مانند یک جانور جونده می‌باشد. این نوع هدف می‌تواند استوانه‌ای به قطر ۳۰ میلیمتر و به طول ۱۵۰ میلی متر باشد.

آشکارساز از یک یا چند سنسور و یک پردازشگر تشکیل یافته است. امکان دارد آشکارسازها دارای وسایلی باشد که جهت و راستای بخش حساس را تغییر دهد. بخشهای حساس بخشهایی از الگوی نوری آشکارساز است که تشعشع مادون قرمز را آشکار می‌کند. وسایل تغییر دهنده راستای بخش حساس می‌تواند جنبه نگهدارنده دستگاه قرار داشته باشد. همچنین امکان دارد آشکارسازها دارای وسایلی برای اندازه‌گیری محدوده بخشهای حساس باشد.



شکل ۵ـ۱ (الف) هدف مرجع (ب) نحوه و ترتیب آزمون

۶ـ۲ـ۱ مشخصات فنی

۶ـ۲ـ۱ـ۱ پردازش سیگنال آشکارساز باید قادر به آشکارسازی حرکت جانبی هدف مرجع نسبت به آشکارساز در ناحیه پوشش آشکارسازی با سرعت ۰/۳ متر بر ثانیه تا ۳ متر بر ثانیه باشد. همچنین آشکارساز در صورت حرکت تک جهتی هدف مرجع به اندازه ۳ متر و در فاصله ثابت از آشکارساز شرایط هشدار را به وجود خواهد آورد.

۶ـ۲ـ۱ـ۲ بازیابی پس از شرایط هشدار

به دنبال اعلام حالت هشدار و توقف حرکتی که سبب ایجاد حرکت هشدار گردید آشکارساز باید در مدت ۱۰ ثانیه به شرایط عدم هشدار عادی خویش بازگردد.

۶ـ۲ـ۱ـ۳ مقاومت در برابر اهداف کوچک

حساسیت آشکارساز باید به نحوی باشد که در شرایط نصب آشکارساز در ارتفاع نصب توصیه شده توسط سازنده و حرکت هدف مرجع ثانویه در روی کف اطاق حالت هشدار به وجود نیاید.

۶ـ۲ـ۱ـ۴ مقاومت در برابر تغییرات دمای زمینه

تغییرات در دمای زمینه در سراسرگستره ۲۵ درجه سانتیگراد تا ۴۰ درجه سانتیگراد و با نرخ ۱ درجه سانتیگراد در هر دقیقه نبایستی سبب ایجاد حالت هشدار شود.

۶ـ۲ـ۱ـ۵ مقاومت در برابر نور چراغهای جلو وسایل نقلیه

اگر آشکارساز تحت روشنایی معادل نور چراغهای جلو وسایل نقلیه که بر طبق مفاد بند ۶ ـ۲ـ۲ـ ۵ مورد آزمایش قرار می‌گیرد نبایستی حالت هشدار را به وجود آورد.

۶ـ۲ـ۱ـ۶ مقاومت در برابر هوای متلاطم

هوای متلاطم بالا یا پایین دمای محیط در اطراف آشکارساز در حالی که آشکارساز مطابق مفاد بند ۶ ـ۲ـ۲ـ۶ مورد آزمایش قرار می‌گیرد نبایستی سبب ایجاد حالت هشدار گردد.

۶ـ۲ـ۱ـ۷ حفاظت در برابر دستکاری

حفاظت در برابر دستکاری باید در آشکارساز پیش‌بینی و نصب شده و اگر جعبه محافظ آشکارساز به اندازه‌ای باز شود که دسترسی به کنترل‌ها و تنظیم‌های مکانیکی امکان‌پذیر باشد بایستی حافظت مذکور شرایط هشدار را ایجاد کند.

۶ـ۲ـ۱ـ۸ حفاظت کابل

اگر سنسور در یک جعبه جداگانه از پردازشگر قرار داشته باشد، کابل اتصال باید بخشی از آشکارساز در نظر گرفته شود. این کابل به طور الکتریکی به نحوی مورد مراقبت و مانیتورینگ قرار خواهد گرفت که اگر قطع اتصال یا اتصال کوتاه در هادیها از دریافت اطلاعات هشدار یا اعلام هشدار دستکاری توسط پردازشگر جلوگیری نماید پردازشگر در مدت زمان ۱۰ ثانیه خود حالت هشدار به وجود خواهد آورد.

۶ـ۲ـ۱ـ۹ نشانگر آزمون حرکت

اگر نشانگر آزمون حرکت در آشکارساز پیش‌بینی و نصب شده باشد محدود کردن نشان دهنده آن بدون باز کردن آشکارساز بایستی امکان‌پذیر باشد.

۶ـ۲ـ۱ـ۱۰ مشخصات اعلام شده از طرف سازنده

علاوه بر اطلاعاتی که در این بخش درج گردیده است سازنده باید مشخصات زیر را برای هر آشکارساز ارائه دهد.

الف) شکل هندسی بخشهای حساس توسط نمودار

ب) سطح‌پوشش آشکارسازی (این‌مشخصات را می‌توان درهمان نمودار الف فوق نیز منظور نمود). در هر حساسیت، سویچ شده و تنظیم شمارش پالس در صورت پیش‌بینی چنین تسهیلاتی اگر حساسیت متغیر پیوسته‌ای باشد سطح پوشش بایستی برای حساسیتهای حداکثر و حداقل ارائه شود.

پ) ارتفاع یا گستره ارتفاعهای نصب

ت – تنظیم نوری بهینه

۶ـ۲ـ۲ روشهای آزمون

تجربه نشان داده است که در صورت استفاده از هدف انسانی دست یافتن به نتایج آزمون یکسان و تکراری امری مشکل است. بدین علت روش آزمون زیر با استفاده از هدف شبیه سازی شده زیر به عنوان یک گزینه پیشنهاد می‌شود.

از نقطه نظر آزمونهای کارکردی آشکارساز باید در ارتفاعی که توسط سازنده توصیه شده و بر طبق دستورالعملهای سازنده نصب گردد. همچنین با توجه به تذکرات سازنده نور بایستی برای عملکرد بهینه تنظیم شود. اگر گستره‌ای از ارتفاعهای نصب داده شده باشد آزمونها باید در موقعیتهای بالاتر و پایین‌تر صورت پذیرد. در مواردی که کنترلهای حساسیت یا شمارش پالس پیش‌بینی شده باشد آزمونها باید در وضعیتهای بالاتر و پایین‌تر این کنترلها انجام شود. هدف مرجع بایستی به نحوی نصب شود که محور اصلی آن عمودی بوده و لبه پایین آن بیش از ۱۰۰ میلی متر از کف فاصله نداشته باشد. دمای آن بایستی به صورت یکنواخت توزیع شده و انحراف کل از دمای متوسط بیش از ۰/۲ درجه سانتیگراد روی آن سطح نباشد. زمینه دید آشکارساز بایستی دارای همان حساسیت هدف مرجع بوده و دمای آن باید در محدوده ۲۰ درجه سانتیگراد و ۲۵ درجه سانتیگراد قرار داشته و در سراسر طول آزمونها بایستی ثابت باقی بماند. دمای آن به طور یکنواخت توزیع شده و انحراف کل از دمای متوسط بیش از ۰/۵ درجه سانتیگراد روی سطح آن باشد. دمای متوسط هدف مرجع بایستی ۰/۲۵ ± درجه سانتیگراد بالای دمای متوسط زمینه باشد. با ثابت نگاه داشتن آشکارساز و حرکت هدف مرجع یا با ثابت نگهداشتن هدف مرجع و چرخاندن آشکارساز می‌توان آزمونها را انجام داد. در هر مورد، فاصله شعاعی نبایستی بیش از ۵٪± تغییر نماید.

۶ـ۲ـ۲ـ۱ پوشش آشکارسازی

الف – هدف مرجع بایستی در برد آشکارسازی حداکثر که آشکارساز برای آن ساخته و تنظیم شده قرار داده شود. هدف مرجع بایستی حرکت داده شده یا آشکارساز چرخانده شود تا اثر حرکت تک جهتی در فاصله‌ای ثابت بین هدف مرجع و آشکارساز به دست آید. حرکت بایستی سبب ایجاد سرعت جانبی معادل ۰/۳ m/s گردد. در طول حرکت معادل ۳ متر حالت هشدار بایستی به وجود آید.

ب – آزمون بند قبل در سرعت جانبی معادل ۳ m/s تکرار گردد.

پ– آزمونهای الف و ب در حالی که هدف مرجع در کران داخلی سطح پوشش آشکارسازی که به‌ازای آن آشکارساز تجهیز و تنظیم شده است قرار داده شده است تکرار شود.

ت – آزمون بند ب در حالی که هدف مرجع در سه موقعیت تعیین شده به طور تصادفی در سطح پوشش آشکارسازی قرار داده شده است بایستی تکرار شود.

۶ـ۲ـ۲ـ۱ بازیابی پس از شرایط هشدار

آزمون ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۱ ـ الف باید انجام شده و فاصله معادل طی شده برای تولید شرایط هشدار بایستی مورد توجه و دقت قرار گیرد. هدف مرجع به موقعیت اولیه خود باز خواهد گشت و سپس شخص یا جسمی به غیر از هدف مرجع تا آنجا حرکت داده می‌شود که حالت هشدار به وجود آمده و پس از حرکت قطع خواهد شد. پس از ۱۰ ثانیه دیگر آزمون ۶ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۱ الف باید تکرار شده و فاصله معادل طی شده برای تولید حالت هشدار نبایستی بیش از ۱۰٪ با بخش اول این آزمون تفاوت داشته باشد.

۶ـ۲ـ۲ـ۳ مقاومت در برابر اهداف کوچک

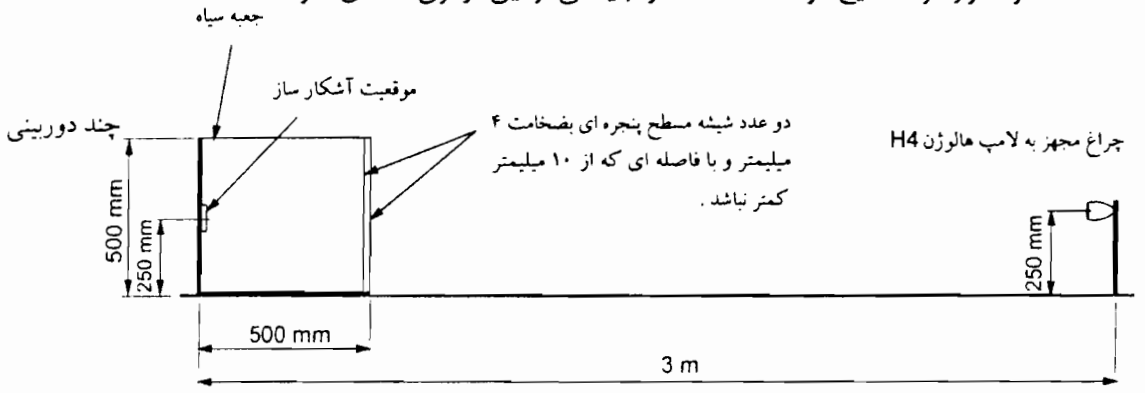
در این آزمون شرایط آزمون مندرج در بخش ۶ ـ ۲ ـ ۲ همچنان ملاک عمل است با این استثنا که هدف مورد استفاده هدف مرجع ثانویه خواهد بود. هدف نبایستی در ارتفاع بیش از ۱۰۰ میلیمتر از کف اطاق نصب شده و محور اصلی آن به آشکارساز مماس و با کف اطاق موازی باشد. موقعیت هدف با توجه به شکل هندسی بخشهای حساس بایستی انتخاب شود تا بیشترین اثر را داشته باشد. هدف مرجع حرکت داده شده یا آشکارساز چرخانده شود تا اثر حرکت جانبی هدف مرجع ثانوی نسبت به آشکارساز حاصل شود. حرکت باید سبب ایجاد سرعت جانبی معادل ۱ m/s شود. هیچ گونه حالت هشدار نباید به وجود آید.

۶ـ۲ـ۲ـ۴ مقاومت در برابر تغییرات دمای زمینه

به منظور رویت زمینه‌ای که دمای آن تقریباً ۲۵ درجه سانتیگراد بوده و به طور یکنواخت توزیع شده و تغییرات کل بیش از ۰/۵ درجه سانتیگراد در سراسر سطح آن نباشد، آشکارساز بایستی نصب و راه‌اندازی شود. در طول آزمون، دمای آشکارساز بایستی ثابت باقی بماند. دمای زمینه با نرخ ۱°C/min آنقدر افزایش می‌یابد تا این که به ۴۰ درجه سانتیگراد برسد. هیچ گونه حالت هشدار نبایستی به وجود آید. این آزمون را می‌توان با افزایش دمای زمینه فقط در یک بخش حساس به تنهایی شبیه‌سازی نمود. شبیه‌سازی به نحوی صورت می‌پذیرد که تغییر در شار نورانی در روزنه آشکارساز همان مقدار در آزمون با مقیاس کامل باشد.

۶ـ۲ـ۲ـ۵ مقاومت در برابر نور چراغهای جلو وسایل نقلیه

تجهیزات آزمون در شکل ۵ ـ ۲ نشان داده شده است. آشکارساز در مرکز سطح عمومی داخل یک جعبه سیاه باید نصب شود. سطح جانبی جعبه که در مقابل آشکارساز قرار دارد از دو ورق شیشه پنجره ۴ میلیمتری هر یک با سطح ۵۰۰ میلیمتر مربع و با فاصله‌ای که از ۱۰ میلیمتر کمتر نیست تشکیل یافته است. نگاهدارنده شیشه‌ها جریان هوای بین ورق‌های شیشه‌ای را برقرار خواهد کرد. مجموعه تولید نور از یک لامپ هالوژن W ۶ ـ H4 که با استاندارد IEC 60809 مطابقت دارد و در داخل یک منعکس کننده بدون عدسی قرار دارد تشکیل یافته است. لامپ بایستی حداقل ۱۰ ساعت کار کند ولی کار آن نبایستی از ۱۰۰ ساعت بیشتر باشد. مجموعه لامپ بایستی در ناحیه حساس قسمتی از الگوی با کوچک‌ترین زاویه نسبت به افق قرار داده شود. این مجموعه نبایستی کمتر از ۳ متر به آشکارساز نزدیک بوده و باید به نحوی استقرار یابد که فشار یکسانی به مقدار ۱۰٪ ± ۶۵۰۰ لوکس را روی پوشش سنسور تولید نماید. لامپ بایستی با ولتاژ ۱۳ و ۵ ولت d.c کار کرده و بایستی به مدت ۲ ثانیه روشن و به مدت ۲ ثانیه خاموش گردد و به مدت ۵ سیکل کامل این امر تکرار گردد. هیچ گونه حالت هشدار نبایستی از این آزمون حاصل شود.



شکل ۵-۲ تجهیزات آزمون مقاومت در برابر نور چراغهای جلو وسایل نقلیه

۶ـ۲ـ۲ـ۶ مقاومت در برابر هوای متلاطم

آشکارساز بایستی در ارتفاع مناسبی که زمینه یکنواختی را رویت می‌کند نصب شده و کنترلها باید به نحوی تنظیم شود که حساسیت حداکثر حاصل شود. یک بخاری دارای پروانه (فن) با قدرت ۱۰۰۰W و سطح مقطع خروجی ۵۵ mm × ۱۸۰ mm باید ۱ متر پایین‌تر و ۱ متر جلوتر آشکارساز قرار داده شده و به نحوی استقرار یابد که جریان هوا با زاویه ۱۲ درجه نسبت به افق به طرف آشکارساز دمیده شود. جریان هوا از بخاری باید سرعت ۲/۲ m/s ± ۰/۲ m/s داشته و جریان هوا در سطح آشکارساز باید دارای سرعت ۰/۷ m/s ± ۰/۱ m/s باشد. بخاری باید به مدت ۵ دقیقه روشن باشد. هیچ گونه حالت هشدار نباید به وجود آید.

۶ـ۲ـ۲ـ۷ آزمونهای محیطی

آشکارساز باید تحت آزمونهای تعیین شده در استاندارد IEC 60839-2-2 قرار گیرد. در آزمونهای افزایش ولتاژ الکتریکی و شارژ الکترواستاتیکی و میدانهای الکترومغناطیسی آشکارساز باید به نحوی تنظیم گردد که حساسیت حداکثر را دارا باشد. در سایر آزمونهای محیطی در گستره تنظیم آشکارساز هر وضعیت را میتوان به کار برد ولی تنظیم انتخابی نبایستی در طول آزمون تغییر داده شود. در طول هر آزمون محیطی آشکارساز باید در حال کار باشد ولی روزنه آن رامی توان مسدود کرد تا از عملکرد اشتباهی آن به واسطه تغییرات زمینه پرهیز شود. در طول انجام هر آزمون محیطی هیچ گونه حالت هشدار نباید به وجود آید. قبل و بعد از هر آزمون محیطی آزمونهای ۶ ـ۲ـ۲ـ۱ الف و ب بایستی انجام شود و برای هر آزمون فاصله طی شده برای ایجاد حالت هشدار نباید بیش از ۱۰٪ فاصله اولیه تغییر کند. آزمونها را می‌توان شبیه‌سازی کرد مشروط بر آن که بتوان نشان داد شبیه‌سازی همان نتایج روش آزمون معرفی شده و کالیبره شده در دمای اطاق را به‌دست خواهد داد. به دنبال آزمونهای گرمای خشک و سرما، آزمونهای فوق، در حالی که آشکارساز هنوز دمای آزمون را دارد باید انجام گیرد.

۷ سیستم حفاظتی اولتراسونیک

در این بخش مشخصات فنی و روشهای آزمون خاص آشکارسازهای اولتراسونیک که در سیستم‌های حفاظتی ساختمانها به کار می‌رود ارائه می‌گردد. آشکارساز اولتراسونیک در پاسخ به جابجایی فرکانسی در انعکاس و سیگنال برگشتی تشعشع اولتراسونیک از انسان متحرک حالت

هشدار را به وجود می‌آورد. تشعشع اولتراسونیک نوعی تشعشع صوتی است که فرکانس آن بالای فرکانس ۲۲ KHz قرار دارد. هدف مرجع در چنین سیستم حفاظتی انسانی با وزن ۵۰ kg تا ۷۰ kg و قد ۱۶۵ cm تا ۱۸۰ cm و با لباس سر هم نخی خواهد بود و آشکارساز از یک یا چند سنسور و یک پردازشگر تشکیل یافته است. هر سنسور در یک جعبه که می‌تواند شامل پردازشگر نیز باشد قرار خواهد داشت. اگر تسهیلات پیش‌بینی شده اتصال بیش از یک سنسور را به پردازشگر امکان‌پذیر نماید آزمونهای مطروحه در بند ۷ ـ ۲ باید فقط با یک سنسور صورت پذیرد.

امکان دارد آشکار سازها دارای وسایلی باشد که بر اساس آن بتوان شکل محدوده پوشش آشکارسازی را تغییر داد. در صورت پیش‌بینی چنین وسایلی آزمونهای مطروحه در بند ۷ ـ ۲ باید با دستگاه و تنظیمات عادی انجام شده ولی آزمونهای تکمیلی به منظور تائید ادعاهای سازنده در مورد اثرات این وسایل باید صورت پذیرد.

۷ـ۱ مشخصات فنی

۷ـ۱ـ۱ کارکردی

۷ـ۱ـ۱ـ۱ فرکانس

فرکانس کار آشکارساز نبایستی از ۲۲ KHz کمتر باشد، هر گونه تشعشع زیر ۲۰ KHz نبایستی بیش از ۴۰ dBA در ۰/۵ متری آشکارساز باشد.

۷ـ۱ـ۱ـ۲ محدوده پوشش آشکارسازی

محدوده پوشش آشکارسازی به دست آمده برای هر آشکارساز به ازای تنظیم برد حداکثر بایستی حداقل برابر با مقدار ذکر شده در مشخصات سازنده بوده ولی بیش از ۰/۲۵ از آن بزرگتر نباشد.

۷ـ۱ـ۱ـ۳ پردازش سیگنال

در نتیجه حرکت هدف مرجع به طرف آشکارساز و در درون محدوده پوشش آشکارسازی به اندازه ۳ متر یا ۳۰٪ فاصله اولیه هر کدام که کمتر باشد، آشکارساز حالت هشدار را ایجاد خواهد کرد. حرکتهای کمتر از ۰/۲ متر سبب اعلام حالت هشدار نخواهد شد.

۷ـ۱ـ۱ـ۴ بازیابی پس از حالت هشدار

پس از شرایط هشدار و پایان یافتن حرکتی که سبب ایجاد حالت مذکور شده است آشکارساز ظرف

مدت ۱۰ ثانیه به حالت عادی غیر هشدار خویش باید باز گردد.

۷ـ۱ـ۱ـ۵ حرکت تناوبی

آشکارساز باید قادر به آشکارسازی حرکت تناوبی هدف مرجع به طرف آشکارساز با دوره‌های تناوب حرکت در گستره سرعت قابل آشکارسازی نه کمتر از یک ثانیه و دوره‌های تناوب عدم حرکت بیشتر از ۵ ثانیه نباشد. حالت هشدار به ازای فاصله ۵ متر یا ۵۰٪ فاصله اولیه هر کدام که کمتر باشد بایستی رخ دهد.

۷ـ۱ـ۱ـ۶ گستره سرعت‌های قابل آشکارسازی

آشکارساز باید قادر به آشکارسازی حرکت هدف مرجع در راستای آشکارساز به ازای هر سرعتی بین ۰/۳ تا ۳ متر بر ثانیه باشد.

۷ـ۱ـ۱ـ۷ پایداری

در طول هفت روز کار عادی در محیط ثابت گستره آشکارساز نبایستی بیش از ۱۰٪ تغییر کند.

۷ـ۱ـ۱ـ۸ حفاظت در برابر دستکاری

حفاظت در برابر دستکاری بایستی در سیستم پیش‌بینی و تعبیه و هر گاه جعبه به اندازه‌ای باز شود که دسترسی به کنترلها یا تنظیمات مکانیکی امکان‌پذیر باشد حالت هشدار باید به وجود آید.

۷ـ۱ـ۱ـ۹ حفاظت کابل

اگر سنسور و پردازشگر آن در یک جعبه مشترک استقرار نیافته باشد کابل اتصال باید بخشی از آشکارساز در نظر گرفته شود. این کابل به طور الکتریکی به نحوی مورد مراقبت و مانیتورینگ قرار خواهد گرفت که اگر قطع اتصال یا اتصال کوتاه در هادیها از دریافت اطلاعات هشدار یا اعلام هشدار دستکاری توسط پردازشگر جلوگیری نماید، پردازشگر در مدت زمان ۱۰ ثانیه خود حالت هشدار را به وجود خواهد آورد.

۷ـ۱ـ۲ نشانگر آزمون حرکت

اگر نشانگر آزمون حرکت در سیستم تعبیه شده باشد، محدود کردن نشان دهنده آن بدون باز کردن آشکارساز بایستی امکان‌پذیر باشد.

۷ـ۱ـ۳ مشخصات اعلام شده از طرف سازنده

علاوه بر اطلاعاتی که در این بخش و نیز در بخش ۵ این فصل درج گردیده است سازنده باید مشخصات زیر را نیز برای هر آشکارساز ارائه دهد.

الف – محدوده پوشش آشکارسازی در صفحات افقی و عمودی به ازای سرعت یک متر بر ثانیه بر اساس آزمون توصیف شده در بند فرعی ۷ـ۲ـ۱ـ۱. این محدوده را می‌توان به شکل نمودار قطبی نشان داد.

ب – فرکانس کار

پ –گستره سرعت قابل آشکارسازی اگر از گستره مورد نیاز که در بند فرعی ۷ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۶ مشخص شده است بزرگتر باشد.

۷ـ۱ـ۴ امکانات اضافی

می‌توان وسایلی را در سیستم پیش‌بینی و تعبیه نمود که در شرایط کار نکردن یا عدم تنظیم سیستم حفاظتی تشعشع آشکارساز کاهش یابد. بازگشت آشکارساز به شرایط کامل عملیاتی‌اش در صورت درخواست باید در طول یک دقیقه امکان‌پذیر باشد. اگر چنین وسایلی در آشکارساز تعبیه شده باشد در سیستم حفاظتی یک خروجی که کاهش تشعشع را نشان دهد پیش‌بینی خواهد شد.

۷ـ۲ روشهای آزمون

آزمونها بایستی در ناحیه‌ای با کف یکپارچه و مستحکم انجام شود به طوری که سازه‌های اطراف بر گستره‌های اندازه گرفته شده بیش از ۵٪ تأثیر نداشته باشد. آشکارساز تحت آزمون باید در ارتفاعی که توسط سازنده توصیه شده و بر طبق دستورالعملهای سازنده نصب گردد. اگر گستره‌ای از ارتفاعهای نصب داده شده باشد آزمون‌ها باید در موقعیت‌های بالاتر و پایین‌تر صورت پذیرد. آزمونها بایستی در شرایط محیطی استاندارد تعیین شده در استاندارد IEC 68-1 ولی با رطوبت نسبی بین ۴۰٪ و ۶۰٪ صورت پذیرد.

۷ـ۲ـ۱ آزمونهای کارکردی

۷ـ۲ـ۱ـ۱ محدوده پوشش آشکارسازی

هدف مرجع خارج از برد حداکثر و با سرعت تقریبی ۱ m/s و در جلوی آن به طرف آشکارساز حرکت خواهد کرد. هنگامی که حالت هشدار رخ می‌دهد فاصله از آشکارساز بایستی اندازه‌گیری شود. این

فاصله حداقل باید برابر مقدار داده شده در مشخصات سازنده بوده ولی بیش از ۲۵٪ از آن بزرگتر نباشد. آزمون حداقل در هفت راستا با فاصله یکنواخت از یکدیگر و در هر دو صفحه افقی و عمودی انجام خواهد شد. با چرخاندن آشکارساز به اندازه ۹۰ درجه روی محور تشعشع آزمونهای صفحه عمودی صورت خواهد پذیرفت.

۷ـ۲ـ۱ـ۲ پاسخ به ازای سرعت ثابت

هدف مرجع از مرز ناحیه پوشش آشکارسازی و با سرعت تقریبی ۱ m/s به طور مستقیم در جلوی آن به طرف آشکارساز باید حرکت کند. در صورتی که مسافت طی شده کمتر از ۰/۲ m باشد حالت هشدار رخ نخواهد داد ولی در فاصله ۳ متری یا ۳۰٪ فاصله شعاعی هر کدام که کمتر باشد شرایط هشدار اعلام خواهد شد. آزمون در سرعت‌های تقریبی ۰/۳ و ۱ و ۳ متر بر ثانیه بایستی انجام شده و اگر سازنده گستره سرعت وسیعتری را تعیین کرده باشد این آزمون در بالاترین و پایین‌ترین سرعت نیز صورت خواهد گرفت.

۷ـ۲ـ۱ـ۳ بازیابی پس از حالت هشدار

هدف مرجع از مرز ناحیه پوشش آشکارسازی و با سرعت تقریبی ۱ m/s به طور مستقیم و در جلوی آن به طرف آشکارساز بایستی حرکت کند. هنگامی که حالت هشدار رخ می‌دهد فاصله از آشکارساز یادداشت می‌گردد. سپس هدف مرجع به مرز پوشش آشکارسازی برگردانده می‌شود. در این مرحله از آزمون شخص یا جسمی به غیر از هدف مرجع که بتواند حالت هشدار را ایجاد کند حرکت کرده و پس از حالت هشدار شخص یا جسم متوقف می‌شود. پس از ۱۰ ثانیه دیگر هدف مرجع با سرعت تقریبی یک متر بر ثانیه به طرف آشکارساز حرکت کرده و فاصله از آشکارساز که به ازای آن حالت هشدار رخ می‌دهد نبایستی بیش از ۱۰٪ با فاصله به دست آمده در بخش اول این آزمایش تفاوت داشته باشد.

۷ـ۲ـ۱ـ۴ پاسخ به حرکت تناوبی

هدف مرجع از مرز ناحیه پوشش آشکارسازی به طور مستقیم و در جلوی آن به طرف آشکارساز حرکت کرده و در مدت یک ثانیه فاصله یک متر را طی کرده و سپس به مدت ۵ ثانیه متوقف شده و سپس سیکل مذکور تکرار می‌شود. قبل از این که هدف مرجع به اندازه ۵ متر یا ۵۰٪ فاصله هر کدام که کمتر باشد مسافت را طی کند آشکارساز باید حالت هشدار را اعلام نماید.

۷ـ۲ـ۱ـ۵ پایداری

این آزمون را می‌توان در هر بردی با تنظیم برد آشکارساز انجام داد. در طول آزمون کنترل برد نبایستی تغییر کند. هدف مرجع در فاصله‌ای بیش از برد تنظیم شده و در جلوی آن با سرعت تقریبی ۱m/s را به طرف آشکارساز حرکت خواهد کرد. هنگامی که حالت هشدار رخ دهد فاصله از آشکارساز اندازه‌گیری خواهد شد. سپس آشکارساز به مدتی که از هفت روز کمتر نخواهد بود کار کرده و به دنبال آن آزمون فوق تحت همان شرایط آزمون بایستی تکرار گردد. هنگامی که آشکارساز حالت هشدار را اعلام کند فاصله از آشکارساز با فاصله در گستره ۱۰٪ باید تفاوت داشته باشد.

۷ـ۲ـ۲ آزمونهای محیطی

آزمونهای زیر قبل یا بعد از سیکل‌های تعیین شده در استاندارد IEC 60839-2-2 بایستی برای آشکارسازها صورت پذیرد.

- گرمای خشک
- سرما
- نوسان (سینوسی)

آزمونها را می‌توان در هر بردی با تنظیم برد آشکارساز انجام داد و در طول آزمونهای محیطی کنترل برد نبایستی تغییر کند. هدف مرجع در فاصله‌ای بیش از برد تنظیم شده به طور مستقیم و در جلوی آن به طرف آشکارساز با سرعت تقریبی ۱ m/s حرکت می‌کند. هنگامی که حالت هشدار رخ می‌دهد، فاصله از آشکارساز اندازه‌گیری و یادداشت خواهد شد. فاصله از آشکارساز در حالتی که شرایط هشدار پس از هر آزمون محیطی رخ می‌دهد نبایستی بیش از ۱۰٪ با فاصله اولیه تفاوت داشته باشد.

آزمونها را می‌توان شبیه‌سازی کرد مشروط بر آن که بتوان نشان داد روند شبیه‌سازی همان نتایج روش آزمون توصیف شده را به دست خواهد داد. برای آزمونهای افزایش ولتاژ الکتریکی و شارژ استاتیکی و میدانهای الکترومغناطیسی آشکارساز در حداکثر برد مشخص شده تنظیم خواهد شد.

۸ سیستم حفاظتی میکروویو

مشخصات فنی و روشهای آزمون خاص آشکارسازهای میکروویو که در سیستم‌های حفاظتی

ساختمانها مورد استفاده قرار می‌گیرد، در این بخش مطرح و معرفی می‌گردد. هدف از این بخش تعیین مشخصات و الزامات آشکارسازهای میکروویو به نحوی است که سیستم حفاظتی میکروویو به طور رضایت‌بخش عمل نموده و هشدارهای غلط به حداقل برسد. آشکارساز میکروویو در پاسخ به جابجایی فرکانسی سینگنال انعکاسی تشعشع میکروویو از انسان متحرک حالت هشدار را به وجود می‌آورد.

تشعشع میکروویو نوعی تشعشع الکترومغناطیسی است که فرکانس آن بالای فرکانس GHz ۱ قرار دارد. هدف مرجع در سیستم حفاظتی میکروویو، انسانی با وزن kg ۵۰ تا kg ۷۰ و قد cm ۱۶۵ تا cm ۱۸۰ و با لباس سر هم نخی خواهد بود. آشکارساز از یک یا چند سنسور و یک پردازشگر تشکیل یافته‌است. هر سنسور دریک جعبه که می‌تواند شامل پردازشگر نیز باشد قرار خواهد داشت.

۸ـ۱ مشخصات فنی

۸ـ۱ـ۱ کارکردی

۸ـ۱ـ۱ـ۱ فرکانس

فرکانس کار آشکارساز نباید از GHz ۱ کمتر باشد.

۸ـ۱ـ۱ـ۲ محدوده پوشش آشکارسازی

محدوده پوشش آشکارسازی به دست آمده برای هر آشکار ساز که برای برد حداکثر تنظیم شده است بایستی حداقل برابر با مقدار ذکر شده در مشخصات سازنده بوده ولی بیش از ۲۵٪ از آن بزرگتر نباشد.

۸ـ۱ـ۱ـ۳ پردازش سیگنال

در نتیجه حرکت هدف مرجع به طرف آشکارساز و در درون محدوده پوشش آشکارسازی به اندازه ۳ متر یا ۳۰٪ فاصله اولیه هر کدام که کمتر باشد آشکارساز حالت هشدار را ایجاد خواهد کرد. حرکتهای کمتر از ۰/۲ متر سبب اعلام حالت هشدار نخواهد شد.

۸ـ۱ـ۱ـ۴ بازیابی پس از حالت هشدار

پس از شرایط هشدار و پایان یافتن حالتی که سبب ایجاد حالت مذکور شده است، آشکارساز بایستی ظرف مدت ۱۰ ثانیه به حالت عادی غیر هشدار باز گردد.

۸ـ۱ـ۱ـ۵ حرکت تناوبی

آشکارساز باید قادر به آشکارسازی حرکت تناوبی هدف مرجع به طرف آشکارساز با دوره‌های تناوب حرکت در گستره سرعت قابل آشکارسازی نه کمتر از یک ثانیه و دوره‌های تناوب عدم حرکت بیشتر از ۵ ثانیه نباشد. حالت هشدار به ازای فاصله ۵ متر یا ۵۰٪ فاصله اولیه هر کدام که کمتر باشد بایستی رخ دهد.

۸ـ۱ـ۱ـ۶ گستره سرعتهای قابل آشکارسازی

آشکارساز باید قادر به آشکارسازی حرکت هدف مرجع در راستای آشکارساز به ازای هر سرعتی بین ۰/۳ تا ۳ متر بر ثانیه باشد.

۸ـ۱ـ۱ـ۷ پایداری

در مدت هفت روز کاری عادی در محیط ثابت گستره آشکارساز نبایستی بیش از ۱۰٪ تغییر کند.

۸ـ۱ـ۱ـ۸ حفاظت در برابر دستکاری

حفاظت در برابر دستکاری باید در سیستم تعبیه شده و هر گاه جعبه به اندازه‌ای باز شود که دسترسی به کنترل‌ها یا تنظیمات مکانیکی امکان‌پذیر باشد حالت هشدار باید به وجود آید.

۸ـ۱ـ۱ـ۹ حفاظت کابل

اگر سنسور و پردازشگر آن در یک جعبه مشترک استقرار نیافته باشد، کابل اتصال باید بخشی از آشکارساز در نظر گرفته شود. این کابل به طور الکتریکی به نحوی مورد مراقبت و مانیتورینگ قرار خواهد گرفت که اگر قطع اتصال یا اتصال کوتاه در هادیها از دریافت اطلاعات هشدار و یا اعلام هشدار دستکاری توسط پردازشگر جلوگیری نماید پردازشگر در مدت زمان ۱۰ ثانیه خود حالت هشدار را اعلام خواهد کرد.

۸ـ۱ـ۲ نشانگر آزمون حرکت

اگر نشانگر آزمون حرکت در سیستم تعبیه شده باشد محدود کردن نشان دهنده بدون باز کردن آشکارساز بایستی امکان‌پذیر باشد.

۸ـ۱ـ۳ مشخصات اعلام شده از طرف سازنده

علاوه بر اطلاعاتی که در این بخش و نیز در بخش ۵ این فصل درج گردیده است سازنده باید مشخصات زیر را برای هر آشکارساز ارائه دهد.

الف - محدوده پوشش آشکارسازی در صفحات افقی و عمودی به ازای سرعت یک متر بر ثانیه بر اساس آزمون توصیف شده در بند فرعی ۸ ـ ۲ ـ ۱. این محدوده را می‌توان به شکل نمودار قطبی نشان داد.

ب - فرکانس کار و در صورت استفاده، فرکانس و نوع مدولاسیون

پ -گسترهٔ سرعت قابل آشکارسازی، اگر از گستره مورد نیاز که در بند فرعی ۸ ـ ۱ ـ ۱ ـ ۶ مشخص شده است بزرگتر باشد.

۸ـ۱ـ۴ امکانات اضافی

می‌توان وسایلی را در سیستم پیش‌بینی و تعبیه نمود که در شرایط عدم تنظیم سیستم حفاظتی، تشعشع آشکارساز کاهش یابد. بازگشت آشکارساز به شرایط کامل عملیاتی‌اش در صورت درخواست باید در طول یک دقیقه امکان‌پذیر باشد. اگر چنین وسایلی در آشکارساز تعبیه شده باشد بایستی در سیستم حفاظتی یک خروجی که کاهش تشعشع را نشان دهد پیش‌بینی شده باشد. این خروجی می‌تواند به شکل حالت هشدار باشد.

۸ـ۲ روشهای آزمون

آزمونها بایستی در ناحیه‌ای با کف یکپارچه و مستحکم انجام شود به طوری که سازه‌های اطراف بر گستره‌های اندازه گرفته شده بیش از ۵٪ تأثیر نداشته باشد. آشکارساز تحت آزمون باید در ارتفاعی که توسط سازنده توصیف شده بر طبق دستورالعمل سازنده نصب گردد. اگر گستره‌ای از ارتفاعهای نصب داده شده باشد آزمونی باید در موقعیتهای بالاتر و پایین‌تر صورت پذیرد. آزمونها بایستی در شرایط محیطی استاندارد تعیین شده در استاندارد IEC 60068-1 انجام شود.

۸ـ۲ـ۱ آزمونهای کارکردی

۸ـ۲ـ۱ـ۱ محدوده پوشش آشکارسازی

هدف مرجع خارج از برد حداکثر و با سرعت تقریبی ۱ m/s و در جلوی آن به طرف آشکارساز حرکت خواهد کرد. هنگامی که حالت هشدار رخ می‌دهد فاصله از آشکارساز بایستی اندازه‌گیری شود. این

فاصله حداقل برابر مقدار داده شده در مشخصات سازنده بوده ولی بیش از ۲۵٪ از آن بزرگتر نباشد. آزمون حداقل در هفت راستا با فاصله یکنواخت از یکدیگر و در هر دو صفحه افقی و عمودی انجام خواهد شد. با چرخاندن آشکارساز به اندازه ۹۰ درجه روی محور تشعشع آزمونهای صفحه عمودی صورت خواهد پذیرفت.

۸ـ۲ـ۱ـ۲ پاسخ به ازای سرعت ثابت

هدف مرجع از مرز ناحیه پوشش آشکارسازی و با سرعت تقریبی ۱ m/s به طور مستقیم و در جلوی آن به طرف آشکارساز باید حرکت کند. در صورتی که مسافت طی شده کمتر از ۰/۲ m باشد حالت هشدار رخ نخواهد داد ولی در فاصله ۳ متری یا ۳۰٪ فاصله شعاعی هر کدام که کمتر باشد شرایط هشدار اعلام خواهد شد. آزمون سرعت‌های تقریبی ۰/۳ و ۱ و ۳ متر بر ثانیه انجام شده و اگر سازنده گستره سرعت وسیعتری را تعیین کرده باشد این آزمون در بالاترین و پایین‌ترین سرعت نیز صورت خواهد گرفت.

۸ـ۲ـ۱ـ۳ بازیابی پس از حالت هشدار

هدف مرجع از مرز ناحیه آشکارسازی و با سرعت تقریبی ۱ m/s به طور مستقیم و در جلوی آن به طرف آشکارساز بایستی حرکت کند. هنگامی که حالت هشدار رخ می‌دهد فاصله از آشکارساز یادداشت می‌گردد. سپس هدف مرجع به مرز آشکارسازی برگردانده می‌شود. در این مرحله از آزمون شخص یا جسمی به غیر از هدف مرجع که بتواند حالت هشدار را ایجاد کند حرکت کرده و پس از حالت هشدار شخص یا جسم متوقف می‌شود. پس از ۱۰ ثانیه دیگر هدف مرجع با سرعت تقریبی ۱m/s به طرف آشکارساز حرکت کرده و فاصله از آشکارساز که به ازای آن حالت هشدار رخ می‌دهد نبایستی بیش از ۱۰٪ با فاصله به دست آمده در بخش اول این آزمایش تفاوت داشته باشد.

۸ـ۲ـ۱ـ۴ پاسخ به حرکت تناوبی

هدف مرجع از ناحیه پوشش آشکارسازی به طور مستقیم و در جلوی آن به طرف آشکارساز حرکت کرده و در مدت یک ثانیه فاصله یک متر را طی کرده و سپس به مدت ۵ ثانیه متوقف شده و سپس سیکل مذکور تکرار می‌شود. قبل از این که هدف مرجع به اندازه ۵ متر یا ۵۰٪ فاصله هر کدام که کمتر باشد مسافت را طی کند آشکارساز باید حالت هشدار را اعلام نماید.

۸ـ۲ـ۱ـ۵ پایداری

این آزمون را می‌توان در هر بردی با تنظیم برد آشکارساز انجام داد. در طول آزمون کنترل برد نبایستی تغییر کند. هدف مرجع در فاصله‌ای بیش از برد تنظیم شده و در جلوی آن به سرعت تقریبی ۱ m/s به طرف آشکارساز حرکت خواهد کرد. هنگامی که حالت هشدار رخ دهد فاصله از آشکارساز اندازه‌گیری خواهد شد. سپس آشکارساز به مدتی که از هفت روز کمتر نخواهد بود کار کرده و به دنبال آن آزمون فوق تحت همان شرایط آزمون بایستی تکرار گردد. هنگامی که آشکارساز حالت هشدار را اعلام کند فاصله از آشکارساز با فاصله اولیه در گستره ۱۰٪ باید تفاوت داشته باشد.

۸ـ۲ـ۲ آزمونهای محیطی

آزمونهای زیر قبل یا بعد از سیکل‌های تعیین شده در استاندارد IEC 60839 - 2 - 2 بایستی برای آشکارسازها صورت پذیرد.

- گرمای خشک
- سرما
- نوسان (سینوسی)

آزمونها را می‌توان در هر بردی با تنظیم برد آشکارساز انجام داد. در طول آزمونهای محیطی کنترل برد نبایستی تغییر کند. هدف مرجع در فاصله‌ای بیش از برد تنظیم شده به طور مستقیم و در جلوی آن به طرف آشکارساز با سرعت تقریبی ۱ m/s حرکت می‌کند. هنگامی که حالت هشدار رخ می‌دهد فاصله از آشکارساز اندازه‌گیری و یادداشت خواهد شد. فاصله از آشکارساز در حالتی که شرایط هشدار پس از هر آزمون محیطی رخ می‌دهد نبایستی بیش از ۱۰٪ با فاصله اولیه تفاوت داشته باشد.

آزمونها را می‌توان شبیه‌سازی کرد مشروط بر آن که بتوان نشان داد روند شبیه سازی همان نتایج روش آزمون توصیف شده را به دست خواهد داد. برای آزمونهای افزایش ولتاژ الکتریکی و شارژ الکترواستاتیکی و میدانهای الکترومغناطیسی آشکارساز در حداکثر برد مشخص تنظیم خواهد شد.

۹ سیستم حفاظتی پیزوالکتریک

در این بخش مشخصات فنی و روشهای آزمون آشکارسازهای پیزوالکتریک که در سیستم‌های

حفاظتی ساختمانها به کار می‌رود مطرح و معرفی می‌گردد. آشکارسازهای مورد بحث در این بخش به منظور آشکارسازی شکستن نواحی براق شیشه استاندارد یا شیشه جام که روی آن سنسور پیزوالکتریک نصب شده است طراحی می‌شود (مقصود از شکستن نتیجه حاصل از برخورد جسمی با ورقه‌ای از شیشه است که سبب تکه تکه شدن شیشه و باعث ایجاد روزنه‌ای در شیشه گردد.) در این نوع سیستم حفاظتی پوشش آشکارسازی سطحی از ورقه شیشه‌ای است که در آن شکستن شیشه به طرز قابل اطمینانی کشف و آشکار خواهد شد. برد آشکارسازی عبارت است از فاصله درامتداد مفروض از سنسور تا مرز پوشش آشکارسازی.

آشکارساز از یک یا چند سنسور و یک پردازشگر تشکیل شده است. اگر پردازشگر با سنسور در یک جعبه قرار داشته باشد با توجه به اهداف این بخش از آشکارساز نیز تحت عنوان سنسور نام برده خواهد شد.

اگر پردازشگر از سنسور جدا باشد باید با الزامات و ضوابط استاندارد IEC 60839-2-2 هماهنگ باشد. حساسیت آشکارساز محدود است تا از هشدارهای غلط به واسطه ضربه و برخوردهای عادی پرهیز گردد. معذالک آشکارساز همچنان می‌تواند به اعمال عمدی به منظور ایجاد عملیات غلط انعطاف‌پذیر باشد. محدودیت حساسیت بدان معنا است که این نوع آشکارساز برای آشکارسازی انواع حملات به شیشه به غیر از شکستن شیشه از قبیل به کار بردن وسیله برش شیشه نامناسب است. با توجه به ماهیت نامطمئن و متغیر شکسته شدن شیشه، مشخص کردن حدود دقیق عملکرد آشکارسازهای پیزوالکتریک امکان‌پذیر نبوده و در نتیجه روش آزمون آماری به منظور تأیید گستره یا برد آشکارسازی تعیین شده است. ماهیت متغیر سیگنال‌های حاصل از شکستن شیشه به نحوی است که این آزمون باید به عنوان یک آزمون کلی از عملکرد در نظر گرفته شود.

۹ـ۱ مشخصات فنی

۹ـ۱ـ۱ کارکردی

۹ـ۱ـ۱ـ۱ پردازش سیگنال

در اثر شکستگی در شیشه در ناحیه پوشش آشکارسازی که بر طبق روشهای آزمون مندرج در بندهای فرعی ۶ ـ ۳ ـ ۱ و استاندارد IEC 60839-2-7 تعیین می‌گردد، آشکارساز حالت هشدار را ایجاد خواهد کرد. دوباره عمل کردن آشکارسازها باید به نحوی باشد که گستره حساسیت از ۱: ۲ تجاوز ننماید. اگر آشکارساز تحت تأثیر عوامل زیر بدون شکسته شدن شیشه قرار گیرد، حالت هشدار اعلام نخواهد کرد.

- ضربه روی آشکارساز
- ضربه ملایم روی شیشه
- ضربه سخت روی شیشه
- پرتاب سنگریزه به طرف شیشه

۹ـ۱ـ۱ـ۲ آشکارسازی دستکاری

در هر جعبه‌ای که طراحی آن مبتنی بر باز شدن آن است آشکارسازی دستکاری در آن جعبه پیش‌بینی و تعبیه خواهد شد.

۹ـ۱ـ۱ـ۳ حفاظت در برابر دستکاری

اعمال میدانهای مغناطیسی به خارج شیشه نباید سبب ایجاد حالت هشدار به استثنای هشدار دستکاری گردیده و مانع آشکارساز از نظر کار در چارچوب مشخصات نشود.

۹ـ۱ـ۱ـ۴ حفاظت کابل

اگر سنسور و پردازشگر آن در جعبه‌های جداگانه‌ای قرار داشته باشد کابل اتصال بین این دو بایستی بخشی از آشکارساز در نظر گرفته شود. این کابل به طور الکتریکی به نحوی مورد مانیتورینگ قرار خواهد گرفت که اگر قطع اتصال کوتاه در هادیها از دریافت اطلاعات هشدار یا اعلام هشدار دستکاری توسط پردازشگر جلوگیری نماید، پردازشگر در مدت زمان ۱۰ ثانیه خود حالت هشدار را اعلام خواهد کرد.

۹ـ۱ـ۲ محیطی

سنسور باید با الزامات عملیاتی پس از قرار گرفتن تحت آزمونهای محیطی مشخص شده در استاندارد IEC 60839-2-2 ولی با تغییرات زیر مطابقت داشته باشد.

- گرمای خشک: دمای ۷۰ درجه به مدت ۱۶ ساعت
- سرما: دمای ۱۰ـ درجه سانتیگراد به مدت ۱۶ ساعت

اگر سنسور تحت دمای ۱۰ـ درجه سانتیگراد تا ۲۵ـ درجه سانتیگراد قرار گیرد هشدار غلط را اعلام نخواهد کرد. سنسور در حالی که طبق دستورالعملهای سازنده روی شیشه نصب شده است پس از آن که تحت دمای متناوب بین ۱۰ـ درجه سانتیگراد و ۴۰ درجه سانتیگراد در رطوبت بالا قرار گرفت باید الزامات عملیاتی خود را برآورده سازد.

۹ـ۱ـ۳ ساختار

ساختمان سنسور باید از طراحی سخت و نیرومند برخوردار بوده و به نحوی ساخته شود که در صورت سقوط آزاد از ارتفاع ۲۰۰۰ میلیمتر روی کف بتونی صدمه‌ای نبیند. چسپ خاصی باید به‌وسیله سازنده مشخص گردد که برای نصب و چسبیدن سنسور به شیشه با قدرت کافی مناسب بوده و هنگامی که سنسور تحت ضربه، فشار حرارتی، حلال‌های پاک کننده پنجره، آب نمک‌دار و تشعشع ماوراء بنفش قرار می‌گیرد بتواند چسبندگی را حفظ نماید. سازنده باید مدارک مثبته‌ای ارائه دهد که بر اساس آن هر دو ماده چسب و ماده جعبه سنسور برای مدت زمان عملیاتی بیش از ۶۰۰۰۰ ساعت مناسب می‌باشد. اگر ماده چسب به محافظ ماوراء بنفش در خارج از شیشه نیاز داشته باشد این محافظ بایستی در طول آزمونها به کار رفته و بر طبق دستورالعملهای سازنده مورد استفاده قرار گیرد. طراحی جعبه سنسور باید به نحوی باشد که هیچ گونه تله‌های رطوبت بین جعبه سنسور و سطح شیشه هنگام چسباندن سنسور به شیشه بر طبق دستورالعملهای سازنده وجود نداشته باشد.

۹ـ۱ـ۴ مشخصات اعلام شده از طرف سازنده

علاوه بر اطلاعات مورد نیاز مندرج در استاندارد IEC 60839-2-2 سازنده باید اطلاعات زیر را فراهم سازد:

- فهرستی از انواع شیشه‌ها که آشکارساز برای آن مناسب است.
- پوشش آشکارسازی برای هر نوع شیشه فهرست شود.

۹ـ۱ـ۵ ارتقاء

آشکارساز باید مجهز به نشان دهنده حالت هشدار در هر سنسور باشد. هنگامی که نشان دهنده در سنسور فعال شود باید از طرف مخالف سطح شیشه که به آن سنسور چسبانده شده است قابل رویت نباشد.

۹ـ۱ـ۶ دستگاه آزمایش نصب

دستگاهی که بتواند آشکارساز نصب شده را آزمایش کند باید در این نوع سیستم حفاظتی پیش‌بینی و تأمین گردد. این دستگاه تحریکی به سطح شیشه در برد معینی از سنسور اعمال می‌کند. هنگامی که آزمون بر طبق دستورالعملهای سازنده انجام شود حالت هشدار به وجود خواهد آمد.

۹ـ۲ روشهای آزمون

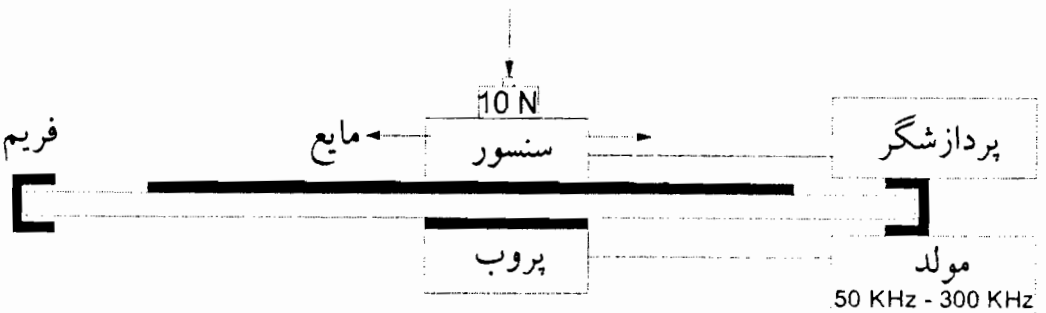
حداقل ده آشکارسازیاده‌سنسور باتعداد ذیربط ازپردازشگرهابایستی‌به‌منظور انجام آزمونها ارائه گردد.

۹ـ۲ـ۱ حساسیت، قابلیت دوباره عمل کردن و رده‌بندی

ده نمونه با استفاده از دستگاه آزمون نشان داده شده در شکل ۵ ـ ۳ مورد آزمون قرار می‌گیرد. سنسور باید با استفاده از یک مایع کوپلینگ مناسب به سطح شیشه از نظر صوتی کوپل شود. این مایع می‌تواند محلول ۳۵٪ مونواتیلن گلیکول در آب که در سراسر مدت آزمونها ثابت و پایدار باقی خواهد ماند باشد. هر سنسور باید به یک پردازشگر متصل بوده و آشکارساز در طول آزمونها در شرایط عملیاتی خواهد بود. اگر پردازشگر دارای تنظیم حساسیت باشد تنظیم مذکور باید در حساسیت حداکثر قرار داشته باشد. سنسور تحت آزمون باید روی سطح شیشه به آرامی حرکت داده شده و در عین حال دامنه سیگنال و نرخ سویپ اعمال شده به پروب آزمون تغییر داده شود تا دامنه سیگنال حداقل که به ازای آن آشکارسازی قابل اطمینان رخ می‌دهد تعیین شود. این مقدار باید یادداشت شود. مقادیر ثبت شده دامنه سیگنال برای ده آشکارساز نبایستی از ضریب ۱: ۲ تغییرات بیشتر داشته باشد. سنسورها به ترتیب صعودی بر حسب حساسیت رده‌بندی شده و شماره ۱ به پایین‌ترین حساسیت اختصاص می‌یابد.

۹ـ۲ـ۲ ماتریس آزمون

سنسورهاشماره‌گذاری‌شده تحت آزمونهای مندرج در جدول ۵ ـ ۱ قرار خواهد گرفت. اگر سنسوری باید تحت بیش از یک آزمون قرار گیرد آزمون به ترتیب نشان داده شده صورت خواهد گرفت. هر یک ازآزمونهای مندرج‌در این‌جدول بایدبراساس ضوابط استاندارد IEC 60839-2-7 صورت پذیرد.



شکل ۵ ـ ۳ دستگاه آزمون برای آزمایش حساسیت، دوباره عمل کردن و رده‌بندی

جدول ۵ ـ ۱ ماتریس آزمون

آزمون	نمونه										گروه
دوباره عمل کردن	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
حساسیت سنسور	پائین									بالا	
شماره سنسور	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	
بردآشکارسازی	×									×	۱
ضربه توپ	×									×	۱
ضربه سنگریزه	×									×	۱
آزمون پایه		×	×	×					×		۲
میدانهای مغناطیسی									×		۲
پایداری		×	×	×					×		۲
شماره سنسور	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	
غوطه‌وری		×	×	×							۲
تناوبهای دما		×	×	×							۲
ضربه چکش		×	×	×							۲
سقوط آزاد								×			۳
تغییرات ولتاژ								×			۳
حفاظت کابل								×			۳
نوسان							×				۳
افزایش ولتاژ الکتریکی						×					۳
دشارژ الکترواستاتیکی					×						۳
میدانهای الکترومغناطیسی								×			۳

۱۰ سیستم حفاظتی تلویزیون مدار بسته

در این بخش اصول طراحی و مشخصات فنی سیستم حفاظتی تلویزیون مدار بسته (CCTV) مورد بررسی قرار گرفته و معرفی می‌گردد. در سیستم‌های حفاظتی، برای تأمین نیازهای دشوار و گسترده حفاظت از افراد، اموال و تجهیزات صنعتی، علاوه بر کاربری سنسورهای نسبتاً ساده، اغلب از سیستم تلویزیون مدار بسته و دوربین‌های مرتبط با آن استفاده می‌شود. به هر صورت اهداف کاربرد سیستم‌های حفاظتی تلویزیون مدار بسته را به چهار زمینه زیر می‌توان تقسیم کرد:

- سیستم مانیتورینک و کنترل حفاظتی ناظر را قادر می‌سازد که شماره، جهت و سرعت حرکت اشخاصی را که برای او شناخته شده هستند تعیین نماید.
- آشکارسازی

به دنبال هشدار امنیتی ناظر می‌تواند پس از جستجو، با دقت و اطمینان بالایی معین کند که آیا انسانی در تصویرهای به نمایش درآمده برای او در مانیتورها قابل رویت است یا نه.

- تشخیص

ناظر می‌تواند با درجه بالایی از اطمینان اظهار دارد که انسان مشاهده شده همان شخصی است که قبلاً او را دیده یا ندیده است.

- شناسایی

کیفیت و جزییات تصویر باید به نحوی باشد که برای تعیین هویت موضوع مورد نظر، توانایی کافی داشته و بر تردیدهای منطقی غلبه نماید.

کاربردها و اجزای سیستم حفاظتی تلویزیون مدار بسته را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:

الف - کاربردها: سیستم هدفی چند منظوره داشته و در نقل و انتقالات، پزشکی، دانشگاهها، مدارس، بانکها و مؤسسات، سرویسهای امنیتی و حفاظتی، مراکز نیروی انتظامی و پلیس، ایستگاههای آتش نشانی و کنترل مرزها و فرودگاه‌ها مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. به ویژه موارد زیر قابل اشاره می‌باشد:

۱ ـ برای مشاهده عملیاتی از راه دور و مکان‌های غیر قابل دسترسی

۲ ـ برای مشاهده عملیاتی در محیط‌های نامساعد که مشاهده مستقیم آن به وسیله اشخاص می‌تواند بسیار خطرناک باشد، نظیر مکان‌های با درجه حرارت بسیار بالا، یا با درجه حرارت بسیار پایین یا با تشعشعات مضر، یا گرد و غبار، یا مواد خطرناک و قابل انفجار و یا در اعمال آب

۳ ـ برای مشاهده عملیاتی که با نورهای غیر مریی روشن می‌شود، نظیر مادون قرمز یا ماوراء بنفش

۴ ـ به منظور اجرای برنامه‌های آموزشی و سمینارهایی با مستمعین بسیار زیاد (سمعی و بصری)

۵ ـ جهت تقویت تصاویر در ارتباط با عکس برداری‌های اشعه X-

۶ ـ به عنوان سنسورهای اپتیک در کار اتوماسیون برای کنترلهای مدار باز و مدار بسته و اندازه‌گیریها، و کارهای دست ساز با ماشین (رباتیک)

ب - اجزای سیستم: به طور کلی اجزای ساختاری چنین سیستم‌های تلویزیونی مدار بسته به شرح زیر دسته‌بندی می‌گردد:

۱ ـ منابع تصویر: دوربین‌های تلویزیونی، رکوردهای تصویری، اسکنرهای فیلم و اسلاید و گیرنده‌های تلویزیونی

۲ ـ تجهیزات تکرار تصاویر: نظیر مونیتورها و پروژکتورهای تصویر بزرگ

۳ ـ تجهیزات کنترل تصاویر: تجهیزات انتقال با کابلهای هم محور و خطوط تلفن، مدولاتورهای فرکانس حامل (مودم) و تجهیزات ارتباط رادیویی و گیرنده‌ها و انتقال دهنده‌های پرتوهای نوری

۴ ـ دستگاه پردازش و توزیع تصویر: تابلوهای توزیع نوع کراس بار و میزهای میکس تصاویر

۵ ـ دستگاه ذخیره‌سازی تصویر: واحد ذخیره تک فریم و ضبط کننده تصاویر

به علاوه تجهیزات جانبی گسترده دیگری که برای توسعه موارد فوق می‌تواند کارایی سیستم را بالا ببرد نظیر سیستم کنترل از راه دور و وسایل عملیاتی آن، واحدهای نوری و سیستم‌های بصری، مجموعه‌های دوربین‌ها و کابلهای ارتباطی کامپیوترها برای آنالیز تصویر و پردازش آن و وسایل سوئیچینگ دستی و اتوماتیک و غیره.

با ترکیب انواع این تجهیزات با وسایل جانبی، این امکان وجود دارد که از ساده‌ترین مجموعه با تنها یک دوربین و یک مونیتور تا پیچیده‌ترین و بزرگترین سیستم‌ها را به وجود آورد.

با توجه به گستردگی و تنوع مشخصات اجزا و وسایل مختلف سیستم حفاظتی تلویزیون مدار بسته سعی شده است در این بخش ابتدا اصول، نکات و معیارهای طراحی یک سیستم حفاظتی CCTV مطرح و مورد مطالعه قرار گرفته و سپس مشخصات فنی عمومی سیستم‌های مذکور اعم از آنالوگ و دیجیتال به همراه فنون، روشها و قطعات و وسایل مدرن امروزی که در این سیستم‌ها به کار می‌رود معرفی و توصیف شود.

۱۰ـ۱ اصول طراحی سیستم

در هنگام ارزیابی طراحی سطح بالای سیستم حفاظتی تلویزیون مدار بسته، نکات اصلی مندرج در این بخش باید در نظر گرفته شده و ملاک عمل قرار گیرد. یکی از اصول کلیدی در این مقوله ابعاد و اندازه منطقه تحت حفاظت و تعداد پرسنل امنیتی موجود برای انجام کار است. به نسبت بزرگتر

شدن منطقه تعداد بیشتری دوربین، کابلکشی و تجهیزات ضبط مورد نیاز است. علاوه بر این چون پرسنل امنیتی از نظر تعداد معمولاً معدود هستند، این امر اهمیت دارد که سیستم دارای برخی ویژگیهایی باشد که تا حد امکان سبب افزایش کارایی نیروی کار گردد. ویژگیهای مذکور شامل کنترل خودکار دوربین و مالتیپلکس کردن، آشکارسازی ویدئویی هشدار حرکت و نمایش ویدئویی چند دوربینی با تفکیک‌پذیری بالا می‌باشد.

۱۰ـ۱ـ۱ نکته‌ای که در ابتدا باید سؤال شود اندازه و وسعت ناحیه و منطقه مورد حفاظت و تعداد پرسنل حفاظت موجود به منظور مانیتورینگ می‌باشد. این عامل در تعیین تعداد دوربین‌ها، نیاز به ویژگیهای انحراف عمودی و افقی[1] و زوم[2] دوربین، تعداد پایگاههای حفاظت دارای نیروی انسانی، و درجه اتوماسیون نقش اساسی دارد.

۱۰ـ۱ـ۲ در طراحی سیستم حفاظتی CCTV به حساس بودن درجه حفاظت منطقه‌ای که باید مانیتور شود و نیز حفاظت تا چه حد به صورت پیوسته باید انجام گردد بایستی توجه شود. این موضوع بر درجه مالتیپلکس کردن دوربین‌ها به صورت یک وسیله ضبط منفرد تأثیر خواهد داشت.

۱۰ـ۱ـ۳ مانیتور کردن ناحیه مورد نظر به صورت محلی یا از دور و یا هر دو نیز بایستی در نظر گرفته شود. چون مانیتورینگ از دور نیازمند قابلیت انتقال ویدئویی است.

۱۰ـ۱ـ۴ یکی از عوامل دیگر که باید مد نظر باشد شرایط محیطی منطقه مورد حفاظت از قبیل داخل ساختمان، خارج ساختمان، و روز یا شب است به طوری که شرایط مذکور بر حساسیت نور دوربین، الزامات روشنایی منطقه و نرخ هشدار غلط سیستم تأثیر گذار است.

۱۰ـ۱ـ۵ تعداد دفعاتی که ویدئو ضبط شده باید بایگانی شده و مدتی که ویدئو بایگانی شده باید نگاهداری شود به نوع ظرفیت و اندازه فیزیکی تجهیزات ضبط و یا بایگانی و الزامات حافظه فیزیکی بایگانی اثر دارد.

۱۰ـ۱ـ۶ باید این سوال مطرح و پاسخ داده شود که چگونه ویدئو ضبط شده مورد استفاده قرار خواهد گرفت؟ (به عنوان مثال برای تحت تعقیب قرار دادن قانونی) موضوع مذکور در تعیین حداقل سطوح قابل قبول کیفیت ویدئویی و تفکیک‌پذیری آن نقش دارد.

۱۰ـ۱ـ۷ انواع فعالیت‌های دیگری که باید به موازات ویدئو مانیتور گردد (مانند صوتی، باز شدن یا بسته شدن

1- Pan and Tilt

2- Zoom

درها) نیز بایستی مورد توجه قرار گیرد چون بر زمان و مکان پیشامد تأثیر داشته و ایجاد ارتباط بین ویدئو با سایر فعالیتهای ضبط شده بایستی امکان‌پذیر باشد.

۱۰ـ۱ـ۸ مکانهای انتخاب شده برای دوربین‌ها باید دارای چنان خصوصیاتی باشد که دوربین را از صدمات یا حملات عمومی محفوظ نگاهداشته و در عین حال به منظور نگاهداری، دسترسی صحیح و مناسبی به آن داشت.

۱۰ـ۱ـ۹ براکت‌ها، پایه‌ها، و نگاهدارنده‌های دوربین باید به نحوی طراحی ساخته و یا انتخاب شود که بتواند وزن و پیچش دوربین و هر وسیله منضم به آن را تحمل نماید.

۱۰ـ۱ـ۱۰ عدسی‌ها بایستی به نحوی انتخاب شود که منطقه تحت حفاظت را پوشش داده و سطح صحیحی از رویت جزئیات مشخص شده را تأمین سازد.

۱۰ـ۱ـ۱۱ عدسی باید با دوربین انتخاب شده سازگاری و هماهنگی داشته باشد.

۱۰ـ۱ـ۱۲ در هنگام انتخاب اندازه صفحه نمایش مانیتورها و تعداد آن بایستی فاصله اپراتور از مانیتور و الزامات عملیاتی و سلامتی را مد نظر داشت.

۱۰ـ۱ـ۱۳ بایستی هر گونه اتلاف سیگنال که به واسطه مسافت انتقال تصاویر از دوربین به سویچ یا سایر تجهیزات پردازش سیگنال یا ضبط و نمایش به وجود می‌آید جبران و ترمیم گردد.

۱۰ـ۱ـ۱۴ در انتخاب مکان دستگاههای کنترل ضبط کننده‌های ویدئو، مانیتورها و غیره بایستی شرایط محیطی و سهولت کاربرد تجهیزات مذکور در نظر گرفته شود.

۱۰ـ۱ـ۱۵ طراحی تجهیزات کنترل بایستی الزامات قابل پیش‌بینی آتی را در نظر گرفته و برای آن تمهیدات مناسبی را اندیشیده باشد.

۱۰ـ۱ـ۱۶ سیستم حفاظت تلویزیون مدار بسته باید به نحو کاملاً آسان و ساده عملیاتی قابل کنترل و قابل مانیتور توسط اپراتور باشد.

۱۰ـ۱ـ۱۷ در طراحی باید توجه و دقت کافی به عمل آمده و از دسترسی سهل و آسان به تمام اجزای سیستم که در طول کاربرد به نگهداری نیاز خواهند داشت اطمینان حاصل شود.

۱۰ـ۱ـ۱۸ طراحی سیستم باید به نحوی باشد که بتوان اطمینان یافت تمام دوربین‌ها و سایر تجهیزات به

سیستم‌های سوئیچینگ، سیگنال و کنترل به طرز صحیحی اتصال یافته است.

۱۰ـ۱ـ۱۹ باید پیش‌بینی‌های لازم در مورد RAM با پشتیبانی باطری و به همراه حافظه دیسک فلاپی اضافی یا تمهیدات معادل به عمل آمده و اطمینان حاصل شود که پس از قطع منبع تغذیه یا هر گونه سوء کارکرد در سیستم، داده‌های کاربرد تجهیزات به سهولت در حافظه ذخیره خواهد شد.

۱۰ـ۱ـ۲۰ به منظور نگهداری یا انجام تعمیرات باید بتوان تمام دستگاهها را به آسانی ایزوله و جابجا کرد بدون آن که اخلال و مزاحمتی برای سایر قسمتها ایجاد شود. کلیه اعمال نگاهداری جاری در حالی که دستگاه در موقعیت و مکان خود قرار دارد باید امکان‌پذیر باشد.

۱۰ـ۱ـ۲۱ در هر مورد که امکان داشته باشد باید اجزای استاندارد شده قابل تعویض به کار رود.

۱۰ـ۱ـ۲۲ طراحی سیستم در هر مورد که امکان داشته باشد باید از تکنیک‌ها و فناوری‌های مناسب مانند VLSI[1] استفاده کند تا تعداد مدول‌های قابل تعویض و زمان تعمیر در محل عیب به حداقل برسد.

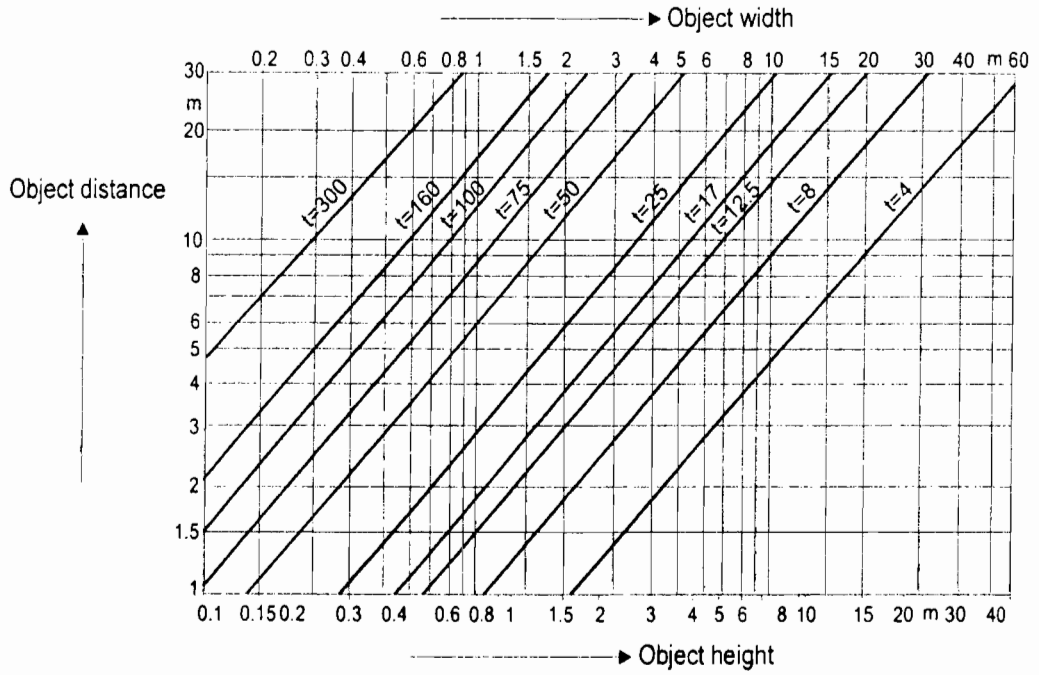
۱۰ـ۱ـ۲۳ در طراحی سیستم برای تجهیزات تکمیلی و حداقل ۳۰ درصد توسعه و گسترش در آینده باید پیش‌بینی‌های لازم به عمل آید.

در پایان این بخش، مثال ساده‌ای در طراحی یک سیستم استاندارد به صورت تعیین وسعت و محدوده‌ای (که به وسیله دوربین باید به خوبی مورد مشاهده قرار گیرد) بر اساس فاصله‌ای معین بین دوربین و شیئی و فاصله کانونی عدسی و با استفاده از منحنی‌های شکل ۵ ـ ۴ الف و ب مطرح و معرفی می‌گردد.

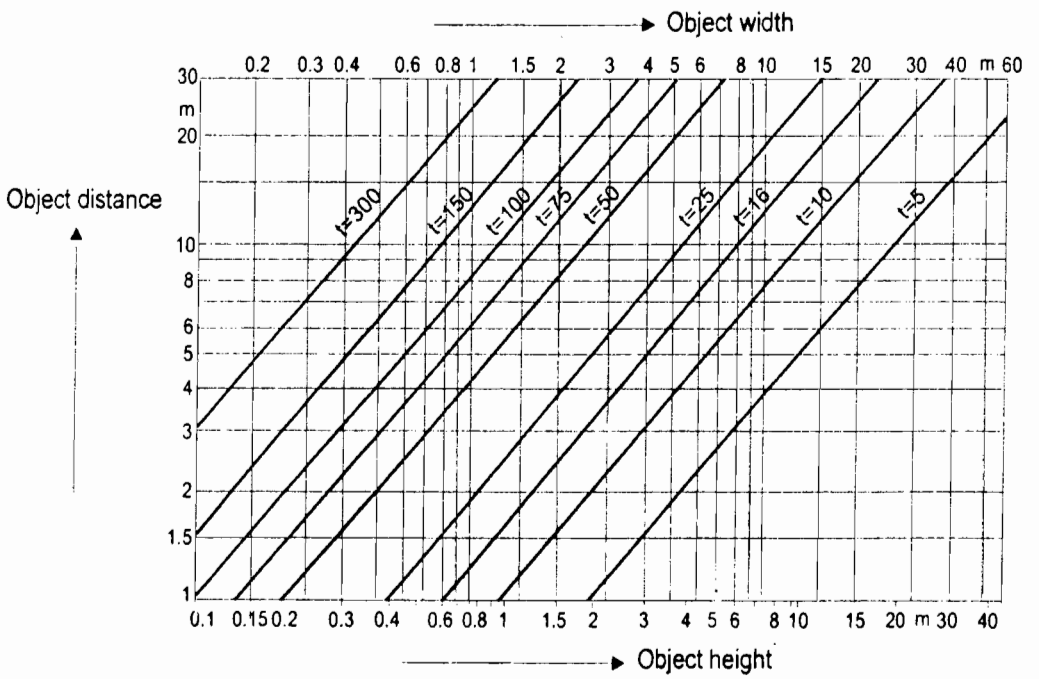
۱۰ـ۲ سیستم حفاظتی تلویزیون مدار بسته آنالوگ

۱۰ـ۲ـ۱ سیستم حفاظتی تلویزیون مدار بسته تجارتی متداول در زمان حاضر به طور وسیعی بر فنآوری سیگنال آنالوگ پایه‌گذاری شده است. به عنوان نمونه نمودار بلوکی چنین سیستمی در شکل ۵ ـ ۵ نشان داده شده است و همان گونه که در آن می‌توان مشاهده کرد مدار مالتیپلکس صوتی یا تصویری، خروجی صوتی یا تصویری آنالوگ را از یکی از چند دوربین انتخاب می‌کند. دوربین‌ها می‌تواند رنگی یا سفید و سیاه باشد. گر چه دوربین سیاه و سفید هنوز بیشتر رایج است. دوربین‌ها می‌تواند دارای قابلیت انحراف عمودی و افقی و زوم قابل کنترل از دور بوده و نیز میکروفون داخلی داشته باشد.

1- Very Large Scale Integration



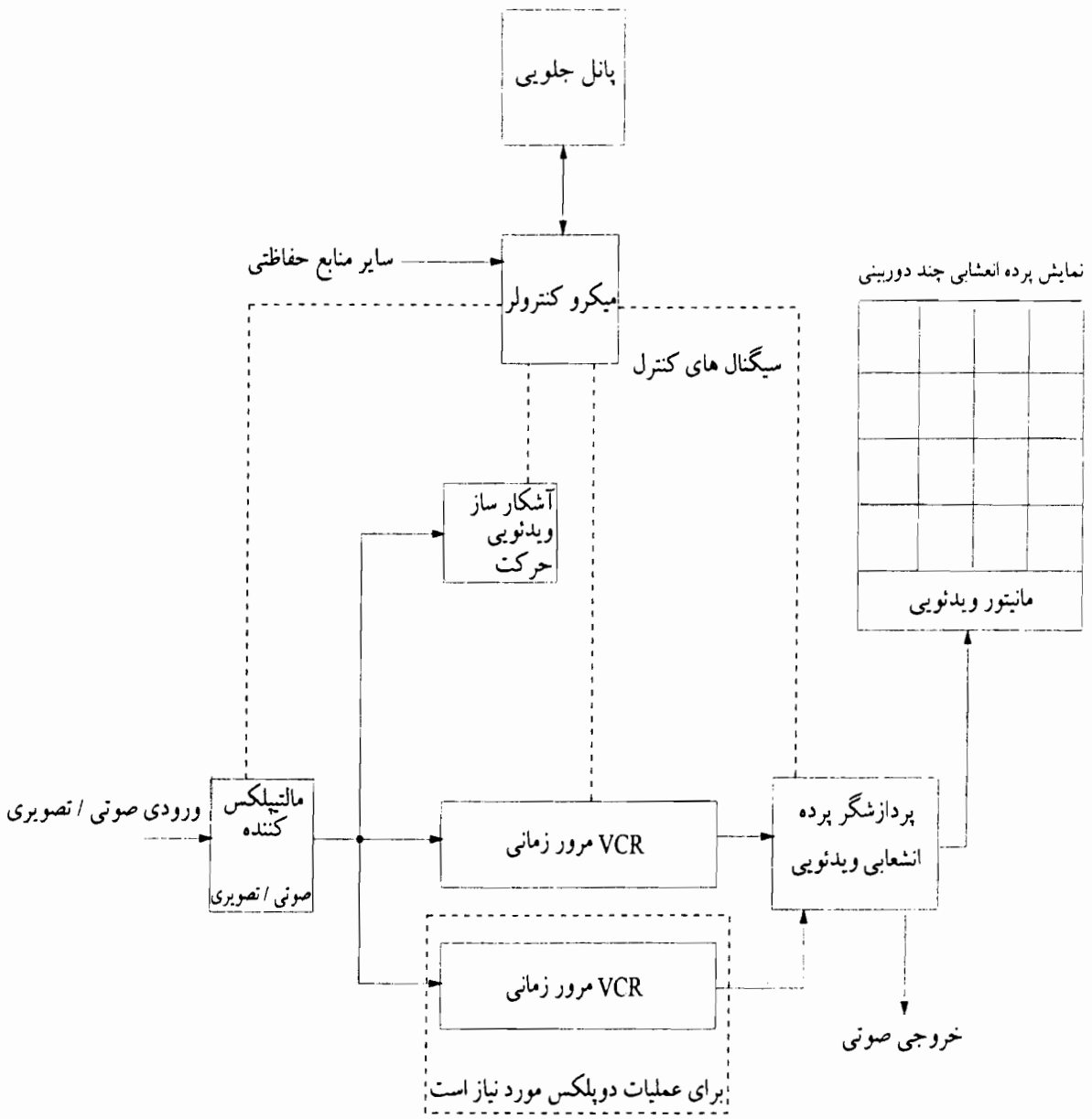
الف - با دوربین $\frac{۲}{۳}$ اینچ



ب - با دوربین یک اینچ

فاصله کانونی لنز (mm)

شکل ۵ ـ ۴ وسعت قابل مشاهده بر اساس فاصله معین بین دوربین و شیئی و فاصله کانونی عدسی



شکل ۵ ـ ۵ نمودار بلوکی سیستم CCTV آنالوگ

۱۰ـ۲ـ۲ مالتیپلکس کننده عنصر کلیدی سیستم است چون به دوربین‌ها امکان مشارکت در سایر اجزای سیستم حفاظتی را داده و بدین علت تحقق سیستم را اقتصادی‌تر می‌سازد. همان طور که در شکل ۵ ـ ۴ رسم شده است خروجی تصویری از مالتیپلکس کننده یک یا چند دستگاه ضبط کاست ویدئویی مرور زمانی[1] را که تصویر ویدئویی را ضبط و پخش محدود می‌کند تغذیه می‌نماید. این ویدئو می‌تواند ضبط یا پخش را بر حسب فریم‌ها، میدان‌ها،[2] یا به صورت پیوسته و از دستگاه نوار ویدئویی آشکارساز ویدئویی حرکت و پردازشگر پرده انشعابی ویدئویی که تصویر را بر روی مانیتور ویدئویی نمایش می‌دهد، انجام دهد. برخی از دستگاههای ضبط کاست ویدئویی مروز زمانی نیز می‌تواند فریم‌های ضبط شده را بر اساس شماره شناسایی دوربین‌هایی که فریم‌ها را گرفته است به صورت دیجیتالی برچسب بزند. همچنین بعضی سیستم‌ها دارای امکان ضبط ویدئو و پخش آن به طور همزمان از طریق دو دستگاه ضبط کاست ویدئویی می‌باشد.

۱۰ـ۲ـ۳ معمولاً یک میکروکنترولر دیجیتالی به طور خودکار مالتیپلکس کننده‌ها را سوئیچ کرده و هر دو پارامتر ترتیب و توالی دوربین‌ها و نیز زمانی که در هر ثانیه مالتیپلکس کننده به هر دوربین اتصال می‌یابد را تعیین می‌نماید. این پارامترها تحت تأثیر ورودی‌ها از هر دو اپراتور سیستم حفاظتی و سایر منابع هشدار (مانند سنسورهای هشدار پنجره و در) موجود در سیستم حفاظتی قرار دارد. همچنین مالتیپلکس کننده‌ها از یک سیستم به سیستم دیگر بر حسب سوئیچ کرن آن از یک دوربین به دوربین دیگر و نیز تعداد فریم‌های ویدئویی که در طول پردازش از دست می‌دهد با یکدیگر تفاوت دارد. از دست دادن چند فریم می‌تواند به طور وخیمی بر کارآمدی سیستم حفاظتی اثرگذار باشد. مالتیپلکس کننده‌های گران قیمت قادر به سوئیچینگ بدون هر گونه از دست دادن فریم می‌باشد ولی این دستگاهها به طور قابل ملاحظه‌ای پیچیده‌تر است. بسیاری از سیستم‌های آنالوگ نیز علاوه بر ویدئو دارای تسهیلات ضبط اودئو بر روی دستگاه VCR مروز زمانی می‌باشد. به هر حال محدودیتهای تحمیل شده در مورد ضبط اودئو توسط قوانین حریم شخصی و خصوصی مانع از به کار بردن آن به سهولت ضبط ویدئویی می‌شود.

۱۰ـ۲ـ۴ سیستم‌های پیچیده‌تر نیز می‌تواند شامل سخت‌افزار خاصی، به منظور آشکارسازی اجسام متحرک در تصویر حاصل از دوربین باشد. چنین هشدارهای حرکت ویدئویی معمولاً سبب می‌گردد که میکروکنترولر دیجیتالی دستگاه مالتیپلکس کننده ویدئویی و VCR مرور زمانی را تحریک کرده و وادار به نمونه برداری فریم با سرعت بسیار بیشتری از سرعت عادی از دوربین‌های هشدار دهنده نماید. اپراتور همچنین از هر دو دوربین هشدار دهنده و ناحیه هشدار دهنده تحت میدان دید

1- Time-lapse 2- Fields

دوربین اطلاع کسب می‌نماید. فن‌آوری به کار گرفته شده به صورت آشکارساز ویدئویی حرکت[1] می‌تواند به شکل آنالوگ یا دیجیتال باشد. تجهیزات VMD آنالوگ از تجهیزات VMD دیجیتالی هزینه کمتری دارد ولی معمولاً می‌تواند فقط حرکت ویدئویی کلی را در یک فریم و تحت شرایط محدود (مانند داخل ساختمان) آشکارسازی نماید. تجهیزات VMD عموماً می‌تواند حساسیت آشکاسازی حرکت را با نواحی مختلف یک فریم تنظیم کرده و تولرانس بیشتری نسبت به شرایطی دارد که در آن شرایط سیستم‌های آنالوگ معمولاً سبب ایجاد هشدار غلط می‌گردد.

۱۰ـ۳ سیستم حفاظتی تلویزیون مدار بسته دیجیتال

۱۰ـ۳ـ۱ در چند سال اخیر تعدادی سیستم حفاظتی تلویزیون مدار بسته دیجیتال به مصرف کنندگان عرضه شده است. چنین سیستم‌هایی معمولاً ویژگیهای اصلی سیستم‌های آنالوگ را دارا بوده ولی همچنین از ویژگیهای جدید و اصلاح شده‌ای که فقط منحصراً با استفاده از فن‌آوری دیجیتالی امکان‌پذیر است برخوردار می‌باشد.

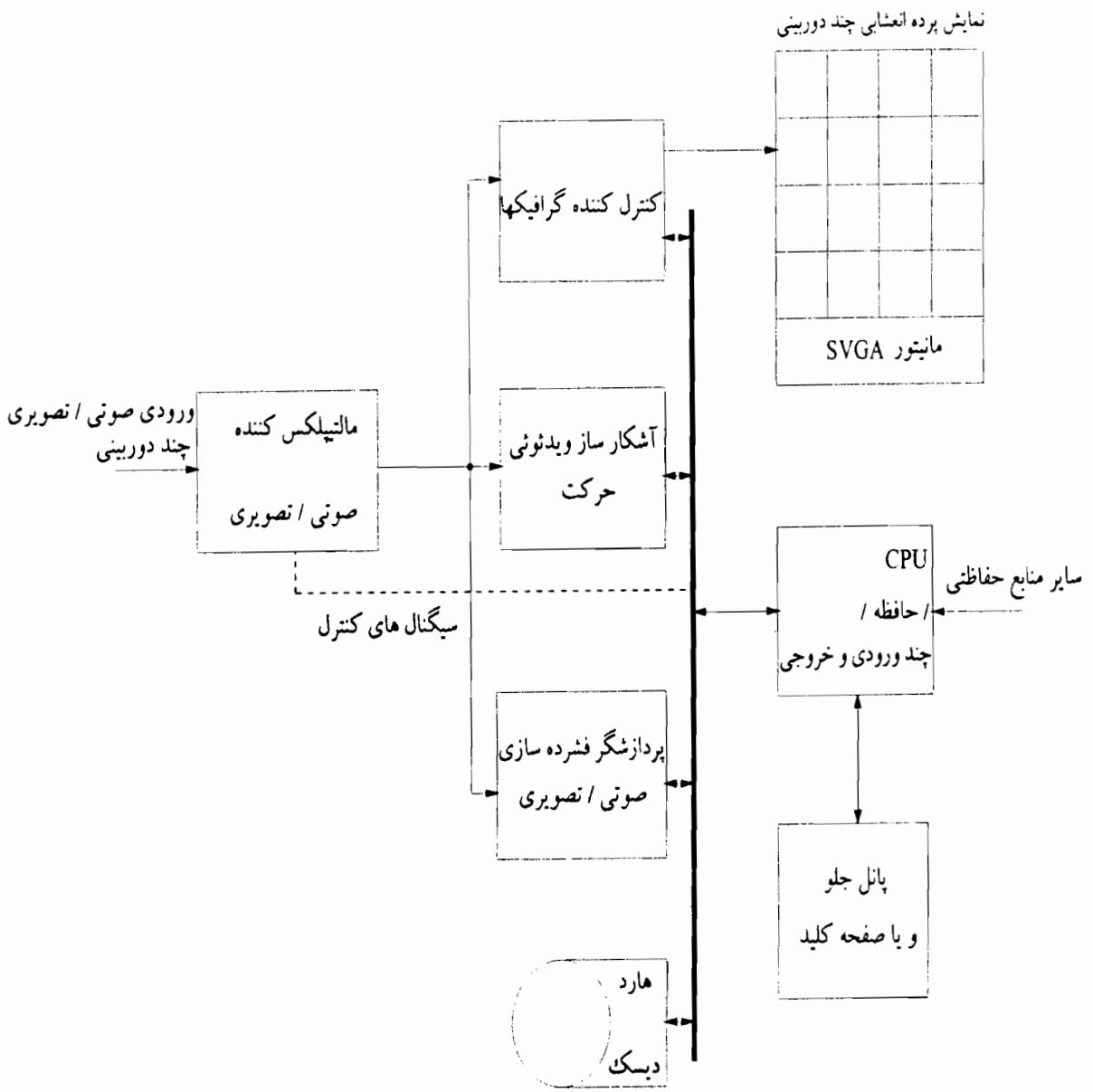
۱۰ـ۳ـ۲ مطابق شکل ۵ ـ۶ سیستم حفاظتی تلویزیون مدار بسته دیجیتالی عموماً از بخشها و زیرمجموعه‌هایی که در صنعت کامپیوترهای شخصی (PC) به کار می‌رود تشکیل یافته است. فن‌آوری مالتیپلکس مورد استفاده در سیستم آنالوگ یکی از مواردی است که در سیستم دیجیتال به کار می‌رود. آشکارسازی ویدئویی حرکت فن‌آوری دیگری از چنین مورد است، اگر چه سیستم‌های دیجیتالی فرصتی را به وجود می‌آورد که این کارکرد به صورت سخت‌افزار دیجیتال قابل برنامه‌ریزی دیگری درآید و در برخی موارد این کارکرد به تنهایی توسط نرم‌افزار صورت می‌پذیرد. میکروکنترولر سیستم‌های آنالوگ عموماً جای خود را در سیستم‌های دیجیتال به میکروپروسسور CPU و سیستم عامل قدرتمندتری که نرم‌افزار کاربرد حفاظت را اجرا می‌نماید می‌دهد. سیستم دیجیتال ممکن است از طریق یک پانل جلو که در اغلب موارد یک صحفه کلید است با اپراتور تعامل نماید. در سیستم دیجیتال نیز کنترل کننده گرافیک قابل برنامه ریزی و مانیتور VGA با تفکیک پذیری بالا که تحت نظر و کنترل CPU سیستم عمل می‌نماید جایگزین مولد نمایش پرده انشعابی و مانیتور ویدئو مرکب سیستم‌های آنالوگ می‌گردد.

۱۰ـ۳ـ۳ در سیستم‌های دیجیتال به جای VCRهای مرور زمانی و کاست‌های ویدئویی سیستم‌های آنالوگ، از سخت‌افزار دیجیتالی قابل برنامه ریزی که سیگنال ویدئویی را دیجیتایز و فشرده کرده و در یک هارد دیسک با ظرفیت بالا ذخیره می‌نماید استفاده می‌شود. دیسک مذکور سپس به صورت یک

1- Video Motion Detector

نوار دیجیتالی و مَحیط نوری بایگانی شده و این امر سبب ضبط هر چه بیشتر تصاویر می‌شود. بهای این گونه فن‌آوری حافظه و ضبط ویدئو دیجیتالی در چند سال اخیر به طرز شدیدی کاهش یافته و بالاخره سیستم‌های حفاظتی CCTV دیجیتالی را از نظر اقتصادی مقرون به صرفه ساخته است.

۴ـ۳ـ۱۰ از آن جا که الزامات حافظه و پهنای باند داده‌ها در سیگنال ویدئو دیجیتال خام بسیار متعدد است ضروری است که از فشردگی ویدئو در سیستم حفاظتی CCTV دیجیتالی استفاده شود. یک فریم با تفکیک‌پذیری کامل (مثلاً ۴۸۰ × ۷۰۴) از سیگنال ویدئو دیجیتالی به ۶۷۶ کیلوبایت نیاز دارد که معادل ۲۰/۳ MB /s در ۳۰ فریم در هر ثانیه است. در این نرخ یک هارد دیسک ۵ Gb در ۵ دقیقه پر می‌شود.



شکل ۵ ـ ۶ نمودار بلوکی سیستم CCTV دیجیتال

۱۰ـ۳ـ۵ معمولاً فشردگی ویدئو در دو مرحله صورت می‌پذیرد مرحله اول که اختیاری است تفکیک پذیری سیگنال ویدئو ورودی دیجیتالی شده را کاهش می‌دهد. در برخی موارد الزامات مصرف کننده اجازه این امر و مرحله را نمی‌دهد، در هر صورت در بسیاری از موارد کاهش از تفکیک پذیری کامل به یک چهارم (برای مثال ۲۴۰ × ۳۵۲ که به SIF معروف است) منطقی و قابل قبول می‌باشد. همچنین تصاویر ویدئو از هر دو مولفه‌های لومینانس و کرومینانس که در آن بایت‌های تصویر به طور یکسان بین آن توزیع شده تشکیل یافته است. در بسیاری از موارد تفکیک پذیری مولفه کرومینانس را می‌توان به اندازه دو برابر کاهش تفکیک پذیری مولفه لومینانس مربوطه کاهش داد بدون آن که اثرات جانبی تصویری قابل توجهی به وجود آید. برای مثال در تصویر با تفکیک پذیری SIF و با نمونه برداری کرومینانس ۰: ۲: ۴ فقط یک سوم بایت‌ها به مؤلفه کرومینانس مربوط می‌شود.

۱۰ـ۳ـ۶ در مرحله دیگر الگوریتم فشردگی به ویدئو دیجیتالی با تفکیک پذیری کاهش یافته اعمال می‌شود. الگوریتم‌های متفاوت بسیاری بدین منظور به کار رفته است که از میان آن می‌توان استانداردهای بین‌المللی مانند JPEG، MPEG، H.261 /263 و سایر الگوریتم‌های جدیدتر مانند ویولت و مشتقات JPEG را نام برد. اگر الگوریتم‌های مذکور را با هم مقایسه کنیم معمولاً کاربران الگوریتم‌های استاندارد شده بیشتر آن را در صنعت به کار گرفته و دراغلب موارد نرم‌افزار ضد فشردگی برای الگوریتم‌هایی مانند MPEG بدون هیچ گونه هزینه یا با هزینه بسیار کم در دسترس انسان می‌باشد.

۱۰ـ۳ـ۷ از نقطه نظر فنی الگوریتم‌های فشردگی را می‌توان اساساً بر مبنای این که الگوریتم در خود فریم (Interaframe) و یا بین فریم‌ها (Interframe) عمل می‌کند، از یکدیگر متمایز کرد. الگوریتم‌های Interaframe مانند JPEG هر فریم دیجیتال را به عنوان یک واحد مستقل فشرده می‌سازد. در حالی که الگوریتم‌های Interframe مانند MPEG و H.261 هر فریم را بر مبنای تفاوتهای آن با سایر فریم‌ها فشرده می‌کند. الگوریتم‌های Interaframe در واقع سبب تولید ویدئو فشرده شده به بالاترین کیفیت می‌شود ولی این ویژگی به بهای اندازه فایل‌های بزرگ و نرخ داده‌های بالا به دست می‌آید. همچنین الگوریتم‌های Interaframe این مزیت را دارد که بر اساس آن می‌توان دسترسی اتفاقی به تک تک فریم‌های فشرده شده داشت. در صورتی که الگوریتم‌های Interaframe معمولاً برای دسترسی به فریم مورد نظر، سایر فریم‌های فشرده شده نیز نیاز دارد. از طرف دیگر الگوریتم‌های Interaframe به طور قابل توجهی به اندازه فایل‌ها و نرخ‌های داده‌ها را کاهش می‌دهد ولی به بهای ویدئو فشرده شده با کیفیت تا حدی نازل‌تر این مزیت حاصل می‌شود.

برای مثال الگوریتم فشردگی JPEG معمولاً دارای نسبت فشردگی بین ۱: ۵ و ۱: ۱۰ است که در فشردگی ۱: ۵ تصویر تقریباً غیر قابل تشخیص و تعیین در مقایسه با تصویر اولیه است در حالی که در فشردگی ۱: ۱۰ تصویر تقریباً در لبه پذیرش و تایید است. به ازای ظرفیت دیسک معین این نسبتهای فشردگی به سبب طولانی‌تر شدن زمان ضبط با ضریب ۵ یا ۱۰ برابر نسبت به زمان سیگنال ویدئو دیجیتال خام می‌گردد. به هر حال برای تصویر ۴۸۰ × ۷۰۴ با تفکیک پذیری کامل حتی نسبت فشردگی ۱: ۱۰ با کیفیت نسبتاً ضعیف هنوز می‌تواند اندازه فایلی در حدود ۶۷/۶ kb در هر فریم و نرخ داده‌ها در حدود ۲ Mb/s را تولید کند که در کمتر از یک ساعت دیسک ۵ Gb را پر می‌کند.

۱۰ـ۳ـ۸ با توجه به این که اغلب دنباله تصاویر ویدئویی واقعی دارای درجه بالایی از همبستگی فریم به فریم می‌باشد، الگوریتم‌های Interframe مانند MPEG، H.216 قابلیت کاهش زیادی در الزامات پهنای باند و ذخیره‌سازی نسبت به الگوریتم‌های Interaframe مانند JPEG را از خود نشان می‌دهد. این موضوع به خصوص در ویدئو حفاظتی که در اغلب موارد ویدئو در اکثر زمانها تغییر نمی‌کند و به خصوص در حالت دوربین‌های ثابت و ساکن صادق است. حتی در مواردی که صفحه ویدئو حفاظتی به طور منظم تغییر می‌کند مثلاً به واسطه حرکت افقی دوربین، الگوریتم Interframe هنوز می‌تواند فشردگی استثنایی با کیفیت خوب را تأمین نماید مشروط بر آن که بتواند به طرز موثری حرکت صفحه را از یک فریم به فریم دیگر تعقیب نماید. این کارکرد ردگیری و تعقیب حرکت که تخمین حرکت نامیده می‌شود، احتمالاً مهمترین عامل موثر و کارآمد بودن الگوریتم‌های فشردگی MPEG، H.261 است ولی کلیه پیاده‌سازی‌های این الگوریتم‌ها به علت الزامات محاسباتی بالای آن از چنین جذابیت و مزیتی برخوردار نمی‌باشد. باید توجه شود که تخمین حرکت با کارکرد آشکارسازی ویدئویی حرکت که در هر دو سیستم حفاظتی آنالوگ و دیجیتال به کار گرفته می‌شود متفاوت و متمایز است اگرچه هر دو دارای تشابهات محاسباتی چندی می‌باشد.

۱۰ـ۳ـ۹ الگوریتم MPEG که شاید از کارکرد قوی‌تری برای تخمین حرکت برخوردار است به منظور تأمین ویدئو فشرده شده با کیفیت VHS و با تفکیک‌پذیری ۰: ۲: ۴ SIF در نرخ داده‌های حدوداً ۱۵۰ kb/s طراحی شده است. این نرخ به طور قابل ملاحضه‌ای از نرخ داده‌های ویدئو فشرده شده JPEG با حداقل کیفیت پایین‌تر است. در حقیقت برخی از تولیدکنندگان کارآمدی فشرده سازی MPEG SIF را در نرخ داده‌های تا ۳۲ kb/s ارائه کرده و ۵ GB هارد دیسک را در طول ۴۰ ساعت تصویر پر و ذخیره نموده‌اند.

۱۰ـ۴ مقایسه سیستم‌های حفاظتی تلویزیون مدار بسته آنالوگ و دیجیتال

صنعت سیستم حفاظتی CCTV به طور آرام دوره گذران به فن‌آوری و دیجیتالی کامل را تجربه می‌کند. بهای کامپیوترهای شخصی و قطعات آن همچنان کاهش یافته و کامپیوترهای شخصی و شبکه‌های کامپیوتری به طور روزافزونی در سراسر طیف تجارتی و صنعتی کاربرد وسیعتر می‌یابد. علاوه بر این اگر چه امور صنعتی و تجاری از نظر وسعت و الزامات امنیت فیزیکی آن رشد می‌یابد ولی صاحبان آن از سرمایه‌گذاری در سیستم‌های حفاظتی پیچیده که منافع انتهای خط آنها کاملاً روشن و معلوم نیست اکراه دارند. بنابراین طبیعی است که چنین صاحبان صنایع و تجارت در نهایت به آن راهکارهای حفاظتی متوسل می‌شوند که به آنها امکان استفاده از زیرساختارهای دیجیتالی موجود به منظور دیدن، ضبط کردن، انتقال و بایگانی تصاویر ویدئویی حفاظتی از یا به هر مکانی در تشکیلات آنها را می‌دهد.

فناوری حفاظت CCTV دیجیتالی علاوه بر مزایای اضافی نسبت به فناوری آنالوگ، راهکار واقعی برای مشکل فوق را نیز ارائه می‌دهد. به خصوص استانداردهای بین‌المللی برای فشرده سازی ویدئویی حرکت مانند MPEG که دارای قابلیت جاری ساختن کارآمد تصاویر ویدئویی بلادرنگ در شبکه‌ها را دارد، نقش مهمی در تکامل و توسعه سیستم‌های حفاظتی و دیجیتالی ایفا خواهد نمود. چنین استانداردهایی از حمایت گسترده صنعت برخوردار بوده و نرم‌افزار ضد فشردگی به طور رایگان و یا به ازای هزینه بسیار کمی در دسترس عموم قرار داشته و اقتصادی بودن هزینه سخت‌افزار فشرده سازی بلادرنگ به طور دائم در حال بهبود و افزایش است.

۱۰ـ۴ـ۱ سیستم‌های حفاظتی آنالوگ

الف: مزایا

- این سیستم‌ها به‌طور کلی‌ارزان بوده‌و بر اساس فناوری نسبتاً قدیمی و رشد یافته ساخته می‌شود. اغلب اجزای این نوع سیستم‌ها از محصولات صوتی و تصویری خانگی و ترکیب آن از قبیل VCR، دوربین‌های ویدئویی، کاست‌های ویدئویی و مانیتورهای ویدئویی تشکیل یافته است.
- این گونه سیستم‌ها را می‌توان به آسانی به کار برده و معمولاً با استفاده از چند دگمه و سوئیچ در پانل جلویی می‌توان آن را به کار انداخت.
- از نظر ساختار و پیکربندی مدولار بوده و اضافه کردن قطعات و اجزا یا جایگزین کردن آن کار ساده‌ای است.

ب: معایب

- مجموعه ویژگیهای این نوع سیستم‌ها نسبتاً ثابت و ساده بوده و ارتقا آن به ویژگیهای جدید

می‌تواند به علت نیاز به ارتقاء جایگزینی یا اضافه کردن قطعات و اجزای سخت‌افزار سیستم، امری مشکل یا پر هزینه باشد.

- تغییر کاست‌های ویدئویی امری وقت گیر و زمان بر بوده و امکان دارد به عدم ضبط برخی از تصاویر منجر شود. همچنین جستجوی کاست‌های ویدئویی ضبط شده قبلی نیز کاری زمان بر بوده و به عملیات دستی بسیاری نیازمند است.
- کاست‌های ویدئویی در طول زمان فرسوده و کهنه می‌شود و نمی‌توان از آن بدون آن که افتی در کیفیت تصویر رخ دهد کپی‌برداری نمود. این کاست‌ها در برابر دستکاری ۱۰۰٪ مقاوم نبوده و ذخیره و نگاهداری کاست‌های ویدئوی به فضای بسیار زیادی نیاز دارد.
- توزیع بلادرنگ ویدئو حفاظتی آنالوگ به مکانهای دور دست امری مشکل و پر هزینه است.
- آشکارسازی ویدئویی حرکت حساس نبوده و تحت شرایط ثابت و یا داخل ساختمان عمل می‌کند.

۱۰ـ۴ـ۲ سیستم‌های حفاظتی دیجیتال

الف: مزایا

- تصاویر ضبط شده دیجیتالی را می‌توان دوباره پخش کرده و مکرراً تکثیر نمود بدون آن که کیفیت آن دچار تخریب و تنزل شود.
- به ویدئو ضبط شده می‌توان به طور تصادفی دسترسی داشته و می‌توان داده‌های اختیاری را به همراه ویدئو و ضبط و پخش نمود.
- ویدئو دیجیتال فشرده شده را می‌توان ذخیره نمود و یا توسط محیطهای انتقال متعددی انتقال داد و به تبع آن حفاظت از دور و بایگانی نمودن اتوماتیک را تحقق بخشید.
- در ضبط دیجیتالی می‌توان از رمز نگاری داده‌ها استفاده کرده و در برابر خطرات دستکاری از اطلاعات مورد نظر حفاظت نمود.
- کیفیت ضبط‌های ویدئویی را می‌توان با الزامات ذخیره سازی و انتقال داده‌ها مبادله نمود.
- ویژگیهای اتوماسیون سیستم انعطاف‌پذیر بوده و به آسانی می‌توان آن را با نیازهای پرسنل امنیتی انطباق داد.
- به سهولت می‌توان ویژگیهای سیستم را تغییر داده و از طریق ارتقاء نرم‌افزاری ساده آن را به روز کرد.

ب: معایب

- در کوتاه مدت، سیستم دیجیتالی در بدو امر می‌تواند پر هزینه‌تر از یک سیستم آنالوگ اساسی باشد.

واژه‌نامه انگلیسی - فارسی

Alarm	هشدار
Algorithm	الگوریتم
Compression	فشرده سازی
Central Processing Unit (CPU)	واحد پردازش مرکزی
Detector	آشکارساز
Digitize	رقمی کردن - دیجیتالی کردن
Duplex	ارسال و دریافت - دوپلکس
Environmental Tests	آزمونهای محیطی
Fields	میدانها
Functional	کارکردی
Interface	واسط
Interframe	بین فریم‌ها
Intraframe	داخل فریم‌ها
Joint Photographic Expert Group (JPEG)	گروه جامع متخصص عکس برداری
Moving Picture Expert Group (MPEG)	گروه متخصص تصویر متحرک
Pan and Tilt	انحراف عمودی و افقی
Performance	عملکرد
Processor	پردازشگر
Random Access Memory (RAM)	حافظه با دسترسی تصادفی
Resolution	تفکیک پذیری
Standby	پشتیبان
Surveillance System	سیستم حفاظتی
Tamper	دستکاری
Time Lapse	مرور زمانی
Very Large Scale Integration (VLSI)	مجتمع با مقیاس بسیار بزرگ
Vibration	نوسان
Video Motion Detector (VMD)	آشکارساز ویدئوئی حرکت

فهرست منابع و استانداردها

[1] IEC60839-1-1; 1988, Alarms systems, Part 1: General requirements, Section one - General.

[2] IEC 60839-1-2 ;1987, Alarm systems, Part 1: General requirements, Section two - Power units, test methods and performance criteria

[3] IEC60839-1-3; 1987, Alarm systems, Part 1: General requirements, Section three - Enviromental testing.

[4] IEC 60839-1-4; 1989, Alarm systems, Part1: General requirements, Section four - Code of practice.

[5] IEC 60839-2-2; 1987, Alarm systems, Part 2: Requirements for intruder alarm systems, Section two - Requirements for detectors - General.

[6] IEC 60839-2-3; 1987, Alarm systems, Part 2: Requirements for intruder alarm systems - Section three - Requirements for infrared - beam interruption detectors in buildings.

[7] IEC 60839-2-4; 1990, Alarm systems, Part 2: Requirements for intruder alarm systems - Section 4 - Ultrasonic Doppler detectors for use in buildings.

[8] IEC 60839-2-5; 1990, Alarm systems, Part 2: Requirements for intruder alarm systems - Section 5 - Microwave Doppler detectors for use in buildings.

[9] IEC 60839-2-6; 1990, Alarm systems, Part 2: Requirements for intruder alarm systems - Section 6 - Passive infra-red detectors for use in buildings.

[10] IEC 60839-2-7; 1994, Alarm systems, Part 2: Requirement for intruder alarm system. Section 7: Passive glass-break detectors for use in buildings.

[11] BS 7042; 1988, Specification for high security intruder alarm systems in buildings.

[12] BS EN50136-1-1; 1998, Alarm systems, alarm transmission systems and equipment, General requirements for alarm tranmission systems.

[13] BS EN50131-1; 1997, Alarm systems, Intrusian systems. General requirements.

[14] BS EN50132-2-1; 1998, Alarm systems, CCTV surveillance systems for use in security applications.

[15] BS 7958; 1999, Closed - circuit Television (CCTV). Management and operation. Code of practice.

[16] BS 7799; 2002, Information security management, specification with guidance for use

فصل ششم

سیستم ساعت مرکزی و تنظیم وقت

۱ کلیات و تعاریف

۱ـ۱ سیستم ساعت مرکزی

سیستم ساعت مرکزی به عنوان یک منبع مرکزی بسیار دقیق و درست زمان سنجی و رمز وقت برای طیف گسترده دستگاههای زمان پایه از ساعت تا کامپیوتر مطرح است. امروزه امکانات موجود در زمینه دستگاههای مرجع مستقل یا ماهواره‌ای همزمان قابلیت اطمینان و اتکا به این گونه سیستم‌ها را در هر نقطه از جهان میسر و امکان‌پذیر نموده است.

۱ـ۲ همزمانی با سیستم‌های زمان سنجی مرجع ماهواره‌ای

سیستم‌های مادر ساعت مجهز به قابلیت استفاده از ماهواره ممکن است در صورت امکان با یکی از مراجع زمان سنجی اتمی همچون GPS و شبکه جهانی NAVSTAR که زمان بسیار دقیق UTC را ارائه می‌نماید همزمان باشد.

۱ـ۳ سیستم جی - پی - اس (GPS)

سیستم جی - پی - اس که حروف اختصاری عبارت "Global Positioning System" (سیستم جهانی تعیین موقعیت) می‌باشد، یک سیستم هدایت رادیویی است مشتمل بر ۲۴ ماهواره که هر یک مجهز به یک ساعت اتمی، یک کامپیوتر و یک فرستنده است. ماهواره‌ها در فواصلی از یکدیگر به گونه‌ای استقرار یافته که در هر نقطه از جهان در هر زمان چهار ماهواره در بالای افق قرار می‌گیرد و با استفاده از آن ممکن است موقعیت محلی و زمان دقیق را در تمامی اوقات شبانه روز و در کلیه شرایط جوی تعیین نمود.

۱ـ۴ وقت هماهنگ جهانی (UTC)

استاندارد وقت‌بین‌المللی‌است‌که‌شامل‌حروف‌اختصاری عبارت "Universal Time Coordinated" می‌باشد و از سال ۱۹۷۲ در اتحادیه بین‌المللی مخابرات از دور (ITU) به تصویب رسیده است. یو - تی - سی (UTC) عبارت از وقت محلی در نصف النهار مرجع در شهر گرینویچ در انگلستان می‌باشد که وقت محلی در هر نقطه از جهان با احتساب اختلاف ساعت با آن تعیین می‌شود.

۱ـ۵ مادر ساعت

منبع الکتریکی یا الکترونیکی مولد سیگنالهای زمانی استاندارد برای کنترل همزمان و تنظیم ساعتهای فرعی و دیگر دستگاههای قابل فرمان از آن.

۱ـ۶ ساعت فرعی

ساعتی که به وسیله سیگنالهای مادر ساعت یا دستگاه مولد سیگنال کنترل و تنظیم می‌شود.

۱ـ۷ ساعت داخلی

یک منبع سنجش زمان مرجع در داخل دستگاهها، تجهیزات و سیستمها

۱ـ۸ دستگاه برنامه ریز[1]

دستگاهی است که به وسیله ضربه‌های الکتریکی یا سیگنالهای زمانی مادر ساعت کار می‌کند و بر طبق یک برنامه از پیش تعیین شده دستگاههای مرتبط با آن را کنترل می‌کند.

۱ـ۹ خط برونداد ضربه الکتریکی یک طرفه[2]

خط برونداد ضربه الکتریکی یک طرفه خطی است که ساعتهای فرعی عقربه‌دار عادی را تغذیه و کنترل می‌کند و ضربه‌های الکتریکی مادر ساعت یا دستگاه مولد ضربه الکتریکی را به ساعتهای فرعی مزبور منتقل می‌نماید.

1- Program Controller

2- One - way Impulse Output

۱ـ۱۰ خط برونداد دیجیتال یک طرفه[1]

خط برونداد دیجیتال یک طرفه خطی است که ساعتهای فرعی خود تنظیم عادی را کنترل می‌نماید و سیگنالهای زمانی دقیق مادر ساعت را برای ایجاد همزمانی از راه میانجی استاندارد[2] به ساعتهای فرعی و دیگر دستگاههای موجود در سیستم منتقل می‌کند.

۱ـ۱۱ خط برونداد دیجیتال دوطرفه[3]

خط برونداد دیجیتال دوطرفه خطی است که ساعتهای فرعی خود تنظیم با بازخورد[4] را کنترل می‌کند و سیگنالهای زمانی دقیق مادر ساعت را از راه میانجی ردیفی استاندارد به ساعتهای فرعی و دیگر دستگاههای موجود در سیستم منتقل نموده و اطلاعات مربوط به شرایط کار هر ساعت فرعی و دیگر دستگاهها را به مادر ساعت برمی‌گرداند.

۱ـ۱۲ رمز وقت[5]

سری ضربه‌های الکتریکی که نمایانگر اعداد می‌باشد. موقعیت هر عدد معرف معنی آن است که می‌تواند حاکی از تاریخ (سال، ماه و روز) یا وقت (ساعت، دقیقه، ثانیه) باشد. رمز وقت معمولاً به شکل فرمتهای مختلف ردیفی است که برای انتقال اطلاعات مربوط به وقت یا تاریخ از یک نقطه به نقطه دیگر به کار می‌رود و دارای سرعتهای مختلفی است. برخی انواع آن به شرح زیر است:

الف – رمز وقت ASCII[6] (مورد استفاده در کامپیوتر)

ب – رمز موقت SMPTE/EBU[7] (مورد استفاده در صنایع صوتی و تصویری)

پ – رمز موقت IRIG[8] (مورد استفاده در صنعت موشک سازی و امور دولتی، ارتشی و تجاری)

۱ـ۱۳ مولد رمز وقت[9]

مولد سلسله پالس‌های الکتریکی کنترل شده به وسیله کریستال که با پهنا و فواصل معین برای تعیین وقت دقیق و روزهای سال در دورسنجی و دیگر سیستمهای اکتساب اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1- One - way Digital Output
2- Standard Interface
3- Double - way Digital Output
4- Feedback
5- Time Code
6- American Standards Code Information Interchange
7- Society of Motion Picutre and Television Engineers/European Broadcasting Union
8- Inter - Range Instrumenation Group
9- Time - Code Generator

۱ـ۱۴ فرمت‌های اطلاعات ردیفی

یک استاندارد الکتریکی و مکانیکی برای انتقال ردیفی اطلاعات دیجیتال بین سیستمهای دیجیتالی مانند کامپیوتر، چاپگر، یا تجهیزات مخابراتی مانند (RS232 و RS422)

۱ـ۱۵ مهر تاریخ و وقت[1]

رکوردی که اسناد و مدارک را به صورت ریاضی به تاریخ و زمان مرتبط می‌کند.

۱ـ۱۶ سیستم هشدار کنتاکتهای خشک

مجموعه کنتاکتهای رله بدون جریان که بر اثر وقوع شرایط هشدار باز یا بسته می‌شود.

۲ استاندارد ساخت

سیستمهای ساعت مرکزی و اجزای مورد استفاده در آن باید حسب مورد برابر ضوابط و مشخصات مندرج در استانداردهای زیر یا یکی از استانداردهای مشابه معتبر بین‌المللی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد:

۲ـ۱	لوازم و دستگاههای نمایش و ثبت وقت شامل مادر ساعت، ساعتهای فرعی و تایمرها و مانند آن	UL 863
۲ـ۲	ایمنی تجهیزات فناوری اطلاعات	EN 60950
۲ـ۳	استاندارد تشعشع کلی: محیطهای مسکونی، تجاری و صنعتی سبک	EN 50081-1
۲ـ۴	استاندارد مصونیت کلی: محیطهای مسکونی، تجاری و صنعتی سبک	EN 50082-1
۲ـ۵	آزمون تضعیف موج نوسانی	IEC 255-45
۲ـ۶	سازگاری الکترومغناطیسی – روشهای آزمون و اندازه‌گیری:	
	الف – آزمون مصونیت تخلیه الکترواستاتیک	IEC 61000-4-2
	ب – آزمون مصونیت میدان مغناطیسی، تابشی و فرکانس رادیویی	IEC 61000-4-3

1- Time Stamp

پ – آزمون مصونیت انفجاری و ناپایداری الکتریکی گذرا	IEC 61000-4-4
ت – آزمون مصونیت موج انرژی بالا	IEC 61000-4-5
ث – آزمون مصونیت اختلالات فرکانسهای رادیویی	IEC 61000-4-6
ج – آزمون مصونیت میدان مغناطیسی فرکانس قدرت	IEC 61000-4-8

۲ـ۷ برای استانداردها منبع تغذیه و سیستم برق بدون وقفه UPS به فصل هشتم رجوع شود.

۳ مشخصات فنی و انتخاب سیستمهای ساعت مرکزی و دستگاههای قابل فرمان از آن

۳ـ۱ سیستم ساعت مرکزی

۳ـ۱ـ۱ مادر ساعت باید از نوع الکترونیکی کوارتز (کریستالی) و میکروپروسسور پایه رومیزی یا دیواری، قابل کار با برق ۲۲۰ ولت متناوب و ۵۰ هرتز بوده و مجهز به دستگاه شارژ خودکار با باتری نیکل کادمیم ۱۲ یا ۲۴ ولت و با ظرفیت حداقل ۲۴ ساعت کار در صورت قطع جریان برق اصلی باشد.منبع تغذیه داخلی ساعت همچنین باید دارای یک تثبیت کننده ولتاژ[1] برای جلوگیری از اثرات ناشی از نوسان ولتاژ تغذیه باشد.

۳ـ۱ـ۲ دستگاه مورد نظر باید بر حسب مورد استفاده بتواند به عنوان مرکز تأمین و مرجع زمان بسیار دقیق رمز وقت و تاریخ برای ساعتهای فرعی و دیگر دستگاههای موجود در سیستم مانند دستگاههای حضور و غیاب، دستگاه برنامه‌ریز، و غیره عمل نماید.

۳ـ۱ـ۳ در مواردی که استفاده از سیستم به منظور همزمانی در ساختمانهای عادی و عمومی به صورت صرفاً مستقل مطرح است مادر ساعت ممکن است با حداقل دقت یک دقیقه در سال و با پالس‌های نیم یا یک دقیقه‌ای انتخاب شود.

۳ـ۱ـ۴ مادر ساعت مورد نیاز برای هر پروژه باید به گونه‌ای انتخاب شود که دارای قابلیت اتصال به تعداد ساعتهای فرعی آنالوگ یا دیجیتال مورد نیاز و همچنین دیگر دستگاههای پیش‌بینی شده در طرح باشد.

1- Stabilizer

۳ـ۱ـ۵ مادر ساعت همچنین باید بر حسب مورد استفاده دارای قابلیت برنامه‌ریزی برای نیازهای مختلف طرح مورد نظر باشد به گونه‌ای که بتوان مدارهای مختلفی را در روزهای مختلف سال، ماه یا هفته و زمانهای مختلف روز برای استفاده‌های گوناگون فعال نمود.

۳ـ۱ـ۶ به منظور جلوگیری از تغییرات غیر مجاز در سیستم برنامه‌ریزی نرم‌افزار مادر ساعت در زمان بهره‌برداری، مادر ساعت باید مجهز به قفل رمزدار الکترونیکی باشد.

۳ـ۱ـ۷ امکانات کنترل از دور

مادر ساعت باید در موارد لازم، مجهز به امکانات مورد نیاز مانند واسطه‌های ردیفی استاندارد و خط برونداد دیجیتال برای تغذیه و کنترل ساعتهای فرعی از دور باشد (حداقل فاصله باید بر حسب پروژه تعیین شود)

۳ـ۱ـ۸ کنترل ساعتهای فرعی به صورت زمان واقعی[1]

مادر ساعت مرکزی باید رمز موقت استاندارد برای کار ساعتهای فرعی تولید و وضعیت کار هر یک از آن را به صورت زمان واقعی کنترل نماید. همچنین صفحه نمایش مادر ساعت باید قابلیت نمایش تاریخ و ساعت هر یک از ساعتهای فرعی یا دستگاههای متصل به آن را نیز دارا بوده و در صورت لزوم آن را اصلاح نماید.

۳ـ۱ـ۹ هشدار هنگام بروز اشکال یا از کار افتادن سیستم

در موارد بروز اشکال در سیستم یا خرابی ساعتهای فرعی، چراغ روی پانل مادر ساعت مرکزی باید شروع به چشمک زدن نموده و آژیر دستگاه به صدا درآید.

۳ـ۱ـ۱۰ همزمانی کامپیوترها و دیگر دستگاهها

در مواردی که همزمانی کامپیوترها و دیگر دستگاهها مورد نیاز باشد سیستم مادر ساعت باید مجهز به امکانات لازم همچون واسطه‌های زمانی ردیفی[2] برای اتصال دستگاهها با استفاده از برونداد ردیفی[3] باشد.

1- Real-time monitoring
2- serial time interface
3- Serial Output

۳ـ۱ـ۱۱ استفاده از ساعتهای فرعی آنالوگ و دیجیتال

در مواردی که استفاده از هر دو نوع ساعتهای آنالوگ و دیجیتال (یک طرفه و دوطرفه) مورد نظر باشد، مادر ساعت مرکزی باید مجهز به مدارهای لازم برای تغذیه و کنترل خط برونداد ضربه الکتریکی یک طرفه برای ساعتهای آنالوگ و همچنین خط برونداد دیجیتال یک طرفه برای ساعتهای فرعی خود تنظیم دیجیتال و نیز خط برونداد دیجیتال دوطرفه برای ساعتهای فرعی خود تنظیم با بازخورد باشد.

۳ـ۱ـ۱۲ مراکز مخابراتی یا ویژه

در مواردی که سیستم مادر ساعت در مراکز مخابراتی یا ویژه مانند ایستگاههای فرستنده رادیو و تلویزیون و فرودگاهها و مانند آن به کار می‌رود سیستم انتخابی بر حسب مورد ممکن است دارای قابلیت برنامه‌ریزی برای زمانهای منطقه‌ای مختلف جهانی[1] و استفاده از سیستم‌های ماهواره‌ای همزمان مانند GPS و دیگر زمانهای استاندارد اتمی هماهنگ با یو تو سی (UTC) بوده و نوسان‌ساز داخلی سیستم (ساعت داخلی) را با فاصله زمانی حدود پنج میلی ثانیه به آن قفل نماید. میزان دقت نوسان ساز داخلی در این نوع سیستمها در حالت آزاد بهتر از ۹۹/۹۹۹۹ درصد می‌باشد. همچنین با توجه به اهمیت زمان سنجی در این نوع پروژه‌ها و به منظور افزایش اطمینان به صحت و دقت آن، سیستم مادر ساعت ممکن است به صورت دوبل همراه با دستگاه مبدل خودکار هوشمند[2] انتخاب شود. در این روش تاریخ و زمان با استفاده از دو مادر ساعت به دستگاه مبدل خودکار انتقال می‌یابد و دستگاه مزبور سیگنالهای دریافتی را با مرجع درونی خود مقایسه و داده‌های تأیید شده از آن خارج می‌شود.

۳ـ۱ـ۱۳ کنترل خودکار روشنایی و کلید تایمر قابل برنامه ریزی

سیستم مادر ساعت باید مجهز به کلید خودکار قابل زمانبندی برای کنترل روشنایی ساعتهای فرعی و دیگر دستگاههای متصل به آن باشد.

۳ـ۱ـ۱۴ قابلیت و شرایط حرارت محیطی

سیستم انتخابی باید در صورت لزوم دارای قابلیت توسعه بوده و برای حرارت محیط مورد نظر مناسب باشد.

1- Time Zones

2- Intelligent Autochanger

۳ـ۱ـ۱۵ در مواردی که ساعت در خارج از ساختمان نصب می‌شود، دستگاه باید برای کاربرد مورد نظر ساخته شده و با توجه به حداقل حرارت محیط در زمستان و حداکثر آن در تابستان دارای کارآیی مطلوب باشد.

۳ـ۱ـ۱۶ تنظیم ساعتهای فرعی

مادر ساعت انتخابی باید در صورت قطع جریان برق با استفاده از باتری، وقت صحیح را نگهداری و پس از برقراری مجدد جریان برق عادی به طور خودکار تمامی ساعتهای فرعی را اصلاح و تنظیم نماید.

۳ـ۱ـ۱۷ قابلیت تنظیم ساعت در هنگام تغییرات فصلی

مادر ساعت باید به طور خودکار و همچنین به صورت دستی دارای قابلیت برنامه‌ریزی برای تغییرات فصلی ساعت بوده و در زمانهای از پیش تعیین شده بتوان آن را تنظیم نمود.

۳ـ۱ـ۱۸ مادر ساعت باید مجهز به امکانات لازم برای نشان دادن پایان انجام اصلاحات و تنظیم ساعتهای فرعی پس از برقراری مجدد برق عادی و نیز انجام تغییرات فصلی باشد.

۳ـ۱ـ۱۹ مادر ساعت باید در صورت نیاز و حسب مورد بتواند ضربه‌های دو قطبی لازم را برای فرمان به ساعتهای ضربه‌ای دارای ثانیه شمار، یا نیم دقیقه‌ای و یا یک دقیقه‌ای ایجاد نماید.

۳ـ۱ـ۲۰ در مواردی که ساختمان یا مجموعه مجهز به سیستم مدیریت ساختمان (BMS) باشد، سیستم مادر ساعت باید به گونه‌ای انتخاب شود که قابلیت اتصال به سیستم یاد شده را داشته باشد.

۳ـ۱ـ۲۱ دستگاههای مادر ساعت کامپیوتری باید مجهز به نرم‌افزار لازم برای برنامه‌ریزی به صورت روزانه، هفتگی و موردی باشد.

۳ـ۱ـ۲۲ فرمت‌های داده‌های ردیفی

در مواردی که استفاده از فرمت‌های ردیفی مورد نیاز باشد، سیستم انتخابی باید مجهز به واسطه‌های ردیفی لازم باشد. در این گونه موارد زمان و دیگر داده‌ها، باید با نرخها و فرمتهای متفاوت متناسب با انواع تجهیزات مورد نظر قابل برنامه‌ریزی باشد. واسطه‌های یاد شده ممکن است برای ارائه وقت صحیح مرجع به یک کامپیوتر یا دستگاه دیگری که بتواند داده‌های ردیفی دریافت نماید به کار رود.

۳ـ۱ـ۲۳ انتخاب سیستم مادر ساعت باید با توجه به امکانات لازم از نظر تعمیر و نگهداری سیستم و تضمین خدمات پشتیبانی انجام شود.

۳ـ۱ـ۲۴ به منظور حصول اطمینان از سازگاری دستگاهها با یکدیگر و تفویض مسئولیت تعمیر و نگهداری به یک واحد تنها، کلیه اجزای سیستم ساعت مرکزی باید حتی المقدر از یک سازنده واحد شناخته شده و معتبر تهیه شود.

۳ـ۲ دستگاههای قابل فرمان از مادر ساعت

۳ـ۲ـ۱ دستگاهها و تجهیزات قابل فرمان از مادر ساعت به ویژه دستگاههای عمومی و رسمی مجهز به مهر تاریخ و زمان مانند کامپیوترهای میزبان، آدرس یاب‌ها (ALI/ANI)[1]، کنسولها، دستگاههای صوتی یا تصویری (آنالوگ یا دیجیتال)، دستگاههای حضور و غیاب، سیستمهای طراحی به کمک کامپیوتر (CAD)[2] و مانند آن باید امکانات لازم برای همزمانی ساعتهای داخلی با سیستم مادر ساعت را داشته باشد.

۳ـ۲ـ۲ در مواردی که این گونه سیستمها به منبع ماهواره همزمان (UTC) قفل می‌شود باید از دقت مداوم ۰/۱ ثانیه نسبت به زمان یو - تی - سی برخوردار باشد و در مواردی که مادر ساعت به عللی از سیستم ماهواره قطع می‌شود و بر پایه نوسان ساز داخلی کار می‌کند حداکثر اختلاف زمان نباید از یک ثانیه در روز تجاوز نماید. در این نوع موارد مادر ساعت باید مجهز به سیستم نشان‌دهنده شرایط قفل یا باز بودن سیستم از ماهواره و نیز سیستم هشدار با استفاده از کنتاکتهای خشک بوده و در صورت قطع همزمانی با وقت یو - تی - سی یا قطع جریان برق عادی سیستم یاد شده فعال شود.

۳ـ۲ـ۳ انتخاب واسطه‌های رمز وقت در هر پروژه باید با توجه به انواع دستگاههای قابل فرمان از مادر ساعت پیش‌بینی شده، شمار و سازندگان آن صورت گیرد و سیستم مادر ساعت نیز متناسب با آن انتخاب شود.

۳ـ۲ـ۴ دستگاههای متصل به مادر ساعت باید دارای حداقل دقت مداوم ۰/۲۵ ± ثانیه نسبت به آن باشد.

1- Automatic Location Identification / Automatic Number Identification

2- Computer Aided Design

۴ اصول و روشهای نصب سیستمهای ساعت مرکزی

۴ـ۱ انواع سیستمها

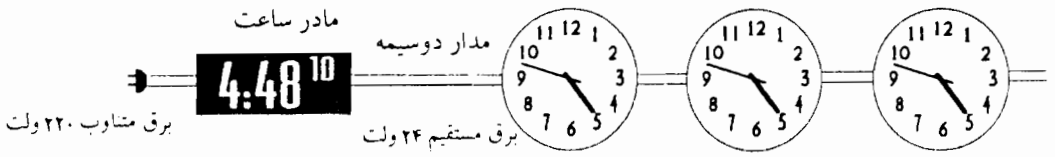
نصب سیستمهای ساعت مرکزی الکترونیکی بر حسب مورد استفاده، نوع سیستم، اجزاء و امکانات آن متفاوت است. این گونه سیستمها ممکن است متشکل از نمونه‌های زیر باشد:

۴ـ۱ـ۱ یک مادر ساعت دیجیتال و شماری ساعتهای فرعی آنالوگ (مانند نمونه شکل شماره ۶ ـ ۱)، یا

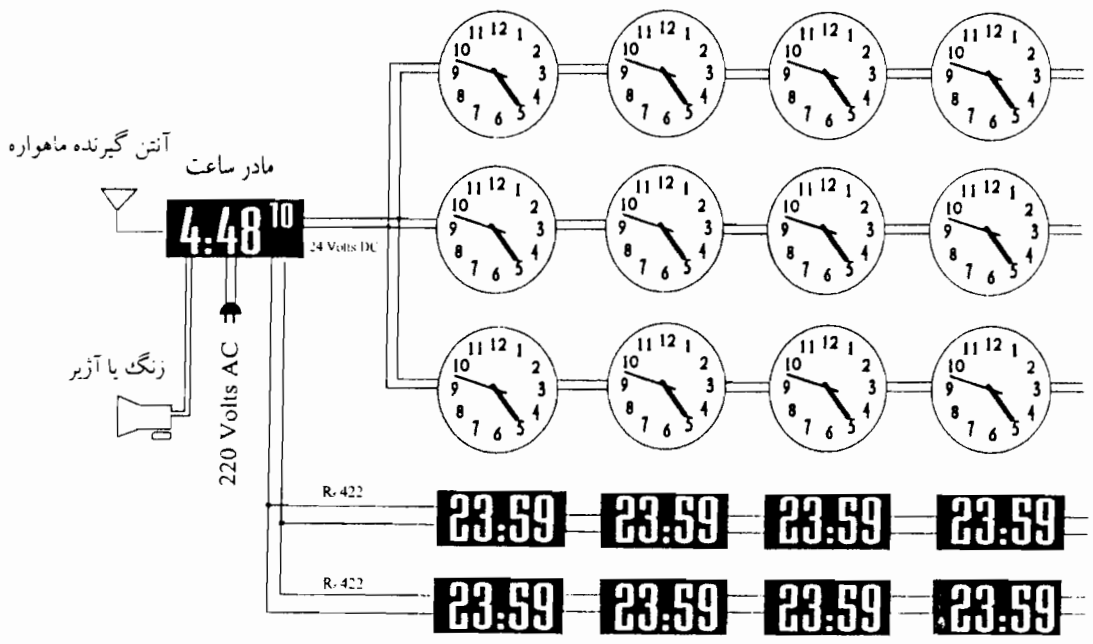
۴ـ۱ـ۲ یک مادر ساعت دیجیتال و شماری ساعتهای آنالوگ و دیجیتال فرعی، به آنتن و گیرنده ماهواره‌ای و سیستم زنگ یا آژیر (مانند نمونه شکل شماره ۶ ـ ۲)، یا

۴ـ۱ـ۳ یک سیستم کامل‌تر مجهز به یک مادر ساعت مرکزی و آنتن و گیرنده جی - پی - اس، که ممکن است شامل یک خط برونداد دیجیتال یک طرفه و یا دوطرفه و یک خط ضربه‌ای یک طرفه، و خط اتصال به دیگر سیستمها و همچنین سیستم پخش رنگ پیانویی باشد (مانند شکل ۶ ـ ۳)، یا

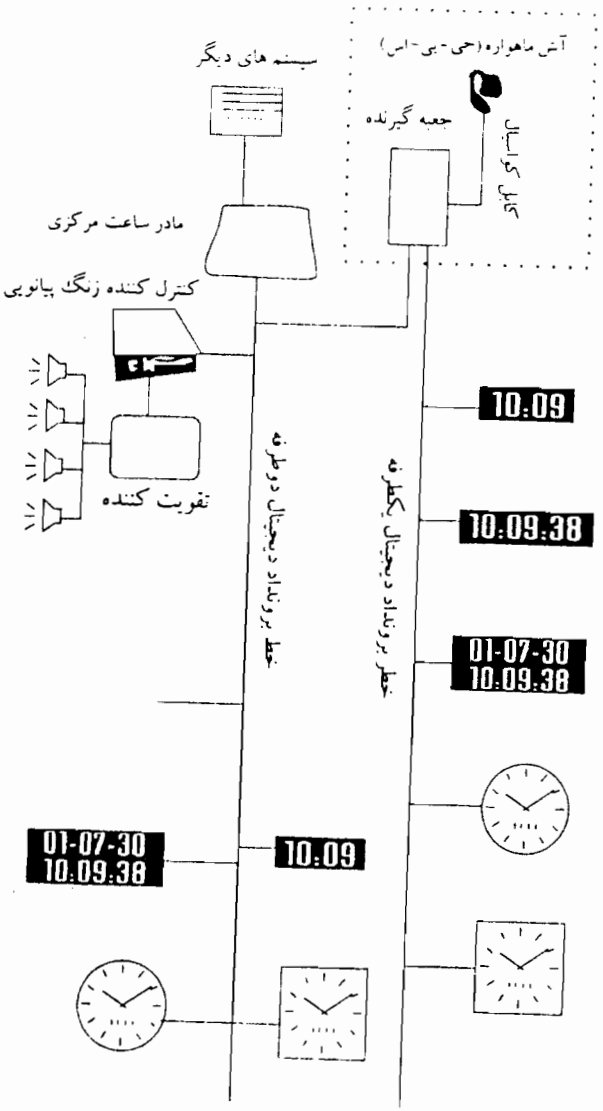
۴ـ۱ـ۴ یک سیستم پیشرفته‌تر شامل مادر ساعت با مرجع همزمان ماهواره‌ای یا بدون آن به صورت تکی یا دوبل همراه با دستگاه مبدل خودکار هوشمند، و مجهز به واحد ورودی و یا خروجی ردیفی با فرمتهای مختلف(RS422/485,RS232) برای اتصال به کامپیوتر و دیگر دستگاههای ردیفی، واحد گرداننده ساعتهای فرعی ضربه‌ای، قابلیت ارائه وقت و تاریخ به صورت دیجیتال برای ۱۵ منطقه زمانی، مولد رمز و وقت EBU و ارائه تاریخ و زمان برای دستگاههای تصویری و راه‌انداز با کنتاکت لحظه‌ای قابل برنامه‌ریزی برحسب دقیقه، نیم یا یک ساعت یا نیمه شب (مانند نمونه شکل شماره ۶ ـ ۴)



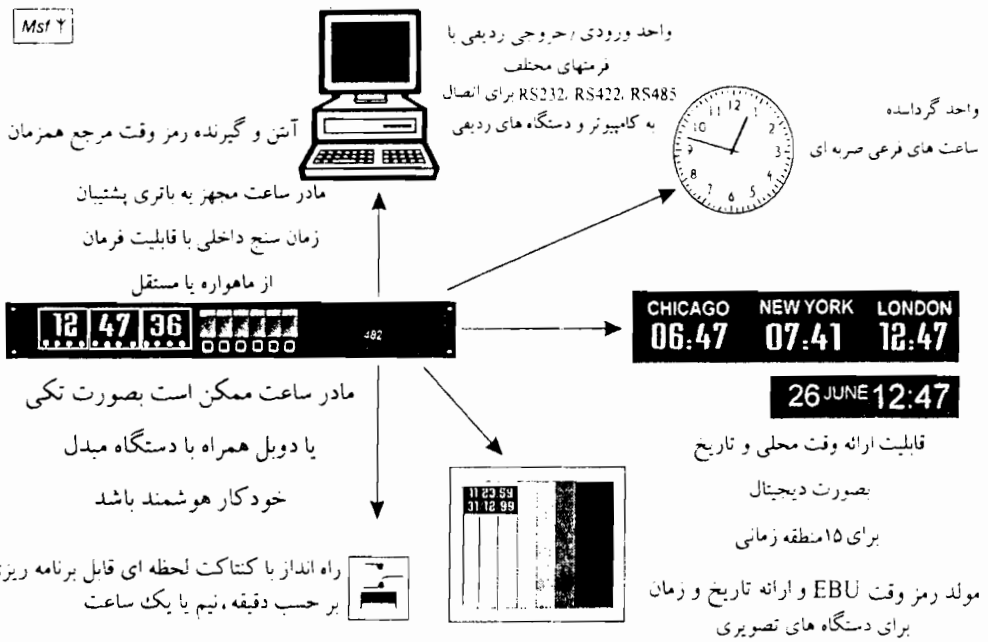
شکل ۶ ـ ۱ نمونه سیستم سیمکشی ساده دوسیمه برای یک مادر ساعت دیجیتال و شماری ساعتهای آنالوگ



شکل ۶ ـ ۲ نمونه سیمکشی یک سیستم مادر ساعت دیجیتال و شماری ساعتهای آنالوگ و دیجیتال مجهز به آنتن گیرنده ماهواره‌ای و سیستم زنگ یا آژیر



شکل ۶ ـ ۳ سیستم مادر ساعت مرکزی نمونه، مجهز به آنتن ماهواره جی ـ پی ـ اس. یک خط برونداد دیجیتال یکطرفه. یک خط برونداد دیجیتال دوطرفه، خط اتصال به سیستمهای دیگر و سیستم پخش زنگ پیانویی



شکل ۶ـ۴ نمونه تجهیزات یک سیستم پیشرفته مادر ساعت (بصورت تکی یا دوبل همراه با مبدل خودکار هوشمند با امکانات نمایش زمانهای منطقه‌ای، کنترل ساعتهای فرعی ضربه‌ای و دیجیتال، و مجهز به ورودی / خروجی با فرمتهای مختلف، کنتاکت لحظه‌ای، و دستگاههای تصویری)

۴ـ۲ نصب مادر ساعت و ساعتهای فرعی

۴ـ۲ـ۱ مادر ساعت ممکن است بر حسب نوع رومیزی، قابل نصب روی دیوار (روکار یا نیمه توکار) و یا قابل نصب بر روی پایه[1] باشد. محل دقیق نصب مادر ساعت و ساعتهای فرعی دیجیتال یا آنالوگ باید بر اساس نقشه‌های معماری بر روی نقشه‌های اجرایی تفضیلی کارگاهی مشخص شود و پس از تصویب دستگاه نظارت به مرحله اجرا درآید.

۴ـ۲ـ۲ نصب دستگاههای مرکزی سیستم مادر ساعت باید پس از اتمام عملیات ساختمانی، نازک کاری، و دکوراسیون انجام شود و در هنگام شروع کار باید نیروی برق و روشنایی لازم در محل موجود باشد. انجام فعالیتهای دیگر ساختمانی مولد گرد و غبار در مجاورت این گونه دستگاهها پس از شروع کار نصب مجاز نخواهد بود.

۴ـ۲ـ۳ ساعت اصلی مرکزی و دستگاه برنامه‌ریز و دیگر دستگاههای مربوط باید در محلی نصب شود که خشک، بدون غبار و بخار، و به ویژه بدون لرزش و دیگر اختلالات مکانیکی، و نیز فاقد تغییرات وسیع دما باشد. این گونه تجهیزات باید در محلی نصب شود که از نظر تعمیر و نگهداری در تمامی اوقات به سهولت قابل دسترسی باشد. ساعت اصلی مرکزی باید ترجیحاً با دستگاه برنامه‌ریز (در صورت وجود) و تابلو برق مربوط و دیگر دستگاههای مخابراتی در یک اتاق نصب شود (مانند اتاق تلفنچی)

۴ـ۲ـ۴ در مواردی که سیستم مادر ساعت برای مجموعه‌ای از ساختمانها در نظر گرفته می‌شود باید در اتاق اصلی برق هر ساختمان یک تابلو کنترل برای توزیع سیستم ساعتهای فرعی در ساختمان مورد نظر پیش‌بینی شود.

۴ـ۲ـ۵ پریزها و دوشاخه‌های مربوط که در مدارهای سیستم تغذیه برق مادر ساعت مورد استفاده قرار می‌گیرد باید قابل جایگزینی با دیگر پریزها و دوشاخه‌های مورد مصرف برای روشنایی و نیرو نبوده و از نوعی باشد که به طور تصادفی از برق جدا نشود.

۴ـ۲ـ۶ انتخاب اندازه اعداد مادر ساعت و ساعتهای فرعی دیجیتال باید متناسب با فاصله دید مورد نظر باشد. اندازه اعداد و فاصله دید مناسب برای ساعتهای فرعی دیجیتال در جدول ۶ ـ ۱ به عنوان نمونه ارائه شده است.

1-Rack

جدول ۶ـ۱: اندازه اعداد ساختهای فرعی و فاصله دید مناسب

ردیف	ارتفاع عدد (اینچ)	فاصله دید (متر)	ردیف	ارتفاع عدد (اینچ)	فاصله دید (متر)
۱	۲/۳	۲۵	۴	۵	۶۰
۲	۳	۳۵	۵	۷	۸۵
۳	۴	۵۰	۶	۸	۱۰۰

۴ـ۲ـ۷ در مواردی که سیستم‌های مادر ساعت در خارج از ساختمان نصب می‌شود، تجهیزات و دستگاهها باید برای نصب در محیط مورد نظر مناسب باشد. در این گونه موارد حداقل درجه حفاظت دستگاهها باید برابر با IP45 در نظر گرفته شود.

۴ـ۲ـ۸ برای نصب ساعتهای فرعی موارد کلی زیر باید در نظر گرفته شود:

الف – شمار ساعتهای فرعی و محل نصب آن باید به گونه‌ای تعیین شود که از تمامی موقعیتها و در کلیه شرایط روشنایی قابل رویت باشد.

ب – اندازه صفحه ساعت اغلب با توجه به دکوراسیون محل در نظر گرفته می‌شود لیکن از نقطه نظر قابلیت رویت برای هر سه متر ارتفاع، قطر ساعت ممکن است حدود ۳۰ سانتیمتر پیش‌بینی شود.

پ – طرح، رنگ و پرداخت قاب ساعت نیز بر اساس طرح کلی دکوراسیون محل تعیین می‌شود لیکن در هر صورت صفحه ساعت باید به خوبی آشکار بوده و دیده شود.

۴ـ۲ـ۹ ساعتهای فرعی که در طبقات مختلف نصب می‌شود باید در موارد ممکن حتی المقدور در یک خط عمودی به گونه‌ای استقرار یابد که میزان سیمکشی‌ها به حداقل کاهش یابد.

۴ـ۳ سیستم آنتن و گیرنده ماهواره جی - پی - اس

۴ـ۳ـ۱ در مواردی که سیستمهای ساعت مرکزی با استفاده از علائم سیستم ماهواره جی - پی - اس کنترل می‌شود، محل استقرار آنتن به شرح زیر ممکن است تعیین شود:

الف – به طور کلی با توجه به این که سیستم جی – پی – اس متکی به قدرت سیگنالها نمی‌باشد و لازم است که آنتن ۷۵ درصد منظر آسمان داشته باشد، بنابراین این سیستم در مواردی که سیگنالها ضعیف است نیز ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

ب – محل نصب آنتن بر حسب نوع ساختمان و موانعی که علائم ماهواره‌ای را سد می‌نماید

متفاوت است.

شیوه بهینه برای تعیین محل نصب آنتن روش تجربی است زیرا در پاره‌ای موارد نصب آنتن در مجاورت پنجره ممکن است کارساز واقع شود و در برخی موارد ممکن است استقرار آن در فضای باز با روی سقف ساختمان و در بالاترین نقطه در نظر گرفته شود. به طور کلی آنتن باید در محلی استقرار یابد که به طور اتفاقی جابجا نشده و در برابر سقوط اجسام یا یخ و همچنین ضربه آذرخش محافظت شود. نصب این گونه آنتن‌ها در مجاورت آنتن‌های انتقال نیرو با قدرت زیاد علاوه بر ایجاد اختلال در سیگنالهای جی - پی - اس ممکن است موجب صدمه و آسیب به پیش تقویت کننده نیز بشود.

۴ـ۳ـ۲ در مواردی که آنتن و گیرنده رمز وقت جدا از یکدیگر ساخته می‌شود جعبه گیرنده باید در داخل ساختمان و بر روی دیوار نصب شود.

۴ـ۳ـ۳ در مواردی که سیگنالها ضعیف یا فاصله آنتن از گیرنده زیاد باشد ممکن است از آنتن‌های مجهز به پیش تقویت‌کننده[1] استفاده شود.

۴ـ۴ سیستمهای لوله‌کشی، سیمکشی و کابلکشی

۴ـ۴ـ۱ مشخصات فنی لوله‌های مورد استفاده در لوله‌کشی سیستمهای ساعت مرکزی و همچنین معیارهای اجرایی آن باید با ضوابط ارائه شده در فصل اول از نشریه ۱ ـ ۱۱۰ (تجدید نظر اول) مطابقت نماید.

۴ـ۴ـ۲ مشخصات فنی سیمها و کابلهای مورد استفاده در سیستمهای ساعت مرکزی و همچنین معیارهای اجرایی آن باید علاوه بر استانداردهای تعیین شده در این فصل، حسب مورد با ضوابط ارائه شده در فصل اول این نشریه و نیز فصلهای دوم و هفتم از نشریه ۱ ـ ۱۱۰ (تجدید نظر اول) مطابقت نماید.

۴ـ۴ـ۳ کلیه مقررات عمومی مربوط به مدارها و لوازم قدرت مانند شدت جریان مصرفی و سطح مقطع مربوط، افت ولتاژ مجاز، اثر عوامل خارجی و شرایط محیطی، روش نصب، درجه حفاظت و حفاظت مدار، و اتصال زمین حفاظتی در مورد مدارهای سیستمهای ساعت مرکزی نیز نافذ است.

۴ـ۴ـ۴ سیمکشی یا کابلکشی سیستمهای ساعت مرکزی باید در داخل لوله‌های فولادی یا پلاستیکی سخت به طور جداگانه طبق نقشه اجرایی کارخانه سازنده سیستمهای یاد شده اجرا شود.

1- Preamplifier

۴ـ۴ـ۵ تمامی سیمهای مورد استفاده برای سیستمهای ساعت مرکزی که در داخل لوله‌های برق قرار می‌گیرد باید یک تکه و بدون زدگی باشد.

۴ـ۴ـ۶ در مواردی که زمان سنجی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است استفاده از سه رشته سیم به جای دو رشته به منظور تأمین ایمنی و اطمینان بیشتر توصیه می‌شود.

۴ـ۴ـ۷ اتصال سیمها و کابلها به یکدیگر باید در داخل جعبه‌های تقسیم انجام شود و موکداً به وسیله ترمینال یا اتصالی نوع شانه‌ای پیچی صورت پذیرد.

۴ـ۴ـ۸ سرسیمهای افشان باید قبل از قرار گرفتن در ترمینال با لحیمکاری یک پارچه شود. در صورتی که عمل لحیمکاری مشکل باشد باید از کابلشوهای لوله‌ای پرسی مخصوص زیر ترمینال استفاده شود.

۴ـ۴ـ۹ پوشش سرسیمها (به ویژه سیمهای افشان) باید با استفاده از ابزار مخصوص (سیم لختکن) برداشته شود و توجه گردد که به رشته‌ها یا هادیها آسیبی وارد نشود.

۴ـ۴ـ۱۰ در هر نقطه خروجی و در هر قسمت کلیدی حداقل باید ۱۵ سانتیمتر سیم برای ایجاد اتصالات و وصل وسایل و دستگاههای مربوط در نظر گرفته شود مگر آن که سیم بدون اتصال از آن نقطه یا قسمت عبور داده شود.

۴ـ۴ـ۱۱ سیستمهای سیمکشی روکار یا توکار که در محیطهای تر و مرطوب و خارج ساختمانها مورد استفاده قرار می‌گیرد باید با استفاده از لوله‌های فولادی مقاوم در برابر زنگزدگی و خوردگی یا پلاستیکی سخت، و یا با کابلهای غلاف پلاستیکی یا غلاف سربی، یا عایق معدنی انجام شود.

۴ـ۴ـ۱۲ لوازم سیمکشی سیستمهای ساعت مرکزی که در محیطهای تر و مرطوب و خارج ساختمانها به کار می‌رود باید مجهز به اتصالات مناسب با نوع سیمکشی باشد تا از نفوذ آب و رطوبت به درون لوله‌ها و جعبه‌ها جلوگیری شود. تمام لوازم مورد استفاده در این گونه محیطها باید حداقل دارای درجات حفاظت به شرح زیر باشد:

الف – لوازم و تجهیزات مورد مصرف در محیطهای مرطوب باید حداقل دارای درجه حفاظت IP44 باشد (مقاوم در برابر ترشح آب)

ب – لوازم و تجهیزات مورد استفاده در محیطهای تر و خارج ساختمانها باید حداقل دارای درجه حفاظت IP45 باشد (مقاوم در برابر آب تحت فشار)

۴ـ۴ـ۱۳ کابلهای حامل رمز وقت

انتخاب نوع کابلهای حامل رمز وقت مادر ساعت باید با توجه به مشخصات ارائه شده بـه وسـیله سازنده سیستم و بر حسب مور با رعایت ضوابط و معیارهای زیر صورت گیرد:

الف – در مواردی که سیمکشی در ساختمانهای عادی صورت می‌گیرد هادیها ممکن است دارای عایقبندی پلاستیکی باشد.

ب – در مواردی که استفاده از استانداردهای ایمنی در برابر حریق مطرح باشد هادیها باید از نوع LSOH[1] کم دود و فاقد مواد هالوژن مانند کابل مقاوم حریق برابر استاندارد IEC 60332 یا BS4066 انتخاب شود.

پ – در مواردی که کابلهای سیستم مادر ساعت در نزدیکی کـابلهای نـیروی تـغذیه چـراغـهای فلورسنت یا دیگر منابع مولد نوفه (نویز) الکتریکی قرار دارد، کابلهای مورد استفاده باید از نوع زوج‌های به هم تابیده پرده‌دار[2] انتخاب شود. در این گونه موارد پرده کابل باید به تـرمینال اتصال زمین مادر ساعت متصل شود.

ت – انتخاب سطح مقطع هادیها بستگی به نوع سیستم، تعداد ساعتهای فرعی و فواصل نصب آن دارد لیکن حداقل سطح مقطع هادیها نباید از ۱/۵ میلیمتر مربع کمتر باشد.

۴ـ۴ـ۱۴ کابل کواکسیال آنتن

در مواردی که سیستم مادر ساعت مجهز به آنتن ماهواره است انتخاب نوع و مشخصات کابل آنتن باید برابر ضوابط و مشخصات سازنده سیستم انجام شود. بدیهی است که انتخاب مقطع کابل بـر حسب فاصله آنتن از گیرنده متفاوت خواهد بود. این گونه کابلها از نوع کواکسیال کم افت می‌باشد و نباید مورد پیچش، کشش، فشار، یا خم با زاویه تند قرار گیرد و در مواردی که بـرای انـبار کـردن بصورت حلقه می‌شود حداقل قطر آن نباید از شش اینچ کمتر باشد.

۴ـ۵ اسناد ومدارک سازنده و آموزشهای لازم

پیمانکار یا تهیه کننده دستگاههای سیستم ساعت مرکزی و تجهیزات قابل فرمان از آن مـوظف است اسناد و مدارک زیر را همراه با تجهیزات به کارفرما ارائه نماید و کارفرما یا مجری در صورتی که بهره‌بردار نباشد باید آن را به بهره‌بردار تسلیم نماید:

۴ـ۵ـ۱ نقشه‌های عمومی جانمایی استقرار مجموعه تجهیزات و دستگاهها شامل پلان و نماهای مختلف و

ابعاد لازم

۴ـ۵ـ۲ مدارک سیمکشی‌های الکتریکی به شرح زیر:

الف – نقشه‌های شماتیک تمامی مدارها

ب – نقشه‌های سیمکشی

پ – نقشه‌های شماتیک هشدار دهنده‌ها و نمایشگرها

ت – شرح مدارها و نقاط آزمونی و شکل موجی و ولتاژهای مربوط

۴ـ۵ـ۳ مدارک الکتریکی مرجع به شرح زیر:

الف – شرح عمومی دستگاهها

ب – مشخصات دستگاهها

پ – داده‌های عملکردی

ت – منحنیهای ویژگیها

ث – نقشه قطعات

۴ـ۵ـ۴ کتابهای راهنما و دستورالعملها شامل موارد زیر:

الف – حمل و نقل و انبار

ب – نصب و راه‌اندازی

پ – بهره‌برداری، آزمون و عیب یابی، و نگهداری

۴ـ۵ـ۵ مشخصات قطعات یدکی و ابزارهای ویژه

۴ـ۵ـ۶ گواهی آزمونهای استاندارد شامل موارد زیر:

الف – آزمونهای نوعی

ب – آزمونهای عادی

پ – تضمین کیفیت

۴ـ۵ـ۷ پیمانکار یا تهیه کننده دستگاههای سیستم ساعت مرکزی و تجهیزات قابل فرمان از آن موظف است که آموزشهای لازم به منظور بهره‌برداری صحیح از سیستم یاد شده را برای دستگاه بهره‌بردار تأمین نماید.

واژه نامه انگلیسی - فارسی

Automatic Location Identification (ALI)	آدرس یاب خودکار
Automatic Number Identification (ANI)	شماره یاب خودکار
Building Management System (BMS)	سیستم مدیریت ساختمان
Computer Aided Design (CAD)	طراحی به کمک کامپیوتر
Double-way digital output	خط برونداد دیجیتال دوطرفه
Global Positioning System (GPS)	سیستم جهانی تعیین موقعیت
Intelligent autochanger	دستگاه مبدل خودکار هوشمند
Low Smoke Zero Halogen (LSOH)	کم دود و فاقد مواد هالوژن
One-way digital output	خط برونداد دیجیتال یک طرفه
One-way impulse output	خط برونداد ضربه الکتریکی یک طرفه
Preamplifier	پیش تقویت کننده
Program controller	دستگاه برنامه‌ریز
Rack	پایه
Real-time monitoring	کنترل زمان واقعی
Screened	حفاظدار - پرده‌دار
Serial output	برونداد ردیفی
Serial time interface	واسطه زمانی ردیفی
Stabilizer	تثبیت کننده (ولتاژ)
Time code	رمز وقت
Time-code generator	مولد رمز وقت
Time stamp	مهر تاریخ و وقت
Time zone	منطقه زمانی
Universal Time Coordinated (UTC)	وقت هماهنگ جهانی

فهرست منابع و استانداردها

[1] UL 863 Time indicating and recording appliances

[2] EN 60950 Safety of information technology equipment

[3] EN 50081-1 Electromagnetic compatability _ Generic emission standard, Part 1: Residential, commercial and light industry

[4] EN50082-1 Electromagnetic compatability _ Generic immunity standard, Part 1: Residential, commercial and light industry

[5] IEC 61000-4-2 Electromagnetic compatability _ part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test

[6] IEC 61000-4-3 Electromagnetic compatability _ Part 4-3: Testing and measurement techniques - Radiated, radio - frequency, electromagnetic fiela immunity test

[7] IEC 61000-4-4 Electromagnetic compatability _ Part 4: Testing and measurement techniques - Section 4 Electrical fast transient/burst immunity test

[8] IEC 61000-4-5 Electromagnetic compatability _ Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test

[9] IEC 61000-4-6 Electromagnetic Compatability _ Part 4-6: Testing and measurement techniques _ Immunity to Conducted disturbances,induced by radio - frequency fields

[10] IEC 61000-4-8 Electromagnetic compatability _ Part 4-8: Testing and measurement techniques _ Powr frequency magnetic field immunity test

فصل هفتم

سیستم‌های صوتی

۱ کلیات

در این فصل مشخصات فنی تجهیزات و سیستم‌های صوتی مونوفونیک، استریوفونیک، و چند کانالی مطرح و معرفی می‌گردد. هدف از تدوین این مشخصات فنی ارائه حداقل الزامات ضروری برای مشخصه‌های تجهیزات و سیستم‌های صوتی به منظور تولید مجدد و بازسازی با کیفیت بالا که در تاسیسات برقی مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌باشد.

۱-۱ تجهیزات صوتی

تجهیزاتی است که برای پردازش سیگنالهای صوتی بکار می‌رود. سیستم‌های با کیفیت بالا[1] مجموعه‌ای از دستگاههایی است که در ضبط و بازسازی سینگالهای صوتی با سطح بالایی از کیفیت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۲ دستگاه ضبط نوار صوتی

دستگاهی است که برای ضبط و بازسازی سیگنالهای صوتی، نوار مغناطیسی را بعنوان رسانه ضبط کردن بکار می‌برد.

۱-۳ دستگاه ضبط کارت صوتی

نوعی دستگاه ضبط صوت است که از کارتهای خاص حاوی نواری از ماده مغناطیسی استفاده می‌کند.

---

1. High Fidelity

۱-۴ دستگاه ضبط صفحه صوتی

نوع خاصی از دستگاه ضبط صوت است که می‌تواند بر روی اوراق مغناطیسی پوشیده شده از ماده مغناطیسی، سیگنالهای صوتی را ضبط یا پخش کند.

۱-۵ دستگاه پخش نوار صوتی

دستگاهی است که سینگالهای صوتی ضبط شده در رسانه‌ای به شکل نوار مغناطیسی را بازسازی کرده و پخش می‌کند.

۱-۶ دستگاه دک[1] نوار صوتی

دستگاهی مرکب از سیستم انتقال نوار، هدهای[2] مغناطیسی، پیش تقویت کننده(ها) و کنترلهای مربوط بوده ولی فاقد تقویت کننده توان و بلندگو است.

۱-۷ دستگاه نسخه‌برداری[3] نوار صوتی

سیستم ضبط ای است که قادر به تولید نسخی از نوار مغناطیسی ضبط شده بر روی نوارهای جدید است.

۱-۸ میکسر[4] صوتی

دستگاهی است که به منظور ترکیب و تنظیم دو یا چند سیگنال صوتی بکار می‌رود.

۱-۹ کنترل میکس صوتی

مجموعه‌ای از دستگاهها است که در آن میکسر صوتی و سایر دستگاهها به منظور میکس نمودن و پردازش سیگنالهای صوتی استقرار یافته است.

۱-۱۰ دستگاه فشرده‌ساز[5] صوتی

وسیله‌ای الکتریکی است که با استفاده از روش مشخص شده‌ای، تغییرات تراز سیگنال خروجی را به صورت تابعی از دامنه و یا محتوای فرکانسی سیگنال ورودی، کاهش می‌دهد.

1- Deck
2- Heads
3- Duplicator
4- Mixer
5- Compressor

۱-۱۱ دستگاه گسترده‌ساز[1] صوتی

وسیله‌ای الکترونیکی است که با استفاده از روش معینی، تغییرات تراز سیگنال خروجی را به صورت تابعی از دامنه و یا محتوای فرکانسی سیگنال ورودی افزایش داده و عموماً به منظور بازرسی شکل اولیه سیگنال قبل از فشرده‌سازی بکار می‌رود.

۱-۱۲ دستگاه محدودکننده[2] صوتی

وسیله‌ای الکترونیکی است که برای کاهش بهرهٔ تقویت تجهیزات صوتی در مواقعی که سیگنال ورودی از تراز معینی تجاوز کند بکار رفته و به نحوی عمل می‌کند که سیگنال خروجی اساساً از آن تراز تجاوز نکند.

۱-۱۳ دستگاه تیونر رادیویی

وسیله‌ای الکترونیکی است که سیگنال برنامه‌ای یک فرستنده سخن پراکنی را انتخاب، آشکار و تقویت می‌کند. این دستگاه شامل تقویت کننده توان یا بلندگو نمی‌باشد.

۱-۱۴ بلندگو

مبدل الکترواکوستیکی است که در آن امواج اکوستیک در اثر نوسانات الکتریکی ایجاد شده و این دستگاه به نحوی طراحی شده است که توان اکوستیکی را به محیط اطراف تشعشع نماید.

۱-۱۵ میکروفون

مبدل الکترواکوستیکی است که توسط آن نوسانات اکوستیکی به سیگنالهای الکتریکی تبدیل می‌شود.

۱-۱۶ ولتاژ و فرکانس منبع تغذیه

ولتاژ منبع تغذیه دستگاههای مورد استفاده در سیستم‌های صوتی باید در محدوده ۱±٪ مقدار نامی دستگاه و فرکانس منبع تغذیه آن باید در محدوده ۱±٪ مقدار نامی آن باشد.

1- Expander

2- Limiter

۱-۱۷ شرایط اتمسفری

دستگاههای صوتی بر اساس استاندارد IEC68-1 باید قادر بکار در گسترهٔ شرایط اتمسفری زیر باشد:

دمای محیط: ۵ درجه سانتیگراد الی ۳۵ درجه سانتیگراد

رطوبت نسبی: ۴۵٪ الی ۷۵٪

فشار اتمسفری: ۸۶۰ میلی بار تا ۱۰۶۰ میلی بار

۱-۱۸ اتصالات

اتصالات هر واحد در سیستم صوتی باید مطابق مشخصات فنی مندرج در استاندارد IEC60-268-14A,IEC60268-15 و نیز بخش مرتبط در استاندارد IEC130 صورت پذیرد.

۱-۱۹ الزامات ایمنی

الزامات ایمنی دستگاهها باید مطابق مشخصات ارائه شده در استاندارد IEC65 در نظر گرفته شده و اعمال گردد.

۲ دستگاه تیونر رادیویی

در این بخش، مشخصات فنی دستگاههای تیونر رادیویی FM که به منظور دریافت سیگنالهای سخن پراکنی رادیویی و مدوله شده فرکانسی طراحی شده است مورد بررسی قرار گرفته و حداقل الزامات برای این نوع دستگاهها تعیین می‌گردد.

۲-۱ استانداردهای اندازه‌گیری

کلیه اندازه‌گیریها باید مطابق شرایط عمومی اندازه‌گیری مندرج در استانداردهای IEC60581-1,IEC60315-4 صورت پذیرد. تمام اندازه‌گیریها در تراز حداقل نامی سیگنال ورودی برای عملکرد با کیفیت بالا باید انجام شود. اگر دستگاه تیونر رادیویی دارای قابلیت انتخاب فرکانسی[1] متغیر باشد مشخصات فنی سازنده باید مشخص سازد که در چه شرایطی از قابلیت انتخاب فرکانسی، دستگاه مورد نظر با مشخصات مندرج در این بخش مطابقت دارد.

1- Frequency Selectivity

۲-۲ تراز حداقل نامی سیگنال ورودی برای عملکرد باکیفیت بالا

تراز مذکور بایستی کمتر از یا مساوی با ۴۰ dB(pw) باشد. این تراز در واقع با emf زیر معادل است:
کمتر از یا مساوی با ۳/۵ mV/۳۰۰Ω کمتر از یا مساوی با ۱/۷۵ mV/۷۵Ω.
اندازه‌گیریهای مندرج در بندهای ۲-۴ و ۲-۶، ۲-۸، ۲-۹، ۲-۱۰ و ۲-۱۲ با تغییر تراز سیگنال ورودی و مشخص کردن ترازی که بازای آن الزامات حداقل هر یک از آن برآورده می‌گردد تکرار خواهد شد. بالاترین این مقادیر تراز سیگنال ورودی همان تراز حداقل سیگنال ورودی است. مقدار نامی عبارت از مقدار بیان شده توسط سازنده خواهد بود.

۲-۳ حساسیت در نسبت سیگنال به نویز ۵۰ dB

حساسیت دستگاه تیونر رادیویی FM در نسبت سینگال به نویز ۵۰ dB بایستی کمتر یا مساوی با ۲۰ dB(pw) باشد که با emf زیر معادل است:
کمتر از یا مساوی با ۳۵۰ mμ/۳۰۰Ω یا کمتر از یا مساوی با ۱۷۵ μV/۷۵Ω.
ولتاژ خروجی مرجع Ux ولتاژ خروجی حاصل از مدولاسیون فرکانس ۱۰۰۰ Hz در انحراف فرکانسی ۶۷/۵ KHz خواهد بود. این پارامتر بر اساس استاندارد IEC60315-4 و با استفاده از فیلتر میان‌گذر و دستگاه اندازه‌گیری r.m.s واقعی به شرح زیر اندازه‌گیری می‌شود:

$$۲۰\ log\frac{U_x}{U_z} = ۵۰\ dB$$

که در آن Ux ولتاژ خروجی مرجع و Uz ولتاژ خروجی نویز است.

۲-۴ گسترهٔ فرکانسی موثر

گستره‌ای فرکانسی است که از ۴۰ Hz تا ۱۲۵۰۰ Hz امتداد داشته و دارای تولرانس ±۱/۵ dB نسبت به تراز خروجی در ۱۰۰۰ Hz باشد. اگر گسترهٔ فرکانسی موثر مورد ادعا وسیعتر از حداقل الزامات ۴۰ Hz تا ۱۲۵۰۰ Hz باشد تولرانس ±۱/۵ dB همچنان ملاک عمل خواهد بود. این مشخصه بر طبق روش مندرج در استاندارد IEC60315-4 اندازه‌گیری خواهد شد.

۲-۵ عدم تعادل کانال

عدم تعادل کانال بایستی در گسترهٔ فرکانسی ۲۵۰ Hz تا ۶۳۰۰ Hz از ۲ dB کمتر یا با آن مساوی

بهره AF در مقدار حداکثر آن تنظیم می‌شود.

۶-۲ اعوجاج هارمونیک کل

اعوجاج هارمونیک کل در موارد زیر باید از ۱٪ کمتر یا با آن مساوی باشد،

الف- در هر ولتاژ تغذیه در گسترهٔ ۱۰٪± ولتاژ تغذیه نامی

ب- در هر انحراف فرکانسی بین ۷۵ KHz (مونو) یا ۶۷/۵ KHz (استریو) و ۶/۷۵ KHz

پ- در هر توان سیگنال RF ورودی بین ۶۰ dB(pw) و توان ورودی لازم برای حصول به نسبت به نویز ۵۰ dB

ت- در فرانس مدولاسیون ۵ KHz با توان ورودی ۴۰ dB(pw)RF و انحراف فرکانسی ۶/۷۵ KHz

ث- در فرکانس مدولاسیون ۴۰ Hz با توان ورودی ۴۰ dB(PW) و انحراف فرکانسی ۶۷/۵ KHz

با توجه به روش مندرج در استاندارد IEC60315-4 اعوجاج هارمونیک کل اندازه‌گیری خواهد شد.

۷-۲ تغییر فرکانس کار برحسب زمان

تغییر فرکانس کار برحسب زمان در شرایط استفاده از AFC بایستی از ۳۰ KHz کمتر یا با آن مساوی باشد. اندازه‌گیری بایستی ۶۰ ثانیه پس از روشن شدن دستگاه آغاز گردیده و تا زمان حصول به حالت دمای پایدار ادامه داشته باشد. این مشخصه بر اساس روش مندرج در استاندارد IEC60315-1 اندازه‌گیری می‌شود.

۸-۲ جدایی کانال

با توجه به تعریف مندرج در استاندارد IEC60315-4 جدایی کانال چپ (L) از کانال راست (R) عبارت است از:

$$۲۰\,Log\frac{(U_L)_L}{(U_L)_R}\ dB$$

جدایی کانال راست (R) از کانال چپ (L) عبارت است از:

$$۲۰\,Log\frac{(U_R)_R}{(U_R)_L}\ dB$$

که در آن $(U_L)_L$ ولتاژ خروجی کانال L، $(U_L)_R$ ولتاژ خروجی کانال L به واسطه ولتاژ ورودی اعمال شده به کانال R، $(U_R)_R$ ولتاژ خروجی کانال R و $(U_R)_L$ ولتاژ خروجی کانال R به واسطه

ولتاژ ورودی اعمال شده به کانال L است.

جدایی کانال باید در گسترهٔ فرکانسی ۲۵۰ Hz تا ۶۳۰۰ Hz بزرگتر از ۳۰ dB بوده یا با آن مساوی باشد. این مشخصه در گسترهٔ فرکانسی ۶۳۰۰ Hz تا ۱۲۵۰۰ Hz بایستی از ۲۰ dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد.

۹-۲ نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده (باند محدود)

بر اساس استاندارد IEC60315-4 با اندازه‌گیریهای وزن داده نشده (باند محدود) با استفاده از یک فیلتر میان گذر و یک دستگاه اندازه‌گیری rms واقعی، نسبت سیگنال به نویز به صورت زیر تعیین می‌شود.

$$۲۰\ Log\frac{U_X}{U_Z}\ dB$$

که در آن Ux ولتاژ خروجی مرجع و Uz ولتاژ خروجی نویز می‌باشد.

این نسبت سیگنال به نویز بایستی از ۵۷ dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد. ولتاژ خروجی مرجع Ux ولتاژ خروجی حاصل از فرکانس مدولاسیون ۱۰۰۰ Hz در انحراف فرکانسی ۷۵ KHz (مونو) یا ۶۷/۵ KHz (استریو) است.

۱۰-۲ نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده

با توجه به تعریف استاندارد IEC60315-4 با استفاده از یک شبکه وزن‌دهی A و یک دستگاه اندازه‌گیری rms واقعی نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده بر اساس رابطه زیر اندازه‌گیری و محاسبه می‌شود.

$$۲۰\ Log\frac{U_X}{U_Z}\ dB$$

که در آن Ux ولتاژ خروجی مرجع و Uz ولتاژ خروجی نویز است.

نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده بایستی از ۶۵ dB بزرگتر یا مساوی با آن باشد. ولتاژ خروجی مرجع Ux ولتاژ خروجی حاصل از فرکانس مدولاسیون ۱۰۰۰ Hz در انحراف فرکانسی ۷۵ KHz (مونو) و یا ۶۷/۵ KHz (استریو) است.

۱۱-۲ نسبت تسخیر

براساس استاندارد IEC 315-4 نسبت تسخیر[1] در انحراف فرکانسی ۷۵ KHz در شرایطی که گیرنده در حالت مونو است اندازه‌گیری خواهد شد. این نسبت بایستی از ۳ dB کمتر یا با آن مساوی باشد.

1- Capture Ratio

۱۲-۲ نسبت حذف AM

نسبت حذف AM[1] باید از ۳۵ dB بزرگتر یا مساوی با آن بوده و مطابق استاندارد IEC 60315-4 در شرایطی که گیرنده به صورت مونو عمل می‌کند اندازه‌گیری خواهد شد.

۱۳-۲ قابلیت انتخاب فرکانس

بر طبق استاندارد IEC 60315-4 به منظور اندازه‌گیری قابلیت فرکانسی از مدولاسیون نویز با تراز سیگنال ورودی ۵۰ dB(pw) برای سیگنال مطلوب استفاده شده و بر اساس جدول زیر در حالت استریو در فاصله‌های فرکانسی N± کانال ازحامل مطلوب اندازه‌گیری انجام می‌شود.

ناحیه ITU	N	فاصله کانالی (KHz)
I	۲/۳/۴	۱۰۰
II	۲	۲۰۰
III	۱/۲	۳۰۰

ناحیه I شامل اروپا و آفریقا و ناحیه II شامل آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی و ناحیه III شامل استرالیا و آسیا می‌باشد. حداقل الزامات برای قابلیت انتخاب فرکانسی عبارت است از:

فاصله کانالی (KHz)	حداقل الزامات (dB)
۲۰۰	±۷
۳۰۰	-۷
۴۰۰	-۲۰

نتایج به صورت زیر بیان خواهد شد.

(۲۰۰): قابلیت انتخاب فرکانسی

(۳۰۰): قابلیت انتخاب فرکانسی

(۴۰۰): قابلیت انتخاب فرکانسی

۱۴-۲ دفع سیگنالهای نامطلوب که از طریق آنتن وارد می‌شود

بر طبق استاندارد IEC 60315-4 با استفاده از حذف نویز سه مشخصه زیر اندازه‌گیری شده و باید حداقل الزامات ذکر شده را دارا باشد.

الف- نسبت دفع IF تک سیگنال باید از ۶۵ dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد.

ب- نسبت دفع تصویر تک سیگنال بایستی از ۵۰ dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد.

پ- دفع تک سیگنال مزاحم بایستی از ۵۰ dB به ازای $f_s = f_o \pm \frac{f_i}{۲}$ بزرگتر یا با آن مساوی باشد.

f_s فرکانس پاسخ مزاحم f_o فرکانس نوسانساز و f_i فرکانس میانی است.

۱۵-۲ پاسخ مزاحم به واسطه غیرخطی بودن RF

براساس استاندارد IEC 60315-4 از روش دو سیگنال و با بکار بردن حذف نویز با فاصله فرکانسی ۸۰۰± KHz و در شرایطی که گیرنده در حالت مونو عمل می‌کند استفاده کرده و این مشخصه اندازه‌گیری می‌شود. پاسخ‌های مزاحم به واسطه غیرخطی بودن RF باید از ۶۰ dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد.

۱۶-۲ حذف مولفه اصلی و هارمونیکهای حامل فرعی و نوای راهنما

مشخصه مذکور بایستی در فرکانس ۱۹ KHz از ۴۰ dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد. همچنین حذف مولفه اصلی و هامورنیکهای حامل فرعی و نوای راهنما در فرکانس ۳۸ KHz و باندهای جانبی آن بایستی از ۴۶ dB بزرگتر یا مساوی با آن باشد. این مقادیر نسبت به تراز خروجی در ۱۰۰۰ Hz و حاصل از انحراف فرکانسی ۶۷/۵ KHz (استریو) تعریف شده است.

۱۷-۲ اتصالات مکانیکی و الکتریکی

اتصالات مکانیکی باید بر طبق استاندارد IEC 60268-11 و اتصالات الکتریکی باید بر طبق استاندارد IEC 60268-15 صورت پذیرد.

۳ دستگاه ضبط و پخش صوت

در این بخش مشخصات فنی دستگاههای ضبط و ذخیره‌سازی نوار مغناطیسی مرکب از سیستم حرکت نوار (دستگاه نوار قرقره‌ای،[1] کاست یا کارتریج[2]) و تقویت کننده‌های ضبط و بازسازی مورد بررسی قرار گرفته و حداقل الزامات برای این نوع دستگاهها تعیین می‌گردد.

1- Reel-to-reel
2- Cartridge

۳-۱ استانداردهای اندازه‌گیری

کلیه اندازه‌گیریها باید مطابق شرایط عمومی اندازه‌گیری مندرج در استانداردهای IEC 60094-3,IEC 60581-1 صورت پذیرد. در هنگام اندازه‌گیری اگر ورودی (یا خروجی)، به امپدانس نامی منبع (یا امپدانس نامی بار) منتهی شود باید از ظرفیت خازنی موازی اضافی PF ۲۵۰ که شامل ظرفیت خازنی کامل اندازه‌گیری نیز می‌باشد استفاده گردد. اگر در زمان اندازه‌گیری بر روی ورودی‌های متعادل نشده[1] از جریان نامی منبع یا emf نامی منبع استفاده شود به جای هر مقدار ذکر شده توسط سازنده مقادیر زیر باید بکار رود. برای جریان نامی منبع از مقدار ۰/۵ میلی ولت بر هر کیلو اهم امپدانس نامی ورودی و برای emf نامی منبع از مقدار ۰/۵ ولت باید استفاده شود.

۳-۲ انحراف میانگین از سرعت نامی

بر طبق استاندارد IEC 60094-3 انحراف میانگین از سرعت استاندارد بازسازی باید به ازای هر ولتاژ منبع تغذیه در گسترهٔ ۱۰٪± ولتاژ نامی منبع تغذیه از ۱/۵ درصد کمتر یا با آن برابر باشد.

۳-۳ نوسانات کند[2] و تند[3] صوتی وزن داده شده

مطابق استاندارد IEC 60386 حداکثر نوسانات کند صوتی وزن داده شده و نوسانات تند صوتی وزن داده شده بایستی ۲± درصد باشد. اگر دستگاه دارای تجهیزات ضبط باشد، الزامات این بند نیز باید در بازسازی سیگنال ضبط شده توسط این دستگاه ملاک عمل قرار گیرد. باید توجه شود که دستگاه اندازه‌گیری مقدار پیک تا پیک را اندازه گرفته ولی قرائت دستگاه، نوسانات کند را به صورت درصدی از یک دوم مقدار پیک تا پیک بیان خواهد کرد.

همچنین باید اضافه کرد که شبکه وزن دهی در استاندارد فوق الذکر مشخص شده است.

۳-۴ نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده کلی

نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده کلی بایستی بزرگتر از یا مساوی با ۴۸ dB باشد. کنترل بهره ضبط بایستی به نحوی تنظیم شود که به ازای جریان نامی منبع یا emf نامی منبع، ضبط برقرار باشد. نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده، به صورت $۲۰ Log \frac{U_o}{U} \quad dB$ تعریف می‌شود که در آن Uo ولتاژ نامی خروجی، یعنی ولتاژ موثر (r.m.s) خروجی در دو سر امپدانس نامی بار در هنگام

1- Non-equalized
2- Wow
3- flutter

بازسازی نوار ضبط شده به ازای تراز نامی ضبط بوده و U ولتاژ خروجی نویز باند وسیع مطابق مشخصات ارائه شده در استاندارد IEC60268-1 . می‌باشد.

۳-۵ نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده کلی

نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده کلی بایستی بزرگتر یا مساوی با ۵۶ dB باشد. کنترل بهره ضبط باید به نحوی تنظیم شود که به ازای جریان نامی منبع یا emf نامی منبع، ترازنامی ضبط برقرار باشد. نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده بنا به تعریف عبارت است از $۲۰\ Log\frac{U_o}{U}\ dB$ که در آن Uo ولتاژ نامی خروجی و U ولتاژ خروجی نویز وزن داده شده مطابق استاندارد IEC60651 می‌باشد.

۳-۶ عدم تعادل بازسازی کانال

عدم تعادل کانال پس از بازسازی بایستی کمتر یا برابر با ۲ dB باشد. عدم تعادل کانال در سیگنال بازسازی شده بنا به تعریف عبارت است از $\left| ۲۰\ Log\frac{U_R}{U_L} \right|\ dB$ که در آن U_L ولتاژ خروجی چپ حاصل از بخش تراز نوار کالیبره سازی مربوط بوده و U_R ولتاژ خروجی راست حاصل از همان بخش تراز نوار کالیبره‌سازی مربوط می‌باشد.

۳-۷ جدایی بین ردهای[1] مجاور نامرتبط

جدایی بین ردهای مجاز نامرتبط بایستی در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز بزرگتر از یا مساوی با ۶۰ dB و در فرکانس‌های ۵۰۰ Hz تا ۶۳۰۰ Hz بزرگتر از یا مساوی با ۴۵ dB باشد. جدایی کانال A از کانال B عبارت است از $۲۰\ Log\frac{(U_A)_A}{(U_A)_B}\ dB$ و جدایی کانال B از کانال A برابر است با $۲۰\ Log\frac{(U_B)_B}{(U_B)_A}\ dB$ که در آن $(U_A)_A$ ولتاژ خروجی کانال A، $(U_B)_B$ ولتاژ خروجی کانال B، $(U_A)_B$ ولتاژ خروجی کانال A به واسطه ولتاژ ورودی اعمال شده به کانال B، $(U_B)_A$ ولتاژ خروجی کانال B به واسطه ولتاژ ورودی اعمال شده به کانال A است. بدیهی است که فقط اگر $(U_A)_A=(U_B)_B$ باشد جدایی و همشنوایی[2] با هم معادل خواهند بود.

1- Tracks

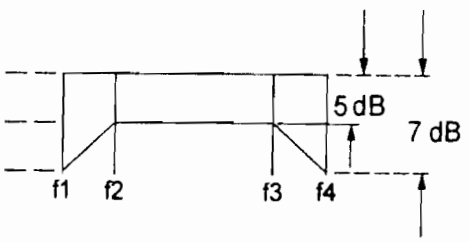
2- Crosstalk

۳-۸ جدایی بین ردهای مجاور مرتبط (استریو)

جدایی بین ردهای مجاور مرتبط بایستی در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز بزرگتر از یا مساوی با ۲۶ dB و در فرکانسهای ۵۰۰ Hz تا ۶۳۰۰ Hz بزرگتر از یا مساوی با ۲۰ dB باشد. جدایی کانال L از کانال R بنا به تعریف عبارت است از $20\ Log\frac{(U_L)_L}{(U_L)_R}\ dB$ و جدایی کانال R از کانال L برابر است با $20\ Log\frac{(U_R)_R}{(U_R)_L}\ dB$ که در آن $(U_L)_L$ ولتاژ خروجی کانال L, $(U_R)_R$ ولتاژ خروجی کانال R, $(U_L)_R$ ولتاژ خروجی کانال L به واسطه اعمال ولتاژ ورودی به کانال R, $(U_R)_L$ ولتاژ خروجی کانال R به واسطه اعمال ولتاژ ورودی به کانال L می‌باشد. قابل توجه است که فقط اگر $(U_R)_R=(U_L)_L$ باشد جدایی و همشنوایی با یکدیگر معادل خواهد بود.

۳-۹ گسترهٔ فرکانسی موثر بازسازی

حداکثر انحراف از پاسخ همواره بازسازی در گسترهٔ فرکانسی مشخص شده با استفاده از نوار صوتی کالیبره شده معینی به صورت شکل ۷-۱ خواهد بود.



f_1 = ۴۰ Hz

f_2 = ۲۵۰ Hz

f_3 = ۶۳۰۰ Hz

f_4 = ۱۲۵۰۰ Hz

اگر گسترهٔ فرکانسی مورد نظر از حداقل الزامات ۴۰ Hz تا ۱۲۵۰۰ Hz وسیعتر باشد، تولرانس ۷ dB هنوز باید اعمال شود.

شکل ۷-۱گسترهٔ فرکانسی موثر بازسازی

۱۰-۳ گسترهٔ فرکانسی موثر کل

حداکثر انحراف مشخصه کل از پاسخ هموار در گسترهٔ فرکانسی مشخص شده با استفاده از نوار کالیبره شده معین و نوار مرجع معین مطابق شکل ۷-۱ خواهد بود.

۱۱-۳ نسبت سیگنال به سیگنال پاک شده

نسبت سیگنال به سیگنال پاک شده باید بزرگتر از یا مساوی ۶۰ dB در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز باشد. تضعیف پاک شدگی بنا به تعریف عبارت است از $20\ Log\frac{U0}{U}\ dB$ که در آن Uo ولتاژ نامی خروجی و U ولتاژ مانده خروجی می‌باشد.

۱۲-۳ ترازنامه ضبط

تراز نامی ضبط ترازی است که توسط سازنده مشخص شده و هنگامی که روی نوار مرجع ضبط می‌شود سبب تولید ولتاژ نامی خروجی در دو سرامپدانس نامی بار به ازای تنظیم مناسبی از کنترلهای بهره بازسازی شده و اعوجاج هارمونیک سوم ۳٪ گردد. فرکانس سیگنال باید ۳۱۵ Hz در سرعتهای ۴/۷۶ cm/s و ۹/۵۳ cm/s و ۱۰۰۰ Hz در سرعتهای ۱۹/۰۵ cm/s و ۳۸/۱ cm/s باشد. اعوجاج هارمونیک سوم مطابق بند فرعی ۱۲-۳-۶ استاندارد IEC 60094-3 اندازه‌گیری خواهد شد.

۱۳-۳ حداکثر زمان شروع تا رسیدن سرعت ضبط یا بازسازی

حداکثر زمان شروع تا رسیدن به سرعت ضبط یا بازسازی باید از یک ثانیه کوچکتر یا با آن برابر باشد.

۱۴-۳ اتصالات مکانیکی و الکتریکی

اتصالات مکانیکی باید مطابق استاندارد IEC 60268-14A و اتصالات الکتریکی باید بر طبق استاندارد IEC 60268-15 انجام پذیرد.

۱۵-۳ مشخصه‌هایی که باید تعیین شود

مشخصه‌هایی که در این بخش درج شده است باید در مشخصات فنی و برگه توضیحی تولیدات سازنده مطرح و ارائه شود. همچنین سازنده باید نوارهای مرجع مورد استفاده در اندازه‌گیری کلی و

نوارهای کالیبره سازی مورد استفاده در اندازه‌گیری بازسازی را مشخص و ارائه نماید.

۴ تقویت کننده‌ها

در این بخش مشخصات فنی پیش تقویت کننده‌های خطی و متعادل کننده، تقویت کننده‌های توان و تقویت‌کننده‌های مجتمع مورد بررسی قرار گرفته و حداقل الزامات برای این نوع دستگاهها تعیین می‌گردد.

۱-۴ استانداردهای اندازه‌گیری

تمام اندازه‌گیریها باید بر طبق روشها و شرایط عمومی اندازه‌گیری مندرج در استانداردهای IEC 60581-1 و IEC 60268-3 صورت پذیرد. در مواردی از اندازه‌گیریها که لازم است ورودی به امپدانس نامی منبع متصل شود شرایط زیر باید ملاک عمل قرار گیرد.

- ورودی‌هایی با امپدانس یا ولتاژ بالای متعادل نشده: ۲۲KΩ /۲۵۰ PF
- ورودی‌هایی با ولتاژ پایین متعادل شده (ورودی‌های پیک‌آپ حساس به سرعت یا مشابه) ۲/۲KΩ
- ورودی‌های میکروفون: توسط سازنده مشخص خواهد شد.
- درمواردی از اندازه‌گیری که لازم است نیروی الکتروموتیو نامی منبع اعمال شود مقادیر emf زیر بایستی جایگزین مقادیری گردد که توسط سازنده ذکر شده است.
- ورودی‌هایی با ولتاژ یا امپدانس بالای متعادل نشده ۵۰۰ mV
- ورودی‌هایی با ولتاژ پایین متعادل شده (ورودی‌های پیک آپ حساس به سرعت یا مشابه) 5mV در ۱۰۰۰ Kz
- ورودی‌های میکروفون ۱۰ dB بالاتر از مقادیر حداقل emf منبع ذکر شده توسط سازنده برای ورودی هر میکروفون ذیربط.

۲-۴ گسترهٔ فرکانسی موثر

گسترهٔ فرکانسی موثر از ۴۰ Hz تا ۱۶۰۰۰ Hz با تولرانس ۱/۵ dB± برای ورودیهای متعادل نشده مرتبط با فرکانس ۱۰۰۰ Hz و با تولرانس ۲ dB± برای ورودیهای متعادل شده مرتبط با فرکانس ۱۰۰۰ Hz باید امتداد داشته باشد. اگر گسترهٔ فرکانسی موثر مورد ادعا از حداقل ضبواط ۴۰ Hz تا ۱۶۰۰۰ Hz وسیعتر باشد تولرانس‌های فوق همچنان باید ملاک عمل قرار گیرد.

۳-۴ تغییرات بهره

در گسترهٔ فرکانسی ۲۵ Hz تا ۶۳۰۰ Hz تغییرات بهره باید از ۴۰ dB کمتر یا با آن مساوی باشد. این مقدار به تنظیم کنترل حجم صدا از مقدار حداکثر تا ۴۶ dB- کمتر مربوط می‌گردد.

۴-۴ اعوجاج هارمونیک کل

اعوجاج هارمونیک کل برای پیش تقویت کننده‌ها باید از ۰/۵٪، برای تقویت کننده‌های توان باید از ۰/۵٪ و برای تقویت کننده‌های مجتمع باید از ۰/۷٪ کمتر یا با آن مساوی باشد.اعوجاج هارمونیک کل در توان خروجی نامی تقویت کننده‌ها و در ولتاژ خروجی نامی پیش تقویت کننده‌ها در گسترهٔ فرکانسی موثر حداقل ۴۰ Hz تا ۱۶۰۰۰ Hz از مقادیر فوق تجاوز نخواهد کرد. علاوه بر این در هر تراز خروجی بالای ۲۶ dB- نسبت به توان یا ولتاژ نامی خروجی، اعوجاج هارمونیک کل نباید از مقادیر اعوجاج مشخص شده بیشتر شود. در مورد تقویت کننده‌های توان و مجتمع، توان خروجی می‌تواند ۳ dB (نسبت به مقدار نامی) افت داشته باشد. این افت در مقادیر مشخص شده فوق برای اعوجاج و در فرکانسهای بین ۴۰ Hz و ۶۳ Hz و بین ۱۲۵۰۰ Hz و ۱۶۰۰۰ Hz مجاز است.

۵-۴ توان نامی خروجی

توان نامی خروجی به ازای هر کانال باید از ۱۰ W بزرگتر یا با آن مساوی باشد. این توان برای اعوجاج هارمونیک کل مندرج در بند ۴-۴ مشخص می‌شود. در مورد تقویت کننده‌های چند کانالی، توان نامی خروجی در حالتی که تمام کانالها به طور همزمان در توان نامی خروجی کار می‌کنند تعیین خواهد شد. تقویت کننده باید قادر به تحویل توان نامی خروجی در اعوجاج نامی به مدت حداقل ۱۰ دقیقه درحالتی که تمام کانالها به طور همزمان با توان نامی خروجی کار می‌کنند و دمای محیط بین ۱۵ درجه سانتیگراد و ۳۵ درجه سانتیگراد است باشد.

۶-۴ نیروی محرکه الکتریکی منبع (emf) اضافه بار

نیروی محرکه الکتریکی منبع اضافه بار بایستی برای ورودی‌های متعادل نشده در ۱۰۰۰ Hz از ۲V بزرگتر یا با آن مساوی بوده و برای ورودیهای متعادل شده در ۱۰۰۰ Hz از ۳۰ mV بزرگتر یا با آن مساوی باشد.

۷-۴ تضعیف همشنوایی (بین کانالها)

بر اساس استاندارد IEC 60268-3 تضعیف همشنوایی به صورت زیر تعریف می‌گردد.

تضعیف همشنوایی از کانال L به کانال R

$$۲۰\ Log \frac{(U_L)_L}{(U_R)_L}\ dB$$

تضعیف همشنوایی از کانال R به کانال L

$$۲۰\ Log \frac{(U_R)_R}{(U_L)_R}\ dB$$

که در آن $(U_L)_L$ ولتاژ خروجی کانال L، $(U_R)_R$ ولتاژ خروجی کانال R، $(U_L)_R$ ولتاژ خروجی کانال L به واسطه ولتاژ ورودی اعمال شده به کانال R و $(U_R)_L$ ولتاژ خروجی کانال R به واسطه ولتاژ ورودی اعمالی به کانال L می‌باشد.

تضعیف همشنوایی در گسترهٔ فرکانسی ۲۵۰ Hz تا ۱۰۰۰۰ Hz بایستی از ۳۰ dB بزرگتر یا با آن مساوی بوده و در فرکانس ۱۰۰۰ Hz باید از ۴۰ dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد. این مقادیر به ازای تنظیم‌های کنترل حجم صدا از حداکثر تا ۴۰ dB- پایین‌تر از آن قابل اعمال می‌باشد.

۸-۴ تضعیف همشنوایی (بین ورودیها)

تضعیف همشنوایی از کانال A به کانال B عبارت است از:

$$۲۰\ Log \frac{(U_A)_A}{(U_B)_A}\ dB$$

تضعیف همشنوایی از کانال B به کانال A برابر است با

$$۲۰\ Log \frac{(U_B)_B}{(U_A)_B}\ dB$$

که در آن $(U_A)_A$ ولتاژ خروجی A، $(U_B)_B$ ولتاژ خروجی کانال B، $(U_A)_B$ ولتاژ خروجی کانال A بواسطه ولتاژ ورودی اعمال به کانال B و $(U_B)_A$ ولتاژ خروجی کانال B به واسطه ولتاژ ورودی اعمالی به کانال A است.

تضعیف همشنوایی بین ورودی‌ها در محدوده فرکانسی ۲۵۰ Hz تا ۱۰۰۰۰ Hz باید از ۴۰ dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد همچنین تضعیف در فرکانس ۱۰۰۰ Hz بایستی از ۵۰ dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد.

۹-۴ نسبت سیگنال به نویز باند وسیع

بر اساس استاندارد IEC 60268-3 نسبت سیگنال به نویز باند وسیع در پیش تقویت کننده‌ها به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$۲۰\ Log \frac{U_X}{U_۲}\ dB$$

که در آن Ux ولتاژ خروجی مرجع $U_۲$ ولتاژ خروجی نویز است. این نسبت سیگنال به نویز بایستی از

dB ۵۳ بزرگتر یا با آن مساوی باشد. ضابطه فوق باید در تمام موقعیتهای کنترل حجم صدا، از موقعیتی که سبب ایجاد ولتاژ خروجی نامی به ازای emf ورودی نامی مربوطه می‌گردد تا موقعیتی که باعث ایجاد dB ۲۳ تضعیف می‌شود رعایت گردد.

در تقویت کننده‌های توان و مجتمع، نسبت سیگنال به نویز باند وسیع به صورت زیر قابل تعریف است:

$$10\ Log\frac{P_X}{P_2^{'}}\ \ dB$$

که در آن P_x توان خروجی مرجع و $P_2^{'}$ توان خروجی نویز است. در تقویت کننده توان (بدون کنترل حجم صدا) این نسبت بایستی از dB ۸۱ بزرگتر یا مساوی آن باشد. توان خروجی مرجع P_x همان توان خروجی نامی خواهد بود. در تقویت کننده مجتمع (تقویت کننده توان با پیش تقویت کننده مجتمع) دو حالت زیر بایستی ملاک عمل قرار گیرد.

الف- نسبت سیگنال به نویز باند وسیع بایستی از dB ۵۸ بزرگتر یا مساوی آن باشد.

این ضابطه باید در آن موقعیتی از کنترل حجم صدا برآورده شود که سبب تولید توان خروجی نامی در حالتی که تقویت کننده با نیروی الکتروموتیو نامی منبع مربوط تغذیه گردد می‌شود. توان خروجی مرجع Px همان توان خروجی نامی خواهد بود.

ب- نسبت سیگنال به نویز باند وسیع باید از dB ۷۸ بزرگتر یا با آن مساوی باشد. این الزامات باید در آن موقعیتی از کنترل حجم صدا برآورده شود که باعث ایجاد توان خروجی dB ۲۳ پایین‌تر از توان نامی خروجی در حالتی گردد که تقویت کننده با emf نامی منبع تغذیه می‌شود. توان خروجی مرجع همان توان نامی خروجی خواهد بود.

۱۰-۴ نسبت سینگال به نویز وزن داده شده

با توجه به مفاد استاندارد IEC 60268-3 همان تعاریف سیگنال به نویز باند وسیع مندرج در بند ۴-۹ این بخش قابل تسری به نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده در پیش تقویت کننده‌ها، تقویت کننده توان و مجتمع می‌باشد. با این تفاوت که فیلتر باند وسیع مورد استفاده در اندازه‌گیری نویز در استاندارد IEC 60281-1 مشخص شده و فیلتر وزن دهی مورد استفاده در اندازه‌گیری نویز دارای پاسخ فرکانسی منطبق با استاندارد IEC 179 (منحنی وزن دهی A) خواهد بود.

در مورد پیش تقویت کننده‌ها نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده باید از dB ۶۳ بزرگتر یا با آن مساوی باشد. این ضابطه باید در تمام موقعیتهای کنترل حجم صدا برآورده شود یعنی از موقعیتی که به ازای emf نامی منبع مربوط باعث تولید ولتاژ خروجی نامی می‌گردد تا موقعیتی که dB ۲۳ تضعیف را می‌دهد.

در مورد تقویت کننده توان (بدون کنترل حجم) این نسبت سیگنال به نویز باید از dB ۸۶ بزرگتر یا با آن مساوی باشد. توان خروجی مرجع P_x همان توان نامی خروجی خواهد بود.

در تقویت کننده مجتمع (تقویت کننده توان با پیش تقویت کننده مجتمع) دو حالت زیر باید ملاک عمل قرار گیرد).

الف ـ نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده باید از dB ۶۳ بزرگتر یا با آن مساوی باشد.

این ضابطه باید در آن موقعیتی از کنترل حجم صدا برآورده شود که سبب تولید توان خروجی نامی، در حالتی که تقویت کننده با نیروی الکتروموتیو نامی منبع مربوط تغذیه گردد، می‌شود. توان خروجی Px همان توان خروجی نامی خواهد بود.

ب ـ نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده باید از dB ۸۳ بزرگتر یا با آن مساوی باشد.

این الزامات باید در آن موقعیتی از کنترل حجم صدا برآورده شود که باعث ایجاد توان خروجی dB ۲۳ پایین‌تر از توان نامی خروجی در حالتی گردد که تقویت کننده با emf نامی منبع تغذیه می‌شود. توان خروجی مرجع همان توان نامی خروجی خواهد بود.

۱۱-۴ کنترل تعادل

پیش تقویت کننده‌ها و تقویت کننده‌های مجتمع استریوفونیک و چند کاناله باید مجهز به کنترلهای تعادل بوده (یا کنترلهای حجم صدای جداگانه برای هر کانال) و در هر کانال حداقل dB ۸ تغییرات بهره داشته باشد.

۱۲-۴ علامتگذاری کنترل‌ها

علامتگذاری کنترل‌ها باید مطابق استاندارد IEC 60268-1B انجام شده و گسترهٔ تنظیم بایستی علامتگذاری شود. این گسترهٔ تنظیم نباید از ۱۰٪ جابجایی کل کنترل تجاوز کند.

۱۳-۴ اتصالات مکانیکی و الکتریکی

اتصالات مکانیکی باید مطابق استاندارد IEC 60268-14A و اتصالات الکتریکی باید بر طبق استاندارد IEC 60268-15 انجام پذیرد.

۵ بلندگوها

مشخصات فنی مندرج در این بخش به بلندگوها و سیستم‌های بلندگو که دارای حفاظ می‌باشد قابل اعمال است. همچنین در سیستم‌هایی که توسط کاربر سوار و نصب می‌شود (که معمولاً آن را کیت‌های بلندگو می‌نامند) مشروط بر آنکه در دستورالعملهای سوار و نصب کردن آن الزامات معینی را رعایت کنند، مشخصات این بخش ملاک عمل خواهد بود. در این صورت حداقل الزامات این بخش به وسیله کامل به همراه حفاظ قابل اعمال است. باید توجه کرد که این مشخصات نمی‌تواند در بلندگوها و سیستم‌های بلندگو حاوی وسایل و ادوات فعال مورد استفاده قرار گیرد. در واحدهای بلندگوی نصب نشده نیز مشخصات مذکور ملاک عمل نخواهد بود.

اگرچه فنون موجود فعلی برای اندازه‌گیریهای مشهود و عینی قادر به ارزیابی کامل کیفیت بازسازی در بلندگو نمی‌باشد، معذالک اندازه‌گیریهای مذکور می‌تواند اطلاعات ضروری را در مورد کیفیت عملکرد تامین نماید. بنابراین این بخش در نظر دارد حداقل الزامات عملکرد و روشهای اندازه‌گیری برای بلندگوها و سیستم‌های بلندگو با توجه به محدودیتهای فوق‌الذکر را تعیین نماید.

۵-۱ استانداردهای اندازه‌گیری

تمام اندازه‌گیریها باید مطابق شرایط عمومی اندازه‌گیری مندرج در استانداردهای IEC 60581-1 و IEC 60268-5 صورت پذیرد. باید توجه شود که دقت اندازه‌گیریهای اکوستیکی در فرکانس‌های پایین به واسطه اندازه محدود اطاقهای غیرانعکاسی موجود و منابع متعدد خطا که بر اندازه‌گیریها در هوای آزاد تاثیر می‌گذارد شدیداً کاهش می‌یابد. بر طبق مفاد استاندارد IEC 60268-5 در مورد دقت اندازه‌گیریهای اکوستیکی، گسترهٔ فرانس که در آن خطاهای کل از ۲ dB± تجاوز نمی‌کند باید ذکر و مشخص شود.

اندازه‌گیریها باید با نویز صورتی فیلتر شده در ۱/۳ باند اوکتاو انجام شود مگر آنکه به صورت دیگری ذکر شده باشد. همچنین این اندازه‌گیریها در فاصله یک متر انجام گرفته و محور طویل‌تر سیستم بلندگو، محور عمودی آن خواهد بود مگر آنکه به صورت دیگری توسط سازنده بیان شود.

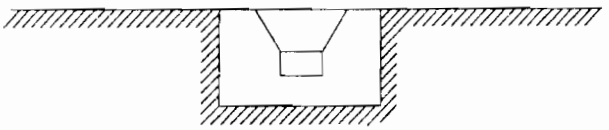
با توجه به تنوع زیاد بلندگوهای موجود با ویژگیهای آکوستیکی متفاوت و کاربرد در محیطهای اکوستیکی متفاوت، تعیین یک محیط اکوستیکی استاندارد که در آن آزمونها صورت پذیرد امکان‌پذیر نیست. بنابراین سازنده با توجه به نکات زیر محیط مذکور را مشخص خواهد کرد.

الف ـ فضای آزاد، بر طبق مفاد استاندارد IEC 60268-5 تحت عنوان «شرایط فضای آزاد» برای بلندگوهای طراحی شده جهت نصب آزاد.

ب ـ فضای نیمه، بر طبق روشهای اندازه‌گیری مندرج در استاندارد فوق برای بلندگوهای طراحی

شده جهت نصب روی دیوار یا قفسه.

ارتباط فضایی بین بدنه فرعی و حفاظ بلندگو باید مطابق شکل ۷-۲ بوده و اندازه بدنه فرعی بایستی حداقل ۵/۵m×۵/۵m (۱/۲ طول موجود در ۳۰ Hz) باشد.



شکل ۷-۲

از نقطه نظر کنترل تولید، سازنده‌ها می‌توانند از محیط اندازه‌گیری متفاوت با محیط توصیف شده در بندهای فرعی الف و ب این بند استفاده کنند. ایجاد ارتباط و همبستگی بین اندازه‌گیریهای به عمل آمده در محیط مشخص شده و محیط واقعی از جمله وظایف و مسئولیت‌های سازنده است.

۵-۲ حداقل الزامات

حداقل الزامات ارائه شده در بندهای ۵-۴ تا ۵-۱۴ در فضای آزاد و نیز در فضای نیمه بعنوان مشخصات فنی ملاک عمل خواهد بود.

۵-۳ مشخصه‌های اساسی که مشخصات فنی به آن وابسته می‌باشد.

۵-۳-۱ توان مشخصه

توانی است که بر اساس مفاد استاندارد IEC 60268-5 تحت عنوان «تراز فشار صوتی در باند فرکانسی مورد نظر» سبب ایجاد تراز فشار صوتی مشخصه ۹۴ dB در فاصله ۱ متر با استفاده از گسترهٔ فرانسی ثابت ۱۰۰ Hz تا ۸۰۰۰ Hz گردد. مقدار نامی مقدار ذکر شده توسط سازنده است. بر طبق استاندارد IEC 60268-5 گسترهٔ فرکانسی ثابت ۱۰۰ Hz تا ۸۰۰۰ Hz بکار برده شده در فرکانسهای‌مذکور در واقع‌فرکانسهای‌وسط باند (واسطه‌های هندسی بین فرکانس‌های حدی فوقانی و تحتانی) باندهای ۱/۳ اوکتاو متناظر می‌باشد. باید توجه شود که توان مشخصه در ارتباط با توان نامی تقویت کننده در نظر گرفته شده تا از دستیابی به تراز فشار صوتی کافی اطمینان حاصل شود.

۵-۳-۲ میانگین تراز فشار صوتی مشخصه

بر طبق استاندارد IEC 60268-5 با عنوان میانگین فشار صوتی در باند فرکانسی مورد نظر با استفاده از گسترهٔ فرکانسی ثابت ۱۰۰ Hz تا ۸۰۰۰ Hz این میانگین اندازه‌گیری می‌شود. فرکانس‌های ۱۰۰ Hz و ۸۰۰۰ Hz فرکانس‌های مرکزی باندهای ۱/۳ اوکتاو متناظر می‌باشد.
میانگین تراز فشار صوتی مشخصه (s.p.l)[1] را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$۲۰\text{Log}\ \frac{P_m}{P_o}$$

که در آن

Po = فشار صوتی مرجع استاندارد ($۲۰\ \mu P_a$)

Pm = میانگین فشار صوتی مشخصه

$$Pr = \left[\sum_{i=1}^{i=n} (Pi)^2\right]^{1/2}$$

که در آن

Pi = تراز مشخصه‌ای صوت در باند ۱/۳ اوکتاو، iام

n = تعداد کل باندها

در این مورد n به علت محدودیت گسترهٔ فرکانسی از ۱۰۰ Hz تا ۸۰۰۰ Hz برابر ۲۰ در نظر گرفته می‌شود. اگر میانگین تراز فشار صوتی مشخصه به ازای توان ورودی یک وات در هر باند ۱/۳ اوکتاو تعیین شود، توان مشخصه بند ۵-۳-۱ را می‌توان بر اساس رابطه زیر محاسبه کرد.

$$P_{ch} = ۱۰^{x}$$

که در آن $X = \frac{94 - L(Pm)}{10}$ بوده و Pch توان مشخصه بر حسب وات و $L(P_m)$ میانگین تراز فشار صوتی مشخصه‌ای است که به ازای توان ورودی یک وات در هر باند ۱/۳ اوکتاو تعیین می‌شود. فرمول تبدیل فوق به ما اطمینان می‌دهد که حساسیت بلندگو در گسترهٔ توان ورودی یک وات تا توان مشخصه تغییراتی از خود بروز نمی‌دهد. از آنجا که در برخی موارد این فرض قابل توجیه نیست باید بررسی لازم به عمل آمده و با اعمال توان مشخصه تراز فشار صوتی مورد لزوم ۹۴ dB در واقع به دست آید. در غیر این صورت تصحیح مناسب در مورد مقدار محاسبه شده توان مشخصه امری ضروری است.

۵-۴ پاسخ فرکانسی

حداقل الزامات از ۵۰ Hz تا ۱۲۵۰۰ Hz یعنی فرکانس‌های وسط باند (فرانس‌های میانگین در هر

1- Sound pressure level

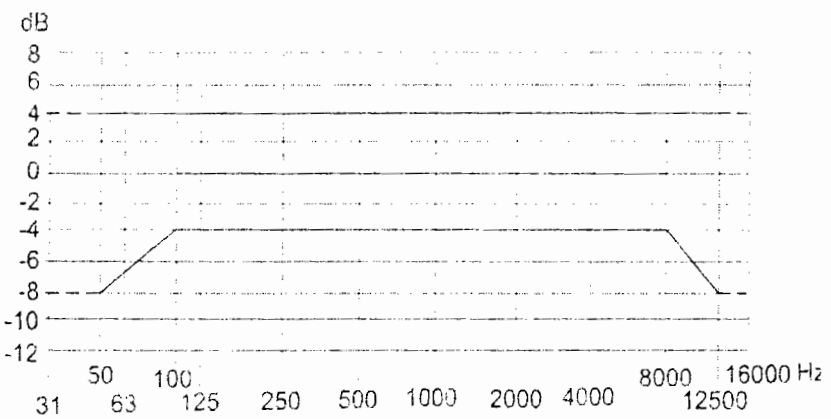
باند ۱/۳ اوکتاو) باید در محدوده تولرانسهای تعریف شده در نمودار شکل ۷-۳ ملاک عمل قرار گیرد. در این شکل خط صفردسیبل تراز فشار صوتی مشخصه منحنی پاسخ فرکانسی اندازه‌گیری شده بین ۱۰۰ Hz و ۸۰۰۰ Hz می‌باشد.

اندازه‌گیری پاسخ فرکانسی در شرایط فضای آزاد برای هر دو نوع بلندگوی مطروحه در بند ۵-۱ باید صورت پذیرد. در مورد بلندگوهای نصب شده بر روی دیوار یا قفسه، اندازه‌گیریها تحت شرایط فضای نیمه مندرج در بند ۵-۱ انجام خواهد شد.

منحنی حاصله و منحنی به دست آمده از اندازه‌گیری فضای آزاد روی هم قرار داده شده و این منحنی‌ها یکدیگر را در فرکانس $f=\frac{۳۶۰}{a}\ Hz$ قطع می‌کند که a بعد کوچکتر سطح جلویی حفاظ بلندگو برحسب متر است. منحنی مرکب که از پاسخ فضای نیمه در فرکانس‌های پایین و منحنی فضای آزاد در فرکانسهای بالا به وجود آمده، بعنوان پاسخ فرکانسی برای تعیین نحوه برآورده شدن حداقل الزامات مندرج در این بند بکار خواهد رفت.

۵-۵ گسترهٔ فرکانسی موثر

فرکانسهای حدی (برحسب فرکانسهای میانگین باندهای ۱/۳ اوکتاو مربوطه) در نقاطی تعیین شده است که در آن منحنی دامنه برحسب فرکانس محور افقی ۸ dB- را قطع می‌کند (در هر دو فرکانس Bass و Treble) (شکل ۷-۳ اگر گسترهٔ فرکانسی موثر مورد ادعا از حداقل الزامات ۵۰ Hz تا ۱۲۵۰۰ Hz وسیعتر باشد تولرانس‌های ۸ dB- و ۴ dB+ همچنان باید ملاک عمل قرار گیرد.



۶-۵ پاسخ جهت‌دار

منحنی‌های پاسخ فرکانسی در زوایای مشخص شده از محور مرجع بین ۲۰ درجه تا ۳۰ درجه در صفحه افقی و بین ۵ درجه و ۱۰ درجه در صفحه عمودی در هر دو طرف محور مرجع در هر مورد اندازه‌گیری خواهد شد. منحنی‌ها در محدوده تولرانس ±۴dB نسبت به منحنی اندازه‌گیری شده روی محور مرجع (بند ۵-۴) از ۲۵۰ Hz تا ۸۰۰۰ Hz قرار خواهد داشت. منحنی‌ها به نحوی توجیه و در یک راستا قرار خواهد گرفت که قسمتهای فرکانس پایین (که در آن بلندگو اساساً غیرجهت‌دار است) بر هم منطبق شود. سازنده باید زاویه دقیقی را که در آن منحنی فرکانسی ذیربط اندزاه‌گیری می‌شود مشخص و معرفی نماید.

۷-۵ اختلاف در پاسخ دامنه برحسب فرکانس

منحنی‌های پاسخ به دست آمده در امتداد محور مرجع برای بلندگوهایی از نوع مشابه که در سیستم‌های استریوفونیک بکار می‌رود، باید به نحوی باشد که ترازهای فشار صوتی متوسط مرتبط با هر یک از اوکتاوها که فرکانس وسط باند آن بین ۲۵۰ Hz و ۸۰۰۰ Hz قرار دارد، بیش از ۲ dB برای دو بلندگو در همان اوکتاو و اختلاف نداشته باشد. تبدیل به منظور همسان‌سازی مقادیر بدست آمده برای ۱/۳ اوکتاو با فرکانس وسط باند ۱۰۰۰ Hz از قبل صورت می‌پذیرد. تایید تحقق این شرایط با استفاده از نتایج آزمون بند ۵ ـ۴ و جمع کردن فشارهای صوتی مرتبط با باندهای ۱/۳ اوکتاو که مرکز آن فرکانسهای زیر می‌باشد و با بکار بردن فرمول مندرج در بند فرعی ۵-۳-۲ حاصل می‌شود.

اوکتاو اول	۲۰۰ Hz	۲۵۰	۳۱۵
اوکتاو دوم	۴۰۰ Hz	۵۰۰	۶۳۰
اوکتاو سوم	۸۰۰ Hz	۱۰۰۰	۱۲۵۰
اوکتاو چهارم	۱۶۰۰ Hz	۲۰۰۰	۲۵۰۰
اوکتاو پنجم	۳۱۵۰ Hz	۴۰۰۰	۵۰۰۰
اوکتاو ششم	۶۳۵۰ Hz	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰

۸-۵ اعوجاج هارمونیک کل مشخصه

بر طبق استاندارد IEC60268-5 اعوجاج هارمونیک مشخصه در ولتاژ ورودی ثابت ۴ dB پایین ولتاژ مربوط به توان مشخص و تحت شرایط عادی اندازه‌گیری باید از مقادیر زیر کمتر یا مساوی با آن باشد.

- از ۲۵۰ Hz تا ۲۰۰۰ Hz کمتر یا مساوی با ۲٪
- از ۲ KHz تا ۶/۳ KHz کمتر یا مساوی با ۱٪.

از پیکهای اعوجاج منفرد (حداکثر سه پیک) که از حد تولرانس مربوط تجاوز می‌کند صرفنظر خواهد شد، مگر آنکه پهنای آن در حد تولرانس بیش از ۱/۳ اوکتاو باشد. توان مشخصه، توان اندازه‌گیری شده برای بلندگوی مورد نظر بوده و نباید مقدار نامی توان مشخصه منظور گردد.

۵-۹ امپدانس

به ازای هر مقدار و هر تنظیم کنترلهای در دسترس کاربر، امپدانس نبایستی از ۸۰٪ امپدانس نامی در هر فرکانسی واقع در گسترهٔ ۲۰ Hz تا ۲۰۰۰۰ Hz کمتر باشد. بدیهی است که کنترل امپدانس به همان مقدار حداقل در خارج از این گسترهٔ فرکانسی نیز مطلوب خواهد بود تا از مشکلات حاصل از برخی انواع تقویت‌کننده‌ها پرهیز شود.

۵-۱۰ حداکثر توان و ولتاژ ورودی کوتاه مدت و درازمدت

به منظور اطمینان از کار رضایت‌بخش، در مورد مشخصه‌های حداکثر توان و ولتاژ ورودی کوتاه مدت و درازمدت بایستی به شرایط تطبیق استاندارد IEC 60268-15 با عنوان «تطبیق تقویت‌کننده‌ها و بلندگوها» رجوع شود.

۵-۱۱ اتصالات مکانیکی و الکتریکی

اتصالات مکانیکی، برطبق استاندارد IEC 60268-11 و اتصالات الکتریکی بر اساس استاندارد IEC 60268-5 انجام خواهد گرفت.

۵-۱۲ مشخصه‌هایی که باید تعیین شود

به طور کلی، بر طبق بند ذیربط یعنی «مشخصه‌هایی که باید تعیین شود» در استاندارد IEC 60268-5 باید عمل شود، معذالک فقط مشخصه‌های ذکر شده در این بخش به استثنای میانگین تراز فشار صوتی مشخصه و منحنی‌های پاسخ جهت‌دار باید در مشخصات فنی و برگه توضیحی تولیدات سازنده درج و ارائه شود. همچنین اطلاعاتی در مورد کاربرد بلندگو مانند «نصب روی دیوار» یا «نصب آزاد» و محیط آزمون باید ارائه گردد.

۶ میکروفون‌ها

در این بخش، مشخصات فنی میکروفون‌ها که در سیستمهای بازسازی صوتی با کیفیت بالا کاربرد دارد مورد بررسی قرار گرفته و حداقل الزامات برای این نوع دستگاهها تعیین گردیده است.

۶-۱ استانداردهای اندازه‌گیری

تمام اندازه‌گیریها باید مطابق شرایط عمومی اندازه‌گیری مندر در استاندارد IEC 60268-1, IEC 60581-4 صورت پذیرد.

۶-۲ پاسخ فرکانسی

الزامات پاسخ فرکانسی در دو مرحله تعریف می‌شود. در ابتدا یک پاسخ فرانسی نوعی تعریف و مشخص شده و سپس تغییرات و انحرافات مجاز از این پاسخ فرکانسی به منظور تعیین پاسخ فرکانسی اختصاصی هر میکروفون را مطرح می‌سازد. علت این امر عبارت است از اینکه امکان دارد پاسخ فرکانسی نوعی هموار، برای مثال در مورد میکروفون سولوئیست[1] (تک نواز) مطلوب نظر نباشد.

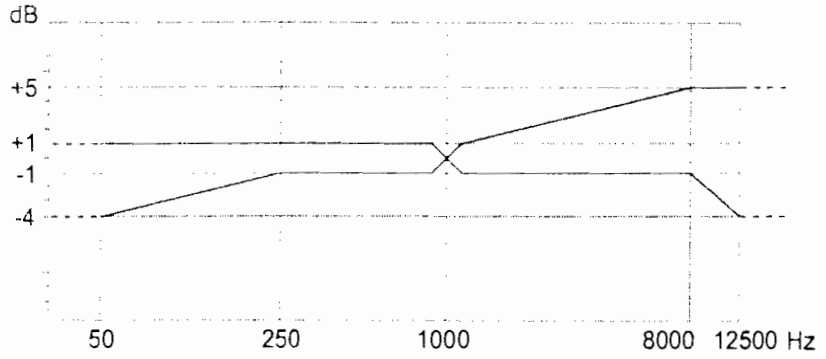
۶-۲-۱ گسترهٔ فرکانسی

گسترهٔ فرکانسی حداقل باید از فرکانس ۵۰ Hz تا ۱۲۵۰۰ Hz ادامه یابد.

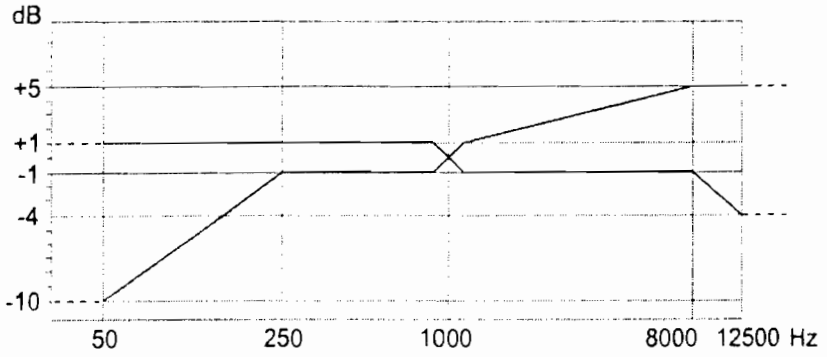
۶-۲-۲ پاسخ فرکانسی نوعی

منحنی پاسخ فرکانسی نوعی که توسط سازنده ارائه می‌شود، پاسخ فرکانسی میانگین میکروفون از آن نوع بوده و باید بین دو پنجره نشان داده شده و در شکل‌های ۷-۴ و ۷-۵ برای میکروفون‌های تمام جهتی و جهت‌دار قرار داشته باشد. اگر گسترهٔ فرکانسی مورد نظر وسیع‌تر از حداقل الزامات ۵۰ Hz و ۱۲۵۰۰ Hz باشد، محدودیتهای تولرانس نشان داده شده روی پنجره‌های شکلهای ۷-۴ و ۷-۵ در فرکانس‌های ۵۰ Hz و ۱۲۵۰۰ Hz در فرکانس‌های خارج از گسترهٔ مذکور نیز ملاک عمل خواهد بود.

1- Soloist



شکل ۷-۴ پاسخ فرکانسی میکروفون‌های تمام جهتی



شکل ۷-۵ پاسخ فرکانسی میکروفون‌های جهت‌دار

۳-۲-۶ پاسخ فرکانسی اختصاصی هر میکروفون

منحنی پاسخ فرکانسی اختصاصی هر میکروفون در چهارچوب تولرانس‌های زیر با منحنی پاسخ فرکانسی نوعی مرتبط خواهد بود.

۵۰ Hz- ۲۵۰ Hz ±۳ dB

۲۵۰ Hz- ۸۰۰۰ Hz ±۲/۵ dB

۸۰۰۰ Hz- ۱۲۵۰۰ Hz ±۳ dB

در گسترهٔ فرکانسی ۲۵۰ Hz تا ۸۰۰۰ Hz، شیب منحنی نباید از ۶ dB/octave تجاوز کرده و در فرکانسهای پایین‌تر و بالاتر تا فرکانسهای حدی مشخص شده در گسترهٔ فرکانسی نبایستی از ۹ dB/octave بیشتر باشد.

اگر گسترهٔ فرکانسی مورد نظر وسیعتر از حداقل الزامات ۵۰ Hz و ۱۲۵۰۰ Hz باشد، تولرانس ±۳ dB همچنان باید ملاک عمل قرار گیرد. با توجه به الزامات فوق‌الذکر در مورد شیب مجاز

حداکثر، از پیکها و فرو رفتگی‌های منحنی پاسخ فرکانسی در گسترهٔ فرکانسی کمتر از ۱/۸ اوکتاو صرفنظر خواهد شد.

۶-۳ اختلاف در حساسیتهای میکروفونهای مورد استفاده در استریوفونیک

حساسیت میکوفونهای استریو یا میکروفون‌هایی از همان نوع که در تجهیزات بکار می‌رود باید به نحوی طراحی و ساخته شده باشد که حساسیتهای متوسط مرتبط با باندهای فرکانسی ۱/۳ اوکتاو که فرکانسهای مرکزی آن بین ۲۵۰ Hz و ۸۰۰۰ Hz قرار دارد برای دو میکروفون و به ازای باند فرکانسی ۱/۳ اوکتاو یکسان، بیش از ۳ dB اختلاف نداشته باشد.

۶-۴ الگوی جهت‌دار[1]

در میکروفون‌های تمام جهتی، اختلاف بین مقادیر حداکثر و حداقل عبارت زیر:

$$۲۰\mathrm{Log}_{۱۰}\frac{U(\theta)}{U(\theta=0)}$$

که در بند فرعی a ۱-۱۳ استاندارد IEC 60268-4 تعریف شده، به ازای کلیه مقادیر θ بین صفر تا ۹۰ درجه نباید از مقادیر زیر تجاوز کند.

۲ dB در فرکانسهای کمتر از ۱۰۰۰ Hz

۴ dB در فرکانسهای بین ۱۰۰۰ Hz و ۵۰۰۰ Hz

۸ dB در فرکانسهای بین ۵۰۰۰ Hz و ۸۰۰۰ Hz

در میکروفون‌های جهت‌دار، پاسخ فرکانسی انحراف از محور[2] بین ۲۵۰ Hz و ۸۰۰۰ Hz نباید بیش از ۴ dB± با پاسخ فرکانسی محوری تفاوت داشته باشد. به طوری که به منظور یکسان سازی مقادیر به دست آمده در ۱۰۰۰ Hz قبلاً جابجایی صورت پذیرفته است. اگر پاسخ در هر زاویه و هر فرکانسی بیش از ۱۲ dB پایین‌تر از پاسخ محوری در همان فرکانس باشد، از انحراف پاسخ در آن زاویه و آن فرکانس صرفنظر خواهد شد.

۶-۵ شاخص حساسیت جلو به هر جهت اتفاقی (فقط برای میکروفونهای جهت‌دار)

بر طبق بند فرعی ۲-۱۳ استاندارد IEC 60268-4، شاخص حساسیت جلو به هر جهت اتفاقی در گسترهٔ فرکانسی ۲۵۰ Hz تا ۸۰۰۰ Hz بایستی از ۳ dB بزرگتر یا با آن برابر باشد.

1. Directional Pattern 2. Off-axis

۶-۶ فشار اضافه بار صوت

مطابق بند فرعی ۲-۱۴ استاندارد IEC 60268-4 برای ترازهای فشار صوت حداکثر ۱۱۴ dB (نسبت به $۲۰\mu P_a$) اعوجاج هارمونیک کل در گسترهٔ فرکانسی ۲۵۰ Hz تا ۸۰۰۰ Hz نبایستی از یک درصد تجاوز نماید.

۶-۷ تراز فشار صوت معادل نامی به واسطه نویز داخلی

با توجه به مفاد بند فرعی ۱-۱۵ استاندارد IEC 60268-4، تراز مذکو بایستی از ۲۶ dB (نسبت به $۲۰\mu P_a$) نویز با سنیگنی A کمتر یا با آن برابر باشد.

۶-۸ حساسیت فضای آزاد

مطابق بند فرعی ۱-۱۰ و ۱-۲-۱۰ استاندارد IEC 60268-4، حساسیت هر میکروفون از نوع تعیین شده از قبل نبایستی بیش از ۳ dB± با حساسیت نامی در ۱۰۰۰ Hz که توسط سازنده برای آن نوع میکروفون مشخص شده است تفاوت داشته باشد.

۶-۹ اتصالات مکانیکی و الکتریکی

اتصالات مکانیکی مطابق استاندارد IEC 60268-11 و اتصالات الکتریکی باید بر اساس استاندارد IEC 60268-15 انجام پذیرد. در این استاندارد، مقادیر استاندارد برای حساسیت نامی، امپدانس نامی، امپدانس بارنامی ارائه شده است.

۶-۱۰ مشخصه‌هایی که باید تعیین شود

مشخصه‌هایی که در این بخش درج شده است باید در مشخصات فنی و برگه توضیحی تولیدات سازنده مطرح و ارائه شود. الزامات بند فرعی ۲۰ استاندارد IEC 60268-4 نیز بایستی ملاک عمل قرار گیرد. همچنین تولیدکننده بایستی وظایف و عملکرد هر سویچ و کنترل موجود در میکروفون یا تجهیزات مربوط را مشخص نماید.

۷ دستگاههای ترکیب کننده

در این بخش، مشخصات فنی دستگاههای ترکیب کننده که در سیستم‌های بازسازی صوتی با کیفیت خوب کاربرد دارد مورد بررسی قرار گرفته و حداقل الزامات برای این نوع تجهیزات تعیین

گردیده است. باید توجه شود که الزامات مندرج در این بخش همیشه مشخصات اضافی و تکمیلی، علاوه بر مقادیر مربوط برای یکایک دستگاههای مندرج در سایر قسمتهای این فصل نبوده و در حقیقت بر نیازهای تعیین شده توسط معیارهای هر مورد مبتنی است.

۷-۱ تعاریف و اصطلاحات

دستگاه ترکیب کننده را می‌توان به دو صورت زیر تعریف و از سایر دستگاهها و تجهیزات متمایز ساخت.

الف- ترکیبی از واحدهای جداگانه و متشکل از دو یا چند واحد مستقل که به صورت توام و یکی توسط سازنده تولید شده می‌باشد و استفاده از آن به نحو جداگانه یا تعویض آزاد آن با واحدهایی ازهمان نوع مورد نظر نمی‌باشد.

ب- دستگاهی است به صورت ترکیبی یک پارچه که در آن دو یا چند کارکرد تجهیزات اساسی در یک محفظه پیش‌بینی و منظور شده و یا به طور مکانیکی به یکدیگر وصل شده است و بدین علت نمی‌توان هر کارکرد را از سایر کارکردها جدا نمود.

۷-۲ الزامات عمومی برای دستگاه ترکیب کننده

دستگاه ترکیب کننده باید دارای شرایط و ویژگیهای مطابق با حداقل الزامات مندرج در این بخش باشد. در مورد ترکیب واحدهای جداگانه، لزومی ندارد مشخصات اتصالات داخلی بین واحدها با الزامات مربوط به نوع اتصالات و مقادیر ارجح برای اتصالات داخلی تطبیق داشته باشد. بهرحال اتصالات سایر واحدهایی که همراه دستگاه ترکیب کننده تولید و به بازار فرستاده نشده است بایستی این الزامات را رعایت کنند. مقادیر مشخصه‌های اندازه‌گیری شده در اتصالات داخلی بین واحدها می‌تواند با الزامات مشخصه‌های مذکور در آن نقطه اندازه‌گیری منطبق نباشد، مشروط بر آنکه مشخصه‌های کلی ترکیب با الزامات این بخش هماهنگ باشد. مقادیر مشخصه‌های اندازه‌گیری شده در اتصالات داخلی بین واحدهای ترکیب کننده‌ها و سایر واحدهایی که همراه دستگاه ترکیب کننده تولید و به بازار ارسال نشده است به هر صورت باید با این الزامات منطبق باشد.

در مورد ترکیب کننده‌های یک پارچه، الزامات عملکرد ارائه شده در سایر قسمتهای این بخش با کارکردهای انفرادی دستگاه ترکیب کننده یکپارچه فقط هنگامی منطبق خواهد بود که همان کارکرد را بتوان در رابط با دستگاه دیگری (که بخشی از ترکیب کننده نیست) بکار برد و اتصالات داخلی برای این دستگاه دیگر باید با الزامات اتصالات و مقادیر الکتریکی ارجح برای اتصالات داخلی هماهنگ باشد.

۳-۷ بخش تقویت کننده دستگاه ترکیب کننده

۱-۳-۷ شرایط اندازه‌گیری

تمام اندازه‌گیریها باید بر اساس شرایط اندازه‌گیری مندرج در استاندارد IEC 60581-6، بخش ۶ تقویت کننده‌ها، صورت پذیرد.

۲-۳-۷ حداقل الزامات مشخصه‌های مختلف و روشهای اندازه‌گیری مربوط به آن

بخش تقویت کنندهٔ دستگاه ترکیب کننده، حداقل الزامات مندرج در استاندارد IEC 60581-6 برای مشخصه‌های زیر را رعایت خواهد کرد.

بند ۷: «توان خروجی نامی»

بند ۱۰: «تضعیف همشنوایی بین ورودی‌ها»

بند ۱۳: «کنترل تعادل»

بند ۱۴: «کنترل بلندی صدا»

بند ۱۵: «پایداری حرارتی»

بند ۱۶: «پایداری الکتریکی»

بند ۱۷: «حفاظت اتصال کوتاه»

بند ۱۸: «علامت‌گذاری کنترل‌ها»

۴-۷ ترکیب دستگاه گرامافون و تقویت کننده‌ها

۱-۴-۷ شرایط اندازه‌گیری

تمام اندازه‌گیریهاباید بر طبق شرایط اندازه‌گیری مندرج دراستاندارد IEC 60581-3وIEC 60581-6 انجام شود.

تمام مشخصه‌های مندرج در بند ۷-۴-۳-۱ لغایت ۷-۴-۳-۶ این فصل و نیز بند ۷-۴-۲ با عنوان نسبت سیگنال به صدای خرخر[1] وزن داده شده و وزن داده نشده بایستی در ترمینالهای خروجی بخش تقویت کننده و با استفاده از دیسکهای آزمایشی ذیربط اندازه‌گیری شود.

در هر صورت، اعوجاج هارمونیک کل بخش تقویت کننده باید مطابق استاندارد IEC 60268-3 در خود تقویت کننده اندازه‌گیری شود. به استثنای مواردی که به صراحت ذکر می‌شود، اندازه‌گیریها در موقعیتی از کنترل حجم صدای متناظر با خروجی برابر با خروجی مرجع (۱۰ دسیبل پایین خروجی

نامی) انجام گرفته و کنترل‌ها منحنی پاسخ فرکانسی صوتی را به چنان وضعیتی تغییر دهد که با الزامات استاندارد IEC 60581-6 (موقعیت «هموار») منطبق باشد.

۷-۴-۲ حداقل الزامات مشخصه‌های مکانیکی و روشهای اندازه‌گیری آن

مشخصه‌های مکانیکی دستگاه گرامافون بایستی بر طبق روش مناسب مندرج در بند ذیربط در استاندارد IEC 60581-3 اندازه‌گیری شده و با حداقل الزامات بیان شده در آن استاندارد منطبق باشد. ضابطه فوق شامل مشخصه‌های زیر می‌باشد:

بند ۴: «انحراف میانگین از سرعت نامی»

بند ۵: «نوسانات کند و تند صوتی وزن داده شده»

بند ۶: «نسبت سیگنال به صدای خرخر مرجع وزن داده نشده»

بند ۷: «نسبت سیگنال به صدای خرخر مرجع وزن داده شده»

بند ۱۳: «قابلیت ردگیری»

بند ۱۵: «زاویه ردگیری عمومی»

بند ۱۶: «نیروی عمودی استاتیک سوزن»

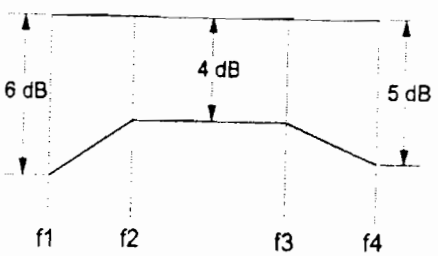
بند ۱۷: «شعاع نوک سوزن»

۷-۴-۳ حداقل الزامات مشخصه‌های الکتریکی و روشهای مشخصه الکتریکی و روشهای اندازه‌گیری آن

علاوه بر حداقل الزامات برای مشخصه‌های بخش تقویت کننده در بند ۷-۳-۲ مشخصات دستگاه ترکیب کننده باید با حداقل الزامات تعیین شده برای مشخصه‌های زیر نیز منطبق باشد.

۷-۴-۳-۱ گسترهٔ فرکانسی موثر

اندازه‌گیری این مشخصه باید بر اساس بند «مشخصه‌های سیگنال» در استاندارد IEC 60098A صورت پذیرد. حداقل الزامات این مشخصه باید از ۴۰ Hz تا ۱۲۵۰۰ Hz در تولرانس‌های تعریف شده در شکل ۷-۶ باشد.



شکل ۷-۶

که در آن f_1=۴۰ Hz و f_2=۶۳ Hz f_3= ۸۰۰۰ Hz و f_4= ۱۲۵۰۰ Hz می‌باشد. اگر گسترهٔ فرکانسی موثر مورد ادعا وسیع‌تر از حداقل الزامات ۴۰ Hz و تا ۱۲۵۰۰ Hz باشد. تولرانس‌های ۶ dB و ۴ dB همچنان باید رعایت شود.

۷-۴-۳-۲ عدم تعادل کانال

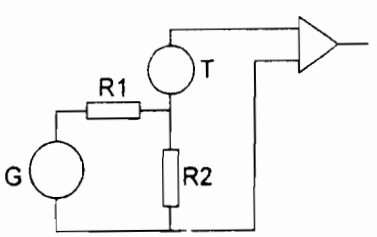
اندازه‌گیری این مشخصه باید با توجه به بند «عدم تعادل کانال» استاندارد IEC 60098A انجام گردد. عدم تعادل کانال باید در ۱۰۰۰ Hz کمتر یا مساوی با 5dB باشد. باید توجه کرد که حد فوق هنگامی که مقدار کنترل حجم صدا ۴۶ دسیبل از مقدار حداکثر آن پایین‌تر است برقرار خواهد بود.

۷-۴-۳-۳ جدایی کانال

روش اندازه‌گیری این مشخصه در بند «جدایی» استاندارد IEC 60098A ارائه شده است. بر اساس این بند «جدایی کانال» بایستی در ۱۰۰۰ Hz بزرگتر یا مساوی با ۲۰ dB باشد. همچنین در بین فرکانسهای ۳۱۵ Hz و ۶۳۰۰ Hz جدایی کانال باید بزرگتر یا مساوی ۱۵ dB باشد. این ادعا در شرایطی ملاک عمل می‌باشد که مقدار کنترل حجم صدا به اندازه ۴۰ dB از مقدار حداکثر آن پایین‌تر باشد.

۷-۴-۳-۴ اعوجاج هارمونیک کل

اعوجاج هارمونیک کل باید بر طبق استاندارد IEC 60268-3 با استفاده از شکل ۷-۷ برای سیستم پیک ـ آپ صورت پذیرد.



برای تطبیق با مولد R1=G مولد فرکانس صوتی = G

امپدانس ترانسدیوسر >>R2 ترانسدیوسر (مرتبط با سیستم پیک - آپ) = T

شکل ۷-۷

حداقل الزامات بخش تقویت کننده باید بر طبق استاندارد IEC 60581-6 برای پیش تقویت‌کننده‌ها و تقویت‌کننده‌های مجتمع باشد.

۷-۴-۳-۵ نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده (باند وسیع)

بر طبق استانداردهای IEC 60098A و IEC 60268-3 روش اندازه‌گیری به شرح زیر است:

ترکیب با پیش تقویت‌کننده $20\ Log\frac{U0}{U}\ dB$ که در آن Uo ولتاژ خروجی مرجع و U ولتاژ خروجی نویز است.

ترکیب با تقویت کننده مجتمع: $10\ Log\frac{Po}{P}\ dB$ که در آن Po توان خروجی مرجع و P توان خروجی نویز است.

لازم به یادآوری است که فیلتر باند وسیع مورد استفاده در اندازه‌گیری نویز در استاندارد IEC 60268-1 معرفی و مشخص شده است.

نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده (باند وسیع) در شرایط ترکیب با پیش تقویت کننده باید بزرگتر یا مساوی ۵۰ dB باشد. این ضابطه باید به ازای تمام مقادیر کنترل حجم صدا برقرار باشد یعنی از مقداری که در آن ولتاژ خروجی نامی را مطابق استاندارد IEC 60098A تولید می‌کند تا مقدار یا موقعیتی از کنترل حجم که در آن ۲۳ dB تضعیف را به وجود می‌آورد.

ولتاژ خروجی مرجع Uo عبارت است از آن ولتاژ خروجی که در هنگام بازسازی بخش تراز دیسک آزمایشی به ازای موقعیت بخصوصی از کنترل حجم صدا، به وجود می‌آید.

برای نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده (باند وسیع) در شاریط ترکیب با تقویت کنندهٔ مجتمع (تقویت کنندهٔ توان با پیش تقویت کنندهٔ مجتمع) دو ضابطه زیر برقرار خواهد بود.

الف- این نسبت باید بزرتر یا مساوی ۵۰ dB باشد. این ضابطه هنگامی ملاک عمل خواهد بود که موقعیت کنترل حجم صدا توان خروجی نامی را به نحوی به وجود آورد که به ازای بخش تراز دیسک آزمایشی بر طبق استاندارد IEC 60098A بازسازی می‌شود. توان خروجی مرجع Po توان خروجی نامی خواهد بود.

ب- این نسبت باید بزرگتر یا مساوی ۷۳ dB باشد، این ضابطه هنگامی ملاک عمل خواهد بود که موقعیت کنترل حجم صدا، توان خروجی ۲۳ dB پایین‌تر از توان خروجی نامی را به وجود آورده و بخش تراز دیسک آزمایشی مندرج در بند (الف) فوق را بازسازی نماید. توان خروجی مرجع Po توان خروجی نامی خواهد بود.

باید توجه کرد که الزامات فوق سبب اطمینان از حصول نسبت سیگنال به نویز موثر تقریباً ۵۰ dB در موقعیتهای مورد استفاده کنترل حجم صدا می‌شود مشخصه‌های بلندگوی مورد

استفاده می‌تواند بر قابلیت شنیدن هام[1] باقیمانده اثر بگذارد.

۷-۴-۳-۶ نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده

با استناد به استانداردهای IEC 60098A و IEC 60268 روش اندازه‌گیری به شرح زیر است:

ترکیب با پیش تقویت کننده: $20\ Log\frac{Uo}{U}\ dB$ که در آن Uo ولتاژ خروجی مرجع و U ولتاژ خروجی نویز است.

ترکیب با تقویت کننده مجتمع: $10\ Log\frac{P_0}{P}\ dB$ که در آن Pc توان خروجی مرجع و P توان خروجی نویز است.

لازم به یادآوری است که فیلتر وزنی A مورد استفاده اندازه‌گیری نویز در استاندارد IEC 60268-1 مشخص و تعریف شده است. نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده در شرایط ترکیب با پیش تقویت کننده بایستی بزرگتر یا مساوی ۵۳ dB خواهد بود. این ضابطه باید به ازای تمام مقادیر کنترل حجم صدا برقرار باشد یعنی از مقداری که در آن ولتاژ خروجی نامی را مطابق استاندارد IEC 60098A تولید می‌کند تا مقدار یا موقعیتی از کنترل حجم صدا که در آن ۲۳ dB تضعیف ایجاد می‌کند.

ولتاژ خروجی مرجع Uo عبارت است از آن ولتاژ خروجی که در هنگام بازسازی بخش تراز دسک آزمایشی به ازای موقعیت بخصوصی از کنترل حجم صدا به وجود می‌آید.

برای نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده در شرایط ترکیب با تقویت کننده مجتمع (تقویت کنندهٔ توان با پیش تقویت کنندهٔ مجتمع) دو ضابطه زیر برقرار خواهد بود.

الف- این نسبت باید بزرگتر یا مساوی ۵۳ دسیبل باشد. این ضابطه هنگامی ملاک عمل خواهد بود که موقعیت کنترل حجم صدا توان خروجی نامی را به نحوی به وجود می‌آورد که به ازای آن بخش تراز دیسک آزمایشی بر طبق استاندارد IEC 60098A بازسازی می‌شود. توان خروجی مرجع Po توان خروجی نامی خواهد بود.

ب- این نسبت باید بزرگتر یا مساوی ۷۶ dB باشد. این ضابطه هنگامی ملاک عمل خواهد بود که موقعیت کنترل حجم صدا، توان خروجی ۲۳ dB پایین‌تر از توان خروجی نامی را به وجود آورده و بخش تراز دیسک آزمایشی مندرج در بند ("الف) فوق را بازسازی نماید. توان خروجی مرجع Po توان خروجی نامی خواهد بود.

باید توجه کرد که الزامات فوق سبب اطمینان از حصول نسبت سیگنال به نویز موثر تقریباً ۵۳ dB در موقعیتهای مورد استفاده کنترل حجم صدا می‌شود. مشخصه‌های بلندگوی مورد استفاده می‌تواند بر قابلیت شنیدن هوم باقیمانده تاثیر داشته باشد.

۷-۵ ترکیب ضبط و بخش مغناطیسی با تقویت کننده‌ها

۷-۵-۱ شرایط اندازه‌گیری

تمام اندازه‌گیریها باید بر طبق شرایط اندازه‌گیری مندرج در استانداردهای IEC 60581-4 و IEC 60581-6 انجام شود.

تمام‌مشخصه‌های‌مندرج‌دربند فرعی ۷-۵-۳-۱ لغایت ۷-۵-۳-۸ این فصل در ترمینالهای خروجی بخش تقویت کننده با استفاده از نوارهای مرجع و یا کالیبراسیون مربوط اندازه‌گیری می‌شود.

بهرحال، اعوجاج هارمونیک کل بخش تقویت کننده در خود تقویت کننده و بر طبق IEC 60268-3 اندازه‌گیری می‌شود. به استثنای مواردی که به صراحت ذکر می‌شود، اندازه‌گیریها در موقعیتی از کنترل حجم صدای متناظر با خروجی برابر با خروجی مرجع (۱۰ dB پایین‌تر از خروجی نامی) و با استفاده از نوار مرجع و یا کالیبراسیون مربوط انجام گرفته و کنترل‌ها منحنی پاسخ فرکانس صوتی را به چنان وضعیتی تغییر دهد که با الزامات استاندارد IEC 60581-6 (موقعیت «هموار») منطبق باشد.

۷-۵-۲ حداقل الزامات مشخصه‌های مکانیکی و روشهای اندازه‌گیری آن

مشخصه‌های مکانیکی دستگاه ضبط و پخش مغناطیسی بایستی بر طبق روش مناسب مندرج در بند ذیربط در استاندارد IEC 60581-4اندازه‌گیری شده و با حداقل الزامات مندرج در آن استاندارد منطبق باشد، ضابطه فوق شامل مشخصه‌های زیر می‌باشد:

بند ۴: «انحراف میانگین از سرعت نامی»

بند ۵: «نوسانات کند و تند صوتی وزن داده شده»

بند ۱۵: «حداکثر زمان شروع تا سرعت ضبط یا پخش»

۷-۵-۳ حداقل الزامات مشخصه‌های الکتریکی و روشهای اندازه‌گیری آن

الف- علاوه بر حداقل الزامات برای مشخصه‌های بخش تقویت کننده در بند فرعی ۷-۳-۲، مشخصه‌های ذیل در هنگام اندازه‌گیری بر طبق روش مناسب اندازه‌گیری مندرج در بند ذیربط باید هماهنگ با حداقل الزامات ذکر شده در استاندارد IEC 60581-4 باشد.

بند ۹: «جدایی بین ردهای مجاور نامرتبط»

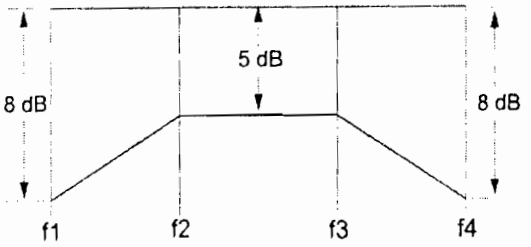
بند ۱۳: «نسبت سیگنال به سیگنال پاک شده (تضعیف پاک شدگی)

ب- اضافه بر موارد فوق، دستگاه ترکیب کننده با حداقل الزامات زیر برای مشخصه‌ها منطبق خواهد بود.

۷-۵-۳-۱ گسترهٔ فرکانسی موثر بازسازی

روش اندازه‌گیری این مشخصه باید بر اساس مفاد بند «حداکثر انحراف از پاسخ بازسازی هموار در گسترهٔ فرکانسی مشخص با استفاده از نوار کالیبراسیون معین» در استاندارد IEC 60094-3 انجام پذیرد.

حداقل الزامات برای گسترهٔ فرکانسی موثر بازسازی باید از ۴۰ Hz تا ۱۲۵۰۰ Hz مطابق تولرانس شکل ۷-۸ باشد:



شکل ۷-۸

که در آن که f1 = ۴۰ Hz و f2 = ۲۵۰ Hz و f3 = ۶۳۰۰ Hz و f4 = ۱۲۵۰۰ Hz می‌باشد. اگر گسترهٔ فرکانسی موثر مورد ادعا وسیع‌تر از حداقل الزامات ۴۰ Hz و۱۲۵۰۰ Hz باشد. تولرانس ۸ dB همچنان باید رعایت شود.

۷-۵-۳-۲ گسترهٔ فرکانسی موثر کل

روش اندازه‌گیری این گسترهٔ فرکانسی باید بر طبق بند «انحراف حداکثر مشخصه کلی از پاسخ هموار در گسترهٔ فرکانسی مشخص با استفاده از نوار کالیبراسیون معین و نوار مرجع مشخص» در استاندارد IEC 60094-3 صورت پذیرد.

۷-۵-۳-۳ عدم تعادل بازسازی کانال

با توجه به بند «عدم تعادل بازسازی کانال» در استاندارد IEC 60094-3 اندازه‌گیری به صورت زیر انجام می‌پذیرد.

$$۲۰\ Log\frac{U_R}{U_L}\ dB$$

که در آن U_L ولتاژ خروجی چپ حاصل از بخش تراز نوار کالیبراسیون مربوط و UR ولتاژ خروجی

است حاصل از همان بخش تراز نوار کالیبراسیون ذیربط می‌باشد.

عدم تعادل بازسازی کانال بایستی کمتر یا مساوی ۵ dB باشد. این مشخصه هنگامی ملاک عمل است که موقعیت کنترل حجم صدا ۴۶dB پایین‌تر از موقعیت حداکثر باشد.

۷-۵-۳-۴ جدایی بین ردهای مجاور مرتبط (استریو)

جدایی بین ردهای مجاور مرتبط باید بر اساس بند ذیربط در استاندارد IEC 60094-3 به شرح زیر اندازه‌گیری شود.

جدایی کانال L از کانال R $۲۰\ Log \frac{(U_L)_L}{(U_L)_R}\ dB$

جدایی کانال R از کانال L $۲۰\ Log \frac{(U_R)_R}{(U_R)_L}\ dB$

که در آن $(U_L)_L$ ولتاژ خروجی کانال L ،$(U_R)_R$ ولتاژ خروجی کانال R،$(U_L)_R$ ولتاژ خروجی کانال L به واسطه ولتاژ ورودی اعمال شده به کانال R و $(U_R)_L$ ولتاژ خروجی کانال R به واسطه ولتاژ ورودی اعمال شده به کانال L می‌باشد. قابل توجه است که اگر $(U_L)_L = (U_R)_R$ باشد جدایی و همشنوایی با یکدیگر معادل خواهد بود.

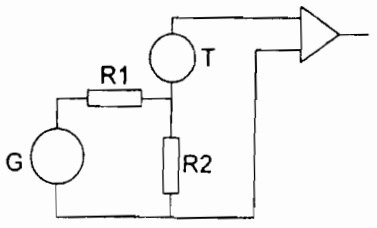
جدایی بین ردهای مجاور مرتبط بایستی در ۱۰۰۰ Hz بزرگتر یا مساوی ۲۴ dB و در ۵۰۰ Hz الی ۶۳۰۰ Hz بزرگتر یا مساوی ۲۰ dB باشد.

۷-۵-۳-۵ اعوجاج هارمونیک کل

برای اندازه‌گیری اعوجاج هارمونیک کل در بخش تقویت کننده باید بر اساس استاندارد IEC 60268-3 عمل شده و این مشخصه با استفاده از مدار شکل ۷-۹ از طریق ورودی برای هد بازسازی اندازه‌گیری شود.

مولد فرکانس صوتی = G برای تطبیق با مولد R1 = G

ترانسدیوسر (مرتبط با سیستم پیک - آپ) = T امپدانس ترانسدیوسر R2<<



شکل ۷-۹

حداقل الزامات برای اعوجاج هارمونیک کل در بخش تقویت کننده باید بر طبق استاندارد IEC 60581-6 برای پیش تقویت کننده‌ها و تقویت کننده‌های مجتمع باشد.

۶-۳-۵-۷ نسبت سیگنال به نویز (باند وسیع) وزن داده نشده کل

بر طبق استاندارد IEC 60094-3 نسبت سیگنال به نویز (باند وسیع) وزن داده نشده به صورت زیر تعریف و اندازه‌گیری می‌شود:

ترکیب با پیش تقویت کننده: $20\ Log\frac{Uo}{U}\ dB$

که در آن Uo ولتاژ خروجی مرجع و U ولتاژ خروجی نویز است.

ترکیب با تقویت کننده مجتمع: $10\ Log\frac{Po}{P}\ dB$

که در آن Po توان خروجی مرجع و P توان خروجی نویز است.

فیلتر باند وسیع مورد استفاده در اندازه‌گیری نویز در استاندارد IEC 60268-1 مشخص شده است.

نترل بهره ضبط باید به نحوی تنظیم شود که به ازای نیروی محرکه الکتریکی (emf) نامی منبع، ترازنامی ضبط حاصل شود.

در مورد ترکیب با پیش تقویت کنندهٔ نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده کل بایستی بزرگتر یا مساوی ۴۷ dB باشد. این ضابطه به ازای تمام موقعیتهای کنترل حجم صدای بازسازی شده از موقعیتی که ولتاژ خروجی نامی در هنگام بازسازی یک نوار ضبط شده در ترازنامی ضبط به وجود می‌آید تا موقعیتی که باعث ۲۳ dB تضعیف می‌گردد، باید رعایت شود.

ولتاژ خروجی مرجع Uo ولتاژ خروجی حالتی خواهد بود که در موقعیت مشخصی از کنترل حجم صدای بازسازی و در هنگام بازسازی نوار ضبط شده در ترازنامه ضبط به دست می‌آید.

در مورد ترکیب با تقویت کننده مجتمع، نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده کل بایستی بزرگتر یا مساوی ۴۷ dB باشد. این ضابطه در موقعیتی از کنترل حجم صدای بازسازی شده ملاک عمل خواهد بود که سبب حصول توان نامی خروجی در هنگام بازسازی نوار ضبط شده در ترازنامی ضبط، گردد. توان خروجی مرجع توان نامی خروجی خواهد بود. باید توجه شود که در موقعیتی از کنترل حجم صدای بازسازی شده که باعث ایجاد توان خروجی به اندازه ۲۳ dB پایین‌تر از توان نامی خروجی در هنگام بازسازی نوار ضبط شده در ترازنامه ضبط، می‌گردد، نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده کل بایستی بزرگتر یا مساوی ۷۰ dB باشد. در این حالت نیز توان خروجی مرجع Po همان توان نامی خروجی خواهد بود. این الزامات به ما اطمینان می‌دهد که نسبت سیگنال به نویز موثر تقریباً ۴۷ dB در موقعیتهای مفید کنترل حجم صدا برقرار خواهد بود.

در دستگاه ترکیب کننده یا فقط تجهیزات بازسازی، الزامات حداقل فوق نیز بایستی ملاک عمل قرار

گیرد. در چنین موردی تراز مرجع نوار کالیبراسیون مربوط جایگزین نواری خواهد شد که ضبط آن در ترازنامی ضبط انجام گرفته است.

۷-۳-۵-۷ نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده کل

نسبت سینگال به نویز وزن داده شده، بر اساس استاندارد IEC 60094-3 به شرح زیر تعریف و اندازه‌گیری می‌شود:

ترکیب با پیش تقویت کننده: $20\ Log\ \frac{Uo}{U}\ dB$

که در آن Uo ولتاژ خروجی مرجع و U ولتاژ خروجی نویز است.

این نسبت باید ۵۴ dB بزرگتر یا مساوی با آن باشد. این ضابطه به ازای تمام موقعیتهای کنترل حجم صدای بازسازی شده، از موقعیتی که ولتاژ خروجی نامی در هنگام بازسازی یک نوار ضبط شده در ترازنامی ضبط به وجود می‌آید تا موقعیتی که باعث ۲۳ dB تضعیف می‌گردد باید رعایت شود. ولتاژ خروجی مرجع Uo ولتاژ خروجی حالتی خواهد بود که در موقعیت مشخصی از کنترل حجم صدای بازسازی و در هنگام بازسازی نوار ضبط شده در ترازنامی ضبط، به دست آید.

ترکیب با تقویت کننده مجتمع: $10\ Log \frac{Po}{P}\ dB$

که در آن Po توان خروجی مرجع و P توان خروجی نویز است. باید توجه کرد که فیلتر وزنی A مورد استفاده در اندازه‌گیری نویز در استاندارد IEC 60268-1 مشخص و معرفی شده است. کنترل بهرهٔ ضبط باید به نحوی تنظیم شود که به ازای جریان نامی منبع یا نیروی محرکه الکتریکی نامی منبع (emf)، ترازنامی ضبط حاصل شود.

نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده کل بایستی از ۵۴ dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد. این ضابطه در موقعیتی از کنترل حجم صدای بازسازی شده ملاک عمل خواهد بود که سبب حصول توان نامی خروجی در هنگام بازسازی نوار ضبط شده در ترازنامی ضبط گردد. توان خروجی مرجع Po همان توان خروجی نامی خواهد بود. باید توجه شود در موقعیتی از کنترل حجم صدای بازسازی شده باعث ایجاد توان خروجی به اندازه ۲۳ dB پایین‌تر از توان نامی خروجی در هنگام بازسازی نوار ضبط شده در ترازنامی ضبط، می‌گردد، نسبت سیگنال به نویز مورد بحث باید از ۷۷ dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد. توان خروجی مرجع Po همان توان نامی خروجی خواهد بود. این الزامات به ما اطمینان می‌دهد که نسبت سیگنال به نویز موثر تقریبا ۵۴ dB در موقعیتهای مفید کنترل حجم صدا برقرار خواهد بود.

در دستگاه ترکیب کننده با فقط تجهیزات بازسازی، الزامات حداقل فوق نیز باید ملاک عمل باشد. در چنین مواردی تراز مرجع نوار کالیبراسیون مربوط به جای نوار ضبط شده در ترازنامی ضبط بکار

خواهد رفت.

۷-۶ ترکیب واحدهای تیونر رادیویی و تقویت‌کننده‌ها

۷-۶-۱ شرایط اندازه‌گیری

کلیه اندازه‌گیری‌ها باید بر طبق شرایط اندازه‌گیری مندرج در استانداردهای IEC 60581-2 و IEC 60581-6 انجام شود. تمام مشخصه‌های مندرج در بند فرعی ۷-۶-۲-۱ لغایت ۷-۶-۲-۷ این بخش در ترمینالهای خروجی بخش تقویت کننده اندازه‌گیری می‌شود. سیگنال ورودی RF ذیربط دریافتی در از آنتن که در استاندارد IEC 60581-2 تعریف شده است در کلیه اندازه‌گیریها بکار می‌رود. در هر صورت اعوجاج هارمونیک کل بخش تقویت کننده بر اساس استاندارد IEC 60268-3 در خود تقویت کننده اندازه‌گیری خواهد شد.

به استثنای مواردی که با صراحت ذکر خواهد شد، اندازه‌گیریها در موقعیتی از کنترل حجم صدا متناظر با خروجی برابر با خروجی مرجع(۱۰ dB پایین خروجی نامی) با استفاده از سیگنال ورودی RF دریافتی از آنتن مربوط انجام شده و کنترلها که منحنی پاسخ فرکانسی صوتی را تغیر می‌دهد در چنان موقعیتی قرار می‌گیرد که الزامات استاندارد IEC 60581-6 (موقعیت «هموار») برآورده شود.

۷-۶-۲ حداقل الزامات مشخصه‌های مختلف و روشهای اندازه‌گیری آن

الف- علاوه بر حداقل الزامات برای مشخصه‌های بخش تقویت کننده مطروحه در بند فرعی ۷-۳-۲ در هنگام اندازه‌گیری مشخصه‌های زیر بر طبق روش اندازه‌گیری مناسب و مندرج در بند ذیربط، حداقل الزامات بینان شده در استاندارد IEC 60581-2 باید ملاک عمل قرار گیرد.

بند ۴: «حداقل ترازنامی سیگنال ورودی برای عملکرد با کیفیت بالا»

بند ۵: «حساسیت در نسبت سیگنال به نویز برابر با ۵۰dB»

بند ۱۳ : «نسبت تسخیر[1]»

بند ۱۴ : نسبت حذف AM»

بند ۱۵ : «قابلیت گزینش»

بند ۱۶ : «حذف سیگنالهای نامطلوب که از آنتن وارد می‌شود»

بند ۱۷ : «پاسخ‌های مزاحم بواسطه غیرخطی بودن»

بند ۱۸ : «حذف مولفه اصلی و هارمونیکهای زیر حامل و نوای راهنما»

بند ۱۹ : «حذف مدولاسیون زیر حامل بواسطه عواملی غیراز سیگنال استریوفونیک»

ب ـ علاوه بر نکات فوق، ترکیب‌کننده باید حداقل الزامات زیر را برآورده نماید.

۷-۶-۲-۱ گستره فرکانسی مؤثر

این مشخصه باید براساس استاندارد IEC60315-4 اندازه‌گیری شده و به صورت زیر حداقل الزامات را دارا باشد:

ـ از ۸۰ Hz تا ۶۳۰۰ Hz با تولرانس ±۲dB نسبت به فرکانس ۱۰۰۰ Hz

ـ از ۴۰ Hz تا ۸۰ Hz و از ۶۳۰۰ Hz تا ۱۲۵۰۰ Hz با تولرانس ±۳dB نسبت به فرکانس ۱۰۰۰ Hz

اگر گسترهٔ فرکانسی مؤثر مورد ادعا وسیع‌تر از حداقل الزامات ۴۰Hz تا ۱۲۵۰۰Hz باشد تولرانس ۳dB همچنان ملاک عمل خواهد بود.

۷-۶-۲-۲ عدم تعادل کانال

بر طبق استاندارد IEC60315-4 در صورت لزوم، انحراف را در فرکانسهای بالا و در موقعیتهای بالای کنترل حجم صدا کاهش داده و بدینوسیله از اضافه باری که از خروجی مرجع تجاوز می‌کند جلوگیری می‌شود. عدم تعادل کانال در گسترهٔ فرکانسی ۲۵۰Hz تا ۶۳۰۰Hz باید کمتر یا مساوی با ۴dB باشد. این ضابطه در موقعیت کنترل حجم صدا از حداکثر تا ±۴۶dB پائین‌تر از آن ملاک عمل خواهد بود.

۷-۶-۲-۳ جدایی کانال

بر طبق استاندارد IEC60315-4، در صورت لزوم، انحراف را در فرکانسهای بالا و در موقعیتهای بالای کنترل حجم صدا کاهش داده و بدینطریق از اضافه باری که از خروجی مرجع تجاوز می‌کند جلوگیری می‌شود. جدایی کانال در گستره فرکانسی ۲۵۰Hz تا ۶۳۰۰Hz باید بزرگتر از یا مساوی ۲۷dB باشد همچنین جدایی کانال در گستره فرکانسی ۶۳۰۰Hz تا ۱۰۰۰۰Hz باید بزرگتر از یا مساوی با ۱۸dB باشد. این مقادیر در موقعیت کنترل حجم صدا از حداکثر تا ۴۰dB- پائین‌تر از آن ملاک عمل خواهد بود.

۷-۶-۲-۴ اعوجاج هارمونیک کل

در بخش تقویت‌کننده، اندازه‌گیری این اعوجاج بر طبق استاندارد IEC60268-3 و از طریق ورودی برای قسمت RF (آشکارساز) صورت می‌پذیرد. حداقل الزامات اعوجاج هارمونیک کل در بخش تقویت‌کننده بر اساس استاندارد IEC60581-6 برای پیش تقویت‌کننده‌ها و تقویت‌کننده‌های مجتمع خواهد بود.

در بخش ترکیب‌کننده، اعوجاج هارمونیک کل با توجه به استاندارد IEC60415-6 در موقعیت کنترل حجم صدای متناظر با خروجی برابر با خروجی مرجع (۱۰dB پائین خروجی نامی) اندازه‌گیری شده و این اعوجاج بایستی کمتر از یا مساوی با ۱/۵٪ باشد.

۷-۶-۲-۵ نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده (باند محدود)

این نسبت سیگنال به نویز با استفاده از یک فیلتر میان‌گذر که مشخصات آن در استاندارد IEC60315-4 (شکل ۱c) داده شده است و یک دستگاه اندازه‌گیری r.m.s. واقعی به شرح زیر اندازه‌گیری می‌شود.

ترکیب با پیش تقویت‌کننده: $۲۰ \text{ Log } \frac{U0}{U} \text{ dB}$

که در آن Uo ولتاژ خروجی مرجع و U ولتاژ خروجی نویز است.

نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده بایستی از ۵۴dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد.

این مقدار در تمام موقعیتهای کنترل حجم صدا، از موقعیتی که ولتاژ خروجی نامی را در شرایط استفاده از سیگنال RF مدوله شده توسط ۱۰۰۰Hz با انحراف ۷۵KHz (مونو) با ۶۷/۵KHz (استریو) ایجاد می‌کند تا موقعیتی که تضعیف ۲۳dB را بوجود می‌آورد، باید ملاک عمل قرار گیرد.

ولتاژ خروجی مرجع Uo آن ولتاژ خروجی است که در موقعیت کنترل حجم صدای مشخص از سیگنال RF مدوله شده توسط ۱۰۰۰ Hz با انحراف ۷۵Hz (مونو) یا ۶۷/۵KHz (استریو) استفاده می‌شود.

ترکیب با تقویت‌کننده مجتمع: $۱۰ \text{ Log } \frac{P0}{P} \text{ dB}$

که در آن Po توان خروجی مرجع و P توان خروجی نویز است.

الف ـ نسبت سیگنال به نویز وزن داده نشده بایستی از ۵۴dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد. این مقدار در آن موقعیتی از کنترل حجم صدا ملاک عمل خواهد بود که در صورت استفاده از سیگنال RF مدوله شده توسط ۱۰۰۰Hz با انحراف ۷۵KHz (مونو) یا ۶۷/۵KHz (استریو)

توان خروجی نامی را فراهم سازد. توان خروجی مرجع همان توان خروجی نامی خواهد بود.

ب ـ نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده باید از ۷۷dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد. این مقدار در آن موقعیتی از کنترل حجم صدا ملاک عمل خواهد بود که در صورت استفاده از سیگنال RF مدوله شده توسط ۱۰۰۰Hz با انحراف ۷۵KHz (مونو) یا ۶۷/۵KHz (استریو) توان خروجی ۲۳dB پایین‌تر از توان خروجی نامی را تأمین کند. توان خروجی مرجع همان توان خروجی نامی خواهد بود.

۷-۶-۲-۶ نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده

با توجه به استاندارد IEC60315-4 این نسبت سیگنال به نویز با استفاده از یک شبکه وزنی A و یک دستگاه اندازه‌گیری r.m.s. واقعی مطابق استاندارد IEC60268-1 به شرح زیر اندازه‌گیری می‌شود.

ترکیب با پیش تقویت‌کننده: $20\ Log\frac{Uo}{U}\ dB$

که در آن Uo ولتاژ خروجی مرجع و U ولتاژ خروجی نویز است.

نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده باید از ۶۱dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد.

این مقدار در تمام موقعیتهای کنترل حجم صدا، از موقعیتی که ولتاژ خروجی نامی را در شرایط استفاده از سیگنال RF مدوله شده توسط ۱۰۰۰Hz با انحراف ۷۵KHz (مونو) یا ۶۷/۵KHz (استریو) ایجاد می‌کند تا موقعی که تضعیف ۲۳dB را بوجود آورد باید ملاک عمل قرار گیرد. ولتاژخروجی مرجع Uo آن‌ولتاژخروجی‌است‌که در موقعیت کنترل حجم صدای مشخص،از سیگنال RF مدوله‌شده‌توسط ۱۰۰۰Hz با انحراف ۷۵KHz (مونو) یا ۶۷/۵KHz (استریو) استفاده می‌شود.

ترکیب با تقویت‌کننده مجتمع: $10\ Log\frac{Po}{P}\ dB$

که در آن Po توان خروجی مرجع و P توان خروجی نویز است.

الف ـ نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده بایستی از ۶۱dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد. این مقدار در موقعیتی از کنترل حجم صدا ملاک عمل خواهد بود که در صورت استفاده از سیگنال RF مدوله شده توسط ۱۰۰۰Hz با انحراف ۷۵KHz (مونو) یا ۶۷/۵KHz (استریو) توان خروجی نامی را فراهم سازد. توان خروجی مرجع Po همان توان خروجی نامی خواهد بود.

ب ـ نسبت سیگنال به نویز وزن داده شده باید از ۸۲dB بزرگتر یا با آن مساوی باشد. این مقدار در آن موقعیتی از کنترل حجم صدا ملاک عمل خواهد بود که در صورت استفاده از سیگنال RF مدوله شده توسط ۱۰۰۰Hz با انحراف ۷۵KHz (مونو) یا ۶۷/۵KHz (استریو) توان خروجی ۲۳dB پایین‌تر از توان خروجی نامی را تأمین کند. توان خروجی مرجع همان توان خروجی

نامی خواهد بود.

۷-۶-۲-۷ تغییرات فرکانس کار بر حسب زمان

تغییرات فرکانس کار بر حسب زمان باید با توجه به استاندارد IEC60315-1 اندازه‌گیری شود. در طول اندازه‌گیری توان خروجی دستگاه برابر یک هشتم توان خروجی نامی هر کانال خواهد بود. تغییرات فرکانس کار با استفاده از AFC باید کوچکتر از یا مساوی ۳۰KHz باشد. اندازه‌گیری ۶۰ ثانیه پس از روشن شدن دستگاه آغاز شده و تا زمان رسیدن به دمای پایدار ادامه خواهد یافت.

۷-۷ ترکیب واحدهای تیونر صدای تلویزیونی و تقویت‌کننده‌ها

۷-۷-۱ شرایط اندازه‌گیری

کلیه اندازه‌گیریها باید بر طبق مفاد استانداردهای IEC60581-2 و IEC60581-6 و الحاقیه‌های آن انجام گیرد. تمام مشخصه‌ها در ترمینالهای خروجی بخش تقویت‌کننده باید اندازه‌گیری شود. سیگنال ورودی RF دریافتی از آنتن ذیربط که در استاندارد IEC60581-2 معرفی شده است در تمام اندازه‌گیریها مورداستفاده قرار می‌گیرد. در هر صورت اعوجاج هارمونیک بخش تقویت‌کننده در خود تقویت‌کننده براساس استاندارد IEC60268-3 اندازه‌گیری خواهد شد.

باستثنای مواردی که با صراحت ذکر می‌گردد، اندازه‌گیریها در موقعیت کنترل حجم صدای متناظر برابر با خروجی مرجع (۱۰dB پائین خروجی نامی) با استفاده از سیگنال ورودی R.F دریافتی از آنتن ذیربط انجام شده و کنترلها که منحنی پاسخ فرکانسی صوتی را تغییر می‌دهد در چنان موقعیتی باید قرار داده شود که الزامات استاندارد IEC60581-6 برآورده شود. (موقعیت «هموار»)

۷-۸ ترکیب بلندگوها و تقویت‌کننده‌ها (بلندگوهای فعال)

۷-۸-۱ شرایط اندازه‌گیری

کلیه اندازه‌گیریها باید برطبق شرایط اندازه‌گیری مندرج در استانداردهای IEC60581-6 و IEC60581-7 انجام پذیرد. تمام مشخصه‌های ذکر شده در بندهای فرعی ۷-۸-۳-۱ لغایت ۷-۸-۳-۳ این بخش بصورت اکوستیکی اندازه‌گیری می‌شود. سیگنال آزمایشی مندرج در استاندارد IEC 60581-7 در تمام اندازه‌گیریها به ورودی AF اعمال شده و بعنوان منبعی از سیگنالها بکار می‌رود که به متعادل‌سازی نیازی ندارد. به استثنای اعوجاج هارمونیک کل که به کمک سیگنال سینوسی و ولتاژ ورودی حداکثر کوتاه مدت اندازه‌گیری می‌شود در مواردی که کنترل و یا کنترلهای

حجم صدا به‌منظور اصلاح منحنی پاسخ فرکانسی دامنه پیش‌بینی شده است. اندازه‌گیریها در موقعیت حداکثر کنترل حجم با استفاده از نیروی محرکه الکتریکی منبع ۱۰dB پائین‌تر از نیروی محرکه الکتریکی منبع حداقل تعریف شده در استاندارد IEC60268-3 انجام می‌گیرد.
باستثنای مواردی که با صراحت ذکر می‌گردد، تمام کنترلهای مناسب دیگر در موقعیتی باید قرار داده شود که الزامات استاندارد IEC60581-6 برآورده شود. (موقعیت «هموار»)

۷-۸-۲ مشخصه‌های اساسی که مشخصات به آن بستگی دارد

۷-۸-۲-۱ مشخصه‌های ورودی و خروجی

بلندگوهای فعال با سه نوع مختلف از آرایشهای سیگنال ورودی وجود دارد که به آن مقادیر مختلف نیروی محرکه‌الکتریکی‌منبع‌نامی، امپدانس‌منبع، و امپدانس‌ورودی‌مطابق جدول زیراعمال می‌شود:

جدول ۷ ـ ۱: انواع آرایش سیگنال ورودی بلندگوهای فعال

نوع	شرح	مشخصه‌ها
۱	مانند تقویت‌کننده توان	مشابه تقویت‌کننده توان، مطابق استاندارد IEC60268-15
۲	مانند پیش تقویت‌کننده (چند ورودی برای انواع مختلف منبع)	مشابه تقویت‌کننده مجتمع، مطابق استاندارد IEC60268-15
۳	به‌منظور اتصال به خروجی یک تقویت‌کننده توان در صورت امکان بطور موازی با بلندگوها (فعال یا غیرفعال)	حداقل emf منبع برای خروجی نامی نباید از ۶/۳ ولت تجاوز کند. امپدانس نامی منبع از ۰/۵ اهم نباید کمتر شود. امپدانس ورودی در هر فرکانس از گستره آن نبایستی کمتر از ۸۰ اهم باشد.

می‌توان نیروی محرکه الکتریکی مشخصه‌ای منبع را به عنوان emf نامی منبع در نظر گرفت مگر آنکه هر دو کمیت توسط سازنده مشخص و تعیین شده باشد. بعلت تنوع شرایط اضافه بار که امکان

دارد رخ دهد نمی‌توان در عمل روش استانداردی برای اندازه‌گیری نیروی محرکه الکتریکی اضافه بار منبع تعیین کرد. اگر سازنده مقدار emf اضافه بار منبع را مشخص کرده باشد، در واقع دستگاه بدون ایجاد خسارت حرارتی به مدارهای ورودی، با این مقدار emf منبع کار خواهد کرد.

۷-۸-۲-۲ نیروی محرکه الکتریکی مشخصه‌ای منبع

این emf منبعی است که اگر به ورودی AF مربوط اعمال شود سبب ایجاد تراز مشخصه‌ای فشار صدا بر طبق صدا استاندارد IEC60268-7-5 برابر ۹۴dB در فاصله ۱ متر با استفاده از گستره فرکانسی ثابت ۱۰۰Hz تا ۸۰۰۰Hz گردد. این پارامتر مطابق استاندارد IEC60268-5 با استفاده از گستره فرکانسی ثابت ۱۰۰Hz تا ۸۰۰۰Hz بجای گستره فرکانسی نامی (۱۰۰Hz و ۸۰۰۰Hz فرکانس‌های مرکزی باندهای ۱/۳ اوکتاو متناظر می‌باشد) اندازه‌گیری می‌شود. سیگنالی که به ورودی AF اعمال می‌شود در بند فرعی ۷-۸-۱ مشخص شده و در صورت استفاده از کنترل حجم صدا آن را در موقعیت حداکثر قرار داده و کنترلها که منحنی پاسخ فرکانسی دامنه را تغییر می‌دهد در موقعیتی قرار می‌گیرد که الزامات استاندارد IEC60581-6 برآورده شود (موقعیت «هموار»).

۷-۸-۲-۳ میانگین تراز مشخصه‌ای فشار صدا

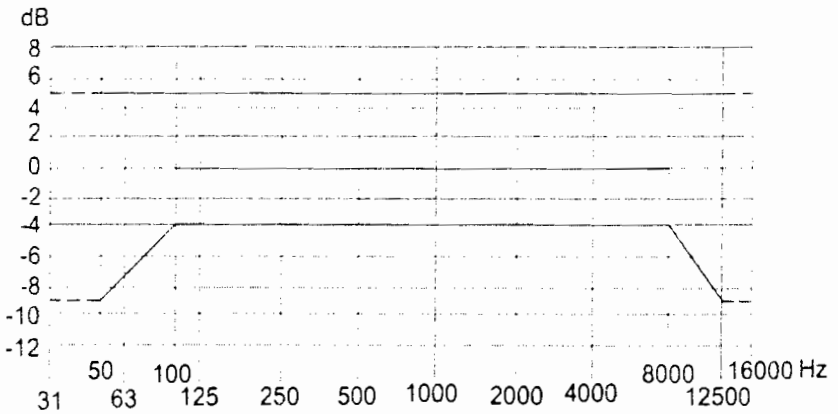
اگر میانگین تراز مشخصه‌ای فشار صدا با emf ورودی منبع U ولت در هر باند ۱/۳ اوکتاو تعیین شود، emf مشخصه‌ای منبع (Uch) بند فرعی ۷-۸-۲-۲ با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$Uch = U * ۱۰^{\frac{(۹۴ - L)}{۲۰}}$$

که L میانگین تراز مشخصه‌ای فشار صدا بازاء emf ورودی منبع U ولت در هر باند ۱/۳ اوکتاو است.

۷-۸-۳ حداقل الزامات مشخصه‌های مختلف و روشهای اندازه‌گیری آن

الف ـ ترکیب بلندگوها و تقویت‌کننده‌ها که توسط سازنده برای استفاده در یک زنجیره سیستم صوتی معین طراحی و ساخته شده است بایستی منطبق بر الزامات مستقل استانداردهای IEC60581-6 و IEC60581-7، باشد، باستثنای الزامات پاسخ فرکانسی که بجای آن در دستگاه ترکیب‌کننده الزامات پاسخ فرکانسی استاندارد IEC60581-7 با گسترش تولرانس‌ها به اندازه ۱dB مطابق شکل ۷-۱۰ بایستی ملاک عمل قرار گیرد.



شکل ۷-۱۰: پاسخ فرکانسی

ب ـ ترکیب یکپارچه بلندگوها و تقویت‌کننده‌ها یا ترکیب بلندگوها که بخصوص برای استفاده در شبکه صوتی خارجی و تقویت‌کننده‌ها طراحی شده است باید منطبق با حداقل الزامات مشخصه‌های بخش تقویت‌کننده مندرج در بند فرعی ۷-۳-۲ این بخش باشد.

علاوه بر موارد فوق دستگاه ترکیب‌کننده باید الزامات مشخصه‌های زیر را رعایت کند.

۷-۸-۳-۱ اعوجاج هارمونیک کل مشخصه‌ای

این مشخصه باید منطبق بر استاندارد IEC60581-7 بوده و برای اندازه‌گیری آن emf ثابت منبع بایستی ۴dB پایین‌تر از emf مشخصه‌ای منبع باشد. emf مشخصه‌ای منبع در واقع emf دستگاه ترکیب‌کننده مورد اندازه‌گیری بوده و مقدار نامی emf مشخصه‌ای منبع نمی‌باشد.

۷-۸-۳-۲ تراز فشار صدا (وزن داده شده) بواسطه نویز با emf منبع صفر

این تراز بایستی از ۳۰dB (۲۰εPa) کمتر و یا با آن برابر باشد به‌منظور اندازه‌گیری این مشخصه بلندگو در یک محیط آکوستیکی مناسب و هماهنگ با استاندارد IEC60581-7 قرار داده شده و یک دستگاه اندازه‌گیری تراز صدا بر طبق استاندارد IEC60581-7 در محور مرجع بلندگو و در فاصله یک متری آن قرار می‌گیرد تا تراز فشار صدا با وزن‌دهی A اندازه‌گیری شود.

۷-۸-۳-۳ حداکثر ولتاژ ورودی کوتاه مدت

این مشخصه بر طبق استاندارد IEC60268-15 اندازه‌گیری شده و بایستی از emf مشخصه‌ای منبع بیشتر باشد. این ضابطه در واقع بما اطمینان می دهد که دستگاه ترکیب‌کننده می تواند تراز فشار

صدای حداقل ۹۴dB ($۲۰\mu Pa$) در پیکهای برنامه عادی بدون احتمال وقوع خسارت دراز مدت قابل‌توجه را تأمین نماید.

۸ ملاحظات اساسی در طراحی و نصب سیستم‌های صوتی

۸-۱ طبقه‌بندی سیستم‌های صوتی

۸-۱-۱ در سیستم‌های نوع I، هدف بازسازی صوت با بالاترین کیفیت ممکن است. ضروری است که شرایط شنیداری از نظر اکوستیکی بسیار خوب باشد. همچنین ضروری است که ورودیهای چنین سیستمی دارای کیفیت به اندازه کای بالا باشد. اثرات اعوجاج حاصل از یک گیرنده رادیویی سخن پراکنی یا نویز ایجاد شده بواسطه یک دیسک نوع قدیمی، برای مثال می‌تواند سبب شود که بازسازی این سیستم بدتر از خروجی سیستم نوع II با ورودیهای مشابه بنظر آید. در سیستم نوع I امکان دارد بکارگیری بیش از یک کانال مطلوب نظر باشد.

۸-۱-۲ سیستم نوع II متداول‌ترین سیستم بوده و عملکرد مطلوب آن تولید صحبت طبیعی و موسیقی با کیفیتی است که شنونده متوسط آن را لذتبخش تلقی می‌کند. ویژگیهای فوق معمولا از مشخصه‌های گیرنده سخن پارکنی با مدولاسیون دامنه است. مطلوب نظر آن است که شرایط شنیداری قبلاً از نظر اکوستیکی نسبتاً خوب بوده یا توسط انجام تغییرات اکوستیکی از نوع قابل قبول آن را بتوان نسبتاً خوب توصیف کرد.

۸-۱-۳ سیستم نوع III اساساً بازسازی صحبت با قابلیت فهم خوب را هدف قرار داده و الزاماً تعهدی به درجه بالای طبیعی بودن صحبت ندارد و همچنین اگر احیاناً بازسازی موسیقی در این سیستم مدنظر باشد کیفیت قابل قبول موسیقی و نه الزاماً ماهیت هنری آن مطرح خواهد بود. اگر شرایط اکوستیکی بعنوان مثال به علت سطوح نویز بالا یا ارتعاشات زیاد، بد باشد، این سیستم بهترین نتایجی که شرایط اجازه می‌دهد را فراهم خواهد ساخت.

۸-۲ موارد کاربرد

۸-۲-۱ یک سیستم صوتی با توجه به اهداف زیر می‌تواند کاربرد داشته باشد.

الف ـ بازسازی و تقویت صوت در همان محل وقوع و تولید صوت مانند صحبت، موسیقی یا مکالمات صحنه‌های تئاتر و غیره.

ب ـ بازسازی صوت ضبط شده به طرق مختلف مانند دیسکها یا نوار مغناطیسی

پ ـ بازسازی صوت سخن پراکنی‌ها مانند برنامه‌های سخن پراکنی رادیویی دریافتی از گیرنده رادیویی محلی یا سیستم رله سخن پراکنی

ت ـ اعلام‌ها مانند توزیع صوت از یک یا چند میکروفون برای افراد دفتر یا اداره، فراخوانی، ارائه اطلاعات و غیره

ث ـ سیگنالهای مصنوعی از انواع مختلف مانند سیگنالهای زمان، سیگنالهای کنترل فرایند و سیگنالهای وضعیت اضطراری

این تسهیلات یا سیستم‌های صوتی می‌تواند در انواع ساختمانهای مندرج در بندهای ۸-۲-۲ الی ۸-۲-۹ کاربرد داشته باشد.

۸-۲-۲ مدارس و سایر ساختمانهای آموزشی

در این نوع ساختمانها هر پنج نوع ذکر شده در بند فرعی ۸-۲-۱ می‌تواند ازجمله اهداف سیستم صوتی باشد. سیستم نرمال سیستم نوع II خواهد بود، اگرچه سیستم نوع I می‌تواند در اطاقهای با شرایط اکوستیکی خوب توجیه‌پذیر باشد.

۸-۲-۳ سالنها و اطاقهای همایش

در این نوع ساختمانها موارد الف، ب و ت، از بند فرعی ۸-۲-۱ ازجمله اهداف سیستم صوتی می‌تواند باشد. سیستم نرمال سیستم نوع II خواهد بود اگرچه سیستم نوع I نیز در اطاق‌هایی با شرایط اکوستیکی قابل توجیه است.

۸-۲-۴ مساجد و مکانهای عبادت

در این نوع ساختمانها موارد الف و ب، از بند فرعی ۸-۲-۱ می‌تواند در زمره اهداف سیستم صوتی باشد. در مساجد بزرگ که ارتعاشات صوتی باعث ایجاد مشکلات اساسی است، استفاده از سیستم‌های نوع III قابل قبول نیست چون هدف صرفاً قابلیت فهم بالای صحبت نمی‌باشد بلکه طبیعی بودن آن و ایجاد این احساس که صوت از خود گوینده ناشی می‌شود مقصود اصلی است.

۸-۲-۵ کارخانه‌ها، ادارات و فروشگاههای بزرگ

در این نوع ساختمانها موارد ب، پ، ت و ث، از بند فرعی ۸-۲-۱ می‌تواند ازجمله اهداف سیستم صوتی باشد. کیفیت بازسازی صوت ضبط شده و سخن پراکنی برای شنوندگانی که مشغول کارهای

دیگری هستند از اهمیت فرعی برخوردار بوده ولی با استفاده از ترازهای صدای بالاتر می‌توان توجه آنان به سمت اعلام‌ها و سیگنال‌های مصنوعی جلب نمود. در کارخانه‌ها که ترازهای بالای نویز یا نوسانات صوتی و یا هر دو وجود دارد سیستم نوع III بکار رفته و در سایر کاربردها سیستم نوع II مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سیگنالهای مصنوعی می‌تواند بخشی از سیستم اصلی را تشکیل دهد ولی اگر این نوع سیستمها وقفه‌های مزاحمی را در سیستم اصلی ایجاد نمایند امکان دارد که استفاده از آن برای کنترل فرایند و غیره به‌منظور داشتن سیستم ساده‌ای از خود این سیگنال‌ها ارجحیت داشته باشد.

۸-۲-۶ هتل‌ها و باشگاهها

در این نوع ساختمانها چهار نوع ذکر شده اول در بند فرعی ۸-۲-۱ می‌تواند در زمره اهداف سیستم صوتی باشد. حضار مستقیماً به سخنرانی‌ها علاقمند هستند ولی فقط به‌طور غیرمستقیم به صوت ضبط شده یا سخن پراکنی که بعنوان زمینه بکار می‌رود می‌خواهند گوش کنند. سیستم نرمال، سیستم نوع II خواهد بود ولی اگر اعلام‌ها اهمیت داشته و شرایط اکوستیکی نامناسب باشد امکان دارد سیستم نوع III ارجح باشد.

۸-۲-۷ بیمارستانها و مؤسسات مشابه

در این نوع ساختمانها علاوه بر مواد ب، پ و ت ذکر شده در بند فرعی ۸-۲-۱، برنامه‌های زنده نیز می‌تواند ازجمله اهداف سیستم صوتی باشد. بیمارستانها و مؤسسات مشابه الزامات خاصی دارند که به وظایف و وسعت آنها بستگی دارد. ازجمله موارد یاد شده می‌توان از سیستمهای فراخوان پزشکان، پرستاران و مانند آن نام برد. این سیستم‌ها باید مستقل از سیستم صوتی مربوط به بیماران بوده و بسته به شرایط می‌تواند سیستم نرمال نوع II یا نوع III باشد. وظیفه اساسی سیستم صوتی اصلی ارائه سرویس به بیماران است ولی می‌تواند به اطاقهای انتظار و اطاقهای استراحت پرستاران نیز سرویس دهد. سیستم متعارف شامل سه برنامه یا بیشتر بوده و حداقل دو برنامه از گیرنده‌های سخن پراکنی و سایر برنامه‌ها از ضبط موسیقی یا برنامه‌های زنده مانند کنسرت بیمارستان، سرویس مذهبی یا گزارشی در مورد یک رخداد محلی مانند مسابقه فوتبال تأمین خواهد شد.

سه نوع تقویت‌کننده نوع II موردنیاز است بطوریکه کنترلهای نوا[1] و حجم صدای آن قابلیت پیش تنظیم داشته و فقط مهندس تعمیر و نگهداری به آن دسترسی داشته باشد. ورودی‌ها باید از منابع زیر انتخاب شود:

الف ـ دو گیرنده سخن پراکنی با تیونینگ ثابت و یک گیرنده با قابلیت تیونینگ بعنوان گیرنده اضطراری. پایداری گیرنده‌های تیونینگ ثابت باید بنحوی باشد که تیونینگ به اندازه کافی دقیق بوده و لحظاتی کوتاه پس از روشن کردن آن در طول مدت راهبری و نگهداری عادی تیونینگ دارای همان دقت باشد.

ب ـ دستگاه پخش دیسک یا دستگاه پخش صوت یا هر دو

پ ـ سیمکشی دائمی به مکانهای موردنظر به‌منظور برنامه‌های زنده بطوریکه بتوان میکروفون‌ها و پیش تقویت‌کننده‌ها را در هر زمان که لازم باشد به این مدارها متصل نمود.

۸-۲-۸ فرودگاهها و ایستگاههای راه آهن

در این نوع ساختمانها موارد ب و ت ذکر شده در بند فرعی ۸-۲-۱ می‌تواند شامل اهداف سیستم صوتی باشد. مردم معمولاً مستقیماً به اعلام‌ها علاقمند هستند و فقط بنحو غیرمستقیم به موسیقی ضبط شده توجه دارند.

در فرودگاهها بعلت وجود تراز نوفه بالا (Noise) و نامساعد بودن شرایط آکوستیکی سیستم صوتی نرمال می‌تواند از انواع II یا III با تراز صدای افزایش یافته برای اعلام‌ها بوده و در صورت امکان به همراه سیستم تلویزیون مدار بسته باشد. در ایستگاههای راه‌آهن تراز نویز بالا بوده و در گستره وسیعی تغییر می‌کند و نوسانات اغلب بسیار بد است. سیستم نرمال برای این نوع مکانها سیستم نوع III است و اگر از موسیقی ضبط شده استفاده شود کیفیت و اصالت نازل سیستم باید تحمل شود.

۸-۲-۹ استادیوم‌های ورزشی و نمایشگاهها

در این نوع مکانها نیز موارد ب و ت ذکر شده در بند فرعی ۸-۲-۱ می‌تواند اهداف سیستم صوتی را تشکیل دهد. مردم در مرحله اول به اعلام‌ها توجه داشته و بنحو غیرمستقیم به موسیقی ضبط شده علاقمند هستند، منطقه مورد پوشش معمولاً بزرگ بوده و امکان دارد نیاز به پخش صوت با شدت زیاد از تعدادی بلندگو با فاصله کافی از یکدیگر باشد. در موارد معینی صدا از بیش از یک بلندگو به‌گوش انسان رسیده و هرگونه اختلافی در زمان ورود این صداها می‌تواند آثار آزار دهنده‌ای را ایجاد کند. تعیین محل دقیق بلندگوها به‌منظور کاهش این اثرات امری ضروری است. سیستم نرمال برای این‌گونه مکانها سیستم نوع II خواهد بود.

۸-۳ ملاحظات آکوستیکی

۸-۳-۱ طراحی سیستم صوتی در ساختمانهای جدید

در طراحی سیستم صوتی در ساختمانهای جدید، علاوه بر مشاوره با متخصصین در این امر، نکات زیر نیز باید در نظر گرفته شود:

الف ـ ساختمانهای مستحکم انتقال صدا را از تالار کنفرانس به بیرون و بالعکس کاهش می‌دهد.

ب ـ نسبتهای ساده‌ای از ابعاد اصلی و برخی ویژگیهای خاص مانند دیوارهای انحناءدار و سقفهای گنبدی شکل سبب ایجاد تشدید در فرکانسهای مشخصی می‌گردد.

پ ـ انتخاب و موقعیت سطوح انعکاس و جذب صدا از اهمیت زیادی برخوردار است. غالباً بخش بزرگی از جذب صدا بواسطه حضار است که اندازه آن می‌تواند بر مشخصه‌های آکوستیکی تالار کنفرانس اثر داشته باشد.

ت ـ انتخاب زمان طنین به کاربرد اصلی تالار کنفرانس مانند صحبت یا موسیقی بستگی دارد.

۸-۳-۲ طراحی سیستم صوتی در سازه‌های موجود

در این نوع سازه‌ها و ساختمانها، اندازه‌گیریهای متداول شامل زمان طنین و نیز نرخ و همواری میرا شدن صدا در گستره فرکانس موردنظر می‌باشد. آزمونهای گوش دادن و توجه به عواملی مانند تلفظ شمرده و طبیعی صحبت و نیز ویژگیهای نامحسوس از قبیل حرارت، شفافیت و نوای آواز در موسیقی از کارهای الزامی است. در این آزمونها بایستی اثرات تعداد مختلف حضار درمد نظر باشد.

۸-۳-۳ طراحی سیستم صوتی در مکانهای پرسر و صدا

در برخی موارد، با استفاده از سطوح جاذب یا درهای دوگانه و پنجره‌های دو جداره و غیره می‌توان سر و صدا را کاهش داد. بطور کلی سر و صدا را می‌توان مشابه روش مورداستفاده در حذف طنین با بکار بردن بلندگوهایی دارای خواص جهت داری صحیح که در تراز مناسبی عمل کرده و پاسخ فرکانسی مناسبی نیز دارد، کاهش داد. بعنوان یک اصل کلی، بایستی فرکانسهای پائین‌تر را شدیداً تضعیف نموده و باید دقت نمود که هر شنونده تا حد امکان در محور بلندگو قرار داشته باشد.

۸-۳-۴ تراز توان خروجی صوت

الف ـ بلندی نظری و احساسی صوت بطور مستقیم با تراز واقعی توان متناسب نیست. دو برابر کردن توان فقط به افزایش ادراکی در صوت منجر می‌شود، به‌منظور دو برابر کردن بلندی صوت توان بایستی ده برابر (۱۰dB) افزایش یابد. بنابراین اگر بازسازی صوت از نظر بلندی

ناکافی باشد افزایش حداقل ۱۰dB در توان امری ضروری خواهد بود.

ب ـ اگر بازسازی صوت برای حضار هدف اصلی سیستم صوتی باشد، تراز متوسط شدت صوت ۸۰dB (نسبت به $10^{-16}W/cm^2$) معمولاً کافی خواهد بود، مشروط بر آنکه تراز نویز نسبتاً پایین باشد. در کارخانه‌ها، سالنهای انتظار فرودگاهها، رستورانها، و مکانهای مشابه که در آن موسیقی هدف فرعی بوده و اعلام‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است، تراز توان صوت برای موسیقی باید با تراز نویز محیط مرتبط بوده و اعلام‌ها باید تراز بالاتری داشته باشد.

پ ـ گستره بین پائین‌ترین صوت وبلندترین صوت در موسیقی ارکستر می‌تواند در حدود ۷۰dB بوده و گستره صوت مذکور برای گویندگان در حدود ۳۰dB است که باید به آن ۲۰dB به علت تغییرات بین دهان گوینده و میکروفون اضافه گردد. معمولاً گستره بین تراز نویز و خروجی نامی توان در سیستم نوع I حدود ۶۰dB، در سیستم نوع II حدود ۵۰dB و در سیستم نوع III تقریباً ۴۰dB است.

ت ـ اگر توان متوسط به حداکثر ظرفیت سیستم نزدیک باشد اعوجاج در پیکها اجتناب‌ناپذیر بوده و در نتیجه بایستی سیستم بنحوی تنظیم شود که توان خروجی در حالت بلندترین صدا پائین‌تر از مقداری باشد که باعث ایجاد مقادیر اعوجاج مشخص شده در تقویت‌کننده‌ها و بلندگوها می‌گردد. حاشیه اطمینان باید حداقل ۱۰dB برای سیستم نوع I، ۶dB برای سیستم نوع II و ۳dB برای سیستم نوع III باشد.

ث ـ توان صوت موردنیاز در فضای محصور با اندازه آن مستقیماً متناسب بوده و تقریباً با زمان طنین نسبت عکس دارد ولی اگر این زمان نزدیک به بهینه باشد گسترهٔ توان موردنیاز در هر ۳۰ مترمکعب از ۲dB± تجاوز نکرده و از اندازه فضای محصور مستقل است. کاهشی در توان به اندازه حداکثر ۱۰dB امکان‌پذیر بوده و در واقع در فضاهای محصور با احتمال بالای تشدید مانند استخرهای سرپوشیده و سالنهای بازی، امری ضروری است، اگرچه تراز نویز محیط می‌تواند عامل کنترل‌کننده باشد در این گونه موارد بسیاری از کاربردهای دیگر قسمت اعظم میرایی آکوستیکی توسط حضار صورت گرفته و بدین علت توان را می‌توان با توجه به اندازه وسعت آن تنظیم نمود.

ج ـ توان خروجی نامی تقویت‌کننده و قابلیت توان بلندگوها نبایستی کمتر از ۱۰mw در هر ۳۰ مترمکعب باشد یعنی ۵w برای سالن کنفرانسی با اندازه ۱۵۰۰۰ مترمکعب. این توان در یک سالن کنفرانس با طراحی خوب و زمان طنین بهینه تراز شدت صوت ۸۰dB را ایجاد می‌کند، مشروط بر آنکه از بلندگوهایی با راندمان ده درصد استفاده کرده و حاشیه‌ای با اندازه ۱۰dB برای پیکها درنظر گرفت. این تراز شدت صوت هنگامی کفایت خواهد کرد که تراز شدت نویز

محیط بسیار پائین باشد. تراز شدت صوت متوسط حاصل از حضار ساکت حدود ۴۴dB بوده و در سالن موسیقی بنا به دلایلی بالا است. پائین‌ترین تراز برای صحبت قابل فهم حدود ۶dB بالای تراز صوت بوده و تراز میانگین بایستی ۶dB بالاتر باشد. یک گستره طبیعی تراز برای صحبت بازسازی شده برابر ۲۵dB است.

چ ـ در سیستم‌های صوتی برای فضای باز و حضار شنونده آن اگر از بلندگوهایی با راندمان ده درصد استفاده شود، توان خروجی تقویت‌کننده وظرفیت توانی بلندگوها می‌تواند تا ۴w در هر ۳۰ مترمکعب باشد با این فرض که ترازهای نویز متعارف و عادی بوده و ۳dB حاشیه برای پیکها منظور گردد.

۸-۴ اصول و روشهای نصب دستگاههای صوتی

۸-۴-۱ اصول کلی

تمام دستگاههای صوتی باید برای کار و عملیات مداوم طراحی شده و بنحوی مستحکم ساخته شود که از ورود گرد و خاک به آن جلوگیری شود. این دستگاهها باید بطور دائم وایمن به طریقی نصب شود که از نظر نگهداری دسترسی آسان به آن امکان‌پذیر باشد. ورود اشخاص غیرمجاز باید پیش‌بینی شده و نصب قفل و تجهیزات نگهبانی دستگاهها امری ضروری است. اگر فقط دستگاه تیونر رادیویی و یا هر دو دستگاه رادیویی و ضبط و پخش صوت در سیستم صوتی بکار رفته و چند بلندگو باید به آن اتصال یابد می‌توان تجهیزات را با هم و بهمراه کنترلهای مربوط در یک کابینت نصب نمود. اگر تعداد دستگاهها بنحوی باشد که نتوان آن را در یک کابینت قرار داد در اینصورت تجهیزات صوتی بایستی در رک‌ها یا در سلول‌های فلزی نصب شود. رک‌ها ـ سلول‌ها باید بصورت پانلهایی با پهنای یکسان بوده و امکانات تهویه هوا در آن پیش‌بینی شده و کنترلهای عملیاتی بایستی بالاتر یا پائین‌تر از نقاطی که می‌توان به آن به آسانی دسترسی داشت، نصب گردد. رکها باید در اطاق کنترل مرکزی که می‌تواند شامل سایر تجهیزات مخابراتی باشد قرار داشته باشد. سیمکشی دستگاهها باید به ترمینالهای مناسبی منتهی شده و قابل اتصال به سیمکشی صوتی ساختمان باشد. ترمینالهای مذکور می‌تواند در داخل یک جعبه توزیع دیواری نصب شود. به‌منظور جداساختن و ایزوله نمودن هر بخش معیوب و دچار خرابی باید سوئیچهایی در این رک‌ها در نظر گرفته شود تا امکان نگهداری تجهیزات تأمین شده و از به خطر افتادن جان مهندس نگهداری پرهیز شود. در چنین مواردی ترتیباتی باید اتخاذ شود که سایر بخشهای رک به کار خود ادامه دهد. سیمکشی بین رک‌ها و بین رک‌ها و وسایل ترمینال باید بصورت کامل بطور روکار یا داخل لوله یا داکت در کف

اطاق انجام شود.

۸-۴-۲ مکانهای اتصال به سرویس‌های خارجی

امکان دارد که در یک سیستم صوتی اتصال و استفاده از سیستم صوتی خارجی مانند سرویس سخن پراکنی و یا آنتن پیش‌بینی شده باشد. اتصال مذکور می‌تواند بصورت هوایی یا زمینی باشد. ورود مدار هوایی به ساختمان باید بنحوی باشد که از نظر موقعیت به سهولت به دستگاه مربوط اتصال یابد. لوله کوتاهی از لوله فلزی یا چینی باید در دیوار قرار داده شود و شیب آن به سمت پایین در خارج دیوار باشد تا از ورود باران به آن جلوگیری شود. در مورد آنتن لوله مذکور تا حد امکان باید به آنتن نزدیک بوده و در عین حال باید به مکان و موقعیت دستگاه صوتی نیز توجه داشت.

۸-۴-۳ مکانهای توزیع

یک مکان یا نقطه توزیع در محل ورود کابلهای خارجی و یا در نزدیکی آن به منظور اتصال این‌گونه کابلها به سیمکشی داخلی و آزمایش آن باید پیش‌بینی شود. فضای درنظر گرفته شده باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا بتوان سرویس‌های مختلف را توسعه داده و تجهیزات کمکی مورد لزوم را در آن جا داد. در ساختمانهای بزرگتر این فضا باید در اطاق کنترل که تمام سرویسهای مخابراتی را زیرنظر دارد پیش‌بینی شود. مکان محل اطاق کنترل بایستی در رابطه با مسیر کابل اصلی انتخاب شود. امکان دارد که در هر طبقه استفاده از مکانهای توزیع فرعی ضرورت داشته باشد.

۸-۴-۴ کابلکشی و سیمکشی

در ساختمانهای جدید از سیستم سیمکشی توکار باید استفاده شود. سرویسهای مختلف جریان ضعیف یا مخابراتی بایستی جدا و مستقل از یکدیگر طراحی و نصب شود. تا حد امکان از بکاربردن مفصل‌ها و اتصالات در کابلها پرهیز گردد.

در صورتی که بکار بردن اتصالات الزامی باشد باید آن را در جعبه اتصال مناسب قرار داد. تمام لوله‌ها، داکتها و کابلها به‌منظور شناسایی آسان باید علامت‌گذاری شود. برخی از انواع گچ و سیمان دارای اثر خورندگی بر فلزات بوده و باید در مواقعی که کابلها یا لوله‌های فلزی در مکانهای مرطوب نصب می‌شود احتیاطهای لازم به عمل آید. در چنین مواردی استفاده از لوله‌های پی وی سی سخت امری ضروری است.

در طرح و اجرای سیستم‌های لوله‌کشی، سیمکشی و کابلکشی سیستم‌های صوتی، کلیه ضوابط عمومی ذیربط مندرج در فصلهای اول، دوم و هفتم از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدیدنظر اول) و نیز ضوابط

عمومی ذیربط در فصل اول از نشریه ۲-۱۱۰ باید ملاک عمل قرار گیرد.

۸-۴-۵ آزمونهای کاربردی

طراح، مهندس مشاور و پیمانکار سیستم‌های صوتی در هر زمان که ضرورت داشته باشد باید از کارخانه تولیدکنندهٔ سیستم‌های صوتی بازدید بعمل آورده از اجرای آزمونهای توصیه شده در این فصل و نتایج آن اطمینان حاصل کنند. آزمونهای الکتریکی و کارکردی تجهیزات صوتی نصب شده باید صورت پذیرفته و ارائه سرویس با کیفیت عملکرد رضایت بخش در شرایط حاد کاری محتمل مورد تایید قرارگیرد. اگر تجهیزات نصب شده توسعه سیستم صوتی موجود باشد آزمون باید کل سیستم صوتی جدید و قدیم را پوشش دهد.

۸-۴-۶ اتصال زمین

باید اطمینان حاصل شود که پیوستگی مدار زمین و اتصالات زمین مدار تغذیه تجهیزاتی صوتی مورد آزمایش قرار گرفته و پاسخگو وکافی بودن مسیر زمین از نظر حفاظت سیستم صوتی در برابر خطرات ناشی از معایب زمین مورد تائید قرار گرفته است. همچنین باید توجه داشت که ضوابط عمومی ذیربط مندرج در نشریه ۱-۱۱۰ (تجدیدنظر اول) نیز بایستی رعایت شود.

۸-۵ کارکرد ایمن وسایل و تجهیزات سیستم‌های صوتی

۸-۵-۱ نگاهداری و حمل و نقل تجهیزات صوتی

دستگاههای صوتی باید در یک مکان خشک و در دمای ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد نگاهداری شود مگر آنکه دستگاههای مذکور بنحو خاصی برای محدودهٔ حرارتی بزرگتری طراحی و ساخته شده باشد. این دستگاهها در روزهای بسیار گرم یا بسیار سرد نباید در داخل وسیله نقلیه یا اطاق محصور قرار داده شده و حمل گردد. دستگاههایی که حمل می‌شود بایستی بطور کامل از باران، برف و هر نوع رطوبت محافظت شود. هنگامی که دستگاه صوتی به علت حمل از یک دمای حدی به دمای حدی دیگر تغییر دما می‌دهد به‌منظور پرهیز از خطرات الکتریکی حاصل از تعرق حاصله باید احتیاط لازم به عمل آید. دستگاه مذکور باید قبل از اتصال به منبع تغذیه الکتریکی بطور کامل خشک گردد. دسته‌های مخصوص حمل باید در شرایط خوب بوده و کاملاً ایمن باشد. تجهیزات سنگین باید توسط اشخاصی که از قدرت بدنی کافی برخوردار هستند برداشته شده و حمل گردد.

۸-۵-۲ احتیاطهایی که باید قبل از کاربرد دستگاههای صوتی بعمل آید.

بازرسی و رسیدگیهای بصری زیر باید توسط فرد متخصص ومسئول از تجهیزات و وسایل صوتی به عمل آید.

ولتاژ و فرکانس کار تمام دستگاهها باید با ولتاژ و فرکانس و نوسانات شناخته شده منبع تغذیه الکتریکی موجود هماهنگ و منطبق بوده و سلکتور ولتاژ دستگاه چند ولتاژه به ولتاژ صحیح تنظیم شده باشد. کلیه پیچ‌های حمل و نقل و سایر وسایل ثابت نگاهداشتن دستگاه و بسته‌بندی باید از دستگاه جدید جدا شده باشد. تمام کلیدها و پیچ‌های چرخشی و لغزان کنترل وسایل صوتی باید سالم بوده و هیچگونه شکاف یا سوراخی در پوشش و محفظه وسایل نباید مشاهده گردد. کلیه لوورهای تهویه بایستی فاقد هرگونه مانع بوده و شبکه‌های حفاظتی بدون آسیب باشد. دو شاخه‌ها و جعبه انشعابهای مجهز به فیوزهای داخلی باید دارای فیوزهای با جریان نامی صحیح باشد.

۸-۵-۳ نصب و بهره‌برداری از دستگاههای صوتی و تأمین تغذیه الکتریکی آن

از بکار بردن تجهیزاتی که با تغذیه الکتریکی عمل می‌نماید در فضای آزاد یا در مکانهایی که احتمال شرایط مرطوب در آن زیاد است بایستی پرهیز شود. بررسیهای منظم در مورد امن و قابل‌اعتماد بودن نگهدارنده‌های دستگاهها و وسایل قابل نصب روی دیوار یا سقفها باید بعمل آمده و استفاده از زنجیره‌های ایمنی توصیه می‌شود. در هنگام استفاده از آداپتورهای چند راهه در پریزهای تغذیه الکتریکی باید از عدم اضافه بار پریز اطمینان حاصل کرد. توصیه می‌شود که از جعبه انشعاب مناسب، فیوزهای لام و چراغ نشان‌دهنده برقراری تغذیه الکتریکی موردنیاز استفاده گردد. آداپتورهایی که دارای پریزهای سه پل ولی دو شاخه‌های دوبل می‌باشد نبایستی در مورد تجهیزاتی که برای عملکرد ایمن به اتصال زمین باید وصل شود بکار رود. تمام کلیدهای تغذیه الکتریکی ازجمله کلیدهای نصب شده روی دستگاههای صوتی، باید قبل از اتصال به منبع تغذیه الکتریکی درحالت خاموشی باشد.

تمام پانلهای ایمنی که می‌توان از دستگاه جدا نمود باید در هنگام بهره‌برداری در مکان خود قرار داشته و پیش از روشن نمودن دستگاه باید دریچه‌های دستگاه بطور امن بسته شده باشد. از هر گونه امکان آغاز به کار دستگاه صوتی در ترازی از حجم صدا که بتواند به گوش انسان آسیب رساند باید پرهیز گردد. بنابراین قبل از روشن کردن دستگاه صوتی تمام کنترل‌های حجم صدا را باید در مقدار حداقل قرار داد. پریزهای هدفون دستگاههای صوتی باید در برابر ترازهایی از حجم صدا که می‌تواند به گوش انسان صدمه و آسیب برساند، دارای حفاظت داخلی باشد. در صورت استفاده از هدفون‌هایی با کنترلهای حجم صدای داخلی، باید اطمینان حاصل شود که قبل از انتقال صوت به

شنوندگان تمام کنترلها در مقدار حداقل خود قرار دارد. هیچگونه اقدام عمدی در مورد قفل یا متوقف نمودن اجزای متحرک دستگاه صوتی نباید به عمل آید و باید از تماس انگشتان، مو، لباس، جواهرات و غیره با اجزای متحرک دستگاهها کاملاً پرهیز شود.

همیشه باید فیوزهایی با جریان نامی صحیح جایگزین شده و از کاربرد فیوزهایی با جریان نامی بزرگتر از جریانهای تعیین شده برای دستگاه وولتاژ مشخص شده خودداری شود.

در فواصل زمانی معین که توسط مسئوول ذیربط تعیین خواهد شد تمام دستگاههای صوتی و منابع تغذیه الکتریکی باید از نظر ایمنی تحت آزمون قرار گیرد. این فواصل زمانی نبایستی بیش از یکسال باشد. روشهای آزمون بنابرتوافق مابین تولیدکننده دستگاه صوتی مربوط، مقامات تغذیه الکتریکی و سازمانهای دولتی ذیربط تعیین خواهد شد.

۹ اصول طراحی و اجرایی سیستمهای صوتی

۹-۱ نویز صوتی و طنین صوت:

یکی از عوامل و پارامترهای مهم که در طراحی سیستم صوتی باید درنظر گرفته شود نویز صوتی و طنین صوتی است. نویز را معمولاً به دو گروه نویز داخلی و نویز خارجی تقسیم‌بندی می‌کنند. نویز داخلی یا نویز داخل ساختمان می‌تواند نویز حاصل از صدای آسانسورها، دستگاههای هواسازها، صحبتهای مردم، صدای موتورها و ماشین‌آلات و صدای کشیده شدن اجسام بر روی زمین باشد. نویز خارجی یا خارج ساختمان شامل سر و صدای ترافیک، کارهای ساختمانی، امواج دریا، صدای رودخانه و... بوده و بسته به عوامل محیط اطراف و عوامل ایجاد آن، بر حسب زمان در حال تغییر است.

انعکاس و طنین صوت، بخصوص هنگامی که سیستم صوتی داخل ساختمان نصب می‌شود از اهمیت بیشتری برخوردار است. انعکاس در یک اطاق یا دیوارهای محکم و سنگین ساخته شده از بتون یا تخته چند لا بیشتر بوده و زمان انعکاس صوت طولانی می‌باشد، بخصوص در ساختمانهای بتونی با سرپوش گنبدی یا پارکینگ ساختمانها و سالن ژیمناستیک زمان انعکاس طولانی است. انعکاس صوت در فرکانسهای پایین بیشتر بوده و بخصوص در اماکنی که از نظر بتون مسلح خوب طراحی نشده است، شدت بیشتری دارد. طنین انعکاس صوت اصلی است که با تأخیر زمانی نسبت به صوت اصلی شنیده می‌شود. اگر اصوات منعکس شده با تأخیر بیش از تقریباً ۵۰ میلی‌ثانیه نسبت به صوت اصلی به گوش برسد به صورت طنین شنیده شده و از صدای اصلی قابل تشخیص خواهد

بود. طنین به شکل جدی بر کیفیت و وضوح صوت اثر گذاشته و از بدترین عوامل صوتی مزاحم است. طنین‌های خارجی که تحت تأثیر بادها، کوهها و ساختمانهای بلند ایجاد می‌شود ازجمله عوامل صوتی نامطلوب می‌باشد. از این نقطه‌نظر بلندگوها را باید در مکانهای بلند که دارای نسیم ملایم بوده و کمتر تحت تأثیر طنین مزاحم قرار دارد نصب نمود و یا در نقاط متعدد بلندگوهای توان پایین را نصب کرد.

تراز نویز و عوامل صوتی مزاحم در مکانهای مختلف در جدول ۷ ـ ۱ نشان داده شده است

جدول ۷-۱: تراز نویز و عوامل صوتی مزاحم برای مکانهای مختلف

مکان	سطح نویز [dB]
موتور هواپیمای جت	۱۲۰
خطوط راه‌آهن	۱۰۰
چهارراه‌ها	۸۰
ادارات پرسرو صدا	۶۰
محل مسکونی حومه شهر	۴۰
خش خش برگ درختان در نسیم	۲۰
حداقل صدای قابل شنیدن	۰

۹-۲ تراز فشار صوتی خروجی بلندگو

میانگین تراز فشار صوتی مشخصه برای خروجی بلندگو که در بخش ۵-۳-۲ این فصل تعریف و بررسی گردیده بازای توان ورودی یک ولت درهر باند $\frac{1}{3}$ اوکتاو فرکانسی تعیین و اندازه‌گیری می‌گردد. در عمل به‌منظور سهولت بیشتر می‌توان توان یک ولت در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز را به ورودی بلندگو اعمال کرده و تراز فشار صوتی خروجی را در فاصله یک متری اندازه گرفت. در بلندگوهای سقفی / دیواری تراز فشار صوتی خروجی ین ۸۵ تا ۹۳ دسیبل و در بلندگوهای ستونی در محدوده ۹۰ تا ۱۰۶ دسیبل و در بلندگوهای شیپوری تراز مذکور در گستره ۹۵ تا ۱۱۰ دسیبل قرار دارد. بدیهی است که با دو برابر شدن توان ورودی تراز فشار صوتی خروجی ۳ دسیبل افزایش می‌یابد. جدول ۷-۲ افزایش تراز فشار صوتی خروجی بلندگوها را بازای توان‌های ورودی مختلف ارائه می‌کند. باید توجه کرد که تراز فشار صوتی خروجی بر حسب دسیبل بازای توان ورودی مشخص برابر است با تراز فشار صوتی خروجی بلندگو برای ورودی یک وات باضافه افزایش تراز فشار صوتی خروجی بر حسب دسیبل.

جدول ۷-۲: افزایش تراز فشار صوتی خروجی بلندگوها به ازاء توان‌های ورودی مختلف

توان ورودی بلندگو [وات]	افزایش تراز فشار صوتی خروجی [dB]	توان ورودی بلندگو [وات]	افزایش تراز فشار صوتی خروجی [dB]
۱	۰	۱۶	۱۲
۲	۳	۲۰	۱۳
۳	۵	۲۵	۱۴
۴	۶	۳۰	۱۴/۸
۵	۷	۳۲	۱۵
۶	۸	۴۰	۱۶
۷	۸/۵	۵۰	۱۷
۸	۹	۶۰	۱۷/۸
۹	۹/۵	۷۰	۱۸/۵
۱۰	۱۰	۸۰	۱۹
۱۳	۱۱	۹۰	۱۹/۵
۱۵	۱۱/۸	۱۰۰	۲۰

در جدول ۷-۳ ترازهای نویز و فشار صوتی لازم برای مکانهای مختلف نشان داده شده است.

۳-۹ تضعیف صوت

هنگامی که فاصله از بلندگو افزایش یابد تراز فشار صوتی خروجی بلندگو کاهش می‌یابد و کاهش آن متناسب با مربع فاصله است. بعبارت دیگر با دو برابر شدن فاصله میزان تضعیف صوت ۶ دسیبل افزایش می‌یابد. جدول ۷-۴ تضعیف صوت در خارج ساختمان بر حسب فاصله را در شرایطی که چگالی هوا، اختلاف دما، جهت باد، انعکاس صوت از موانع و... درنظر گرفته نشده است، نشان می‌دهد. میزان تضعیف صوت در داخل ساختمان کمتر از فضای باز است و این اختلاف به مشخصات صوتی اطاق یا سالن بستگی دارد. عموماً سیستم‌های صوتی برای فضای باز طراحی می‌شود و سپس ضریب حداکثر اضافه می‌گردد. ضریب حداکثر در واقع اختلاف بین میانگین تراز فشار صوتی و حداکثر تراز فشار صوتی منبع بوده و برای صحبت و زمینه موسیقی ۱۰ دسیبل و برای موسیقی ۲۰ دسیبل درنظر گرفته می‌شود. تضعیف صوت به فرکانس نیز بستگی داشته و در فرکانسهای بالا تضعیف صوت بیشتر است.

جدول ۷-۳ ـ ترازهای نویز و فشار صوتی لازم برای مکانهای مختلف

اثر نویز	تراز نویز [dB]	مکان	تراز فشار صوتی لازم	
مکالمات غیرقابل شنیدن می‌باشد	۱۲۰ ۱۱۰	نزدیک موتور هواپیما آژیر بوق اتومبیل	اگر تراز نویز ۱۰۰ دسیبل یا بیشتر باشد فشار صوتی بیش از ۱۲۰ دسیبل (حداکثر تراز فشار صوتی قابل شنیدن) لازم است واین مقدار به فرکانس نویز بستگی دارد. در این حالت مکالمات به سختی شنیده می‌شود.	
مکالمات به سختی شنیده می‌شود.	۱۰۰ ۹۰ ۸۰	خطوط راه آهن و ترن برقی فروشگاه اتومبیل چهارراه‌ها ـ چایخانه‌ها	۱۰۰ دسیبل یا بیشتر	
اصوات بلند قابل شنیدن می‌باشد	۷۰ ۶۰	فروشگاههای بزرگ اداره شلوغ رستوران، لابی هتل، اداره و محل مسکونی	۷۰ دسیبل تا ۹۰ دسیبل	در جایی که موزیک منبع صوت ۸۰ تا ۱۰۰ دسیبل تراز فشار صوتی دارد
مکالمات عادی قابل شنیدن می‌باشد	۵۰ ۴۰ ۳۰ ۲۰ ۱۰ ۰	سینما، محل مسکونی، حومه شهر، بیمارستان و هتل استودیو فرستنده رادیویی صدای خش خش برگ در نسیم صدای خیلی ضعیف (نجوا) حداقل صدای قابل شنیدن	۷۰ دسیبل یا بیشتر (نویز تقریباً بی‌اثر می‌شود)	

جدول ۷-۴ ـ تضعیف صوت در خارج ساختمان بر حسب فاصله

فاصله [m]	تضعیف [dB]	فاصله [m]	تضعیف [dB]
۱	۰	۲۸	۲۹
۲	۶	۳۰	۲۹/۵
۳	۹/۵	۳۲	۳۰
۴	۱۲	۳۶	۳۱
۵	۱۴	۴۰	۳۲
۶	۱۵/۵	۴۵	۳۳
۷	۱۷	۵۰	۳۴
۸	۱۸	۵۶	۳۵
۹	۱۹	۶۰	۳۵/۵
۱۰	۲۰	۶۴	۳۶
۱۱	۲۱	۷۰	۳۷
۱۳	۲۲	۸۰	۳۸
۱۴	۲۳	۹۰	۳۹
۱۵	۲۳/۵	۱۰۰	۴۰
۱۸	۲۵	۱۵۰	۴۳/۵
۲۰	۲۶	۲۰۰	۴۸
۲۲	۲۷	۳۰۰	۴۹/۵
۲۵	۲۸	۴۰۰	۵۲

۴-۹ ایزولاسیون صوتی

هدف از ایزولاسیون صوتی در واقع جلوگیری از انتقال صوت ایجاد شده در یک اتاق به اتاق دیگر می‌باشد. بدیهی است از نقطه‌نظر دیگر باید تضعیف صوت را در امر انتقال آن توسط عوامل و موانع مختلف از قبیل دیوار و درب و پنجره و... درنظر گرفت. میزان تضعیف تراز فشار صوتی توسط عوامل مذکور در جدول ۷-۵ نشان داده شده است.

جدول ۷-۵ ـ تضعیف تراز فشار صوتی توسط عوامل مختلف

پنجره شیشه‌ای با ضخامت ۳ میلیمتر	تقریباً ۱۰dB
درب چوبی	تقریباً ۲۵dB
دیوار با بلوک سیمانی با ضخامت ۱۰۰ میلیمتر	تقریباً ۴۵dB
دیوار سنگی با ضخامت ۱۰۰ میلیمتر	تقریباً ۵۰dB

بنابراین برای محاسبه تراز فشار صوتی در یک نقطه معین در یک اتاق بواسطه بلندگو در اطاق دیگر، علاوه بر تضعیف صوت به علت فاصله نقطه مفروض از درب بین دو اتاق و فاصله بلندگو از آن درب، تضعیف تراز فشار صوتی به علت وجود درب را نیز باید منظور نمود.

۹-۵ انتخاب بلندگو

انتخاب بلندگوو نحوه‌قرارگرفتن‌آن‌درطراحی‌ونصب سیستم‌های صوتی نقش اساسی را ایفا می‌نماید و در اکثر موارد اشکالاتی که در کیفیت صوت ایجاد می‌شود بعلت انتخاب نامناسب بلندگو است.

۹-۵-۱ انواع بلندگو

بلندگوها را به دو نوع داخلی و خارجی طبقه‌بندی می‌نمایند. محل و مورداستفاده آن در جدول ۷-۶ نشان داده شده است.

جدول ۷-۶ ـ موارد استفاده از بلندگوهای مختلف در داخل و خارج ساختمان

نوع سیستم	مورد استفاده			
	نوع بلندگو	سیستم مرکزی پخش صدا	موسیقی زمینه	موسیقی
داخل ساختمان	سقفی	▒	▒	
	دیواری	▒	▒	
	ستونی	▒		▒
	شیپوری	▒		
	CLEARHORN	▒		▒
خارج ساختمان	ستونی (مقاوم در برابر هوا)	▒	▒	▒
	شیپوری	▒	▒	
	CLEARHORN	▒	▒	▒

در سیستمهای مرکزی پخش صدا[1] پهنای باند فرکانسی بین ۲۰۰ هرتز تا ۶۰۰۰ هرتز برای برآورده ساختن اهداف مورنظر کفایت می‌کند، اگرچه در بدترین شرایط پهنای باند موردنیاز بین ۲۵۰ هرتز تا ۴۰۰۰ هرتز است. در مورد موسیقی زمینه که شامل موسیقی ملایم برای دکلمه و صحبت یا موسیقی پشت صحنه می‌باشد، پهنای باند فرکانسی بین ۱۰۰ هرتز تا ۸۰۰۰ هرتز مناسب است. در مورد سالنهایی که سیستم صوتی آن قبلاً طراحی شده است، پهنای باند فرکانسی بین ۴۰ هرتز تا ۱۵۰۰۰ هرتز است. بنابراین شرایط پخش موسیقی دقیقتر از سایر موارد بوده و در انتخاب بلندگو باید دقت خاصی مبذول گردد.

۹-۵-۲ روشهای نصب بلندگوها

ترتیب نصب بلندگو بسته به توان الکتریکی ورودی و بازدهی بلندگو متفاوت است. در هنگام نصب بلندگو در داخل ساختمان باید انعکاس صوت، طنین و ایزولاسیون صوت درنظر گرفته شود و وقتی که بلندگو در خارج ساختمان نصب می‌شود مقاومت هوا، باد و باران را باید مدنظر داشت. به‌طور کلی سه روش نصب بلندگو وجود دارد.

الف ـ سیستم مرکزی

در این حالت بلندگو در یک مکان نصب شده و بدین ترتیب هزینه نصب و راه‌اندازی کاهش خواهد یافت. این سیستم که در آن جهت انتقال صوت همان جهت دید است برای سخنرانی و کنسرت مناسب است. در عین حال می‌توان معایب زیر را برای این مورد برشمرد.

- شدت صوت انتقال یافته به نقاط مختلف متفاوت است.

- کیفیت صوت بعلت انعکاس و طنین خوب نیست.

- در صورتی که تراز نویز بالا باشد تراز فشار صوتی خروجی بالا موردنیاز است.

استفاده از این روش نصب بلندگوها در کارخانه‌ها که تراز نویز بالا است توصیه نمی‌شود.

ب ـ سیستم پراکنده

در سیستم پراکنده[2] از بلندگوهایی در نقاط مختلف استفاده می‌شود. این روش برای موسیقی زمینه یا پشت صحنه مناسب است زیرا تراز فشار صوتی یکنواختی را تولید می‌کند. اگر به یکی از بلندگوها

1 - Public Address
2 - Dispersed System

توان ورودی ناچیزی اعمال گردد (که بواسطه آن محدوده شنوایی کاهش می‌یابد) انعکاس صوت کم شده بطوری که کیفیت وضوح صوت در مکانی که زمان انعکاس صوت طولانی است افزایش می‌یابد. اگر تعداد زیادی بلندگو با هم تداخل کند کیفیت صوت پایین می‌آید و بدین علت انتخاب تعداد بلندگوی مناسب و محدوده عملکرد هر یک در این روش اهمیت دارد. بدیهی است مخارج نصب این سیستم بیشتر از سیستم مرکزی است. از این روش بیشتر در مکانهای عمومی و ادارات و برای فراخوانی و پخش زمینه موسیقی استفاده می‌شود.

پ ـ سیستم ترکیبی

این سیستم ترکیبی از سیستم مرکزی و سیستم پراکنده است. در این روش از بلندگوهای مرکزی برای ایجاد تراز فشار صوتی مورد لزوم استفاده کرده و برای نقاطی که تراز صوت ضعیف است بلندگوهای کمکی بکار می‌رود. این نوع سیستم نصب بلندگوها برای سالنهای ژیمناستیک و کنفرانس مناسب می‌باشد.

۹-۶ اصول نصب بلندگوهای داخلی و خارجی

۹-۶-۱ نظر به این که سقفها در ادارات، رستورانها وفروشگاهها عموماً کوتاه است، در این گونه موارد باید تعداد زیادی بلندگوی ۱ تا ۳ ولت نصب شود. تعداد مناسب بلندگوها با توجه به اندازه و ابعاد اتاق باید تعیین شود.

برای داشتن تراز فشار صوتی یکنواخت، بلندگوها بصورت زیگزاگ نصب می‌شود. بعنوان مثال هنگامی که تراز نویز ۶۰ دسیبل، ضریب حداکثر ۱۰ دسیبل و اختلاف تراز فشار صوتی موردنیاز ۶ دسیبل باشد بازای ارتفاع سقف برابر با ۴ متر، فاصله بلندگوها از یکدیگر ۶ متر، سطح پوشش هر بلندگو تقریباً ۲۸ مترمربع و توان ورودی هر بلندگو ۳ وات خواهد بود. توصیه می‌شود در کلاس درس و ادارات از بلندگوهای ۲ تا ۶ وات دیواری متناسب با ابعاد اتاق استفاده گردد. باید توجه کرد که بلندگوهای دیواری روبروی هم نصب نشود زیرا کیفیت و وضوح صوت کاهش می‌یابد. اگر از بلندگوی دو جهته دیواری استفاده شود صوت در دو جهت انتشار خواهد یافت. این نوع بلندگوها برای فضاهای وسیع و باریک و نیز محوطه‌های دراز مانند لابی هتل، محل عبور، راهرو هتل‌ها و تئاترها، سینماها، بیمارستانها، ایستگاههای قطار و هواپیما و غیره باید مورداستفاده قرار گیرد. در اتاقهای ملاقات، کنفرانس و سالن ژیمناستیک بلندگوهای ستونی دو راهه ۱۵ یا ۳۰ وات متناسب با ابعاد اتاق باید استفاده شده و در اتاقهای شلوغ (تراز نویز ۹۰ دسیبل یا بیشتر) باید بلندگوهای شیپوری ۵ تا ۳۰ وات در روی سقف یا دیوار نصب شود.

۹-۶-۲ در ساختمانهای کارخانجات باید معمولاً از بلندگوهای شیپوری یا Clearhorn با توان ۷ یا ۱۵ وات که به روش پراکنده نصب می‌شود استفاده گردد. اگر امواج صوتی انتشار یافته مستقیماً به دیوار ساختمان مقابل بلندگو برخورد کند منعکس شده و در اثر این انعکاس از کیفیت و وضوح صدا کاسته می‌شود. بلندگوها باید بنحوی نصب شود که موج صوتی واقع در بالاترین خط زاویه انتشار به سطح زمین ساختمان مقابل برخورد نماید. در خیابانها و مراکز خرید عموماً از بلندگوهای شیپوری یا Clearhorn با توان ۷ یا ۱۵ وات با روش نصب پراکنده بر روی تیرها استفاده می‌شود. اگر فاصله تیرها کم باشد بلندگو در یک جهت روی تیر نصب می‌شود ولی اگر فاصله تیرها زیاد باشد دو بلندگو در دو جهت مقابل بر روی یک تیر نصب می‌گردد. بدیهی است که در این روش اخیر کیفیت و وضوح صوت بیشتر بوده و شدت صوت بصورت یکنواخت پخش می‌گردد.

در مکانهای ورزشی و پارک‌ها، بلندگوهای شیپوری یا مقاوم در برابر هوا با توان ورودی ۲۰ تا ۳۰ وات بصورت روش سیستم مرکزی نصب می‌شود. بلندگوها در لبه پشت بام یا بالای تیر و یا در محل مرتفع نصب می‌گردد. در مساجد از بلندگوهای شیپوری با توان ۳۰ تا ۵۰ وات معمولاً استفاده می‌شود. بلندگوها در بلندترین محل ممکن و به صورت دایره‌ای نصب می‌شود تا صوت در تمام جهات منتشر شود. در صورت پایین بودن تراز فشار صوتی از ترکیب موازی دو بلندگو که به صورت عمودی نصب می‌شود استفاده می‌گردد. هنگامی که لازم است صدای بلندگو در منطقه وسیع و دور پخش شود از بلندگو با توان خروجی بیشتر می‌توان استفاده کرد، زیرا در این مدت اثرات باد، تغییرات درجه حرارت و نویز غیرقابل اغماض است.

واژه‌نامه انگلیسی ـ فارسی

A.M. Suppression Ratio	نسبت حذف A.M.
Attenuation	تضعیف
Audio	صوتی
Capture Ratio	نسبت تسخیر
Compressor	فشرده ساز
Crosstalk	همشنوائی
Deck	دک ـ دستگاه ضبط و پخش صوت
Directional Pattern	الگوی جهت‌دار
Dispersed System	سیستم پراکنده
Duplicator	نسخه‌برداری
Electromotvie Force (EMF)	نیروی محرکه الکتریکی
Expander	گسترده‌ساز
Frequency Selectivity	قابلیت انتخاب فرکانسی
Flutter	نوسانات تند صوتی
Hum	هوم
Limiter	محدودکننده
Loudspeaker	بلندگو
Magnetic Head	هد مغناطیسی
Microphone	میکروفون
Mixer	مخلوط کننده ـ میکسر
Public Address System	سیستم پخش صدا
Radio Tuner	دستگاه رادیو
Sound Pressure Level	تراز فشار صوتی
Subcarrier	حامل فرعی

اعوجاج هارمونیک کل	Tatol Harmonic Distortion (THD)
رد	Track
تصویری ـ ویدئو	Video
نوسانات کندصوتی	Wow

فهرست منابع و استانداردها

[1]-IEC 60094-10; 1988, Magnetic tape sound recording and reproducing systems. Part 10: Time and address codes.

[2]-IEC 60098; 1987, Analogue audio disk recrds and reproducing equipment.

[3]-IEC 60098-1; 1987, Environmental testing, Part one: General and guidance.

[4]-IEC 60094-3; 1987, Recording and reqroducing systems, Part 3: Methods of measuring the characteristics of recording and reproducing equipment for sound on magnetic tape.

[5]-IEC 60581-1; 1977, High Fidelity audio equipment and systems; Minimum performance requirements; Part 1: General.

[6]-IEC 60581-2; 1986, High fidelity audio equipment and systems; Minimum perfarmance requirements, Pat 2: FM radio tuners.

[7]-IEC 60581-3; 1978, High fidelity audio equipment and systems; Minimum performance requirements, Part 3: Record playing equipment and cartridges.

[8]-IEC 60581-4; 1979, High fidelity audio equipment and systems; Minimum performance requirements, Part 4: Magnetic recording and reproducing equipment.

[9]-IEC 60581-5: 1981, High fidelity audio equipment and systems; Minimum performance requirements, Pat 5: Microphones.

[10]-IEC 60581-6; 1979, High fidelity audio equipment and systems Minimum perfermance requirements, Part 6: Amplifiers.

[11]-IEC 60581-7; 1986, High fidelity audio equipment and systems; Minimum performance requirements, Part 7: Loudspeakers.

[12]-IEC 60581-8; 1986, High fidelity audio equipment and systems; Minimum performance requirements, Pat 8: Combination equipment.

[13]-IEC 60574-1; 1977, Audiovisual, video and televsion equipment and systems, part 1: General.

[14]-IEC 60574-2; 1992, Audiovisual, video and television equipment and systems, Part 2:

Definition of general terms.

[15]-IEC 60574-3; 1983, Audiovisual, video and television equipment and systems. Part 3: Connectors for the interconnection of equipment in audio-visual systems.

[16]-IEC 60574-5; 1980, Audiovisual, video and television equipment and systems. Part 5: Control synchronization and address codes.

[17]-IEC 60574-7; 1987; Audiovisual, video and television equipment and systems. Part 7: safe handling and operation of audiovisual equipment.

[18]-IEC 60574-10; 1983, Audiovisual video and television equipment and systems. Part 10: Audio cassette systems.

[19]-IEC 60574- 13; 1982, Audiovisual video and television equipment and systems. Part 13: Digital counter for audio cassette systems.

[20]-IEC 60574-14; 1983, Audiovisual, video and television equipment and systems. Part 14: Audio striped card systems.

[21]-IEC 60574-15; 1984, Audiovisual, video and television equipment and systems. Part 15: Audio pages.

[22]-IEC 60574-16; 1987, Audiovisual, video and television equipment and systems. Part 16: Labelling for educational audio cassettes.

[23]-IEC 60574-17; 1989, Audiovisual video and television equipment and systems. Part 17: Audio-learning systems.

[24]-IEC 60268-1; 1985, Sound system equipment. Part 1: General.

[25]-IEC 60268-3; 2000, Sound system equipment. Part 3: Amplifiers.

[26]-IEC 60268-4; 1997, Sound system equipment. Part 4: Microphones.

[27]-IEC 60268-5; 2003, Sound system equipment. Part 5: Loudspeakers.

[28]-IEC 60268-10; 1991, Sound system equipment. Part 10: Peak programme level meters.

[29]-IEC 60268-11; 1987, Sound system equipment. Part 11: Application of connectors for the interconnection of sound system components.

[30]-IEC 60268-14; 1980, Sound system equipment. Part 14: Circular and elliptical loudspeakers; outer frame diameters and mounting dimensions.

[31]-IEC 60268-15; 1987, Sound system equipment. Part 15: Preferred matching values for the interconnection of sound system components.

[32]-IEC 60315-4; 1997, Methods of measurement on radio receivers for various classes of emission. Part 4: Receivers for frequency modulated sound broadcasting emissions.

[33]-IEC 60386; 1988, Methods of measurement of speed fluctuations in sound recording equipment.

فصل هشتم

منبع تغذیه برق بدون وقفه (UPS)[1]

۱ کلیات و تعاریف

۱-۱ مطالب ارائه شده در این فصل شامل استاندارد ساخت و مشخصات فنی عمومی و اجرایی انواع سیستمهای منبع تغذیه برق بدون وقفه مورداستفاده در طرحهای عمرانی کشور برای کاربرد در داخل ساختمان با شرایط محیطی تعیین شده در پیوست ۸-۳ می‌باشد. این گونه سیستمها علاوه بر تغذیه بار در زمان قطع برق شبکه شهری، افزایش یا افت ناگهانی ولتاژ[2]، تغییر فرکانس، و انواع اعوجاج لحظه‌ای یا دائم را نیز اصلاح می‌کند.

۱-۲ در این مشخصات فنی از تعاریف و اصطلاحات زیر استفاده شده است:

۱-۲-۱ منبع تغذیه برق بدون وقفه گردان[3]

مجموعه دستگاههایی است الکترومکانیکی که به‌منظور تأمین پیوسته انرژی مناسب برای دستگاههایی که به نوسانات موجود در شبکه برق شهری و قطع برق حساس می‌باشد به کار می‌رود.

۱-۲-۲ منبع تغذیه برق بدون وقفه ایستا[4]

مجموعه دستگاههایی است الکترونیکی که به‌منظور تأمین پیوسته انرژی مناسب برای

---

1 - Unintrruptible Power Supply
2 - Sag, Surge
3 - Rotary
4 - Static

دستگاههایی که به نوسانات موجود در شبکه برق شهری و قطع برق حساس می‌باشد به کار می‌رود.

۱-۲-۳ شارژ یا بار افزایی[1]

فرایند ذخیره انرژی در باتری یا تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی

۱-۲-۴ دشارژ یا بی‌بار کردن[2]

تبدیل انرژی شیمیایی باتری به انرژی الکتریکی.

۱-۲-۵ شارژ نگهداری[3]

شارژ کم مداومی که تقریباً برابر تلفات داخلی باتری بوده و آن را در وضعیت شارژ کامل نگهمیدارد. این عبارت همچنین در مورد نرخهای خیلی پایین شارژ که نه فقط برای جبران تلفات داخلی بلکه مقادیر تخلیه جزیی که گهگاه به مصرف بار می‌رسد نیز اتلاق می‌شود.

۱-۲-۶ شارژ شناور[4]

اعمال ولتاژ ثابت به یک باتری ذخیره‌ای برای نگهداری آن در وضعیت شارژ در زمان بی‌باری یا با بار سبک در هنگام بهره‌برداری

۱-۲-۷ شارژ متعادل کننده[5]

شارژ ممتدی که به‌منظور ترمیم کامل مواد فعال تمامی صفحه‌ها در کلیه سلولها به باتری داده می‌شود.

۱-۲-۸ شارژ توان افزا یا شارژ سریع[6]

شارژ جزیی کوتاه مدت با نرخ بالا

---

1 - Charge
2 - Discharge
3 - Trickle charge
4 - Float Charge
5 - Equalizing charge
6 - Boost charge

۱-۲-۹ باتری ذخیره‌ای یا انباره‌ای[1]

وسیله‌ای است که مکرراً انرژی الکتریکی در آن به صورت شیمیایی قابل ذخیره شدن و تبدیل مجدد به انرژی الکتریکی باشد.

۱-۲-۱۰ سل یا سلول ذخیره‌ای[2]

واحد پایه در هر باتری ذخیره‌ای که شامل یک یا چند صفحه مثبت با اتصال الکتریکی به یکدیگر، یک یا چند صفحه منفی با اتصال الکتریکی به یکدیگر، جداکننده‌های لازم، الکترولیت و ظرف مناسب باشد. یک باتری ذخیره‌ای ممکن است از یک سلول واحد یا چند سلول با اتصال الکتریکی به یکدیگر تشکیل شود.

۱-۲-۱۱ مواد فعال[3]

مواد به کار رفته در صفحات باتری که در هنگام دشارژ با واکنش شیمیایی، انرژی الکتریکی تولید می‌کند. مواد فعال سلولهای ذخیره‌ای در شرایط شارژ به وسیله جریان شارژکننده به فرایندهای اکسیداسیون یا احیاء به شکل ترکیب اصلی باز می‌گردد.

۱-۲-۱۲ موجک ولتاژ[4]

جزء متناوب ولتاژ مستقیم یک یکسوساز یا منبع تولید برق مستقیم.

۱-۲-۱۳ رگولاتور ولتاژ[5]

دستگاهی که ولتاژ ترمینال یک ژنراتور یا منبع ولتاژ دیگری را علیرغم تغییرات ولتاژ ورودی یا بار در حد لزوم ثابت نگهمیدارد.

۱-۲-۱۴ وارونگر یا اینورتر[6]

دستگاهی که برای تبدیل جریان برق مستقیم به جریان برق متناوب مورداستفاده قرار می‌گیرد.

---

1 - Storage battery
2 - Storage cell
3 - Active material
4 - Ripple voltage
5 - Voltage regulator
6 - Inverter

۱-۲-۱۵ **مبدل یا کانورتر**[1]

دستگاهی که برای تبدیل جریان برق متناوب به مستقیم یا جریان برق مستقیم به متناوب مورداستفاده قرار می‌گیرد.

۲ انواع سیستمهای برق بدون وقفه گردان

بطور کلی دو نوع سیستم یو ـ پی ـ اس به شرح زیر ممکن است مورداستفاده قرار گیرد:

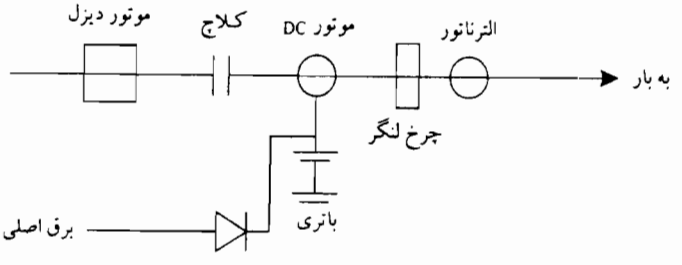
الف ـ سیستم برق بدون وقفه گردان

ب ـ سیستم برق بدون وقفه ایستا

۲-۱ سیستمهای برق بدون وقفه گردان

۱-۱-۳ ساده‌ترین نوع تجهیزات یو ـ پی ـ اس گردان شامل یک موتور دیزل، آلترناتور و استارت خودکار، به علاوه یک چرخ لنگر و کلاچ می‌باشد. در این سیستم در شرایط کار عادی آلترناتور به عنوان یک موتور از تابلو تغذیه ورودی همراه با چرخ لنگر کار می‌کند و در هنگام قطع نیروی برق عادی موتور دیزل شروع به کار نموده و زمانی که به سرعت کامل رسید از طریق کلاچ زیر بار می‌رود. در طول مدت راه‌اندازی موتور دیزل انرژی جنبشی[2] ذخیره شده در چرخ لنگر سرعت آلترناتور را برای ادامه تغذیه برق در حد نرمال نگهمیدارد.

۲-۱-۲ نوع کاملتری از سیستمهای یو ـ پی ـ اس گردان در شکل ۸-۱ ارائه شده است که با استفاده از دستگاههای یکسوساز یا شارژر، باتری و موتور DC کار می‌کند.

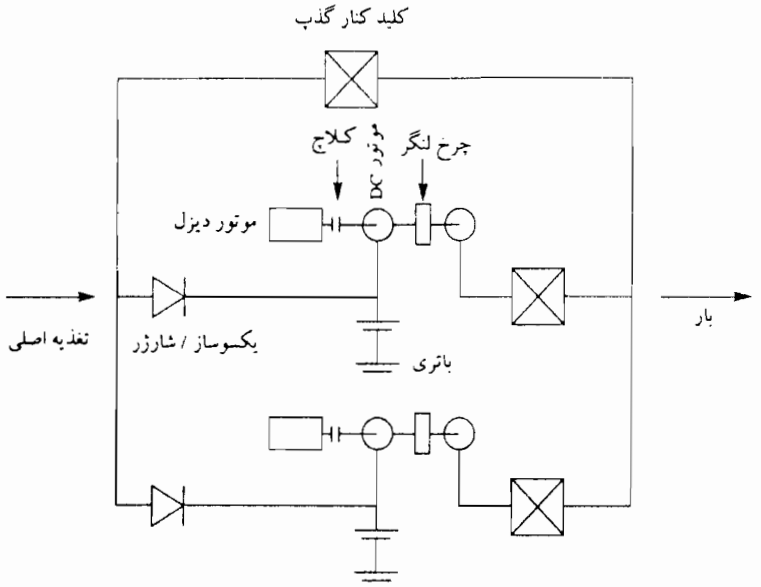


شکل ۸-۱ ـ شماتیک نمونه سیستم یو ـ پی ـ اس گردان با موتور دیزل پشتیبان

1 - Converter

2 - Kinetic

۲-۱-۳ سیستمهای یو ـ پی ـ اس گردان همچنین ممکن است به صورت پیشرفته‌تر با استفاده از دو یا چند دستگاه موازی و یا با به کارگیری کلیدهای کنار گذر[1] به اشکال متفاوت برای تأمین نیروی برق بدون وقفه تمام یا قسمتی از بار و یا به عنوان پشتیبان مورداستفاده قرار گیرد. (شکل ۸-۲).



شکل ۸-۲ ـ سیستم یو ـ پی ـ اس گردان با اتصال موازی

۲-۱-۴ از دیگر انواع یو ـ پی اس که از ترکیب دستگاههای گردان و ایستا تشکیل می‌شود نوعی است با تغذیه ورودی به دستگاههای یکسوساز، باتری و وارونگر که خروجی آن به یک ماشین گردان با استاتور مجهز به سیم پیچی دوبل تغذیه می‌شود. امتیازات این نوع یو ـ پی ـ اس آن است که با توجه به مداومت کار سیستم، امکان تغذیه یا تغییرات ولتاژ و فرکانس وجود ندارد و چون این مجموعه با ظرفیتهای بالا ساخته می‌شود در تأسیسات کامپیوتری وسیع ممکن است مورداستفاده قرار گیرد. در این نوع سیستم کیفیت خروجی از وارونگر حائز اهمیت نمی‌باشد زیرا هارمونیکها به وسیله دستگاه گردان تا حد بسیاری کاهش می‌یابد.

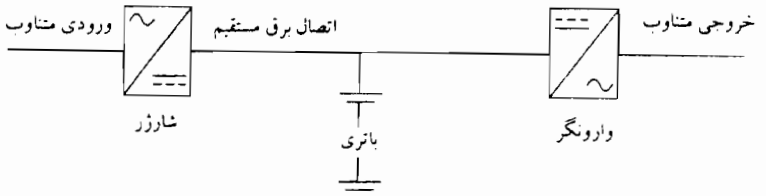
۲-۲ سیستمهای برق بدون وقفه ایستا

۲-۲-۱ در این گونه سیستمها که از سه قسمت اصلی شامل یکسوساز یا شارژر باتری، باتری و وارونگر تشکیل می‌شود، سیستم برق اصلی باتریها را شارژ می‌نماید و آنگاه برق مستقیم به برق متناوب تبدیل شده و نهایتاً بار حساس موردنظر را تغذیه می‌کند. سیستمهای برق بدون وقفه ایستا نیز

1 - Bypass switch

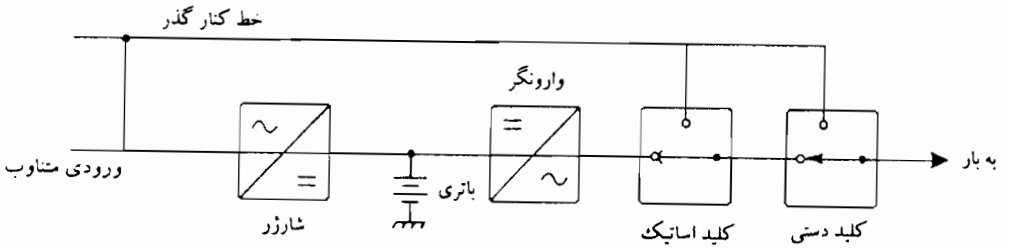
همانند سیستمهای گردان دارای انواع مختلف برای نیازهای گوناگون است.

۲-۲-۲ در مواردی که نیروی برق کمی موردنیاز است و محدودیت فضا و صدا وجود دارد یا مصرف‌کننده دور از تأسیسات یو ـ پی ـ اس متمرکز استقرار داشته و استفاده از دستگاه صرفاً به عنوان فیلتر یا پشتیبانی کوتاه مدت موردنیاز باشد ممکن است از سیستمهای کوچک یو ـ پی ـ اس ایستا به‌طور دائم استفاده شود (شکل ۸-۳).

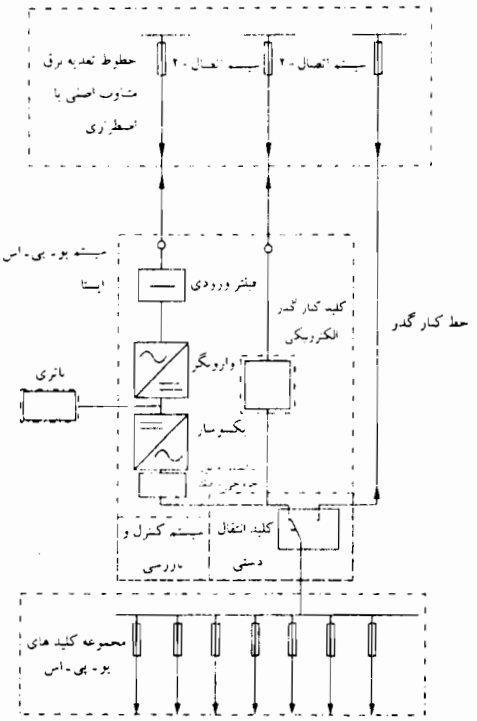


شکل ۸-۳ ـ سیستم یو ـ پی ـ اس ایستا برای مصارف کم و استفاده دائم

۳-۲-۲ سیستم پایه یو ـ پی ـ اس ایستا معمولاً برای کار مداوم طراحی می‌شود لیکن در موارد لازم ممکن است به گونه‌ای طراحی شود که در صورت قطع برق اصلی با استفاده از یک کلید کنار گذر الکترومکانیکی یا یک کلید کنارگذر استاتیک که در چند میکروثانیه عمل می‌کند، سیستم تغذیه را از برق اصلی به برق اضطراری منتقل نمود. بدیهی است که این نوع تغییر و تبدیل در صورتی امکان‌پذیر است که ولتاژ و فرکانس خروجی و ورودی یکسان باشد (شکلهای ۸-۴ الف و ۸-۴ ـ ب)



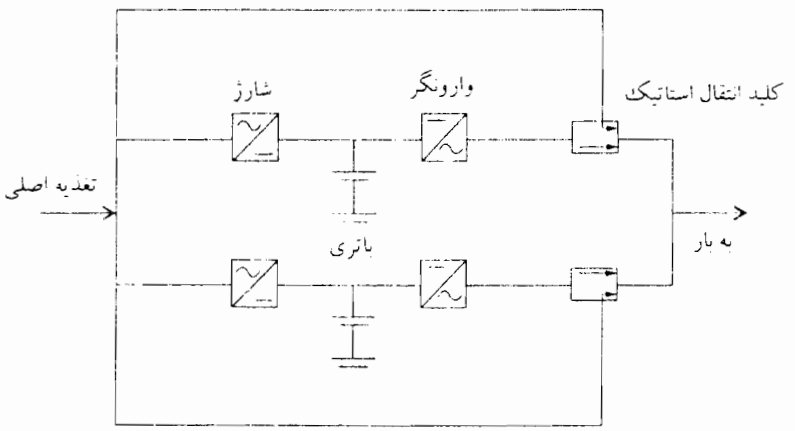
شکل ۸-۴ الف ـ سیستم یو ـ پی ـ اس از نوع ایستا با کلیدهای کنارگذر



شکل ۸-۴ ب ـ سیستم یو ـ پی ـ اس از نوع ایستا با کلیدهای کنارگذر و مدارهای داخلی و خارجی

۴-۲-۲ در مواردی که ظرفیتهای بیشتری مورد لزوم است تجهیزات ایستا به صورت یک فاز و سه فاز با قدرتهای بالاتر مانند ۶۰ کیلوولت ـ آمپر یا ۷۵۰ کیلو ولت ـ آمپر نیز به صورت یک واحد ساخته می‌شود. بدیهی است که این گونه سیستمها فضای بیشتری را اشغال می‌نماید لیکن با توجه به کمی میزان صدا ممکن است در نزدیکی محل مصرف استقرار یابد بدون آن که به سایر فعالیتها لطمه‌ای وارد آید.

۵-۲-۲ در مواردی که مداومت تغذیه بار از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار باشد ممکن است از سیستمهای یو ـ پی ـ اس ایستا به صورت موازی استفاده شود. در این گونه موارد ظرفیت تغذیه هر یک از سیستمها باید برابر با بار موردنظر پیش‌بینی شود تا در صورت از کار افتادن یک سیستم، تغذیه بار کامل به وسیله سیستم دیگر صورت پذیرد. در این نوع سیستمها به‌منظور صرفه جویی در هزینه‌ها ممکن است از هر یک از سیستمها به صورت منفرد نیز بهره‌برداری شود و در صورت خرابی یک واحد از واحد دیگر استفاده شود (شکل ۸-۵)



شکل ۸-۵ ـ سیستم یو ـ پی ـ اس ایستا با اتصال موازی

۳ استاندارد ساخت

سیستمهای منبع تغذیه برق بدون وقفه و اجزای مورداستفاده در آن باید براساس یکی از استانداردهای معتبر و شناخته شده جهانی همچون استانداردهای زیر طراحی ساخته و مورد آزمون قرار گیرد:

۳-۱ ـ لوازم و وسایل اندازه‌گیری برابر استاندارد	IEC 60051
۳-۲ ـ آزمونهای محیطی برابر استاندارد	IEC 60068
۳-۳ ـ مجموعه‌های یکسوساز نیمه هادی کریستالی و تجهیزات مربوط	IEC 60119
۳-۴ ـ مبدل‌های نیمه هادی	IEC 60146
۳-۵ ـ مبدل‌های نیمه هادی تبدیل سرخود	IEC 60146.2
۳-۶ ـ رله‌های الکتریکی	IEC 60255
۳-۷ ـ فیوزهای ولتاژ پایین	IEC 60269
۳-۸ ـ روشهای اتصال به زمین و هادیهای حفاظتی	IEC 60364-5-54
۳-۹ ـ واحدهای مرکب کلیدهای هوایی ولتاژ پایین، جداکننده‌های هوایی، جداکننده‌های کلید هوایی و فیوز	IEC 60408
۳-۱۰ ـ روش شناسایی ترمینالهای تجهیزات و مشخص نمودن هادی‌ها با استفاده از قواعد کلی یک سیستم آلفانمریک	IEC 60445
۳-۱۱ ـ سیستم رنگ‌بندی هادیهای عایقدار و لخت	IEC 60446
۳-۱۲ ـ طبقه‌بندی درجات حفاظت پوشش‌ها	IEC 60529
۳-۱۳ ـ طبقه‌بندی دستگاههای الکتریکی و الکترونیکی از نظر حفاظت در برابر	IEC 60536

شوک الکتریکی	
۳-۱۴ ـ باتریهای نیکل ـ کادمیم قابل شارژ از نوع تک سلولی منشوری بسته	IEC 60622
۳-۱۵ ـ باتری نیکل ـ کادمیم قابل شارژ از نوع تک سلول منشوری باز	IEC 60623
۳-۱۶ ـ باتریهای اسید ـ سرب ثابت	IEC 60896.1
۳-۱۷ ـ الکترولیت برای سلول نیکل ـ کادمیم باز	IEC 60993
۳-۱۸ ـ اسید سولفوریک مورداستفاده برای باتریهای اسید ـ سرب	BS 3031
۳-۱۹ ـ آب باتریهای اسید ـ سرب	BS 4974
۳-۲۰ ـ شرایط ویژه برای بردهای قطع‌کننده مدار مینیاتوری	BS 5486.12
۳-۲۱ ـ باتریها و سلولهای ثابت اسید ـ سرب بخشهای ۱/۲ و ۳	BS 6290
۳-۲۲ ـ سیستم برق بدون وقفه	ANSI/NEMA PE1
۳-۲۳ ـ شارژرهای باتری از نوع کاربردی	ANSI/NEMA PE5
۳-۲۴ ـ شارژرهای باتری از نوع مخابراتی	ANSI/NEMA PE7

۴ مشخصات فنی و ضوابط طراحی و ساخت سیستم برق بدون وقفه ایستا

۴-۱ شرح تجهیزات

۴-۱-۱ سیستم برق بدون وقفه عبارت از یک سیستم مبدل نیمه هادی برق متناوب با ظرفیت اختصاصی ذخیره انرژی مستقیم خواهد بود. این سیستم باید به عنوان یک منبع تغذیه ایمن و مطمئن برای کاربرد در زمینه‌های مشخص شده در برگ مشخصات مربوط[1] قابل استفاده باشد.

۴-۱-۲ سیستم یو ـ پی ـ اس ایستا عمدتاً شامل قسمتهای زیر خواهد بود:

الف ـ دستگاه شارژر استاتیک (به بند ۸-۵ رجوع شود).

ب ـ باتریها

۱ ـ یک برگ مشخصات نمونه در پیوست ۸-۱ ارائه شده است.

پ ـ مبدل استاتیک

ت ـ کلیدهای قدرت استاتیک

ث ـ وسایل کنترل و اندازه‌گیری

ج ـ کلید کنارگذر (bypass) دستی برای زمان تعمیر و نگهداری

۳-۱-۴ سیستم باید قابلیت کار با واحدهای مشابه به صورت موازی را به‌منظور تأمین یا تغییر ظرفیت قدرت موردنیاز و یا استفاده به شکل اضطراری داشته باشد.

۲-۴ شرایط مکانیکی

دستگاههای شارژر، مبدل، و کلیدهای قدرت که سیستم یو ـ پی ـ اس را تشکیل می‌دهد، بر حسب اندازه و ظرفیت تجهیزات ممکن است در یک یا چند کابینت خود اتکا جاسازی شود.

۳-۴ سیستم تهویه

سیستم تهویه یو ـ پی ـ اس جز در مواردی که در برگ مشخصات به گونه‌ای دیگر مشخص شود، باید با استفاده از پروانه باشد. خرابی فن، مسدود شدن مسیر هوا یا کثیف شدن فیلترها نباید شرایط خطرناک یا مخرب ایجاد کند.

۴-۴ ضوابط طراحی

الف ـ تجهیزات، برد مدار و اجزاء کابینت یو ـ پی ـ اس باید به آسانی قابل قطع و وصل[1] باشد.

ب ـ محلهای اتصال نامبرده فوق باید دارای نوعی کلید یا وسیله مناسب دیگری باشد که از انجام اتصالات اشتباه جلوگیری شود.

پ ـ برای سهولت در آزمایش مدارهای مختلف در هنگام تعمیر و نگهداری باید نقاطی برای آزمون درنظر گرفته شود.

ت ـ محل استقرار و دسته‌بندی اجزاء و تجهیزات مختلف به گونه‌ای باشد که در هنگام تعمیر و نگهداری شناسایی و دسترسی به آن به سهولت امکان‌پذیر باشد و تمامی اجزاء سیستم باید برابر نقشه مربوط علامتگذاری شده باشد.

ث ـ سیستم حفاظت و کنترل الکترونیک باید دارای طرح مدولار بوده و مجهز به نمایشگرهای اعلام خطا باشد.

1 - Plug in type

ج ـ هیچیک از وسایل کنترل موردنیاز اپراتور نباید بالاتر از ۱۷۵ سانتیمتر نصب شود.

چ ـ تمامی امکانات در اختیار اپراتور باید با توجه به نوع کار و وضعیت آن علامتگذاری شده و مشخص باشد.

ح ـ ظرفیت اسمی و ویژگیهای ترانسفورماتورهای مورداستفاده باید با شرایط مندرج در فصل سوم از استاندار IEC 60146 مطابقت نماید.

خ ـ یک شمش مسی قلع اندود لخت با ترمینال اتصال زمین در هر دو سر آن باید در سراسر طول مجموعه تابلو پیش‌بینی و نصب شود.

۵-۴ محفظه

محفظه یو ـ پی ـ اس باید از فولاد با حداقل ضخامت دو میلیمتر، با پانل فولادی قابل برداشت و با درهای عمودی با استحکام کافی ساخته شده باشد. محفظه باید به صورت عمودی و به‌طور مستقل در روی کف قابل استقرار باشد. درجه حفاظت آن در برابر تماس با قسمتهای برقدار و متحرک و همچنین در برابر ورود اجسام صلب خارجی و مایعات برابر استاندار IEC 529 باید از IP41 کمتر نباشد.

۶-۴ ایمنی و قابلیت اطمینان

سیستم باید به گونه‌ای طراحی شود که خطر اتصال کوتاه در مدارها به حداقل برسد و ایمنی افراد در تمامی شرایط استفاده، بازرسی و نگهداری محفوظ بماند.

۷-۴ وسایل حفاظتی

سیستم برق بدون وقفه باید حداقل مجهز به وسایل حفاظتی زیر باشد:

الف ـ سیستم باید در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه برق متناوب اصلی ورودی دارای حفاظت باشد. برای حفاظت نیمه هادیهای قدرت باید از فیوزهای تندکار استفاده شود.

ب ـ حداقل یکی از هادیهای شارژر باید در برابر اتصال معکوس به باطریها دارای حفاظت باشد.

پ ـ فیوزهای مورداستفاده باید با شرایط مندرج در استاندارد IEC 60269.1 part 1 مطابقت نماید.

ت ـ رله‌های مورداستفاده باید با نیازهای هر یک از مدارها مطابقت نماید و برطبق شرایط تعیین شده مربوط در استاندارد IEC 60255 انتخاب شود.

۸-۴ سیستم سیمکشی و اتصالات

سیستم سیمکشی و اتصالات کابلها و مدارها باید برابر شرایط زیر انجام شود:

الف ـ سیمکشی تجهیزات الکتریکی درها باید با استفاده از کابلهای قابل انعطاف انجام شده و به گونه‌ای استقرار یابد که موجب صدمه و آسیب به کابلها یا گیر کردن آن بین درها نشود.

ب ـ کابلهای اتصال بین لوازم و دستگاهها باید یک تکه باشد.

پ ـ ترمینالها باید به گونه‌ای طراحی شود که هادیها با فشار تماس کافی و بدون صدمه و آسیب به آن بین سطوح فلزی قرار گیرد.

ت ـ تمامی ترمینالها باید همراه با نقشه‌های مربوط شماره‌گذاری شود، به گونه‌ای که هر دو سر سیمهای مربوط به قدرت، کنترل و فرمان با استفاده از شماره‌های دائمی، با یک شماره مشخص شود.

ث ـ مدارها و ترمینالهایی که با ولتاژهای مختلف کار می‌کند و یا وظایف متفاوتی را انجام می‌دهد باید از یکدیگر جدا باشد.

ج ـ ترمینالها باید به گونه‌ای استقرار یابد که به سهولت در دسترس باشد.

چ ـ حداقل باید ۱۰ درصد ترمینال اضافی به عنوان یدک درنظر گرفته شود.

ح ـ لوازم و ملزومات کابلکشی از قبیل کابلشو، بست کابل، سینی کابل، نگهدارنده کابل، گیره کابل و گلند باید برای تمامی کابلهای ورودی و خروجی پیش‌بینی شود.

خ ـ گلندها و پلیت‌ها باید به گونه‌ای استقرار یابد که اتصال کابلها به آسانی امکان‌پذیر باشد.

د ـ تمامی قسمتهای بدنه و به ویژه بخشهای متحرک نظیر درها باید به سیستم زمین متصل باشد.

ذ ـ کلیه سرسیمهای افشان باید بکمک حوضچه‌های قلع با بیش از ۷۰ درصد لحیم کاری شود.

ر ـ پوشش سرسیمها (به ویژه سیمهای افشان) باید با استفاده از ابزار مخصوص (سیم لخت کن) برداشته شود و توجه گردد که به رشته‌ها یا هادیها آسیبی وارد نشود.

۹-۴ سیستمهای نمایشگر و هشداردهنده صوتی

۱-۹-۴ به‌منظور آگاهی از شرایط وضعیت غیرعادی دستگاهها، سیستمهای نمایشگر یا هشدار زیر باید روی پانل یو ـ پی ـ اس به صورت محلی پیش‌بینی شده و برای دور از دستگاه سیستمهای هشدار برابر آنچه در برگ مشخصات تعیین می‌شود باید درنظر گرفته شود:

- از کار افتادن شارژر
- هشدار برای کاهش ولتاژ برق مستقیم
- هشدار برای اضافه ولتاژ برق مستقیم

- چراغ نمایشگر برای نشان دادن موجود بودن برق
- خطای زمین برق مستقیم
- هشدار برای از کار افتادن مبدل
- نمایش و هشدار برای از کار افتادن دستگاه سنکرونیزاسیون (اختیاری)
- نمایش وضعیت کاهش یا افزایش فرکانس از میزان تعیین شده (اختیاری)
- اعلام وضعیت افزایش/کاهش بیش از حد ولتاژ برق متناوب (اختیاری)

۴-۹-۲ هشداردهنده صوتی با دکمه تنظیم مجدد[1] در صورت تصریح در برگ مشخصات باید در سیستم تعبیه شود.

۴-۱۰ وسایل اندازه‌گیری

الف ـ لوازم و وسایل اندازه‌گیری جز در مواردی که در برگ مشخصات به گونه دیگری مشخص شود شامل موارد زیر خواهد بود:

- ولتمتر برق مستقیم (d.c) برای اندازه‌گیری میزان ولتاژ خروجی برق یکسو کننده
- ولتمتر برق متناوب (a.c) برای اندازه‌گیری ولتاژ خروجی
- فرکانس متر برای اندازه‌گیری فرکانس خروجی
- آمپرمتر برق متناوب برای اندازه‌گیری جریان متناوب

ب ـ وسایل اندازه‌گیری باید از نوع صنعتی با نصب توکار، دارای پوشش ضدغبار و رطوبت، و با صفحه بدون خیرگی و انعکاس بوده و از نظر نوع و اندازه با یکدیگر همسان و مطابق ضوابط استاندارد IEC 60051 ساخته شود.

میزان دقت وسایل اندازه‌گیری باید برابر شاخص ۲/۵ از استاندارد IEC 60051 باشد.

پ ـ در مواردی که استفاده از وسایل دیجیتال[2] موردنظر باشد باید در برگ مشخصات مشخص شود.

۴-۱۱ کلیدهای یو ـ پی ـ اس

کلیدهای الکترونیکی مورداستفاده در دستگاه باید دارای قابلیت اتصال، قطع، جداسازی و انتقال جریان قدرت را داشته باشد.

1 - Reset
2 - Digital

۱۲-۴ علامتگذاری

الف ـ صفحه مشخصات[1]

ویژگیهای زیر باید بر روی یک صفحه مشخصات با دوام و با خطوط دائمی درج شود و در محل مناسب روی یو ـ پی ـ اس نصب شود:

- نام سازنده
- تاریخ ساخت
- مدل
- شماره سری
- وزن
- ابعاد
- ولتاژ اسمی ورودی
- فرکانس اسمی ورودی
- جریان متناوب اسمی ورودی
- ولتاژ مستقیم اسمی
- جریان مستقیم اسمی
- ولتاژ متناوب اسمی خروجی
- فرکانس اسمی خروجی
- جریان متناوب اسمی خروجی
- توان متناوب اسمی خروجی (KVA یا KW)
- ضریب قدرت (PF)

ب ـ علامتگذاری ترمینالها

- برای نصب صحیح دستگاهها، اتصالات استفاده‌کننده باید با نشانه‌های ماندگار علامتگذاری شود.
- کارکنان باید با استفاده از برچسبهای هشداردهنده کافی از وجود مخاطرات آگاهی داده شوند.
- اطلاعات ارائه شده باید به آسانی قابل رویت بوده و به صورت چاپی یا ماندگار بر روی نوعی برچسب یا پلاک در روی دستگاه نصب شود.

1 - Nameplate

۱۳-۴ شارژر باتری

مشخصات و ضوابط طراحی و ساخت دستگاه شارژر در بند ۸-۵ ارائه شده است.

۱۵-۴ وارونگر

شرایط عمومی وارونگرها باید برابر ضوابط مندرج در استاندارد IEC 60146.2 باشد.

مبدل مورداستفاده باید نیروی برق مستقیم حاصل از یکسوساز یا باتری را به ولتاژ متناوب سینوسی با فرکانس ۵۰ هرتز تبدیل کند.

ولتاژ خروجی باید مستقل از تغییرات عادی ولتاژ بار یا باتری ثابت بماند.

۱۶-۴ کلید استاتیک

برای اتصال بار به وارونگر باید از کلید استاتیک تایریستوی (SCR) استفاده شود و در صورت از کار افتادن وارونگر، بار باید بلافاصله به‌طور خودکار به منبع برق متناوب منتقل شود.

۱۷-۴ رگولاتور ولتاژ

به‌منظور تغذیه برق تنظیم شده به بار در صورت خارج شدن وارونگر از سرویس، ممکن است یک رگولاتور ولتاژ بین منبع برق متناوب و کلید استاتیک نصب شود.

۱۸-۴ آزمون لوازم و دستگاهها

۱-۱۸-۴ آزمون وارونگر

وارونگر باید برابر ضوابط مندرج در بند ۵ از استاندارد IEC 60146.3 (جدول ۸-۱) موردآزمون قرار گیرد.

۲-۱۸-۴ آزمون کلیدهای یو ـ پی ـ اس

الف ـ کلیدهای استاتیک باید برابر ضوابط مربوط مندرج در استانداردهای زیر مورد آزمون قرار گیرد:

IEC 60146 Semiconductor converters second edition

IEC 60146-2 part 2 Semiconductor self commutated converters

روشهای آزمون زیر ممکن است مورداستفاده قرار گیرد:

۱ ـ آزمون دی‌الکتریک/ عایقبندی بر طبق بند فرعی ۴۹۲/۱ از استاندارد IEC 60146

۲ ـ کنترل دستگاههای فرعی بر طبق بند فرعی ۵/۴ از استاندارد IEC 60146

۳ ـ کنترل وسایل حفاظتی بر طبق بند فرعی ۴۹۲/۹ از استاندارد IEC 60146

۴ ـ کنترل مدارهای سوپروایزر و علائم از راه دور

۵ ـ کنترل وسایل اندازه‌گیری

۶ ـ آزمونهای انتقال بار سبک

ب ـ آزمونهای نوعی کلیدهای یو ـ پی ـ اس مستلزم انجام یک آزمون‌عملکردی‌بر روی یو-پی- اس کامل خواهد بود. برنامه آزمونهای نوعی علاوه بر آزمونهای فوق شامل موارد زیر خواهد بود:

۱ ـ آزمون کامل عملکرد مانند کلید زنی زیربار

۲ ـ آزمون مدت زمان انتقال

۳ ـ آزمون افزایش حرارت زیربار برابر بند فرعی ۵/۵ از استاندارد IEC 60146.2

۴ ـ آزمون بار اضافی کوتاه مدت برابر بند فرعی ۵/۹ از استاندارد IEC 60146.2

۵ ـ آزمون ظرفیت اتصال کوتاه برابر بند فرعی ۵/۱۰ از استاندارد IEC 60146.2

۴-۱۸-۳ آزمونهای تجهیزات دستگاههای کنترل و مانیتورینگ شامل موارد زیر خواهد بود:

۱ ـ آزمونهای دی‌الکتریک / عایقبندی

۲ ـ کنترل مدارهای الکتریکی

۳ ـ بررسی لوازم کنترل بهره‌برداری

جدول ۸-۱: آزمونهای نوعی، عادی و اختیاری وارونگر برابر استانداردهای IEC

نام آزمون	آزمون نوعی	آزمون عادی	آزمون اختیاری	مشخصات آزمون (بند فرعی)
عایق‌بندی	×	×		۴۹۲/۱ استاندارد IEC 60146
مقدماتی بار سبک	×	×		۴۹۲/۲ استاندارد IEC 60146
بررسی لوازم فرعی	×	×		۵/۴ استاندارد IEC 60146
افزایش حرارت	×			۵/۵ استاندارد IEC 60146
وابستگی حرارتی:				
تغییرات فرکانس	×(۱)			۵/۵/۱ استاندارد IEC 60146
میزان دقت ولتاژ خروجی	×(۱)	×(۱)		۵/۶/۱ استاندارد IEC 60146
میزان دقت فرکانس	×(۱)			۵/۶/۲ استاندارد IEC 60146
مقدار هارمونیک نسبی	×(۱)	×(۱)		۵/۶/۳ استاندارد IEC 60146
اجزاء هارمونیک	×(۱)			۵/۶/۴ استاندارد IEC 60146
ضریب تبدیل			×	۵/۶/۵ استاندارد IEC 60146
راندمان توان	×			۵/۶/۶ استاندارد IEC 60146
تقسیم جریان	×			۵/۶/۷ استاندارد IEC 60146
تقسیم ولتاژ	×	×		۵/۶/۸ استاندارد IEC 60146
نویز قابل شنیدن			×	۵/۷ استاندارد IEC 60146
اضافه ولتاژ تغذیه و آزمون انرژی			×	۵/۸ استاندارد IEC 60146
جریان کوتاه مدت			×	۵/۹ استاندارد IEC 60146
ظرفیت جریان اتصال کوتاه			×	۵/۱۰ استاندارد IEC 60146
استارت مجدد			×	۵/۱۱ استاندارد IEC 60146
آزمون عدم موازنه:				
ولتاژ خروجی			×	۵/۱۲ استاندارد IEC 60146
مدولاسیون فرکانس			×	۵/۱۳ استاندارد IEC 60146
مدولاسیون ولتاژ خروجی دوره‌ای			×	۵/۱۴ استاندارد IEC 60146
افزایش ولتاژ			×	۵/۱۵ استاندارد IEC 60146
کاهش ولتاژ			×	۵/۱۶ استاندارد IEC 60146
فاصله خاموشی	×			۵/۱۷ استاندارد IEC 60146

(۱) فقط در صورتی که مقدار حداکثر تعیین شود قابل اعمال است.

۴-۱۹ سیستم رنگ‌آمیزی

سیستم رنگ‌آمیزی و حفاظت قسمتهای فلزی دستگاهها ممکن است برطبق استاندارد مورداستفاده سازنده انجام شود، لیکن باید شامل تمیزکاری، چربی زدایی، زنگ زدایی، فسفاته کاری و رنگ‌کاری باشد به گونه‌ای که در شرایط کاری و آب و هوایی تعیین شده در برابر فساد و خوردگی دارای حفاظت مؤثر باشد.

۴-۲۰ اسناد و مدارک سازنده

سازنده یا تهیه‌کننده دستگاهها باید اسناد و مدارک زیر را همراه با تجهیزات ارائه نماید.

۴-۲۰-۱ نقشه‌های عمومی ترتیب استقرار مجموعه تجهیزات و دستگاهها شامل پلان و نماهای مختلف و ابعاد لازم.

۴-۲۰-۲ مدارک سیمکشی الکتریکی به شرح زیر:

الف ـ نقشه‌های شماتیک تمامی مدارها

ب ـ نقشه‌های سیمکشی

پ ـ نقشه‌های شماتیک آلارمها و نمایشگرها

ت ـ شرح مدارها و نقاط آموزنی و شکل موجی ولتاژهای مربوط

۴-۲۰-۳ مدارک الکتریکی مرجع به شرح زیر:

الف ـ شرح عمومی دستگاهها

ب ـ مشخصات دستگاهها

پ ـ داده‌های عملکردی

ت ـ منحنی‌های ویژگیها

ث ـ نقشه قطعات

۴-۲۰-۴ کتابهای راهنما و دستورالعملها شامل موارد زیر:

الف ـ حمل و نقل انبار

ب ـ نصب و راه‌اندازی

پ ـ بهره‌برداری، آزمون و عیب یابی، و نگهداری

۴-۲۰-۵ مشخصات قطعات یدکی و ابزارهای ویژه

۴-۲۰-۶ گواهی آزمونهای استاندارد شامل موارد زیر:

الف ـ آزمونهای نوعی

ب ـ آزمونهای عادی

پ ـ تضمین کیفیت

۵ دستگاه شارژر استاتیک

۵-۱ مشخصات کلی

۵-۱-۱ شارژ باتری استاتیک باید نیروی برق عادی متناوب را به ولتاژ و جریان برق یکسو، فیلتر شده و پایدار تبدیل نموده و بصورت شناور[1] ضمن تغذیه بار باتریها را نیز همزمان شارژ نماید.

۵-۱-۲ ظرفیت شارژر باتری باید برای تغذیه همزمان بار و باتریها از وضعیت دشارژ به شارژ و تکرار سیکل آن به شرح تعیین شده در پیوست ۸-۴ کافی باشد.

۵-۲ شرایط مکانیکی

۵-۲-۱ قابلیت نصب

شارژ باتری باید بر حسب شرایط تعیین شده در برگ مشخصات نمونه شارژر باتری (پیوست ۸-۴) از نوع دیواری و یا قابل نصب بر روی کف باشد.

۵-۲-۲ جعبه شارژر باتری باید از ورق فولادی ساخته شده و متناسب با شرایط آب و هوایی تعیین شده در پیوست ۸-۳ زیرکاری و رنگ‌آمیزی شود.

۵-۲-۳ جعبه شارژر باتری باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که با استقرار صفحه پشت آن به دیوار، قابل بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری باشد.

۵-۲-۴ محفظه شارژر باید از ورق فولادی و اسکلت جوش شده یا پیچ و مهر شده به آن با ضخامت ۲/۵ میلیمتر، ساخته شود و از نظر درجه حفاظت باید برابر استاندارد IEC 529، برای نصب در داخل ساختمان دارای درجه IP41، و برای نصب در خارج ساختمان (در زیر سقف) دارای درجه IP 54

1 - Float Charge

باشد.

۵-۲-۵ برای جابجایی و استقرار شارژر در هنگام نصب باید قلاب یا دستکهای لازم بر روی محفظه آن پیش‌بینی و نصب شود.

۵-۲-۶ تهویه

تهویه شارژر باید بر حسب نوع تعیین شده در برگ مشخصات به صورت طبیعی یا با استفاده از فن صورت گیرد (پیوست ۸-۴). خرابی فن، مسدود شدن مسیر هوا یا کثیف شدن فیلترها نباید شرایط خطرناک یا مخرب ایجاد کند.

۵-۳ ضوابط طراحی

۵-۳-۱ تجهیزات، برد مدار و اجزای داخل کابینت شارژر باید از نوع قابل قطع و وصل[1] باشد.

۵-۳-۲ محلهای اتصال نامبرده فوق باید دارای نوعی کلید یا وسیله مناسب دیگری باشد که از انجام اتصالات اشتباه جلوگیری شود.

۵-۳-۳ برای سهولت در آزمایش مدارهای مختلف در هنگام تعمیر و نگهداری باید نقاطی برای آزمون پیش‌بینی شود.

۵-۳-۴ محل استقرار و دسته‌بندی اجزاء و تجهیزات مختلف باید به گونه‌ای باشد که در هنگام تعمیر و نگهداری شناسایی و دسترسی به آن به سهولت امکانپذیر باشد.

۵-۳-۵ سیستم حفاظت و کنترل الکترونیک باید دارای طرح مدولار بوده و مجهز به نمایشگرهای اعلام خطا باشد.

۵-۳-۶ هیچیک از وسایل کنترل موردنیاز اپراتور نباید بالاتر از ۱۷۵ سانتیمتر نصب شود.

۵-۳-۷ تمامی امکانات در اختیار اپراتور باید با توجه به نوع کار و وضعیت آن علامتگذاری شده و مشخص باشد. لوازم کنترل باید به گونه‌ای طراحی شود که چرخش در جهت حرکت عقربه‌های ساعت یا حرکت اهرم به سمت راست یا رو به بالا کمیت را افزایش دهد مانند افزایش ولتاژ یا جریان خروجی، و اختلاف افزایشها باید به طرز مناسبی علامتگذاری شده باشد.

1 - Plug in type

۵-۳-۸ تایریستورها (یکسوساز کنترل شده با سیلیکون[1]) باید با ضوابط مندرج در استاندارد IEC60146 مطابقت نماید.

۵-۴ شرایط اجزاء

۵-۴-۱ تمامی اجزای به کار رفته در شارژر باتری باید در حد ظرفیت طراحی شده مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۴-۲ **ترانسفورماتورها**

ظرفیتها و ویژگیهای ترانسفورماتورهای مورداستفاده در شارژر باتری باید با ضوابط مندرج در استاندارد IEC 60076 بعلاوه معیارهای مندرج در فصل سوم از استاندارد IEC 60146 مطابقت نماید.

۵-۴-۳ **وسایل کلیدی**

وسایل کلیدی مورداستفاده در شارژر باتری باید از نوع هوایی و برای کاربرد مداوم باشد.

۵-۵ ایمنی و قابلیت اطمینان

۵-۵-۱ شارژر باتری باید به گونه‌ای طراحی شود که خطر اتصال کوتاه در مدارها به حداقل برسد و ایمنی افراد در تمامی شرایط استفاده، بازرسی و نگهداری محفوظ بماند.

۵-۵-۲ تمامی مواد به کار رفته در اجزای مورداستفاده در ساخت شارژر باتری باید مقاوم آتش بوده و شعله را منتشر نکند.

۵-۵-۳ الکترولیتهای مورداستفاده در خازنها و مانند آن باید غیرسمی باشد.

۵-۵-۴ **اتصال زمین**

شارژر باتری باید برابر شرایط مشخص شده در استاندارد IEC 364-54 ساخته شده و مجهز به یک ترمینال اتصال زمین باشد.

---

1 - Thyristor (silicon controlled rectifiers)

۵-۶ وسایل حفاظتی

۵-۶-۱ ورودی و خروجی شارژر باتری باید مجهز به فیوزهای مناسب باشد. برای حفاظت پشته‌های یکسوساز باید از فیوزهای تندکار استفاده شود.
شارژر باتری باید با استفاده از فیوزهای یاد شده در برابر اتصال کوتاه استقامت نماید. برای حفاظت باتری و بار در برابر افزایش ولتاژ مستقیم از مقدار تعیین شده در برگ داده‌ها باید وسایل حفاظتی لازم پیش‌بینی شود.

۵-۶-۲ حداقل یکی از هادیهای خروجی برق متناوب شارژر باتری باید در برابر اتصال معکوس محافظت شود.

۵-۷ جریان متناوب (ویژگیهای ورودی متناوب)

۵-۷-۱ ولتاژ متناوب نامی

ولتاژ تغذیه برق متناوب اصلی شارژر باید بر حسب مقدار تعیین شده در رگ مشخصات (پیوست ۸-۴). در صورتی که یک فاز باشد ۴۳۰ ولت و در مواردی که سه فاز باشد ۴۰۰ ولت با تغییرات ۱۰± درصد، و فرکانس ۵۰ هرتز با تغییرات ۵± درصد باشد.

۵-۷-۲ موج ضربه‌های ورودی

ورودی و خروجی شارژر باتری باید مجهز به برقگیرهای حفاظتی[1] باشد.

۵-۷-۳ برای جلوگیری از انتقال صدا از شارژر به منبع برق اصلی باید پیش بینیهای لازم صورت گیرد.

۵-۷-۴ شارژرهای باتری سه فاز باید ناموازنه ولتاژ بین فازها را حداکثر تا ۵ درصد تحمل نماید. بدین معنی که حداکثر ولتاژ نباید از ۱۰۵ درصد حداقل ولتاژ تجاوز نماید.

۵-۸ جریان مستقیم (ویژگیهای خروجی مستقیم)

۵-۸-۱ ولتاژ خروجی نامی

ولتاژ خروجی نامی شارژر باتری مطابق مقدار مشخص شده در پیوست ۸-۴ خواهد بود.

1 - Surge arrester

۵-۸-۲ تنظیم ولتاژ مستقیم

دستگاه شارژر باید دارای وسایل کنترل لازم برای تنظیم سطح ولتاژ مستقیم خروجی باشد به‌گونه‌ای که گستره ولتاژ شناور وگستره ولتاژ متعادل‌کننده موردنیاز را پوشش دهد.

۵-۸-۳ گستره ولتاژ شناور[1]

گستره ولتاژ شناور برای هر سلول باتری در حرارت محیط ۲۵ درجه سانتیگراد به شرح زیر خواهد بود:

- برای باتریهای اسید ـ سرب ۲/۱۵ تا ۲/۲۵ ولت
- برای باتریهای نیکل ـ کادمیم ۱/۳۵ تا ۱/۴۵ ولت

۵-۸-۴ گستره ولتاژ متعادل کننده[2]

گستره ولتاژ متعادل‌کننده برای هر سلول باتری در حرارت محیط ۲۵ درجه سانتیگراد به قرار زیر است:

- برای باتریهای اسید ـ سرب ۲/۲۵ تا ۲/۴۰ ولت
- برای باتریهای نیکل ـ کادمیم ۱/۵۰ تا ۱/۶۰ ولت

۵-۸-۵ اثر تغییرات حرارت محیط

میزان تغییر ولتاژ در خروجی برق مستقیم بر اثر تغییر حرارت از میزانی که در پیوست ۸-۳ مشخص شده است نباید از $\pm \frac{۱}{۲}$ درصد ولتاژ خروجی تنظیم شده تجاوز نماید. در مواردی که ولتاژ خروجی به گونه‌ای تنظیم شده باشد که به‌طور خودکار نیازهای باتری را تأمین کند شرط یاد شده معتبر نخواهد بود.

۵-۸-۶ انحراف ولتاژ خروجی از مقدار تنظیم شده

در شرایطی که شارژر در معرض شرایط ورودی مشخص شده در بند ۵-۷ و تغییرات بار از صفر تا ۱۰۰ درصد قرار می‌گیرد، تغییرات ولتاژ خروجی برق مستقیم باید مطابق شرایط زیر باشد:

انحراف ولتاژ شناور از $\pm \frac{۱}{۲}$ درصد تجاوز نکند.

انحراف ولتاژ متعادل‌کننده از ۱± درصد تجاوز نکند.

1 - Floating Voltage Ranges

2 - Equalizing Voltage Ranges

۵-۸-۷ واکنش پویا[1]

تغییرات ناگهانی جریان بار متصل به باتری از ۱۰ تا ۱۰۰ درصد بار کامل و یا از ۱۰۰ به ۲۰ درصد بار کامل نباید موجب تغییر ولتاژ خروجی از محدوده ۹۴ تا ۱۰۶ درصد ولتاژ تنظیم شده شود.

۵-۸-۸ شارژر باید مجهز به امکانات دستی لازم برای افزایش توان شارژ باشد.[2]

۵-۸-۹ حرارتهای کار بالا

سازنده باید ضرایب لازم برای اصلاح مشخصات خروجی متناوب شارژر را در حرارتهای کار بین ۲۵ تا ۶۵ درجه سانتیگراد ارائه نماید.

۵-۸-۱۰ در مواردی که درجه حرارت محیط کمتر از صفر درجه سانتیگراد باشد طراحی ویژه باید درنظر گرفته شود.

۵-۸-۱۱ موجک ولتاژ نباید از یک درصد مقدار موثر ولتاژ مستقیم اسمی برای مقادیر بار در محدوده ظرفیت بار شارژر تجاوز نماید.

۵-۹ محدودیتهای صوتی قابل شنیدن

حداکثر میزان صدای قابل شنیدن ناشی از کار شارژر باتری با هر ترکیبی از ولتاژ خط، ولتاژ خروجی و جریان بار، در فاصله ۱/۵ متری از شارژر نباید از ۶۵ دسی بل تجاوز نماید.

یادآوری: سازنده یا تهیه‌کننده باید جزئیات کامل شرایط کار موازی شارژرهای خود را ارائه نماید.

۵-۱۰ شارژرهای باتری از نوع مخابراتی

در مواردی که شارژرهای باتری برای مخابرات راه دور استفاده می‌شود باید به استاندارد ANSI/NEMA نشریه شماره PE7-1985 رجوع شود.

۵-۱۱ سیستمهای نمایشگر و هشداردهنده

۵-۱۱-۱ به‌منظور آگاهی از شرایط و وضعیت غیرعادی دستگاهها، سیستمهای نمایشگر یا هشداردهنده زیر باید بر روی پانل جلو شارژر به صورت محلی پیش‌بینی شده و برای دور از دستگاه سیستمهای هشدار برای آنچه در برگ مشخصات تعیین می‌شود باید درنظر گرفته شود:

1 - Dynamic response

2 - Manual boost charge facillity

الف ـ از کار افتادن یکسوساز

ب ـ هشدار برای ولتاژ پائین برق مستقیم از مقدار تعیین شده

پ ـ هشدار برای اضافه برق مستقیم

ت ـ چراغ نمایشگر برای نشان دادن موجود بودن برق

ث ـ خطای زمین برق مستقیم

۵-۱۱-۲ لامپهای نمایشگر نئون (Neon,L.E.D) زیر باید در روی پانل جلو شارژر پیش‌بینی و نصب شود:

الف ـ وضعیت شناور شارژر باتری

ب ـ وضعیت افزایش توان شارژ

۵-۱۲ وسایل اندازه‌گیری

۵-۱۲-۱ لوازم و وسایل اندازه‌گیری جز در مواردی که در برگ مشخصات (پیوست ۸-۴) به گونه دیگری مشخص شود، شامل موارد زیر خواهد بود:

الف ـ ولتمتر برق مستقیم برای اندازه‌گیری میزان ولتاژ خروجی برق یکسوساز

ب ــ آمپرمتر برق مستقیم با صفر در وسط صفحه مدرج برای اندازه‌گیری جریان باتری

۵-۱۲-۲ وسایل اندازه‌گیری باید از نوع صنعتی با نصب توکار، دارای پوشش ضد غبار و رطوبت، و با صفحه بدون خیرگی و انعکاس بوده و از نظر نوع و اندازه با یکدیگر همسان و مطابق ضوابط استانداردهای IEC60051 و IEC60473 ساخته شود.

۵-۱۳ سیستم سیمکشی و اتصالات

سیستم سیمکشی و اتصالات دستگاههای شارژر استاتیک شامل موارد زیر عیناً مانند شرح مندرج در بند ۴-۸ خواهد بود.

- سیمکشی درها
- کابلهای اتصال
- طرح ترمینالها
- شماره‌گذاری ترمینالها
- جدایی مدارهای دارای ولتاژ مختلف
- دسترسی به بلوک ترمینالها
- ترمینالهای یدکی

- لوازم و ملزومات کابلکشی
- محل استقرار گلندها و پلیت‌ها
- اتصال زمین
- سرسیمها و لحیمکاری

۱۴-۵ اطلاعاتی که باید بر روی شارژر باتری ارائه شود

هر شارژر باتری باید دارای یک عدد یا بیشتر پلاک مشخصات عمومی بوده و در محلی استقرار یابد که پس از نصب شارژر به آسانی قابل خواندن و رویت باشد. اطلاعات ارائه شده بر روی این پلاکها باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

الف ـ نام سازنده یا نشانه تجاری آن

ب ـ تاریخ ساخت

پ ـ مشخص نمودن نوع یا شماره سری به گونه‌ای که کسب اطلاعات بیشتر امکانپذیر باشد.

ت ـ ولتاژ مستقیم اسمی خروجی، یا شماره و نوع سلولها، یا هر دو

ث ـ جریان مستقیم اسمی خروجی

ج ـ ولتاژ متناوب اسمی تغذیه

چ ـ فرکانس متناوب اسمی تغذیه

ح ـ جریان ورودی متناوب (حداکثر یا نامی که باید مشخص باشد)

خ ـ درجه حفاظت

د ـ ابعاد: ارتفاع، عرض و عمق

ذ ـ وزن

۱۵-۵ اطلاعاتی که باید بر روی تجهیزات و اجزای نصب شده در داخل شارژر ارائه شود

۱-۱۵-۵ ظرفیت بار و اطلاعات لازم دیگر باید بر روی کلیه تجهیزات و اجزای به کار رفته در شارژر باتری مانند وسایل کلیدی، رله‌های حفاظتی، ترانسفورماتور، وسایل اندازه‌گیری، بردهای مدار، وسایل نیمه هادی، فیوزها، پایه فیوزها و غیره علامتگذاری شود.

۲-۱۵-۵ نشانه‌گذاری

- تمامی تجهیزات نصب شده در داخل شارژر باتری باید قابل شناسایی باشد.

ـ نشانه‌های شناسایی تمامی تجهیزات و اجزای نصب شده در داخل شارژر باتری باید با نشانه‌های

به کار رفته در نقشه‌های شماتیک و سیمکشی ارائه شده همراه شارژر باتری یکسان باشد.

۵-۱۶ پلاک مشخصات و برچسبها

۵-۱۶-۱ شرایط کلی

پلاکهای مشخصات، برچسبها و مصالح مورداستفاده برای نصب آن باید برای شرایط بهره‌برداری تعیین شده برای شارژر با دوام باشد. این گونه پلاکها باید در برابر خوردگی و رطوبت مقاوم بوده و مشخصات مندرج در آن به زبان فارسی و یا انگلیسی به صورت ماندگار حکاکی یا نگاشته شود. پلاکهای ساخته شده از فولاد ضدزنگ و ترافولیت[1] قابل قبول خواهد بود.

۵-۱۶-۲ شرایط نصب

نصب پلاکها و برچسب‌ها باید با استفاده از پیچ‌های خودکار از جنس فسادناپذیر و با دوام باشد و سوراخها نباید به هیچ وجه در درجه حفاظت محفظه ایجاد اختلال کند.

۵-۱۶-۳ رنگ

در مواردی که از پلاکهای ترافولیت استفاده می‌شود کلمات و نشانه‌ها باید به رنگ مشکی با زمینه سفید حکاکی شود. صفحات مورداستفاده برای اخطارها و موارد احتیاط باید دارای زمینه به رنگ قرمز و نوشته‌ها به رنگ سفید باشد.

۵-۱۷ آزمونها و گواهی‌ها

۵-۱۷-۱ آزمونهای نوعی و عادی باید برابر بخش ۸ از نشریه Pe5 از استاندارد ANSI/NEMA انجام شود.

۵-۱۷-۲ آزمونهای نوعی زیر باید مورد تایید قرار گرفته و گواهی مربوط ارائه شود:

الف ـ آزمونهای دی‌الکتریک

ب ـ آزمون تنظیم ولتاژ[2]

پ ـ آزمون افزایش دما

ت ـ آزمون محدودیت جریان

ث ـ آزمون اتصال کوتاه

1 - Traffolite 2 - Voltage adjustment test

ج ـ آزمون تنظیم و تثبیت ولتاژ[1]

چ ـ اندازه‌گیری کارایی[2]

ح ـ اندازه‌گیری ضریب قدرت

خ ـ اندازه‌گیری موجک ولتاژ

د ـ آزمون نویز قابل شنیدن[3]

ذ ـ آزمون واکنش پویا

ر ـ آزمون ایستادگی موج ولتاژ ورودی و خروجی[4]

ز ـ آزمون وسایل کمکی (وسایل اندازه‌گیری، نمایشگرها، وسایل حفاظتی، هشداردهنده‌ها و غیره)

۳-۱۷-۵ آزمونهای عادی حداقل شامل موارد زیر خواهد بود:

الف ـ آزمون دی‌الکتریک

ب ـ آزمون تنظیم ولتاژ

پ ـ آزمون محدودیت جریان

ت ـ اندازه‌گیری موجک ولتاژ

ث ـ آزمونهای وسایل کمکی (وسایل اندازه‌گیری، نمایشگرها، وسایل حفاظتی، هشداردهنده‌ها و غیره).

۱۸-۵ رنگ‌آمیزی

۱-۱۸-۵ تجهیزات باید تمیزکاری شده و با دو دست رنگ ضدزنگ و یک لایه رنگ بادوام متناسب با شرایط محیطی تعیین شده در پیوست ۸-۳ رنگ‌آمیزی شود.

۲-۱۸-۵ رنگ لایه نهایی باید خاکستری روشن باشد مگر اینکه در برگ مشخصات به گونه دیگری مشخص شده باشد.

۳-۱۸-۵ تمامی سطوح بدون رنگ (داخلی و خارجی) باید دارای یک لایه وارنیش[5] مقاوم در برابر رطوبت و قارچ باشد.

۴-۱۸-۵ تمامی سطوح که باید به صورت براق باقی بماند باید به گونه‌ای ساخته یا روکش شود که در برابر

1 - Voltage Regulation test

2 - Efficiency measurement

3 - Audible noise test

4 - Input and output surge withstandability test

5 - Varnish

خوردگی مقاوم باشد.

۱۹-۵ اسناد و مدارک سازنده

سازنده یا تهیه‌کننده دستگاهها باید اسناد و مدارک زیر را همراه با تجهیزات ارائه کند:

۱-۱۹-۵ نقشه‌های عمومی جانمایی استقرار مجموعه تجهیزات و دستگاهها شامل پلان و نماهای مختلف و ابعاد لازم.

۲-۱۹-۵ مدارک سیمکشیهای الکتریکی به شرح زیر:

الف ـ نقشه‌های شماتیک تمامی مدارها

ب ـ نقشه‌های سیمکشی

پ ـ نقشه‌های شماتیک هشداردهنده‌ها و نمایشگرها

ت ـ شرح مدارها و نقاط آزمونی و شکل موجی ولتاژهای مربوط

۳-۱۹-۵ مدارهای الکتریکی مرجع به شرح زیر:

الف ـ شرح عمومی دستگاهها

ب ـ مشخصات دستگاهها

پ ـ داده‌های عملکردی

ت ـ منحنیهای ویژگیها

ث ـ نقشه قطعات

۴-۱۹-۵ کتابهای راهنما و دستورالعملها شامل موارد زیر:

الف ـ حمل و نقل و انبار

ب ـ نصب و راه‌اندازی

پ ـ بهره‌برداری، آزمون و عیب‌یابی، و نگهداری

۵-۱۹-۵ مشخصات قطعات یدکی و ابزارهای ویژه

۶-۱۹-۵ گواهی آزمونهای استاندارد شامل موارد زیر:

الف ـ آزمونهای نوعی

ب ـ آزمونهای عادی

۶ باتریهای ساکن

۶-۱ انواع باتریهای ساکن

بطور کلی باتریهای ساکن دارای ظرفیت بالا و قابل شارژ به دو دسته عمده اسیدی و قلیایی قابل طبقه‌بندی است. این گونه باتریها همچنین ممکن است از نوع باز و یا بسته باشد.

۶-۲ باتریهای سرب ـ اسید

باتریهای سرب ـ اسید ممکن است یکی از انواع پلانته[1]، خمیری[2] یا لوله‌ای[3] باشد.

۶-۲-۱ سلهای پلانته

این گونه سلها دارای صفحات مثبتی است که به‌طور عمده یا کلاً از سرب خالص تشکیل شده و بلحاظ شکل ظاهری رادیاتور مانند سطح تماس سرب خالص با الکترولیت فزونی دارد. صفحات منفی متشکل از شبکه‌های پر شده از خمیر مواد فعال از پودر سرب می‌باشد و صفحات جداکننده معمولاً از جنس پلاستیک مصنوعی با منافذ ریز است که علاوه بر جلوگیری از اتصال صفحات به‌یکدیگر، در نگهداری مواد فعال و ممانعت از ریزش آن مؤثر می‌باشد.

۶-۲-۲ ویژگیهای سل پلانته

الف ـ ظرفیت این نوع سل با توجه به تولید اکسیدسرب، در صورت اعمال شارژ نگهداری در ۵ تا ۱۰ سال اول افزایش یافته و از آن پس شروع به کاهش از ۱۰ درصد ظرفیت اضافی می‌نماید لیکن با وجود سرب خالص و مداومت تولید اکسید سرب این کاهش ظرفیت تا پایان عمر آن از مقدار اسمی تجاوز نخواهد کرد.

ب ـ طول عمر متوسط این نوع سل در نواحی معتدل ۲۵ تا ۳۰ سال و در نواحی گرمسیر ۲۰ سال تخمین‌زده شده است.

پ ـ در این نوع سل مرگ ناگهانی وجود نداشته و پایان عمر آن از مقدار رسوب در پایین سل قابل تخمین است.

ت ـ با توجه به این که هر سیکل شارژ باعث ریزش مقداری از اکسید سرب قطب منفی می‌شود و عمر سل کاهش می‌یابد این نوع سل برای شارژ و دشارژ عمیق مکرر مناسب نمی‌باشد.

---

1 - Plante

2 - Pasted plate

3 - Tubular

ث ـ سلول پلانته دارای حجم زیاد و وزن نسبتاً سنگین می‌باشد.

ج ـ شرایط سل از نظر سالم و شارژ بودن از رنگ صفحه‌ها قابل تشخیص است، به گونه‌ای که صفحه مثبت باید دارای رنگ قهوه‌ای و صفحه منفی باید دارای رنگ خاکستری باشد.

چ ـ این سل در دمای محیط بالا نسبت به انواع دیگر دارای دوام بیشتری است.

۶-۲-۳ سلهای خمیری

در این نوع سلها به‌منظور تقویت صفحه مثبت در برابر نرمی سرب از مشبک خمیری از آلیاژ سرب آنتیموان یا سرب کلسیم استفاده می‌شود.

۶-۲-۴ ویژگیهای سل خمیری

الف ـ کاهش تدریجی ظرفیت به علت تشکیل سولفات سرب و کم شدن چسبندگی مواد فعال به‌گونه‌ای است که در پایان عمر سلها میزان ظرفیت به ۸۰ درصد می‌رسد.

ب ـ عمر متوسط این نوع سل ۱۵ سال تخمین‌زده شده است.

پ ـ صفحات ساخته شده از سرب کلسیم در دمای محیط بالا در معرض خورده شدن قرار می‌گیرد.

ت ـ صفحات ساخته شده از سرب آنتیموان سیکل شارژ و دشارژ بهتری از صفحات پلانته دارد و صفحات پلانته نیز از آلیاژ کلسیم بهتر است زیرا آلیاژ کلسیم ضمن ایجاد رسوب روی صفحه مثبت موجب انحنا و شکسته شدن یا اتصال کوتاه صفحات می‌شود.

۶-۲-۵ سلهای لوله‌ای

سلهای لوله‌ای دارای صفحات مثبت از لوله‌های عمودی از جنس فیبر یافته شده و پلاستیکهای منفذدار تشکیل شده که در درون هر یک میله‌ای سربی با آلیاژ آنتیموان همراه با پوششی از مواد فعال پودر اکسید سرب قرار دارد. این نوع صفحات در برابر ضربه‌های مکانیکی مقاوم بوده و مواد فعال را به خوبی محافظت می‌کند.

۶-۲-۶ ویژگیهای سل لوله‌ای

الف ـ طول عمر این نوع سلها بستگی به مقدار مواد فعالی دارد که درون لوله‌ها قرار دارد و با از بین رفتن تدریجی مواد یاد شده و ایجاد سولفات سرب بین میله سربی و مواد فعال، ظرفیت سلها نیز کاهش یافته و در پایان عمر سلها به ۸۰ درصد ظرفیت اولیه می‌رسد.

ب ـ طول عمر متوسط برای این نوع سلها ۱۵ سال تخمین‌زده شده است.

پ ـ میزان جریان تولیدی در این نوع سلها با توجه به مقاومت زیاد داخلی نسبت به سایر انواع

سلها کمتر است.

ت ـ این نوع سلها نسبت به سلهای دیگر قابلیت تحمل شارژ و دشارژ بیشتر و عمیق‌تری دارد.

ث ـ این گونه صفحات در برابر ضربه‌های مکانیکی مقاوم بوده و مواد فعال را به خوبی محافظت می‌کند.

۶-۳ باتریهای نیکل ـ کادمیم

۶-۳-۱ باتریهای قلیایی نیکل ـ کادمیم ممکن است از انواع محفظه‌ای[1] یا یکپارچه‌ای[2] باشد.

۶-۳-۲ در این گونه باتریها مواد فعال شامل هیدروکسید نیکل (مثبت) و اکسیدکادمیم (منفی) و الکترولیت قلیایی از محلول هیدروکسید پتاسیم می‌باشد.

۶-۳-۳ ویژگیهای باتریهای نیکل ـ کادمیم

الف ـ حفظ ولتاژ در جریان دشارژ زیاد

ب ـ پذیرش سریع شارژ با نرخ بالا بدون صدمه و آسیب به باتری

پ ـ طول عمر زیاد

ت ـ شارژ و دشارژ در طیف حرارتی وسیع (از ۴۰- تا ۷۴+ درجه سانتیگراد)

ث ـ حفظ شارژ برای مدت طولانی

ج ـ ایستادگی در برابر شوک و ارتعاش شدید.

چ ـ عدم تولید گازهای خورنده در شرایط کاری (شارژ و دشارژ)

۶-۴ موارد استفاده از باتریهای ساکن

باتریهای ساکن علاوه بر استفاده در سیستمهای برق بدون وقفه در مورد نمونه زیر نیز به کار می‌رود:

- تغذیه سیستمهای نمایشگر و هشدار دهنده
- تغذیه برق اضطراری عمومی
- تغذیه سیستمهای مخابراتی
- ذخیره نیروی برق خورشیدی

1 - Pocket plates

2 - Sintered plates

۶-۵ شرایط محیطی

شرایط محیطی باتریها باید برابر مشخصات تعیین شده در پیوست ۸-۳ باشد.

۶-۶ ویژگیهای لازم برای سلولها و باتریها

۶-۶-۱ دوام

باتریها و سلولها باید برای حداقل مدت بهره‌برداری مشخص شده در برگ مشخصات باتریها از استقامت و دوام لازم برخوردار باشد.

۶-۶-۲ جریان اتصال کوتاه و مقاومت داخلی

سازنده باید مقدار جریان اتصال کوتاه (Isc) و مقاومت داخلی باتری R(Ω) را مشخص نماید.

۶-۷ آزمونها و گواهیها

۶-۷-۱ آزمونهای نوعی و گواهیهای مورد لزوم باید با شرایط مندرج در استانداردهای زیر مطابقت نماید:

IEC 60623, IEC 60623A, IEC 60896.1,BS 6290 Part1

۶-۷-۲ اندازه‌گیریها و کنترلهای زیر نیز باید افزون بر موارد مندرج در بند ۶-۷-۱ انجام شود:

الف ـ اندازه‌گیری عایقبندی جرم باتری

ب ـ کنترل ایستادگی در برابر ضربه و ارتعاش برابر استاندارد IEC 60068

پ ـ کنترل بسندگی لوازم فرعی

ت ـ کنترل بسندگی ابزارها و وسایل (در موارد مربوط)

۶-۸ نشانه‌گذاری

نشانه‌گذاری باتریها باید برابر مفاد استاندارد IEC 60623 انجام شود.

۶-۹ برگ مشخصات نمونه باتری در پیوست ۸-۵ ارائه شده است.

۶-۱۰ اسناد و مدارک سازنده

سازنده یا تهیه‌کننده باتریها باید اسناد و مدارک زیر را همراه با تجهیزات ارائه کند:

الف ـ وزن و ابعاد سلولها

ب ـ داده‌های لازم برای طراحی شارژر باتری

پ ـ داده‌ها و اطلاعات مربوط به عملکردها در آزمونهای نوعی و عادی

ت ـ گواهیهای آزمونها

ث ـ دستورالعملهای مربوط به نصب و بررسیهای لازم

ج ـ دستورالعملهای بهره‌برداری و نگهداری

۶-۱۱ اصول و روشهای نصب باتریهای انباره‌ای ساکن

۶-۱۱-۱ محل استقرار باتریها باید تمیز و خشک بوده و در محلی واقع شود که بازرسی و نگهداری باتریها به‌سهولت امکانپذیر باشد.

۶-۱۱-۲ اتاق باتریها باید عاری از گازها و بخارهای خورنده بوده و حداکثر حرارت محیط آن نباید مکرراً از ۳۸ درجه سانتیگراد تجاوز نماید.

۶-۱۱-۳ باتریهای سرب ـ اسید و نیکل ـ کادمیم نباید در یک اتاق استقرار یابد مگر این که برای خارج ساختن گازها و بخارهای ناشی از باتریهای سرب ـ اسید تهویه کافی درنظر گرفته شود.

۶-۱۱-۴ تمامی اتاقها و محفظه‌های باتریها باید دارای تهویه خوب و سیستم زهکشی و تخلیه فاضلاب مناسب بوده و بدور از گرد و خاک و کثافات خاکستر، دوده، برف و باران و مانند آن باشد.

۶-۱۱-۵ سلولها باید بر روی پایه‌های مخصوص جداگانه[1] و با رعایت فواصل هوایی لازم نصب شود.

۶-۱۱-۶ در مواردی که برای نگهداری باتریها دسترسی از قسمت بالای محفظه باشد، حداقل فاصله بین سر پیلها و قسمت زیرین درپوش دسترسی باید ۶ سانتیمتر درنظر گرفته شود.

۶-۱۱-۷ در مواردی که سرویس باتریها از طرف جانبی قفسه یا محفظه آن صورت می‌گیرد حداقل فاصله بین سرپیلها و سقف قفسه یا محفظه باید ۲۰ سانتیمتر یا ترجیحاً ۳۰ سانتیمتر درنظر گرفته شود.

۶-۱۱-۸ در هنگام استقرار باتریها و نصب رابطهای میان سلولی باید پلاریته تمامی سلولها با دقت کامل مورد بررسی قرار گیرد، به گونه‌ای که از اتصال صحیح سلولها به‌طور سری اطمینان حاصل شود. کابل اتصال باتریها باید مجهز به کفشکها یا سر کابلهای آبکاری شده با نیکل بوده و مهره‌های تمامی ستونهای ترمینالها باید کاملاً محکم شود.

1 - Battery racks

۶-۱۱-۹ سیستم کابلکشی باتریها باید به طرز صحیحی انجام شده و به‌طور محکم در جای خود نصب شود. این گونه کابلها هرگز نباید بر روی سطح فوقانی سلولها اتکا داده شود.

۶-۱۱-۱۰ برای جزئیات بیشتر در مورد نصب، شارژ و نگهداری انواع باتریها به نشریه شماره ۳-۱۳۸ معاونت امور فنی ـ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله رجوع شود.

پیوست ۸-۱

مشخصات نمونه سیستم برق بدون وقفه (یو ـ پی ـ اس)

۱ ـ خروجی یو ـ پی ـ اس (خروجی متناوب وارونگر):

الف ـ قدرت خروجی نامی و ضریب توان

ب ـ ولتاژ خروجی نامی، رواداری حالتهای پایدار و گذرا

پ ـ فرکانس نامی و خروجی و رواداری آن

ت ـ شمار فازها

ث ـ شرایط ویژه در مواردی مانند همزمانی، محتوای هارمونیک نسبی و مدولاسیون

ج ـ ولتاژ و دامنه قابلیت تنظیم آن

۲ ـ انواع بارهایی که یو ـ پی ـ اس باید تغذیه کند.

۳ ـ ورودی یو ـ پی ـ اس (ورودی متناوب به شارژر باتری):

الف ـ ولتاژ ورودی نامی و رواداری آن

ب ـ فرکانس ورودی نامی و گستره رواداری آن

پ ـ شمار فازها

ت ـ شرایط ویژه در مواردی مانند هارمونیکهای اضافی، ولتاژهای گذرا، امپدانس تغذیه و غیره

ث ـ محدودیتهایی مانند جریان هجومی[1]، جریانهای هارمونیک و غیره

ج ـ حدود نوفه

چ ـ ظرفیت ژنراتور قدرت پشتیبان (در صورت استفاده)

۴ ـ باتری

به پیوست ۸-۵ رجوع شود.

۵ ـ شارژر باتری

به پیوست ۸-۴ رجوع شود.

---

1 - Inrush current

۶ ـ نوع و آرایش:

الف ـ شرح سیستم با استفاده از بلوک دیاگرام

ب ـ شمار شارژرهای باتری

پ ـ شمار باتریها

ت ـ شمار وارونگرها

ث ـ شمار و نوع کلیدهای قدرت

۷ ـ شرایط فیزیکی

الف ـ شرح چگونگی جاسازی واحدهای مختلف یو ـ پی ـ اس مانند جادادن در یک مجموعه یا استقرار به صورت جداگانه

ب ـ چگونگی نصب: استقرار روی کابینت، نصب روی دیوار یا کف

پ ـ ابعاد: ارتفاع عرض و عمق

۸ ـ رنگ‌آمیزی (به بند ۴-۱۹ رجوع شود)

۹ ـ تهویه: خنک شدن به صورت طبیعی یا با پروانه

۱۰ ـ شرح حفاظتها (افزون بر آنچه که سازنده معمولاً تدارک می‌بیند):

الف ـ ورودی

ب ـ خروجی

پ ـ اتصال برق مستقیم

ت ـ برق گیر حفاظتی[1]

۱۱ ـ مشخصات لوازم اندازه‌گیری جز آنچه که سازنده معمولاً ارائه می‌نماید مشخص شود (اندازه موردنظر، درجه‌بندی، دقت، طیف، نوع و غیره):

الف ـ ولتمتر

ب ـ آمپرمتر

پ ـ فرکانس متر

ت ـ سایر

۱۲ ـ چراغهای نمایشگر، جز آنچه که سازنده معمولاً ارائه می‌کند مشخص شود:

الف ـ نوع کار

ب ـ رنگ

1 - Surge protection

پ ـ سایر

۱۳ ـ هشداردهنده‌های صوتی مشخص شود:

الف ـ نوع کار موردنظر

ب ـ میزان یا سطح هشدار

پ ـ کنترل دریافت هشدار

۱۴ ـ سایر شرایط

الف ـ ایستادگی در برابر ضربه و ارتعاش

ب ـ ساختار ضدمیعان

پ ـ مقاوم‌سازی در برابر قارچ

ت ـ مقاوم‌سازی در برابر حشرات

ث ـ سیستم هشدار راه دور

ج ـ قفل درب برای کابینتها

چ ـ برچسبهای اخطار خطر الکتریکی

ح ـ مدارهای کنار گذر و مانند آن برای زمان تعمیر و نگهداری

خ ـ توسعه آتی یو ـ پی ـ اس

د ـ آزمونهای اختیاری موردلزوم

پیوست ۸-۲

ویژگیهای وارونگر یا اینورتر

۱ ـ ولتاژ خروجی

ولتاژ موثر[1] بین ترمینالهای خروجی (مگر این که برای بار خاصی مشخص شود)

۲ ـ جریان خروجی

جریان موثر خروجی از ترمینالها

۳ ـ توان خروجی

توان کنشی[2] از ترمینالهای خروجی (مجموعه توان اجزای فرکانس اصلی ولتاژ و جریان و همچنین توان اجزای هارمونیک)

۴ ـ ضریب توان بار

ویژگی یک بار متناوب بر حسب نسبت توان کنشی به توان ظاهری با فرض یک ولتاژ سینوسی ایده‌آل

۵ ـ جریان خروجی اسمی

جریان خروجی که به وسیله سازنده به عنوان پایه تعیین چرخه‌های کار و قابلیت اضافه جریان مشخص می‌شود.

۶ ـ جریان خروجی دائمی اسمی

حداکثر جریان خروجی که ممکن است بطور مداوم جریان یابد بدون این که از محدودیتهای تعیین شده برای شرایط کار تجاوز نماید.

۷ ـ جریان خروجی اسمی کوتاه مدت

حداکثر جریان خروجی که ممکن است برای زمان مشخص عبور کند بدون این که از محدودیتهای تعیین شده در شرایط کار تجاوز کند.

۸ ـ ولتاژ خروجی اسمی

ولتاژ خروجی که به وسیله سازنده به عنوان پایه برای مقدار نامی مشخص می‌شود.

---

1 - r.m.s voltage

2 - Active power

۹ ـ خروجی نامی

توان خروجی ظاهری برای شرایط بار مشخص شده

۱۰ ـ فرکانس نامی (دامنه فرکانس)

مقدار نامی فرکانس اصلی یا دامنه فرکانس قابل تنظیم روی فرکانس اصلی

۱۱ ـ تابع ولتاژ/ فرکانس

نسبت ولتاژ خروجی به فرکانس خروجی اصلی به عنوان تابع فرکانس

۱۲ ـ تغذیه ولتاژ مستقیم

مقدار متوسط ولتاژ مستقیم در یک دوره از پدید آمدن نوسان ولتاژ بین ترمینالهای ورودی

۱۳ ـ ولتاژ تغذیه نامی

ولتاژ تغذیه مشخص شده به وسیله سازنده به عنوان پایه برای مقدار نامی

۱۴ ـ اضافه ولتاژ تغذیه گذرا

ولتاژ لحظه‌ای پیک که ممکن است بین خطوط ورودی وارونگر در وضعیت جدا شده ظاهر شود.

۱۵ ـ مقاومت القایی (امپدانس) تغذیه

مقاومت القایی خطوط ورودی به وارونگر در حالت جدایی وارونگر از خطوط

۱۶ ـ انرژی گذرای تغذیه

انرژی ارائه شده به وسیله سیستم ولتاژ مستقیم به ترمینالها به علت یک وضعیت گذرا در شرایط جدایی وارونگر

۱۷ ـ جریان خروجی اتصال کوتاه دینامیک

جریان گذرای خروجی از ترمینالهای وارونگر به مدار اتصال کوتاه

۱۸ ـ امپدانس خروجی

امپدانسی که مبدل (کانورتر) در فرکانسهای مشخص نسبت به بار ارائه می‌کند.

۱۹ ـ مدولاسیون ولتاژ خروجی دوره‌ای

تغییر دوره‌ای دامنه ولتاژ خروجی[1] در فرکانسهای کمتر از فرکانس خروجی اصلی

۲۰ ـ مدولاسیون فرکانس دوره‌ای

تغییر دوره‌ای فرکانس خروجی از مقدار اسمی

۲۱ ـ انحراف ولتاژ

اختلاف لحظه‌ای بین ولتاژ لحظه‌ای واقعی و مقدار متناظر شکل موج قبل از تغییر

1 - Output voltage amplitude

یادآوری:

دامنه انحراف ولتاژ بر حسب درصد یا در واحد مقدار پیک ولتاژ قبل از تغییر بیان می‌شود.

۲۲ ـ افت ولتاژ[1]

دامنه انحراف ولتاژ گذرا، که جهت آن به سوی کاهش ولتاژ مطلق باشد.

۲۳ ـ خیز ولتاژ[2]

دامنه انحراف ولتاژ گذرا، که جهت آن به سوی افزایش ولتاژ مطلق باشد.

۲۴ ـ سیستم سه فاز نامتوازن

سیستم سه فازی که حداقل در یک فاز آن مقدار مؤثر ولتاژ (یا جریان) خط به خط از دیگر فازها به‌طور قابل ملاحظه‌ای متفاوت باشد.

۲۵ ـ ناموازنه نسبی[3]

اختلاف بین بالاترین و پایین‌ترین مقادیر مؤثر اصلی در یک سیستم سه فاز به نسبت متوسط سه مقدار موثر اصلی جریان یا ولتاژ مربوط.

۲۶ ـ ضریب ناموازنه[4]

نسبت جزء ترتیب منفی به جزء ترتیب مثبت

1 - Voltage dip

2- Voltage rise

3 - Unbalance ratio

4 - Sequence Component

پیوست ۸-۳

شرایط محیطی

۱ ـ ارتفاع از سطح دریا: متر

۲ ـ حداکثر حرارت محیطی هوا: درجه سانتیگراد (سطح فلز لخت در معرض نور مستقیم خورشید ممکن است گهگاه به حرارت: درجه سانتیگراد برسد).

۳ ـ حداقل درجه حرارت هوا: درجه سانتیگراد

۴ ـ رطوبت نسبی: درصد

۵ ـ هوای محیط: نمک‌دار، گرد و خاک خورنده و در معرض طوفان خاک با تراکم ۷۰- ۱۴۱۲ میلی‌گرم در مترمکعب H_2S ممکن است موجود باشد.

۶ ـ سطح ایزوکرانیک[1] وقوع آذرخش: شمار روزهای طوفانی در سال

۷ ـ حداکثر شدت زمین لرزه: ریشتر

---

۱ – خطوط ایزوکرانیک (Isokeraunic Lines): خطوط جغرافیایی که در نقاط واقع بر آن تناوب روزهای طوفانی و وقوع آذرخش در طول سال یکسان است.

پیوست شماره ۸-۴

مشخصات نمونه شارژر باتری

۱ ـ شماره مشخصات استاندارد

۲ ـ جریان مستقیم خروجی:

الف ـ طیف ولتاژ شناور: مقدار اسمی حداقل حداکثر

ب ـ طیف ولتاژ متعادل‌کننده: مقدار اسمی حداقل حداکثر

پ ـ افزایش توان شارژ موردلزوم:

ت ـ جریانهای نامی با بار کامل: آمپر

ث ـ تنظیم حد جریان با بار کامل: آمپر

ج ـ نوع باتری: سرب ـ اسید نیکل ـ کادمیم سایر شمار سلولها

چ ـ ظرفیت باتری آمپر ـ ساعت با بار

ح ـ بار خارجی شارژر در طول مدت شارژ مجدد:

حداقل (آمپر) حداکثر (آمپر)

خ ـ بار خروجی شارژ پس از شارژر کامل مجدد

حداقل (آمپر) حداکثر (آمپر)

د ـ کار موازی

ذ ـ قطع ولتاژ بالا: ولت

ر ـ نقطه قطع اضافه شارژ: ولت

ز ـ زمان سنج[1] شارژ متعادل‌کننده: صفر تا ۲۴ ساعت صفر تا ۷۲ ساعت سایر

۳ ـ برق متناوب ورودی

الف ـ ولتاژ اسمی سیستم با ذکر در صد رواداری (±%)[2]

ب ـ شمار فازها

پ ـ فرکانس با ذکر درصد رواداری (±%)

---

1 - Timer

2 - Tolerance

ت ـ نوع تهویه: طبیعی با پروانه

۴ ـ حفاظتهای لازم (افزون بر آنچه که سازنده پیش‌بینی می‌نماید)

الف ـ ورودی

ب ـ خروجی

پ ـ برقگیر حفاظتی

۵ ـ وسایل اندازه‌گیری (افزون بر آنچه که سازنده پیش‌بینی می‌نماید)

الف ـ ولتمتر

ب ـ آمپرمتر

پ ـ دامنه مقیاس (میزان دقت)

۶ ـ قابلیت نصب:

نصب روی کف: نصب روی دیوار:

۷ ـ ابعاد: طول عرض عمق

۸ ـ رنگ آمیزی

۹ ـ رله‌ها:

الف ـ هشداردهنده اعلام قطع یکسو کننده

ب ـ هشداردهنده اعلام ولتاژ پایین برق مستقیم

پ ـ هشداردهنده اعلام ولتاژ بالا برای برق مستقیم

ت ـ هشداردهنده اعلام جریان پایین برای برق مستقیم

ث ـ هشداردهنده اعلام قطع قدرت برق متناوب

ج ـ هشداردهنده اعلام ولتاژ برای برق متناوب

کشف اتصال زمین:[1]

۱۰ ـ هشدار صوتی: عملکرد سطح:

۱۱ ـ کنترل اعلام خبر[2]

۱۲ ـ چراغ نمایشگر (افزون بر آنچه سازنده ارائه می‌کند)

نوع عملکرد رنگ:

۱۳ ـ ساختمان (افزون بر آنچه معمولاً سازنده تدارک می‌کند)

الف ـ ضربه و ارتعاش

1 - Ground detection

2 - Acknowledgment reset control

ب ـ ضدمیعان

پ ـ ضدحشرات

ت ـ ضدقارچ

۱۴ ـ یکسوساز:

الف ـ تایریستوری (S.C.R)

ب ـ سلینیوم

۱۵ ـ سایر نیازها:

الف ـ هشداردهنده راه دور

ب ـ وسیله احساس ولتاژ از دور[1]

پ ـ قفل درب برای کابینت

ت ـ برچسبهای اخطار وجود برق

1 - Remote voltage sensing device

پیوست ۸-۵

برگ مشخصات نمونه باتریها

۱ ـ نوع باتری:

اسید ـ سرب　　باز　　بسته

نیکل ـ کادمیم　　باز　　بسته

۲ ـ ترکیب الکترولیت

۳ ـ ولتاژ هرسل

۴ ـ شمار سلها

۵ ـ ولتاژ ترمینال موردلزوم

۶ ـ ظرفیت بر حسب آمپر ـ ساعت با نرخ دشارژ (آمپر)

۷ ـ طرز بهره‌برداری:

شارژ/ دشارژ

شناور نگهداری[1]

۸ ـ سیکل شارژ ـ دشارژ:

آمپر ساعت برداشت از باتری در مدت زمان قطع برق

۹ ـ بار خارجی باتری:

حداقل آمپر　　حداکثر آمپر

(هنگامی که باتری کاملاً شارژ باشد)

۱۰ ـ طیف ولتاژ خروجی:

شناور　　حداقل ولتاژ از　　تا حداکثر ولتاژ

۱۱ ـ جلد باتری:

فولادی

پلاستیک

1- Trickle charge

انواع دیگر

۱۲ ـ ابعاد (در مواردی که فضای موجود محدود باشد)

طول (میلیمتر) عرض (میلیمتر) عمق (میلیمتر)

۱۳ ـ شعله‌گیر:

مورد لزوم غیرضروری

۱۴ ـ وسایل اندازه‌گیری

حرارت سنج

چگالی سنج

ولتمتر

۱۵ ـ کابینت باتری:

۱۶ ـ جدول اطلاعات و داده‌های آزمونی موردلزوم

واژه نامه انگلیسی ـ فارسی

Acknowledgment reset control	کنترل اعلام خبر
Active material	مواد فعال
Active power	توان کنشی
Audible noise test	آزمون نوفه قابل شنیدن
Battery racks	پایه‌های نصب باتری
Boost charge	شارژ توان افزا یا شارژ سریع
Bypass switch	کلید کنارگذر
Charge	شارژ یا بار افزایی
Converter	مبدل یا کانورتر
Digital	دیجیتال، عددی، رقمی
Discharge	دشارژ یا بی‌بار کردن
Dynamic response	واکنش پویا
Efficiency measurement	اندازه‌گیری راندمان یا بازدهی یا کارایی
Equalizing charge	شارژ متعادل‌کننده
Equalizing voltage ranges	گستره ولتاژ متعادل کننده
Float charge	شارژ شناور
Floating voltage ranges	گستره ولتاژ شناور
Ground detection	کشف اتصال زمین
Inrush current	جریان هجومی
Input and output surge withstandability test	آزمون ایستادگی موج ولتاژ ورودی و خروجی
Inverter	وارونگر یا اینورتر
Isokeraunic lines	خطوط ایزوکرانیک
(خطوط جغرافیایی که در نقاط واقع بر آن تناوب روزهای طوفانی و وقوع آذرخش در طول سال یکسان است)	
Kinetic energy	انرژی جنبشی
Manual boost charge facility	امکانات دستی افزایش توان شارژ

Nameplate	صفحه مشخصات
output voltage amplitude	دامنه ولتاژ خروجی
pasted plate	صفحه خمیری
plante	پلانته
plug in type	از نوع قابل قطع و وصل
pocket plates battery	باتری با صفحات یکپارچه
Remote voltage sensing device	وسیله احساس ولتاژ از دور
Reset	تنظیم مجدد، بازنشانی
Ripple voltage	موجک ولتاژ
r.m.s. voltage	ولتاژ مؤثر
Rotary	گردان
Sag, surge	افت ناگهانی ولتاژ
Sequence component	ضریب ناموازنه
Sintered plates battery	باتری با صفحات یکپارچه
Static	ایستا
Storage battery	باتری ذخیره‌ای یا انباره‌ای
Storage cell	سل یا سلول ذخیره‌ای
Surge arrester	برقگیر حفاظتی
Surge protection	حفاظت در برابر موج ولتاژ
Thyristor (silicon controlled rectifier)	تایریستور (یکسوساز کنترل شده با سیلیکون)
Timer	زمان سنج
Tolerance	رواداری
Traffolite	ترافولیت
Trickle charge	شارژ نگهداری
Tubular	لوله‌ای
Unbalance ratio	ناموازنه نسبی
Unintrruptible power supply (UPS)	منبع تغذیه برق بدون وقفه
Varnish	وارنیش، لاک
Voltage adjustment test	آزمون تنظیم ولتاژ

افت ولتاژ	Voltage dip
آزمون تنظیم و تثبیت ولتاژ	Voltage regulation test
رگولاتور ولتاژ، تنظیم کننده ولتاژ	Voltage regulator
خیز ولتاژ	Voltage rise

فهرست و منابع و استانداردها

[1] - IEC 60051 Recommendation for direct acting electrical measureing instuments and their accessories

[2] - IEC 60068 Basic environmental testing procedures.

[3] - IEC 60119 Recommendations for polycrystalline semiconductor rectifer stacks and equipment.

[4] - IEC 60146 Semiconductor convertors

[5] - IEC 60146.2 Semiconductor self-commut convertors

[6] - IEC 60225 Electrical relays.

[7] - IEC 60269 Low voltage fuses

[8] - IEC 60364-54 Earthing arrangements and protective conductors

[9] - IEC 60408 Low-voltage air-break switches, air-break disconnects, air-break switch disconnectors and fuse-combination units

[10] - IEC 60445 Identification of apparatus terminals and general rules for a uniform system of teminal marking, using an alphanumeric notation.

[11] - IEC 60446 Identification of insulated and bare conductors by colors.

[12] - IEC 60529 Classification of degrees of protection provided by enclosures.

[13] - IEC 60536 Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock.

[14] - IEC 60622 Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells.

[15] - IEC 60625 Open nickel-cadmium prismatic rechargeable cells.

[16] - IEC 60896.1. Stationary lead-acid batteries.

[17] - IEC 60993 Electrolyte for vented nickel-candmium cell.

[18] - BS 3031 Sulfuric acid for use in lead acid batteries.

[19] - BS 4974 Water for lead-acid batteries.

[20] - BS 5486-12 Particular requirements for miniature circuit beaker boards.

[21] - BS 6290 Lead-acid stationary cells and batteries parts 1,2 and 3.

[22] - ANSI/NEMA PE1 (1983) Uninterruptible power system.

[23] - ANSI/NEMA PE5 (1985) Utility type battery chargers.

[24] - ANSI/NEMA PE7)1983) Commumication type battery chargers.

[25] - Electrical Distribution in buildings 1987, (BSP Professional books)

[26] - American Electrician's Handbook. Tenth Edidtion. (New York: Mc Graw-Hill, 1981).

Islamic Republic of Iran
State Management and Planning Organization (MPO)

General Technical Specification and Execution Procedures for Electrical Installation of Buildings

Part 2: Weak Current Electrical Installations

NO : 110-2

Office of Deputy for Technical Affairs
Technical, Criteria Codification & Earthquake Risk Reduction Affairs Bureau
http://tec.mporg.ir

2006