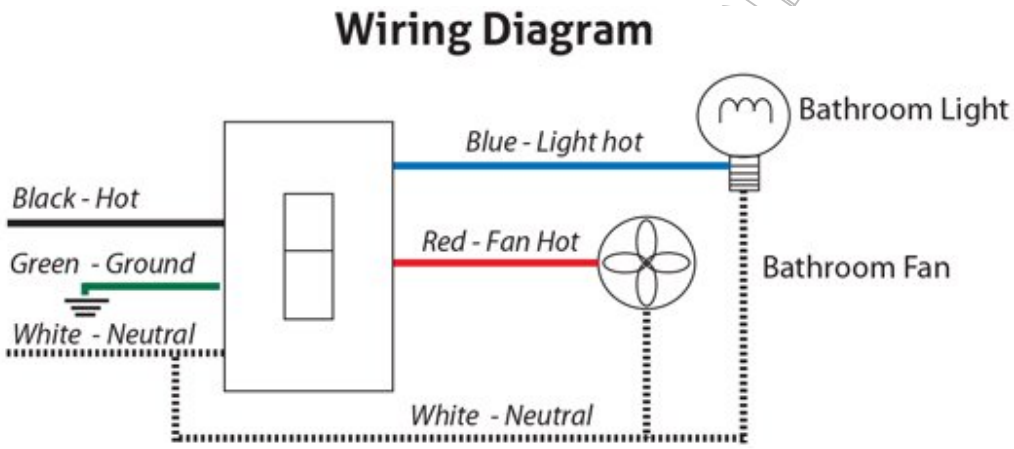
نکات کاربردی و طبقه بندی شده مبحث ۱۳

کلیدها و روشنایی

مدارهای تغذیه کننده چراغ‌ها یا نقاط روشنایی نباید پریزها یا هرگونه وسیله یا دستگاه دیگر را تغذیه کنند.

از هر مدار روشنایی می‌توان 1 یا 2 موتور کوچک را، به شرط آنکه مجموع توان آن‌ها از 100 وات تجاوز نکند، تغذیه کرد .(مثلا از مدار روشنایی سرویس بهداشتی می توان 1 یا 2 فن انشعاب گرفت).



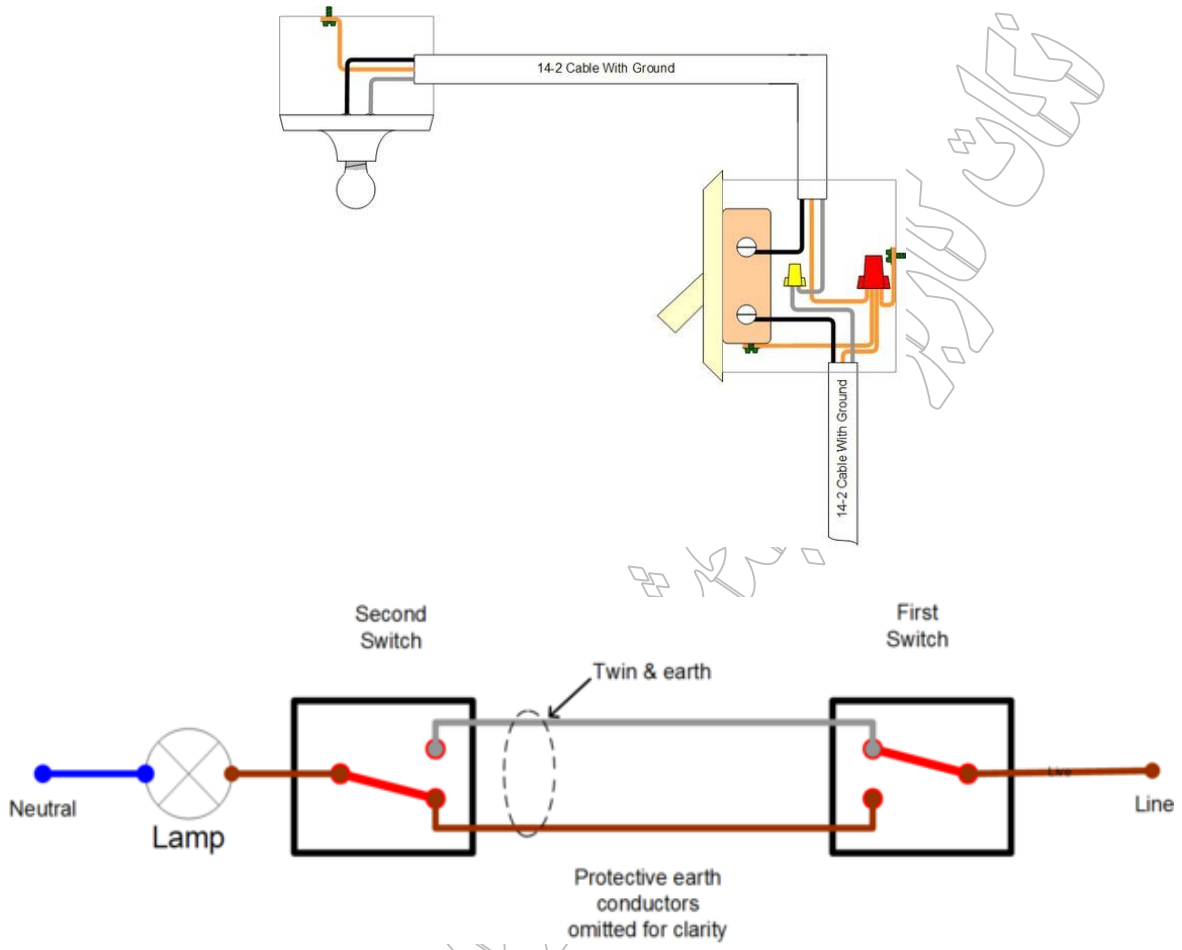
در ساختمان‌های مسکونی هر مدار روشنایی نباید بیش از 12 چراغ یا نقطه روشنایی (غیر از روشنایی ایمنی) را، اگر در بیش از یک اتاق یا فضای مشخص قرار گرفته باشند، تغذیه کند.

تعداد چراغ‌های مدار که در یک اتاق یا فضای مشخص نصب می‌شوند فقط به جریان مجاز هادی مدار و حفاظت آن محدود می‌شود.

در روشنایی ایمنی نباید بیش از 20 نقطه روشنایی از یک مدار تغذیه گردد و نیز کل جریان مدار نباید از 60%جریان مجاز کلید حفاظتی (با اعمال ضرایب کاهش باردهی کلید حفاظتی) آن مدار بیشتر باشد

هادی فاز باید در سرپیچ‌های پیچی لامپ‌ها به قسمت انتهایی داخل (وسط) سرپیچ وصل گردد.

چنانچه بدنه چراغی از جنس عایق باشد، هادی حفاظتی(سیم ارت) در محل آن به دقت عایق بندی و رها می‌شود تا اگر احتمالاً در آینده در محل آن چراغ با بدنه عایق، چراغی با بدنه هادی نصب شود، از آن هادی حفاظتی استفاده شود.



مدار کلید تبدیل برای کنترل روشنایی از ۲ نقطه مختلف

کلیدها باید برای استفاده در سیستم‌های جریان متناوب و از نوع قطع و وصل سریع، بدون دخالت نحوه و سرعت عمل دست، مناسب باشند.

جز در مواردی که استاندارد ساخت کلید به نحوی دیگر مشخص کرده باشد، جریان اسمی کلیدها، با توجه به نوع باری که قطع و وصل می‌کنند، باید برابر یا بزرگتر از مقادیر ذکر شده در زیر باشند:

الف) برای بارهای با ضریب قدرت واحد (لامپ‌های رشته‌ای و نظایر آن) :جریان مصرف

ب) برای بارهای با ضریب قدرت راکتیو (موتورها و نظایر آن) 1.25برابر جریان مصرف

پ) برای بارهای با ضریب قدرت خازنی (کاپاسیتیو) و مواردی نظیر لامپ‌های تخلیه در گاز (از قبیل لامپ‌های فلورسنت، گازی، بخارسدیم، بخار جیوه، متال هالید و غیره) با خازن‌های تصحیح ضریب قدرت و موتورهای با راه اندازی خازنی و نظایر آن 2 :برابر جریان مصرف

کلیدهای کنترل مدارها (از جمله چراغ ها) باید هادی فاز را قطع و وصل کنند .قطع و وصل هادی خنثی برای کنترل مدار ممنوع است

هر لامپ تخلیه الکتریکی در گاز مانند لامپ فلورسنت، بخار جیوه، بخار سدیم، متال هالید و غیره و مجهز به بالاست القایی) حتی اگر دارای خازن‌های تصحیح ضریب قدرت باشد، باید در محاسبه جریان مجاز مدار مربوط به آن‌ها بدون خازن به حساب آورده شود .توان وسیله راه اندازی و تثبیت جریان آن‌ها (بالاست یا چوک القایی) نیز در تخمین درخواست نیروی برق باید منظور شده باشد.

در محاسبه جریان مدارهای تغذیه کننده مخلوطی از انواع چراغ‌های مختلف، علیرغم وجود اختلاف فاز ناشی از ضریب توان‌های متفاوت چراغ‌ها، جریان‌ها به صورت جبری جمع شوند.

کلیه تجهیزات سیم‌کشی از قبیل کلید، پریز، شستی، جعبه تقسیم و غیره باید با مشخصات و شرایط مدارها و شرایط محیط هماهنگی داشته و درجه حفاظت آن‌ها نیز براساس شرایط محلی که در آنجا نصب خواهند شد، یا بالاتر از آن، انتخاب شود.

استفاده از تجهیزات سیم‌کشی مخصوص داخل ساختمان (معمولی) در هوای آزاد ممنوع بوده و برای این منظور لازم است از انواع تجهیزات مقاوم در برابر عوامل طبیعی استفاده شود(مثلا ضد اشعه فرابنفش خورشید یا حفظات شده در مقابل برف و باران).

چنانچه محفظه‌های تجهیزات (جعبه تقسیم پشت کلید، پریز و غیره) از جنس عایق نباشند و از جنس هادی (فلزی) باشند، باید مانند سایر بدنه‌های هادی با آن‌ها رفتار شود و آن‌ها را به هادی حفاظتی(سیم ارت) متصل کرد.

انواع تجهیزاتی که صفحات رویی فلزی دارند، به شرط داشتن لایه عایق در پشت آن (رویه داخلی)، از وصل به هادی حفاظتی معاف خواهند بود.

پریزها

هرمدار پریز نباید بیش از 12 پریز مربوط به مصارف عمومی (غیر مشخص) را تغذیه کند.

اگر نوع و توان وسایلی که از پریزها تغذیه خواهند شد معلوم باشد، تعداد آن‌ها برای هر مدار محدود به جریان مجاز هادی مدار و جریان مجاز وسیله حفاظتی آن خواهد بود، به شرط آنکه از 12 عدد پریز تجاوز نکند.

کلیه مدارهای نهایی، اعم از روشنایی و پریز برق، باید برای وصل به بدنه‌های هادی چراغ‌ها یا کنتاکت پریزها (برحسب مورد) شامل هادی حفاظتی(سیم ارت) باشند.

هادی فاز در پریزهای تک فاز باید به ترمینال سمت راست پریز وصل شود (روزنه سمت راست هنگام دید از مقابل پریز نصب شده).

ارتفاع پریزهای نصب شده روی دیوار از کف تمام شده نباید کمتر از 0.3متر باشد.
حداقل فاصله کلیدها و پریزهای برق و جعبه فیوز در صورتی که شیر گاز طبیعی بالاتر از آنها و یا در فاصله افقی آنها نصب شده باشد، برابر 10 سانتی متر بوده و اگر شیر گاز اجباراً زیر آنها نصب شده باشد فاصله حداقل برابر 50 سانتی متر خواهد بود .
حداقل فاصله کلیدها و پریزهای برق از لوله کشی گاز طبیعی برابر 5 سانتی متر می‌باشد .
حداقل فاصله کابل‌های برق فشار ضعیف با لوله‌های توکار گاز طبیعی که با مصالح ساختمانی پوشیده می‌شوند برابر10 سانتی‌متر می‌باشد
فاصله کنتور گاز طبیعی از کابل کشی و سیمکشی روکار تاسیسات برقی باید حداقل 10 سانتی‌متر باشد
حداقل فاصله سیمکشی‌های روکار از لوله‌های گاز طبیعی برابر 5 سانتی‌متر می‌باشد

حداقل فاصله کابل‌های برق فشار ضعیف در مسیرهای موازی با خطوط شبکه گاز طبیعی برابر 1 متر و در مسیرهای متقاطع برابر 50سانتی‌متر و برای کابل‌های برق فشار متوسط در مسیرهای موازی و یا متقاطع برابر 1 متر می‌باشد.
در صورتی که از سازه مناسب بتنی بین کابل و لوله فلزی خطوط شبکه گاز طبیعی استفاده شود فاصله مذکور در مسیر موازی برای کابل‌های فشار ضعیف به 50 سانتی‌متر و برای کابل‌های فشار متوسط فقط در مسیرهای متقاطع به 50 سانتی‌متر کاهش می‌یابد.
فاصله کنتور گاز طبیعی با کنتور برق (تابلو کنتور برق و یا تابلوهای برق فشار ضعیف) نصب شده در فضای عمومی، باید حداقل 50 سانتی متر باشد

حداقل فاصله کابل‌های سیستم‌های جریان ضعیف و خطوط تلفن و مخابرات (غیر فیبرنوری) در مسیرهای موازی و یا متقاطع باخطوط شبکه گاز طبیعی برابر 40سانتی متر بوده و در صورت استفاده از کابل‌های فیبر نوری برای سیستم‌های مذکور حداقل فاصله در مسیرهای موازی برابر 60سانتی‌متر و در مسیرهای متقاطع برابر 40سانتی متر خواهد بود

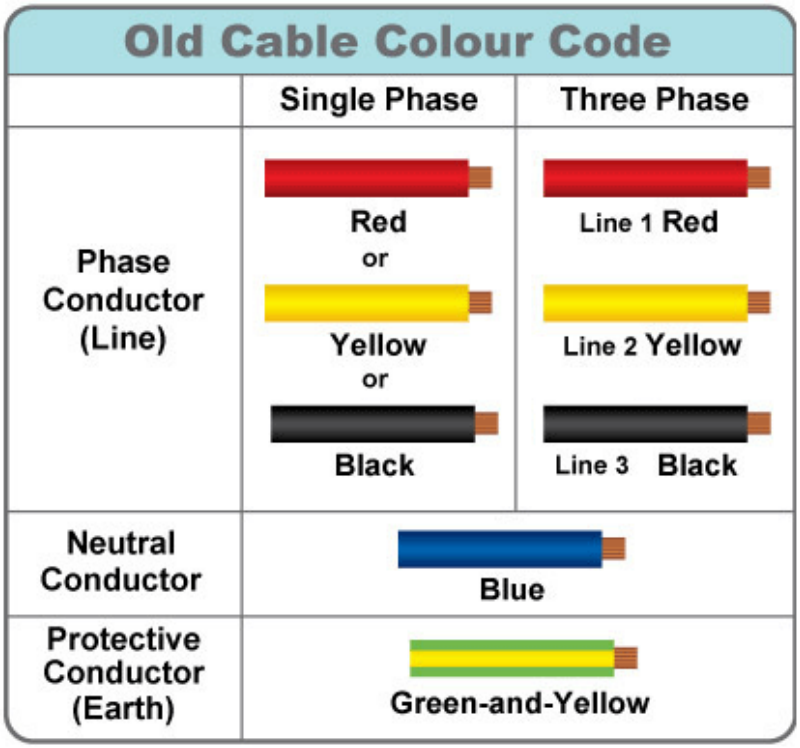
حداقل ارتفاع نصب پریزهای برق برای ماشین لباسشویی و ماشین ظرفشویی در منازل مسکونی برابر 60 سانتی متر از کف تمام شده و حداقل فاصله آن از محل خروجی لوله آب و یا فاضلاب ماشین‌های مذکور، برابر 30 سانتی‌متر می باشد.
ارتفاع و محل نصب پریزهای برق وسایل و تجهیزات برقی نصب ثابت و پریزهای برق و خروجی‌های مدار تغذیه جهت تأمین برق دستگاه‌ها، تجهیزات، مصارف اختصاصی و غیره باید براساس نیاز و شرایط آنها، انتخاب گردد.
در ساختمان‌های مسکونی برای جلوگیری از خطرات برق گرفتگی کودکان باید پریزها مجهز به درپوش ایمنی یا پرده محافظ باشد.
کلیه پریزهای باید مجهز به هادی حفاظتی (سیم ارت) باشند.
استفاده از پریزهای چند خانه مجاز است و در این صورت هر خانه یک پریز به حساب می‌آید.
به هر پریز یا خانه پریز فقط یک دوشاخه با اتصال زمین و یا دوشاخه مخصوص لوازم برقی با عایق‌بندی II (عایق بندی دوبل)، می‌توان وصل کرد.
همه واحدهای مسکونی، بدون در نظر گرفتن سطح زیربنای آن‌ها باید حداقل دو مدار نهایی مستقل، به شرح زیر داشته باشند:

الف) یک مدار مختص روشنایی
ب) یک مدار مختص پریزها
در واحدهای بزرگتر، تعداد مدارهای یادشده ممکن است بیش از 2 مدار باشد.
هر مدار، وسیله حفاظتی مختص خود را دارد.
در همه اتاق‌ها و فضاهای مسکونی (جز آشپزخانه، دستشویی، حمام و نظایر آن) پریزهای باید در نقاطی تعبیه شوند که فاصله هیچیک از نقاط خط پیرامون کف اتاق، از تصویر پریزها برروی خط پیرامون از 1.5 متر بیشتر نباشد .بدین معنی که فاصله دو پریز در طول و عرض اتاق حداکثر برابر 3 متر می‌باشد .اندازه‌گیری برروی خط پیرامون انجام می شود درها و پنجره‌های شروع شده از کف نباید در اندازه‌گیری دخالت داده شوند.
فاصله تصویر پریز روی خط پیرامون از نزدیکترین لبه در یا پنجره‌ای که از کف شروع شده است نباید از1.5 متر بیشتر باشد.

محل و تعداد پریزهای آشپزخانه باید با توجه به چیدمان تجهیزات و وسایل برقی، محل‌های کار و همچنین قفسه بندی (کابینت) انتخاب شوند.
کلیه پریزها، اعم از یک فاز یا سه فاز، باید برای وصل هادی حفاظتی یک اتصال اضافی داشته باشند.
جریان نامی پریزهای یک فاز باید حداقل 16 آمپر و ساختمان آن‌ها به نوعی باشد که وصل دوشاخه‌های دوپُل معمولی (بدون اتصال به هادی حفاظتی) به آن‌ها امکان پذیر نباشد، در حالی که باید بتوان دوشاخه‌های مخصوص لوازم دارای عایق بندی مضاعف (کلاسII)را، که به هادی حفاظتی احتیاج ندارند، به آن‌ها وصل کرد.
جریان نامی پریزهای سه فاز باید حداقل 16 آمپر و دارای یک یا دو اتصال اضافی برای وصل هادی حفاظتی یا هادی های حفاظتی و خنثی باشد.
تبصره :1 چنانچه از پریزهای سه فاز دارای یک اتصال اضافی استفاده شود، این اتصال باید منحصراً برای وصل به هادی حفاظتی اختصاص داده شود.
در پریزهای دارای دو اتصال اضافی، یک اتصال مخصوص هادی حفاظتی و اتصال اضافی دوم مخصوص هادی خنثی است .باید دقت شود که هر یک از هادی‌های یاد شده به کنتاکت‌های مربوط به خود اتصال داده شده باشند و برعکس وصل نشوند .همین دقت باید در سیم‌کشی و انجام اتصال در چند شاخه‌های مربوطه نیز به عمل آید.

رنگ عایق هادی‌های مدارهای توزیع نیرو و مدارهای نهایی

رنگ عایق کابل‌های چند رشته باید به قرار زیر باشد:
الف) قرمزL1
زرد L2
سیاه L3 برای تشخیص فازها
تبصره : در بعضی از کابل‌های چند رشته‌ای تولیدکنندگان کابل برای کابل‌های چند رشته‌ای از دو رنگ قهوه‌ای و یک سیاه(قهوه ای- قهوه ای- سیاه) و یا دو سیاه و یک قهوه‌ای(سیاه-سیاه-قهوه‌ای) برای تشخیص فازها استفاده می‌کنند توصیه می‌شود مبنای رنگ سیستم سه فاز فوق الذکر یعنی قرمز، زرد و سیاه برای تشخیص فازها، توسط تولیدکنندگان نیز رعایت گردد.



ب) در کابل‌های تک رشته، رنگ عایق فاز می‌تواند هر یک از رنگ‌های قرمز، زرد و سیاه انتخاب شود .چنانچه کابل های تک رشته برای سیستم سه فاز مورد استفاده قرار گیرد هر یک از کابل‌های هر فاز در هر گروه باید از رنگ بندی فوق الذکر تبعیت کند.

پ) آبی کمرنگ برای تشخیص هادی خنثی (N) (در همه موارد)

ت) سبز و زرد (راه راه) برای تشخیص هادی حفاظتی (PE) (در همه موارد)

ترجیح دارد هادی مشترک حفاظتی – خنثی (PEN) دارای عایقی به رنگ سبز و زرد (راه راه) باشد در غیر این صورت می‌توان به این منظور از هادی با عایق آبی کمرنگ نیز استفاده کرد .در هر صورت در هر دو انتهای هادی مشترک حفاظتی – خنثای هر مدار، باید با نصب برچسب‌های مخصوص، وظیفه دوگانه هادی مشترک مشخص شود تا از ایجاد اشتباه در حین بهره برداری جلوگیری شود.

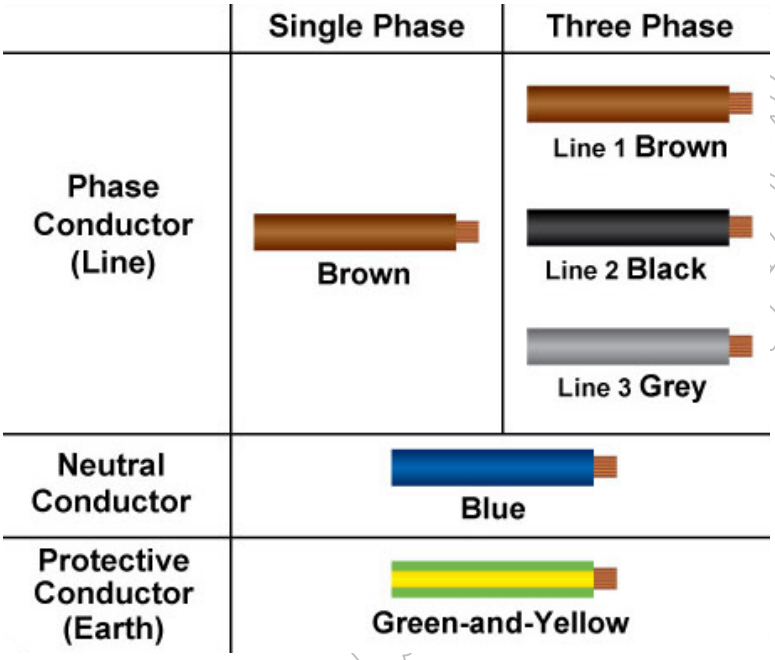
رنگ شینه‌ها در تابلوهای برق باید از رنگ عایق هادی‌ها تبعیت کند .

مطابق استاندارد IEC 60227-1 رنگ انتخابی برای تشخیص فازها به قرار

L_1 (قهوه‌ای)

L_2 ، (سیاه)

L_3 (خاکستری) می‌باشد



ولی با توجه به شرایط تولید کابل‌ها در حال حاضر، رنگ عایق کابل‌ها و سیم‌ها مطابق بند قبل(قرمز، زرد و سیاه)، انتخاب گردیده است.

رنگ عایق سیم‌ها در مدارهای نهایی

رنگ عایق سیم‌ها در مدارهای نهایی از قبیل سیستم روشنایی، پریزهای برق و غیره باید به قرار زیر می‌باشد:

الف) قرمز L1

زرد L2

سیاه L3 برای تشخیص فازها

برای حالتی که تابلو برق تغذیه‌کننده مدارهای نهایی سه فاز باشد و در صورت یک فاز بودن تابلو تغذیه کننده مدارهای نهایی، رنگ عایق مدارهای نهایی در این تابلو باید از رنگ فاز تابلو تغذیه کننده بالادست تبعیت کند.

ب) آبی کمرنگ برای تشخیص هادی خنثی یا سیم نول(N))

پ) سبز و زرد (راه راه) برای تشخیص هادی حفاظتی یا سیم ارت(PE))

ت) خاکستری و یا سفید برای برگشت مدار (فاز)، مثلا مسیر دوم بین2 کلید تبدیل یا بین 2 کلید صلیبی با این رنگ ها مشخص شود.

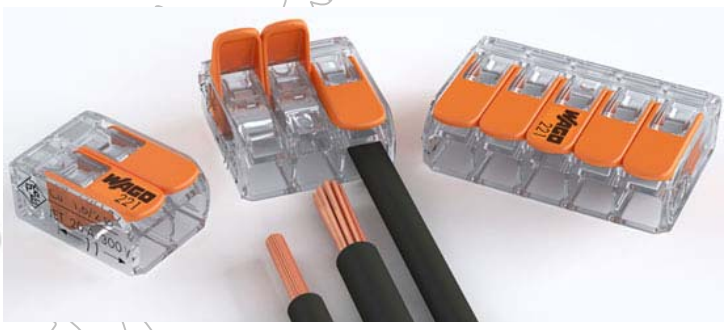
قوانین سیم کشی، ترمینال و اتصال

سیم‌های استفاده شده در سیم‌کشی‌ها تا مقطع 10 میلی متر مربع از نوع تک مفتولی با عایق‌بندی پی وی سی می باشند، و از این مقطع به بالا سیم‌ها می‌توانند چند مفتولی باشند .جنس هادی سیم‌ها مس خواهد بود و استفاده از سیم ها با هادی آلومینیومی(AL) بجای هادی مس ممنوع می‌باشد.

استفاده از یک نول (N)مشترک برای چند مدار اصلی که هر کدام دارای حفاظت مستقل خود است، مجاز نمی‌باشد.

در صورت استفاده از سیم‌های افشان، بجای سیم‌های تک مفتولی سر سیم‌ها جهت اتصال به ترمینال‌ها، کلیدها، پریزها و سایر تجهیزات باید لحیم کاری یکپارچه شده و یا از سَرسیم‌های مخصوص (سرسیم گلویی و یا مشابه) استفاده گردد.

سیم‌های کشیده شده در لوله‌ها یا مجاری باید از هر نظر سالم و بدون هیچ گونه شکستگی و پیچیدگی باشند و بین دو جعبه تقسیم یا در محل‌های دسترسی باید به صورت یکپارچه باشند.
اتصالات سیم‌ها به همدیگر و انشعابات از سیم‌ها، باید با استفاده از ترمینال‌های پیچی انجام شود.
تبصره :1 استفاده از ترمینال‌های نوع دیگر، که ضمن انجام اتصال و همچنین تضمین تداوم الکتریکی، عایق‌بندی لازم را نیز تأمین کنند، مجاز است.
تبصره :2 پیچیدن سیم‌ها به دور هم برای ایجاد اتصال الکتریکی و عایق‌بندی محل اتصال با نوارچسب الکتریکی ممنوع است.



برای هر محل انشعاب یا محل‌های اتصال سیم‌کشی به وسایل مصرف‌کننده یا کنترل‌کننده مدار، نظیر چراغ، پریز، کلید، دستگاه و غیره، باید از نوعی جعبه یا وسیله انتهایی مانند آن استفاده شود .استفاده از سرچُپقی و نظایر آن ممنوع است.

انجام سیم‌کشی‌های نوع روکار با استفاده از سیم‌های چندلا و نیز بست‌های میخی یا میخ معمولی، اکیداً ممنوع است.
در اتصال سیم‌های مدارها به ترمینال‌ها و یا شینه‌های تابلوها، سیم‌ها براساس دیاگرام تابلو باید علامت گذاری پایدار (کدگذاری) شده که تشخیص مدارها در مراحل اجرا، کنترل، آزمایش و بهره برداری امکان پذیر گردد.

سیم‌کشی باید به گونه‌ای باشد که تعویض و اجرای مجدد سیم‌کشی در آینده در همان لوله و یا مجرا امکان‌پذیر باشد.

لوله کشی برق، انواع لوله برق و ترانکینگ

عبور یک کابل تک رشته مربوط به یک فاز از یک مدار از داخل لوله فلزی مجاز نمی‌باشد مگر اینکه در طول لوله فلزی یک درز یا شکاف طولی ایجاد شده باشد.

در صورت استفاده از کابل‌های مخصوص (کابل‌های با عایق‌بندی معدنی و غیره)، به شرط رعایت کلیه مقررات مربوط به کابل کشی‌ها و استفاده از لوازم و تجهیزات مخصوص مربوط مجاز خواهد بود.

کلیه سیم‌کشی‌های داخلی ساختمان‌ها، اعم از روکار و توکار، باید در داخل لوله‌های مخصوص سیم‌کشی یا مجاری مخصوص این کار انجام شود و برای اجرای انشعابات، خم‌ها، زانوها، سه و چهار راهه‌ها و غیره باید از وسایل و متعلقات استاندارد و مخصوص هر لوله یا مجرا استفاده شود .جعبه‌های زیر کلید و پریز و دیگر متعلقات مشابه در سیم‌کشی‌های توکار باید با نوع لوله‌کشی و کلید و پریزهای مورد استفاده همگونی داشته باشد .

جدول لوله‌های قابل استفاده در سیم‌کشی‌ها

نوع سیم‌کشی نوع لوله	روکار	توکار	ملاحظات
فولادی پی جی (رزوه (PG – از نوع سیاه یا گالوانیزه	+	+	هر نوع ساختمان + ساختمان‌های صنعتی
فولادی خرطومی گالوانیزه بدون روکش(PG))	+	+	همه نوع ساختمان + ساختمان‌های صنعتی
فولادی خرطومی با روکش پی وی سی(PG))	+	+	همه نوع ساختمان + ساختمان‌های صنعتی
پلاستیکی صلب از نوع غیر خودسوز	+	+	همه نوع ساختمان + محیط‌های باخطر خورندگی
پلاستیکی خرطومی از نوع غیر خودسوز	-	+	ساختمان‌های غیر صنعتی
:+مجاز :- غیر مجاز			

لوله کشی‌هایی که در دیوار و سقف، کف سازی، بتن و غیره به صورت دفنی اجرا می‌گردند، از نوع لوله‌کشی توکار محسوب می‌شود.

استفاده از لوله‌های پُلی آمید و یا سایر لوله‌های پلاستیکی که در معرض آتش مشتعل شده و می‌سوزد، به طور کلی ممنوع می‌باشد.

اندازه لوله‌ها با توجه به قطر داخلی آن‌ها باید با احتساب تعداد سیم‌ها، قطر آن‌ها، طول لوله و تعداد خم‌های موجود در آن به نحوی انتخاب شود که انجام سیم‌کشی بدون مصرف نیروی بیش از حد امکان پذیر باشد و در عایق‌بندی سیم ها ساییدگی یا پارگی ایجاد نشود.
برای تأمین این شرط لازم است نسبت قطر داخلی لوله به قطر دسته سیم‌ها و یا قطر کابل چند رشته‌ای، حداقل برابر 1.3(یک و سه دهم) باشد.

لوله‌ها باید در هنگام نصب خالی باشند و سیم‌ها یا کابل پس از تکمیل و پایان لوله‌کشی(اتمام نازک کاری)، به داخل آن‌ها هدایت شوند.

مدارهایی که در زیرِ کف‌ها قرار می‌گیرند باید فقط با استفاده از لوله‌های فولادی یا پلاستیکی صُلب اجرا شوند .این لوله‌ها به هنگام اجرا و بعد از آن باید در مقابل ضربات مکانیکی محافظت شوند.

برای جلوگیری از صدمه و یا شکست لوله‌های برق عبوری از محل درز انبساط در سقف و کف ساختمان، لازم است که از لوله‌های خرطومی رابط جهت تامین انعطاف‌پذیری لوله‌ها استفاده شود.

لوله‌کشی به صورت مورب در دیوارها به طور کلی ممنوع می‌باشد.
بست‌های لوله‌های روکار باید2پیچه و از انواعی باشند که لوله با دیوار یا سقف تماس پیدا نکند و حدود 6 میلی متر با آن‌ها فاصله داشته باشد.

در طول هر قسمت از لوله‌کشی که بین دو جعبه تقسیم یا وسیله‌ای مشابه قرار دارد نباید بیش از چهار خَم 90 درجه (جمعاً 360 درجه) وجود داشته باشد در غیر این صورت باید از جعبه تقسیم کششی (Pull Box)مناسب استفاده شود.

در محل ورود لوله به جعبه تقسیم یا تابلو یا دستگاهی مشابه باید از بوشینگ مناسب با نوع لوله، استفاده شود تا از زخمی شدن سیم یا کابل جلوگیری شود.

استفاده از لوله بُر در لوله کشی‌های فولادی ممنوع است .لوله‌ها باید با اَرّه بریده شده و لبه‌های تیز محل برش نیز صاف شوند .
برای ترانکینگ‌های فلزی یا پلاستیکی، توکار یا روکار، باید از جعبه تقسیم‌ها، جعبه انشعاب‌ها، قطعات اتصالی و انتهایی و انواع زانوها (داخلی و خارجی) و سه و چهارراهه‌های مناسب و مخصوص به خود استفاده شود.
تبصره: ترانکینگ‌های فلزی باید به پیچ‌های مخصوص پیوستگی الکتریکی بدنه مجهز باشند(همبندی) و در سراسر سیستم مجرا، بدنه‌ها به طور کامل به یکدیگر متصل و همگی به هادی حفاظتی تابلوی مربوطه وصل شوند.
اتصال لوله به دستگاه‌های دارای لرزش (موتورها و غیره) باید به کمک لوله‌های فولادی خرطومی با بوشینگ‌های مناسب، که حداقل طول لوله 20 سانتی‌متر باشد، انجام شود.

هادی‌های مربوط به یک مدار شامل فاز (سیستم تک فاز) یا فازها (سیستم سه فاز) و هادی خنثی و هادی حفاظتی (PE)و یا هادی حفاظتی – خنثی (PEN) در صورت عبور از مجراهایی مانند لوله، اسلیو Sleeveکابل، داکت مخصوص کابل، ترانکینگ و غیره باید از طریق یک مجرای مشخص عبور نماید .این شرط برای مدارهایی که به دلیل بالا بودن توان انتقالی و یا کاهش افت ولتاژ در مسیر مدار، با استفاده از کابل‌های مشابه چند رشته و بصورت موازی اجرا و نصب می‌گردند، اجباری نبوده و هر یک از کابل‌های موازی چند رشته می‌توانند از یک مجرا مانند لوله، غلاف کابل، داکت مخصوص کابل، ترانکینگ و غیره عبور نمایند.
در محیط‌های نمناک و مرطوب مجاری سیم‌کشی از نوع توکار، تنها با استفاده از لوله فولادی و لوله پلاستیکی سخت و برای مجاری سیم‌کشی از نوع روکار استفاده از لوله فولادی گالوانیزه مجاز است.
لوله‌کشی برق در zone0 ،zone1 ، zone2 حمام و استخر حداقل در عمق 5 سانتی متری انجام گیرد

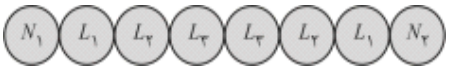
قوانین کابل، کابل چندرشته ای، کابل کشی و دفن کابل ها

در صورت استفاده از کابل‌های تک رشته بجای کابل‌های چند رشته برای مدارهایی که به دلیل بالا بودن توان انتقالی و یا کاهش افت ولتاژ در مسیر مدار بصورت موازی اجرا و نصب می‌گردند .لازم است کابل‌های تک رشته بصورت یک مدار واحد یعنی یک هادی یا هادی‌های فاز به اضافه هادی خنثی دسته‌بندی گردند و در صورت استفاده از مجاری مانند لوله، اسلیو کابل، داکت مخصوص کابل، ترانکینگ و غیره هر مدار باید از طریق یک مجرای واحد و مشخص عبور نمایند.

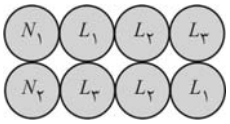
عبور یک کابل تک رشته مربوط به یک فاز از یک مدار از داخل لوله فلزی مجاز نمی‌باشد مگر اینکه در طول لوله فلزی یک درز یا شکاف طولی ایجاد شده باشد.

توضیحات مربوط به شکل‌های آرایش کابل‌های تک رشته موازی در سیستم سه فاز به قرار زیر است:

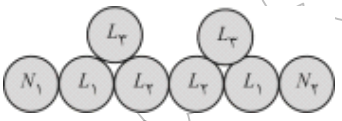
L1: فاز اول	L2: فاز دوم	L3: فاز سوم
De: قطر خارجی کابل	N: هادی خنثی (تعداد، تابع تعداد هادی فازهای موازی)	



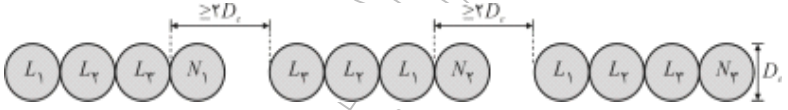
شکل - آرایش چسبیده به هم و همتراز برای 6 رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)



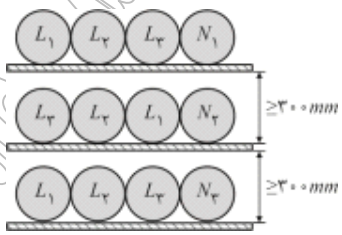
شکل -آرایش چسبیده به هم و در دو تراز برای 6 رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)



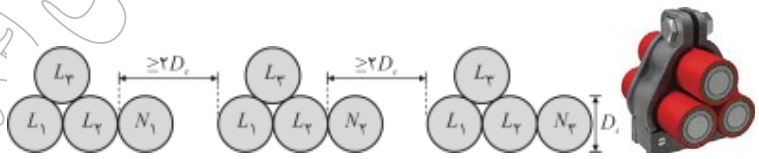
شکل - آرایش مثلثی چسبیده به هم برای 6 رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)



شکل -آرایش مخصوص همتراز برای 9 رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)

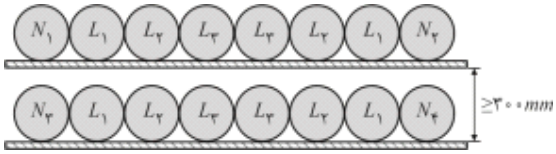


شکل - آرایش چسبیده به هم در سه تراز و هر تراز به فاصله 30 سانتی‌متر از هم برای 9 رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)



شکل - آرایش مثلثی مخصوص برای 9 رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)

شکل -آرایش چسبیده به هم و همتراز برای 12 رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)



شکل - آرایش چسبیده به هم در دو تراز به فاصله 30 سانتی‌متر از هم برای 12 رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)

شکل -آرایش مثلثی کنار هم برای 12 رشته کابل تک رشته موازی (سه فاز)

در مورد سیم‌کشی‌ها نیز، رشته‌های مربوط به یک مدار سیم‌کشی باید در داخل یک لوله و یا مجرای سیم‌کشی، هدایت شوند .عبور یک کابل تک رشته مربوط به یک فاز از یک مدار از داخل لوله فلزی مجاز نمی‌باشد مگر اینکه در طول لوله فلزی یک درز یا شکاف طولی ایجاد شده باشد.

کابل و کابل‌کشی

هنگام عملیات نصب کابل‌ها و پس از خاتمه آن، شعاع خمش کابل‌ها نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:

الف) در کابل‌های دارای روپوش فلزی (کابل‌های زره دار یا هم مرکز و هم محور) رابطه زیر باید رعایت گردد:

$$r = 9(D + d)$$

ب) در کابل‌های بدون روپوش فلزی با عایق پلی وینیل کلراید(PVC))، کابل با عایق کراسلینک پلی اتیلنXLPE ، پلی اتیلن (PE) و غیره رابطه زیر باید رعایت گردد:

$$r = 8(D + d)$$

اختصارات رابطه‌ها و شرح علایم:

r: شعاع خمش کابل

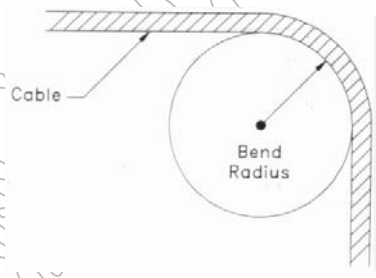
D: قطر خارجی کابل

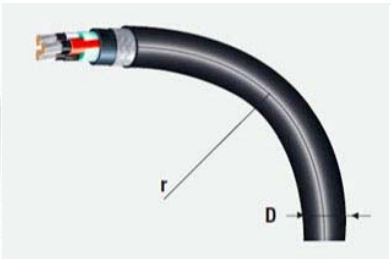
d: قطر هادی بزرگترین رشته کابل

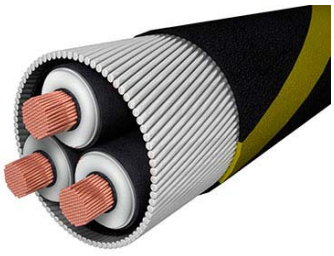
A: سطح مقطع هادی

در مورد هادی‌های به شکل قطاع (سکتور)، قطر هادی معادل از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$d = 1/3\sqrt{A}$$







نصب کابل‌ها برروی دیوار باید با استفاده از انواع بست‌های مخصوص این کار، که از مواد عایق ساخته شده اند و 2 عدد پیچ دارند، انجام شود و فاصله کابل از دیوار باید حداقل 2 سانتی‌متر باشد.

فاصله بست‌ها یا بازوهای تکیه کابل در نصب افقی نباید از مقادیر زیر بیشتر باشد:
الف) کابل‌های دارای نوعی روپوش فلزی مانند کابل زره دار، $35 \times D$
ب) کابل‌های بدون روپوش فلزی، $20 \times D$
پ) به منظور حفاظت کابل در تنش‌های مکانیکی حاصل از اتصال کوتاه 5% اضافه طول در فاصله بین دو بست یا تکیه گاه ثابت برای کابل پیش‌بینی و رعایت گردد.
نکته: مثلا اگر قرار است کابلی به طول ۱۰۰ سانتی متر بین دو بست قرار گیرد، ۱۰۵ سانتی متر کابل قرار گیرد.
در مورد نصب کابل‌ها به صورت قائم، می‌توان به مقادیر افقی، 50% اضافه کرد.
فاصله بست‌ها یا بازوهای تکیه کابل در نصب عمودی نباید از مقادیر زیر بیشتر باشد:
الف) کابل‌های دارای نوعی روپوش فلزی مانند کابل زره دار، $52.5 \times D$
ب) کابل‌های بدون روپوش فلزی، $30 \times D$

چنانچه کابل‌ها در یک یا چند تراز بر روی بازوها(رک کابل)، سینی یا نردبان کابل نصب شوند، لازم است فاصله بین ترازوهای بازوها، سینی‌ها و یا نردبان‌ها از هم نیز حداقل 30 سانتی‌متر باشد.
کابل‌ها باید در برابر تابش مستقیم آفتاب دارای حفاظ مناسب باشند.
فاصله کابل‌ها از هم در هر نوع از نحوه نصب کابل حداقل 2 برابر (بزرگترین قطر کابل) باشد (فاصله آزاد بین دو کابل)
اگر فاصله یاد شده از این مقدار کمتر باشد باید از ضرایب مناسبی برای کاهش ظرفیت کابل‌ها (جریان نامی کابل) استفاده شود.

حداقل فاصله کابل‌های برق فشار متوسط، فشار ضعیف و یا جریان ضعیف که به صورت مدفون در خاک و یا روی رَک مخصوص کابل در کانال یا تونل آدم رو، روی سینی کابل در شفت و رایزِر، سقف کاذب، روی دیوار یا شرایط مشابه، نصب و اجرا می‌گردند، از همدیگر و از لوله‌های سیستم‌های تاسیسات مکانیکی، آب، بخار و سوخت مایع، حداقل 30 سانتی‌متر می‌باشد.

چنانچه کابل‌های فشار متوسط(MV)، روی سینی کابل در شفت یا رایزر کابل، سقف کاذب روی دیوار و یا شرایط مشابه، در جوار کابل‌ها و لوله‌های فوق‌الذکر نصب واجرا گردند ضمن رعایت حداقل فاصله 30 سانتی‌متر، کابل‌های فشار متوسط باید در سینی کابل فلزی با درپوش فلزی نصب گردیده و بسته به شرایط از یک دیوار و یا از یک جداکننده مناسب نیز برای جداسازی سینی کابل‌های فشار متوسط(MV) از کابل‌ها و لوله‌های همجوار، استفاده گردد.

نصب و اجرای لوله‌های خطوط شبکه گاز طبیعی در کانال‌های کابل برق در صورتی امکان‌پذیر است که این لوله‌ها در مقابل انتقال حرارت و یا اتصال الکتریکی، توسط عایق مناسب محافظت شوند.

کابل‌های دفن شده در خاک باید از انواع مجاز برای این کار باشند و علاوه بر رعایت شرایط ذکر شده برای مدارها و کابل‌ها، لازم است شرایط زیر نیز درباره آن‌ها رعایت شود:
عمق دفن کابل‌های برق فشار ضعیف باید بین 0.7 تا 1 متر باشد(از سطح زمین تا مرکز کابل).
عمق دفن کابل‌های برق فشار متوسط باید حداقل 0.3 متر بیشتر از کابل‌های برق فشار ضعیف باشد.
چنانچه کابل‌ها به موازات هم کشیده شوند، کابل‌های برق فشار متوسط نباید مستقیماً در زیر کابل‌های برق فشار ضعیف قرار گیرند.
کابل‌ها باید در داخل ماسه نرم خوابانده شوند، به نحوی که حداقل 10 سانتی‌متر ماسه اطراف کابل را احاطه کند.
برای حفاظت کابل در برابر عوامل مکانیکی باید لایه‌ای از آجر و یا بلوک سیمانی کنار هم روی ماسه چیده شود .طول آجر یا بلوک سیمانی عمود بر محور کابل خواهد بود.
چنانچه چند کابل به موازات هم کشیده شوند، ضمن رعایت فواصل مجاز، کل سطح کابل‌ها باید از آجر یا بلوک سیمانی پوشیده شده و در مورد کابل‌های کناری (طرفین)، حداقل نصف طول آجر (0.5L) یا بلوک سیمانی از مرکز کابل به سمت خارج قرار گیرد.
حداقل عمق حفاری کابل فشار ضعیف:
70+0.5D+10 سانتی متر
ضمناً به منظور جلوگیری از صدمات مکانیکی به کابل درحفاری‌ها، لازم است که است که روی آجر یا بلوک سیمانی نوار پلاستیکی هشدار دهنده در کل مسیر کابل کشی قرار گیرد.

جابجا کردن، بازکردن، کشیدن یا نصب کابل در هوای آزاد، نباید در دمای کمتر از 3+ درجه سانتی‌گراد انجام شود، مگر آنکه کابل، قبلاً حداقل به مدت 72 ساعت در فضایی بسته (انبار) که دمای آن از 20+ درجه سانتی‌گراد کمتر نبوده است انبار شده باشد و عملیات کابل کشی نیز ظرف مدت 8 ساعت خاتمه یابد.
تبصره :جابجایی قرقره با کابل پیچیده برروی آن در دماهای کم مجاز است.

کلیه تجهیزات انتهایی و اتصال دهنده کابل‌ها (سر کابل‌ها، کابلشوها، چند راهه‌ها، مفصل‌ها و غیره) باید مناسب نوع و مشخصات کابل با توصیه سازنده باشد و کلیه دستورالعمل‌های سازنده اینگونه وسیله‌ها نیز باید در موقع نصب مراعات شود .در مورد کابل‌های زره دار یا دارای نوعی پوشش فلزی باید نسبت به وجود پیوستگی الکتریکی پوشش فلزی در محل‌های اتصال و انشعاب اطمینان حاصل شود.

اتصال الکتریکی کابل‌ها به وسایل و دستگاه‌ها یا شینه‌ها باید با استفاده از تجهیزات مناسب با نوع و مشخصات کابل و همچنین مناسب با جنس نقطه اتصال، انجام شود.
در مورد اتصال کابل‌های برق فشار ضعیف با توجه به سطح مقطع آن‌ها باید از ترمینال‌های پیچی یا کابلشو استفاده شود .کابلشوها باید از انواعی باشند که یا حداقل دو عدد پیچ داشته باشند و یا اتصال آن‌ها به کمک پرس مناسب انجام شود .استفاده از کابلشوهایی که اتصال آن‌ها فقط به کمک لحیم (قلع و سرب) انجام می‌شود به طور کلی ممنوع است.

چنانچه کابل از زیر جاده‌ها، محوطه‌های مفروش و یا از زیر سنگ چین‌ها عبور کند، باید در زیر سطح مفروش یا جاده برای کل طول کابل یک لوله محافظ از جنس پلاستیک صُلب (PVC) فشارقوی و غیره پیش‌بینی شود .نسبت قطر لوله به قطرِ کابل نباید از حدود 1.3 (یک و سه دهم) کمتر باشد.

در محل‌های ورود و خروج کابل از داخل لوله، باید برای حفاظت کابل در برابر ساییدگی ناشی از تماس با لبه لوله، نوعی بالشتک در نظر گرفت.
کابل‌ها و سایر هادی‌های الکتریکی در عبور از درز انبساط ساختمان باید طوری اجرا گردند که حرکت درز انبساط به آن‌ها آسیب نرساند.
در مورد کابل‌های برق فشار متوسط با توجه به نوع کابل از سر کابل‌های مناسب با نوع و مشخصات کابل استفاده شود.
استفاده از کابل‌های با هادی آلومینیومی در تاسیسات برقی و یا شبکه توزیع برق به شرطی مجاز است که مقطع هادی فاز آن کمتر از 25 میلی متر مربع نباشد(بزرگتر یا مساوی25 میلی مترمربع).

استفاده از یک نول مشترک(N) برای چند مدار اصلی که هر کدام دارای حفاظت مستقل خود است، مجاز نمی‌باشد.

سطح مقطع نول یا خنثی همسان با فاز یا بیشتر از آن

به علل مختلف، مانند:
ضرایب توان مختلف بارهای وصل شده به یک فاز
عدم امکان متعادل کردن بارها بین فازها
جریان‌های هارمونیک
ممکن است جریان در هادی خنثی معادل هادی فاز و یا حتی از آن بیشتر نیز باشد.

به خصوص وجودجریان های هارمونیک در مدارهای تغذیه‌کننده لامپ‌های تخلیه در گاز (مانند لامپ‌های فلورسنت معمولی، کمپکت، گازی، متال هالید، بخار جیوه، بخار سدیم و غیره) چراغ‌های LED و دستگاه‌های الکترونیکی هارمونیک زا نظیر مصرف کننده‌های غیرخطی، دستگاه برق بدون وقفهUPS ، سیستم سرعت متغیر موتورهای برقی، راه اندازهای نرم موتورهای برقی، منابع تغذیه الکترونیکی و غیره ممکن است در بعضی موارد جریان در هادی خنثی معادل هادی فاز و یا حتی از آن بیشتر نیز باشد.

اثر هارمونیک روی سطح مقطع کابل

اگر میزان هارمونیک سوم جریان یک مدار بیش از مقدار15 ٪ باشد، مقطع نول یا هادی حفاظتی – خنثی (PEN) در این مدار حداقل باید برابر مقطع فاز در نظر گرفته شود.
لازم به ذکر است که مقطع هادی حفاظتی (PE) تابع این حکم نمی‌باشد.

سطح مقطع هادی انواع مدارها، به هیچ عنوان نباید از مقادیر داده شده در جدول زیر کمتر باشد:

جدول حداقل سطح مقطع هادی‌ها

نوع مدار	نیرو*	روشنایی	پریز	کنترل نیرو	ارسال علائم و سایر مدارهای کنترل
سطح مقطع هادی مسی (میلی متر مربع)	1.5	1.5	2.5	1	0.5

*هر نوع مصرف‌کننده جز روشنایی و پریز به عنوان مثال :کابل تغذیه کولر یا اگزاست فن

چنانچه در طول یک مدار تغییر سطح مقطع داده شود، یا انشعابی با سطح مقطع کوچکتر از آن گرفته شود، در نقطه تغییر مقطع یا انشعاب، باید وسیله حفاظتی مناسب جهت اضافه جریان و یا اتصال کوتاه و یا هر دو برای مقطع کوچکتر پیش‌بینی شود، مگر اینکه یکی از شرایط زیر موجود باشد:

الف) حداکثر طول مدار یا انشعاب با مقطع کوچکتر، 3 متر باشد.

ب) وسیله حفاظتی در شروع مدار اصلی، مناسب مدار یا انشعاب با مقطع کوچکتر باشد.

استفاده از چاه (شافت) آسانسورها به عنوان کانال بالا رو برای هر نوع مداری جز مدارهای مربوط به خود آسانسور ممنوع است، مگر اینکه کانال عبور اینگونه مدارها با دیواری که حداقل ضخامت آن به اندازه عرض یک آجر(10 سانتی متر) یا معادل آن از بتن باشد، از چاه (شافت) آسانسور، مجزا شده باشد .در هر حال استفاده از این دیوار بدون پیش‌بینی تکیه گاه‌ها و بستر مناسب به عنوان حامل کابل‌ها ممنوع است .

درجه حفاظت بدنه لوازم و تجهیزات الکتریکی در برابر نفوذ رطوبت اشیاء خارجی

درجه حفاظت لوازم و تجهیزات الکتریکی در برابر نفوذ رطوبت و اشیاء خارجی مطابق استاندارد شماره 2868 موسسه استاندارد ایران تحت عنوان "طبقه بندی درجات حفاظت پوشش‌ها در لوازم الکتریکی" از جمله چراغ‌ها طبقه بندی می‌شود، شماره IP[1] دارای 2 درجه حفاظت می‌باشد و عموماً با یک عدد 2 رقمی همراه است، رقم مشخصه اول که درجه حفاظت اشخاص در برابر تماس با قسمت‌های برق دار و یا نفوذ اجسام و اشیاء خارجی به محفظه برق دار را

[1] IP: Ingress Protection

نشان می‌دهد، و رقم مشخصه دوم، درجه حفاظت در برابر آب و رطوبت را نشان می‌دهد و به صورت IPxx نشان داده می‌شود.

مقادیر اولین و دومین رقم مشخصه و شرح مختصر آن‌ها و میزان حفاظت آن‌ها در جداول زیر نشان داده شده است.

جدول میزان حفاظت تعیین شده به وسیله اولین رقم مشخصه در برابر نفوذ اجسام و اشیاء خارجی برابر استاندارد 2868ایران و60529 IEC

رقم مشخصه اول	میزان حفاظت	
	شرح مختصر	جزئیات نوع حفاظت ایجاد شده بوسیله پوشش دستگاه
0	حفاظت نشده	حفاظت ویژه‌ای ندارد
1	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از 50 میلی متر	دارای حفاظت برای اعضای بزرگ بدن انسان مانند دست (ولی فاقد حفاظت در برابر دسترسی عمدی) .دارای حفاظت برای اجسام بیش از 50 میلی متر قطر
2	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از 12 میلی متر	دارای حفاظت برای انگشتان یا اجسامی که طول آن از 80 میلی متر متجاوز نباشد . دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از 12 میلی متر
3	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از2.5 میلی متر	دارای حفاظت برای ابزارها، سیم‌ها و غیره با قطر یا با ضخامت بیش از2.5 میلی متر، دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از2.5 میلی متر
4	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از1.5 میلی متر	دارای حفاظت برای ابزارها، سیم‌ها و غیره با قطر یا با ضخامت بیش از 2.5 میلی متر، دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از 2.5 میلی متر
5	حفاظت در برابر گرد و غبار	از نفوذ گرد و غبار به درون دستگاه کاملاً جلوگیری نشده است لیکن گرد و غبار به میزانی که در کار دستگاه ایجاد اختلال کند وارد نمی‌شود.
6	غیر قابل نفوذ در برابر گرد و غبار	هیچ گونه گرد و غباری نفوذ نمی کند.

جدول میزان حفاظت تعیین شده به وسیله دومین رقم مشخصه (حفاظت در برابر آب و رطوبت) برابر استاندارد 2868ایران وIEC 60529

رقم مشخصه دوم	میزان حفاظت	
	شرح مختصر	جزئیات نوع حفاظت ایجاد شده بوسیله پوشش دستگاه
0	حفاظت نشده	حفاظت ویژه‌ای ندارد.
1	حفاظت شده در برابر چکیدن آب	چکیدن آب (ریزش عمودی قطرات) اثر زیان آوری ندارد.
2	حفاظت شده در برابر چکیدن آب با زاویه انحراف تا 15 درجه	قطرات عمودی آب بر پوشش با زاویه انحراف تا 15 درجه اثر زیان آور نخواهد داشت.
3	حفاظت شده در برابر پاشیدگی آب	بارش آب به صورت پاشیدگی تا زاویه 60 درجه از وضع قائم اثر زیان آور ندارد.
4	حفاظت شده در برابر ترشح آب	آب ترشح شده از هر سو به پوشش دستگاه اثر زیان آور نخواهد داشت.
5	حفاظت شده در برابر فوران آب	آب پرتاب شده توسط آب پخش کن از هر سو به پوشش دستگاه اثر زیان‌آور ندارد.
6	حفاظت شده در برابر امواج دریا	آب حاصله از امواج دریای طوفانی یا فوران شدید آب نباید به مقدار زیان آور داخل محفظه شود.
7	حفاظت شده در برابر اثرات غوطه ور شدن در آب	هنگامی که پوشش دستگاه در شرایط معینی از فشار و زمان در آب غوطه ور می‌شود نباید نفوذ آب به مقدار زیان آوری در آن امکان پذیر باشد.
8	حفاظت شده در برابر فرورفتگی در زیر آب	تجهیزات برای فرورفتگی مداوم در زیر آب در شرایطی که به وسیله سازنده مشخص می‌شود مناسب است. **تبصره :**معمولاً این بدان معنی است که تجهیزات به طور غیر قابل نفوذی آب بندی شود .هر چند در انواع معینی از تجهیزات، این طور استنباط می‌شود که آب ممکن است داخل شود اما اثر زیان آور نخواهد داشت.

مقادیر رقم مشخصه اول و دوم، درجه حفاظت، شرح مختصر و تعریف IEC برای حفاظت اشخاص و نیز حفاظت قسمت‌های ماشین دوار(موتورها) در جداول زیر منعکس گردیده است.

جدول رقم اول مشخصه IP برای حفاظت اشخاص و نیز حفاظت قسمت‌های ماشین‌های دَوّار و در داخل دستگاه

شماره	شرح مختصر	تعریفIEC
0	ماشین بدون حفاظت	هیچ گونه حفاظت ویژه‌ای وجود ندارد.
1	ماشین در برابر اجسام جامد خارجی با قطر بیش از 50 میلی متر حفاظت دارد.	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 50 میلی متر با قسمت‌های برق دار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه
2	ماشین در برابر اجسام جامد خارجی با قطر بیش از 12 میلی متر حفاظت دارد.	دارای حفاظت در برابر نزدیک شدن انگشتان یا سایر اجسام مشابه که طول آن از 80 میلی متر تجاوز نکند و اجزای اجسام جامد با قطر بیش از 12 میلی متر با قسمت‌های برق دار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه
3	ماشین در برابر اجسام جامد با قطر بیش از 2.5 میلی متر حفاظت دارد	دارای حفاظت در برابر تماس یا نزدیک شدن ابزار یا سیم‌ها با قطر بیش از 2.5 میلی متر با قسمت‌های برقدار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه
4	ماشین در برابر اجسام جامد با قطر بیش از 1 میلی متر حفاظت دارد	دارای حفاظت در برابر تماس یا نزدیک شدن سیم‌ها یا نوارهایی به قطر بیش از 1 میلی متر و اجزای اجسام جامد یا قطر بیش از 1 میلی متر با قسمت‌های برق دار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه
5	ماشین در برابر گرد و خاک حفاظت دارد	از ورود گرد و خاک به طور کامل جلوگیری نمی شود ولی گرد و خاک نیز به مقداری که برای اختلال در کار رضایتبخش ماشین کافی باشد وارد دستگاه نخواهد شد.
6	کاملا بسته در برابر گردو غبار	از ورود گردو غبار به طورکامل جلوگیری می‌شود.

-1شرح ارائه شده در ستون دوم این جدول نباید برای مشخص نمودن نوع حفاظت استفاده شود.

-2ماشین‌هایی که رقم اول مشخصه آن دارای شماره‌های1 ،2 ، 3 یا 4 می‌باشد .اشیا منظم یا غیرمنظمی که ابعاد سه گانه عمود بر هم آن از رقم تعیین شده در جدول متجاوز باشد را شامل نمی‌شود.

-3در جهت حفاظت تعیین شده در برابر گردو خاک در این استاندارد کلی است .هنگامی که نوع گردو خاک (ابعاد ذرات، ماهیت آن مانند فیبری) مشخص شود، شرایط آزمون با توافق سازنده و مصرف کننده تعیین شود .

جدول رقم مشخصه دوم مشخصه IP برای حفاظت در برابر اثرات زیان آور نفوذ آب به ماشین‌های دوّار

شماره	شرح مختصر	تعریفIEC
0	ماشین بدون حفاظت	هیچ گونه حفاظت ویژه‌ای وجود ندارد
1	ماشین در برابر قطرات آب حفاظت دارد.	قطرات آب که به طور عمودی برروی ماشین فرو می‌افتد هیچ گونه اثر زیان باری نخواهد داشت.
2	ماشین با انحراف حداکثر 15 درجه در برابر قطرات آب حفاظت دارد.	قطرات عمودی آب برروی ماشینی که حداکثر 15 درجه نسبت به وضعیت عادی آن منحرف شده باشد، هیچ گونه اثر زیان باری نخواهد داشت.
3	ماشین در برابر افشاندن آب (spraying)باران حفاظت دارد.	قطرات آب که به صورت افشان و با زاویه حداکثر 60 درجه نسبت به خط قائم برروی دستگاه فرود آید اثر زیان آوری نخواهد داشت.
4	ماشین در برابر پاشیده شدن آب حفاظت دارد.	آبی که از هر جهت برروی ماشین پاشیده شود هیچ گونه اثر سویی بر آن نخواهد داشت.
5	ماشین در برابر فوران آب حفاظت دارد.	فوران آب از هر نوزل و از هر جهت هیچ گونه اثر زیان آور برروی ماشین نخواهد داشت.
6	ماشین در برابر دریاهای طوفانی حفاظت دارد.	آب دریاهای طوفانی یا آب فواره‌های قوی و با فشار، به طوری که اثر سوء بر دستگاه باقی گذارد، وارد آن نخواهد شد.
7	ماشین در برابر فرورفتن در آب حفاظت دارد.	اگر ماشین در شرایط مشخصی از فشار و زمان در آب فرو رود آب به صورت زیان آور وارد ماشین نخواهد شد.
8	ماشین در برابر فرو رفتن دایم در آب حفاظت دارد.	ماشین برای فرورفتن دایم در آب در شرایطی که بوسیله سازنده مشخص می‌شود مناسب است.

-1شرح ارائه شده در ستون دوم این جدول نباید برای مشخص نمودن حفاظت استفاده شود .

-2معمولا این بدان معنی است که ماشین به صورت غیرقابل نفوذ بسته است .هرچند در برخی انواع ماشین‌ها می تواند بدان معنی باشد که آب فقط ممکن است به گونه‌ای وارد دستگاه شود که زیان‌آور نباشد.

محیط‌های با شرایط عادی (محیط‌های خشک)

منظور محیط‌هایی است که در آن‌ها دما و رطوبت و شرایط دیگر عادی اند .در این گونه محیط‌ها معمولاً ژاله زایی یا تعرق صورت نمی گیرد و به عبارت دیگر، هوا از رطوبت اشباع نمی‌شود این گونه محیط‌ها از جمله عبارتند از:

ادارات، مغازه‌ها، محیط‌های کار خشک و نظایر آن‌ها، آشپزخانه منازل مسکونی و سرویس‌های بهداشتی (توالت و دستشویی) به غیر از حمام و دوش، جزء محیط‌های خشک به حساب می‌آید.

محیط‌های نمناک (حداقل IPX4):

محیط‌هایی‌اند که در آن‌ها وجود نم، ژاله‌زایی یا آثار مواد شیمیایی و غیره، ممکن است مانع کار صحیح وسایل الکتریکی شود .این گونه محیط‌ها برای نمونه عبارتند از :فضای تهیه علوفه، اصطبل، زیرزمین نمناک، آشپزخانه بزرگ (صنعتی)، قصابی، نانوایی، سردخانه، موتورخانه تاسیسات مکانیکی، گلخانه، محیط باز (هوای آزاد) و نظایر آن.

محیط‌های مرطوب(حداقل IPX5):

محیط‌هایی‌اند که در آن‌ها علاوه بر وجود نم، دیوارها و کف‌ها برای نظافت، معمولاً با آب تحت فشار (آب شلنگ) شسته می‌شود، این گونه محیط‌ها برای نمونه عبارتند از :رختشورخانه (بزرگ و صنعتی)، کارگاه مرطوب، کارواش، حمام، اتوکشی، کارگاه یا کارخانه لبنیات، قصابی‌های بزرگ، دباغ خانه، کارگاه و کارخانه شیمیایی، آبکاری فلزات (الکترولیز)، استخرها و نظایر آن‌ها.

در محیط‌های نمناک و مرطوب مجاری سیم‌کشی از نوع توکار، تنها با استفاده از لوله فولادی و لوله پلاستیکی سخت و برای مجاری سیم‌کشی از نوع روکار استفاده از لوله فولادی گالوانیزه مجاز است.

تجهیزات بکار رفته در این محیط‌ها باید مجهز به اتصالات مخصوص مربوط به نوع سیم‌کشی مورد استفاده باشد تا از نفوذ رطوبت به داخل لوله‌ها و تجهیزات (چراغ‌ها، جعبه تقسیم‌ها، کلیدها، پریزها، وسایل مصرف کننده و غیره) جلوگیری شود.

کلیه لوازم و تجهیزات بکار رفته در این گونه محیط‌ها باید از درجه حفاظت زیر برخوردار باشد:

الف) در محیط‌های نمناک، لوازم و تجهیزات ضد ترشح آب، با درجه حفاظت حداقل IPX4 (حفاظت شده در برابر ترشح آب)

ب) در سایر محیط‌های مرطوب و به غیر از حمام و استخر، لوازم و تجهیزات ضد آب تحت فشار، با درجه حفاظت حداقل IPX5 (حفاظت شده در برابر فوران آب) برای درجه حفاظت تجهیزات حمام و استخر توضیحات کامل تر داده می شود.

قطعات فلزی به کار رفته در تأسیسات این نوع محیط‌ها باید در مقابل زنگ زدگی دارای پوشش مناسب و حفاظت شده باشند.

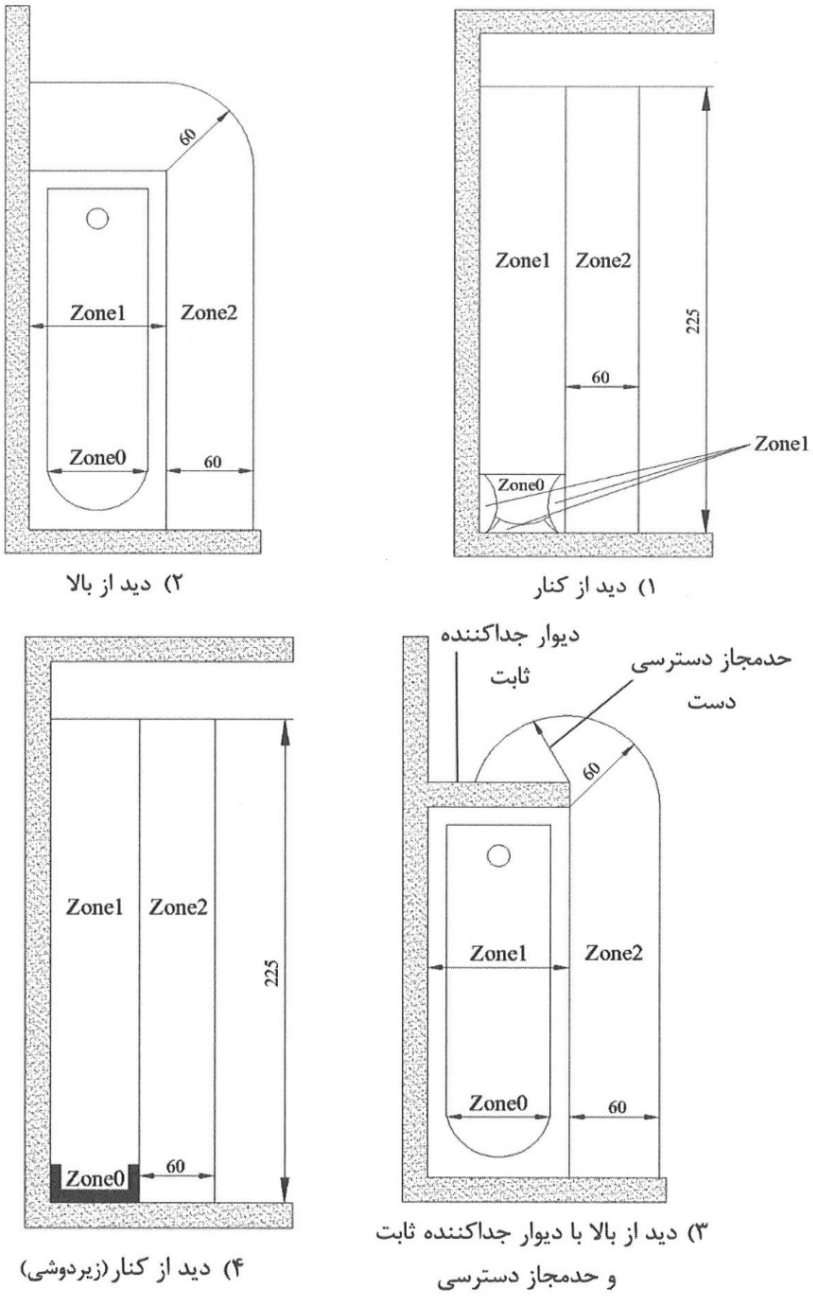
حمام‌ها و دوش‌ها در منازل، هتل‌ها و نظایر آن

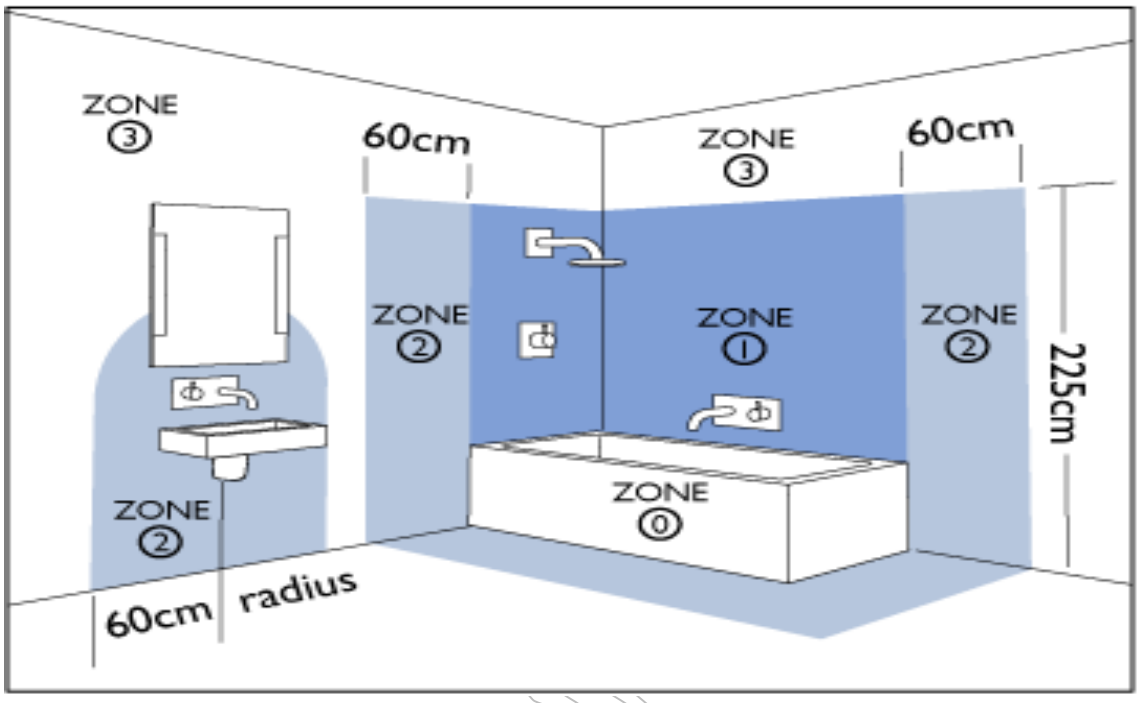
در حمام‌ها و دوش‌ها، مانند کلیه محیط‌های دیگر، پریزهای مورد استفاده باید مجهز به ترانسفورماتور ایمنی (دارای دو سیم پیچ جدای اولیه و ثانویه) استفاده شده باشد، که در این صورت احتیاجی به هادی حفاظتی(سیم ارت) نخواهد بود (پریز معروف به ریش تراش).

دوش‌های اضطراری که در صنایع و آزمایشگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند جزء این بخش از مقررات نبوده و تابع مقررات مخصوص خود خواهند بود.

در دوش‌ها و حمام‌های بیمارستان‌ها که ممکن است به شرایط خاصی احتیاج باشد، مقررات مخصوص خود باید رعایت شود و به هر حال کلیه پریزهای مورد استفاده در آن‌ها، مجهز به هادی حفاظتی باشند.

این بخش از مقررات شرایط لازم الاجرا برای تاسیسات فشار ضعیف در حمام و دوش‌ها را شامل می‌شود و به منظور رعایت این الزامات و شرایط، حمام به 3 منطقه zone0، zone1، zone2 تقسیم می‌گردد، این منطقه بندی در شکل‌های بعدی نمایش داده شده است.





طرحواره موقعیت و ابعاد مناطق(zone) ها یا موقعیت زیردوشی

تعاریف و موقعیت مناطق (زون‌ها)

الف) منطقه zone0 داخل وان حمام یا زیردوشی است.

ب) حمام بدون زیردوشی تا ارتفاع 10 سانتی متری از کف شامل zone0 می‌شود.

پ) zone1 در حمام با زیردوشی و بدون زیردوشی و یا وان حمام شامل پلان افقی از کف تمام شده تا بلندترین نقطه خروجی دوش آب و یا 225 سانتی‌متر از کف تمام شده و یا هر کدام که بیشتر باشد

فضای زیر وان جزء zone1 در نظر گرفته می‌شود.

ت) zone2 در حمام با زیردوشی و یا وان حمام مشابه zone1 از نظر پلان افقی بوده که در پلان قائم 60 سانتی متر به آن اضافه می‌شود.

برای دوش‌های بدون زیردوشی zone2 وجود نداشته و zone1 فقط در سطح افقی به 120 سانتی‌متر افزایش می‌یابد.

الزامات ایمنی محیط نمناک و مرطوب

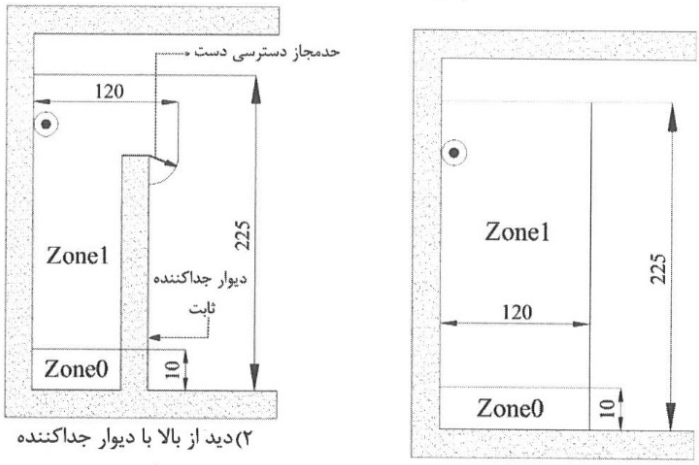
الف) درجه حفاظت لوازم برقی که در zone0 نصب می‌گردد، برابر IPX7 (حفاظت شده در برابر فرورفتن در آب) می‌باشد.

ب) درجه حفاظت لوازم برقی که در zone1 نصب می‌گردد، برابر IPX4 (حفاظت در برابر پاشیدن آب) می‌باشد.

پ) درجه حفاظت لوازم برقی که در zone2 نصب می‌گردد، برابر IPX4 (حفاظت در برابر پاشیدن آب) می‌باشد . (مشابه zone1)

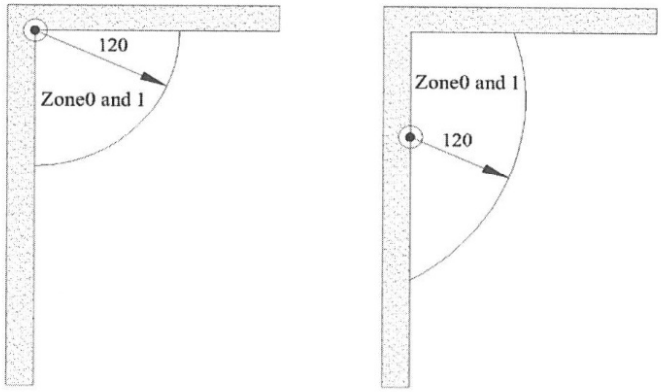
توجه شود که عدد اول درجه حفاظت براساس استانداردهای معتبر و توسط سازندگان معتبر لوازم برقی تعیین و متناسب با شرایط و محیط نصب انتخاب می‌گردد.

ت) لوله‌کشی برق در zone0 ،zone1 ، zone2 حداقل در عمق 5 سانتی متری انجام گیرد.
ث) در zone0 نباید هیچگونه کلید قطع و وصل و بالاست و یا چوک القایی نصب شود.
ج) در zone1 در صورت نصب پریز، باید الزامات منابع SELV و PELV رعایت شود یعنی حداکثر ولتاژ متناوب آن 25 ولت (AC) و ولتاژ مستقیم آن 60 ولت (DC) بدون تموج و منبع تغذیه آن باید در خارج از zone0 و zone1نصب شود.
چ) در zone2 نصب منبع تغذیه SELV و PELV در صورت نیاز مجاز می‌باشد.
ح) نصب کلید، چراغ و پریز در zone2 با ولتاژ نامی 220 ولت (AC) به شرط رعایت درجه حفاظت IPx4 مجاز می‌باشد.
خ) در zone0 فقط وسایل برقی که سازندگان اجازه نصب آن را در این zone داده‌اند و توسط منبع SELV با ولتاژ کار 12 ولت (AC) و یا 30 ولت (DC) بدون تموج و حفاظت می‌شوند، مجاز می‌باشند.
د) در zone1 فقط تجهیزات نصب ثابت که سازندگان اجازه نصب آن را در این منطقه داده‌اند از قبیل پمپ‌های برقی وان، دوش و یا جکوزی، هواکش‌ها، حوله خشک کن برقی، آبگرمکن برقی، چراغ‌های روشنایی که مدار تغذیه آنها 230ولت جریان متناوب بوده که از طریق کلید جریان باقی مانده با جریان عامل 30 میلی آمپر حفاظت می شوند و هچنین تجهیزات برقی که با ولتاز کار 25 ولت (AC) و یا 60 ولت (DC) بدون تموج در سیستم SELV و PELVتغذیه و حفاظت می‌گردند، مجاز است.

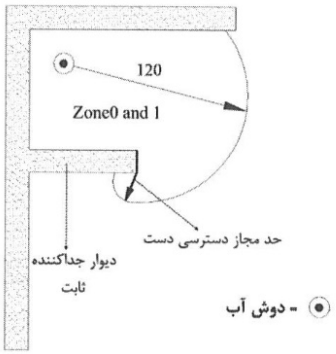


۲)دید از بالا با دیوار جداکننده و حد مجاز دسترسی دست

۱) دید از کنار



۳) دید از بالا برای موقعیت های مختلف نصب دوش



۴) دید از بالا با موقعیت نصب دوش و دیوار جداکننده با حداقل شعاع حد دسترسی از اطراف دیوار جداکننده

طرحواره موقعیت و ابعاد مناطق(zone) ها در حمام بدون زیردوشی

همبندی در حمام

در کلیه حمام‌ها و دوش‌ها، صرفنظر از اینکه وسایل نصب ثابت در آن‌ها وجود داشته باشد یا نه، هم بندی اضافی برای هم‌ولتاژ کردن، اجرا شود .

یک ترمینال یا شینه مسی هم بندی در داخل جعبه دردار (جعبه ترمینال هم بندی) قابل بازدید نصب خواهد شد .
این هم بندی باید موارد زیر را شامل شود.

الف) وان یا زیردوشی فلزی

ب) لوله‌های آب سرد و گرم فلزی (لوله‌های فلزی با روکش پلاستیکی شامل هم بندی اضافه نمی‌شود)

پ) بدنه‌های فلزی وسایل غیربرقی نصب ثابت و قسمت‌های هادی بیگانه از هر نوع

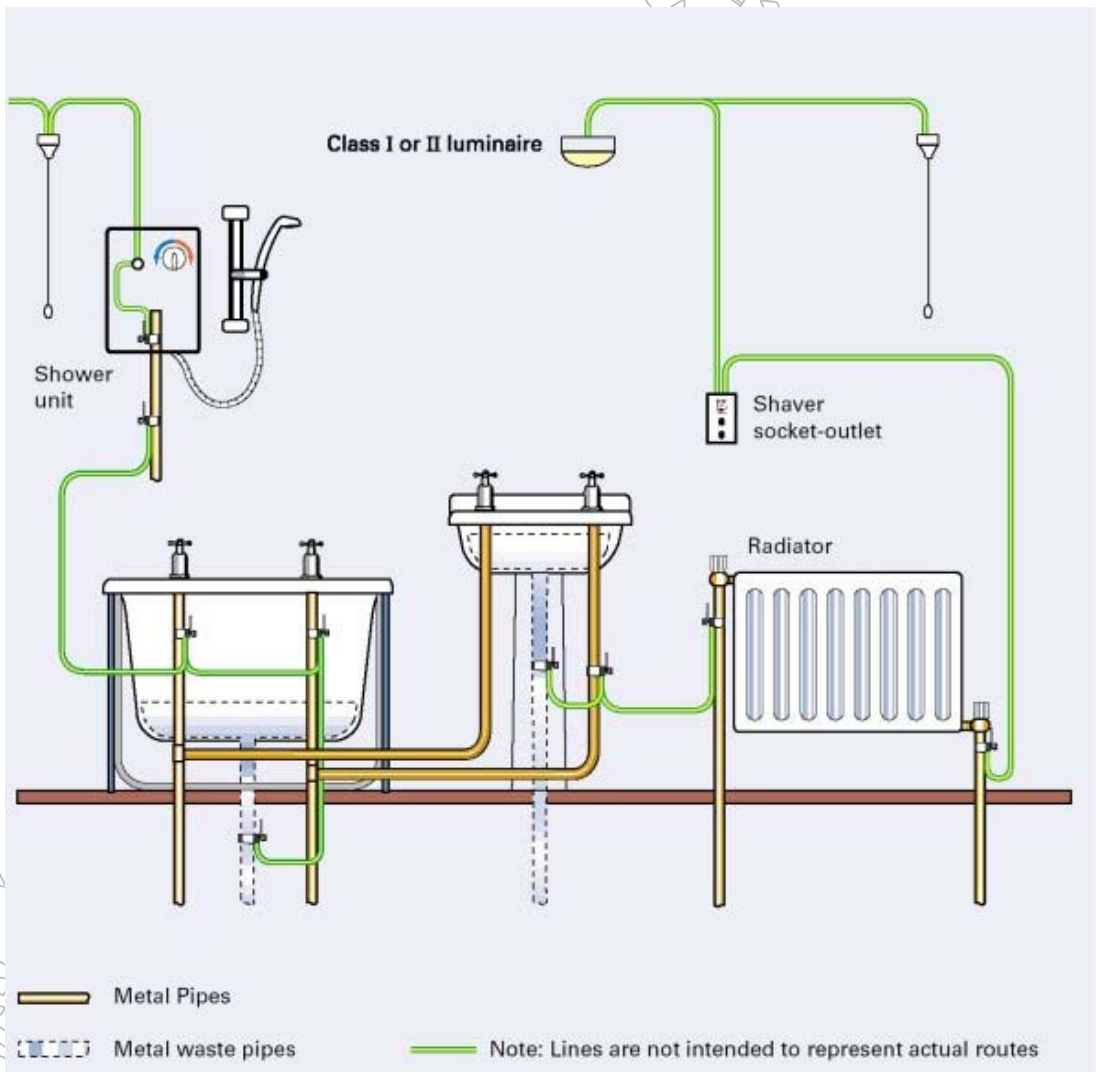
ت) لوله فلزی فاضلاب

ث) قسمت‌های فلزی سیستم تعویض و تهویه هوا، حرارت مرکزی یا هر نوع لوله فلزی دیگر

ج) لوله‌های گاز

چ) سازه و قطعات فلزی قابل دسترس

ترمینال یا شینه هم بندی اضافی حمام و دوش توسط هادی هم بندی اضافی به ترمینال یا شینه حفاظتی (PE) تابلوی برق تغذیه کننده مدارهای برق حمام و دوش وصل می گردد.

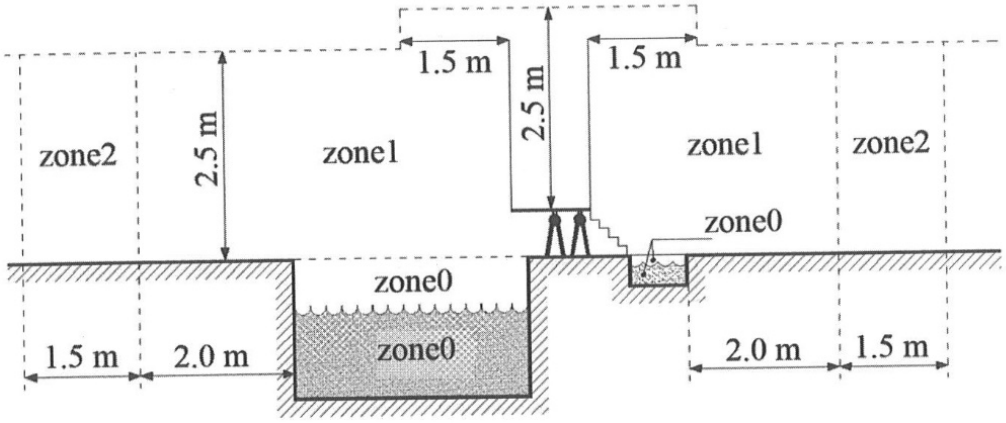


جعبه ترمینال هم بندی حمام و دوش می‌تواند به دو صورت، داخل حمام و دوش و یا خارج از آن روی دیوار یکی از فضاهای همجوار حمام و دوش نصب گردد، توضیح اینکه برای حفظ یک دستی کاشیکاری در حمام و دوش و نیز جلوگیری از زنگ زدگی جعبه ترمینال نوع فلزی هم‌بندی، بهتر است روی دیوار فضای همجوار حمام و دوش نصب گردد .

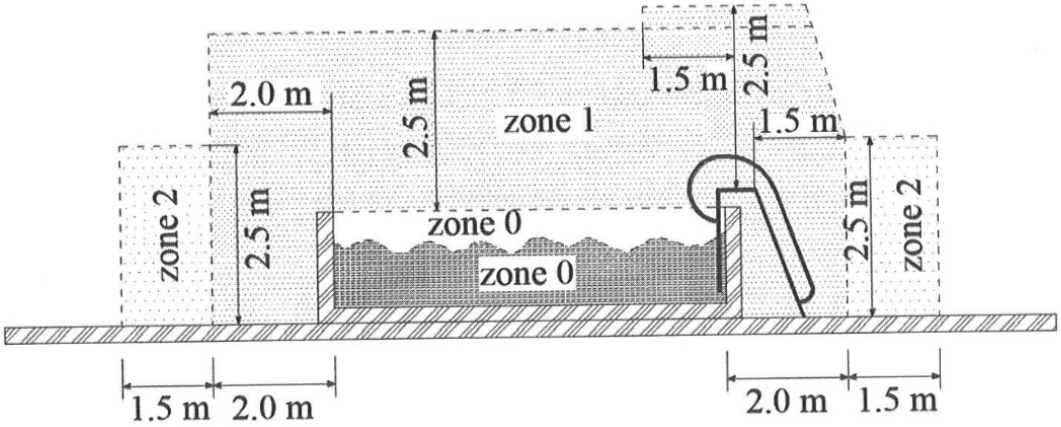
هادی‌های حفاظتی مدارهای روشنایی، پریزهای برق، تجهیزات و وسایل الکتریکی 230 ولتAC ، در حمام و دوش باید به ترمینال یا شینه حفاظتی (PE)تابلوی تغذیه کننده مدارهای فوق متصل گردند.

استخر

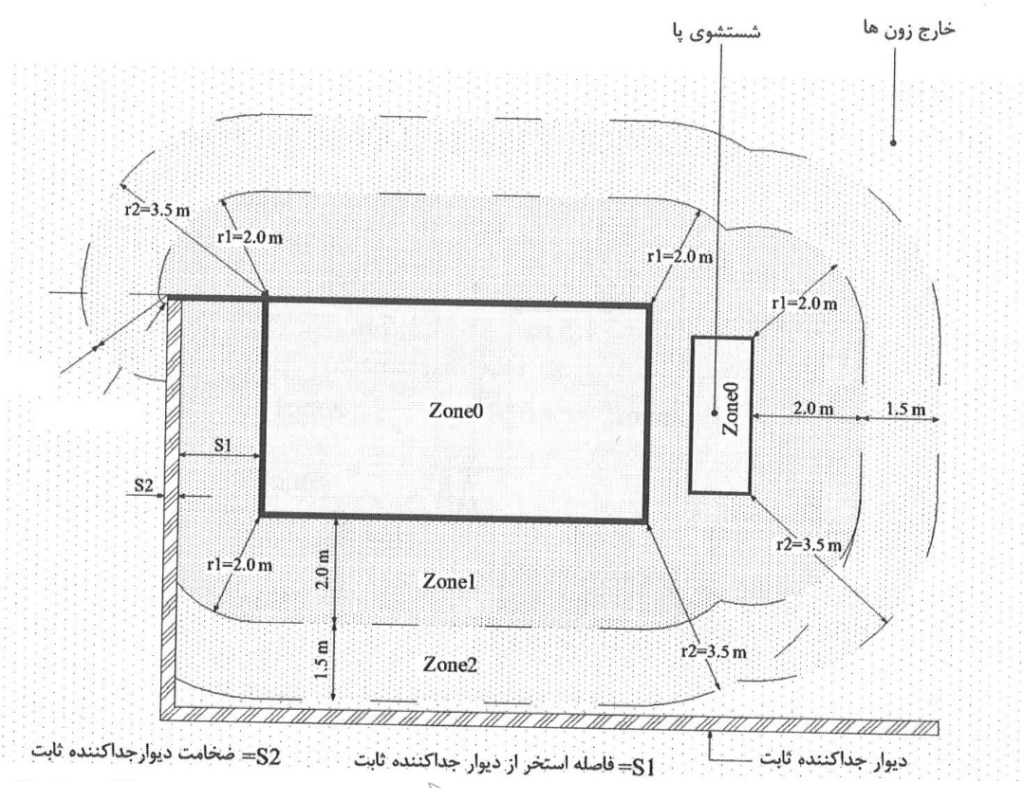
این بخش از مقررات شرایط لازم‌الاجرا برای تاسیسات فشار ضعیف در استخر را شامل می‌شود و به منظور رعایت این الزامات و شرایط، استخر و فضاهای اطراف آن به 3 منطقهzone0 ،zone1 ، zone2 تقسیم می شود که در شکل های بعد نشان داده شده است



طرحواره ابعاد مناطق (zone) برای استخر و تخت پرش (دید از کنار)



طرحواره ابعاد مناطق (zone) برای استخر احداث شده روی کف زمین (دید از کنار)



طرحواره ابعاد مناطق (zone) استخر، با دیوار جدا کننده ثابت حداقل به ارتفاع 2.5 متر (دید از بالا)

در zone0 و zone1 تاسیسات برق قابل نصب و بهره برداری باید از طریق منابع SELV که حداکثر ولتاژ متناوب آن 12 ولت (AC) و ولتاژ مستقیم آن 30 ولت (DC) بدون تموج می‌باشد، تغذیه گردد .منابع تغذیه سیستم‌های مذکور باید در خارج از zone0 و zone1 نصب گردند.

در zone2 شرایط زیر باید از نظر حفاظت و نصب منابع SELV رعایت گردد.

الف) لوازم و تجهیزات برقی نصب شده در zone2 استخر علاوه بر پیش‌بینی سایر حفاظت‌های لازم دیگر، باید از طریق کلید جریان باقی مانده (RCD) با جریان عامل 30 میلی آمپر نیز حفاظت گردد.

ب) جداسازی عایقی بین مدارهای الکتریکی و تجهیزات لازم دیگر که در خارج ازzone0 ، zone1 و zone2 نصب می‌گردد انجام گیرد.

همبندی در استخر

کلیه قطعات فلزی قابل دسترس و همچنین قطعات فلزی نصب شده، در هر سه منطقه استخرzone0 ، zone1 و zone2باید به سیستم هم بندی اضافی به منظور هم پتانسیل کردن وصل گردد .موارد هم بندی به قرار زیر می باشند:

الف) کلیه لوله‌های آب، گاز، گرمایش و سرمایش فلزی

ب) لوله فلزی فاضلاب

پ) قسمت‌های فلزی سازه ساختمان

ت) قسمت‌های فلزی سازه داخل استخر

ث) آرماتوربندی کف و دیواره استخر
ج) بدنه‌های فلزی وسایل غیربرقی نصب ثابت و قسمت‌های هادی بیگانه از هر نوع
چ) آرماتوربندی کف و دیواره استخر غیر عایق بندی شده (عایق بندی آب)
هادی‌های حفاظتی مدارهای روشنایی و پریزهای برق، تجهیزا و وسایل الکتریکی 230 ولت AC استخر، باید به ترمینال یا شینه اتصال زمین تابلوی تغذیه کننده مدارهای فوق متصل گردند.
در مناطق سه گانهzone0 ، zone1 و zone2 سیستم لوله‌کشی و سیم‌کشی برق نباید دارای قطعات فلزی قابل دسترس باشند و چنانچه تامین این شرایط از نظر اجرایی با مشکلاتی همراه باشند این قطعات باید به سیستم هم بندی اضافی متصل گردند .در این مناطق فقط اجرای لوله‌کشی و سیم‌کشی برای تغذیه دستگاه‌هایی که مناسب نصب در این مناطق ساخته شده اند، مجاز می‌باشد.
عمق دفن لوله‌کشی و سیم‌کشی در هر سه منطقه استخر حداقل 5 سانتی‌متر می‌باشد.
دستگاه‌های قابل نصب در هر سه منطقه باید دارای درجه حفاظت مطابق جدول زیر باشند.

جدول حداقل درجه حفاظت (IP) برای دستگاه‌ها و تجهیزات الکتریکی در مناطق (زون) استخر

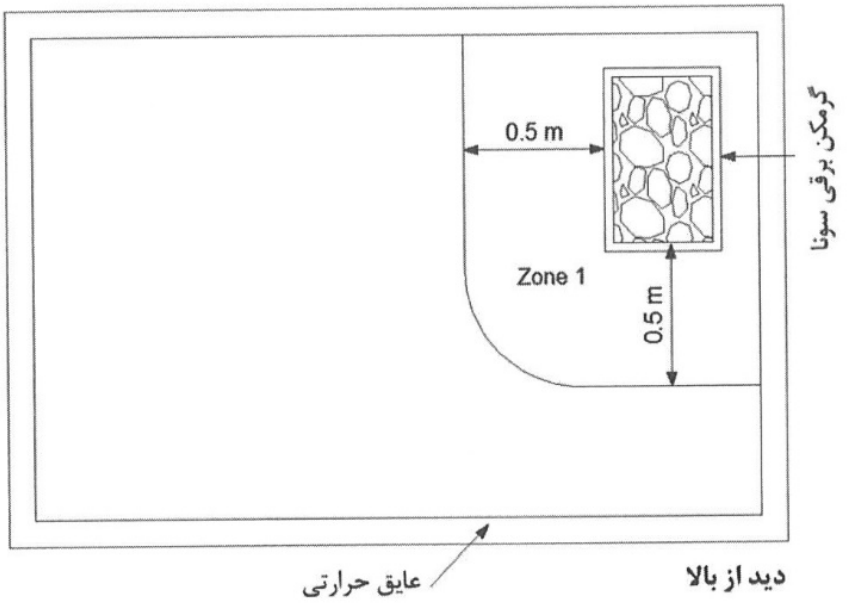
استخر داخل ساختمان وبدون استفاده از آب تحت فشار برای تمیز کردن آن	استخر داخل ساختمان و استفاده از آب تحت فشار برای تمیز کردن آن	استخر محوطه باز و بدون استفاده از آب تحت فشار برای تمیز کردن آن	استخر محوطه باز و استفاده از آب تحت فشار برای تمیز کردن آن	Zone
IPx8	IPx8 , IPx5	IPx8	IPx8 , IPx5	0
IPx4	IPx5	IPx4	IPx5	1
IPx2	IPx5	IPx4	IPx5	2

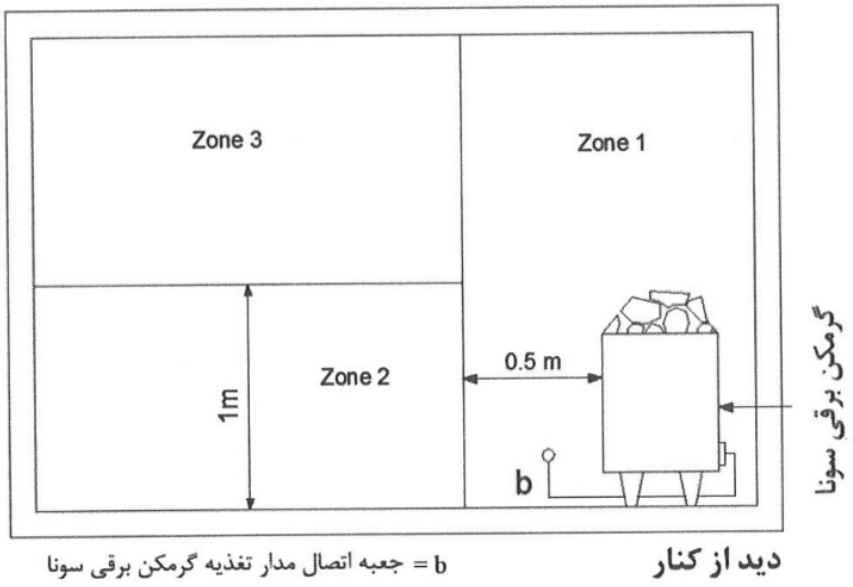
عدد اول درجه حفاظت براساس استانداردهای معتبر و توسط سازندگان معتبر لوازم برقی تعیین و متناسب با شرایط و محیط نصب انتخاب می‌گردد.
برای استخرهایی که دارای zone2 نبوده و سیستم روشنایی آن در zone1 نصب و اجرا می‌گردد و همچنین از مدار SELV تغذیه نمی‌گردند، باید شرایط زیر در آن برقرار باشد:
الف) مدارهای روشنایی علاوه بر سایر حفاظت‌های مورد نیاز دیگر، باید از طریق کلید جریان باقی مانده (RCD) با حداقل جریان باقی مانده عامل 30 میلی آمپر حفاظت گردند.
ب) ارتفاع نصب چراغ‌ها از پایین ترین نقطه از zone1 حداقل از 2 متر کمتر نباشد.
استفاده از منابع تغذیه PELV در استخر مجاز نمی‌باشد .
هادی حفاظتی مدارهای تاسیسات برقی در استخر از جمله مدارهای روشنایی و غیره با ولتاژ 230 ولتAC، باید به ترمینال یا شینه حفاظتی تابلو تغذیه کننده مدارهای مذکور وصل گردند.

سونای خشک

این بخش از مقررات مربوط به اجرای تاسیسات برق سونا می‌باشد .محدوده عملکرد این بخش از مقررات اتاق سونا و همچنین منطقه‌ای که هیتر (گرمکن سونا) در آن نصب می‌گردد را شامل می‌شود.

به منظور رعایت این الزامات و شرایط، سونا به سه منطقهZone2 ، zone1 zone0 تقسیم می‌گردد.





طرحواره مناطق (zone) مربوط به سونا و درجه حرارت محیط آن

برای حفاظت در مقابل برق گرفتگی در تماس مستقیم یا غیر مستقیم در فضای سونا، موارد زیر باید رعایت گردد:

الف) استفاده از منابع SELV و PELV (به غیر از گرمکن برقی) برای کلیه تاسیسات برق سونا و مدارهای کنترل و فرمان

ب) عایق مدارهای SELV و PELV در محدوده سونا پس از اجرا باید به مدت 1 دقیقه تحت ولتاژ متناوب 500 ولت (AC) آزمایش شده باشند.
پ) به عنوان حفاظت اضافی علاوه بر سایر حفاظت‌ها، برای کلیه تاسیسات برق 230 ولت AC سونا به غیر از مدار تغذیه کننده گرمکن برقی باید از کلید جریان باقی مانده (RCD) با جریان عامل 30 میلی آمپر استفاده شود.
ت) اجرای سیستم لوله‌کشی و سیم‌کشی باید حتی المقدور خارج از مناطق سه گانه، zone1 ,zone2 و zone3 انجام گیرد، در صورت اجرای سیستم لوله‌کشی و سیم‌کشی در zone1 و zone3 سیم‌ها، باید از نوع مقاوم در برابر حرارت (سیم نسوز) و لوله‌ها هم باید از نوع فلزی انتخاب شوند.
ث) نصب پریز برق در فضای سونا ممنوع است.
ج) سیستم گرمایش (گرمکن برقی) سونای خشک باید طبق دستورالعمل سازندگان آن که مطابق استانداردهای معتبر تولید شده باشد، نصب و اجرا گردد.
چ) کلیه قطعات فلزی قابل دسترس و همچنین بدنه‌های قسمت‌های هادی بیگانه نصب شده در هر سه منطقه (زون) سونا باید به سیستم هم بندی اضافی وصل گردد.
ح) کلیه لوله کشی‌های آب، گاز، گرمایش و لوله‌های فلزی فاضلاب، قسمت‌های فلزی ساختمان، باید به سیستم هم بندی اضافی وصل گردد.
خ) برای تغذیه مدارهایی که از منابع تغذیه SELV و PELV تغذیه می‌گردند، باید تابلوی برق مجزا از تابلوی تغذیه کننده سونای خشک پیش‌بینی گردد.
هادی حفاظتی مدارهای تاسیسات برقی با ولتاژ 230 ولت (AC) از جمله مدار روشنایی سونای خشک باید به ترمینال یا شینه حفاظتی (PE) تابلو تغذیه کننده مدار مذکور وصل گردد.

سونای بخار

رعایت شرایط زیر برای محیط سونای بخار الزامی است:
الف) در محیط سونای بخار نصب چنانچه با ولتاژ 230 ولت (AC) تغذیه گردد باید از طریق کلید جریان باقیمانده (RCD)با جریان عامل 30 میلی آمپر حفاظت شود، در غیر این صورت تغذیه چراغ روشنایی سونای بخار توسط منبع تغذیه AC با ولتاژ کار 12 ولت (AC) و یا 30 ولت (DC) الزامی خواهد بود.
پ) نصب منبع تغذیه SELV و کلید قطع و وصل چراغ در محیط سونای بخار مجاز نمی‌باشد.
ت) عمق دفن لوله کشی و سیم کشی در محیط سونای بخار حداقل 5 سانتی متر می‌باشد .
ث) درجه حفاظت چراغ روشنایی سونای بخار باید برابر IPX7 انتخاب شود.
هادی حفاظتی مدار روشنایی با ولتاژ 230 ولت (AC) در سونای بخار باید به تومینال یا شینه حفاظتی (PE) تابلو تغذیه کننده مدار مذکور وصل گردد.

محیط‌های گرم

محیط‌های گرم محیط‌هایی‌اند که دمای آن‌ها بیش از 35 درجه سانتی‌گراد باشد .این گونه محیط‌ها معمولاً جزء محیط‌های نمناک یا مرطوب نیز هستند .این گونه محیط‌ها، برای نمونه عبارتند از :کارخانجات فولاد، شیشه، ذغال کُک، محیط‌های همجوار کوره‌های آبدهی فلزات، ذوب کاری، کوره‌های خشک سازی و نظایر آن‌ها.

کیله مقررات ذکر شده در محیط‌های نمناک و مرطوب باید در این محیط نیز رعایت شود.

هادی‌ها، تجهیزات و اقلام برقی بکار رفته در محیط‌های گرم باید برای کار و استفاده در این گونه محیط‌ها مناسب باشد و ضرایب تقلیل مناسب برای هادی‌ها، تجهیزات و اقلام برقی که اثر درجه حرارت باعث کاهش جریان مجاز و ظرفیت آن‌ها می‌گردد، اعمال شود.

محیط‌های مخصوص

تأسیسات برقی در محیط‌های مخصوص که به علت اوضاع محیطی یا عملیاتی، خطرات عدیده‌ای را از نظر ایمنی به وجود می‌آورند یا تأثیر نامناسبی برنحوه کارتجهیزات، وسایل و لوازم دارند باید طبق مقررات مربوط به هر یک از آن‌ها اجرا شود .ا ین قبیل محیط‌ها، عبارتند از:

الف) محیط‌های با خطر آتش سوزی و یا انفجار

ب) محوطه‌های تأسیسات کشاورزی و دامداری

پ) محوطه‌های مربوط به مرکز کامپیوترها و مرکز داده

ت) پارک‌ها و کمپ ها

ث) اسکله‌های بنادر

ج) کاروان‌های مسافرتی

چ) راهروهای تعمیراتی، عملیاتی

ح) محوطه‌های انواع تأسیسات دیگری که برای آن‌ها مقررات مخصوص وجود دارد.

برای محیط‌های مخصوص، استفاده از یکی از مقررات، آئین نامه‌ها یا استانداردهای بین‌المللی معتبر و مورد تایید سازمان ملی استاندارد ایران الزامی خواهد بود.

ترانس و اتاق ترانس

توصیه می‌شود که در ساختمان‌های ویژه حیاتی و بسیار زیاد حساس در صورت امکان و تأمین شرایط، ترانسفورماتورهای فشار متوسط پست برق با 50% بار تقاضا (دیماند) خود در مدار تغذیه قرار گیرند تا در صورت از مدار خارج شدن یکی از ترانسفورماتورها در یک گروه دوتایی، ترانسفورماتور دیگر بتواند بصورت تمام بار، تابلوهای اصلی فشار ضعیف هر دو ترانسفورماتور را که از طریق یک کلید کوپلاژ با فرمان اتوماتیک بهم متصل‌اند، تغذیه نماید.

دو نوع اتاق ترانسفورماتور روغنی و خشک قابل احداث است.

دو نوع تهویه برای اتاق ترانس قابل اجرا است :با تهویه طبیعی و تهویه مکانیکی (جهت خنک کردن ترانسفورماتور)

دو نوع اتاق از نظر ارتفاع وجود دارد:

نوع (الف) که در آن اتاق ترانسفورماتور هم سطح زمین است

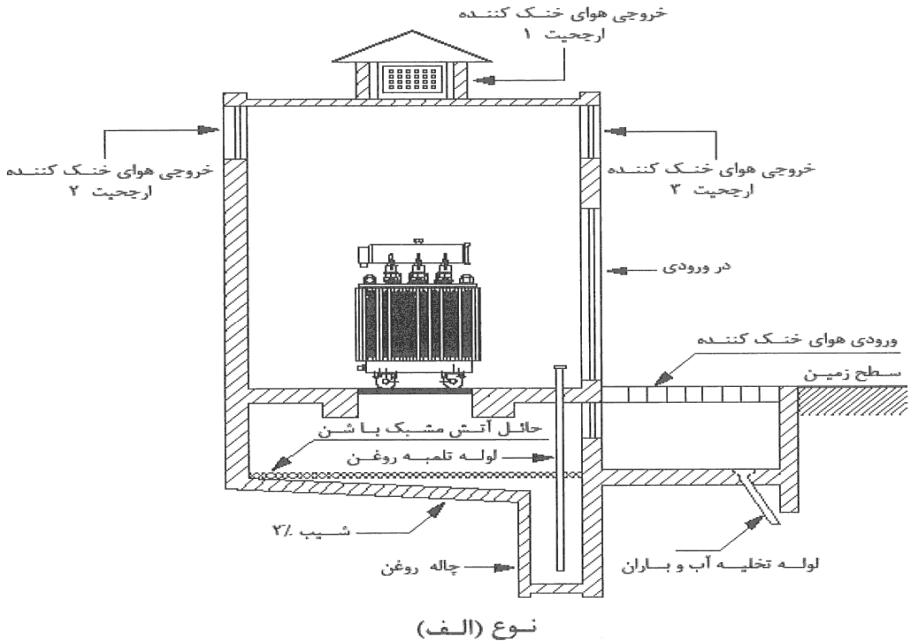
نوع (ب) که در آن اتاق ترانسفورماتور در سطحی بالاتر از سطح زمین نصب می‌شود

اتاق نوع (ب) نسبت به نوع (الف) ترجیح دارد ولی اجرای آن در همه موارد امکان پذیر نخواهد بود .انتخاب یکی از 2نوع اتاق با توجه به شرایط طرح، به عهده مشترک خواهد بود.

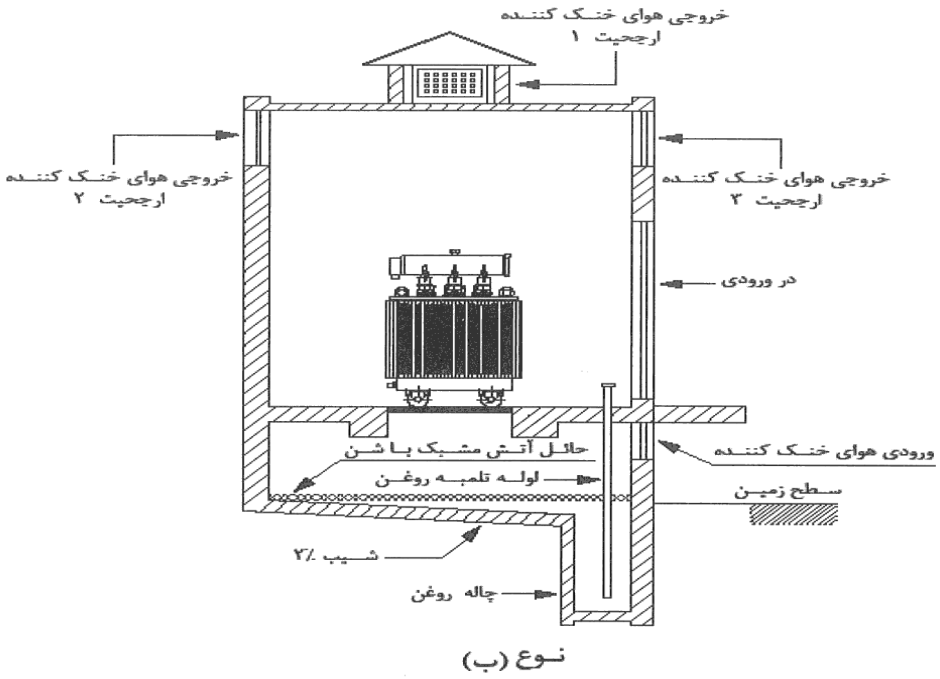
از نظر ابعاد 3 نوع اتاق ترانسفورماتور برای ظرفیت‌های مختلف ارائه شده است.

ارجحیت‌های خروجی هوای خنک‌کننده به ترتیب در سقف اتاق ترانسفورماتور، روبروی درب اتاق و سپس بالای درب اتاق تعیین شده است .این ارجحیت ها جهت خروجی هوای خنک‌کننده برای نصب هواکش برقی و یا نصب دریچه کانال تخلیه هوا (کانال اگزاست) می‌باشد.

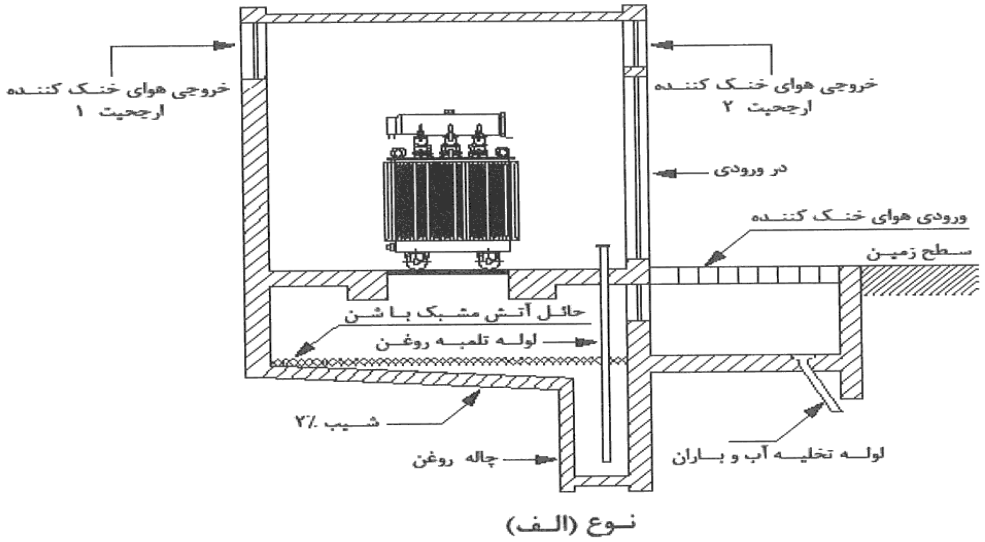
هدف از تعیین ارجحیت‌های هوای خنک کننده هدایت مسیر هوای خنک کننده می‌باشد که بعد از برخورد به ترانسفورماتور، هوای گرم اطراف ترانسفورماتور و اتاق را بهتر خارج کند.



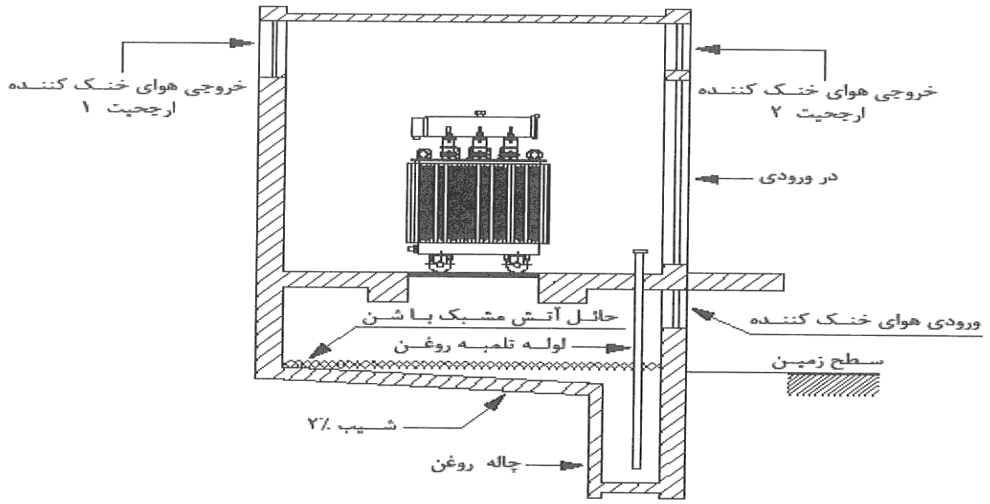
شکل (نوع الف) – طرحواره قائم اتاق ترانسفورماتور روغنی با تهویه طبیعی و هم سطح زمین



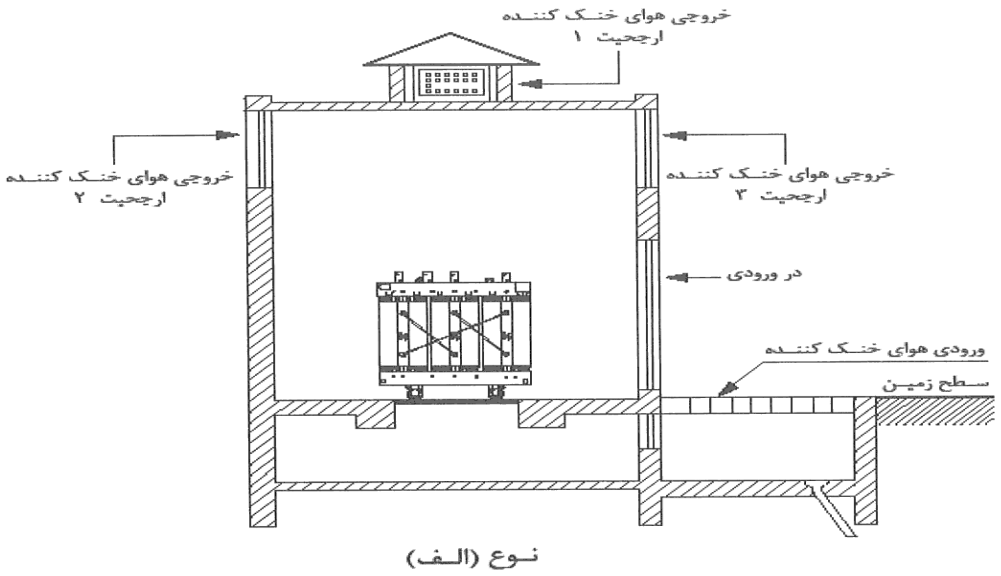
شکل (نوع ب) – طرحواره قائم اتاق ترانسفورماتور روغنی با تهویه طبیعی و بالاتر از سطح زمین



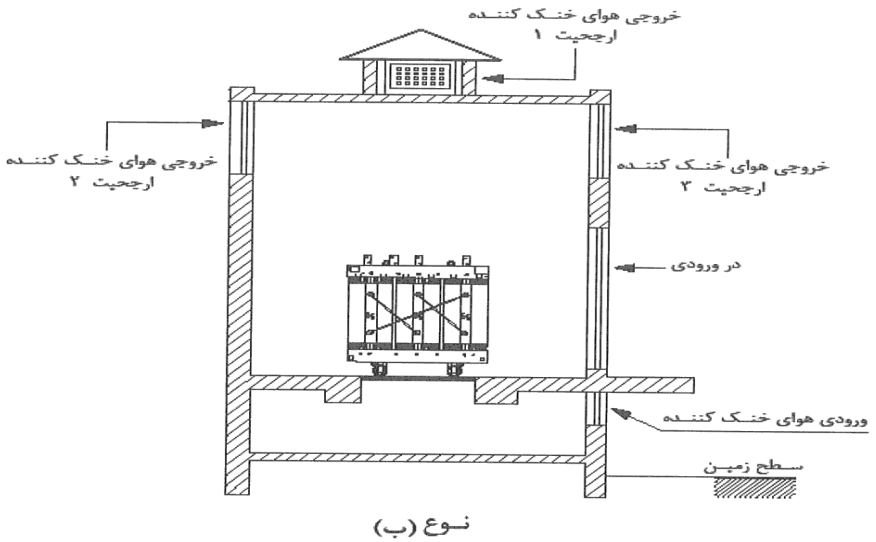
شکل - (نوع الف) – طرحواره مقطع قائم اتاق ترانسفورماتور روغنی با تهویه مکانیکی و هم سطح زمین



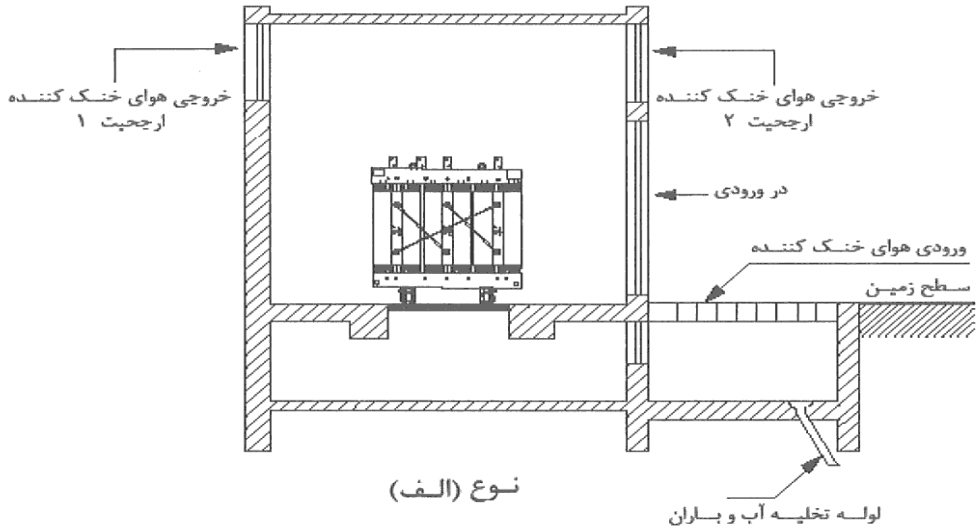
شکل - (نوع ب) – طرحواره مقطع قائم اتاق ترانسفورماتور روغنی با تهویه مکانیکی و بالاتر از سطح زمین



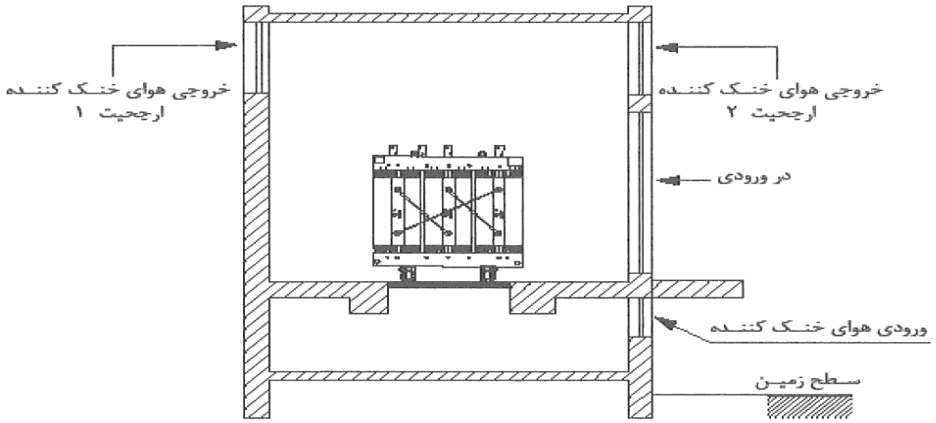
شکل - (نوع الف) – طرحواره مقطع قائم اتاق ترانسفورماتور خشک با تهویه طبیعی و هم سطح زمین



شکل - (نوع ب) – طرحواره مقطع قائم اتاق ترانسفورماتور خشک با تهویه طبیعی و بالاتر از سطح زمین



شکل - (نوع الف) – طرحواره مقطع قائم اتاق ترانسفورماتور خشک با تهویه مکانیکی و هم سطح زمین



نوع (ب)

شکل - (نوع ب) – طرحواره مقطع قائم اتاق ترانسفورماتور خشک با تهویه مکانیکی و بالاتر از سطح زمین

جدول -ابعاد اصلی اتاق ترانسفورماتورهای خشک و روغنی

حداقل سطح مقطع دریچه مشبک در تهویه طبیعی (مترمربع)	**ورودی**	**1.13مترمربع**	**1.8مترمربع**	**2.27مترمربع**
	خروجی	**1.25مترمربع**	**2مترمربع**	**2.5مترمربع**
حجم چاله روغن ترانسفورماتور روغنی		**0.7مترمکعب**	**1مترمکعب**	**1.6مترمکعب**
عرض در اتاق		**2متر**	**2متر**	**2متر**
ارتفاع در اتاق		**2.7متر**	**2.7متر**	**2.7متر**
ارتفاع اتاق با تهویه مکانیکی		**3.4متر**	**3.4متر**	**3.4متر**
ارتفاع اتاق با تهویه طبیعی		**4.7متر**	**4.7متر**	**3.5متر**
عرض اتاق		**3متر**	**3.2متر**	**3.5متر**
طول اتاق		**4متر**	**4.3متر**	**4.5متر**
ارتفاع زیرزمین اتاق		**1.5متر**	**1.5متر**	**1.5متر**
ظرفیت ترانسفورماتور (کیلووات آمپر)		**تا ظرفیت 630 (اتاق کوچک، به جز ظرفیت630)**	**ظرفیت‌های 630-800-1000 (اتاق بزرگ)**	**ظرفیت‌های 1250-1600(اتاق خیلی بزرگ)**

انتخاب محل و جهت اتاق ترانسفورماتور

در انتخاب محل و نحوه استقرار اتاق ترانسفورماتور، علاوه بر ملاحظات مربوط به مرکز ثقل بار و خواسته‌های نظیر آن که توضیح آن در این بحث نمی‌گنجد لازم است مراتب زیر نیز رعایت شود:

الف) اتاق ترانسفورماتور باید حتی الامکان در طبقه همکف قرار بگیرد و یکی از جبهه‌های آن مشرف به فضای آزاد باشد و در برابر این جبهه هیچگونه ساختمان یا مانع دیگری که تهویه اتاق و داخل و خارج کردن ترانسفورماتور را با اشکال روبرو کند، وجود نداشته باشد .درِ اصلی اتاق ترانسفورماتور باید در این جبهه قرار داشته تا نقل و انتقال ترانسفورماتور به سادگی انجام پذیر باشد، برای همین منظور ترجیح دارد وسیله نقلیه و جرثقیل بتوانند به این جبهه آمد و رفت کنند.

به هر دلیلی اگر اتاق ترانسفورماتور، در طبقات بالاتر از همکف و یا زیرزمین ساخته شود، امکانات و فضای لازم برای نقل و انتقال ترانسفورماتور، دسترسی نفر و غیره و تمهیدات لازم برای تهویه آن و غیره درنظر گرفته شود.

ب) چنانچه ساختمان از نوعی باشد که نصب پُست یا پُست‌های ترانسفورماتور در طبقات ساختمان، زیرزمین و یا روی بام آن اجتناب ناپذیر شود و یا برای طبقه همکف آن شرایط بند الف قابل تامین نباشد، ضمن رعایت کلیه مقررات مربوط به تهویه اتاق و دسترسی‌های لازم برای نقل و انتقال ترانسفورماتورها و سایر امکانات مورد نیاز باید در این پُست ها از ترانسفورماتور نوع خشک استفاده کرد .در این صورت مراعات و اجرای جزئیات مربوط به حائل آتش مشبک با شن و غیره منتفی خواهد بود .لازم به ذکر است که استفاده از ترانسفورماتورهای روغنی در این شرایط ممنوع می باشد.

پ) در صورت امکان، جبهه مشرف به فضای آزاد اتاق ترانسفورماتور باید در جهتی انتخاب شود که تابش آفتاب به آن حداقل باشد (رو به شمال).

ت) جبهه مشرف به فضای آزاد می‌تواند ضلع عرضی یا طولی اتاق باشد، در هر حال ترانسفورماتور را باید در راستای مناسب آن قرارداد.

ث) اتاق ترانسفورماتور و یا پُست برق باید حداقل 2 متر از خطوط شبکه گاز طبیعی فاصله داشته باشد.

ج) در ساختمان‌های ویژه حیاتی و بسیار زیاد حساس تمهیدات لازم در پُست برق ساختمان و نیز نیروگاه برق اضطراری به نحوی در نظر گرفته شود که در موقع حریق و یا خسارت ناشی از انفجار، احتمال از دست رفتن منابع تأمین نیروی برق ساختمان کاهش یابد

ابعاد اتاق ترانسفورماتور

در انتخاب ابعاد اتاق ترانسفورماتور باید به موارد زیر توجه شود:

الف) ابعاد اتاق ترانسفورماتور را باید با توجه به توسعه و رشد بار در آینده انتخاب کرد تا امکان استفاده از ترانسفورماتورهای با قدرت بیشتر بدون لزوم انجام تغییرات ساختمانی در اتاق فراهم باشد .برای همین منظور صرفنظر از قدرت پیش‌بینی شده اولیه، چنانچه در آینده احتمال استفاده از ترانسفورماتورهای با قدرت بیشتر از 630 کیلوولت آمپر وجود نداشته باشد می‌توان از اتاق کوچک استفاده کرد ولی اگر این احتمال وجود داشته باشد، یا قدرت اولیه بیش از این مقدار باشد باید از اتاق ترانسفورماتور بزرگ یا خیلی بزرگ (بسته به مورد) استفاده شود .در هر حال

فضای آزاد در اطراف ترانسفورماتور نباید از 0.8 متر کمتر باشد.(ابعاد اتاق حداقل 1.6 متر در طول و 1.6 متر در عرض از ابعاد ترانس بزرگتر باشد)

ب) ارتفاع اتاق ترانسفورماتور مهم ترین عامل در تهویه طبیعی جهت خنک کردن آن به شمار می‌رود، برای همین منظور ارتفاع اتاق نباید از مقادیر داده شده برای هر کدام از اندازه اتاق‌ها کمتر باشد.

پ) چنانچه از تهویه مکانیکی به منظور خنک کردن ترانسفورماتور استفاده شود، ارتفاع اتاق نباید از مقادیر داده شده برای هر کدام کمتر باشد .

ت) چنانچه به علت شرایط معماری و مشخصات ساختمان (شبکه‌بندی نامناسب، وجود ستون‌ها و غیره) احداث اتاق به ابعاد ذکر شده امکان پذیر نباشد ممکن است آن‌ها را با صلاحدید مجری مقررات تغییر داد .(به هر حال این تغییر نباید از 10%- در طول و 10%- در عرض اتاق بیشتر باشد).

ا ابعاد اصلی اتاق ترانسفورماتور برای تهویه طبیعی و یا تهویه مکانیکی (تخلیه و تعویض هوا با استفاده از کانال تخلیه هوا و یا هواکش برقی) برای ترانسفورماتورهای روغنی و خشک می‌باشد.

حداقل سطح مقطع دریچه‌های مشبک هوای خروجی و ورودی خنک‌کننده ترانسفورماتور برای حالت تهویه طبیعی اتاق ترانسفورماتور در جدول ارائه گردیده، در صورت فراهم بودن امکانات ساختمانی در پُست برق، بهتر است ابعاد سطح مقطع دریچه مشبک مذکور برای حالت تهویه مکانیکی اتاق ترانسفورماتور نیز درنظر گرفته شود .مشروط براینکه علاوه بر این دریچه‌ها، در فصل گرما با درجه حرارت محیط بالا، از هواکش برقی جهت تهویه مکانیکی که برق مدار تغذیه آن از طریق ترموستات قطع و وصل می‌گردد، کمک گرفته شود.

در صورتی که اتاق ترانسفورماتور جزئی از ساختمان بوده و یا امکان احداث دریچه مشبک هوای خروجی و ورودی خنک‌کننده ترانسفورماتور و یا هر کدام به هیچ وجه موجود نباشد، باید از کانال کشی برای تهویه اتاق استفاده نمود .

در این حالت ابعاد کانال‌های هوای خروجی و ورودی خنک‌کننده اتاق ترانسفورماتور، میزان تخلیه و تعویض هوا، مشخصات فنی هواکش برقی و غیره، براساس میزان اتلاف حرارتی (افت بار داخلی) ترانسفورماتور در شرایط و ظرفیت باردهی کامل و نامی ترانسفورماتور، شرایط و دمای محیط نصب و غیره محاسبه و تعیین می‌گردد.) ابعاد و یا سایر مشخصات فیزیکی ترانسفورماتور خشک متفاوت از ترانسفورماتور روغنی می‌باشد، با وجود این تفاوت ابعاد موجود در جدول با لحاظ تقریب مثبت برای ترانسفورماتور خشک نیز یکسان منظور گردیده است.) برای ترانسفورماتور خشک باید از یک محفظه حفاظتی مناسب جهت کاهش خطرات برق گرفتگی استفاده شود.

تبصره :ابعاد، مشخصات و جزئیات اتاق ترانسفورماتور، در پُست‌های برق عمومی و یا پاساژ که در اختیار شرکت برق خواهد بود، تابع استانداردهای آن شرکت می‌باشد.

اجزای اتاق ترانسفورماتور(پله، درب، کانال، حائل آتش، مخزن روغن، نحوه نصب)

اتاق ترانسفورماتور باید دارای خصوصیات زیر باشد:

الف) در اتاق ترانسفورماتور نباید هیچ نوع پله یا شیب تند بیش از حد مجاز وجود داشته باشد.

ب) در طرح اتاق باید مجاری عبور و خروج هوا با سطح مقطع کافی و مسیر مناسب برای خنک کردن ترانسفورماتور از راه تهویه طبیعی و یا مکانیکی پیش‌بینی شود.

پ) در زیر محل استقرار ترانسفورماتور روغنی و پایین‌تر از مسیر عبور هوای خنک‌کننده باید حائلی مشبک که دارای پوشش ضدزنگ باشد پیش‌بینی شود .روی این شبکه باید حداقل به ضخامت 20 سانتی متر شن یا سنگ گرانیت شکسته ریخته شده تا مانع سرایت آتش احتمالی باشد.

ت) زیر حائل آتش باید سطحی شیب دار ساخته شود تا روغنی را که ممکن است در صورت نشت یا ترکیدن محفظه ترانسفورماتور روغنی ریخته شود به سمت مخزن روغن هدایت کند .حداقل حجم مخزن روغن باید با حجم روغن بزرگترین ترانسفورماتور روغنی که ممکن است در اتاق نصب شود برابر باشد .برای هدایت روغن بطرف چاهکی که در پایین ترین نقطه مخزن ساخته می‌شود باید شیب‌های مناسب پیش‌بینی شود و یک لوله برای تلمبه کردن روغن باید بطور دائمی این چاهک را به اتاق ترانسفورماتور وصل کند.

ث) ارتفاع کف اتاق ترانسفورماتور باید حداقل 20 سانتی متر از سطح احتمالی سیلابروها منطقه بالاتر باشد.

ج) دریچه‌های ورودی و خروجی خنک‌کننده باید مجهز به شبکه‌های جلوگیری‌کننده از دخول پرنده‌ها، حیوانات کوچک و آب باران به داخل اتاق باشد.

چ) کانال‌ها یا بازشوهای عبور کابل یا لوله‌های حامل کابل‌ها باید به نحوی در اطراف ترانسفورماتور پیش‌بینی، ساخته یا نصب شوند که مانع مسیر جریان هوای خنک‌کننده نباشد، شیب مسیر کانال‌ها یا لوله‌ها باید به سمت خارج باشد.

ح) دَرِ ورودی اتاق باید آهنی باشد و به سمت خارج باز شود .قفل در باید از نوعی باشد که حتی هنگامی که بسته است خارج شدن از اتاق امکان پذیر باشد.

خ) برای جلوگیری از تعریق در مناطق مرطوب باید تمهیدات لازم، برای اتاق ترانسفورماتور پیش‌بینی گردد.

د) در فضای داخل و در جداره داخلی و خارجی دیوارها، سقف و کف اتاق ترانسفورماتور نباید هیچگونه لوله حامل آب، فاضلاب، سیستم برودتی و حرارتی و گاز نصب شود.

ذ) هیچگونه پنجره‌ای نباید در اتاق ترانسفورماتور وجود داشته باشد.

ر) اتاق باید طوری ساخته شود که از نفوذ رطوبت و سرایت حریق به آن جلوگیری شود و با توجه به این خواسته باید از مصالح مناسب استفاده شود.

ژ) دیواره‌های اتاق باید از مصالحی پوشانده شود که گردگیر نباشد.

س) استفاده از گچ کاری و یا سایر مصالح در نازک کاری سقف پُست که امکان سقوط اجسام و بروز اتصالی در ترانسفورماتور را در بر خواهد داشت ممنوع می‌باشد.

ش) تیرآهن و یا ناودانی‌های ناقل و استقرار ترانسفورماتور باید دارای زوارهای هدایت چرخ ترانسفورماتور باشند و با توجه به استاندارد کوچکترین و بزرگترین ترانسفورماتوری که ممکن است در اتاق نصب شود، انتخاب شده باشند.

ص) نگهدارنده‌های مناسب برای کابل‌های وصل شونده به ترانسفورماتور باید پیش‌بینی شود.

ض) برای اتاق و زیرزمین ترانسفورماتور در ساختمانی که دارای سیستم اعلام حریق می‌باشد، باید دتکتورهای اعلام حریق مناسب پیش‌بینی شود.

جهت استقرار ترانسفورماتور در اتاق ترانسفورماتور باید به نحوی باشد که شرایط زیر برقرار باشد:

الف) اگر محور طولی ترانسفورماتور روغنی و یا خشک به موازات در باشد، بوشنیگ‌های برق فشار متوسط باید رو به داخل اتاق باشد.

ب) اگر محور طولی ترانسفورماتور روغنی عمود بر در بوده و ترانسفورماتور دارای مخزن انبساط روغن باشد، الزامی است که روغن نما رو به درِ اتاق باشد.

-جهت رعایت حریم فشار متوسط نیاز است بوشینگهای فشار متوسط رو به داخل اتاق (و ترجیحاً بسمتی که مشرف به دیوار است) قرار گیرند که با ورود اپراتور به اتاق، در حریم آنها قرار نگیرد.

-مخزن انبساط ترانسفورماتور در طرف درب اتاق قرار می‌گیرد که با باز شدن درب بلافاصله شرایط رطوبت گیر و سطح روغن ترانسفورماتور به راحتی بازبینی شود.

تبصره :ترانسفورماتورهای روغنی با مخزن انبساط روغن، ترانسفورماتور نوع کنسرواتوری و بدون مخزن انبساط روغن از نوع تمام بسته نامیده می‌شود .

اجزای اتاق‌های فشار متوسط و ضعیف و خصوصیات آن‌ها

برای نصب تجهیزات و تابلوهای فشار متوسط یک اتاق و برای نصب تجهیزات و تابلوهای فشار ضعیف پُست ترانسفورماتور اتاق دیگری پیش‌بینی و احداث شود.

تبصره :در برخی موارد ممکن است خصوصیات ساختمان ایجاب کند که برای تجهیزات برق فشار متوسط و ضعیف از یک اتاق واحد استفاده شود .این کار به شرط استفاده از تابلوهای تمام بسته و حفظ فواصل مجاز، امکان پذیر خواهد بود.

قوانین اتاق تابلو برق(LV,MV)

مقررات زیر باید در طرح و اجرای اتاق تابلوهای برق فشار متوسط و فشار ضعیف اجرا و فواصل مجاز داده شده رعایت شوند:

الف) .فاصله تابلوهای تمام بسته فشار متوسط و فشار ضعیف از هم نباید از 1.5 متر کمتر باشد.

ب) ارتفاع اتاق‌ها باید با هر دو شرط زیر مطابقت کند:

-ارتفاع اتاق ≥ ارتفاع بلندترین تابلو + 0.5 متر

-در عین حال ارتفاع اتاق‌ها نباید هیچگاه از 2 متر کمتر باشد

تبصره :1 چنانچه از کف کاذب و یا سکوی استقرار تابلوی برق برای کابل کشی استفاده گردد، ارتفاع کف کاذب و یا سکوی استقرار در آن اتاق جزء ارتفاع تابلو محسوب می‌شود.

تبصره :2 درها، دیوارها، سقف و کف اتاق‌های ترانسفورماتور، تابلوهای برق فشار متوسط، تابلوهای برق فشار ضعیف اصلی مستقر در پُست برق ساختمان، باید مانع حریق بوده و با درجه 2 ساعت مقاومت در مقابل حریق باشد

جدول حداقل فواصل تابلوهای فلزی هم ولتاژ از هم و دیوار

تابلوی2 / تابلوی1	جبهه جلو (عملیاتی)	جبهه پشت (قابل سرویس)	جبهه پشت (بسته)	دیوار
جبهه جلو (عملیاتی)	1.2 متر	1.2متر	1متر	1متر
جبهه پشت (قابل سرویس)	1.2متر	1متر	0.8متر	0.8متر
جبهه پشت (بسته)	1متر	0.8متر	0متر	0متر

پ) ابعاد کانال‌ها و یا بازشوهای عبور کابل‌ها یا فضاهای زیر اتاق‌ها باید با یکدیگر و با کانال‌ها و یا بازشوهای ارتباطی با اتاق ترانسفورماتور، هماهنگی کامل داشته و بقدر کافی عمیق و عریض باشند تا هنگام نصب و بهره برداری، شعاع انحنای کابل‌ها از مقدار مجاز کمتر نشود .به همین خاطر برای کابل‌های با مقطع بزرگ لازم خواهد بود زوایای داخلی کانال‌ها فارسی‌بُر شود .برای هدایت آب یا مایعات دیگری که ممکن است به داخل کانال‌ها و فضاهای مورد بحث رخنه کند باید برای آن‌ها شیبی مناسب برای دفع به سمت خارج تعبیه شود.

ت) ابعاد درهای اتاق تابلوی برق باید برای حمل و نقل تابلوها و دیگر متعلقات، مناسب و از نوع ضدحریق یا آهنی باشد .درهای اتاق باید به سمت خارج اتاق باز شود و قفل درها باید از نوعی باشد که خروج از اتاق حتی هنگامی که دَر، قفل و یا بسته است امکان‌پذیر باشد.

ث) ابعاد راهروهای داخلی و سایر درهای ساختمان در مسیر عبور تابلوهای برق، برای حمل و نقل تابلوها مناسب باشد.

ج) چنانچه اتاق‌ها دارای پنجره به سمت فضای آزاد باشند بلندی هیچیک از آن‌ها نباید از بلندی تابلوهای برق بیشتر باشد پنجره‌ها باید مجهز به شبکه محافظ یا شیشه‌های مسلح باشند.

در صورتی که ترانسفورماتور، تابلوهای برق فشار متوسط و تابلوهای فشار ضعیف دارای یک اتاق مشترک باشند (پُست برق)، مقررات ذکر شده بالا الزامی است، ضمن اینکه فضای اختصاصی محل استقرار ترانسفورماتور باید با حفاظ مناسبی از فضای محل استقرار تابلوهای فشار متوسط و فشار ضعیف جدا شود، رعایت فواصل مندرج در جداول اتاق ترانس و فواصل تابلو الزامی می‌باشد.

توصیه می‌شود که در ساختمانهای ویژه حیاتی و بسیار زیاد حساس اتاق‌ها و فضاهای ترانسفورماتورهای فشار متوسط، تابلوهای فشار متوسط، مولد نیروی برق اضطراری، برق بدون وقفه مرکزی یا منطقه‌ای، تابلوهای برق فشار ضعیف اصلی سیستم‌های مذکور مستقر در داخل ساختمان، یا خارج از آن، مستقل و مجزا از هم در نظر گرفته شوند

تابلوهای الکتریکی

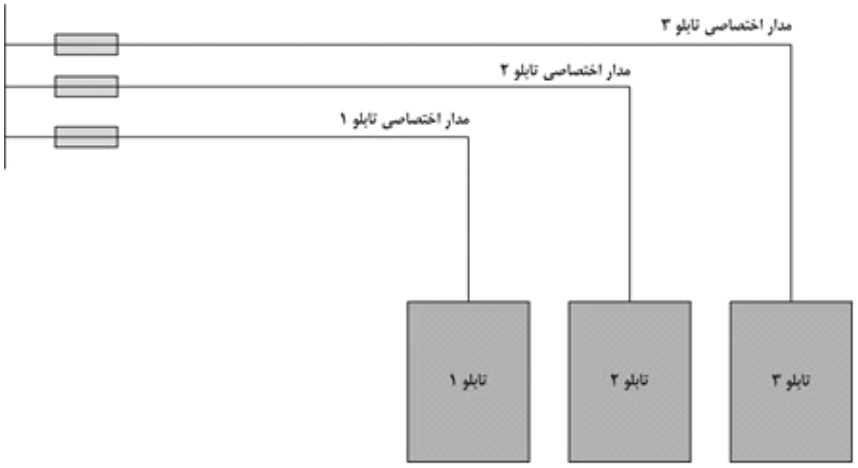
تابلوها باید با مقررات زیر مطابقت کنند:

الف) هر تابلو باید به یک کلید اصلی جداکننده قابل قطع و وصل زیرِ بار و یا کلید خودکاری که بعنوان کلید مجزا کننده هم عمل نماید مجهز باشد .جریان نامی این کلید باید متناسب با شرایط مورد نیاز مصارف و حداقل برابر جریان مصرفی کل تابلو باشد و جریان نامی ایستادگی کلید در برابر اتصال کوتاه نباید کمتر از جریان اتصال کوتاه احتمالی در محل نصب آن باشد.

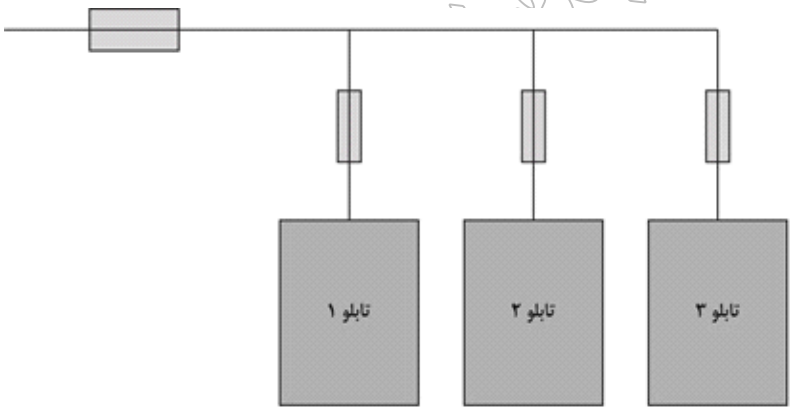
ب) هر تابلو باید به وسیله حفاظتی (کلید خودکار، فیوز) مخصوص خود مجهز باشد .جریان نامی وسیله حفاظتی متناسب با شرایط مورد نیاز مصارف تغذیه شونده توسط آن تابلو و همچنین حداقل جریان نامی و یا جریان مصرفی کل تابلو انتخاب می‌شود .چنانچه تابلو با مدار مختص به آن از طریق تابلوی بالادست تغذیه شود، وسیله حفاظتی آن مدار می‌تواند وسیله حفاظتی تابلو نیز به شمار آید و نیازی به پیش‌بینی وسیله حفاظتی مجزا در تابلو نخواهد بود.

بدین ترتیب تنها تابلوهایی باید دارای فیوز یا کلید خودکار اصلی باشند که به صورت انشعابی (با استفاده از مفصل یا ترمینال) از یک مدار تغذیه می‌شوند .(یعنی یک کابل یا مدار چند تابلو را تغذیه کند).

چنانچه وسیله حفاظتی اصلی تابلو از انواع کلیدهای خودکار، که دارای مشخصات کلید جداکننده نیز هستند، انتخاب شود، از این کلید می‌توان برای هر دو منظور حفاظت و جداکردن استفاده کرد.

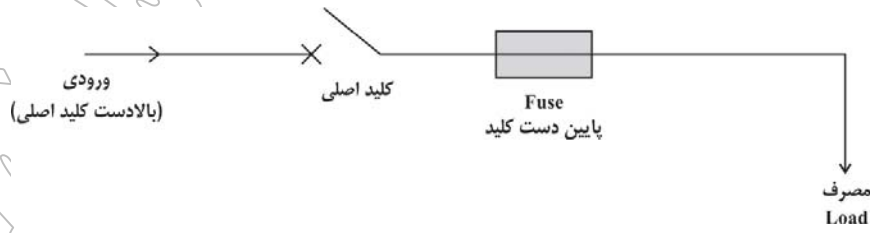


مجهز بودن مدار تک تک تابلوهای خروجی به‌وسیله حفاظتی مخصوص خود و امکان حذف حفاظت داخلی تابلو



الزام به نصب وسیله حفاظتی انحصاری برای تابلوهای تغذیه شونده از یک مدار

پ) چنانچه تابلو علاوه بر کلید اصلی جداکننده به فیوز نیز مجهز باشد، فیوز باید بعد از کلید (در طرف مصرف کلید) نصب شود .در این حالت، تعویض فیوز در حالت بی بار امکان پذیر خواهد بود.



نصب فیوز حفاظتی در خروجی کلید اصلی (سمت بار)

ت) مدار تغذیه‌کننده وسایل کنترل و اندازه‌گیری که از سیستم برق تابلو تغذیه می‌شود، باید دارای نوعی وسیله حفاظتی مناسب باشد.

ج) کلیه تابلوها، اعم از یک فاز و سه فاز، علاوه بر شینه‌ها یا ترمینال‌های مربوط به قسمت‌های برقدار، (فازها و خنثی) باید برای وصل هادی‌های حفاظتی (PE) یک شینه یا ترمینال داشته باشد .قابلیت هدایت الکتریکی شینه یا ترمینال هادی حفاظتی باید نظیر هادی‌های برقدار باشد .شینه یا ترمینال هادی حفاظتی باید با نوعی قطعه اتصال دهنده قابل پیاده کردن هم اندازه شینه، به شینه یا ترمینال خنثی، قابل وصل باشد .وصل و پیاده کردن قطعه اتصال دهنده باید فقط به کمک نوعی ابزار امکان پذیر باشد .چنانچه مدار تغذیه‌کننده تابلو دارای هادی مشترک حفاظتی - خنثی باشد، این هادی ابتدا به شینه حفاظتی(PE) وصل و سپس به کمک قطعه اتصال دهنده یاد شده به شینه یا ترمینال خنثی(N) اتصال داده می‌شود

کلیه سیم‌کشی‌های داخلی تابلو باید با هادی‌های مسی عایقدار مناسب با ولتاژ و جریان‌های نامی و مجاز وسایل حفاظتی و مطابق استانداردهای مربوط به ساخت تابلو انجام شود .چنانچه شینه‌ها محکم و ثابت نصب شده باشند، می توانند بدون عایق‌بندی باشند، ولی ترجیح دارد که رنگ آمیزی شده باشند

محل نصب تابلوها

چنانچه تابلو در اتاقی مخصوص این کار نصب شده باشد و تنها افراد متخصص و مجاز اجازه رفت و آمد به آن را داشته باشند، می‌توان از تابلوهای نوع باز استفاده کرد، در این مورد باید مقررات ردیف مراعات شود.

اگر تابلو در فضای عمومی که افراد غیر متخصص در آن‌ها رفت و آمد می‌کنند نصب شود، فضای محدود به کف اصلی و سقف اصلی محل نصب تابلو و عمق آن که برابر عمق تابلو است، فضای اختصاصی تابلو به حساب می‌آید.
در اطراف تابلو باید فضای کافی برای انجام عملیات و تعمیرات و بازدید و غیره وجود داشته باشد.

از محل نصب تابلو اعم از اتاق مخصوص یا فضای اختصاصی نصب تابلو هیچگونه دودکش یا لوله‌های حامل آب، گاز، لوله‌های سیستم‌های برودتی و حرارتی و سایر سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و غیره نباید عبور نماید یا آن را قطع کند.

در صورتی که تابلوهای فوق در فضای عمومی نصب شده باشند، حداقل فاصله نصب تابلوها (فضای نصب اختصاصی آنها) از لوله‌های آب، لوله‌های سیستم‌های برودتی و حرارتی و سایر لوله‌های سیستم‌های تاسیسات مکانیکی، برابر 30 سانتی‌متر می‌باشد و نیز برای فضای نصب تابلوهای مذکور باید یک دیوار جداکننده مناسب، جهت جداسازی تابلوهای برق از لوله ها، در نظر گرفته شود.

فاصله کنتور گاز طبیعی با کنتور برق (تابلو کنتور برق و یا تابلوهای برق فشار ضعیف) نصب شده در فضای عمومی، باید حداقل 50 سانتی متر باشد
تابلو یا تابلوهای واحدهای مسکونی نباید در محیط‌های مرطوب (حمام‌ها و نظایر آن)، و یا در اتاقی که ممکن است خارج از دسترس قرار گیرد، مستقر شود .

تجهیزات، وسایل حفاظت و کنترل

تجهیزاتی مانند فیوز، کلید اتوماتیک، کلید جداکننده، کلید مغناطیسی و کلید جریان باقی مانده

فیوز

از فیوزها می‌توان به عنوان وسیله حفاظتی، در موارد زیر، استفاده کرد:

الف) حفاظت مدارها :در برابر جریان‌های اتصال کوتاه و اضافه بار

ب) حفاظت دستگاه ها :در برابر جریان اتصال کوتاه

پ) تأمین ایمنی :در صورت اتصال کوتاه بین یک هادی فاز با بدنه‌های هادی و یا هادی حفاظتی (PE) و یا هادی حفاظتی – خنثی (PEN)

نکته: توجه شود که فیوز، تجهیزات و دستگاه ها را در برابر اضافه بار حفاظت نمی کند.

فیوزهای پیچی باید مجهز به قطعه محدودکننده فشنگ پذیری (ته فشنگ) باشند تا جایگزینی با فشنگی که جریان نامی آن بیشتر از فشنگ مورد نظر است امکان پذیر نباشد.

خارج و داخل کردن فیوزهای تیغه‌ای یا چاقویی باید فقط با استفاده از فیوزکش عایق امکان پذیر باشد.

هنگامی که فیوز پیچی بسته و کامل شده است هیچ یک از قسمت‌های برقدار فیوز، از جمله ترمینال‌های آن‌ها، نباید در دسترس یا قابل لمس باشد .قطب ته پایه فیوزهای پیچی باید به طرف تغذیه مدار (فاز) وصل شده باشد.

استفاده از فیوزهای غیر استاندارد یا فیوزهایی که المان ذوب شونده آن قابل تعویض باشد ممنوع است .

تعمیر و تعویض و ترمیم المان عبور جریان در داخل فشنگ فیوزهای استاندارد به هر نحو و شکلی ممنوع است.

استفاده از فیوز در تأسیسات انشعاب برق (کنتور) باید طبق ضوابط شرکت برق انجام شود.

کلیدهای خودکار مینیاتوری(MCB)

موارد استفاده کلیدهای خودکار مینیاتوری مانند فیوزهاست

یعنی از این کلیدها می‌توان به عنوان وسیله حفاظتی، در موارد زیر، استفاده کرد:

الف) حفاظت مدارها :در برابر جریان‌های اتصال کوتاه و اضافه بار

ب) حفاظت دستگاه ها :در برابر جریان اتصال کوتاه

پ) تأمین ایمنی :در صورت اتصال کوتاه بین یک هادی فاز با بدنه‌های هادی و یا هادی حفاظتی (PE) و یا هادی حفاظتی – خنثی (PEN)

هیچ یک از قسمت‌های برق دار کلیدها، از جمله ترمینال‌های آن نباید در دسترس یا قابل لمس باشد .کلیدهای نوع تابلویی که ترمینال‌های آن‌ها در دسترس است باید دارای پوشش محافظ باشند.

در تأسیسات الکتریکی جدید استفاده از کلیدهای مینیاتوری نوع پیچی که به جای فیوز، در پایه فیوز نصب می‌شوند ممنوع است .

ث) اگر در یک تابلو از کلیدهای مینیاتوری استفاده شود، باید یک سری فیوز یا کلید خودکار محدودکننده جریان اتصال کوتاه، بالادست آن‌ها در تابلوی مورد بحث و یا در تابلوی بالادست وجود داشته باشد .در صورت استفاده از فیوز، جریان نامی فیوز بالادست کلیدهای مینیاتوری، نباید از مقادیر زیر بزرگتر باشد:

-اگر جریان نامی قطع اتصال کوتاه یک یا چند کلید مینیاتوری تا 1.5 کیلوآمپر باشد، باید بالادست آن از فیوز حداکثر63 آمپر استفاده شود.

-اگر جریان نامی قطع اتصال کوتاه یک یا چند کلید مینیاتوری 3 تا 10کیلوآمپر باشد، باید بالادست آن از فیوز حداکثر 100 آمپر استفاده شود.

تبصره :قدرت قطع کلیدهای مینیاتوری در اتصال کوتاه کم است، برای همین باید در برابر جریان‌های اتصال کوتاه احتمالی بیش از ظرفیت آن‌ها محافظت شوند.

تبصره :1 از کلیدهای خودکار مینیاتوری می‌توان به عنوان کلید مجزاکننده استفاده کرد.

تبصره :2 از کلیدهای خودکار مینیاتوری نباید به عنوان کلید کنترل مدار (قطع و وصل) استفاده کرد

کلیدهای خودکار (اتوماتیک)

از کلیدهای خودکار می‌توان به عنوان وسیله حفاظتی، در موارد زیر استفاده کرد:

الف) حفاظت مدارها و دستگاه ها :در برابر جریان‌های اتصال کوتاه و اضافه بار

تبصره :منظور از حفاظت اضافه بار در کلیدهای خودکار (اتوماتیک)، کلیدهایی هستند که دارای رله قابل تنظیم اضافه بار می‌باشند.

ب) تأمین ایمنی :در صورت اتصال کوتاه بین یک هادی فاز با بدنه‌های هادی و یا هادی حفاظتی (PE) و یا هادی حفاظتی – خنثی (PEN)

هیچ یک از قسمت‌های برقدار کلید نباید در دسترس یا قابل لمس باشند.

چنانچه از فیوزها بصورت سری بمنظور تامین قدرت قطع بیش از ظرفیت کلیدهای خودکار استفاده شوند، لازم است مراتب زیر رعایت شود:

الف) بین جریان نامی کلیدهای خودکار و فیوز هماهنگی وجود داشته باشد.
ب) فیوز در طرف ورودی کلیدهای خودکار (بالادست) باید قرار گیرد.

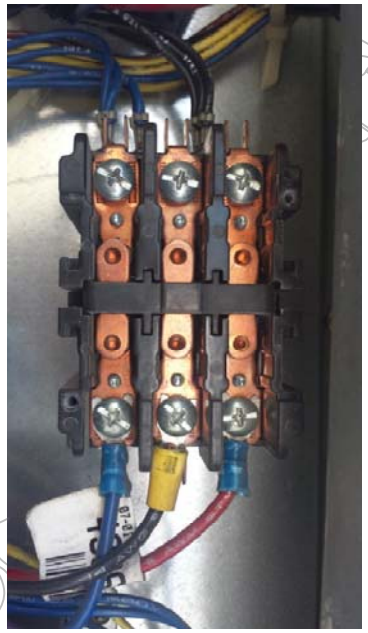
کلید خودکار (کلید اتوماتیک) محدودکننده جریان اتصال کوتاه

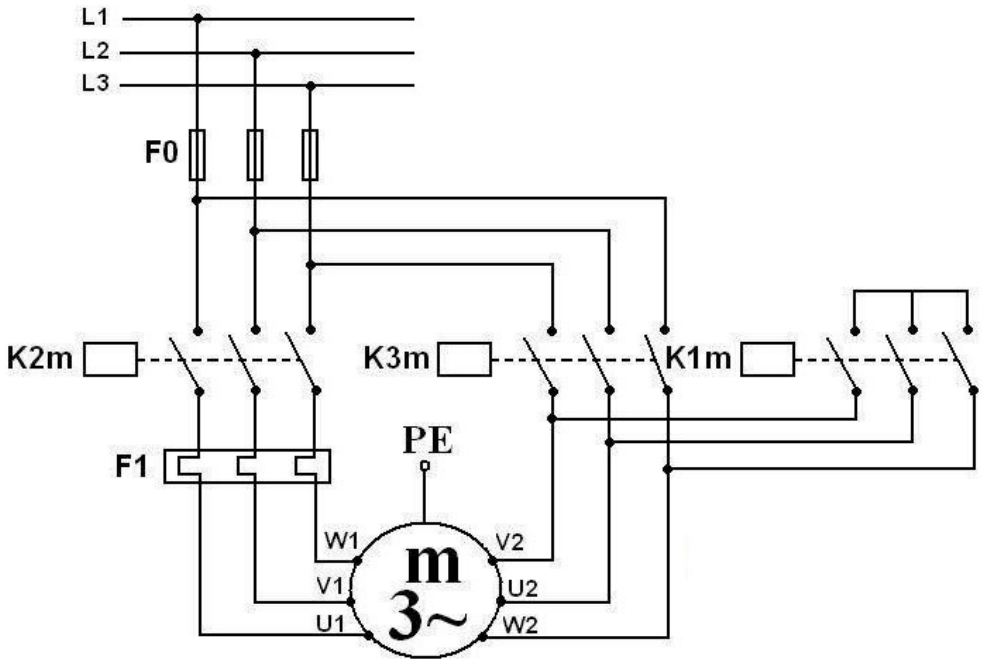
کلید خودکاری است که در برابر عبور جریان‌های بسیار بالا، سریع عمل کرده و در زمانی کوتاه‌تر از یک چهارم تناوب جریان(5میلی ثانیه)، قبل از آنکه شدت جریان احتمالی به حداکثر خود برسد، جریان را قطع و جرقه آن را خاموش کند. به جای فیوز می توان از این کلید استفاده کرد ولی به دلیل هزینه بالا، استفاده از آن به جای فیوز مقرون به صرفه نیست.

کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتورها)

از کلید مغناطیسی برای قطع و وصل، کنترل، فرمان مدار و موارد دیگر باتوجه به نوع مصرف کننده مدار استفاده می گردد .چنانچه این کلید همراه با رله حرارتی (مثلا بی متال) استفاده شده باشد می‌توان از آن به عنوان وسیله حفاظتی در برابر جریان اضافه بار استفاده کرد .برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه، همراه این کلیدها باید از فیوزها یا کلیدهای خودکار استفاده شود و این وسایل باید در طرف ورودی کنتاکتورها نصب شوند.

همراه کلیدهای مغناطیسی می‌توان از انواع رله‌ها، از جمله رله حساس به افزایش و یا کاهش ولتاژ، کنترل فاز، رله‌های کمکی و غیره، استفاده نمود.





راه اندازی ستاره مثلث موتور

کلیدهای مجزاکننده زیرِبار

به منظور کنترل، تعمیر و سرویس مدار و یا دستگاه‌ها و تجهیزات برقی باید کلیه مدارهای خروجی از تابلو، مجهز به نوعی کلید مجزاکننده زیرِبار در تابلو باشد.

کلید مجزاکننده زیرِ بار باید بتواند جریان نامی خود را، که از جریان نامی مدار کمتر نخواهد بود، قطع و وصل کند و قادر به ایستادگی در برابر جریان‌های اتصال کوتاه احتمالی در محل نصب آن باشد.

کلید مجزاکننده باید در طرف ورودی فیوزها یا کلیدهای خودکار محافظ مدار (بالادست فیوزها یا سمت تغذیه فیوزها) نصب شود.

چنانچه کلید مجزاکننده از محل فیزیکی وسیله یا دستگاه تغذیه شونده قابل رؤیت نباشد باید یک کلید مجزاکننده دیگر را، که دارای مشخصات کلید مجزاکننده ذکر شده در بالا باشد به صورت تکی و مجزا در نزدیکترین محل مناسب از دستگاه نصب کرد.

تبصره :پیش‌بینی کلید مجزاکننده جهت قطع و وصل برق دستگاه‌های برقی که درپشت بام ساختمان نصب می‌گردند، از جمله برای هواکش‌ها، کولرها و غیره الزامی است.

از بعضی از انواع کلیدهای خودکار می‌توان به عنوان کلید مجزاکننده نیز استفاده کرد، در این صورت شرط زیر باید برقرار باشد:

استانداردی که کلید طبق آن ساخته شده است قابل قبول باشد و اجازه این کار را صریحاً داده باشد.

تبصره :1 از کلیدهای خودکار مینیاتوری می‌توان به عنوان کلید مجزاکننده استفاده کرد.

تبصره :2 از کلیدهای خودکار مینیاتوری نباید به عنوان کلید کنترل مدار (قطع و وصل) استفاده کرد.

تبصره :3 کلید فیوزها (کلیدهایی که فیوزها در آن نقش تیغه‌های کلید را دارند) باید از نوع قابل قطع زیربار باشند، مگر در مواردی که مدار مجهز به کلید قابل قطع زیربار نیز باشد.

تبصره :4 مدارهای مجهز به کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتورها) باید دارای کلید مجزاکننده در طرف ورودی کنتاکتورها باشند.

کلید یا وسیله حفاظتی جریان باقیماندهRCD

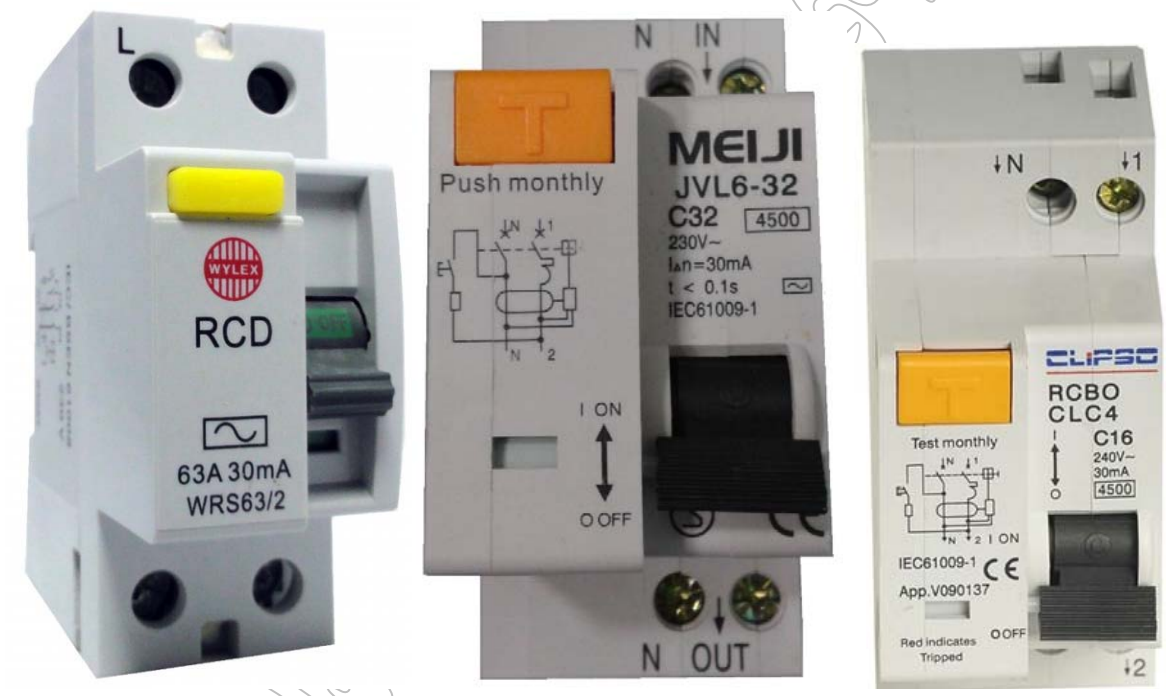
از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده می‌توان برای قطع مدار تغذیه در صورت تماس یکی از هادی‌های برقدار مدار با یکی از موارد زیر استفاده نمود:

الف) بدنه‌های هادی لوازم و تجهیزات برقی

ب) هادی‌های بیگانه که در تماس با زمین می‌باشند

پ) هر گونه نشت جریان از مدار به زمین

تبصره :شدت جریان باقیمانده عامل این نوع وسایل حفاظتی برحسب مورد استفاده می‌تواند از حد چند میلی آمپر تا چند آمپر باشد.



از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده به شرطی که جریان باقیمانده عامل آن‌ها بیشتر از 30 میلی آمپر نباشد، در شرایط عادی و مصارف معمولی می‌توان به عنوان وسیله حفاظتی در برابر برق گرفتگی در صورت تماس غیر مستقیم استفاده نمود.

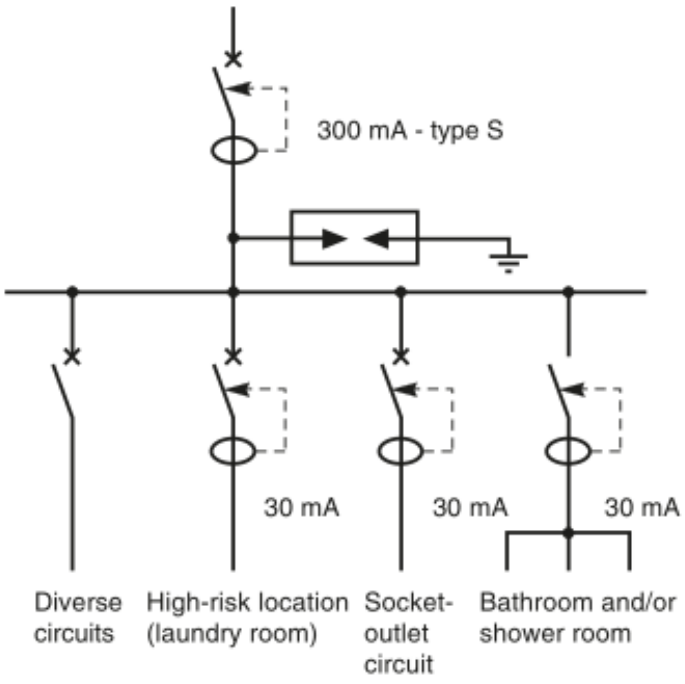
از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقی مانده یا جریان تفاضلی می‌توان در شرایط عادی برای حفاظت در برابر برق گرفتگی در تماس مستقیم (تماس مستقیم بدن با یک هادی برقدار) فقط به عنوان یک حفاظت اضافی استفاده نمود .یعنی به صرف استفاده از این وسایل، نمی‌توان از دیگر خواسته‌های مقررات (مانند سیستم ارت) صرفنظر کرد .

عدم کارایی کلید یا وسیله حفاظتی جریان باقیمانده RCD

به عنوان مثال در برخی موارد مانند تماس همزمان با دو هادی فاز یا یک هادی فاز و هادی خنثی، این کلیدها ممکن است کارآیی نداشته باشند.

از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده در سیستم‌های نیروی TT، TN-S و TN-C-S و IT می‌توان استفاده نمود .بنابراین استفاده از این وسایل بدون هادی حفاظتی (PE) به طور کلی ممنوع است.در سیستم TN-C استفاده از کلیدها و وسایل جریان باقیمانده فقط با اضافه کردن هادی حفاظتی به قسمتی از مدار که تحت پوشش کلید یا وسیله حفاظتی می‌باشد و تبدیل آن قسمت از مدار به TN-S ممکن خواهد بود.

استفاده از کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده، نصب وسایل حفاظتی در برابر جریان‌های اضافه بار و اتصال کوتاه (کلید خودکار اتوماتیک – کلید خودکار مینیاتوری – فیوز) را منتفی نمی‌نماید.
بعضی از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده، ممکن است با کلیدهای خودکار اتوماتیک و یا کلید خودکار مینیاتوری، بصورت اشتراکی یک واحد تشکیل دهند.
کلید یا وسیله حفاظتی جریان باقیمانده باید آخرین وسیله‌ای باشد که در طرف مصرف مدار یعنی بعد از کلید مجزا کننده، فیوز و کلید خودکار اتوماتیک یا کلید خودکار مینیاتوری هر کدام که وجود داشته باشند، نصب می‌شود.
اگر کلید یا وسیله حفاظتی جریان باقیمانده با کلید خودکار اتوماتیک یا کلید خودکار مینیاتوری به صورت اشتراکی یک واحد را تشکیل داده باشد، باید مانند بالا، آخرین وسیله حفاظتی نصب شده در طرف مصرف مدار باشد .
انواع کلیدهای جریان باقیمانده از نظر مدت زمان عملکرد :
ـ عملکرد آنی
ـ عملکرد تأخیری(تیپS)



مبانی عمومی بانک خازن

در انتخاب اندازه کابل تغذیه بانک خازن و پله‌های آن و همچنین حفاظت بانک خازن و مدار پله خازن، کنتاکتور و سایر اجزاء آن باید اثر جریان هجومی مدنظر قرار گیرد.

اصلاح ضریب توان در اثر وارد و یا خارج شدن پله‌های موجود در بانک خازن، توسط دستگاه رگولاتور بانک خازن، انجام می‌گیرد.

جهت حفاظت بانک خازن و پله‌های آن در مقابل اتصال کوتاه باید از فیوزهای چاقویی HRC[۲]و یا کلیدهای خودکار اتوماتیک محدود کننده جریان استفاده گردد.

با توجه به گستردگی استفاده از لامپ‌های تخلیه در گاز (از قبیل لامپ‌های فلورسنت معمولی و یا کمپکت، گازی، بخار سدیم، بخار جیوه، متال هالید و غیره) و چراغ‌های LEDدر سیستم روشنایی و همچنین مصرف کننده‌های غیر خطی از قبیل دستگاه‌های برق بدون وقفه، سیستم سرعت متغیر موتورها و یا راه انداز نرم موتورهای برقی، منابع تغذیه الکترونیکی و غیره در تاسیسات برقی که موجب ایجاد جریان هارمونیک می‌گردند، الزامی است که ولتاژ نامی و کار خازن (بانک خازن) حداقل 440ولت انتخاب گردد.

استفاده و یا عدم استفاده از فیلترهای حذف هارمونیک در بانک خازن پس از بهره برداری از تاسیسات برقی ساختمان و با اندازه‌گیری میزان هارمونیک‌ها قابل تعیین است.

در صورت استفاده از فیلترهای حذف هارمونیک‌ها، ولتاژ نامی و کار خازن (بانک خازن) متناسب با مقدار جریان هارمونیک‌ها و شرایط لازم، محاسبه و انتخاب می‌گردد.

در صورت وجود مولد برق اضطراری در تاسیسات برقی ساختمان، طراحی برقی مربوطط به برق عادی (نرمال) و مولد برق اضطراری بنحوی انجام گیرد که مدار تغذیه کننده بانک خازن به هنگام استفاده از مولد برق اضطراری از مدار، خارج گردد.

[2] ظرفیت قطع بالاHih Rupturing Capacity

افت ولتاژ

براساس دیاگرام زیر افت ولتاژ کل در مدار توزیع و نهایی نباید از مقادیر داده شده در جدول زیر بیشتر باشد:

-حداکثر افت ولتاژ مجاز در مدارهای توزیع ترانسفورماتورهای اختصاصی و مدارهای تاسیسات برقی

نوع مدار	نوع مصرف یا لوازم وصل شده	افت ولتاژ مجاز
توزیع (مدارهای اصلی)(D)	تابلوی اصلی یا ورودی سرویس مشترک (DB)	%5
تاسیسات (مدارهای نهایی) (F)	روشنایی (E)	%3
	تجهیزات (E)	%5

در انتخاب سطح مقطع هادی‌های مدار تغذیه کننده مصارف موتوری علاوه بر افت ولتاژ مندرج در جدول بالا در نقطه تغذیه موتور، افت ولتاژ مدار تغذیه براساس جریان راه‌اندازی موتور نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

حداکثر افت ولتاژ مجاز از ترانس اختصاصی تا تابلو برق اصلی 5% و از تابلوی اصلی تا دورترین چراغ های موجود در ساختمان 3% است.(بین راه ممکن است چندین تابلوی فرعی نیز باشد).

حداکثر افت ولتاژ مجاز از ترانس عمومی شرکت برق تا تابلو برق اصلی ساختمان(مانند تابلو کنتورها) 10% و از تابلوی اصلی تا دورترین مصرف کننده های موجود در ساختمان به صورت کلی 4% است.(بین راه ممکن است چندین مدار فرعی نیز باشد).

سیستم های جریان ضعیف

مدارهای هر یک از سیستم‌های جریان ضعیف باید به طور مستقل کشیده شود جز در مواردی که مجاز اعلام می‌شود، نباید با مدارهای سیستم‌های دیگر، به خصوص با مدارهای قدرت (روشنایی، پریز، موتور و غیره) یکجا کشیده شود.

تبصره :نباید از رشته‌های مختلف یک کابل یا هادی‌های کشیده شده در یک لوله، برای سیستم‌های مختلف یا مدارهای قدرت استفاده شود.

در موارد زیر می‌توان از کشیدن مدارهای سیستم‌های ذکر شده به صورت یکجا در کنار هم استفاده کرد، مشروط به اینکه ولتاژ هیچ یک از هادی‌ها از ولتاژ اسمی عایق بندی هادی‌های جریان ضعیف مورد استفاده تجاوز نکند:

الف) تلفن، نمابر و نظایر آن

ب) زنگ اخبار، احضار، در بازکن

پ) خطوط ارتباطی سیستم اعلام حریق با مرکز آتش نشانی یا پانل تکرار کننده (در صورت وجود)

ساختمان های ملزم به سیستم جریان ضعیف

در ساختمان‌های طبقه بندی شده در جدول زیر عمده ترین سیستم‌های جریان ضعیف الزامی و اختیاری تعیین گردیده است.

جدول حداقل سیستم‌های جریان ضعیف الزامی و اختیاری

نوع سیستم نوع ساختمان	تلفن	سیستم احضار	در باز کن	اعلام حریق	سیستم صوتی	آنتن مرکزی	شبکه کامپیوتر	سیستم تلویزیون مداربسته
تعداد طبقات مسکونی کمتر از 5طبقه	+	-	+	*	-	-	-	-
تعداد طبقات مسکونی 5 طبقه و بیشتر	+	-	+	+	-	+	-	-
اداری، تجاری، خدمات عمومی	+	-	+	+	+	-	+	+
بیمارستان‌ها و بناهای درمانی	+	+	-	+	+	+	+	+
مراکز اجتماع (مساجد، تئاترها، سینماها، سالن‌ها و نظایر آن(	+	-	-	+	+	+	+	+

:+سیستم الزامی :-سیستم اختیاری *طبق ضوابط سازمان آتش‌نشانی

جدول حداقل قطر یا سطح مقطع هادی‌های جریان ضعیف

سیستم	تلفن	زنگ و احضار	درباز کن	اعلام حریق	سیستم صوتی	آنتن مرکزی	شبکه کامپیوتر	سیستم تلویزیون مدار بسته
حداقل قطر یا سطح مقطع	قطر 0.6میلی‌متر			*	1.5میلی متر مربع	کابل هم محور 75 اهم *	*	*

*مطابق نیاز سیستم، استانداردها و پروتکل‌های مربوطه و یا دستورالعمل‌های سازنده سیستم

حداقل قطر یا سطح مقطع هادی‌های اشاره شده در جدول مربوط به سیستم‌های جریان ضعیف از نوع متعارف (معمولی) می‌باشد.

دفن کابل‌های جریان ضعیف

دفن کابل‌های جریان ضعیف در زمین به شرطی مجاز خواهد بود که نوع و مشخصات کابل برای این کار مناسب باشد.

چنانچه کابل‌های سیستم‌های جریان ضعیف در یک کانال بصورت دفنی یا در یک مجرای بنایی و نظایر آن همراه با کابل‌های قدرت کشیده شوند، باید نوعی حصار بنایی (آجر، دیوار آجری، یا دال بتنی) آن‌ها را از هم جدا کند.

فواصل کابل های جریان ضعیف

در کانال‌ها کابل کشی و یا تونل‌هایی که مخصوص عبور کابل و لوله‌های سیستم‌های تاسیسات مکانیکی و غیره تعبیه شده‌اند و کابل‌های موجود در آن‌ها بر روی سینی، نردبان و یا رَک مخصوص کشیده می‌شوند، می‌بایست حداقل 30 سانتی‌متر فاصله بین کابل‌های غیر هم ولتاژ و همچنین بین کابل‌ها و لوله‌ها رعایت شود.

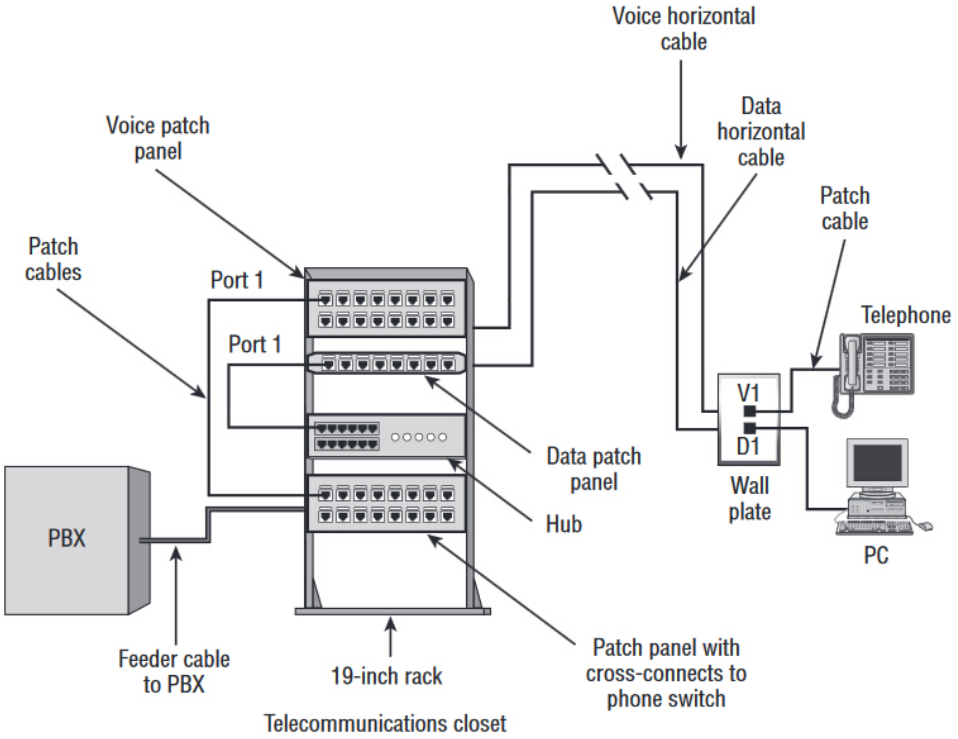
حداقل فاصله کابل‌های سیستم‌های جریان ضعیف و خطوط تلفن و مخابرات (غیر فیبرنوری) در مسیرهای موازی و یا متقاطع باخطوط شبکه گاز طبیعی برابر 40سانتی متر بوده و در صورت استفاده از کابل‌های فیبر نوری برای سیستم‌های مذکور حداقل فاصله در مسیرهای موازی برابر 60سانتی‌متر و در مسیرهای متقاطع برابر 40سانتی متر خواهد بود.

سیستم تلفن

ارتباط بین جعبه ترمینال‌های فرعی و جعبه ترمینال‌های نیمه اصلی یا جعبه ترمینال مرکز تلفن باید با کابل کشیده شده در لوله‌ها یا مجاری کابل، انجام شود.

کابل‌های مورد استفاده در سیستم‌های تلفن باید دارای نوعی پرده فلزی مانند شیلد یا فویل فلزی Shielded-foiledبوده و شامل یک رشته هادی مخصوص اتصال زمین نیز باشند.

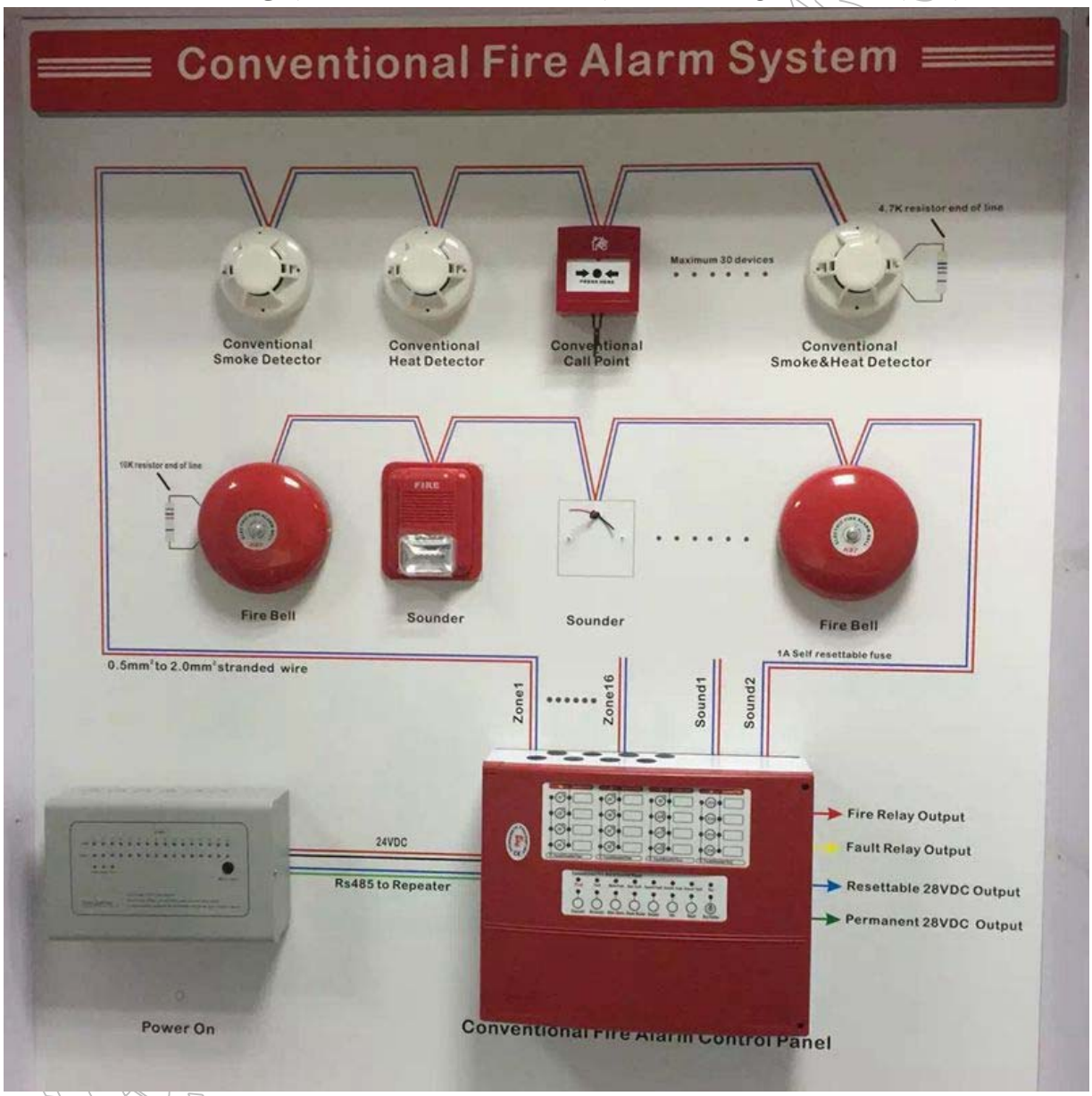
هادی‌های اتصال زمین سیم‌ها و یا کابل‌های تلفن باید از طریق یک هادی حفاظتی، جعبه ترمینال اصلی تلفن، یا مرکز تلفن را به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین ساختمان متصل کنند.

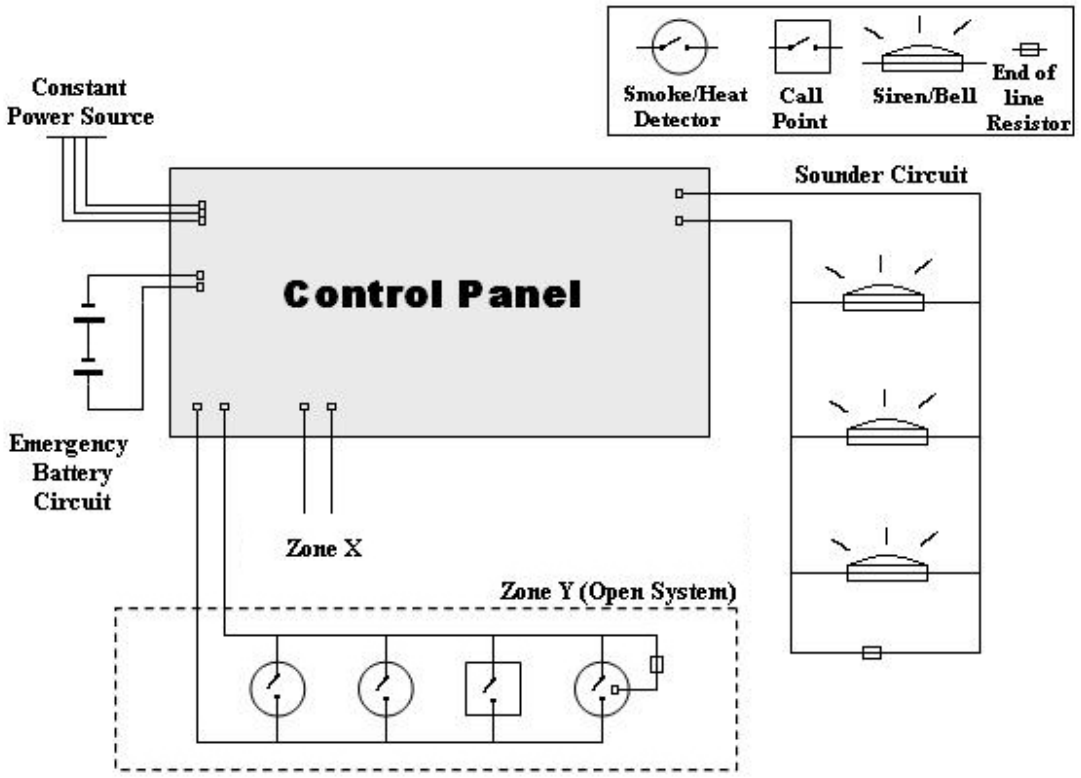


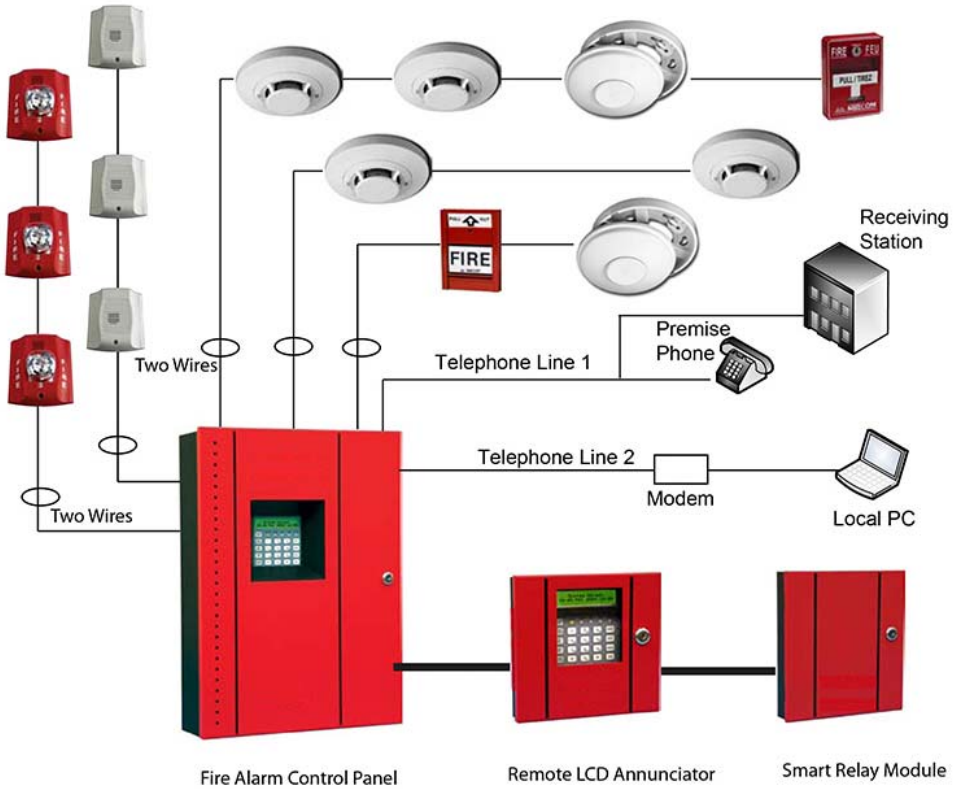
سیستم اعلام حریق

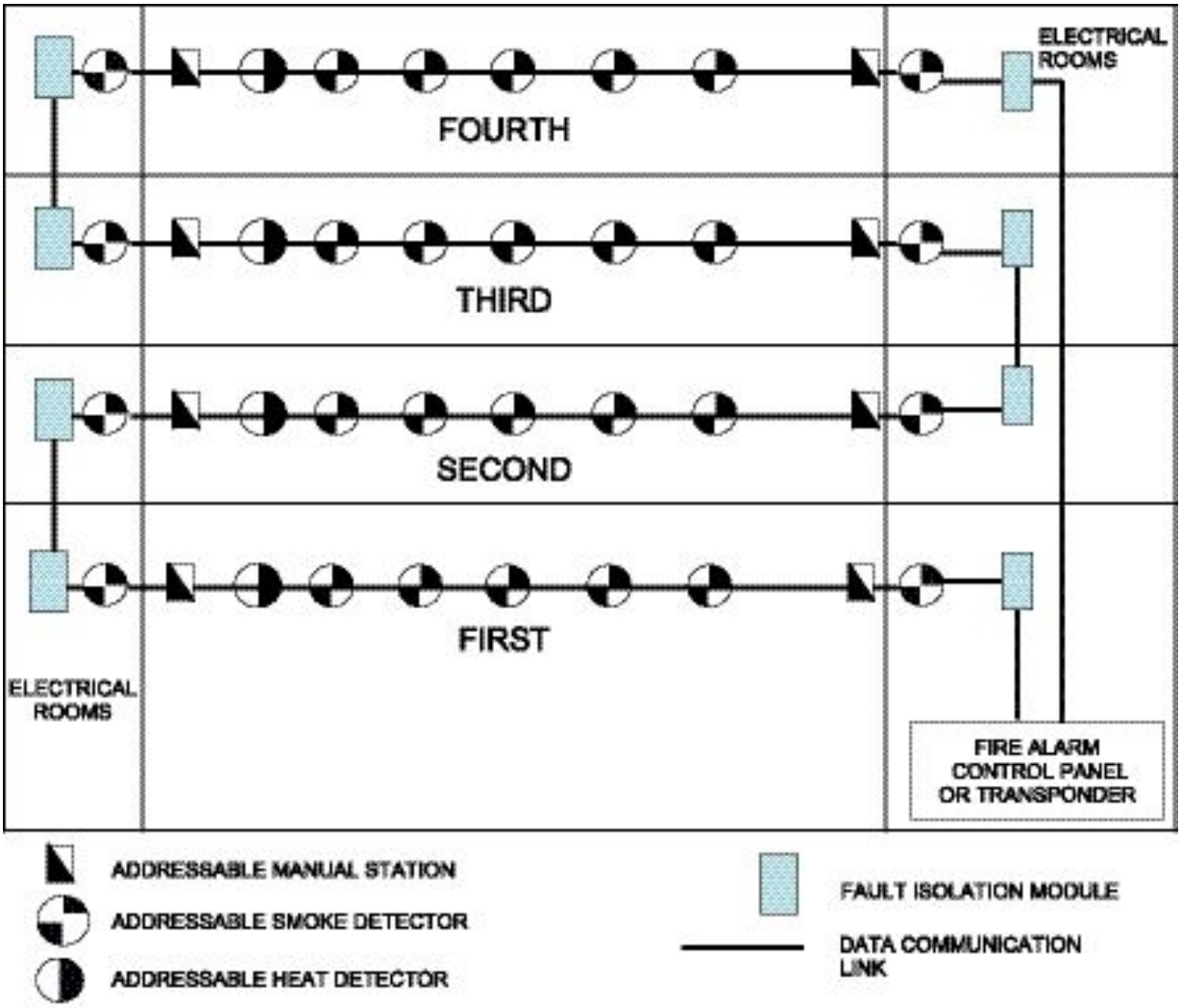
هر مرکز باید به وسایل تامین نیروی برق ایمنی مخصوص به خود (باتری، دستگاه شارژ کننده و غیره) مجهز باشد تا سیستم همیشه آماده به کار باشد.

تبصره :سیستم اعلام حریق به دو نوع متعارف (مرسوم) و آدرس پذیر (آدرس ده) تقسیم می‌شود.




Smoke/Heat Detector
Call Point
Siren/Bell
End of line Resistor
Constant Power Source
Sounder Circuit
Control Panel
Emergency Battery Circuit
Zone X
Zone Y (Open System)


FIRE
Receiving Station
Premise Phone
Telephone Line 1
Telephone Line 2
Modem
Local PC
Two Wires
Two Wires
Fire Alarm Control Panel
Remote LCD Annunciator
Smart Relay Module



مرکز سیستم اعلام حریق باید در محلی که خارج از دسترس عموم است نصب شود و به طور دائم تحت مراقبت افراد کار آزموده باشد.

کلیه مدارهای سیستم اعلام حریق باید مستقل از سایر سیستم‌ها کشیده شود.

در ساختمان‌هایی که به سیستم اعلام حریق مجهز می‌شوند، علاوه بر محل‌های نصب انواع دتکتورها برحسب ضرورت، حداقل در محل‌های زیر نیز باید دتکتور مناسب با نوع کاربری و شرایط محیط (دودی، حرارتی، ترکیبی و غیره) نصب شود:

الف) اتاق‌های ترانسفورماتور، اتاق‌های تابلوهای برق (اتاق برق) و اتاق تجهیزات سیستم‌های جریان ضعیف

ب) اتاق‌های مربوط به تأسیسات مکانیکی

پ) تونل‌های تاسیساتی

ت) موتورخانه، چاه و فضای انتظار جلوی آسانسور

ث) راهروها و پلکان‌های خروج و راه‌های خروج الزامی

ج) اتاق مراکز تلفن، مراکز سیستم‌های جریان ضعیف، مرکز کامپیوتر و فن‌آوری اطلاعات (IT)
پلکان‌ها، چاه آسانسور و شفت‌های عمودی ساختمان، در سیستم اعلام حریق متعارف باید به صورت یک منطقه Zone مستقل در نظر گرفته شود.
آژیرهای سیستم اعلام حریق متعارف باید حداقل دارای 2 مدار باشند.
طراحی و اجرای سیستم اعلام حریق باید مطابق مقررات و یا ضوابط سازمان آتش نشانی انجام گیرد .در صورت وجود مغایرت به مقرراتی که از نظر ایمنی ارجحیت دارد عمل خواهد شد.
در صورت استفاده از سیستم تلفن آتش نشان در طرح ساختمان، کابل این سیستم باید از نوع مقاوم در برابر حریق باشد کلیات
سیستم اعلام حریق در صورت وقوع حریق در ساختمان‌ها، با هدف هشدار به موقع و جلوگیری از توسعه حریق، حفاظت جان افراد و نیز تأمین ایمنی افراد، حفاظت از اموال، مدارک، اسناد، دستگاه‌ها و تجهیزات حساس گران قیمت، سیستم اعلام حریق بکار گرفته می‌شود .رعایت مبانی زیر در طراحی این سیستم الزامی است:
طراحی سیستم اعلام حریق باید براساس کاربری ساختمان و فضاهای آن، اهداف ایمنی، درجه اهمیت و حساسیت ساختمان و غیره انجام گیرد.
سیستم اعلام حریق عموماً به دو نوع متعارف و آدرس پذیر که با توجه به شرایط و نیاز سیستم‌های موجود در ساختمان، سطح زیربنا، کاربری ساختمان، ریسک حریق و سایر عوامل دیگر انتخاب می‌گردد و بسته به نوع آن شامل اجزایی از قبیل انواع دتکتورها، شستی، آژیر یا زنگ، نشانگر نورانی، انواع اینترفیس‌ها، ایزولاتور، هشدار دهنده نوری، پانل تکرار کننده، پانل نمایشگر، تصویری نشان دهنده محل حریق، مدارهای ارتباطی، مرکز اعلام حریق و غیره می‌باشد.
مراکز سیستم اعلام حریق باید از نوع تحت مراقبت دائم باشد و به گونه‌ای که عمل یکی از دتکتورها و یا شستی‌های حریق و سایر اجزاء آن سبب اعلام حریق در مرکز گردد.
مرکز سیستم اعلام حریق باید در محلی که خارج از دسترس عموم است نصب شود و به طور شبانه روزی تحت مراقبت افراد کارآزموده باشد.
مرکز اعلام حریق در ساختمان‌های ویژه حیاتی، بسیار زیاد حساس و زیاد مهم در اتاق کنترل و مدیریت ساختمان نصب می‌شود .در این شرایط نصب پانل تکرار کننده اعلام حریق و یا پانل نمایشگر تصویری نشان دهنده محل حریق در محلی نزدیک به نقطه‌ی دسترسی مامورین آتش نشانی به ساختمان، اتاق کنترله موتورخانه تاسیسات مکانیکی و نیز در صورت وجوداتاق‌های امدادرسانی و مدیریت بحران در ساختمان توصیه می‌شود.
کلیه مدارهای سیستم اعلام حریق باید مستقل از سایر سیستم‌ها کشیده شود و فقط در مواردی که بین مرکز اعلام حریق و ایستگاه آتش نشانی ارتباط وجود دارد، می‌توان از مدارهای ارتباطی مخابرات برای این منظور استفاده کرد .کلیه مقررات شرکت تلفن در این مورد باید رعایت شود.
در هر ساختمان منطقه بندی و یا زون بندی حریق باید براساس کاربری فضاها، اتاق‌ها و اهمیت آن‌ها، کارکرد آن ناحیه در کل ساختمان یا میزان پایداری و مقاومت در مقابل حریق و غیره و براساس موارد مرتبط در سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان انجام گیرد، طراحی سیستم اعلام حریق و منطقه بندی سیستم اعلام حریق نیز از منطقه بندی فوق الذکر تبعیت خواهد کرد.

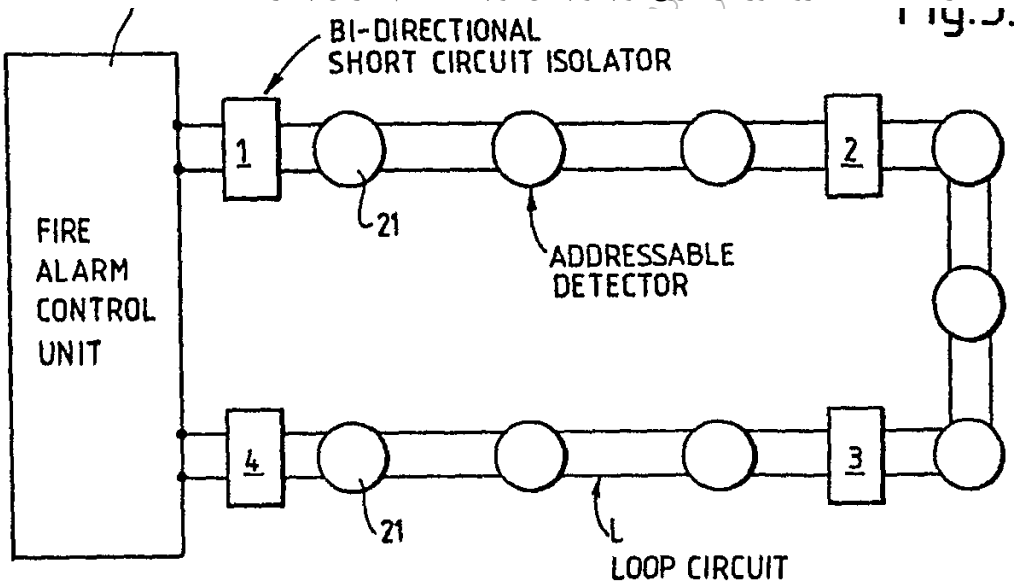
علاوه بر رعایت موارد این پیوست در طراحی سیستم اعلام حریق رعایت موارد مرتبط در مبحث 3مقررات ملّی ساختمان الزامی بوده و منطقه بندی حریق در ساختمان نیز براساس مبحث 3مقررات ملی ساختمان خواهد بود.

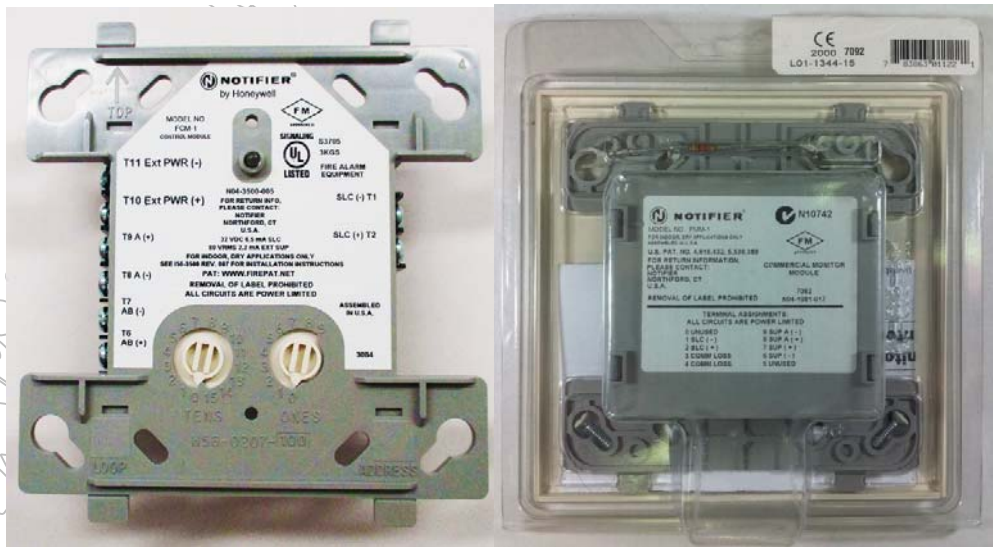
در صورت استفاده از سیستم اعلام حریق آدرس پذیر در طرح، آدرس دهی هر یک از اجزای سیستم اعلام حریق باید براساس فضاها، طبقات، نیاز سیستم منطقه بندی حریق و غیره انجام گیرد.

پیش‌بینی ایزولاتور در سیستم اعلام حریق آدرس پذیر، در محل‌های ورودی و خروجی هر منطقه بندی حریق الزامی می‌باشد مشروط براینکه هر یک از اجزای سیستم اعلام حریق فاقد ایزولاتور باشد.

نکته: ایزولاتور اتصال کوتاه روی لوپ سیستم آدرس پذیر را از سایر مناطق ایزوله یا جدا می کند.

نکته: (می توان بین ۲ منطقه یا زون حداقل ۱ ایزولاتور استفاده کرد، هر چند بهتر است در خروجی زون، یک ایزولاتور استفاده شود و در ورودی زون بعدی ایزولاتور دیگری استفاده شود. اگر ورودی و خروجی تابلوی اعلام حریق ایزولاتور داشته باشد، نیازی به نصب ایزولاتور در شروع لوپ و پایان لوپ سیستم آدرس پذیر نیست.)





حداکثر مساحت یا سطح پوشش یک لوپ در ساختمان با سیستم اعلام حریق آدرس پذیر باید براساس استانداردهای معتبر انتخاب شود.

نکته: سطح پوشش یک لوپ 10هزار متر مربع است

حداکثر مساحت یا سطح پوشش یک لوپ در یک ساختمان با سیستم اعلام حریق آدرس پذیر باید براساس استانداردهای معتبر انتخاب شود.

تعداد اجزای نصب شده در یک زون سیستم اعلام حریق متعارف از قبیل دتکتورها، شستی‌ها و غیره و همچنین سطح مقطع مدار یک زون براساس توصیه‌ها و روش‌های پیشنهادی شرکت‌های سازنده معتبر سیستم انتخاب می‌گردد.

تعداد اجزای نصب شده در یک لوپ سیستم اعلام حریق آدرس پذیر از قبیل دتکتورها، شستی‌ها، اینترفیس‌ها، پنل‌های تکرار کننده، نمایشگر و غیره و همچنین سطح مقطع مدار یک لوپ براساس توصیه‌ها و روش‌های پیشنهادی شرکت‌های سازنده معتبر سیستم انتخاب می‌گردد.

در ساختمان‌هایی که سناریوی مشخص حریق، برای سیستم اعلام حریق، تخلیه دود، تخلیه افراد ساختمان و غیره تعریف و مشخص شده باشد .مرکز اعلام حریق، اجزای سیستم اعلام حریق و نوع آن باید توانایی عملیاتی کردن سناریوی فوق را داشته باشد.

دتکتورهای سیستم اعلام حریق شامل، انواع دتکتورهای حرارتی، دودی، ترکیبی، گازی، خطی، کابلی، شعله ای، دتکتور با حساسیت بسیار بالا و غیره می‌باشد که با توجه به نیاز و کاربری فضا و ریسک حریق انتخاب می‌گردد.

سطح پوشش و حدود عملکرد هر یک از انواع دتکتورها که در استانداردهای معتبر تعیین گردیده، باید توسط طراح رعایت گردد.

پیش‌بینی چراغ نشانگر در سیستم اعلام حریق متعارف برای تشخیص فعال شدن شرایط دتکتورهایی که محل نصب آنها در سقف و یا کف کاذب، فضاهای دربسته و یا غیرقابل رویت می‌باشند، استفاده می‌شود.

فاصله دتکتورها از یکدیگر، موانع، دریچه‌های هوا، چراغ‌های روکار سقفی، دورترین نقطه از دیوارهای اطراف، دیوارها، ارتفاع نصب قسمت حس کننده دود و حرارت دتکتور از سقف و غیره که در استانداردهای معتبر تعیین گردیده، باید توسط طراح رعایت گردد.

حداکثر فاصله نصب دتکتور از در کابین آسانسورها (چاه آسانسور) و شفق تهای عمودی دارای در و یا قابل دسترس در طبقات ساختمان 1.5متر می‌باشد.

پیش‌بینی دتکتور برای سقف کاذب و همچنین کف کاذب باید براساس استانداردهای معتبر انجام گیرد .دتکتورهای نصب شده در داخل سقف و کف کاذب باید قابل دسترس باشند.

کلیه کابل‌های سیستم اعلام حریق باید از نوع مقاوم در مقابل حریق بوده و براساس استانداردهای معتبر تولید شده باشد .مشخصات این کابل از نظر سطح مقطع و غیره باید طبق توصیه و یا دستورالعمل سازندگان معتبر سیستم اعلام حریق انتخاب گردد.

فضاهایی که توسط جدا کننده (پارتیشن) و یا قفسه بندی تقسیم شده باشند و ارتفاع بالای آن‌ها تا سقف کمتر از مقدار تعیین شده استانداردهای معتبر باشد، هر قسمت باید به طور جداگانه با دتکتور پوشش داده شود.

اندازه برآمدگی زیر سقف باتوجه به ارتفاع فضا که در استانداردهای معتبر به عنوان مانع تعریف می‌گردد، به عنوان یک دیوار جداکننده محسوب شده و فضاهای اطراف این برآمدگی باید به عنوان فضاهای مجزا به حساب آید.

حداکثر و حداقل ارتفاع نصب دتکتورهای دودی، حرارتی، ترکیبی و غیره باید براساس استانداردهای معتبر انتخاب گردد.
در سقف‌های شیب دار دوطرفه علاوه بر سایر قسمت‌های سقف باید یک ردیف از دتکتورها در بالاترین نقطه و با رعایت حداقل فاصله ازدیوار جانبی در نظر گرفته شود.

در سقف‌های شیب دار یک طرفه علاوه بر سایر قسمت‌های سقف باید یک ردیف از دتکتورهای در بالاترین نقطه و با رعایت حداقل فاصله از دیوار جانبی در نظر گرفته شود.

فاصله دتکتورهای حرارتی، دودی و ترکیبی باید براساس ارتفاع فضای نصب و سایر عوامل موثر دیگر و براساس استانداردهای معتبر انتخاب گردد.

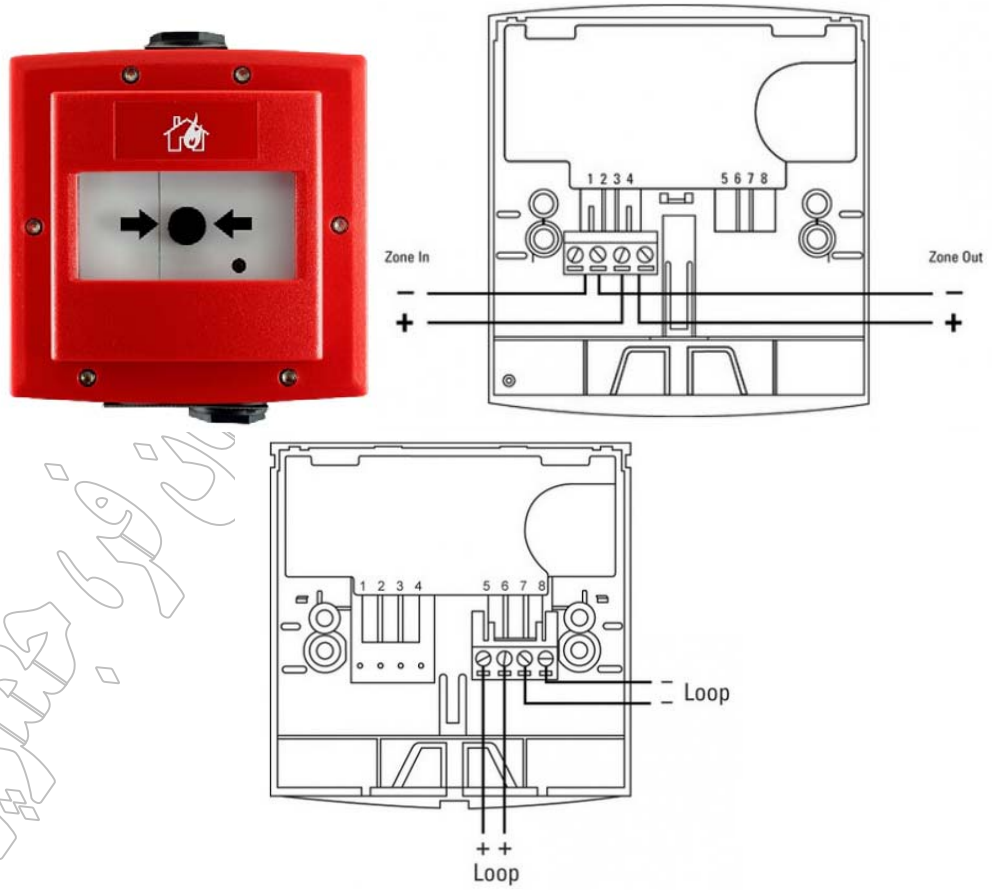
چنانچه جریان هوای موجود در فضا ناشی از خروج و یا تخلیه هوا در سیستم هوارسانی تاسیسات مکانیکی طبق استانداردهای معتبر در انتخاب محل نصب و تعداد دتکتورهای مورد نیاز فضا موثر می‌باشد، لذا به منظور تامین کارکرد مناسب دتکتورها، رعایت استانداردهای مذکور در این خصوص الزامی خواهد بود.

نصب شستی اعلام حریق علاوه بر راهروها و سرسراها، در ورودی پلکان‌های خروج، و راه‌های خروج الزامی، ضروری می‌باشد.

نصب دتکتور اعلام حریق در سقف قسمت خروجی کلیه پلکان‌های خروج بسته، الزامی است.

شستی اعلام حریق باید به آسانی قابل رؤیت بوده و به صورت نصب روکار و یا نیمه توکار باشد.

ارتفاع نصب شستی اعلام حریق طبق مبحث سوم بین ۰۱۱۰ تا 140 سانتی متر می باشد



در انتخاب محل نصب شستی‌های اعلام حریق باید حداکثر فاصله پیمایش افراد تا رسیدن به آن و همچنین فاصله شستی‌های اعلام حریق در راهروها از یکدیگر که در استانداردها تعیین گردیده، مدنظر قرار گیرد.
پیش‌بینی مشخصات و محل نصب زنگ، آژیر و یا هر سیستم شنیداری اعلام حریق، در ساختمان‌ها باید براساس شدت صوت مورد نیاز و با احتساب، افت شدت صوت ناشی از فاصله، درها، دیوارها و غیره که در استانداردهای معتبر تعیین گردیده، انتخاب شود.
در صورت نیاز به سیستم هشدار دهنده نوری در فضاها باید الزامات استانداردهای معتبر در این خصوص رعایت گردد.
دستگاه‌های اینترفیس سیستم اعلام حریق و تعداد کانال آن، محل موردنیاز نصب آن‌ها باید براساس شرایط طرح و نیاز سیستم‌های تاسیسات برقی و مکانیکی در نظر گرفته شود.
دتکتورهای کانالی در سیستم تهویه و هوارسانی با کانال هوای برگشت و یا رفت و یا هر دو و نیز کانال تخلیه هوای آن و نیز سیستم تخلیه هوای مستقل از سیستم هوارسان و غیره باید با هماهنگی طراحان سیستم‌های مذکور، سناریوی حریق و مدیریت تخلیه دود و براساس استانداردهای معتبر در نظر گرفته شود.
در طراحی سیستم دتکتور خیلی حساس دودی (با سیستم نمونه گیری از هوا به واسطه مکش هوا و دتکتورهای خاص)، رعایت دستورالعمل سازندگان معتبر آن‌ها الزامی است.
مرکز سیستم اعلام حریق باید به عنوان یک واحد مستقل و متکی به خود عمل نماید، فرمان‌ها و کنترل‌های مورد نیاز از این سیستم باید از طریق مرکز و با مدارهای واسطه به سیستم‌های دیگر از جمله سیستم‌های مدیریت ساختمان BMS و غیره مرتبط و متصل گردد.
ظرفیت باتری‌های منبع تغذیه پشتیبان سیستم اعلام حریق باید براساس استانداردهای معتبر محاسبه وانتخاب گردد.

سیستم‌های مرتبط با سیستم اعلام حریق
در ساختمان‌ها با توجه به نوع کاربری، زیربنا، شرایط، اهمیت، میزان سرمایه گذاری، افزایش امنیت و غیره سیستم‌هایی در نظر گرفته می‌شود که به هنگام حریق، علاوه بر عملکرد خود، به هنگام حریق با سیستم اعلام حریق مرتبط می‌شود تا صدمات و خسارت جبران ناپذیر به اموال و دارایی، جان افراد، تجهیزات گران قیمت و حساس، مدارک و اسناد موجود در ساختمان وارد نشده و با افزایش حاشیه ایمنی، خطرهای ناشی از حریق نیز به حداقل برسد.
در سیستم‌های اعلام حریق متعارف تامین این ارتباط و عملکرد لازم، در بعضی از سیستم‌های مرتبط جدول زیر عملا و در اکثر موارد امکان ناپذیر و یا با مشکلات زیادی همراه می‌گردد، ولی تامین این ارتباط و عملکردهای لازم در سیستم اعلام حریق آدرس پذیر عموماً با توجه به تکنولوژی و نرم افزارها و سخت افزارهای بکار گرفته شده در مرکز و اجزاء این نوع سیستم اعلام حریق، امکان پذیر می‌باشد .این ارتباطات در سیستم اعلام حریق آدرس پذیر از طریق اینترفیس، ارسال اطلاعات و داده و غیره حاصل می‌گردد.
با توجه به نکات فوق، سیستم‌های عمده مرتبط با سیستم اعلام حریق که ممکن است در طرح‌های تاسیسات برقی، مکانیکی و غیره موجود باشد .در جدول زیر ذکر گردیده و الزامی است که تمهیدات لازم در خصوص تامین ارتباط این سیستم‌ها با سیستم اعلام حریق، براساس سناریوی حریق تعریف شده برای ساختمان و یا نیاز به آن در نظر گرفته شود.
برای سیستم‌های اسپرینکلر (شبکه بارنده خودکار) و سایر موارد مرتبط دیگر این پیوست، به مبحث 3مقررات ملی ساختمان رجوع شود.

جدول سیستم‌های مرتبط با سیستم اعلام حریق

سیستم مرتبط با سیستم اعلام حریق	عملکرد سیستم مرتبط	نحوه تامین ارتباط و تمهیدات لازم
تابلوهای توزیع برق	برقراری تغذیه و یا قطع تغذیه برق تابلو یا مدارهای تغذیه طبق نیاز و یا سناریوی حریق	مدارهای فرمان و اجزاء لازم
سیستم کنترل تردد	قطع فرمان قفل درها و باز شدن آن‌ها از طریق مرکز سیستم در مسیرهای خروج و تخلیه افراد و بسته شدن درهای آتش باز (حالت باز)	ارسال اطلاعات ارتباطی لازم به مرکز سیستم مرتبط
سیستم اعلام و هشدار سرقت	برقراری یا قطع فرمان از طریق مرکز سیستم و یا طبق سناریوی حریق	ارسال اطلاعات ارتباطی لازم به مرکز سیستم مرتبط
سیستم تلویزیون مداربسته	زیر نظر گرفتن و فعال شدن تصاویر مناطق وقوع حریق	ارسال اطلاعات ارتباطی لازم به مرکز سیستم مرتبط
سیستم صوتی و اعلام خطر	پخش اعلام خطر در منطقه حریق و یا مناطق دیگر طبق نیاز و انتشار پیام تخلیه	ارسال اطلاعات ارتباطی لازم به مرکز سیستم مرتبط
آسانسورها	فرمان هدایت به همکف، باز شدن در آسانسورها برای تخلیه افراد و آماده بکار شدن و دریافت فرمان آسانسور دسترسی آتش نشان	مدارهای ارتباطی، رله‌های فرمان و یا ارسال اطلاعات ارتباطی لازم به تابلوی کنترل آسانسورها
پلکان برقی	متوقف شدن پلکان برقی و فعالیت مجدد آن‌ها طبق سناریوی حریق	مدارهای ارتباطی و رله‌های فرمان مرتبط با تابلوی کنترل پلکان برقی
دستگاه هوارسان	توقف کار کردن دستگاه هوارسان و یا برقراری شرایط کارکرد مجدد آن، براساس مدیریت تخلیه دود، شرایط طرح و همچنین سناریوی حریق	دتکتور کانال هوای برگشت هوا و یا رفت و یا هردو و یا تخلیه هوا، رله‌های فرمان و مدارهای ارتباط با تابلو تغذیه برق هوارسان
سیستم تامین هوای فشار مثبت	فعال شدن فن سیستم تامین هوای فشار مثبت	رله و مدار ارتباطی فرمان با تابلو تغذیه برق فن سیستم تامین هوای فشار مثبت
سیستم تخلیه دود	فعال شدن فن سیستم تخلیه دود	رله و مدار ارتباط فرمان با تابلو تغذیه برق فن سیستم تخلیه دود
دمپرهای موتوری کانال‌های هوا	فعال شدن دمپرهای موتوری به هنگام حریق	رله و مدار ارتباط فرمان با دمپر موتوری
گاز شهری ورودی به ساختمان	قطع گاز شهری به هنگام حریق از طریق شیر برقی ورودی گاز	رله و مدار ارتباطی فرمان با شیر برقی
سیستم اطفاء حریق	شروع کار سیستم اطفاء حریق پس از فعال	رله و مدار ارتباطی فرمان سیستم

مرکزی توسط گاز (200FMو غیره)	شدن سیستم و شیرهای کنترل گاز اطفاء و نیز بسته شدن دمپرهای کانال‌های هوای آن فضا	کنترل با مرکز اعلام حریق متعارف محلی و سیستم دتکتور خیلی حساس دودی و نیز ارتباط با مرکز اعلام حریق
سیستم اطفاء حریق دی اکسید کربن ($2CO$)	شروع کار سیستم اطفاء حریق پس از فعال شدن سیستم و شیرهای کنترل سیستم دی اکسید کربن ($2CO$)	رله و مدار ارتباطی فرمان از طریق سیستم کنترل و مرکز اعلام حریق متعارف محلی
سیستم اطفاء حریق پودری	شروع کار سیستم اطفاء حریق پس از فعال شدن سیستم و شیرهای کنترل سیستم اطفاء حریق پودری	رله و مدار ارتباطی فرمان از طریق سیستم کنترل و مرکز اعلام حریق متعارف محلی
سیستم اطفاء حریق توسط آب (اسپرینکلر) -نوع خشک	شروع کار سیستم اطفاء حریق پس از فعال شدن سیستم و شیرهای کنترل آب	رله و مدار ارتباطی فرمان از طریق مرکز اعلام حریق به سیستم و شیرهای کنترل آب
سیستم اطفاء حریق توسط آب (اسپرینکلر) –نوع تر	شروع کار سیستم اطفاء حریق پس از وقوع حریق	مدارهای ارتباطی سنسورهای فشار(سوییچ‌ها)، جریان آب و شیرهای کنترل از طریق رله به مرکز اعلام حریق
سیستم پمپاژ آب آتش نشانی	شروع به کار پمپ‌های آب آتش‌نشانی به هنگام حریق پس از فعال شدن فرمان راه اندازی پمپ‌ها	رله و مدار ارتباطی فرمان، تابلو کنترل پمپ‌ها از طریق سنسور جریان آب، فشار آب و یا مرکز اعلام حریق
پرده حریق و دود	فعال شدن مکانیزم جهت باز کردن پرده حریق و دود توسط سیستم کنترل پس از وقوع حریق و یا طبق سناریوی حریق	رله و مدار ارتباطی فرمان با سیستم کنترل مکانیزم باز شدن پرده
سیستم مدیریت هوشمند ساختمان (BMS)	ارسال اطلاعات مربوط به وقوع حریق، منطقه حریق، مکان حریق و نیز اعلام حریق توسط مرکز اعلام حریق به مرکز BMSو یا صدور فرمان و یا اطلاعات لازم دیگر از مرکز سیستم BMSبه سایر سیستم‌ها براساس شرایط طرح و یا سناریوی حریق	ارتباط مرکز اعلام حریق با مرکز سیستم BMSو ارسال اطلاعات و داده مورد نیاز با استفاده امکانات و پروتکل استاندارد و مشترک بین دو مرکز، جهت تجمیع آن‌ها

منظور از عنوان رله در جدول بالا در سیستم‌های اعلام حریق متعارف، عبارت است از رله کمکی و در سیستم‌های اعلام حریق آدرس پذیر، اینترفیس می‌باشد.

انواع سیستم ها با کابل مقاوم در برابر حریق

کلیه کابل‌های سیستم اعلام حریق باید از نوع مقاوم در مقابل حریق بوده و براساس استانداردهای معتبر تولید شده باشد .مشخصات این کابل از نظر سطح مقطع و غیره باید طبق توصیه و یا دستورالعمل سازندگان معتبر سیستم اعلام حریق انتخاب گردد.

کابل تغذیه مدار بلندگوها در سیستم صوتی و اعلام خطر از نوع متعارف و یا تحت IP، باید از نوع مقاوم در مقابل حریق بوده و براساس استانداردهای معتبر تولید شده باشد، سایر مشخصات این کابل نیز باید طبق توصیه سازندگان معتبر سیستم انتخاب شود .لازم به ذکر است که در سیستم صوتی متعارف و بدون سیستم اعلام خطر، الزامی به استفاده از کابل مقاوم در مقابل حریق برای تغذیه مدار بلندگوها نمی‌باشد

به منظور تأمین پایداری کارکرد مدارهای سیستم‌های ایمنی، کابل‌های تغذیه آنها و جلوگیری از صدمه به آن، به هنگام حریق و غیره، باید یکی از روش‌های زیر ملاک عمل قرار گیرد:

الف) استفاده از جداکننده مناسب در مسیر سیم‌کشی و یا کابل‌کشی به منظور حفاظت در مقابل حریق، صدمات فیزیکی، مکانیکی و سایر مواردی که ممکن است پایداری موردنظر را به خطر بیاندازد.

ب) استفاده از کابل‌های دارای نوار محافظ فلزی

پ) استفاده از کابل‌های مقاوم در مقابل حریق طبق استانداردهای معتبر و یا توصیه سازندگان سیستم

در صورت استفاده از سیستم تلفن آتش نشان در طرح ساختمان، کابل این سیستم باید از نوع مقاوم در برابر حریق باشد HFFR: Haloen Free Flame Retardant

سیستم صوتی و اعلام خطر

دستگاه‌های مرکز تقویت و پخش سیستم صوتی (پیام رسانی) متعارف باید از نوع ولتاژ زیاد (70و 100ولت موثر) یا امپدانس زیاد باشد .قدرت اسمی سینوسی سیستم باید حداقل معادل جمع قدرت بلندگوها، با احتساب قدرت خروجی از ترانسفورماتورهای تطبیق آن‌ها و افت توان در مسیرهای سیم‌کشی باشد.

مرکز سیستم صوتی با اعلام خطر باید دارای خصوصیاتی از قبیل اولویت دادن به پخش خبرهای خطر و نیز توانایی ارتباط با مرکز سیستم اعلام حریق و سیستم مدیریت هوشمند ساختمان BMSرا داشته باشد.

هادی‌های مدار میگروفن باید مخصوص این کار (مجهز به شیلد حفاظتی و نظایر آن) باشد و همراه با هیچ مدار دیگری مانند مدار بلندگو به داخل یک لوله هدایت نشوند.

مدارهای تغذیه کننده بلندگوها باید مستقل از سیستم‌های دیگر و در داخل لوله‌های فولادی اجرا گردد، مگر آنکه کابل مدارها، دارای نوعی پرده فلزی مانند شیلد یا فویل که نهایتاً به سیستم اتصال زمین وصل می‌گردد، باشد که در این صورت استفاده از لوله پلاستیکی برای لوله‌کشی مدارهای صوتی مجاز خواهد بود.

کلیه اتصالات مربوط به ترانسفورماتورهای تطبیق بلندگوها باید با لحیم کاری یا با استفاده از لحیم کاری و اتصال‌های مخصوص اجرا شود .استفاده از اتصالات پیچی، جز در مواردی که اجزای سیستم مجهز به این گونه اتصالی‌ها باشند، ممنوع است.

در ساختمان‌هایی که به سیستم صوتی مجهز می‌شوند، علاوه بر محل‌های نصب انواع بلندگو برحسب ضرورت، در محل‌های زیر نیز باید بلندگو نصب شود:
الف) کابین آسانسور
ب) فضای انتظار جلوی آسانسور
پ) راهروها، پلکان خروج، سرسراها و راه‌های خروج الزامی

سیستم‌های جریان ضعیف تحت پروتکل اینترنت (IPBase)

سیستم صوتی و اعلام خطر تحت شبکه یا تحت IP
این سیستم باید امکانات و همخوانی‌های لازم برای مرتبط شدن با مرکز اعلام حریق و سیستم مدیریت هوشمند ساختمان را داشته باشد.
پ) باید محل مناسب جهت نصب مبدل‌های دیجیتال به آنالوگ، تقویت کننده‌های صوتی محلی در طبقات ساختمان، که بلندگوهای سیستم صوتی هر طبقه و یا منطقه‌ای را تغذیه می‌نمایند، در نظر گرفته شود .این محل می‌تواند اتاق برق جریان ضعیف و یا اتاق برق فشار ضعیف تاسیسات برقی باشد.
ث) در مرکز سیستم، سیگنال صوتی پس از تبدیل حالت آنالوگ به دیجیتال، سیگنال دیجیتال از طریق بستر شبکه کامپیوتر و یا شبکه داده، به عنوان سیگنال ورودی مبدل و تقویت کننده محلی بکار گرفته می‌شود.

کابل تغذیه مدار بلندگوها در سیستم صوتی و اعلام خطر از نوع متعارف و یا تحت IP، باید از نوع مقاوم در مقابل حریق بوده و براساس استانداردهای معتبر تولید شده باشد، سایر مشخصات این کابل نیز باید طبق توصیه سازندگان معتبر سیستم انتخاب شود .لازم به ذکر است که در سیستم صوتی متعارف و بدون سیستم اعلام خطر، الزامی به استفاده از کابل مقاوم در مقابل حریق برای تغذیه مدار بلندگوها نمی‌باشد.

سیستم آنتن مرکزی تلویزیون و ماهواره

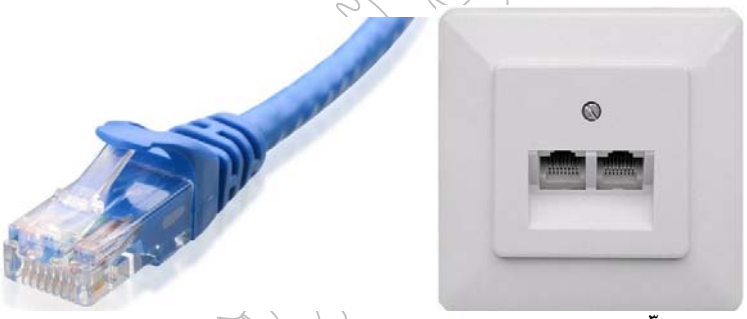
سیستم آنتن مرکزی متعارف برای دریافت و توزیع سیگنال‌های تلویزیونی در ساختمان، به کار می‌رود .این سیستم شامل اجزاء مورد نیاز طرح از قبیل آنتن تمام کانال، تقویت کننده مرکزی، مخلوط کننده سیگنال، تقویت کننده خط (میانی)، تضعیف کننده سیگنال، منبع تغذیه، جعبه تقسیم عبوری (با یک عبور و با یک و یا چند انشعاب)، جعبه تقسیم انشعابی (با یک ورود و چند انشعاب)، پریز تلویزیون میانی، پریز تلویزیون انتهایی، شبکه کابل کشی، اتصالات مخصوص BNCو غیره است و رعایت موارد زیر در طرح این سیستم الزامی می‌باشد:
الف) آنتن باید دارای پهنای باند مناسب برای دریافت کلیه کانال‌های موجود در منطقه نصب، بهره مناسب و دارای مشخصات مکانیکی لازم برای مقابله با تغییرات شدید جوی، بادهای شدید، زنگ زدگی و غیره بوده و نیز دارای میله یا لوله فلزی مناسب جهت نصب باشد .
ب) آنتن باید در مکانی نصب گردد که مناسب‌ترین شرایط را برای دریافت سیگنال‌ها فراهم نماید و از موانع ساختمانی، قطعات فلزی، دودکش، سایر آنتن ها و غیره فاصله مناسب داشته باشد .

ث) برای جلوگیری از اثرات اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه و غیره، اجزای فلزی سیستم از قبیل پایه فلزی آنتن، جعبه تقسیم‌های فلزی، پرده فلزی (شیلد) کابل آنتن و غیره باید به سیستم هم‌بندی بشرای هم ولتاژ کردن متصل شوند.

کابل شبکه و سیستم توزیع آنتن مرکزی تلویزیون و ماهواره باتوجه به نوع سیستم، مرکز آن و ساختار شبکه کابل کشی، می‌تواند کابل نوع هم‌محور (کواکسیال) با امپدانس مشخصه 75اهم و یا کابلی که سازنده سیستم توصیه می‌نماید انتخاب گردد .
مدارهای سیستم آنتن مرکزی تلویزیون و ماهواره باید به صورت مستقل از دیگر سیستم‌ها، در مجاری مخصوص آن مدارها هدایت شوند .

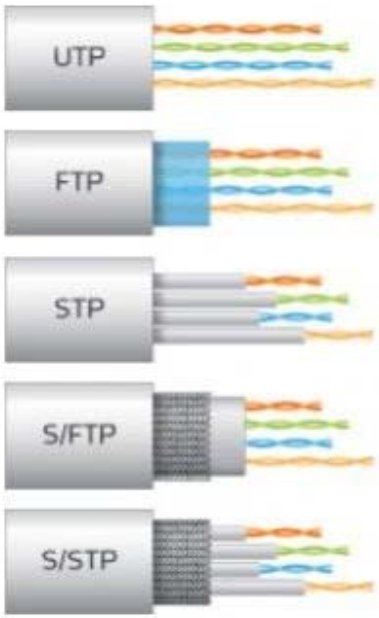
شبکه کامپیوتر

پریز مخصوص شبکه کامپیوتر ، پریز RJ45 است.
این پریز از نوع روکار، توکار، با یک و یا چند سوکت، مدولار و یا معمولی است



کابل چند زوج بهم تابیده مسی[3] (کابل مسی شبکه)
در انتخاب و استفاده از کابل‌های چند زوج بهم تابیده با هادی مسی، که برای کابل کشی جهت اتصال پریزهای شبکه کامپیوتر به تجهیزات رک‌های فرعی شبکه کامپیوتر در ساختمان (رک‌های منطقه‌ای) بکار می‌رود، باید به نکات زیر توجه شود:
الف) نوع کابل شبکه با توجه به حجم اطلاعات انتقالی در شبکه، سرعت انتقال اطلاعات، سرعت اتصال کاربران و سایر عوامل دیگر که براساس رده بندی آن تعیین می‌گردد.
ب) در نظر گرفتن شرایط محیطی نصب، مسیر اجرا، نوع اجرا و دسترسی، تداخل امواج الکترومغناطیسی، میزان اثر نویز ناشی از سایر سیستم‌های تاسیسات برقی و غیره، که در انتخاب نوع کابل، از قبیل کابل بدون شیلد، شیلددار، فویل دار و غیره موثر می‌باشد.
پ) رعایت حداکثر طول مجاز قابل استفاده از این نوع کابل در طرح شبکه که پریزهای شبکه کامپیوتر را به پچ پانل و هاب سویچ در رک فرعی شبکه کامپیوتر وصل می‌نماید و به آن اصطلاحاً طول کابل کشی افقی نیز می‌گویند، الزامی است.

[3] Twisted Pair(UTP,FTP,STP,SFTP,SSFTP)



Different types of twisted pair cables

S/FTP:
overall braid screen (S),
elements foil screened (FTP)

F/UTP:
overall foil screen (F),
elements unscreened (UTP)

SF/UTP:
overall braid and foil screen (SF),
elements unscreened (UTP)

U/UTP:
no overall screen (U),
elements unscreened (UTP)

U = unshielded
F = foil shielding
S = braided shielding (outer layer only)
TP = twisted pair
TQ = twisted pair, individual shielding in quads

UTP = Unshielded twisted pair
STP = Shielded twisted pair
FTP = Foiled twisted pair
Sc TP = Screened twisted pair (pairs are shielded)

رک فرعی شبکه کامپیوتر

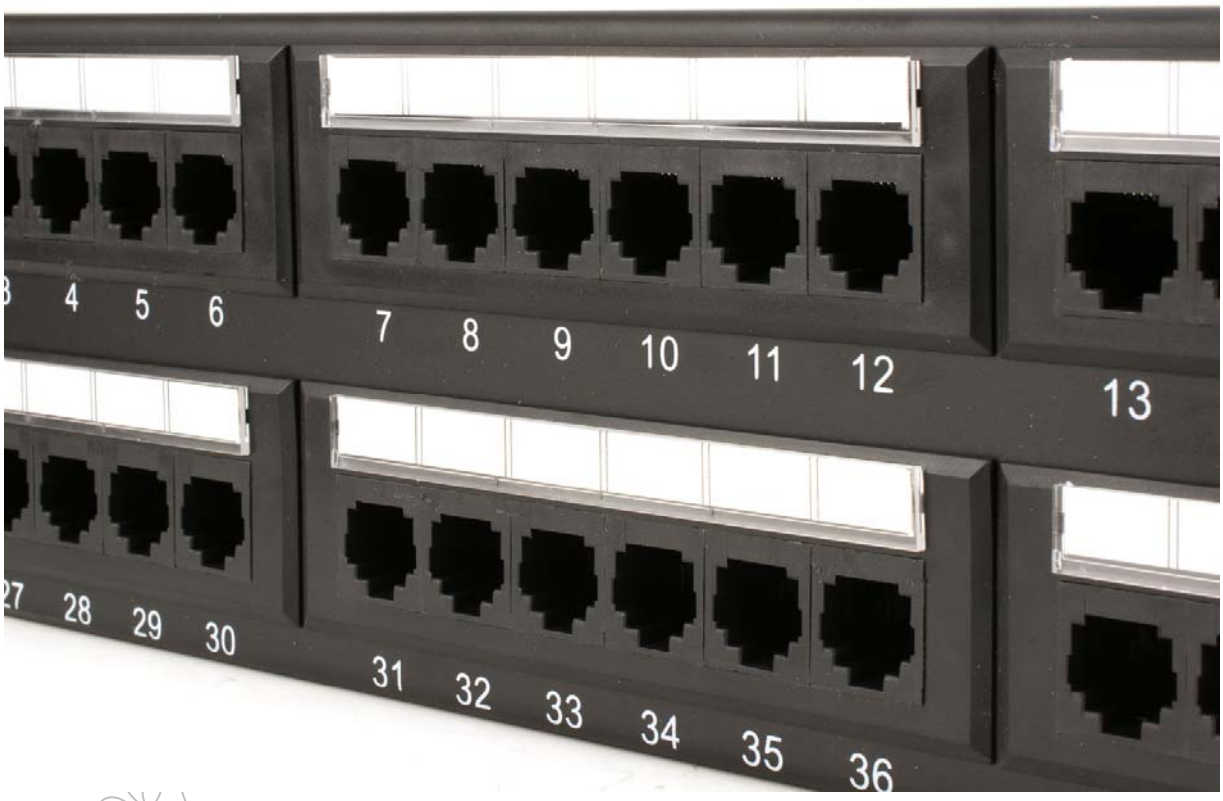
رک‌های فرعی شبکه کامپیوتر برای نصب تجهیزات شبکه کامپیوتر از قبیل پچ پانل، هاب سویچ، سایر سویچ‌ها و غیره بکار میرود .این رک‌ها دارای کیت‌های نگهدارنده افقی و عمودی کابل‌ها، نوارهای برس دار عبور کابل (برای جلوگیری نفوذ گرد و خاک)، منبع تغذیه برق رک، فن تهویه و غیره بوده و دارای مشخصات عمومی و شرایطی به قرار زیر می‌باشد:

الف) رک‌ها باید دارای درِ بازشو از قسمت جلو و در صورت نیاز کابل کشی و نصب تجهیزات، دارای درِ قسمت پشت و دیواره‌های جانبی قابل برداشت بوده و دارای بازشوهای لازم برای گردش هوا نیز باشد.

ث) منبع تغذیه این رک باید از طریق برق بدون وقفه تغذیه گردد.

ج) برای نصب رک‌های فرعی در ساختمان باید محل مناسب با توجه به طول مسیر کابل کشی افقی در نظر گرفته شود . محل نصب این رک‌ها، ترجیحاً اتاق برق سیستم‌های جریان ضعیف و یا اتاق برق تاسیسات برقی و یا کابینت مخصوص آن می‌باشد.

در صورت نصب رک فرعی در اتاق برق تاسیسات برقی، باید حداقل فاصله عملیاتی لازم برابر حداقل 80سانتی متر با تاسیسات برق فشار ضعیف و تابلوهای برق رعایت گردد.



کابل پشتیبان[۴] شبکه کامپیوتر

کابل پشتیبان و یا مسیر اصلی شبکه کامپیوتر جهت ارتباط و اتصال رک‌های فرعی به رک یا رک‌های اصلی شبکه کامپیوتر مستقر در مرکز کامپیوتر و یا چنانچه ساختمان دارای مرکز داده متعلق به خود باشد، بکار میرود.

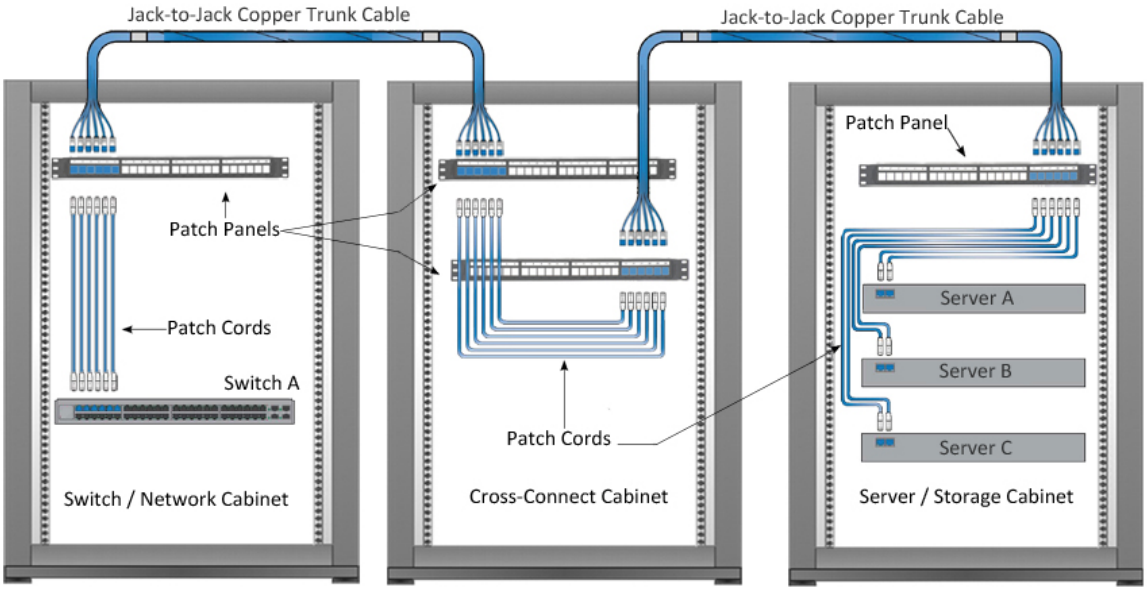
[4] Backbone

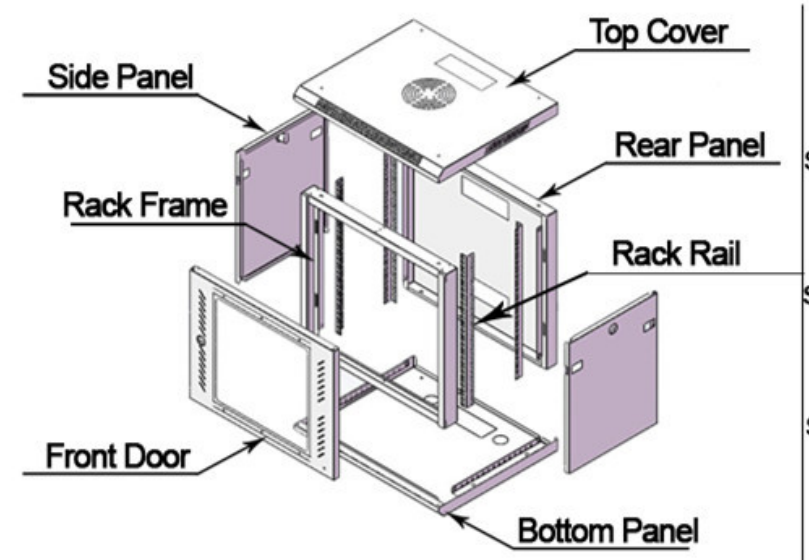
الف) کابل‌های پشتیبان اکثراً از نوع فیبر نوری می‌باشد .کابل چندزوج بهم تابیده مسی در صورت پاسخگو بودن به حداکثر طول مجاز می‌تواند به عنوان کابل پشتیبان بادر نظر گرفتن شرایط طرح مورد استفاده قرار گیرد.
ب) تعداد رشته‌های کابل فیبر نوری، نوع چند مود و یا تک مود و تعداد رشته و سایر مشخصات دیگر آن که براساس نیاز طرح و شبکه کامپیوتر تعیین می‌گردد.
پ) توپولوژی مورد استفاده در کابل کشی کابل پشتیبان نیز دارای ساختار ستاره می‌باشد.

رک اصلی شبکه کامپیوتر

این رک‌ها در مرکز کامپیوتر و یا فضای معادل آن و یا چنانچه ساختمان دارای مرکز داده و متعلق به خود باشد، مستقر می‌شود .رک‌های فرعی ساختمان از طریق کابل پشتیبان شبکه کامپیوتر با توپولوژی ستاره به رک یا رک‌های اصلی متصل می‌گردند .در این رک‌ها تجهیزات اصلی شبکه کامپیوتر از قبیل پچ پانل‌ها، سویچ‌ها، سرورها، کیت‌های نگهدارنده افقی و عمودی کابل‌ها، نوارهای برس دار عبور کابل، منبع تغذیه رک فن تهویه و غیره که مشخصات آن‌ها توسط متخصصین شبکه کامپیوتر یا فن‌آوری اطلاعات تعیین می‌گردد، نصب می‌شود این رک دارای مشخصات شرایط زیر می‌باشد:
الف) رک‌ها باید در بازشو از قسمت جلو و پشت و نیز دیواره‌های جانبی قابل برداشت باشد.
ب) برای نصب این رک‌ها در مرکز کامپیوتر و یا مرکز داده باید هماهنگی لازم بعمل آمده و شرایط مورد نیاز فراهم گردد.
پ) منبع تغذیه این رک‌ها باید از طریق برق بدون وقفه تغذیه گردد.
چنانچه شبکه کامپیوتر ساختمانی فقط یک رک فرعی کامپیوتر داشته باشد .این رک، به عنوان رک اصلی تلقی شده و دارای عملکرد و خصوصیات آن خواهد بود.

سیستم اتصال زمین عملیاتی مرکز کامپیوتر و یا مرکز داده باید به ترمینال اتصال اصلی زمین وصل و هم بندی گردد.





Installation instruction:

Step 1:Fix top cover,bottom and frame with 16 pcs M6 screws

Step 2:Install the vertical rails with 8 sets M6 screws and nuts

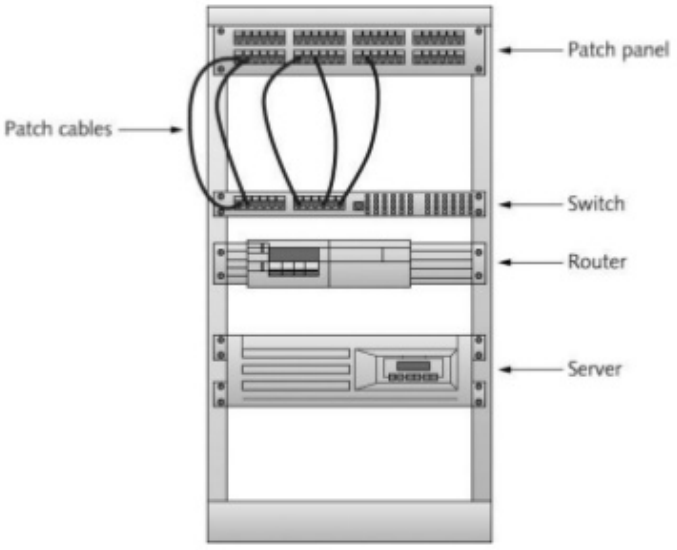
Step 3:Install the lock into front door and fix the door and side panels

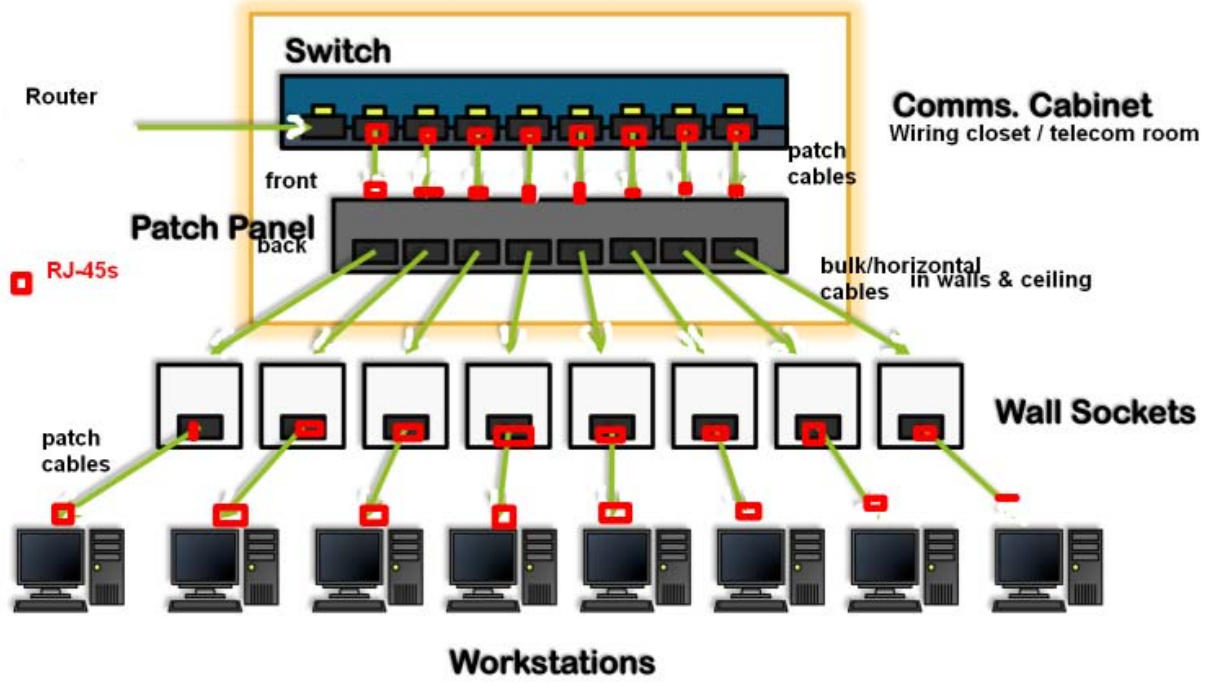
Installation Accessories

M6 Screw (24 pcs) | Cage nuts (8 pcs) | Hex Nuts (8 pcs) | L Wrench (1 pc) | Door Hinge Pin (1 pc)

Twisted-Pair Cable Plant Components

- Distribution racks – hold network equipment such as routers and switches, plus patch panels and rack-mounted servers
  (Also called 19" racks because the upright rails are 19" apart)




Switch
Router
Comms. Cabinet
Wiring closet / telecom room
patch
cables
front
Patch Panel
back
RJ-45s
bulk/horizontal
cables
in walls & ceiling
Wall Sockets
patch
cables
Workstations

قوانین کابل کشی در شبکه های کامپیوتری

در صورت استفاده از کابل‌های با زوج بهم تابیده و یا کابل‌های با حفاظ فلزی (شیلد) برای شبکه کامپیوتر و فن آوری اطلاعات (IT)، حفاظ فلزی کابل‌های فوق نهایتا باید به ترمینال سیستم اتصال زمین عملیاتی وصل گردد.

کابل‌های شبکه توزیع نیرو (کابل کشی و یا سیم‌کشی نیرو) با کابل‌های سیگنال، شبکه کامپیوتر و فن‌آوری اطلاعات (IT) بدون حفاظ فلزی (شیلد)، در طول مسیر مشترک کمتر از 35 متر احتیاج به جداسازی ندارند و اگر طول مسیر مشترک بیش از ۳۵ متر باشد، به غیر از طول مسیر 15 متر آخر، در بقیه مسیر باید از طریق جداکننده فلزی جداسازی شوند (برای جلوگیری از القاء و یا ایجاد لوپ‌های القائی)

در سینی‌ها و نردبان‌های فلزی کابل‌های شبکه کامپیوتر و فن‌آوری اطلاعات (IT) ضمن تأمین تداوم هدایت الکتریکی سینی‌ها و نردبان‌ها در کل مسیر، ابتدا و انتهای آن‌ها باید به ترمینال یا شینه سیستم اتصال زمین وصل گردند.

فاصله کابل‌های شبکه کامپیوتر بدون حفاظ فلزی (شیلد) از چراغ‌های فلورسنت، بخار جیوه، بخار سدیم، متال هالید (لامپ‌های تخلیه در گاز) باید حداقل 13 سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

در صورت استفاده از سیستم ترانکینگ به عنوان مجرای عبور مشترک کابل‌های سیستم‌های فوق الذکر، تعداد محفظه‌های سیستم ترانکینگ باید براساس نوع وتعداد سیستم‌ها، کابل آنها و تعداد رشته کابل‌ها که در داخل محفظه‌ها قرار می‌گیرند، تعیین گردد.

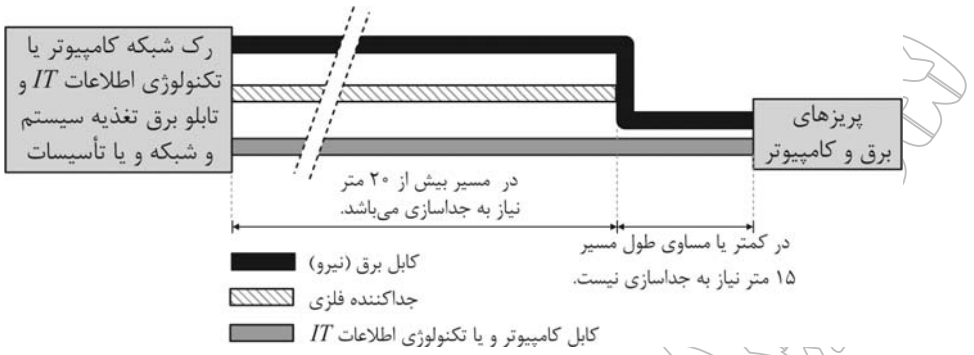
در صورت استفاده از ترانکینگ غیر فلزی باید به موضوع تداخل امواج الکترومغناطیسی و نیز نوع و ساختار کابل‌های شبکه کامپیوتر، تلفن و غیره توجه شده و چنانچه طول مسیر مشترک برابر و یا بیشتر از35 متر باشد، کابل‌ها باید از نوع شیلددار و یا فویل دار و با توجه به نیاز انتخاب شوند.

تبصره ۱: برای اجرای انشعابات، قطعات ارتباطی، جعبه کفی و ترانکینگ باید ازتولیدات استاندارد استفاده شود.

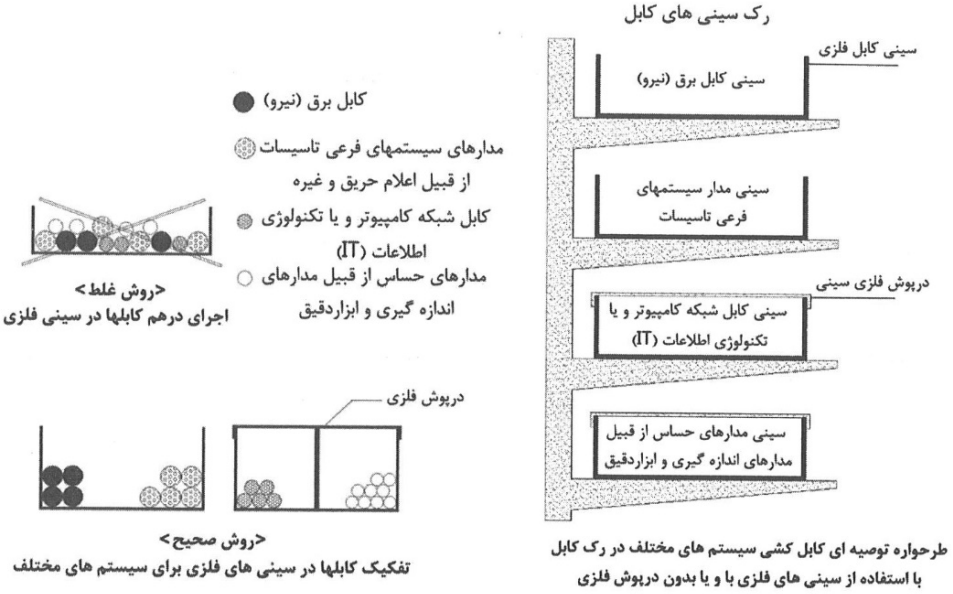
تبصره ۲: عموما جهت کابل کشی پریزهای برق (نرمال، اضطراری و برق بدون وقفه)، کامپیوتر، تلفن و غیره در فضاهای اداری باز و غیره از سیستم ترانکینگ کفی و یا دیواری نوع فلزی و یا غیرفلزی استفاده می‌شود.

شکل طرحواره مسیر مشترک کابل برق و کابل کامپیوتر

یا فناوری اطلاعات IT برای طول مسیر کمتر یا مساوی ۳۵ متر



شکل طرحواره مسیر مجزا و مشترک کابل برق و کابل کامپیوتر یا فناوری اطلاعات IT برای طول مسیر بیش از ۳۵ متر



شکل طرحواره جداسازی کابل‌های سیستم‌های مختلف و سینی‌های مربوطه در تاسیسات برقی

تبصره: فاصله عمودی سینی‌های کابل در رک سینی‌ها از همدیگر در شکل بالا حداقل برابر 30 سانتی متر می‌باشد.

مدیریت هوشمند ساختمان (BMS)

برای راهبری، نظارت، تنظیم و تثبیت شرایط، اتوماسیون و کنترل، مدیریت و بهره برداری بهینه از سیستم‌های تاسیسات برقی، مکانیکی و سایر سیستم‌های موجود در طرح ساختمان، با توجه به اهمیت شرایط طرح، کاربری و بهره برداری از ساختمان در ترکیب با سیستم مدیریت انرژی با هدف اتوماسیون و کنترل و نیز مدیریت انرژی جهت و صرفه جویی در مصرف انرژی، طراحی و اجرا می‌گردد.

پروتکل‌های ارتباطی

سناریوهای مصرف انرژی

برای کنترل و فرمان، نظارت، مشاهده وضعیت و حالت، اندازه‌گیری مصارف، تنظیم و تثبیت، عملکرد، ارتباط داده، تامین شرایط مورد نیاز جهت اتوماسیون و کارکرد مناسب اجزای سیستم‌های تاسیسات برقی، مکانیکی و سایر سیستم‌های دیگر (که اصطلاحاً سیستم‌ها و اجزای سطح اول نامیده می‌شوند) و نیز تامین سیستم‌ها، شرایط و تمهیدات لازم برای اعمال مدیریت در سیستم‌های مذکور (که اصطلاحاً سیستم‌های سطح دوم نامیده می‌شوند) و نهایتاً تامین سیستم‌ها، شرایط، تمهیدات، تجهیزات برای مدیریت هوشمند، مدیریت انرژی با نرم افزار خاص خود (که اصطلاحاً سیستم‌های سطح سوم نامیده می‌شوند)، ایجاد یک ساختار شبکه ارتباطی داده با دستگاه‌ها و تجهیزات کل سیستم BMS، الزامی می‌باشد .برای این منظور باید نقاط مورد نظر در اجزای سیستم‌های فوق الذکر از طریق ورودی‌های دیجیتال، خروجی دیجیتال، ورودی‌های انالوگ و یا خروجی آنالوگ مورد نیاز برای هر یک از اجزاء و نقاط، عموماً توسط ماژول یا مدول و یا هر سیستم ارتباطی و اطلاعات داده مورد نیاز و همخوان دیگر، به کنترلرهای سییستم BMSوصل گردند .

کنترلرهای سیستم BMS، باید با استفاده از کابل کشی با توپولوژی استاندارد و سازگار با سیستم و تحت پروتکل‌های ارتباطی داده معتبر، به سوییچ‌های ارتباطی فرعی و نیز تجهیزات دیگر شبکه، متصل گردند .این سوییچ‌ها از طریق کابل پشتیبان، سوییچ‌های مرکزی، سرورهاserver و تجهیزات دیگر مرکز سیستم BMS، اطلاعات داده لازم را جهت اعمال اتوماسیون و مدیریت هوشمند مبادله می‌نمایند

در صورت استفاده از شبکه فرمان حسگر (سنسور) زلزله در ساختمان، فرمان‌های اعلام خطر و قطع این حسگر از طریق سیستم مدیریت هوشمند ساختمان و یا بطور مستقل و مستقیم به شیر برق ورودی گاز سوخت، آسانسورها، اجزاء تاسیسات برقی از قبیل تابلوهای فشار متوسط ورودی برق شهر در پُست برق اختصاصی و یا تابلوهای فشار ضعیف اصلی برق عادی (نرمال) و نیروی برق اضطراری و سایر دستگاه‌ها و تجهیزاتی که به هنگام زلزله و طبق سناریوی تعریف شده، کارکرد آن‌ها باید متوقف شوند، ارسال خواهد نمود.

نیروی برق اضطراری (برق اضطراری)

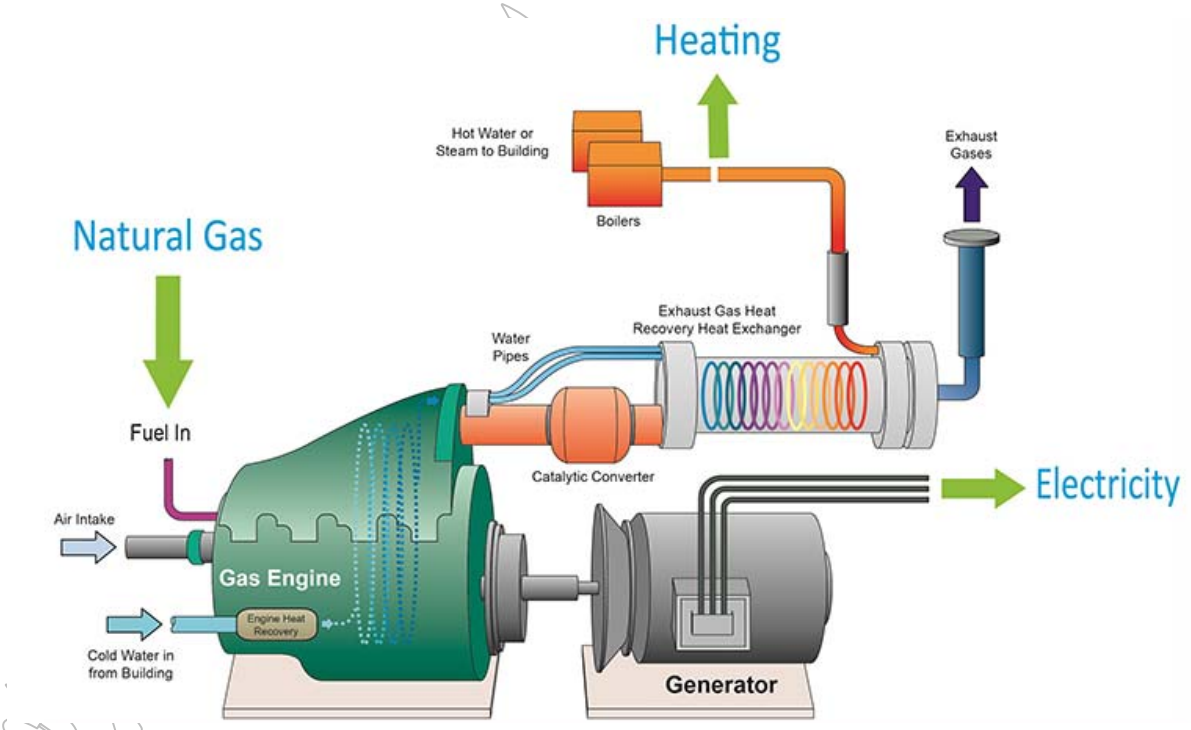
برای تأمین و تغذیه برق مصارف اضطراری تاسیسات برقی ساختمان از قبیل سیستم‌ها، دستگاه‌ها، تجهیزات و غیره باید از نیروی برق اضطراری که در محل ساختمان توسط مولدهای نیروی برق اضطراری تولید می‌گردند استفاده شود .نیروی محرکه ژنراتور این مولدها معمولا موتورهای دیزل و یا در بعضی از موارد موتورهای گازسوز (گاز شهری) می‌باشد .براین اساس مصارف اضطراری زیر باید از نیروی برق اضطراری تغذیه گردند:

ساختمان‌های مسکونی و اداری خصوصی (غیر عمومی)، که دارای واحدهای مجزا از هم بوده و طول مسیر حرکت آسانسور(ها) بیش از 21متر از کف اصلی ورودی بوده که الزاماً دارای آسانسور حمل بیمار (برانکاردبر) می‌باشد.
سردخانه‌های عمومی و صنعتی
مراکز صنعتی که قطع برق طولانی مدت در آن‌ها ممکن است موجب خسارت جبران ناپذیر شود.
هر نوع ساختمان یا مجموعه یا مرکز دیگری که به تشخیص مقامات ذیصلاح باید دارای نیروی برق اضطراری باشد . مانند:

- بیمارستانها، مراکز درمانی خاص، کلینیک ها و تاسیسات مشابه
- مراکز داده و مخابراتی
- مراکز کنترل خدمات شهری مانند مراکز دیسپاچینگ برق، آب، گاز و کنترل ترافیک

ساختمان‌هایی که نوع فعالیت آن‌ها به نحوی است که ممکن است قطع برق خطر یا خسارت جبران ناپذیر بوجود آورد.

بنا به دلایل زیر از ژنراتور گازی(Gas Engine(CHP, CCHP که در آن از شبکه گاز شهری به عنوان سوخت نیروی محرکه مولد برق اضطراری استفاده می‌شود فقط برای تأمین مصارف برق اضطراری و به غیر از مصارف سیستم‌های ایمنی می‌توان استفاده کرد.
الف) مدت زمان راه‌اندازی ژنراتورهای گازی بیش از 15ثانیه می‌باشد .
ب) احتمال قطع گاز شبکه شهری به دلایل ناخواسته وجود دارد.



مولد نیروی برق اضطراری به هنگام قطع برق شهر، از طریق تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک A.T.Sبه شبکه توزیع برق اضطراری وصل و برق مورد نیاز مصارف اضطراری را تأمین می‌نماید .کلیدهای خودکار (اتوماتیک) با مکانیسم موتوری و یا کلید خودکار مغناطیسی (کنتاکتور) مورد استفاده در تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک A.T.Sمذکور در سیستم نیروی TN-Sسه فاز و نیز کلید حفاظتی اصلی مدار خروجی برق ژنراتور از نوع 4پل و بقیه کلیدهای حفاظتی تابلو برق اصلی آن از نوع 3پل خواهند بود.

اجزای تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک ATSمولد نیروی برق اضطراری در سیستم نیروی TN-Sسه فاز و نیز کلیدهای حفاظتی اصلی مدار خروجی برق ژنراتور تابلو برق اصلی آن از نوع 3پل خواهند بود .

نیروی برق ایمنی

در مواردی که قطع نیروی برق ممکن است برای افراد و ساکنین ایجاد خطر نموده و یا باعث ضرر و زیان گردد، پیش‌بینی نیروی برق ایمنی الزامی می‌گردد .نیروی برق ایمنی می‌تواند مکمل نیروی برق اضطراری یا مستقل از آن باشد .انتخاب سیستم ایمنی وسایل و دستگاه‌هایی که باید از منابع ایمنی تغذیه شوند بستگی به نوع کار آن‌ها خواهد داشت.

منابع نیروی برق ایمنی ممکن است جزئی از خود وسیله یا دستگاه باشد و با آن یک واحد تشکیل دهد (چراغ‌های ایمنی باتری سرخود و غیره).

سیستم‌های ایمنی در ساختمان‌هایی از قبیل ساختمان‌های بلندمرتبه مسکونی، تجاری، اداری، ساختمان‌های مرکزی بانک‌ها، فروشگاه‌های بزرگ، ساختمان‌های ویژه حیاتی، بسیار زیاد حساس و زیاد مهم، بناهای درمانی و بیمارستان‌ها،

تالارهای اجتماعات، سینماها، تئاترها و غیره براساس مقررات، ضوابط، استانداردها و یا نیاز و الزام به استفاده از آن‌ها در نظر گرفته می‌شود.

برای تأمین ایمنی افراد و جلوگیری از ضرر و زیان به ساختمان، اموال، اسناد، دستگاه‌ها، تجهیزات و غیره، سیستم‌های ایمنی، در طرح ساختمان به قرار زیر در نظر گرفته می‌شوند .تغذیه بعضی از این سیستم‌ها بسته به نوع، شرایط و نیاز آن، از طریق نیروی برق اضطراری و بعضی دیگر از آنها با برق بدون وقفه UPSو یا منبع تغذیه پشتیبان مستقل و مخصوص خود شامل باتری و شارژ آن خواهد بود.

مولد نیروی برق اضطراری که مصارف برق اضطراری سیستم‌های تأمین ایمنی را بطور مستقیم تغذیه می‌نماید، باید بتواند حداکثر در مدت زمان 15ثانیه (زمان راه اندازی کامل مولد)، از طریق تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک، مصارف برق سیستم‌های ایمنی را تأمین و تغذیه نماید.

تبصره :در صورتی که بیش از یک مولد تأمین و تغذیه برق اضطراری سیستم‌های ایمنی را به عهده داشته باشد، صرفنظر از نحوه و روش قرار گرفتن مولدهای مذکور در مدار تغذیه، باید مدت زمان راه اندازی کامل مولدها، حداکثر 15ثانیه برای این حالت نیز برقرار باشد.

سیستم‌های ایمنی باید دارای مدار مستقل تغذیه مخصوص به خود بوده و هیچ انشعابی برای تغذیه مدارهای غیر ایمنی از آن انجام نگرفته باشد.

به منظور تأمین پایداری کارکرد مدارهای سیستم‌های ایمنی، کابل‌های تغذیه آنها و جلوگیری از صدمه به آن، به هنگام حریق و غیره، باید یکی از روش‌های زیر ملاک عمل قرار گیرد:

الف) استفاده از جداکننده مناسب در مسیر سیم‌کشی و یا کابل‌کشی به منظور حفاظت در مقابل حریق، صدمات فیزیکی، مکانیکی و سایر مواردی که ممکن است پایداری موردنظر را به خطر بیاندازد.

ب) استفاده از کابل‌های دارای نوار محافظ فلزی

پ) استفاده از کابل‌های مقاوم در مقابل حریق طبق استانداردهای معتبر و یا توصیه سازندگان سیستم

توصیه می‌شود که در صورت تأمین امکانات و شرایط لازم در طرح به منظور تأمین پایداری و برقراری برق تغذیه در مصارف سیستم‌های ایمنی ساختمان‌های بلندمرتبه مسکونی، اداری و تجاری، بیمارستان‌ها، مراکز کامپیوتر، مرکز داده، ساختمان‌های مرکزی بانک‌ها، ساختمان‌های ویژه حیاتی و بسیاز زیاد حساس و غیره، تغذیه برق مصارف ایمنی و یا سایر مصارف برقی مربوط به آسانسور دسترسی آتش نشان، سیستم تأمین هوای فشار مثبت پلکان خروج، راه‌های خروج الزامی و چاه آسانسور دسترسی آتش نشان، سیستم تخلیه دود به هنگام حریق و غیره از طریق 2مدار مجزا و به ترتیب اولویت از تابلوهای زیر تغذیه گردند :

الف) تابلوهای اصلی 2منبع تغذیه متفاوت
ب) دو تابلوی اصلی متفاوت از یک منبع تغذیه
پ) دو تابلوی نیمه اصلی متفاوت با 2منبع تغذیه متفاوت
ت) دو تابلوی نیمه اصلی متفاوت با یک منبع تغذیه
و مدارها هم در 2مسیر مجزا اجرا شده و در نقطه تغذیه و مصرف، این 2مدار از طریق یک تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک ((ATSبه تابلوی برق مصرف کننده و یا مصرف کننده‌های موردنظر وصل گردند.
تمامی و یا هر یک از کابل‌های تغذیه برق، کنترل، روشنایی، مصارف تأسیسات مکانیکی و غیره مربوط به آسانسور دسترسی آتش نشان که در خارج از چاه و موتورخانه آن قرار می‌گیرند باید توسط ساختاری با حداقل 90دقیقه مقاومت در برابر آتش محافظت شوند و یا دارای حداقل 90دقیقه مقاومت در برابر آتش باشند (مبحث 3مقررات ملّی ساختمان).
تبصره :تمامی ارتفاع چاه آسانسور دسترسی آتش نشان در زمانی که عملیات امداد ونجات در جریان است، باید دارای حداقل 11لوکس روشنایی باشد

روشنایی ایمنی

در روشنایی ایمنی نباید بیش از 20نقطه روشنایی از یک مدار تغذیه گردد و نیز کل جریان مدار نباید از 60%جریان مجاز کلید حفاظتی (با اعمال ضرایب کاهش باردهی کلید حفاظتی) آن مدار بیشتر باشد.
ضرایب تصحیح کاهش باردهی کلیدهای مینیاتوری عبارتند از:
ضریب همجواری
ضریب دمای محیط در صورتی که دمای محیط غیر از 30درجه باشد.
تبصره :استفاده از سنسور حرکتی و یا حضور در مدارهای روشنایی ایمنی مجاز نمی‌باشد.

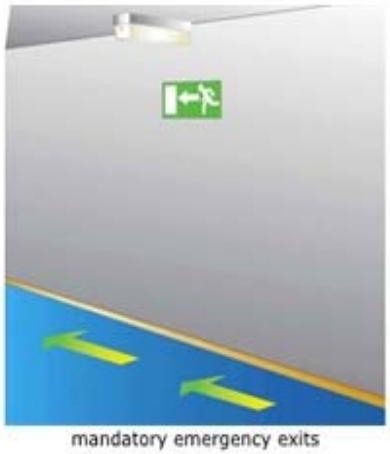
یادآوری:
از هر مدار روشنایی می‌توان 1 یا 2 موتور کوچک را، به شرط آنکه مجموع توان آن‌ها از 100 وات تجاوز نکند، تغذیه کرد .(مثلا از مدار روشنایی سرویس بهداشتی می توان 1 یا 2 فن انشعاب گرفت).
در ساختمان‌های مسکونی هر مدار روشنایی نباید بیش از 12 چراغ یا نقطه روشنایی (غیر از روشنایی ایمنی) را، اگر در بیش از یک اتاق یا فضای مشخص قرار گرفته باشند، تغذیه کند.
تعداد چراغ‌های مدار که در یک اتاق یا فضای مشخص نصب می‌شوند فقط به جریان مجاز هادی مدار و حفاظت آن محدود می‌شود.

روشنایی ایمنی پلکان‌های خروج، راه‌های خروج الزامی، تخلیه افراد، فضاهای کار با ریسک بالا، اتاق امدادرسانی و اتاق مدیریت بحران باید از 2منبع متفاوت از منابع زیر تغذیه گردند:
الف) سیستم منبع تغذیه مرکزی مانند برق بدون وقفه UPSو یا سیستم باتری و شارژر آن
ب) سیستم منبع تغذیه منطقه‌ای مانند برق بدون وقفه UPSو یا سیستم باتری و شارژر آن
پ) سیستم منبع تغذیه یا باتری و شارژر مستقل و سرخود

at each exit door intended
to be used in an emergency

near stairs so that each flight
of stairs receives direct light

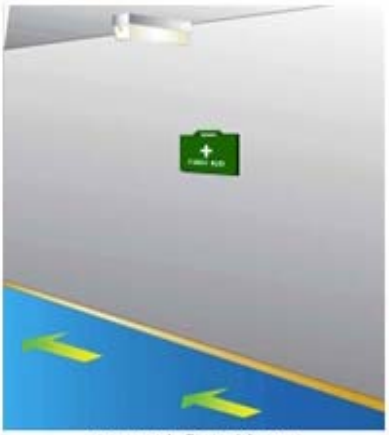
near any other change in level



mandatory emergency exits
and safety signs

at each change of direction

at each intersection of corridors

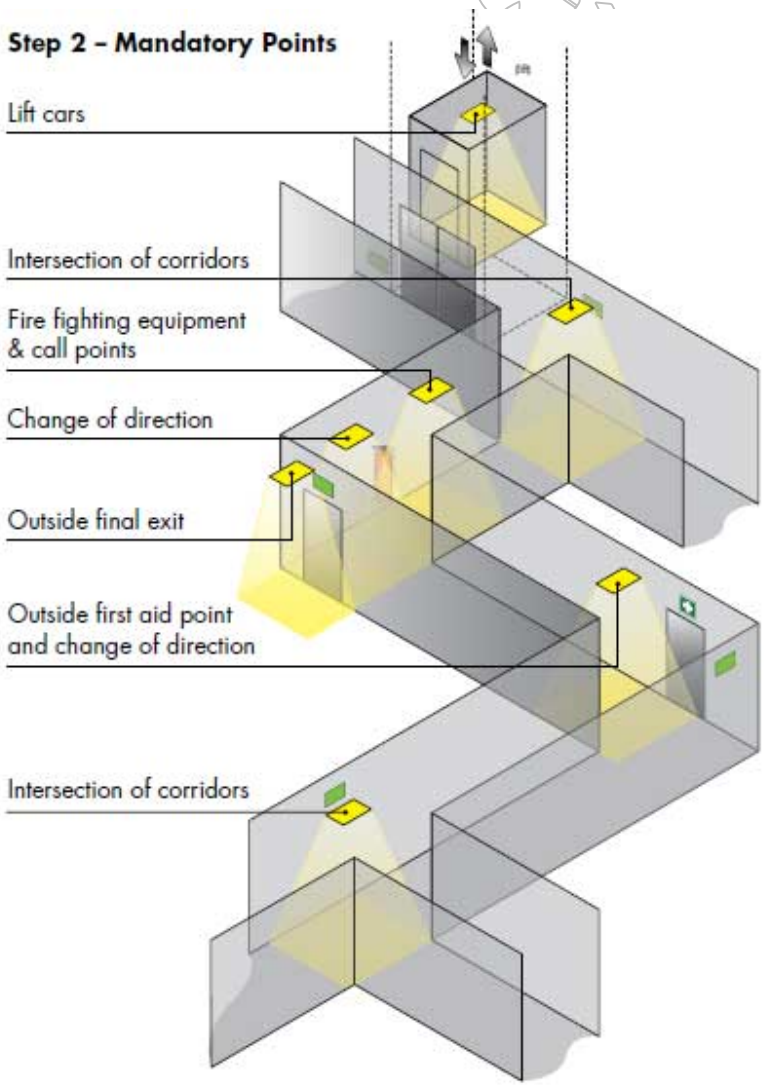


near each first-aid post

near each piece of fire fighting
equipment

near each emergency call point

تغذیه اصلی آن، باید بتواند حداقل به مدت 1.5ساعت شدت روشنایی مقرر را تامین نماید.
شدت روشنایی متوسط ایمنی مکان‌های زیر نباید از 10لوکس کمتر باشد:
الف) پلکان‌های خروج، راه‌های خروج الزامی، کریدورهای دسترسی خروج و گذرگاه‌ها
ب) اجزای داخلی و خارجی راه و تخلیه اضطراری
پ) آسانسورها و فضای انتظار جلوی آسانسور در طبقات
ت) محوطه‌هایی که در مسیر راه‌های خروج الزامی قرار دارند
در تالارهای سینما و تئاتر، در هنگام نمایش، شدت روشنایی متوسط ایمنی، نباید از 2لوکس کمتر باشد .به شرط آنکه در صورت به کار افتادن سیستم اعلام حریق و آتش سوزی روشنایی محیط و شدت آن به طور خودکار به حالت اولیه باز گردد .
علایم روشن (خروج) باید در بالای همه درهای خروجی و راه‌های خروج الزامی، نیز باید رعایت شود.
در مورد تالارهای اجتماعات نیز صادق است، با این تفاوت که شدت روشنایی ایمنی متوسط در این تالارها نباید هیچ گاه از 10لوکس کمتر باشد .



کلید و هادی حفاظتی دستگاه برق بدون وقفه(UPS)

ترمینال نقطه حفاظتی –خنثی PENدر ورودی تغذیه دستگاه برق بدون وقفه UPSدر سیستم نیروی TN-Cسه فاز، باید از طریق هادی عایق‌دار با حداقل سطح مقطع برابر با سطح مقطع هادی اتصال زمین سیستم نیرو به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وصل شده و علاوه بر آن هادی حفاظتی –خنثی PENنیز باید به ترمینال مشترک شده حفاظتی –خنثی PENدستگاه متصل گردد .

بدنه دستگاه برق بدون وقفه UPSدر سیستم نیروی TN-Cبه هادی حفاظتی -خنثی PENمدار تغذیه برق ورودی وصل می‌گردد .

کلیدهای حفاظتی مدار خروجی برق دستگاه برق بدون وقفه UPSو تابلوی برق اصلی آن، در سیستم نیروی TN-C سه فاز از نوع 3پل خواهند بود.

ترمینال نقطه خنثی Nدر ورودی تغذیه دستگاه برق بدون وقفه UPSدر سیستم نیروی TN-Sسه فاز، باید از طریق هادی عایق دار با حداقل سطح مقطع برابر با سطح مقطع هادی اتصال زمین سیستم نیرو به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وصل گردد.

بدنه دستگاه نیروی برق بدون وقفه UPSدر سیستم نیروی TN-Sبه هادی حفاظتی PEمدارتغذیه برق ورودی وصل می‌گردد .

فقط کلید حفاظتی مدار خروجی برق دستگاه برق بدون وقفه UPSدر سیستم نیروی TN-Sاز نوع 4پل و بقیه کلیدهای حفاظتی تابلو برق اصلی آن از نوع 3پل خواهند بود

الکترود زمین

الکترود زمین عبارتست از یک قطعه هادی با گروهی متشکل از قطعات هادی که در تماس مستقیم با زمین بوده و با آن اتصال الکتریکی برقرار می‌کند.

الکترود زمین باید از طرفی با الزامات حفاظتی سیستم و از طرف دیگر با مقررات ایمنی در برابر برق گرفتگی در اثر تماس با بدنه‌های هادی مطابقت کند.

مقاومت الکتریکی الکترود زمین به عوامل فراوان مخصوصاً به نوع ترکیبات خاک اطراف الکترود، رطوبت خاک و ابعاد الکترود بستگی دارد .برای حجم معینی از فلز الکترود هر چه یکی از ابعاد الکترود بزرگتر از 2 بُعد دیگر آن باشد و تماس الکترود در این بُعد با خاک بیشتر باشد مقاومت کل الکترود نسبت به جرم کلی زمین کمتر خواهد شد .بنابراین یک الکترود میله‌ای یا تسمه‌ای که بصورت قائم (در چاه اتصال زمین) واقعی (در محوطه) اجرا شده باشد نسبت به الکترود صفحه‌ای ارجحیت داشته و الکترود صفحه‌ای کم اثرترین الکترودهاست.

در صورت استفاده از چند الکترود بصورت موازی هم و یا هم بندی اجزای فلزی دیگر با این الکترودها که دارای جنس‌های متفاوتی از هم بوده و به هم متصل می گردند باید به خورندگی متقابل در اثر جریان‌های گالوانیک (الکتروشیمیایی) دقت کرد.

خاک و مواد اطراف الکترود

برای کم کردن مقاومت الکترود زمین در صورتی که خاک اطراف الکترود مناسب نباشد می‌توان از مواد شیمیایی مجاز و یا مواد کاهنده مقاومت مخصوص خاک که سازگار با محیط زیست باشند، استفاده کرد .موارد استفاده از این مواد عبارتست از:

الف) بنتونیت و یا ترکیبات مشابه آن

ب) بتن

پ) بتن خاص (بتن هادی که در آن از گرانول‌های کربن یا خاک زغال استفاده می‌شود.)

این نوع آماده سازی مخصوصاً در زمین‌های سنگی و زمین‌هایی که لایه سنگی در نزدیکی سطح آن قرار دارد، بسیار موثر می‌باشد.

از نصب الکترود در محیط‌های زیر باید اجتناب شود:

الف) زمین‌های اشباع و یا مملو از آب

ب) بستر رودخانه و آب‌های زیرزمینی

پ) چاه‌های آب

ت) چاه‌های فاضلاب

ث) زمین‌هایی که دارای خاک دستی می‌باشند.

انواع الکترودهای زمین

الکترودها از نظر شکل و طرز قرار گرفتن آن‌ها در زمین به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

الف) الکترودهای صفحه ای

ب) الکترودهای قائم

پ) الکترودهای افقی

الکترودهای صفحه‌ای

در مناطق با خاک مرطوب و نمناک از الکترود صفحه‌ای کم عمق استفاده می‌شود، حداقل پوشش خاک از لبه بالایی صفحه برابر 1.5متر خواهد بود .در غیر اینصورت نصب الکترود صفحه‌ای در عمق زیاد (بیش از 3متر) با هدف رسیدن به لایه‌های نمناک زمین انجام می‌گیرد، در هر دو حالت این صفحه بصورت عمودی در زمین قرار می‌گیرد.

الکترودهای قائم

الکترودهای قائم به خاطر تماس بیشتر لایه‌های خاک در طول قائم الکترود و همچنین در مواردی که فضای افقی کافی در دسترس نباشد از متداول ترین نوع الکترودها می‌باشند .انواع الکترودهای قائم که با روش کوبیده شدن در زمین و یا به روش دفنی (حفر چاه) نصب می‌شوند عبارتند از:

الف) الکترودهای میله‌ای

ب) الکترودهای لوله‌ای

پ) سیم لخت چند مفتولی

عمق دفن الکترودهای قائم کوبیده شده در زمین نباید از دو متر کمتر باشد.

الکترودهای افقی

استفاده از این الکترود وقتی مطرح است که امکانات و محوطه با وسعت کافی جهت اجرای آن وجود داشته باشد .

الکترودهای افقی در شکل‌های مختلف در عمق 0.5تا 0.8متری از سطح زمین نصب می‌شوند و انواع این الکترودهای افقی عبارتند از:

الف) تسمه

ب) سیم چند مفتولی

پ) میلگردهای فولادی داخل بتن (بتن مسلح)

ت) هر نوع فلز دفن شده در زمین و در تماس با آن، مانند زره و غلاف کابل‌ها و اجزای فلزی سازه‌ها و غیره

انواع الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

حداقل اندازه الکترودهای زمین که در خاک و یا بتن دفن می‌گردد و بدون حفاظت در مقابل اثرات الکتروشیمیایی (خوردگی و زنگ زدگی) و نیز بدون حفاظت مکانیکی در محیط نصب می‌باشند، در جدول زیر آمده است:

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن‌ها از نظر خوردگی، زنگ زدگی و مقاومت مکانیکی

جنس الکترود	شکل	قطر میلی متر	سطح مقطع میلی متر مربع	ضخامت میلی متر	ضخامت پوشش میکرون
فولاد دفن شده در داخل بتن (از نوع لخت، گالوانیزه عمقی داغ و یا فولاد ضدزنگ)	سیم مفتولی یا میله گرد	10	-	-	-
	تسمه	-	75	3	-
فولاد گالرانیزه عمقی داغ	تسمه (با لبه‌های گرد)	-	90	3	63
	میله با مقطع گرد نصب شده بصورت عمودی	16	-	-	45
	سیم مفتولی نصب شده بصورت افقی	10	-	-	45
	لوله (هر دوجداره گالوانیزه)	25	-	2	45
	سیم چند مفتولی دفن شده در بتن	-	70	-	-
فولاد با روکش مس	میله با مقطع گرد نصب شده بصورت عمودی	15	-	-	2000
فولاد با روکش مس عجین شده	میله با مقطع گرد نصب شده بصورت عمودی	14	-	-	250
	تسمه نصب شده بصورت افقی	-	90	3	70
فولاد ضد زنگ	تسمه	-	90	3	-
	میله با مقطع گرد نصب شده بصورت عمودی	16	-	-	-
	سیم لخت مفتولی نصب شده بصورت افقی	10	-	-	-
	لوله	25	-	2	-

مس	تسمه	-	50	2	-
	سیم لخت مفتولی نصب شده بصورت افقی	-	25	-	-
	میله با مقطع گرد نصب شده بصورت عمودی	12	-	-	-
	سیم چند مفتولی (حداقل قطر هر مفتول 7/1میلی متر)	-	25	-	-
	صفحه مسی	-	-	2	-
	لوله	20	-	2	-

در صورت استفاده از الکترود صفحه‌ای بعنوان الکترود اتصال زمین از نوع صفحه مسی دفن شده در زمین (چاه) باید ابعاد آن حداقل 50*50سانتی‌متر و با حداقل ضخامت 2میلی متر، باشد.

همبندی های مجاز و خوردگی در صورت همبندی

هم بندی اجزای فلزی مختلف مدفون در خاک بمنظور دستیابی به مقاومت کمتر برای یک سیستم الکترود زمین و یا برای هم ولتاژ کردن اجزای فلزی ساختمانی که مورد استفاده قرار می‌گیرد، در جدول زیر آمده است

مقاومت مواد فلزی در برابر اثر خوردگی در صورت هم بندی

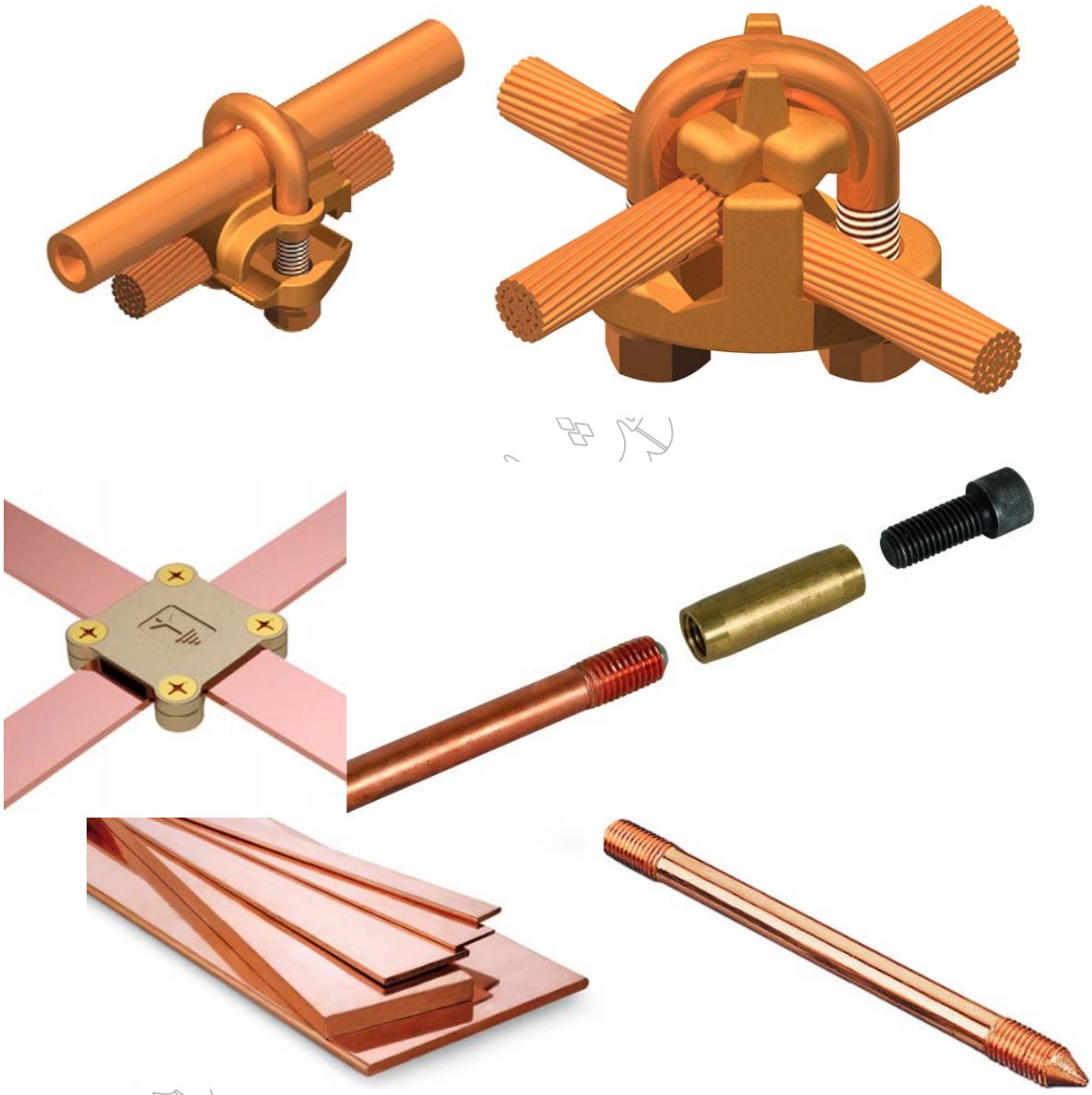
	ماده‌ای که دارای سطح بزرگتر است						
ماده‌ای که دارای سطح کوچکتر است (الکترود)	فولاد گالوانیزه	فولاد	فولاد در بتن	فولاد گالوانیزه در بتن	فولاد ضدزنگ	مس	مس قلع اندود
فولاد گالوانیزه	+	+*	-	+*	-	-	-
فولاد	+	+	-	+	-	-	-
فولاد در بتن	+	+	+	+	+	+	+
فولاد با پوشش مس	+	+	+	+	+	+	+
فولاد ضدزنگ	+	+	+	+	+	+	+
مس	+	+	+	+	+	+	+
مس قلع اندود	+	+	+	+	+	+	+

+مناسب برای هم بندی -نامناسب برای هم بندی

* خوردگی در فلز روی zincموجود در پوشش گالوانیزه اتفاق می‌افتد.

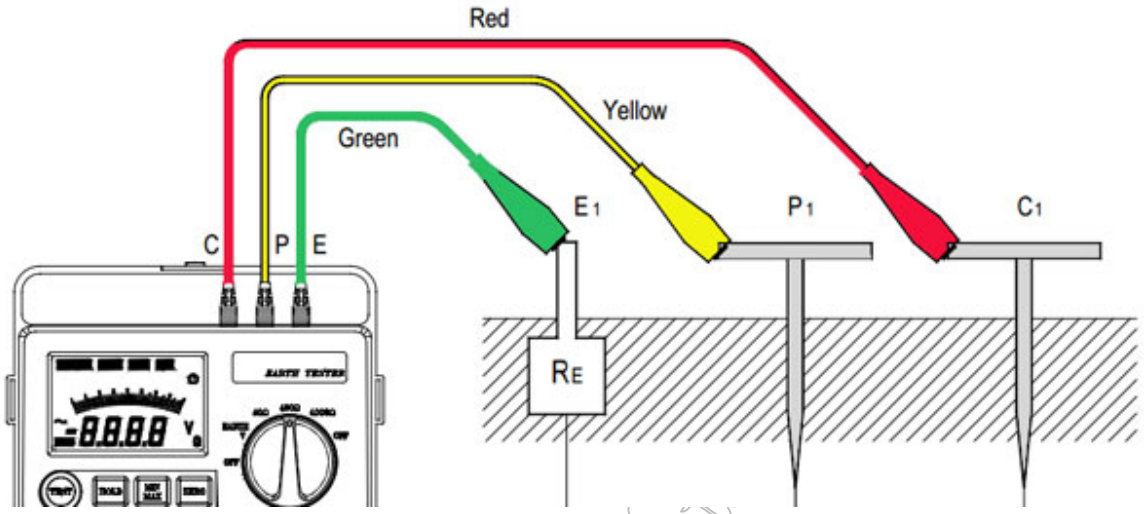
سطح بزرگتر در جدول بالا بایدحداقل 100برابر بیشتر از سطح کوچکتر باشد.

نمونه انواع الکترود و اتصالات ارت



اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الکترود زمین

در پایان کار احداث هر الکترود زمین و از آن پس به صورت دوره ای، باید مقاومت کل آن را نسبت به جرم کلی زمین به کمک دستگاه‌های مخصوص و توسط افراد کارآزموده اندازه‌گیری کرد و اگر تغییرات قابل ملاحظه‌ای در مقاومت الکتریکی مشاهده شد، نسبت به اصلا و یا توسعه سیستم اتصال زمین با احداث الکترودهای جدید، با هدف احراز مقاومت اتصال زمین مجاز، اقدام کرد.



برای هر الکترود زمین یا سیستم زمین باید یک پرونده مخصوص تشکیل شود و اندازه‌گیری‌های دوره‌ای، با ذکر تاریخ، در آن ثبت گردد .این پرونده باید در اختیار فرد، افراد یا تشکیلات بهره بردار از سیستم، برای بازرسی در دسترس باشد.
برای تقلیل مقاومت الکترود زمین می‌توان آن را با وسایل مختلف آبیاری کرد، مشروط بر اینکه آبیاری به صورت مداوم انجام شود.

الکترود زمین اساسی (برای هر دو نوع زمین، شامل حفاظت سیستم و ایمنی)

یکی از متداول ترین روش احداث الکترود زمین اساسی، حفر چاه اتصال زمین می‌باشد .عمق چاه زمین از منطقه‌ای شروع می‌شود که نم طبیعی به طور دائم وجود داشته باشد .در این زوش برای انتخاب الکترودی که داخل چاه قرار می‌گیرد، می‌توان از سیم چند مفتولی مسی استفاده کرد و یا از الکترود صفحه‌ای مسی که در ته چاه قرار می‌گیرد و بوسیله سیم چند مفتولی مسی و به ترمینال اصلی زمین هدایت می‌شود، استفاده نمود.
انتخاب سیم چند مفتولی مسی به عنوان الکترود هم از هم اقتصادی و هم از نظر یک پارچه بودن الکترود و هادی اتصال زمین تا ترمینال اصلی زمین، نسبت به الکترود صفحه‌ای مسی که ایجاد نقاط اتصال سیم به صفحه با جوش یا بست و

پیچ و مهره مخصوص در آن اجتناب ناپذیر است، برتری محسوسی دارد برای این منظور می‌توان در انتهای چاه سیم چند مفتولی مسی را بصورت 5حلقه مارپیچ به قطر متوسط هر حلقه حدود 50سانتی‌متر کنار هم پیچیده و در زمین قرار دارد .و بقیه سیم را بصورت یک پارچه تا سطح زمین و از آنجا تا محل ترمینال اصلی اتصال زمین هدایت کرد.
ته چاه با مواد کاهنده مقاومت (بنتونیت و غیره) به ارتفاع مناسب پُر شده و بعد از سفت شدن مواد کاهنده مقاومت، بقیه چاه با مخلوطی از خاک رُس و خاک سرند شده حاصل از حفاری، پُر و فشرده شود.
در صورت استفاده از صفحه مسی در داخل چاه، اتصال هادی مسی اتصال زمین به صفحه از اهمیت زیادی برخوردار است و باید از اتصالات سست پرهیز نمود .این اتصال به یکی از دو روش زیر انجام می‌شود:
الف) در انتهای هادی مسی یک کابلشوی مسی پرسی مناسب نصب شده و به کمک دو عدد پیچ مجهز به مهره‌های اصلی و قفل شونده از جنس مس، به صفحه محکم شود.
ب) به جای استفاده از کابلشو و یا پیچ می‌توان اتصال هادی به صفحه را با جوش مناسب انجام داد.
در صورتی که از وجود نم طبیعی در سال‌های بعد به علت تغییرات آب و هوایی و پایین رفتن عمق آب‌های سطحی در هر منطقه‌ای اطمینان وجود نداشته باشد، ضروری است برای الکترود اساسی اقدام به ایجاد چاهک و دریچه بازدید 30*30*30سانتی متری نمود به منظور تزریق آب به الکترود زمین یک لوله غیر فلزی که در تمام جهات دارای سوراخ بوده و داخل لوله با سنگریزه پُر شده باشد از 10سانتی متری دریچه سطح زمین تا لبه بالایی مواد کاهنده ته چاه تعبیه نمود.

انواع دیگر الکترودهای اساسی

الف) الکترود اساسی بصورت الکترودهای قائم:

در مورد الکترود اساسی غیر از آنچه که ذکر شد می‌توان با نصب الکترودهای میله‌ای متعدد به اشکال مختلف و ارتباط آن‌ها به همدیگر به مقاومت مورد نظر برای الکترود اساسی دسترسی پیدا کرد .الکترودهای میله‌ای می‌توانند در طول اضلاع مستطیل و یا در طول یک خط مستقیم که به همدیگر متصل باشند، توزیع گردند رعایت فاصله بهینه الکترودها از همدیگر به اندازه 2 برابر عمق الکترود مورد توجه قرار گیرد.

ب) الکترود اساسی بصورت الکترودهای افقی:

در جاهایی که فضای افقی لازم وجود دارد بخصوص در محوطه‌ها و یا در جاهائی که با زمین سنگلاخی و با مقاومت ویژه خیلی بالایی روبرو باشیم می‌توان از الکترود افقی که بصورت شکل‌های کمربندی، مستقیم و یا مستطیل و شبکه پنجره‌ای که در عمق بین 0.5تا 0.8متری سطح زمین قرار داده می‌شود استفاده نمود .در صورت نیاز، برای دست یابی به مقاومت کمتر می‌توان خاک اطراف الکترود را با مواد کاهنده مقاومت تعویض نمود.

الکترود زمین ساده (فقط برای وصل به هادی خنثای فشار ضعیف)

در مواردی که تعداد مشترکان در سیستم توزیع برق زیاد باشند، می‌توان با احداث تعدادی الکترود ساده‌تر و با مقاومت بیشتر به مقاومت زمین مطلوب، دست یافت.

الکترود زمین ساده می‌توان از یک میله یا یک لوله بصورت قائم در زمین کوبیده و یا دفن می‌شود، تشکیل شود .در حالت دفنی برای لوله و یا میله چاهی حداقل به عمق 2متر حفر می‌شود و پس از قرار دادن میله یا لوله در وسط چاه، فضای اطراف الکترود با مواد کاهنده مقاومت پُر می‌گردد .در محل خروج میله یا لوله از زمین یک چاهک بتنی یا آجری با ابعاد 30سانتی‌متر ایجاد گردیده و سر لوله یا میله حداقل 20سانتی‌متر بالاتر از کف چاهک قرار می‌گیرد .چاهک با یک دریچه فلزی متصل به چهارچوب بسته می‌شود .سر لوله و یا میله با بست مخصوص و یا بوسیله جوش به هادی اتصال زمین متصل می‌گردد.

جنس هادی اتصال زمین و الکترود میله‌ای یا لوله‌ای و بست مخصوص اتصال باید با هم دیگر هم خوان باشند (به جدول فلزات قابل همبندی مراجعه شود) و نباید از جنس آلومینیوم یا آلیاژهای آن باشد .هادی اتصال زمین از محل اتصال به الکترود تا محل ترمینال اصلی اتصال زمین باید قابل رویت باشد و یا این هادی برای محفوظ ماندن از درون یک لوله غیر فلزی محافظ عبور داده شده باشد و باید بصورت دوره‌ای چاهک و هادی اتصال زمین و اتصالات آن از نظر محکم بودن و خوردگی و زنگ‌زدگی مورد بازدید قرار گیرد.

برای کاهش مقاومت زمین الکترود ساده در صورت نیاز می‌توان هم با افزایش طول میله و یا لوله و یا ایجاد دو یا چند الکترود ساده مشابه و موازی بستن آن‌ها به هم اقدام نمود .رعایت فاصله بهینه بین این الکترودها به میزان حداقل 2 برابر عمق هر الکترود موردتوجه قرار گیرد.

در صورت استفاده از روش دفنی (حفر چاه) برای الکترود زمین ساده، می توان از انواع الکترود استفاده نمود.

شرایط استفاده از 1 یا 2 الکترود زمین برای حفاظت سیستم و ایمنی

برای تامین ایمنی در شبکه پُست برق، برق فشار متوسط و فشار ضعیف بسته به شرایط و امکانات، نیاز به استفاده از 2 یا 1الکترود زمین می‌باشد و عمدتاً الکترودهای فوق الذکر در پُست برق و یا محوطه همجوار آن اجرا و نصب می‌شود.

مقررات اضافی مربوط به هادی‌های حفاظتی، هم بندی‌ها و اتصال زمین

از لوله‌های فلزی آب، گاز، انواع دیگر سوخت رسانی، سیستم برودتی و حرارتی و غیره نباید به عنوان الکترود زمین یا اصل هادی‌های حفاظتی یا هادی‌های زمین استفاده کرد.

البته از نظر هم بندی، باید لوله‌های فلزی گوناگونی را که در ساختمان کار گذاشته می‌شوند به هادی حفاظتی متصل کرد .هادی‌های حفاظتی باید در برابر خرابی‌های مکانیکی، شیمیایی و الکترودینامیکی حفاظت شده باشد .اتصالات هادی حفاظتی از هر نوع باید مطمئن و محکم باشند و هدایت جریان آن‌ها بی نقص باشد .هیچ نوع کلید یا وسیله حفاظتی نباید در مسیر هادی‌های حفاظتی و یا حفاظتی –خنثی وجود داشته باشد.

از بدنه‌های هادی که در مسیر هادی حفاظتی قرار می‌گیرند نباید به عنوان قسمتی از مسیر هادی حفاظتی استفاده شود.

هادی اتصال زمین

هادی اتصال زمین آن قسمت از سیستم زمین است که الکترود زمین را به ترمینال اصلی آن زمین وصل می‌کند، حداقل سطح مقطع، نوع و جنس هادی اتصال زمین که در مقابل اثرات الکتروشیمیایی (خوردگی و زنگ زدگی)، تنش‌ها و صدمات مکانیکی حفاظت نشده باشند، براساس جدول انواع الکترود انتخاب می‌گردد.

در نقطه اتصال هادی اتصال زمین به الکترود زمین از یک قطعه هادی به عنوان هادی رابط قابل بازشدن و جداشدن به منظور انجام آزمایشات و اندازه گیری‌های لازم با سطح مقطع، نوع و جنس هادی اتصال زمین استفاده می‌شود.
استفاده از آلومینیوم به عنوان هادی اتصال زمین مجاز نمی‌باشد.
آن قسمت از هادی اتصال زمین که در تماس با خاک و یا به صورت دفنی در خاک یا بتن باشد، جزء الکترود زمین محسوب می‌شود.
حفاظت هادی اتصال زمین در مقابل اثرات الکتروشیمیایی (خوردگی و زنگ زدگی)، تنش‌ها و صدمات مکانیکی در محیط نصب، در اکثر موارد امکان پذیر نیست، بدین جهت توصیه می‌شود که بمنظور افزایش حاشیه ایمنی در برابر عوامل مذکور برای انتخاب حداقل سطح مقطع هادی اتصال زمین به مقادیر جدول انواع الکترود اکتفا شود.

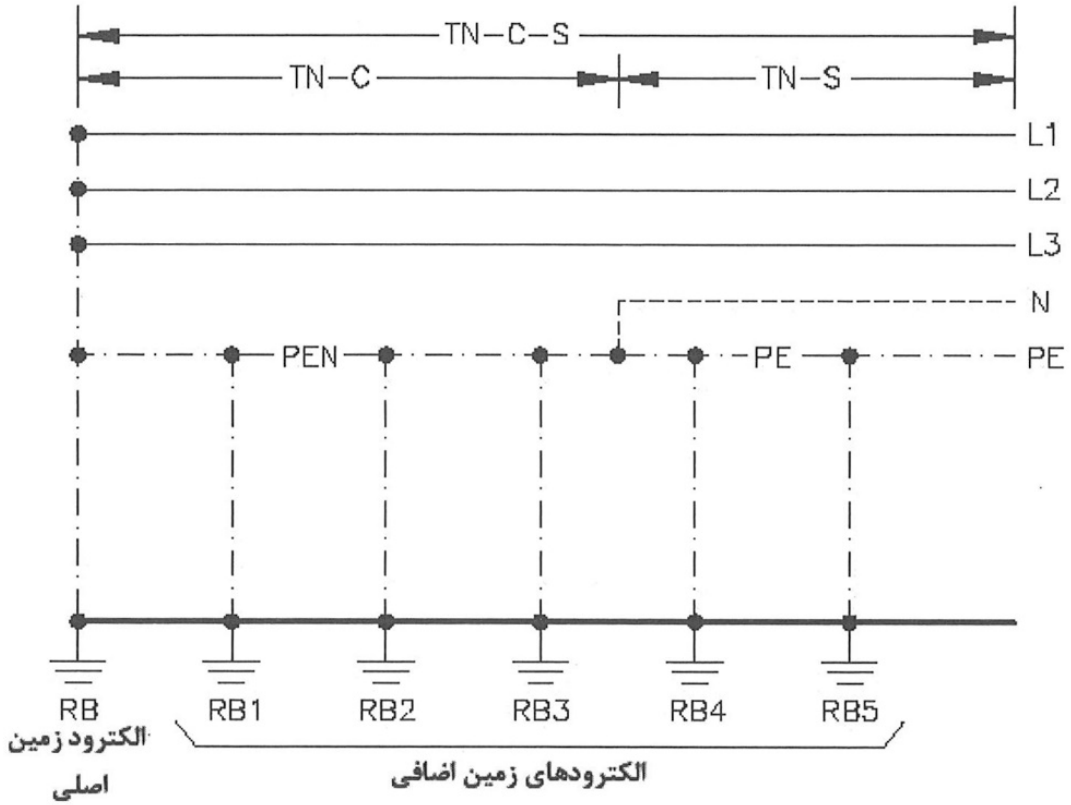
ترمینال اصلی اتصال زمین

یک ترمینال اصلی و یا شینه اصلی اتصال زمین برای اتصال زمین حفاظتی در تاسیسات و یا اتصال زمین سیستم نیرو باید در محل ورود برق به ساختمان در نقطه سرویس مشترک (کنتور) یا تابلوی برق اصلی ترانسفورماتور (در صورت وجود) نصب شود تا علاوه بر هادی اتصال زمین (الکترود زمین) هادی‌های زیر نیز به آن وصل شوند.
الف) هادی‌های حفاظتی PE یا هادی‌های مشترک حفاظتی –خنثی PEN
ب) هادی‌های خنثی برای حالتی که در نقطه سرویس مشترک اتصال زمین حفاظتی نصب شده باشد
پ) هادی‌های هم بندی اصلی برای هم ولتاژ کردن
ت) در صورت وجود سیستم صاعقه گیر در طرح، هادی هم بندی سیستم صاعقه گیر از طریق ترمینال رسیدگی و آزمایش آن سیستم به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وصل می‌شود .
ث) در صورت وجود سیستم اتصال زمین عملیاتی این سیستم نیز به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وصل و هم بندی می گردد.
ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین باید به نحوی ساخته و نصب شود که باز کردن هادی اتصال زمین از آن، برای انجام اندازه گیری‌های دوره‌ای مقاومت زمین، امکان پذیر باشد .اتصال هادی اتصال زمین به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین و الکترود زمین باید قابل اطمینان و محکم باشد و نسبت به برقراری پیوستگی الکتریکی آن نباید هیچ شکی وجود داشته باشد.
حداقل سطح مقطع شینه اصلی اتصال زمین با هادی مس برابر 50میلی متر مربع می باشد
در ساختمان های بزرگ و وسیع که بیش از 1 ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وجود دارد باید این ترمینال‌ها به هم متصل گردند.

مشخصه‌های اصلی سیستم TN

مقاومت الکتریکی اتصال به زمین
کل مقاومت الکتریکی نقطه خنثی یا هادی خنثای یک سیستم TN(برای هر نوع منبع تغذیه، اعم از ترانسفورماتور یا ژنراتور) نسبت به جرم کلی زمین، نباید از 2 اهم تجاوز کند .مقاومت کل دو اهم را ممکن است علاوه بر اتصال زمین

پُست یا نیروگاه، از طریق احداث اتصال زمین‌های مکرر و اضافی در طول شبکه توزیع، و وصل هادی حفاظتی یا هادی حفاظتی –خنثی این خطوط به زمین، تأمین کرد .



شکل اتصال زمین حفاظتی مکرر و اضافی

لازم به توضیح است که در شکل بالا مقاومت معادل RBو RB1و RB2و ....و RBnیعنی مقاومت RTباید برابر حداکثر 2 اهم باشد .در مورد ساختمان‌های مرتفع که امکان ایجاد اتصال زمین‌های مکرر وجود ندارد، باید برای هم ولتاژ کردن هم بندی اضافی انجام شود

سطح مقطع هادی مشترک حفاظتی –خنثی

سطح مقطع هادی مشترک هادی حفاظتی –خنثی PENدر تاسیسات نصب ثابت به دلایل تنش‌های مکانیکی (بریدگی و قطع احتمالی در برابر فشار و صدمات مکانیکی) نباید از 10میلی مترمربع برای هادی مسی و 16میلی مترمربع برای هادی آلومینیومی، کمتر باشد .در این صورت مدارهای سه فاز 4رشته‌ای و مدارهای تک فاز 2رشته‌ای خواهند بود .TN-C

در غیر این صورت باید از یک هادی به عنوان هادی حفاظتی و از یک هادی دیگر نیز به عنوان خنثی استفاده شود و در این صورت مدارهای سه فاز 5رشته‌ای و مدارهای تک فاز 3رشته‌ای خواهند بود.TN-C

ممنوع بودن وصل مجدد هادی‌های حفاظتی و خنثی پس از تفکیک

اگر در نقطه‌ای از تأسیسات، هادی مشترک حفاظتی –خنثی PENتفکیک شده و از آن به بعد هادی‌های حفاظتی PEو خنثی Nبه طور جداگانه کشیده شوند، نباید در هیچ نقطه دیگری بین این 2 هادی تماس یا اتصال الکتریکی برقرار کرد .در نقطه تفکیک، هادی مشترک حفاظتی –خنثی PENباید به شینه مربوط به هادی حفاظتی PEوصل شود.

لزوم دقت در نصب هادی‌های خنثی و حفاظتی

هادی خنثی (N)، هادی مشترک حفاظتی –خنثی PENیا هادی حفاظتی PEباید با همان عایق بندی و دقتی که در نصب هادی‌های فاز به عمل می‌آید نصب شود و در مدارهایی که هادی حفاظتی جدا از هادی‌های فاز می‌باشد باید هادی حفاظتی همراه با مدار اصلی کشیده شود.

هم بندی اصلی برای هم ولتاژ کردن

در هر ساختمان یک هم بندی اصلی باید کلیه قسمت‌های زیر را از نظر الکتریکی به یکدیگر وصل کند:

الف) هادی حفاظتی اصلی (PEیا PEN)

ب) هادی خنثی (N)

پ) لوله‌های اصلی فلزی آب

ت) لوله‌های اصلی گاز

ث) لوله‌های فلزی اصلی و یا بالارو (رایزرها) تأسیسات از هر نوع از قبیل سیستم‌های برودتی و حرارتی، فاضلاب و غیره

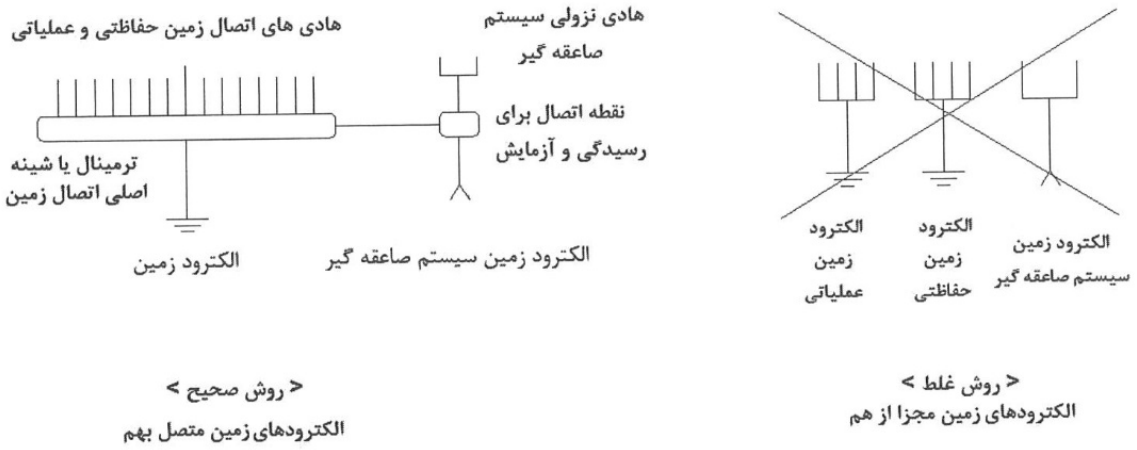
ج) ریلهای کابین و ریل‌های وزنه تعادل آسانسورهای کشش و جک آسانسورهای هیدرولیکی

چ) قسمت‌های اصلی فلزی ساختمان‌ها (اسکلت فلزی و آرماتورهای بتن مسلح فونداسیون)

ح) الکترودهای اصلی و فرعی اتصال زمین

الزام به استفاده از سیستم اتصال زمین عملیاتی که توسط استانداردهای معتبر و یا توسط سازندگان دستگاه‌های الکترونیکی سیستم‌های جریان ضعیف از جمله تجهیزات مرکز کامپیوتر و یا مرکز داده، مرکز تلفن، مخابرات و ارتباطات و غیره، به منظور تضمین کارکرد صحیح و قابل اطمینان تجهیزات سیستم‌های مذکور تعیین می‌گردد.

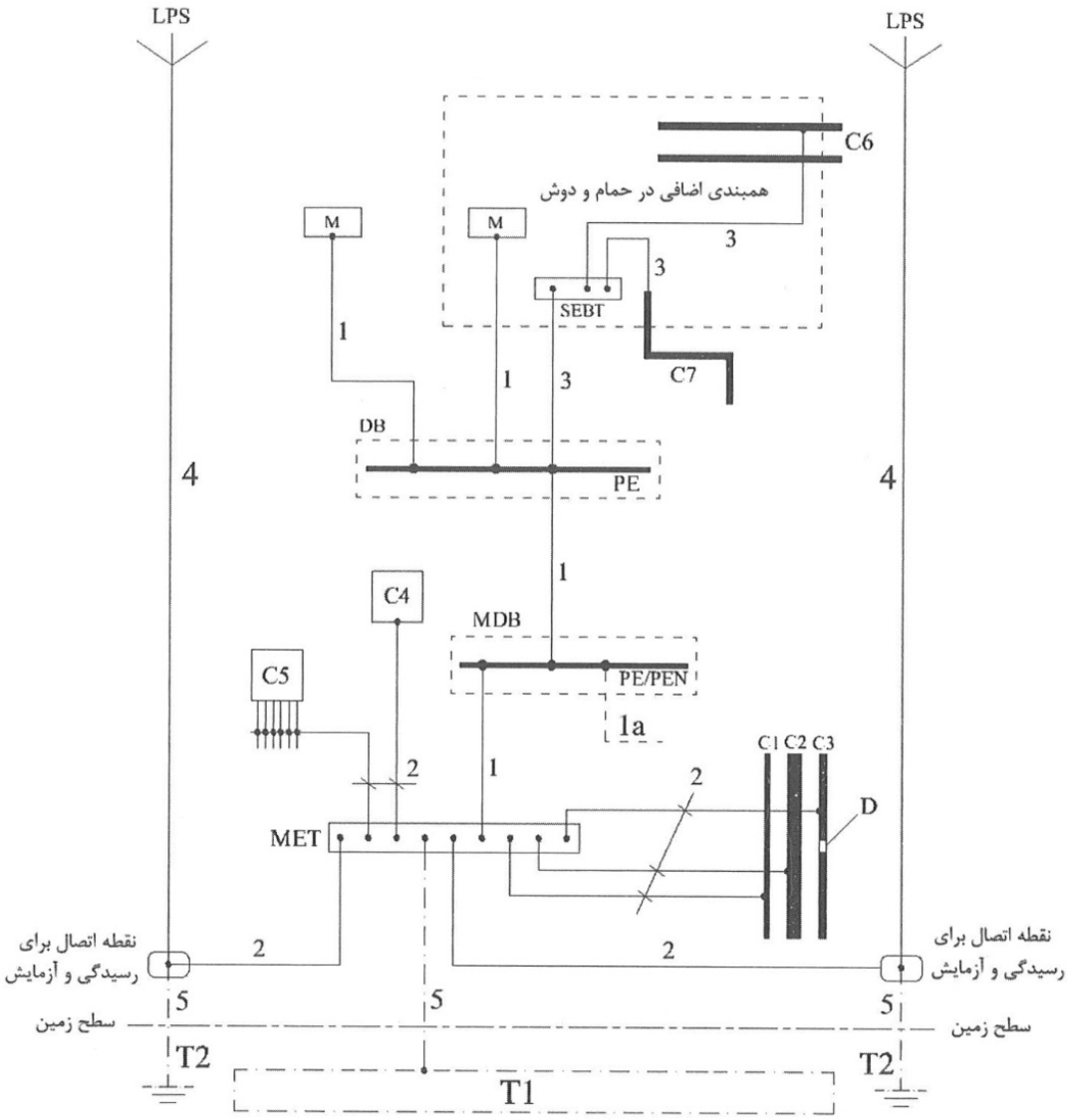
اتصال زمین عملیاتی این سیستم‌ها باید در نهایت به ترمینال اصلی اتصال زمین در شکل شماره زیر نشان داده شده است.



طرحواره نحوه اتصال الکترودهای اتصال زمین حفاظتی، عملیاتی و صاعقه گیر

طرحواره عمومی روش غلط (الکترودهای اتصال زمین مجزا از هم) و روش صحیح (الکترودهای اتصال زمین متصل به هم) و همچنین نحوه اتصال الکترودهای اصلی اتصال زمین حفاظتی، عملیاتی و صاعقه گیر به ترمینال اصلی اتصال زمین در شکل بالا نشان داده شده است.

سیستم هم‌بندی اصلی و نیز سیستم همبندی اضافی در حمام و دوش برای هم ولتاژ کردن در ساختمان‌ها در شکل زیر نشان داده شده است



طرحواره عمومی هم بندی اصلی و اضافی برای هم ولتاژ کردن

جدول شرح علائم استفاده شده در شکل بالا

C	قسمت‌های هادی‌های بیگانه(شامل گروه‌های C1 , C2 , C3 , C4 , C5 , C6 , C7)
1C	لوله‌های آب فلزی محوطه
2C	لوله‌های فاضلاب فلزی محوطه
3C	لوله‌های گاز فلزی محوطه عایق شده (با عایق جداکننده)
4C	قسمت‌های اصلی فلزی ساختمانها (اسکلت فلزی و آرماتورهای بتن مسلح فونداسیون)
5C	لوله‌های اصلی فلزی سیستم‌های برودتی و حرارتی، آب، فاضلاب و ریل‌ها و یا جک آسانسورها و غیره
6C	لوله فلزی آب در حمام و دوش
7C	لوله فلزی فاضلاب در حمام و دوش
D	عایق جداکننده لوله‌های گاز محوطه
MDB	تابلو توزیع اصلی
DB	تابلو توزیع فرعی
MET	ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین
SEBT	ترمینال یا شینه هم بندی اضافی
1T	الکترود زمین
2T	الکترود زمین سیستم صاعقه گیر (در صورت نیاز)
LPS	سیستم صاعقه گیر
PE	ترمینال اتصال زمین حفاظتی در تابلو توزیع
PE/PEN	ترمینال اتصال زمین حفاظتی –خنثی در تابلو توزیع اصلی
M	بدنه هادی دستگاه‌ها و تجهیزات الکتریکی
1	هادی حفاظتی (PE)
A1	هادی حفاظتی ((PEو یا هادی حفاظتی –خنثی PENاز تابلو توزیع اصلی (برای موارد مورد نیاز)
2	هادی هم بندی جهت اتصال به ترمینال اصلی اتصال زمین
3	هادی هم بندی برای هم بندی اضافی
4	هادی نزولی سیستم صاعقه گیر (LPS)
5	هادی اتصال زمین

علاوه بر لوله‌های فلزی آب و فاضلاب در حمام، مواردی از قبیل قطعات و بدنه‌های فلزی، سایر لوله‌های فلزی سیستم‌های موجود و غیره در حمام و دوش نیز به ترمینال هم بندی اضافی حمام و دوش وصل می‌گردد.
علت عدم انشعاب گیری هادی هم بندی اضافی جهت اتصال به ترمینال یا شینه هم بندی اضافی SEBTازترمینال اتصال زمین متصل به هادی حفاظتی PEبدنه هادی دستگاه الکتریکی نصب ثابت و موجود در محل هم بندی، در نظر گرفتن مشکلات اجرایی اتصال و انشعاب گیری هادی هم بندی اضافی ازترمینال زمین بدنه هادی دستگاه الکتریکی

می‌باشد .در صورتی که امکان اجرا وجود داشته باشد، اجرای این اتصال (مدار۳) به جای اتصال به تابلو توزیع فرعی (DB)، ترجیح خواهد داشت.
ترمینال اتصال زمین متصل به هادی حفاظتی PEبدنه هادی دستگاه الکتریکی نصب ثابتM، عموما به عنوان ترمینال هم بندی اضافی جهت اجرای سیستم هم بندی اضافی برای هم ولتاژ کردن پایه فلزی نصب دستگاه و غیره نیز، مورد استفاده قرار می گیرد.

هم بندی اضافی برای هم ولتاژ کردن

چنانچه کمترین شکی نسبت به کارایی وسایل قطع خودکار مدار، (فیوزها، انواع کلیدهای خودکار) وجود داشته باشد، باید از هم بندی اضافی برای هم ولتاژ کردن استفاده کرد .هم بندی اضافی ممکن است کلیه تأسیسات، قسمتی از آن و یا یک دستگاه یا وسیله یا محل را در برگیرد.
هم بندی اضافی برای هم ولتاژ کردن باید کلیه قسمت‌های هادی یا فلزی را که به طور همزمان در دسترس‌اند، در برگیرد از جمله:
الف) کلیه بدنه‌های هادی دستگاه‌ها و لوازم نصب ثابت
ب) قسمت‌های هادی بیگانه از هر نوع
پ) قسمت‌های فلزی قابل دسترس در ساختمان‌ها مانند اسکلت فلزی و غیره
در صورت نیاز به ایجاد هم بندی اضافی در هر قسمت از ساختمان، ترمینال یا شینه هم بندی اضافی آن قسمت توسط هادی هم بندی اضافی به ترمینال یا شینه حفاظتی ((PEتابلو برق تغذیه کننده مدارهای آن قسمت متصل می گردد.
قطع خودکار مدار در اثر اتصال کوتاه
قطع خودکار مدار، در زمانی مجاز، مهم ترین مشخصه هر سیستم الکتریکی است .بنابراین از نظر ایمنی در صورت بروز اتصالی بین یک هادی فاز و یکی از مدارهای زیر، قطع خودکار مدار، در زمانی مجاز، الزامی است.
الف) بدنه‌های هادی
ب) هادی حفاظتی (PE)
پ) هادی حفاظتی –خنثی (PEN)
ولتاژ ظاهر شده برروی بدنه‌های هادی در اثر اتصالی نباید هیچگاه به مدتی طولانی از 50ولت تجاوز کند و هر چه این ولتاژ بیشتر باشد، لازم است تغذیه مدار در زمانی کوتاهتر قطع شود.
برای رسیدن به این هدف لازم است رابطه زیر برقرار باشد:

$$Z_a \times I_a \leq U_o$$

که در آن رابطه:
Z_a:امپدانس حلقه اتصال کوتاه از منبع تغذیه (هادی فاز +هادی حفاظتی یا هادی حفاظتی –خنثی +فاز ژنراتور یا ترانسفورماتور)، برحسب اهم، Zaرا می‌توان از راه محاسبه یا به طریق اندازه‌گیری بدست آورد.
I_a:شدت جریان اتصال کوتاهی است برحسب آمپر که وسیله حفاظتی را در زمانی مجاز قطع خواهد کرد.
U_o:ولتاژ بین هادی فاز و زمین سیستم که برابر 95%ولتاژ نامی می‌باشد(ولتاژ نامی برابر 230ولت).

حداکثر مجاز زمان قطع در صورت بروز اتصال کوتاه بین یک هادی فاز و بدنه با هادی حفاظتی و یا هادی حفاظتی – خنثی در جدول زیر نشان داده شده است.

حداکثر مجاز زمان قطع در صورت اتصال کوتاه بین هادی فاز و بدنه یا هادی حفاظتی و یا هادی حفاظتی -خنثی

سیستم نیرو	$120 < U_o \leq 230$ ولتاژ نامی	حداکثر مجاز زمان قطع (ثانیه)
TN	برای مدارهای نهایی با وسیله حفاظتی تا 32آمپر	0.4
	برای مدارهای توزیع غیر از نهایی	5
TT	برای مدارهای نهایی با وسیله حفاظتی تا 32آمپر	0.2
	برای مدارهای توزیع غیر از نهایی	1

تبصره: سیستم TTفقط از نظر مقایسه نشان داده شده است .اگر در یک سیستم TTهم بندی کامل بین همه سیستم‌های لوله‌کشی و سازه‌های دیگر انجام شده باشد می‌توان در آن از مقادیر مربوط به سیستم TNاز جدول بالا استفاده نمود .

نظر به اینکه فیوزها و کلیدهای خودکار با توجه به ملاحظاتی مانند شدت جریان بار، شدت جریان راه اندازی و غیره انتخاب می‌شود .لازم است پس از انجام انتخاب اولیه نسبت به کارآیی آن‌ها از نظر ایمنی طبق ردیف فوق اقدام شود .

چنانچه مقدار جریان اتصال کوتاه برای قطع وسیله حفاظتی در شرایط موجود و قطع در زمان مناسب کافی نبود، باید از یک یا چند روش زیر استفاده شود:

الف) سطح مقطع مدار تغذیه بزرگتر انتخاب شود تا امپدانس حلقه اتصال کوتاه کمتر شود و جریان اتصال کوتاه به مقدار کافی افزایش یابد.

ب) به جای وسیله حفاظتی انتخاب اولیه از وسیله حفاظتی مناسب‌تر استفاده شود.

پ) در صورت عدم امکان تامین شرایط بند الف و ب فوق الذکر، از هم بندی اضافی برای هم ولتاژ کردن استفاده شود .

روش اخیر مطمئن ترین راه جلوگیری از برق گرفتگی در همه موارد است.

در سیستم‌های TNوصل مستقیم بدنه‌های هادی به الکترود زمین مستقل، یعنی الکترودی که مستقل از اتصال زمین خنثی باشد، ممنوع است .جز در مواردی که مدارهای تغذیه توسط کلیدهای جریان باقیمانده RCDممنوع است که در اینصورت، مدار تغذیه کننده تجهیزات باید دارای هادی‌های حفاظتی PEو خنثای Nمجزا بوده و مقاومت الکترود مستقل نیز در رابطه زیر صدق کند:

$$R_A \times I_\Delta \leq U_L$$

که در آن رابطه:

R_A:مقاومت الکترود زمین مستقل نسبت به جرم کلی زمین، برحسب اهم

I:جریان عامل کلید جریان باقیمانده ((RCDبرحسب آمپر

U_L:حداکثر ولتاژ تماس مجاز، برحسب ولت (برای محیط‌های عادی 50ولت)

سطح مقطع هادی خنثی

سطح مقطع هادی خنثی (سیستم سه فاز) نباید از مقادیر ارائه شده در جدول زیر کوچکتر باشد:

جدول حداقل مقطع هادی خنثی (سیستم سه فاز)

سطح مقطع هادی فاز مدار S(میلی مترمربع)	حداقل سطح مقطع هادی خنثی N(میلی مترمربع)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$\frac{S}{2}$

هادی‌های فاز و خنثی باید از یک جنس باشند.

جنس هادی‌های فاز و خنثی مدارهای نهایی (روشنایی، پریز و غیره) باید از مس باشد.

استفاده از کابل یا هادی آلومینیومی در شبکه توزیع و تغذیه میانی با رعایت این شرط که هادی فاز آن بزرگتر مساوی ۲۵ میلی متر مربع بلامانع می‌باشد.

در صورت وجود ضریب توان‌های متفاوت فازها، عدم تعادل بارها و یا وجود هارمونیک‌ها، سطح مقطع هادی خنثی در این موارد معادل حداقل هادی فاز و یا حتی از آن بیشتر باید انتخاب شود.

در صورتی می‌توان از کلید یا وسیله حفاظتی در مسیر هادی خنثی استفاده کرد که کنتاکت مربوط به هادی خنثی قبل از هادی یا هادی‌های فاز وصل و در موقع قطع، بعد از جدایی فاز قطع شود .در غیر اینصورت از هیچ نوع کلید و یا به وسیله حفاظتی که شرایط مذکور را نداشته باشد نباید در مسیر هادی خنثی استفاده شود.

سطح مقطع هادی حفاظتی، حفاظتی –خنثی

سطح مقطع هادی حفاظتی، باید با توجه به شرایط زیر انتخاب شود:

الف) قطع مطمئن کلید حفاظتی مدار در حداقل جریان اتصال کوتاه فاز به هادی در زمان مجاز

ب) تحمل حداکثر جریان اتصال کوتاه با توجه به زمان قطع کلید (حداکثر 5ثانیه)

در صورت رعایت بندهای الف و ب و انجام محاسبات لازم برای تعیین سطح مقطع‌هاید حفاظتی براساس استانداردهای IEC 60364-5-57نتایج به دست آمده از محاسبات مبنای تعیین سطح مقطع هادی حفاظتی قرار خواهد گرفت .در غیر اینصورت و عدم انجام محاسبات و یا عدم تامین شرایط فوق الذکر، جدول بالا مبنای تعیین حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی خواهد بود.

سطح مقطع هادی حفاظتی –خنثی PENنباید از 10میلی متر مربع برای هادی مس و 16میلی متر مربع برای هادی آلومینیومی کمتر باشد

چنانچه جنس هادی حفاظتی از جنس هادی فاز نباشد در این حالت حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی باید دارای هدایت الکتریکی برابر هادی هم جنس به دست آمده از جدول بالا باشد.

برای هادی حفاظتی –خنثی رعایت بندهای ذکر شده نیز الزامی است.

برای مدارهایی که هادی حفاظتی PEآن همراه مدار (رشته ای از کابل یا رشته‌ای از یک مدار در داخل لوله) نبوده و در یک مسیر و به صورت جدا اجرا شده باشد، سطح مقطع آن نباید از مقادیر زیر کوچکتر باشد:

الف) 2.5 میلی متر مربع برای هادی مسی یا 16میلی متر مربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی حفاظتی از حفاظت مکانیکی کافی برخوردار باشد .

ب) 4 میلی متر برای هادی مسی یا 16میلی متر مربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی حفاظتی از حفاظت مکانیکی برخوردار نباشد .

هادی حفاظتی PEهمراه مدار (مدارهای داخل لوله و مجراها) باید هادی عایق دار باشند .در موارد دیگر نیز مانند مدارهای داخل کانال و سینی و نردبان کابل‌ها، به منظور حفاظت در برابر خوردگی و امکان شناسایی آن هادی لازم می‌نماید که از هادی عایق دار برای هادی حفاظتی PEاستفاده شود.

در صورت اجبار، چنانچه هادی حفاظتی به صورت مشترک برای دو یا چند مدار مورد استفاده قرار گیرد، باید سطح مقطع هادی حفاظتی معادل با بزرگترین سطح مقطع هادی حفاظتی مدارها انتخاب گردد.

جدول حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی، حفاظتی –خنثی

سطح مقطع هادی فاز مدار S (میلی مترمربع)	حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی PEیا PEN(میلی مترمربع) (چنانچه هادی حفاظتی از جنس هادی فاز باشد)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$\frac{S}{2}$

سطح مقطع هادی هم بندی اصلی

سطح مقطع هادی هم بندی اصلی به قرار زیر می‌باشد:

الف) سطح مقطع هادی هم بندی اصلی نباید از 6میلی مترمربع برای هادی مسی، 16میلی‌مترمربع برای هادی آلومینیومی و 50میلی مترمربع برای هادی فولادی کوچکتر باشد.

ب) از طرف دیگر سطح مقطع هادی‌های حفاظتی در تاسیسات هر چه باشد، لزومی نخواهد داشت سطح مقطع هادی هم بندی از 25 میلی متر مربع برای مسی و یا سطح مقطع معادل آن (از نظر هدایت الکتریکی) برای آلومینیوم و فولاد بزرگتر باشد.

پ) بین دو سطح مقطع بندهای الف و ب سطح مقطع هادی هم بندی اصلی نباید از نصف سطح بزرگترین هادی حفاظتی در تاسیسات و متصل به ترمینال اصلی اتصال زمین کوچکتر باشد.

هادی‌های هم بندی اصلی به ترمینال اصلی یا شینه اصلی اتصال زمین وصل می‌گردند .

سطح مقطع هادی‌های هم بندی اضافی

سطح مقطع هادی هم بندی اضافی نباید از مقادیر زیر کوچکتر باشد:

الف) 2.5 میلی مترمربع برای هادی مسی یا 16میلی مترمربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی هم بندی اضافی از حفاظت مکانیکی برخوردار باشد.

ب) 4 میلی مترمربع برای هادی مسی یا 16میلی مترمربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی هم‌بندی اضافی از حفاظت مکانیکی برخوردار نباشد.

تبصره: در حمام و دوش‌ها سطح مقطع هادی هم بندی نباید از 4میلی مترمربع برای هادی مس کمتر باشد.

سطح مقطع هادی هم بندی اضافی که بدنه هادی 2 دستگاه الکتریکی را به هم وصل می‌کند نباید از سطح مقطع کوچکترین هادی حفاظتی PENیا PEدر مدار تغذیه کننده و متصل به بدنه‌های هادی 2 دستگاه مذکور کوچکتر باشد .

حداقل سطح مقطع هادی هم بندی اضافی که بدنه هادی دستگاه‌ها و تجهیزات الکتریکی را به قسمتهای هادی بیگانه وصل می کند نباید از نصف سطح مقطع هادی حفاظتی در مدار تغذیه کننده دستگاه الکتریکی کوچکتر باشد.

می‌توان اجزای فلزی ساختمان را به عنوان قسمتی از مسیر هم بندی به تنهایی یا همراه با هادی‌های دیگر به عنوان هادی هم بندی اضافی به کار گرفت.

هادی هم بندی برای هم ولتاژ کردن (اصلی و اضافی) می‌تواند به صورت بدون عایق (لخت) اجرا گردد .ولی لازم به ذکر است که استفاده از هادی عایق دارد برای این منظور ممنوعیت مقرراتی ندارد.

در آشپزخانه منازل مسکونی الزامی به هم بندی اضافی نیست .چنانچه کمترین شکی نسبت به کارایی قطع وسایل خودکار مدار وجود داشته باشد در اینصورت از هم بندی اضافی برای هم ولتاژ کردن استفاده می گردد

الکترود زمین برای انشعاب برق فشار ضعیف

اعم از اینکه انشعاب برق مشترک برق تکفاز باشد یا سه فاز، باید حداقل 1اتصال زمین ایمنی برای آن پیش‌بینی شود . در شهرها، شهرک‌ها و مجموعه‌ها با توجه به شرایط ذکر شده در زیر، الکترودهای اتصال زمین باید از نوع اساسی یا از نوع ساده باشد .در سایر موارد انتخاب با مجری مقررات خواهد بود.

الف) برای مشترکان با کنتور (تکفاز یا سه فاز تا 32آمپر) یک الکترود زمین ساده با حداقل عمق 2متر در زمین بکر استفاده شود.

ب) برای مشترکان با کنتور برق از 32آمپر بالاتر تا 75آمپر سه فاز یا مجموعه‌های دارای چندین مشترک که کنتورهای آن‌ها در یک نقطه متمرکز باشد و جمع جریان‌های نامی کنتورهای هر فاز با اعمال ضریب همزمانی، از 75 آمپر تجاوز نکند از یک الکترود زمین ساده به عمق 4متر یا دو الکترود زمین به عمق 2متر و حداقل فاصله 4متر از یکدیگر در زمین بکر استفاده شود.

پ) برای مشترکان با کنتور بیش از 75آمپر سه فاز یا مجموعه‌های دارای چندین مشترک که کنتورهای آن‌ها در یک نقطه متمرکز باشد و جمع جریان‌های نامی کنتورهای هرفاز با اعمال ضریب همزمانی از 75آمپر تجاوز کند یک اتصال زمین اساسی یا اتصال زمین مشابه پُست ترانسفورماتور تغذیه‌کننده آن استفاده شود.

ت) در مورد مجموعه‌هایی که کنتورهای برق آن‌ها در بیش از یک نقطه متمرکز یا بصورت انفرادی نصب شده و فاصله آن‌ها نیز بیش از 8متر باشد، هر نقطه تمرکز یا کنتور انفرادی یک مشترک به حساب می‌آید و در مورد آن‌ها طبق بندهای الف –ب –پ فوق الذکر عمل خواهد شد.

الکترود یا الکترودهای زمین پُست ترانسفورماتور

برای حفاظت سیستم و تأمین ایمنی، هر پُست ترانسفورماتور باید مجهز به اتصال زمین‌های مطمئن باشد .مقاومت کل اتصال زمین هادی نقطه خنثی یا هادی حفاظتی –خنثی PENنباید از 2 اهم تجاوز کند

در نزدیکی هر پُست باید حداقل یک اتصال زمین اساسی احداث شود .اتصال زمین‌های دیگر باید در ادامه خطوط تغذیه‌کننده یا تابلوهای اصلی بعد از پُست ترانسفورماتور (نقاط تغذیه مشترکین) احداث شوند .انتخاب نوع اتصال زمین با توجه به بخش قبل (الکترود زمین انشعاب فشار ضعیف) به عمل می‌آید.

در پُست برق هر دو ولتاژ متوسط (11، 20و 33کیلوولت) و فشار ضعیف 400/231ولت در کنار هم وجود دارند .در صورت اتصال کوتاه بین یکی از فازهای فشار متوسط با بدنه هادی تجهیزات فشار متوسط، حوزه اثر این اتصالی در شبکه فشار ضعیف نیز تا دورترین نقطه ادامه خواهد داشت(دورترین تجهیز مصرفی از پست)، بنابراین برای تامین ایمنی و حفاظت سیستم برق فشار متوسط و فشار ضعیف و نیز پُست برق بسته به شرایط محیطی، فضای اختصاص یافته به پُست برق و نیز ورودی و خروجی خطوط برق فشار متوسط و فشار ضعیف (خطوط هوایی و زمینی) لازم است که یکی از گزینه‌های زیر جهت 2 الکترود اتصال زمین و یا 1 الکترود برای حفاظت سیستم و ایمنی، بسته به شرایط و امکانات، انتخاب و اجرا شوند.

1.در صورتی که امکان احداث 2 الکترود زمین (به منظور حفاظت سیستم و ایمنی) مستقل از هم، از نظر شرایط و امکانات فراهم باشد .به طوری که:

الف) فاصله بین 2 الکترود زمین فشار متوسط و فشار ضعیف کمتر از 20متر نباشد (برای جلوگیری از اثر حوزه ولتاژ روی همدیگر – گرادیان ولتاژ) .این موضوع در صورت وجود الکترود زمین برق فشار متوسط در ساختمان پُست برق موجود در همسایگی ساختمان مورد احداث و یا برعکس نیز باید رعایت گردد.

ب) هیچ گونه ارتباط هادی در فاصله بین 2 الکترود زمین وجود نداشته باشد (از قبیل لوله‌های آب، گاز و غیره دفن شده و همچنین فونداسیون بتن آرمه ساختمان‌ها)

چنانچه تفکیک عایقی تابلوهای برق فشار ضعیف از تابلوهای فشار متوسط، ترانسفورماتور و سازه فلزی پُست برق تامین و تضمین شده باشد (مانند جداسازی تابلوی فشار ضعیف با کف پوش‌های عایق از اسکلت فولادی و تجهیزات فشار متوسط) باید بدنه تابلوی فشار ضعیف و نقطه خنثای فشار ضعیف به الکترود زمین ایمنی (دورتر از سازه پُست، با فاصله حداقل 20متر) متصل شود و کلیه بدنه‌های تابلوی فشار متوسط، ترانسفورماتور و کلیه قطعات فلزی سازه پُست به الکترود اتصال زمین حفاظتی (داخل یا مجاور پُست) متصل گردد.

چنانچه امکان تفکیک و جداسازی عایقی تابلوهای برق فشار ضعیف ازتجهیزات برق فشار متوسط و سازه فلزی پُست برق وجود نداشته باشد.

در این حالت باید بدنه تابلوهای فشار ضعیف و بدنه‌های تابلوهای فشار متوسط و ترانسفورماتورها (تجهیزات فشار متوسط) و همچنین کلیه اجزای فلزی سازه پُست برق به الکترود زمین حفاظتی متصل گردد و نقطه خنثای فشار ضعیف با استفاده از کابل و غلاف کابل غیر فلزی (ایزوله از تماس با زمین و اجزاء فلزی) به الکترود اتصال زمین ایمنی در فاصله حداقل 20متری از پُست برق اتصال داده شود.

در حالتی که پُست برق دارای 2 الکترود اتصال زمین به منظور حفاظت سیستم و ایمنی باشد و بدنه تابلوهای برق فشار ضعیف همراه با بدنه تابلوها و تجهیزات فشار متوسط به الکترود زمین حفاظتی و نقطه خنثی برق فشار ضعیف به الکترود زمین ایمنی متصل باشد تابلوهای برق فشار ضعیف باید با درجه عایق بندی بالاتری نسبت به ولتاژ اسمی بین فاز و خنثی انتخاب شده و برای سطح عایق بندی و زمان قطع کلید فشار متوسط در این حالت، باید موارد جدول زیر رعایت گردد.

جدول سطح عایق بندی در تابلوهای فشار ضعیف و زمان قطع کلید فشار متوسط

سطح عایقی ولتاژ در تاسیسات فشار ضعیف (V)	مدت زمان مجاز قطع کلید فشار متوسط (ثانیه)
$1.5U_n$	$t \leq 1.5$
$1.5U_n+750$	$t > 1.5$

U_n:ولتاژ اسمی بین فاز و خنثی در طرف فشار ضعیف

t:مدت زمان برحسب ثانیه

در صورتی که احداث 2 الکترود زمین مستقل امکان پذیر نباشد، باید از 1 الکترود اتصال زمین مشترک برای هر 2 منظور حفاظت سیستم و ایمنی استفاده کرد .در این حالت مقاومت کل الکترود زمین نسبت به جرم زمین نباید از 1 اهم تجاوز نماید.

چنانچه در یک پُست برق خطوط ورودی و خروجی برق فشار متوسط همگی کابلی باشند و طول هر یک از خطوط ورودی و یا خروجی به پُست کمتر از 3کیلومتر نباشد .می‌توان برای هر 2منظور حفاظت سیستم و ایمنی از 1الکترود زمین استفاده کرد .لازم به ذکر است که در صورتی که طول هر یک از خطوط ورودی و یا خروجی به پُست برق کمتر از 3کیلومتر باشد باید از2 الکترود زمین مستقل و مجزا از هم استفاده شود.

اگر همه یا قسمتی از کابل‌های متصل به پُست برق اعم از فشار متوسط و برق فشار ضعیف دارای زره فولادی در پوشش لایه بیرونی کابل بوده و این زره فولادی در طول مسیر کابل در تماس با زمین باشد و طول کل این کابل‌ها 1 کیلومتر و یا بیشتر باشد، می‌توان برای هر 2 منظور حفاظت سیستم و ایمنی از 1 الکترود زمین استفاده کرد.

تبصره: در صورت استفاده از 1 الکترود زمین برای هر 2 منظور حفاظت سیستم و ایمنی در پُست برق و تأمین یکی از موارد پست کابلی بندهای قبل توصیه می‌شود که مقاومت کل سیستم در این حالت (1 الکترود زمین) از 2 اهم تجاوز نکند.

چنانچه حتی یکی از خطوط برق فشار متوسط ورودی یا خروجی پُست برق از نوع خط هوایی باشد، علیرغم مجهز بودن خط به برقگیر باید از 2 الکترود زمین به منظور حفاظت سیستم و ایمنی، استفاده کرد و شرط مستقل بودن 2 الکترود از هم، باید تامین شود .

چنانچه حتی بخشی از خطوط ورودی و یا خروجی برق فشار متوسط به پُست برق در فاصله‌ای کمتر از 3کیلومتر از پُست برق خط هوایی باشد (قسمتی از خط به صورت هوایی و قسمتی از خط به صورت کابل زمینی) باید از 2 الکترود زمین به منظور حفاظت سیستم و ایمنی استفاده کرد و شرط مستقل بودن 2 الکترود از هم، باید تامین شود

در تمام موارد فوق الذکر که لزوم ایجاد 2 الکترود اتصال زمین به منظور حفاظت سیستم و ایمنی، ضرورت پیدا کند ولی احداث 2الکترود مستقل از هم به هر دلیلی امکان پذیر نباشد، می‌توان از 1 الکترود اتصال زمین برای پُست ترانسفورماتور برق استفاده کرد .در این حالت باید تمام اجزاء فلزی مدفون در زمین در محدوده پُست برق (مانند لوله‌های فلزی آب، گاز و تاسیسات، میلگردهای بتن آرمه و اسکلت فلزی و غیره) با هم هم بندی شده و نهایتاً به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین الکترود زمین حفاظتی متصل گردد، مشروط بر اینکه مقاومت کل الکترود اتصال زمین نسبت به جرم کلی زمین نباید از 1 اهم تجاوز کند.

تبصره: در صورت استفاده از 2 الکترود اتصال زمین به منظور حفاظت سیستم و ایمنی، مقاومت کل الکترود اتصال زمینی ایمنی که نقطه خنثی یا هادی خنثی ترانسفورماتور را در سیستم نیروی TNبه زمین وصل می‌کند، نسبت به جرم کلی زمین، نباید از 2 اهم تجاوز کند.

حفاظت در برابر اضافه ولتاژ در پُست‌های برق

برای جلوگیری از اضافه ولتاژ در شبکه برق فشار ضعیف به دلیل بروز اتصال زمین در تجهیزات شبکه فشار متوسط و اثر آن در شبکه فشار ضعیف، موارد زیر باید رعایت شود:

الف) الکترود اتصال زمین قسمت برق فشار متوسط از الکترود اتصال زمین قسمت برق فشار ضعیف (متصل به نقطه خنثی ترانسفورماتور) مجزا و مستقل از هم اجرا گردد، که در این صورت پُست برق دارای 2الکترود زمین مستقل خواهد بود .

تبصره :1الکترودهای اتصال زمین قسمت برق فشار متوسط و فشار ضعیف هر کدام باید به ترمینال یا شینه اصلی زمین مخصوص خود وصل شوند.

تبصره :2پیش‌بینی و اجرای الکترودهای اتصال زمین مجزا و مستقل در پُست برق، برای قسمت برق فشار متوسط و برق فشار ضعیف، یعنی 2الکترود برای هر پُست مطمئن‌تر از 1الکترود مشترک می‌باشد.

ب) در صورتی که به دلایل محدودیت‌های اجرایی و یا شرایط طرح، فاصله مناسب بین 2الکترود فراهم نشود و الکترودها در حوزه ولتاژ هم قرار گیرند و یا به دلایل وجود اجسام فلزی مدفون در محل ایجاد 2الکترود اتصال زمین مستقل امکان پذیر نباشد، ایجاد الکترود مشترک برای سیستم‌های اتصال زمین برق فشار متوسط و برق فشار ضعیف الزامی می‌گردد .در این صورت مقاومت الکتریکی اتصال زمین در 1الکترود مشترک برای سیستم‌های برق فشار متوسط و برق فشار ضعیف، نباید از 1اهم تجاوز کند.

تبصره :در صورتی که امکان دستیابی به مقاومت 1اهم در الکترود اتصال زمین مشترک امکان پذیر نباشد، کلیدهای حفاظتی اتوماتیک تابلوهای فشار متوسط در پُست برق در زمان مناسب(در زمانی کمتر یا سریع تر)، جریان اتصالی در شبکه فشار متوسط را قطع کند .

برای حفاظت مصارف 3فاز موتوری و یا سایر مصارف برقی دیگر که قطع فاز و جابه‌جایی فاز به آن‌ها آسیب می‌رساند، بایستی از رله کنترل فاز و یا هر مکانیسم مشابه دیگر، استفاده گردد.

وسایل و لوازم الکتریکی که ممکن است در اثر کاهش احتمالی ولتاژ دچار آسیب‌دیدگی و خسارت شوند، باید در مقابل کاهش ولتاژ حفاظت شوند

حفاظت در برابر اضافه ولتاژ ناشی از اثرات صاعقه

تجهیزات، دستگاه‌ها و سیستم‌های مختلف تاسیسات برقی از جمله دستگاه‌های الکترونیکی حساس و گران قیمت، شبکه‌های کامپیوتری و سیستم‌های فن‌آوری اطلاعات ITکه امروزه در ساختمان‌های بزرگ و یا خاص بصورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید در مقابل اضافه ولتاژ ناشی از اثرات صاعقه حفاظت گردند .این تجهیزات حفاظتی اصطلاحاً برقگیر حفاظتی نامیده می‌شوند که برای محدود کردن اثرات اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه روی تاسیسات برق از

جمله شبکه توزیع نیرو، در تابلو ورودی برق اصلی و یا پُست برق ساختمان و یا سایر تابلوهای برق مورد استفاده قرار می‌گیرند و دارای الزاماتی به قرار زیر می‌باشند:
الف) تجهیزات برقگیر حفاظتی در صورت نیاز، در اولین تابلو برق در نقطه ورودی و محل تحویل نیروی برق به ساختمان (سرویس مشترک) و یا در اولین تابلوی برق فشار ضعیف تابلوی اصلی MDPدر سیستم توزیع نیرو در نظر گرفته شود.

ب) اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه به بعضی از دستگاه‌های الکترونیکی حساس و گران قیمت و یا مشابه آن‌ها، آسیب رسانده و کارکرد آن‌ها را مختل می‌نماید .تابلوهای تغذیه کننده دستگاه‌های فوق علاوه باید علاوه بر دارا بودن سایر حفاظت‌های لازم دیگر، تجهیزات برقگیر حفاظتی مخصوص به خود را نیز داشته باشد.
پ) تجهیزات برقگیر حفاظتی در هر تابلوی برق باید با یک برچسب مخصوص و دائمی مشخص شده باشد.
ت) تجهیزات برقگیر حفاظتی براساس سطح و یا تراز ولتاژ حفاظت، جریان تخلیه الکتریکی، جریان حداکثر و یا ضربه و سایر مشخصات دیگر آن‌ها انتخاب می‌گردند.
تبصره :لازم به ذکر است که در تاسیسات برق 230/400ولت، سطح و یا تراز ولتاژ عملکرد برقگیر حفاظتی 2.5کیلوولت بیشتر نمی‌باشد.

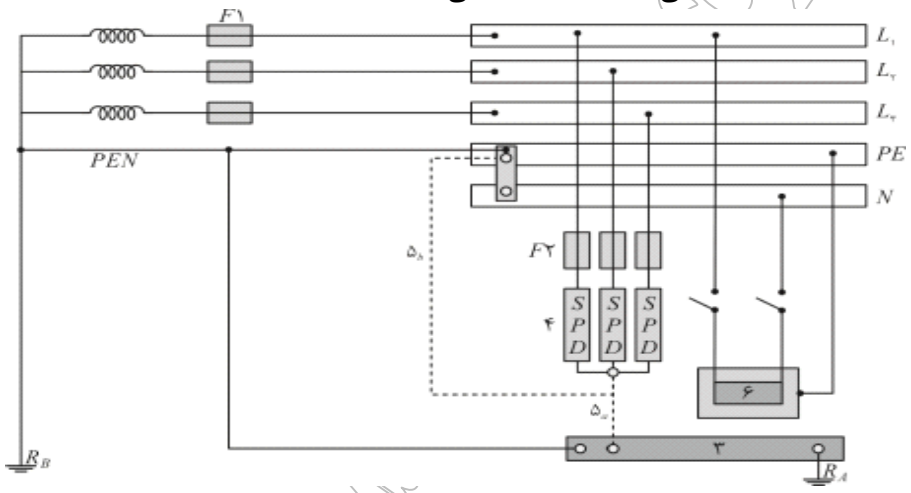
محل قرارگیری وسیله حفاظتی و برقگیر حفاظتی

محل قرارگیری وسیله حفاظتی و برقگیر حفاظتی در سیستم‌های نیروی TN، TTو IT در شکل‌های زیر نمایش داده شده است .

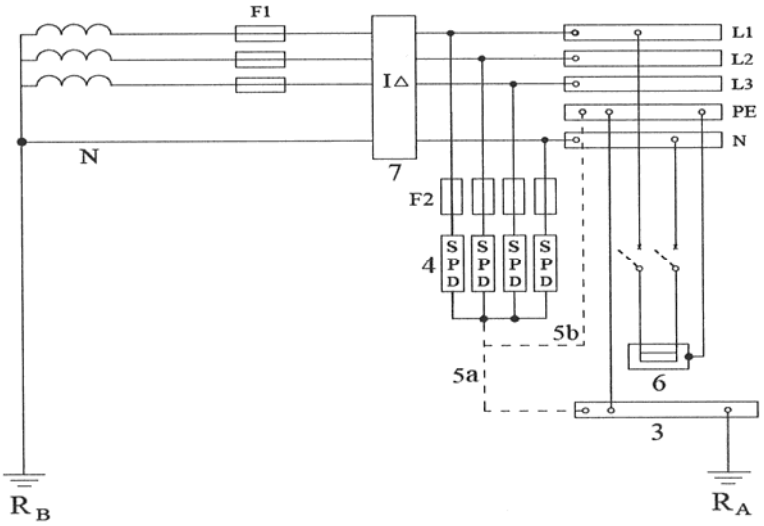
توضیحات علائم شکل‌ها به قرار زیر است :

:3ترمینال یا شمش اتصال زمین اصلی	:4برقگیر حفاظتی
:5اتصال هادی حفاظتی به برقگیر حفاظتی با گزینه‌های a5و یا b5	:6تجهیزاتی که باید محافظت شود
:7کلید حفاظتی جریان باقی مانده	:1Fوسیله حفاظتی اصلی تابلو
:RAالکترود اتصال زمین تاسیسات	:2Fوسیله حفاظتی برقگیر حفاظتی (به توصیه سازنده برقگیر حفاظتی)
:RBالکترود اتصال زمین سیستم نیرو	

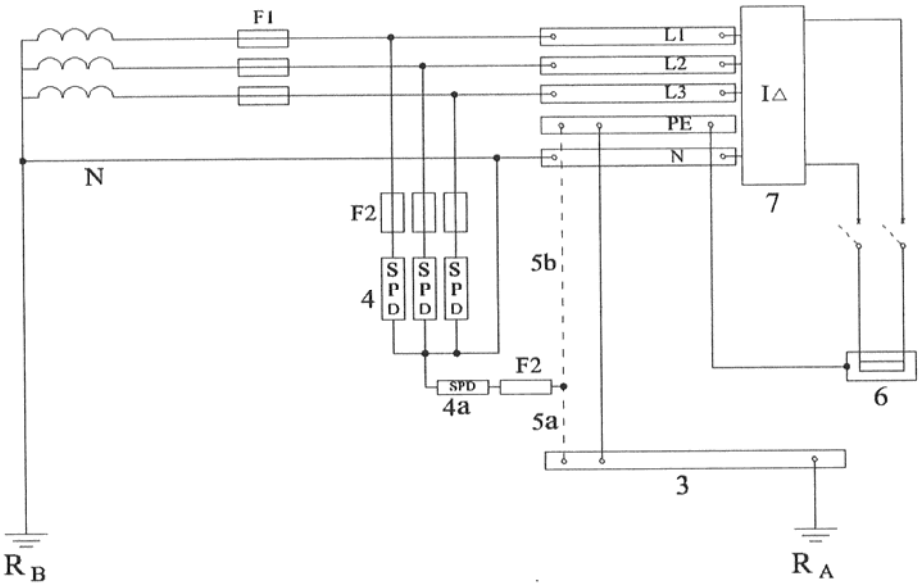
فازها 3L – ، 2L، 1L هادی خنثی N =هادی حفاظتی PE =



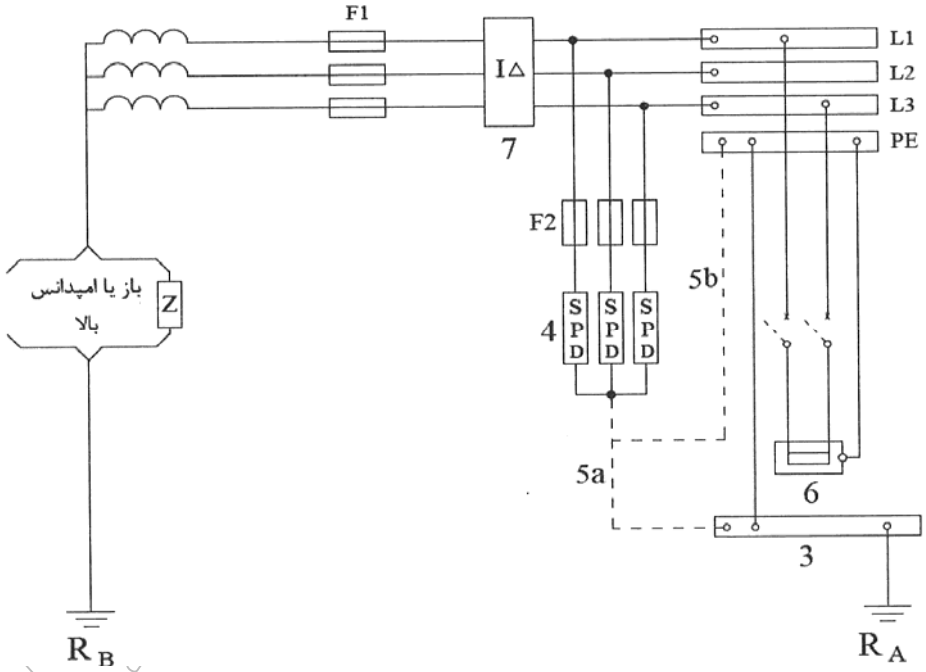
شکل طرحواره نصب برقگیر حفاظتی در شبکه توزیع سیستم نیروی TN(سه فاز)



شکل طرحواره نصب برقگیر حفاظتی در شبکه توزیع سیستم نیروی TTبا قرارگیری برقگیر حفاظتی در طرف تغذیه بار و بعد از کلید حفاظتی جریان باقی مانده (RCD)



شکل طرحواره نصب برقگیر حفاظتی در شبکه توزیع سیستم نیروی TTبا قرارگیری برقگیر حفاظتی قبل از کلید حفاظتی جریان باقی مانده (RCD)

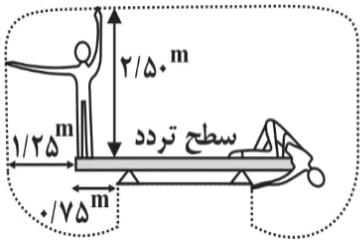


شکل طرحواره نصب برقگیر حفاظتی در شبکه توزیع سیستم نیروی IT

تبصره :برقگیر حفاظتی براساس نیاز و کاربری، در 3سطح ولتاژ تولید و ساخته می‌شود.

حد دسترس

منطقه‌ای است که حدود آن از سطح محل فعالیت یا رفت و آمد عادی افراد بدون هرگونه کمک، قابل لمس باشد.



حد دسترس اطراف یک سطح مشخص مثل سکو، بام یا ایوان

-1فردی که روی تراس یا بام ایستاده تا 125سانتی‌متر از محیط اطراف تراس یا بام در دسترس وی می‌باشد.

-2تا ارتفاع 2.5متر از سطح زمین در دسترس افراد است، پس در مدارس و مکان‌های عمومی مثل پارک ارتفاع نصب چراغ‌ها و زنگ اخبار یا بلندگوها باید بیش‌تر از 2.5متر باشد.

-3زیر میز کار و سکوی کار تا عمق 75سانتی‌متر حد دسترس می‌باشد و نصب پریز یا کلید زیر میزی باید در این محدود باشد.

مبحث 13مقررات ملی موارد زیر را در بر می‌گیرد:

الف) تأسیسات سیم‌کشی سیستم‌های جریان متناوب با ولتاژ تا 1000ولت مؤثر

ب) تأسیسات سیم‌کشی سیستم‌های جریان متناوب با ولتاژ بیش از 1000ولت مؤثر (به جز سیم‌کشی داخلی دستگاه‌ها)، که از سیستم‌های فشار ضعیف تا 1000ولت تغذیه می‌کنند، مانند چراغ‌های تخلیه الکتریکی در گازها

تبصره :در این مقررات سیستم‌های جریان متناوب با ولتاژ 11، 20و 33 کیلوولت، فشار متوسط و ولتاژهای 63 کیلوولت و بالاتر فشارقوی نامیده می‌شود.

حریم شبکه‌های برق

رعایت حریم شبکه‌های برق به منظور ایجاد فاصله‌ای ایمن برای جلوگیری از اثرات میدان الکترومغناطیسی خطوط انتقال و شبکه‌های برق، فاصله ایمن از نظر برق گرفتگی و احتراز از خطرات، خسارات، صدمات احتمالی شبکه‌های برق رسانی به افراد، ساختمان‌ها و غیره و همچنین ایجاد امکان دسترسی مداوم در بهره برداری و تعمیرات این شبکه‌ها الزامی می‌باشد.

حریم شبکه برق

حریم شبکه‌های برق به قرار زیر است:

حریم زمینی

حریم زمینی شامل 2نوار در سطح زمین متصل به تصویر هادی‌های جانبی خط هوایی روی زمین که عرض هر یک از این 2نوار در جدول زیر آمده است.

جدول حریم زمینی

ردیف ولتاژ ولتاژ حریم	کمتر از 1000 ولت	1000ولت تا 20کیلوولت	33 کیلوولت	63 کیلوولت	132 کیلوولت	230 کیلوولت	400 کیلوولت	765 کیلوولت
حریم زمینی (a)	1.3متر	2.1متر	3.5متر	8متر	9متر	11.9 متر	14متر	25متر

حریم هوایی (b,c)

حریم هوایی شامل دو حریم افقی و عمودی در اطراف هادی در هوا می باشد

حریم افقی (C)

فاصله افقی در هوا از طرفین هادی

حریم عمودی

فاصله عمودی در هوا از طرفین هادی

جدول حریم هوایی

ردیف ولتاژ حریم	کمتر از 1000 ولت	1000 ولت تا 20 کیلوولت	33 کیلوولت	63 کیلوولت	132 کیلوولت	230 کیلوولت	400 کیلوولت	765 کیلوولت
حریم افقی (c)	-	-	-	3متر	4.5متر	6.5متر	9متر	20متر
حریم عمودی (b)	-	-	-	6متر	7متر	8متر	10متر	15متر

موارد و مقادیر عنوان شده در پیوست شماره 7براساس مقررات شرکت برق به هنگام تهیه این مبحث بوده است .در هر حال ملاک عمل آخرین نسخه این مقررات خواهد بود.

استفاده و جایگزین حریم هوایی به جای حریم زمینی در موارد خاص که اعمال حریم زمینی ممکن یا دشوار باشد مانند عوارض طبیعی، جنگل و کوه و دره و غیره در مسیر خط هوایی به صورت موردی و با تصویب و صدور مجوز شرکت برق امکان پذیر می‌باشد .در این حالت رعایت 30%از حریم زمینی هم الزامی است.

مقادیر حریم افقی ((cو عمودی ((bتا ولتاژ 33کیلوولت در جدول شماره توسط شرکت برق به صورت موردی تعیین و اعلام می‌گردد.

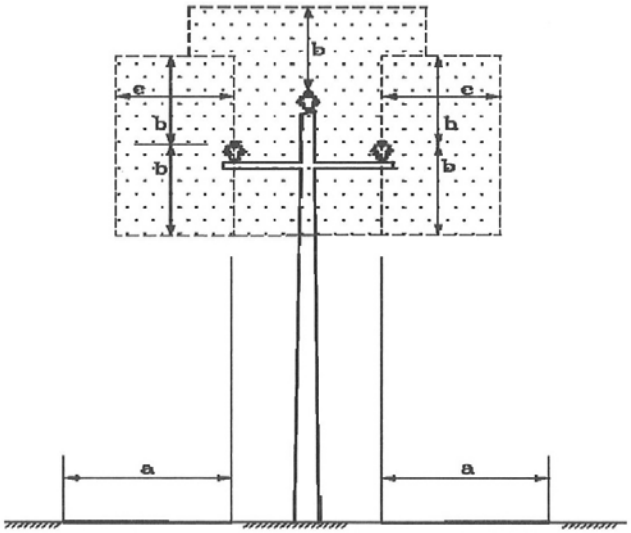
حریم کابل‌های برق مستغرق در آب و یا مدفون در زمین که امکان تداخل و تلافی با ساختمان داشته باشد باید طبق دستورالعمل‌های شرکت برق در نظر گرفته شود.

و یا باغ و یا درختکاری در مسیر و حریم زمینی ((aو هوایی ((b-cخطوط توزیع و انتقال نیروی برق (

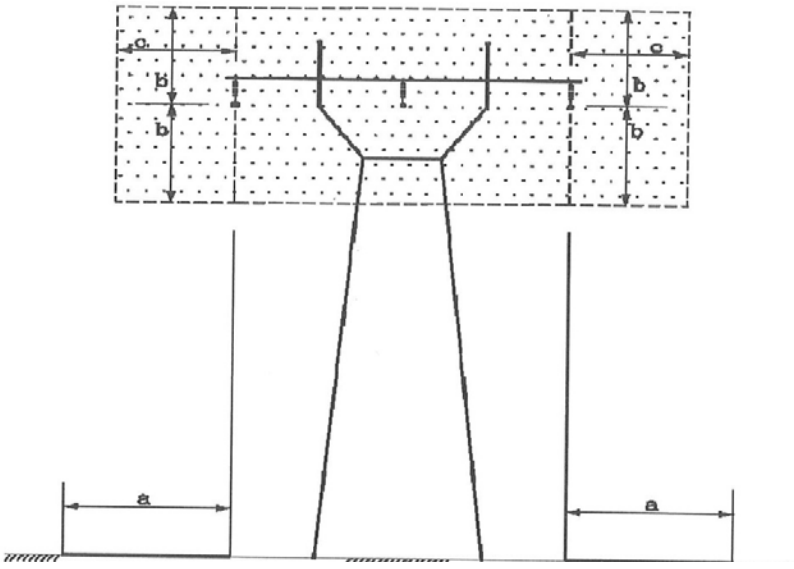
اقداماتی از قبیل زراعت فصلی و کاشت درختان کم ارتفاع و احداث شبکه آبیاری و اقداماتی که در سطح زمین انجام گیرد مشروط به اینکه مانعی برای دسترسی به خطوط برق خط هوایی ایجاد ننماید با اجازه کتبی شرکت‌های برق منطقه‌ای بلامانع می‌باشد.

حدفاصل بین دو نوار طرفین خط هوایی (a)، جزو حریم زمینی می‌باشد .

فاصله خطوط هوایی و کابل‌های زمینی در شبکه‌های توزیع برق شهری و همچنین خطوط تلفن و مخابرات، لوله‌های آب، گاز و سوخت رسانی، راه آهن و غیره تابع ضوابط و دستورالعمل‌های شرکت‌های مربوطه می‌باشد.



شکل خط هوایی فشار متوسط (11، 20و 33کیلوولت)



شکل خط هوایی فشار قوی (63کیلوولت و بالاتر)

سیستم‌های ولتاژ خیلی پایین (FELV,PELV,SELV)

نام سیستم	منابع و مدارها	رابطه مدارهای سیستم و بدنه هادی با زمین
SELV	ترانسفورماتور مجزاکننده ایمن یا منبع ایمن معادل آن، مدارهای با جدایی حفاظتی	مدارها بدون اتصال به زمین می‌باشند، بدنه‌های هادی نباید دانسته به زمین اتصال داده شوند.
PELV	ترانسفورماتور مجزاکننده ایمن یا منبع ایمن معادل آن، مدارهای با جدایی حفاظتی	از مدارهای با اتصال به زمین می‌توان استفاده کرد . بدنه‌های هادی می‌توانند به زمین وصل باشند.
FELV	منابع تغذیه ایمن نیستند و ایمن بودن آن‌ها الزامی نیست مدارها بدون جدایی حفاظتی می‌باشند.	از مدارهای با اتصال به زمین می‌توان استفاده کرد . بدنه‌های هادی باید به هادی حفاظتی مدار اولیه وصل شوند .وصل هادی حفاظتی مدارهای FELVبه زمین مجاز می‌باشد.

ولتاژ خیلی پایین ایمنی **Safety Extra Low Voltage=SELV**

ولتاژ خیلی پایین حفاظتی **Protective Extra Low Voltage=PELV**

ولتاژ خیلی پایین عملیاتی **Functional Extra Low Voltage=FELV**

حفاظت در برابر تماس مستقیم (مدارهایSELV)

اگر ولتاژ اسمی از 25ولت موثر در جریان متناوب و یا 60 ولت جریان مستقیم بدون تموج تجاوز کند، حفاظت در برابر تماس مستقیم الزامی خواهد بود، حفاظت در برابر تماس مستقیم باید به یکی از دو روش زیر تامین شود:

الف) پیش‌بینی موانع یا با پوششی که درجه حفاظت IPآن حداقل برابر با IP2Xباشد.

ب) دارای عایق‌بندی باشد که در برابر ولتاژ آزمونی 500ولت جریان متناوب موثر، حداقل یک دقیقه استقامت کند.

برای محیط عادی و خشک، چنانچه ولتاژ اسمی از 25ولت موثر در جریان متناوب یا 60ولت جریان مستقیم بدون تموج تجاوز نکند، حفاظت در برابر تماس مستقیم الزامی نمی‌باشد.

رعایت مقررات برای حفاظت در برابر تماس مستقیم در محیط‌های غیرخشک از جمله حمام، دوش، استخر و یا در بعضی ازمحیط‌ها و شرایط دیگر، الزامی است

الزامات خاص مدارهای PELVبا اتصال زمین

در مواردی که مدارها دارای اتصال زمین بوده یا داشتن منابع تغذیه SELVلازم نباشد شرایط زیر باید برقرار شود:

حفاظت در برابر تماس مستقیم (مدارهایPELV)

حفاظت در برابر تماس مستقیم باید به یکی از دو روش زیر تامین شود:

الف) پیش‌بینی موانع یا با پوششی که درجه حفاظت IPآن حداقل برابر با IP2Xباشد.
ب) دارای عایق‌بندی باشد که در برابر ولتاژ آزمونی 500ولت جریان متناوب موثر، 1دقیقه استقامت کند.

عدم لزوم حفاظت در برابر تماس مستقیم (مدارهای PELV)

اگر تجهیزات در داخل حوزه اثر هم‌بندی برای هم ولتاژ کردن باشد و ولتاژ اسمی از مقادیر زیر تجاوز نکند، ایجاد حفاظت در برابر تماس مستقیم لازم نخواهد بود:
الف) 25 ولت موثر در جریان متناوب یا 60ولت جریان مستقیم بدون تموج، هنگامی که تجهیزات به طور معمول فقط در محیط‌های خشک مورد استفاده قرار می‌گیرند و انتظار نمی‌رود سطوح بزرگی از قسمت‌های برقدار با بدن تماس حاصل کند.
ب)6 ولت موثر در جریان متناوب یا 15ولت جریان مستقیم در همه موارد دیگر.

حفاظت در برابر تماس مستقیم (مدارهای FELV)

حفاظت در برابر تماس مستقیم باید با یکی از دو روش زیر انجام شود:
الف) استفاده از حصارکشی‌ها یا محفظه‌ها برای جلوگیری از تماس مستقیم
ب) استفاده از عایق‌بندی که با حداقل ولتاژ آزمونی مدار اولیه مطابقت داشته باشد.
در مواردی که مدارهای FELVقادر به تحمل این ولتاژ نباشند، عایق‌بندی بدنه‌های در دسترس تجهیزات باید در حین نصب تقویت شود تا حدی که بتواند در برابر ولتاژ آزمونی 1500ولت متناوب موثر استقامت کند.

برآورد توان کل نصب شده

لازم است مبانی زیر جهت برآورد توان براساس نیازهای تاسیسات برقی مدنظر قرار گیرد:
الف) برآورد برق مدار چراغ‌های نصب ثابت رشته‌ای (التهابی) برابر توان اسمی لامپ آن‌ها خواهد بود .در مراحل برآورد اولیه، درخواست چراغ برابر توان بزرگترین لامپی است که بتوان در سرپیچ آن نصب کرد.
ب) برآورد برق مدار چراغ‌های نصب ثابت و از نوع تخلیه‌ای در گاز (از قبیل لامپ‌های فلورسنت معمولی، بخارسدیم، بخار جیوه، متال هالید و غیره) در صورتی که در این چراغ‌ها از چوک و یا بالاست القایی استفاده شده باشد، برابر توان اسمی مصرفی لامپ‌های آن به اضافه مصرف چوک (بالاست القایی) می‌باشد .میزان برآورد درخواست نیروی برق این چراغ‌ها به ولت آمپر، 2برابر درخواست برحسب وات است .(مصرف لامپ به اضافه مصرف چوک و یا بالاست القایی)
یعنی ضریب توان لامپ‌های تخلیه‌ای در گاز را باید 0.5در نظر بگیریم تا مقدار توان ظاهری که واحدش ولت آمپر است دو برابرتوان حقیقی که واحدش وات است به دست می‌آید.

$$S=\frac{P}{\cos\phi}$$

پ) میزان درخواست نیروی برق چراغ‌های نصب ثابت از نوع تخلیه در گاز با بالاست الکترونیکی برابر توان اسمی مصرفی لامپ و مصرف بالاست آن تامین می‌گردد.

در انتخاب کلید حفاظتی و یا فیوز و سایر اجزاء، مدار لامپ‌های گازی، بخار جیوه، بخار سدیم و متال هالید به جریان راه اندازی هر یک از آن‌ها (براساس نوع لامپ به هنگام وصل مدار) توجه شود.

ت) برآورد برق مدار پریزها، در مواردی که نوع لوازم و دستگاه‌هایی که از آن‌ها تغذیه خواهند کرد معلوم نباشند، از راه تخمین بار مجاز آن مدار انجام می‌گیرد.
ث) برآورد برق مدار لوازم و دستگاه‌های نصب ثابت برابر توان اسمی آن‌ها، با اعمال ضرایب توان Power Factorآن‌ها خواهد بود.
ج) برآورد برق مدار بارهای القایی از قبیل موتور، با توجه به ضریب توان آن‌ها تعیین می‌شود.

توان مصرفی هر مدار پریز را باید با توجه به ضریب همزمانی آن مدار انتخاب گردد.
توان مصرفی تجهیزات نصب ثابت، باید برابر توان نامی آن‌ها انتخاب شود.