بسم الله الرحمن الرحیم

بخش سوم

آشنایی با نکات کاربردی و اجرایی مبحث ۱۳

تهیه کننده:
حسام الدین یوسفیان

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

نیروی برق اضطراری

۱-۵-۵-۱۳

برای تأمین و تغذیه برق مصارف اضطراری تأسیسات برقی ساختمان از قبیل سیستم ها، دستگاه ها، تجهیزات و غیره باید از نیروی برق اضطراری که در محل ساختمان توسط مولدهای نیروی برق اضطراری تولید می گردند، استفاده شود. نیروی محرکه ژنراتور این مولدها معمولاً موتورهای دیزل و یا در بعضی از موارد موتورهای گازسوز (گاز شهری) می باشد.
بر این اساس مصارف اضطراری زیر باید از نیروی برق اضطراری تغذیه گردند:

الف) سردخانه های عمومی و صنعتی

ب) مراکز صنعتی که قطع برق طولانی مدت در آن ها ممکن است موجب خسارت جبران ناپذیر شود.

پ) 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

ت) ساختمان هایی که نوع فعالیت آن ها به نحوی است که ممکن است قطع برق، خطر یا خسارت جبران ناپذیر بوجود آورد.

ث) در ساختمان های مسکونی و اداری خصوصی (غیرعمومی)، که دارای واحدهای مجزا از هم بوده و طول مسیر حرکت آسانسور(ها) بیش از ۲۱ متر از کف اصلی ورودی بوده که الزاماً دارای آسانسور حمل بیمار (برانکاردبر) می باشد.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

نیروی برق اضطراری

۱-۱-۵-۵-۱۳

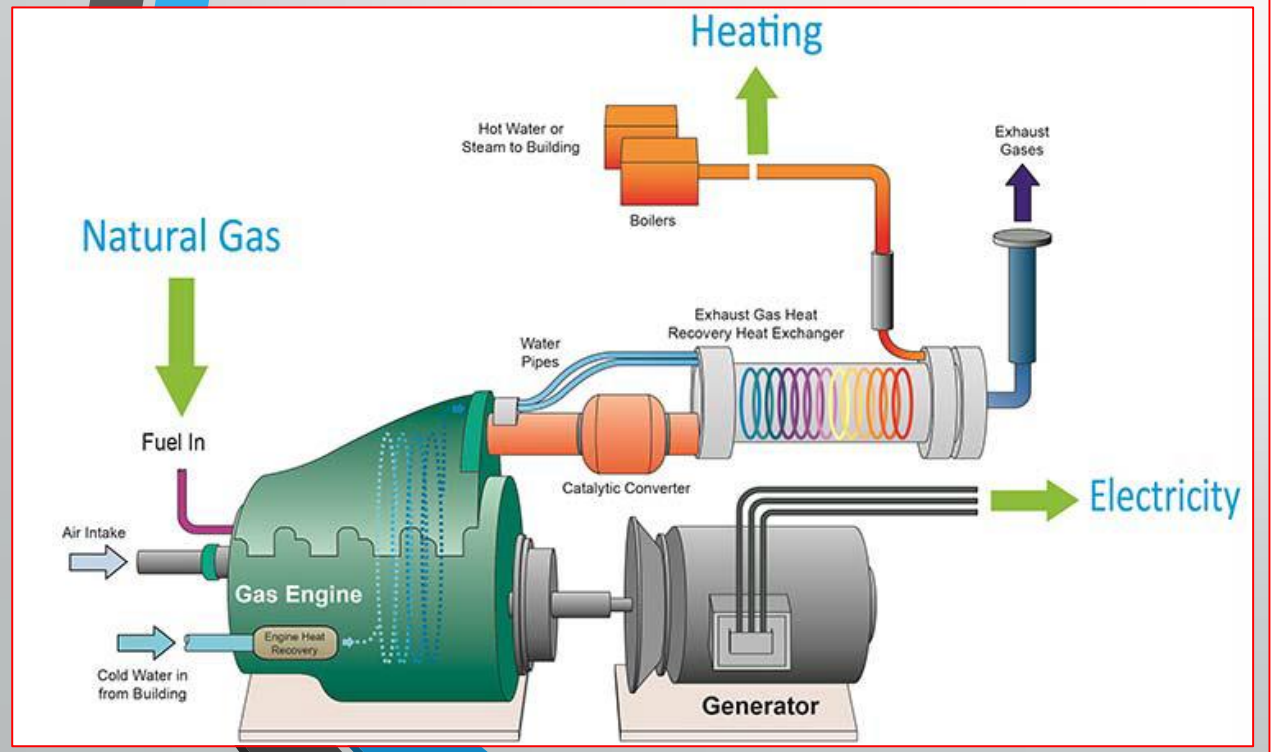
در ساختمان های مسکونی که شامل شرایط بند (ث) فوق الذکر نمی گردند، توصیه می شود که آسانسور(ها) در صورت امکان مجهز به سیستم منبع تغذیه شامل مبدل جریان با باتری پشتیبان و شارژ آن باشد، به گونه ای که به هنگام قطع برق، آسانسور(ها) به نزدیک ترین طبقه هدایت و متوقف گردد. در این صورت بازرسی و بازدید دوره ای از شرایط کارکرد آن سیستم و باتری ها، باید جزء برنامه و دستورالعمل نگهداری ساختمان قرار گیرد.

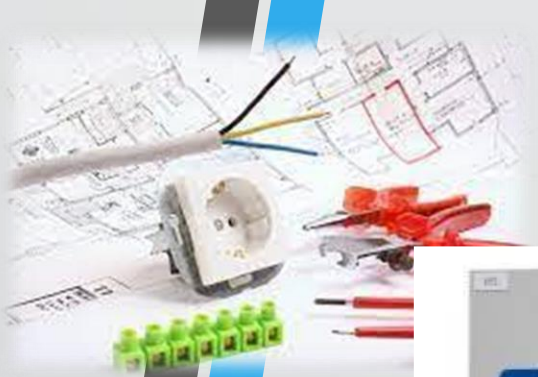
۳-۲-۹-۱۳

بنا به دلایل زیر از ژنراتور گازی که در آن از شبکه گاز شهری به عنوان سوخت نیروی محرکه مولد برق اضطراری استفاده می شود فقط برای تأمین مصارف برق اضطراری و به غیر از مصارف سیستم های تأمین ایمنی می توان استفاده کرد.

الف) مدت زمان راه اندازی ژنراتورهای گازی بیش از ۱۵ ثانیه می باشد.

ب) احتمال قطع گاز شبکه شهری به دلایل ناخواسته وجود دارد.

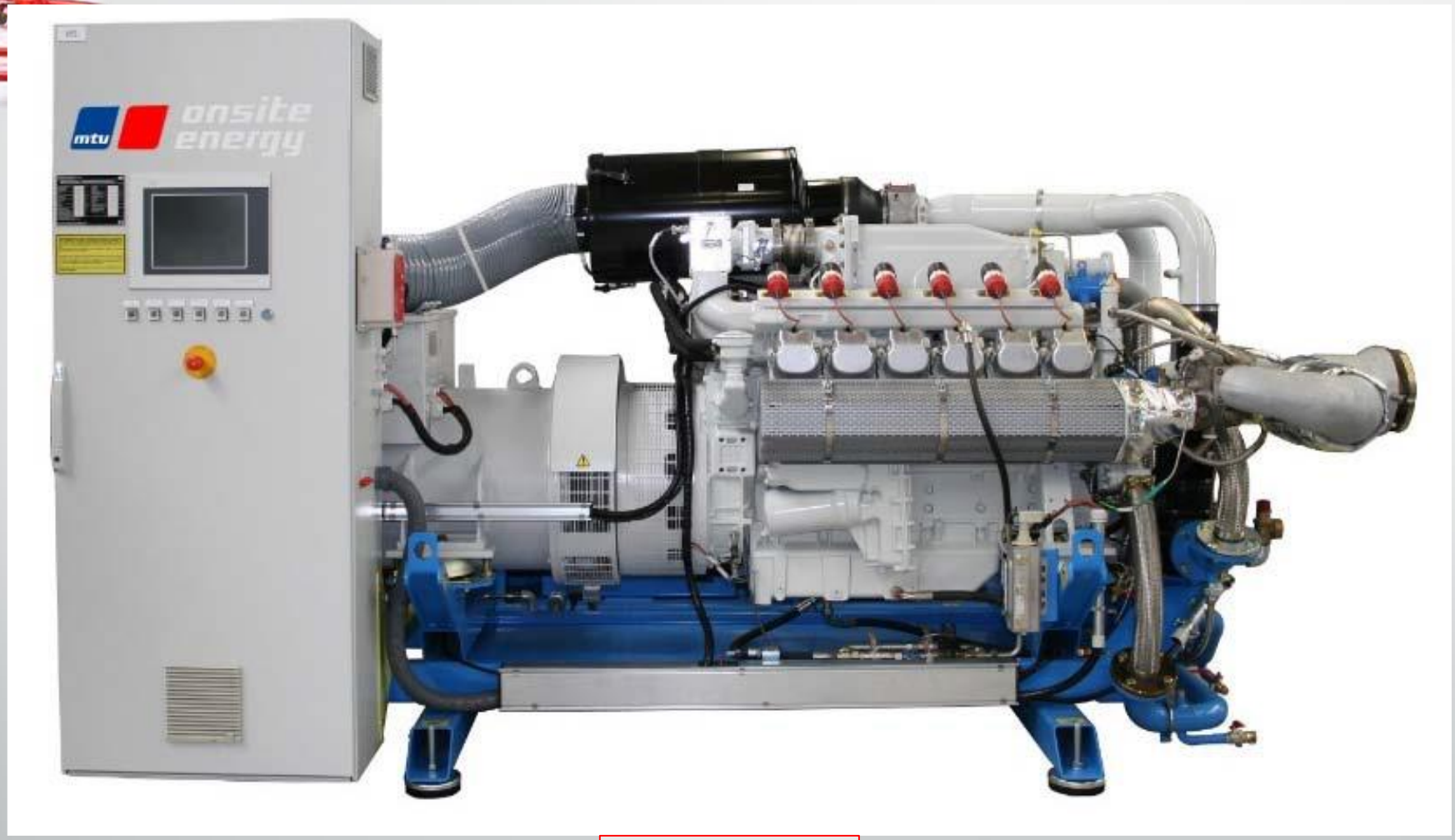




برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

نیروی برق اضطراری



ژنراتور گازی

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

نیروی برق اضطراری

۵-۵-۵-۱۳

مولد نیروی برق اضطراری به هنگام قطع برق شهر، از طریق تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک (ATS)، به شبکه توزیع برق اضطراری وصل و برق مورد نیاز مصارف اضطراری را تأمین می نماید. کلیدهای خودکار (اتوماتیک) با مکانیسم موتوری و یا کلیدهای خودکار مغناطیسی (کنتاکتور) مورد استفاده در تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک مذکور در سیستم نیروی TN-S سه فاز و نیز کلید حفاظتی اصلی مدار خروجی برق ژنراتور از نوع **چهار پل** و بقیه کلیدهای حفاظتی تابلو برق اصلی آن از **نوع سه** پل خواهند بود.

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

۶-۵-۵-۱۳

ترمینال نقطه خنثی ژنراتور برق اضطراری سه فاز در سیستم نیروی TN-C باید از طریق هادی عایق دار با **حداقل سطح مقطع هادی اتصال زمین** سیستم نیرو به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وصل شده و علاوه بر آن هادی حفاظتی- خنثی (PEN) نیز باید به ترمینال یا شینه حفاظتی-خنثی تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک مولد نیروی برق اضطراری متصل گردد. بدنه دستگاه مولد نیروی برق اضطراری در سیستم نیروی TN-C نیز به هادی حفاظتی-خنثی تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک مولد نیروی برق اضطراری وصل می گردد.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

نیروی برق اضطراری

۷-۵-۵-۱۳

ترمینال نقطه خنثی (N) ژنراتور برق اضطراری سه فاز در سیستم نیروی TN-S باید از طریق هادی عایق دار با **حداقل سطح مقطع برابر** با سطح مقطع هادی اتصال زمین سیستم نیرو مستقیماً به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وصل گردد. بدنه دستگاه نیز در این سیستم نیرو از طریق هادی عایق دار با حداقل سطح مقطع برابر با سطح مقطع هادی اتصال زمین سیستم نیرو به عنوان هادی حفاظتی (PE) مستقیماً به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وصل می گردد.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

نیروی برق ایمنی

۱-۶-۵-۱۳

در مواردی که قطع نیروی برق ممکن است برای افراد و ساکنین ایجاد خطر نموده و یا باعث ضرر و زیان گردد، پیش بینی نیروی برق ایمنی الزامی می گردد. نیروی برق ایمنی می تواند مکمل نیروی برق اضطراری یا مستقل از آن باشد. انتخاب سیستم ایمنی وسایل و دستگاه هایی 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 (چراغ های ایمنی باتری سرخود و غیره).

سیستم های ایمنی در ساختمان هایی از قبیل ساختمان های **بلندمرتبه مسکونی، تجاری، اداری، ساختمان های مرکزی بانک ها، فروشگاه های بزرگ، ساختمان های ویژه حیاتی، بسیار زیاد حساس** و **زیاد مهم، بناهای درمانی** و **بیمارستان ها، تالارهای اجتماعات، سینماها، تئاترها** و غیره بر اساس مقررات، ضوابط، استانداردها و یا نیاز به استفاده از آن ها، در نظر گرفته می شود.

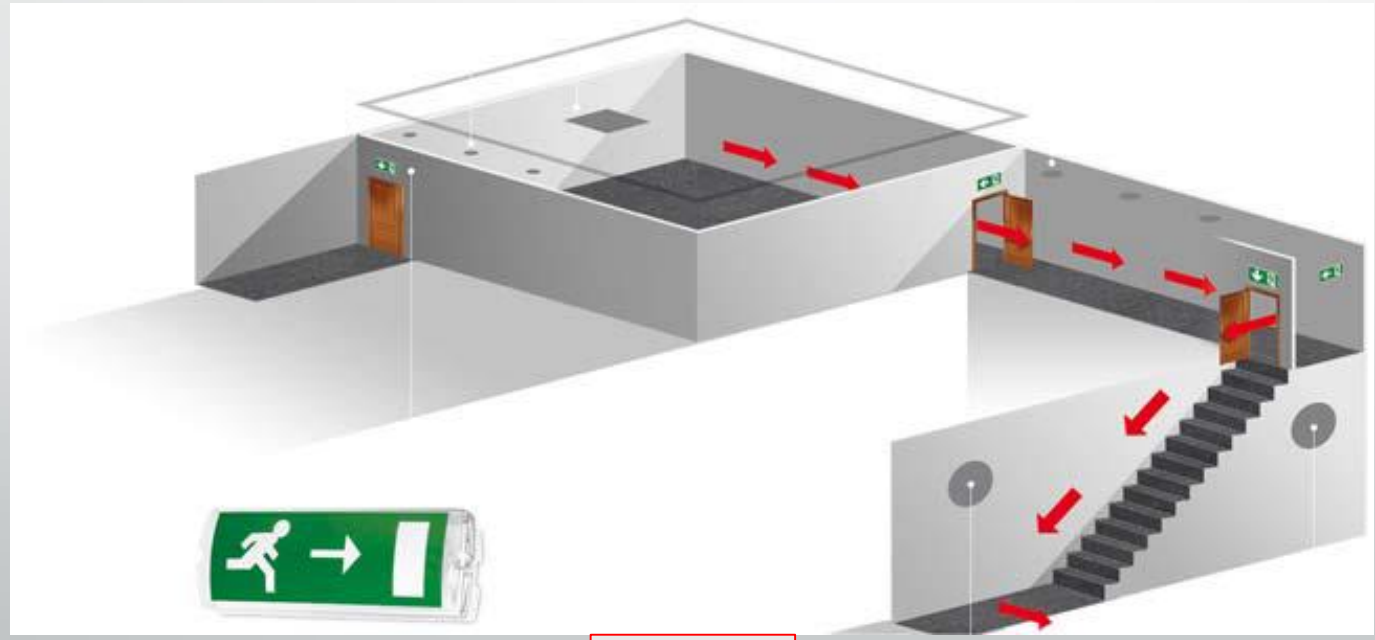
برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

نیروی برق ایمنی

۱۳-۵-۶-۲

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



برق ایمنی

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

نیروی برق ایمنی

۱۳-۵-۶-۲-۲

مولد نیروی برق اضطراری که مصارف برق اضطراری سیستم های تأمین ایمنی را بطور مستقیم تغذیه می نماید، باید بتواند حداکثر در مدت زمان ۱۵ ثانیه (زمان راه اندازی کامل مولد)، از طریق تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک، مصارف برق سیستم های ایمنی را تأمین و تغذیه نماید.

در صورتی که بیش از یک مولد تأمین و تغذیه برق اضطراری سیستم های ایمنی را به عهده داشته باشد، صرفنظر از نحوه و روش قرار گرفتن مولدهای مذکور در مدار تغذیه، باید مدت زمان حداکثر ۱۵ ثانیه برای راه اندازی کامل مولدها، در این حالت نیز برقرار باشد.

۱۳-۵-۶-۲-۳

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

۱۳-۵-۶-۲-۴

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

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نیروی برق ایمنی

نکات مهم و کاربردی

۱۳-۵-۶-۲-۵

توصیه می شود که در صورت تأمین امکانات و شرایط لازم در طرح به منظور تأمین پایداری و برقراری برق تغذیه در مصارف سیستم های ایمنی ساختما ن های بلندمرتبه مسکونی، اداری و تجاری، بیمارستان ها، مراکز کامپیوتر، مرکز داده، ساختمان های مرکزی بانک ها، ساختمان های ویژه حیاتی و بسیار 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، راه های خروج الزامی و چاه آسانسور دسترسی آتش نشان، سیستم تخلیه دود به هنگام حریق و غیره از طریق دو مدار مجزا و به ترتیب اولویت از تابلوهای زیر تغذیه گردند:

الف) تابلوهای اصلی دو منبع تغذیه متفاوت

ب) دو تابلوی اصلی متفاوت از یک منبع تغذیه

پ) دو تابلوی نیمه اصلی متفاوت با دو منبع تغذیه متفاوت

ت) دو تابلوی نیمه اصلی متفاوت با یک منبع تغذیه

و مدارها هم در دو مسیر مجزا اجرا شده و در نقطه تغذیه و مصرف، این دو مدار از طریق یک تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک به تابلوی برق مصر فکننده و یا مصرف کننده های مورد نظر وصل گردد.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

نیروی برق ایمنی

۱۳-۵-۶-۲-۵

تمامی و یا هر یک از کابل های تغذیه برق، کنترل، روشنایی، مصارف تأسیسات مکانیکی و غیره مربوط به آسانسور دسترسی آتش نشان که در خارج از چاه و موتورخانه آن قرار می گیرند باید توسط ساختاری با **حداقل ۹۰ دقیقه مقاومت در برابر آتش** محافظت شوند و یا دارای حداقل ۹۰ دقیقه مقاومت در برابر آتش باشند (مبحث ۳ مقررات ملّی ساختمان).

تبصره: تمامی ارتفاع چاه آسانسور دسترسی آتش نشان در زمانی که عملیات امداد و نجات در جریان است، باید دارای حداقل **۱۱ لوکس** روشنایی باشد (مبحث ۳ مقررات ملّی ساختمان).

۱۳-۵-۶-۳-۱

در روشنایی ایمنی نباید بیش از ۲۰ نقطه روشنایی از یک مدار تغذیه گردد و نیز کل جریان مدار نباید از ٪ ۶۰ 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 ۳۰ درجه باشد.

تبصره: استفاده از **سنسور حرکتی** و یا **حضور** در مدارهای **روشنایی ایمنی** مجاز نمی باشد.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

روشنایی ایمنی

۱۳-۵-۶-۲-۳

روشنایی ایمنی پلکان های خروج، راه های خروج الزامی، تخلیه افراد، فضاهای کار با ریسک بالا، اتاق امدادرسانی و اتاق مدیریت بحران باید از ۲ منبع متفاوت از منابع زیر تغذیه گردند:

الف) سیستم منبع تغذیه مرکزی مانند برق بدون وقفه و یا سیستم باتری و شارژر آن

ب) سیستم منبع تغذیه منطقه ای مانند برق بدون وقفه و یا سیستم باتری و شارژر آن

پ) سیستم منبع تغذیه با باتری و شارژر مستقل و سرخود

تبصره: چراغ ایمنی با منبع تغذیه مستقل و سرخود (باتری و شارژ آن) در زمان قطع برق مدار تغذیه اصلی آن، باید بتواند حداقل به مدت ۱/۵ ساعت شدت روشنایی مقرر را تأمین نماید.

نکات مهم و کاربردی

برق اضطراری، برق ایمنی،

روشنایی ایمنی

۴-۲-۶-۵-۱۳

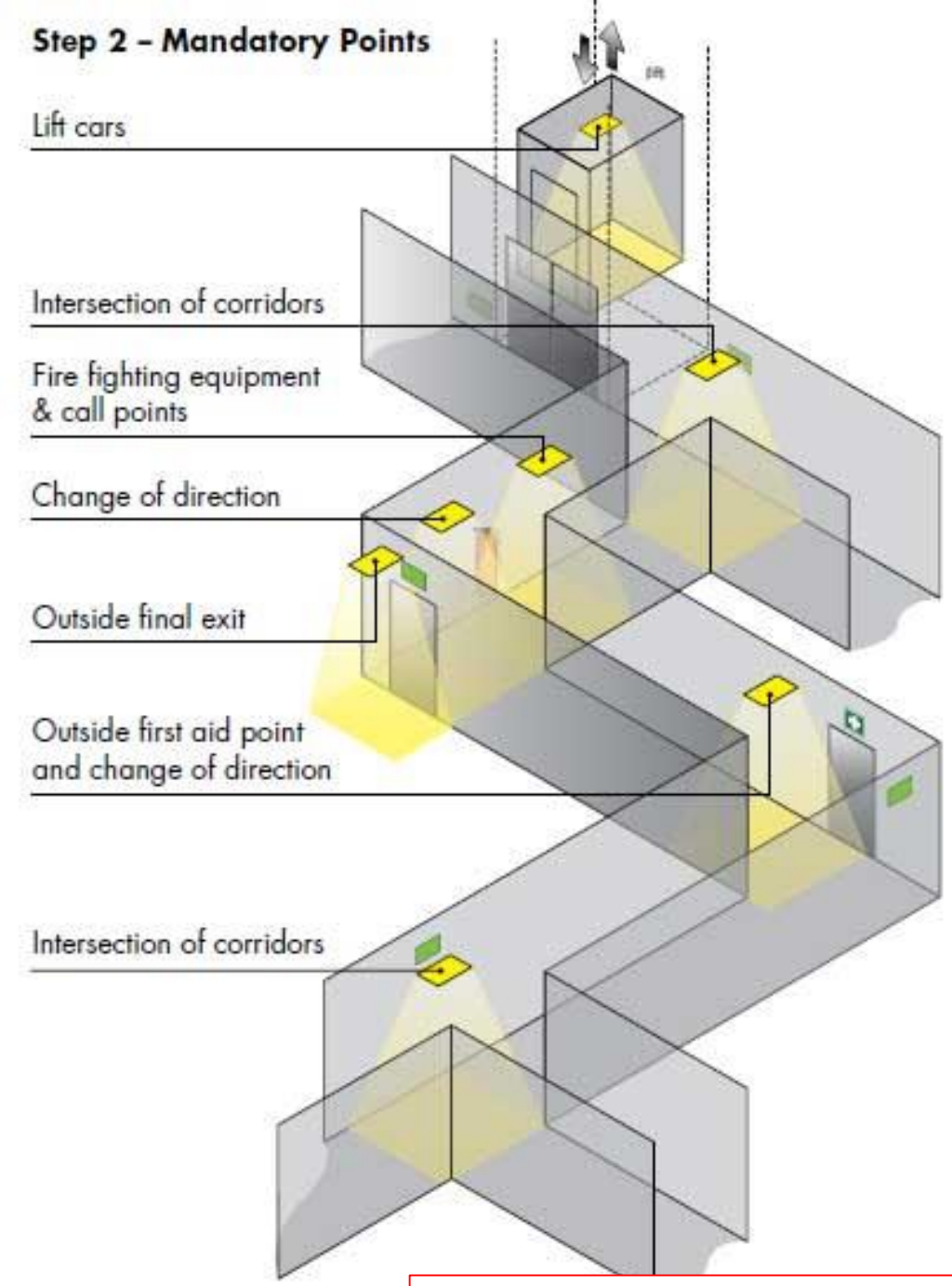
نیازها و الزامات تغذیه مدارهای روشنایی ایمنی برای فضاها و ساختمان ها با کاربری های متفاوت، در جدول آمده است.

تبصره: چراغ ایمنی با منبع تغذیه مستقل و سر خود (باتری و شارژ آن) در زمان قطع برق مدار تغذیه اصلی آن، باید بتواند حداقل به مدت ۱/۵ ساعت شدت روشنایی مقرر را تأمین نماید.

مثال‌هایی از کاربرد	نیازها و الزامات			
	سیستم منبع تغذیه مرکزی	سیستم منبع تغذیه منطقه‌ای	با باتری و شارژر مستقل و سرخود	سیستم تغذیه از دو منبع متفاوت
اتاق یا سالن اجتماعات	+	+	+	
سالن نمایشگاه‌ها	+	+	+	
سالن‌های تئاتر، سینما و نمایش	+	+	+	
ورزشگاه‌ها	+	+	+	
فروشگاه‌های بزرگ و مراکز تجاری	+	+	+	
رستوران‌ها	+	+	+	
بیمارستان‌ها و مراکز درمانی	+	+	+	
هتل‌ها و مهمانخانه‌ها	+	+	+	
اقامتگاه‌ها یا خانه‌های نگهداری افراد	+	+	+	
ساختمان‌های بلندمرتبه مسکونی، اداری و تجاری	+	+	+	
ساختمان‌های مرکزی بانک‌ها	+	+	+	
مراکز آموزشی و فرهنگی	+	+	+	
پارکینگ‌های بسته	+	+	+	
پلکان‌های خروج، راه‌های خروج الزامی، تخلیه افراد	+	+	+	+
فضاهای کار با ریسک بالا، اتاق امدادرسانی و اتاق مدیریت بحران	+	+	+	+
+ سیستم‌های مناسب و قابل استفاده جهت تغذیه روشنایی ایمنی، در صورت وجود هر یک از منابع تغذیه در طرح				

نکات مهم و کاربردی

روشنایی ایمنی



at each exit door intended to be used in an emergency

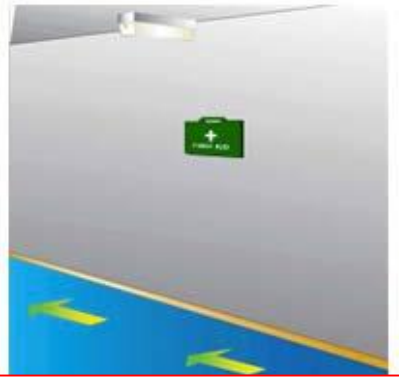
near stairs so that each flight of stairs receives direct light

near any other change in level

mandatory emergency exits and safety signs

at each change of direction

at each intersection of corridors



near each emergency call point

محل نصب چراغ های روشنایی اضطراری در راهروها، پیچ ها، تغییر ارتفاع سطح، درب خروج و تجهیزات نجات

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

روشنایی ایمنی

۱۳-۵-۶-۳-۵

شدت روشنایی متوسط ایمنی مکا نهای زیر نباید از ۱۰ لوکس کمتر باشد:
الف) پلکان های خروج، راه های خروج الزامی، کریدورهای دسترسی خروج و گذرگاه ها
ب) اجزای داخلی و خارجی راه و تخلیه اضطراری (مبحث ۳ مقررات ملّی ساختمان)
پ) آسانسورها و فضای انتظار جلوی آسانسور در طبقات
ت) محوطه هایی که در مسیر راه های خروج الزامی قرار دارند.

۱۳-۵-۶-۳-۶

در تالارهای سینما و تئاتر، در هنگام نمایش، شدت روشنایی متوسط ایمنی، نباید از ۲ لوکس 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 راه های 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 ۱۰ لوکس کمتر باشد.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

کلید و هادی حفاظتی دستگاه برق بدون وقفه

نکات مهم و کاربردی

۱-۴-۶-۵-۱۳

ترمینال نقطه حفاظتی-خنثی در ورودی تغذیه دستگاه برق بدون وقفه در سیستم نیروی TN-C سه 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 شده و علاوه بر آن هادی حفاظتی-خنثی نیز باید به ترمینال مشترک شده حفاظتی-خنثی دستگاه متصل گردد.

۲-۴-۶-۵-۱۳

بدنه دستگاه برق بدون وقفه در سیستم نیروی TN-C به هادی حفاظتی-خنثی مدار تغذیه برق ورودی وصل می گردد.

۳-۴-۶-۵-۱۳

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

۴-۴-۶-۵-۱۳

ترمینال نقطه خنثی در ورودی تغذیه دستگاه برق بدون وقفه در سیستم نیروی TN-S سه 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.

۵-۴-۶-۵-۱۳

بدنه دستگاه نیروی برق بدون وقفه در سیستم نیروی TN-S به هادی حفاظتی مدار تغذیه برق ورودی وصل می گردد.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

کلید و هادی حفاظتی دستگاه برق بدون وقفه

نکات مهم و کاربردی

۱۳-۵-۶-۴-۶

فقط کلید حفاظتی مدار خروجی برق دستگاه برق بدون وقفه در سیستم نیروی TN-S از نوع چهار پل و بقیه کلیدهای حفاظتی تابلو برق اصلی آن از **نوع سه پل** خواهند بود.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

سیستم های نیروی برق

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱

سیستم های نیروی برق فشارضعیف از دیدگاه ایمنی و مشخصه های اجزای سیستم منتخب که لازمه طرح و اجرای تأسیسات برقی ایمن و بهره برداری مؤثر از آن می باشد داشتن شناختی کامل از نوع سیستم نیروی تغذیه کننده آن و انتخاب صحیح روش های ایمنی و وسایل حفاظتی و لوازم و تجهیزات بکار رفته در تأسیسات الزامی است. به طور کلی سه نوع سیستم نیرو TT، IT و TN متداول می باشد. مفهوم حروف اختصاری بکار رفته در نام گذاری سیستم های نیروی فوق الذکر به شرح زیر است:

حرف اول از سمت چپ مشخص کننده نوع رابطه سیستم نیرو با زمین است.

T: یک نقطه از سیستم مستقیماً به زمین وصل است (معمولاً نقطه خنثی).

I: قسمت های برقدار سیستم نسبت به زمین عایق بوده و یا یک نقطه از سیستم از طریق امپدانسی که به اندازه کافی بزرگ است، به زمین وصل می باشد.

حرف دوم از سمت چپ مشخص کننده نوع رابطه بدنه های هادی تأسیسات با زمین است.

T: بدنه های هادی از نظر الکتریکی به طور مستقیم و مستقل از اتصالات زمین سیستم نیرو به زمین وصل اند.

N: بدنه های هادی از نظر الکتریکی مستقیماً به نقطه زمین شده سیستم نیرو وصل می شوند.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

سیستم های نیروی برق

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱

سیستم های نیروی برق فشار ضعیف از دیدگاه ایمنی و مشخصه های اجزای سیستم منتخب که لازمه طرح و اجرای تأسیسات برقی ایمن و بهره برداری مؤثر از آن می باشد داشتن شناختی کامل از نوع سیستم نیروی تغذیه کننده آن و انتخاب صحیح روش های ایمنی و وسایل حفاظتی و لوازم و تجهیزات بکار رفته در تأسیسات الزامی است. به طور کلی سه نوع سیستم نیرو TT، IT و TN متداول می باشد. مفهوم حروف اختصاری بکار رفته در نام گذاری سیستم های نیروی فوق الذکر به شرح زیر است:

حرف اول از سمت چپ مشخص کننده نوع رابطه سیستم نیرو با زمین است.

T: یک نقطه از سیستم مستقیماً به زمین وصل است (معمولاً نقطه خنثی).

I: قسمت های برقدار سیستم نسبت به زمین عایق بوده و یا یک نقطه از سیستم از طریق امپدانسی که به اندازه کافی بزرگ است، به زمین وصل می باشد.

حرف دوم از سمت چپ مشخص کننده نوع رابطه بدنه های هادی تأسیسات با زمین است.

T: بدنه های هادی از نظر الکتریکی به طور مستقیم و مستقل از اتصالات زمین سیستم نیرو به زمین وصل اند.

N: بدنه های هادی از نظر الکتریکی مستقیماً به نقطه زمین شده سیستم نیرو وصل می شوند.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

سیستم های نیروی برق

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱

علاوه بر دو حرف اصلی تعیین کننده نوع سیستم نیرو، درمورد سیستم های TN برای مشخص کردن نحوه استفاده از هادی های حفاظتی (PE) و خنثی (N) از حروف اضافی استفاده می شود.

- S: در سرتاسر سیستم، بدنه های هادی از طریق یک هادی حفاظتی مجزا (PE) به نقطه خنثی (N) در مبدأ سیستم وصل‌اند.
- C: در سرتاسر سیستم، بدنه های هادی به هادی مشترک حفاظتی-خنثی (PEN) وصل اند.

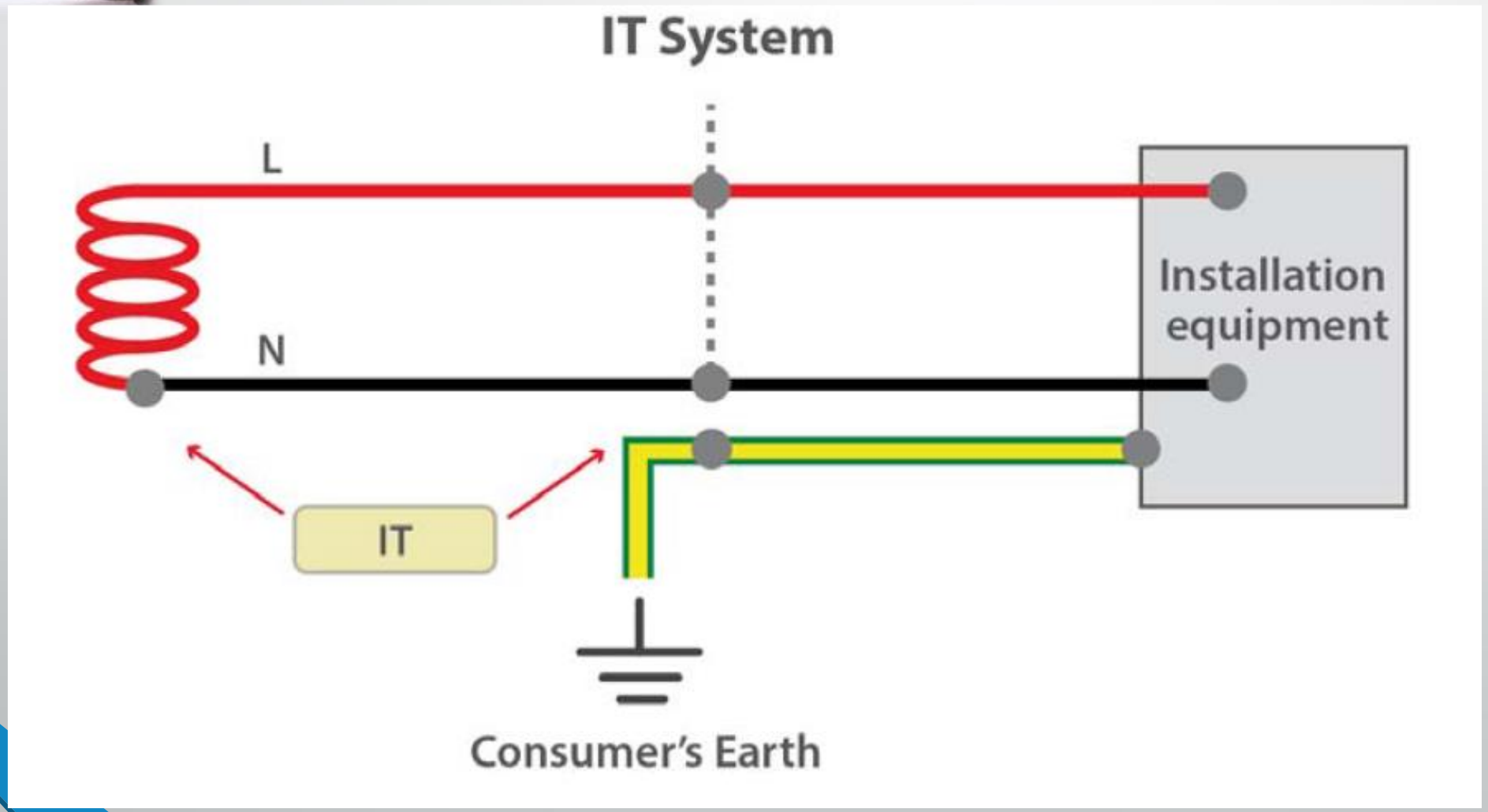
در مواردی که قسمتی از سیستم از مبدأ تا نقطه تفکیک، هادی توأم حفاظتی-خنثی (PEN) دارند و از آن به بعد دو هادی حفاظتی (PE) و خنثی (N) از هم جدا می شوند، از هر دو حرف C و S استفاده خواهد شد، به نحوی که چنین سیستمی به صورت TN-C-S مشخص می شود.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

سیستم های نیروی برق

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱

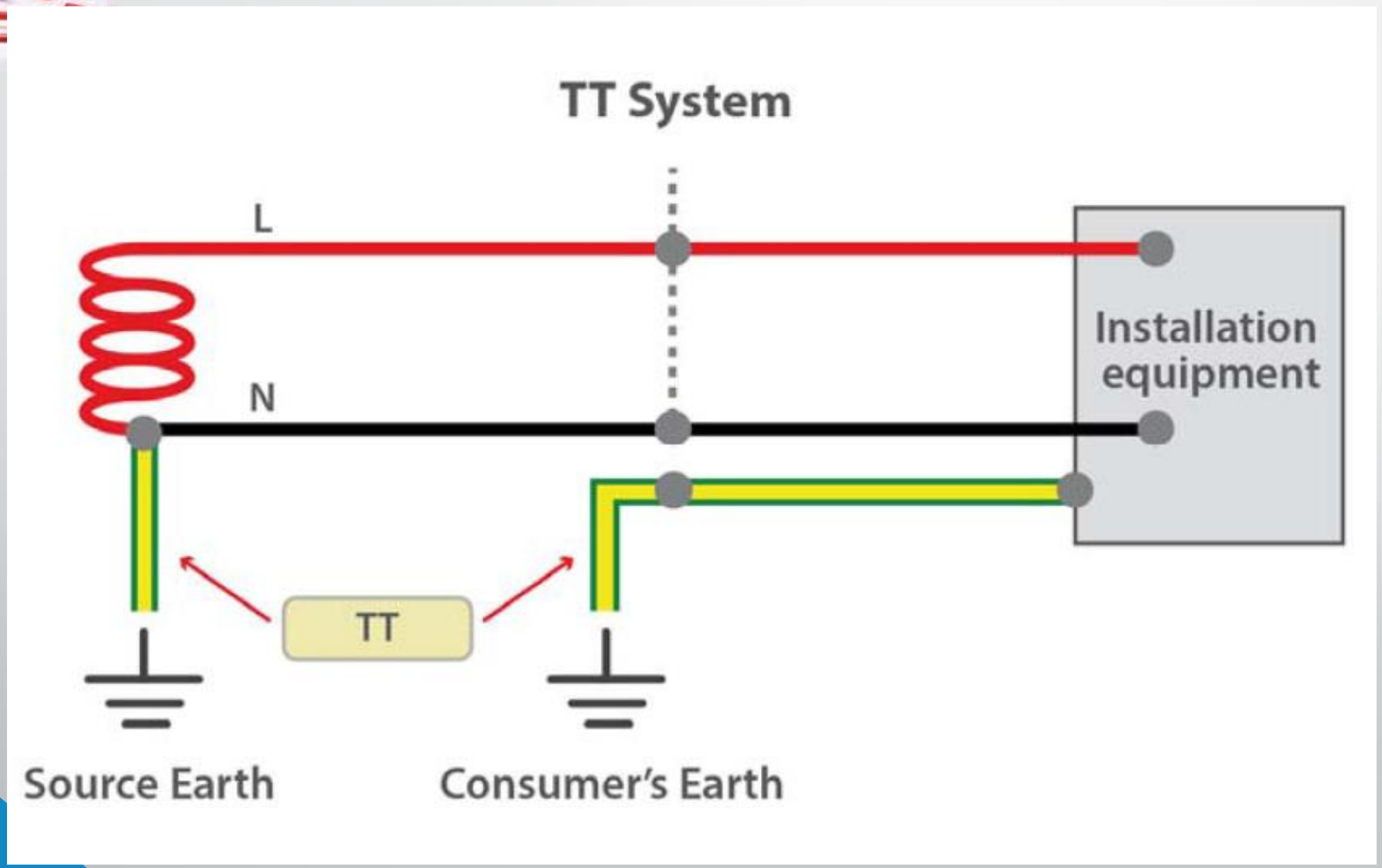


برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

سیستم های نیروی برق

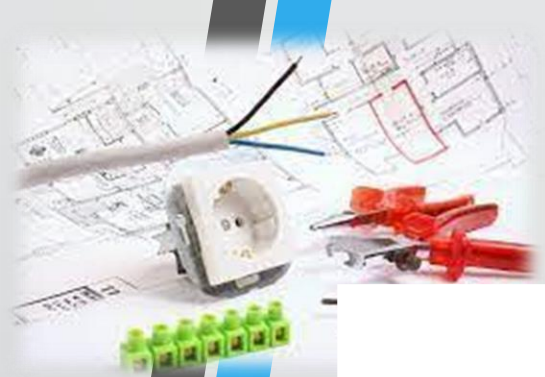
نکات مهم و کاربردی

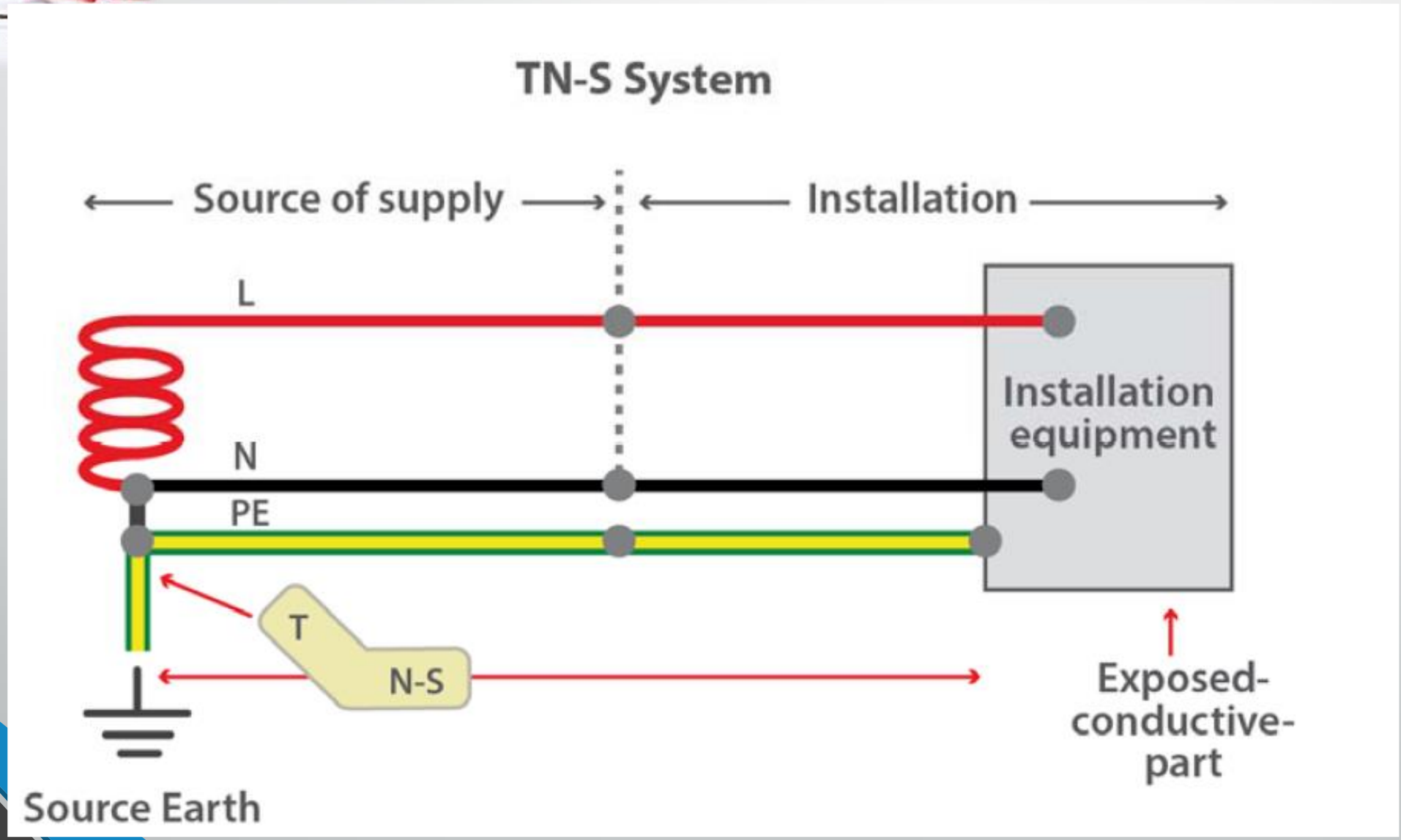
پ ۱-۱



برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

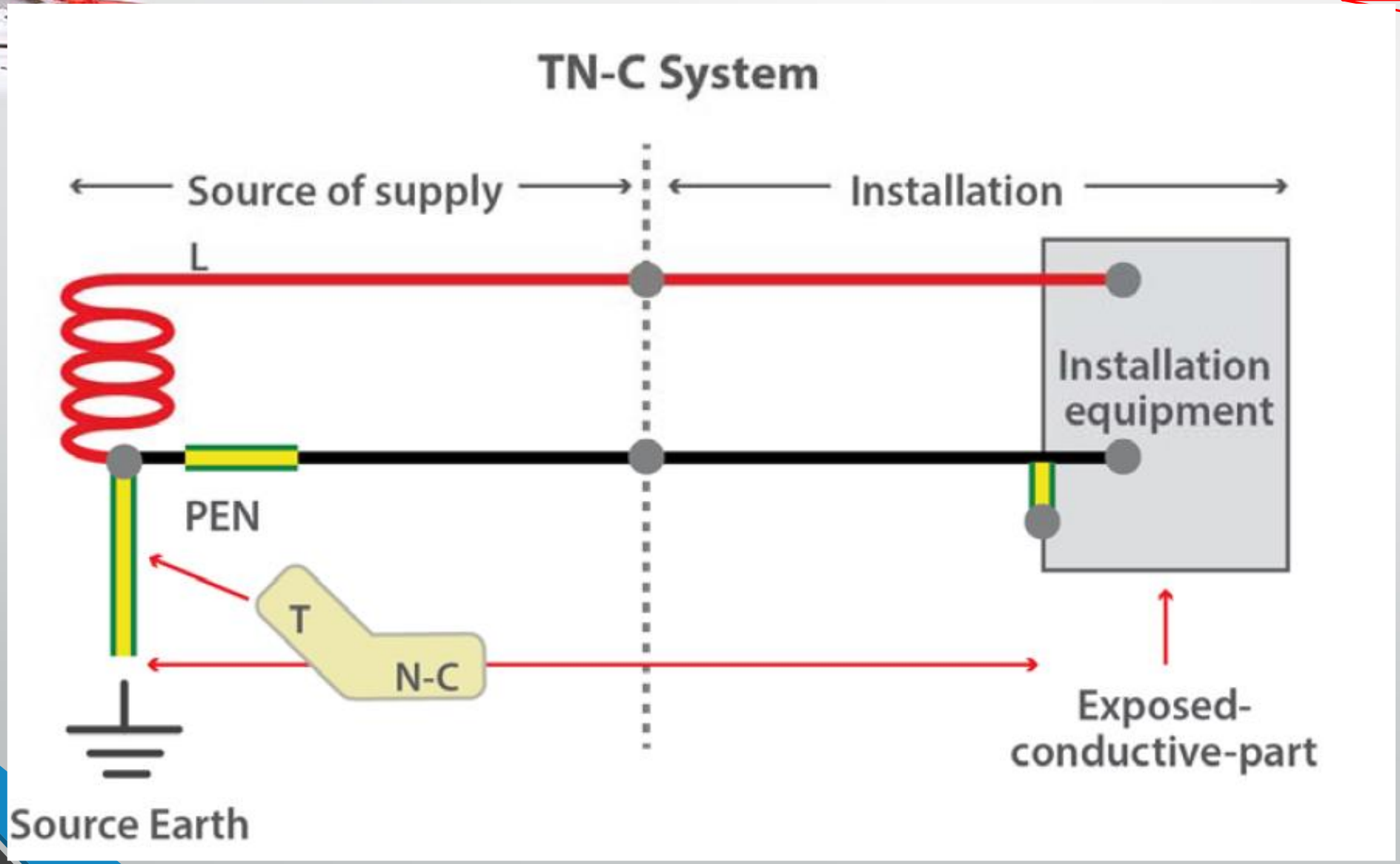
سیستم های نیروی برق

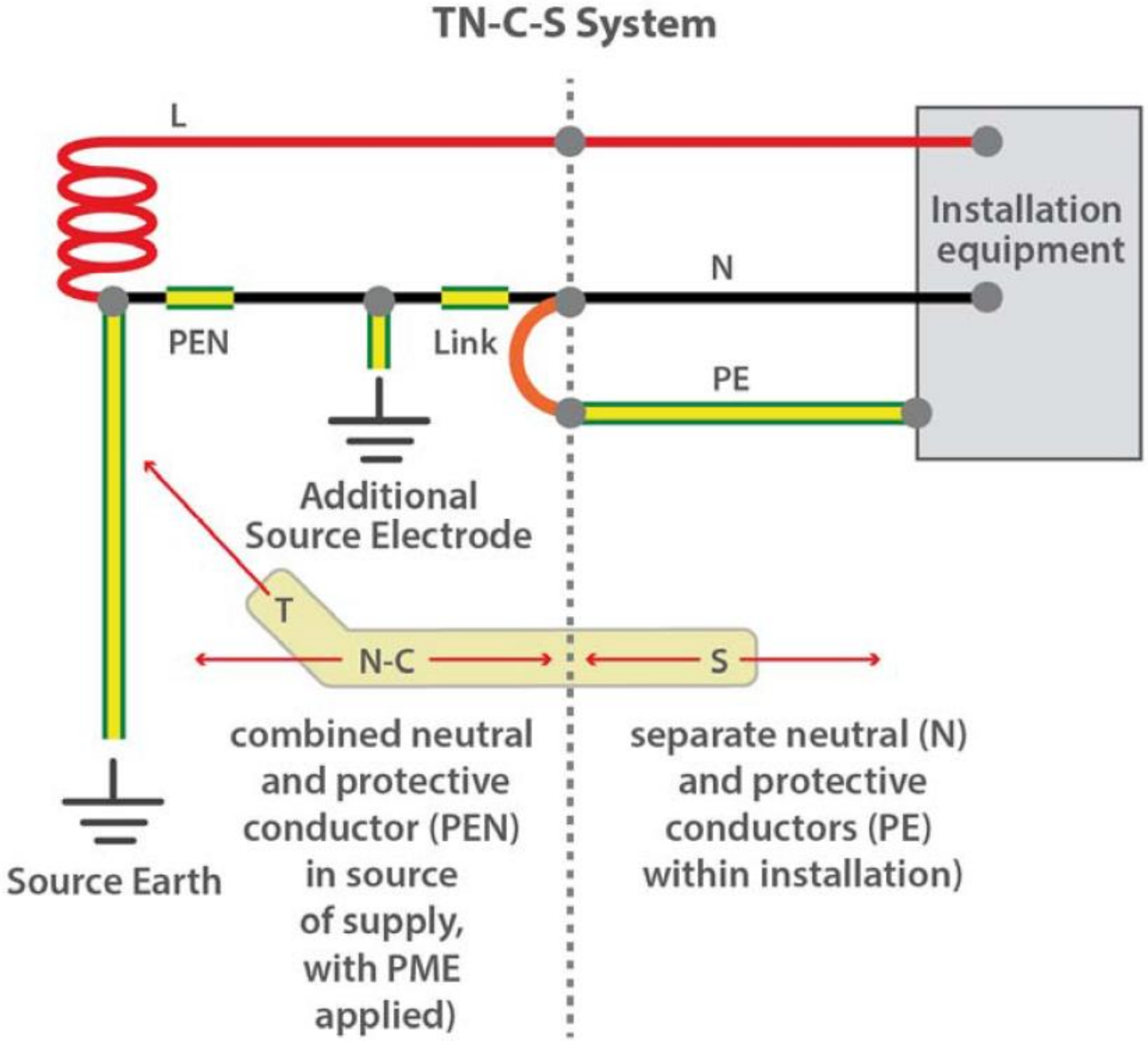




برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

سیستم های نیروی برق




TN-C-S System
L
N
PEN
Link
PE
Installation equipment
Additional Source Electrode
T
N-C
S
Source Earth
combined neutral and protective conductor (PEN) in source of supply, with PME applied)
separate neutral (N) and protective conductors (PE) within installation)

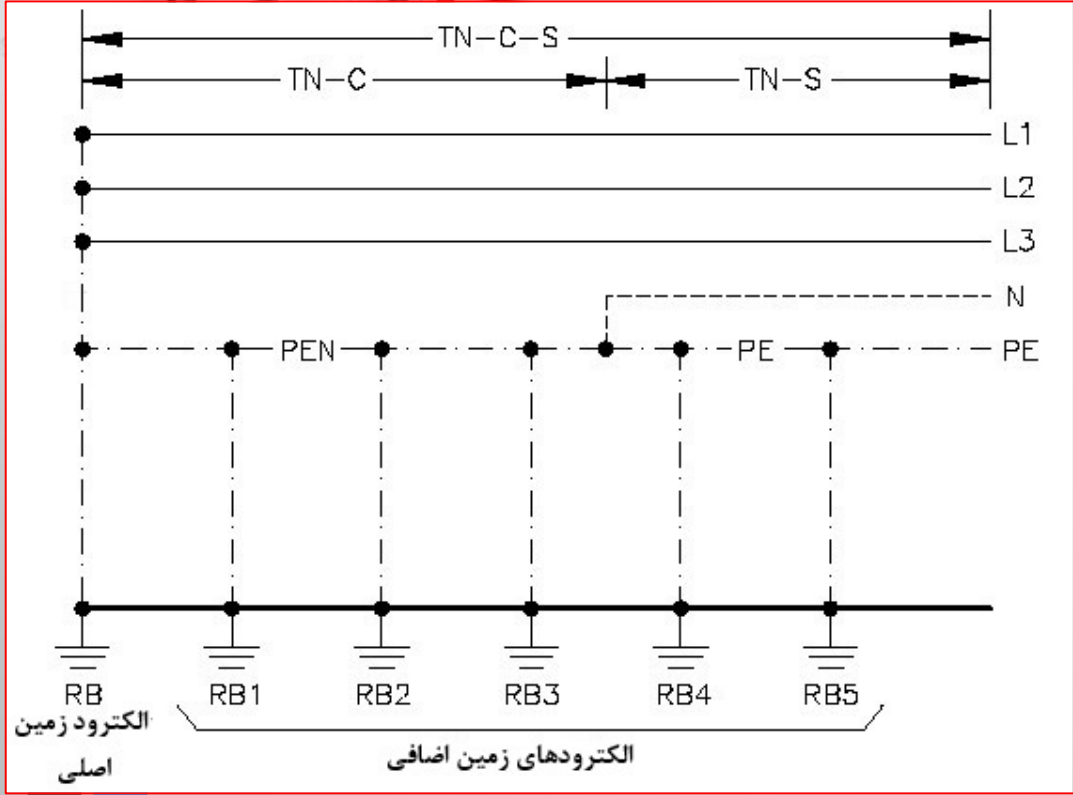
برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

مشخصه های اصلی سیستم TN

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۲

کل مقاومت الکتریکی نقطه خنثی یا هادی خنثی یک سیستم TN (برای هر نوع منبع تغذیه، اعم از ترانسفورماتور یا ژنراتور) نسبت به جرم کلی زمین، نباید از ۲ اهم تجاوز کند. مقاومت **کل دو اهم** را ممکن است علاوه بر اتصال زمین پُست یا نیروگاه، از طریق احداث اتصال زمین های 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 RB و RB1 و RB2 و.... و RBn یعنی مقاومت RTباید برابر حداکثر 2 اهم باشد. در مورد ساختمان‌های مرتفع که امکان ایجاد اتصال زمین‌های مکرر وجود ندارد، باید برای هم‌ولتاژ کردن هم‌بندی اضافی انجام شود.

نکات مهم و کاربردی

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

سطح مقطع هادی مشترک حفاظتی – خنثی

پ ۱-۲-۲

سطح مقطع هادی مشترک هادی حفاظتی-خنثی در تأسیسات نصب ثابت به دلایل تنش های مکانیکی (بریدگی و قطع احتمالی در برابر فشار و صدمات مکانیکی) نباید از ۱۰ میلی مترمربع برای هادی مسی و ۱۶ میلی مترمربع برای هادی آلومینیومی، کمتر باشد. در این صورت مدارهای سه فاز ۴رشته ای و مدارهای تکفاز ۲ رشته ای خواهند بود (TN-C).
در غیر این صورت باید از یک هادی به عنوان هادی حفاظتی و از یک هادی دیگر نیز به عنوان هادی خنثی استفاده شود و در اینصورت مدارهای سه فاز ۵ رشته ای و مدارهای تک فاز ۳ رشته ای خواهند بود (TN-S).

پ ۱-۲-۵

ممنوع بودن وصل مجدد هادی های حفاظتی و خنثی پس از تفکیک

اگر در نقطه‌ای از تأسیسات، هادی مشترک حفاظتی – خنثی PEN تفکیک شده و از آن به بعد هادی‌های حفاظتی PE و خنثی N به 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 PEN باید به شینه مربوط به هادی حفاظتی PE وصل شود.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۲-۶ لزوم دقت در نصب هادی های خنثی و حفاظتی

هادی خنثی (N)، هادی مشترک حفاظتی – خنثی PEN یا هادی حفاظتی PE باید با همان عایق‌بندی 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.

پ ۱-۲-۷ انواع وسایل حفاظتی قابل استفاده در سیستم های TN

در سیستم‌های TN می‌تـوان از انواع وسایل حفاظتی زیر استفاده کرد:

الف) فیوزها

ب) کلیدهای خودکار مینیاتوری

پ) کلیدهای خودکار (کلید اتوماتیک)

ت) کلیدهای جریان باقیمانده (کلید RCD)

تبصره: از کلید خودکار جریان باقیمانده می‌توان فقط در قسمت‌هایی از تأسیسات که هـادی‌هـای مجزای حفاظتی (PE) و خنثی (N) دارند استفاده کرد.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

پ ۱-۲-۸

هم بندی اصلی برای هم‌ولتاژ کردن

پ ۱-۲-۸-۱ در هر ساختمان یک هم‌بندی اصلی باید کلیه قسمت‌های زیر را از نظر الکتریکی به یکدیگر وصل کند:

الف) هادی حفاظتی اصلی (PE یا PEN)

ب) هادی خنثی (N)

پ) لوله‌های اصلی فلزی آب

ت) لوله‌های اصلی گاز

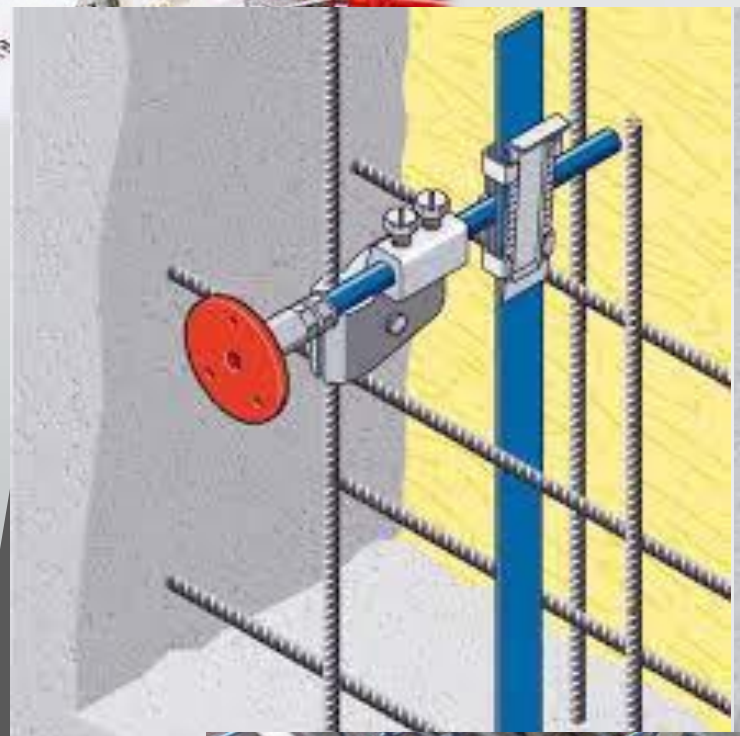
ث) لوله‌های فلزی اصلی و یا بالارو (رایزرها) تأسیسات از هر نوع از قبیل سیستم‌های برودتی و حرارتی، فاضلاب و غیره

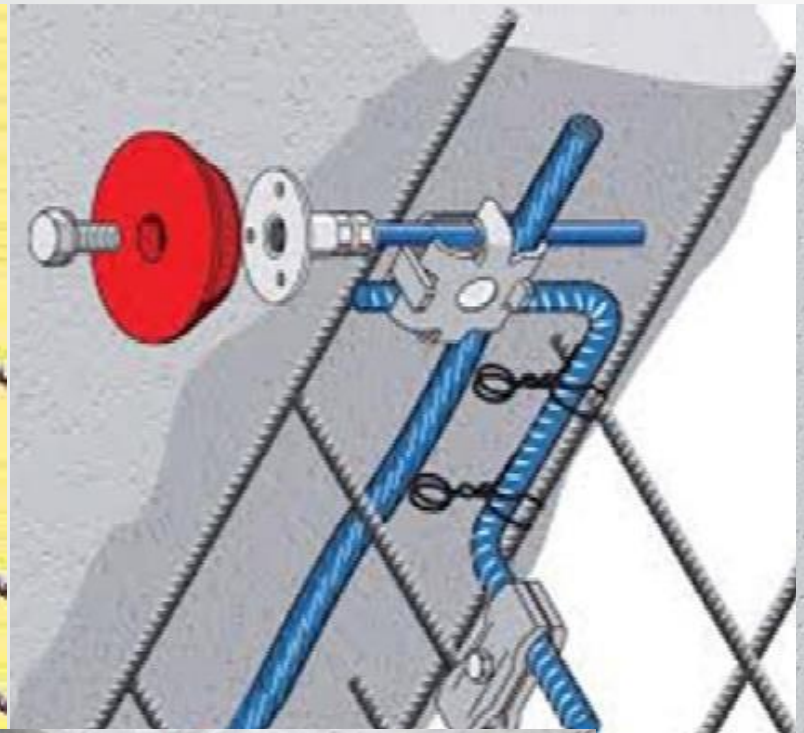
ج) ریل‌های کابین و ریل‌های وزنه تعادل آسانسورهای کششی و جک آسانسورهای هیدرولیکی

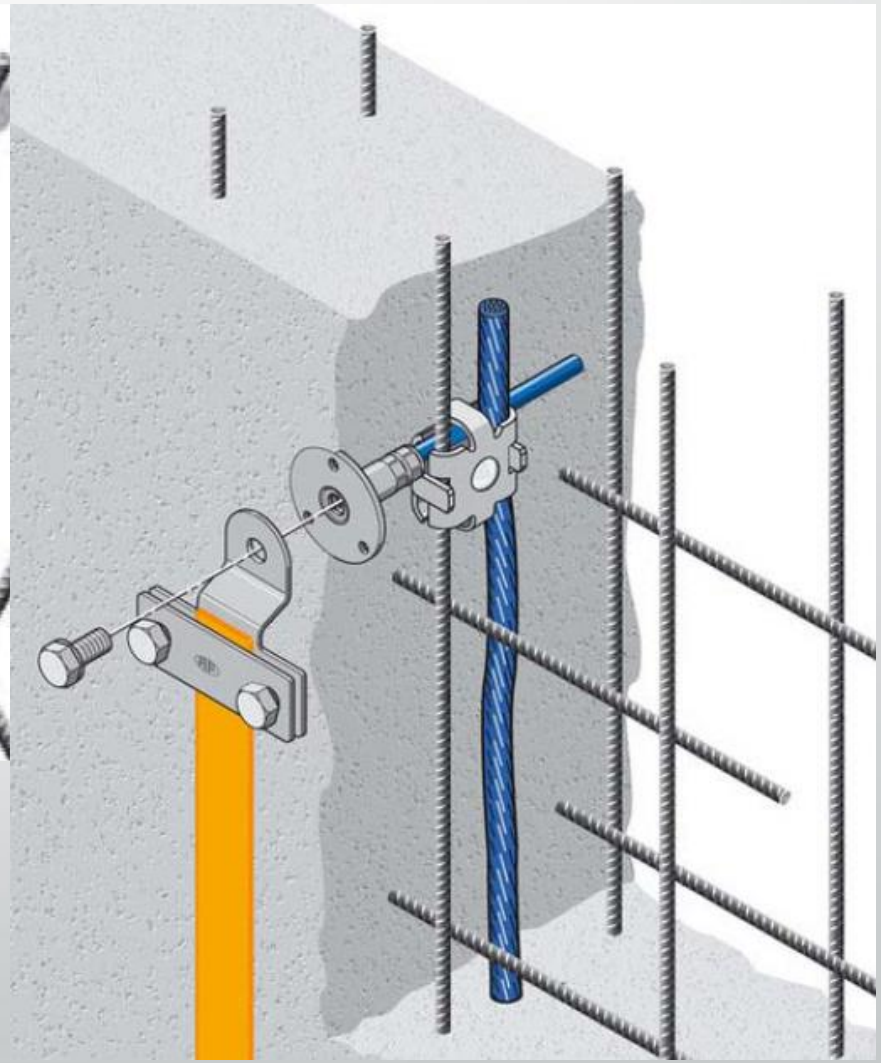
چ) قسمت‌های اصلی فلزی ساختمان‌ها (اسکلت فلزی و آرماتورهای بتن مسلح فونداسیون)

ح) الکترودهای اصلی و فرعی اتصال زمین

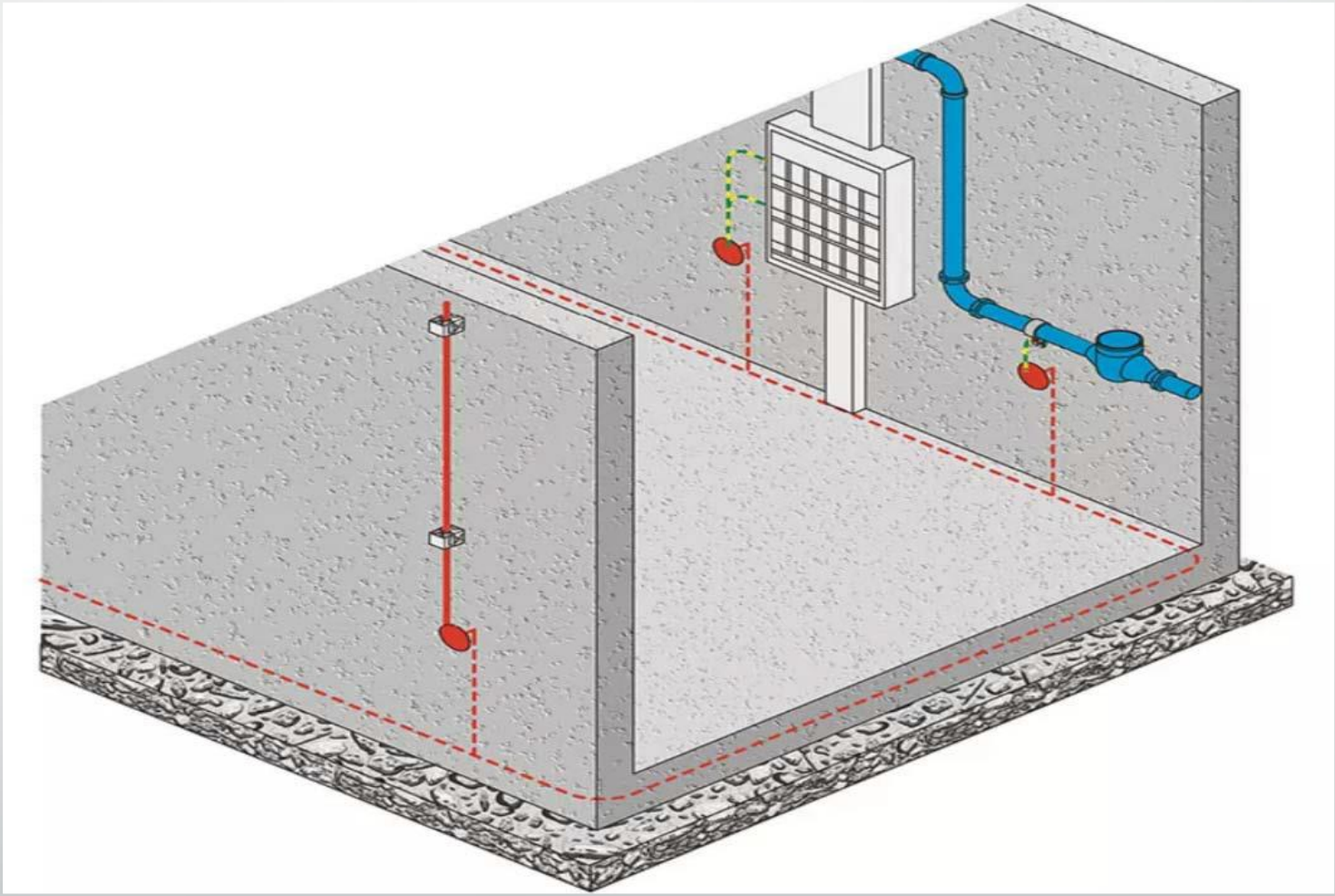
برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS



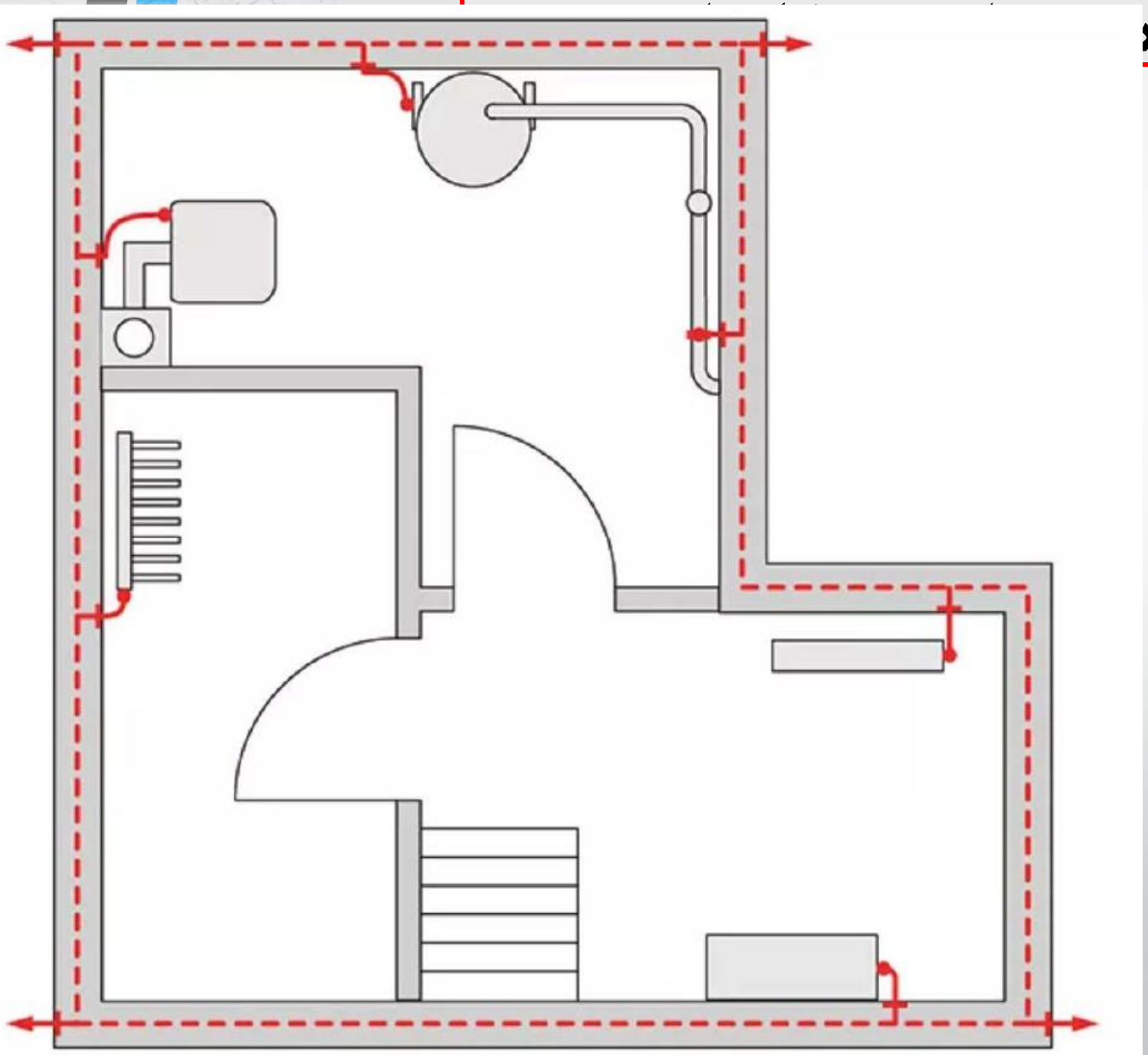




برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS



نکات مهم و کاربردی



شکل شماتیک همبندی

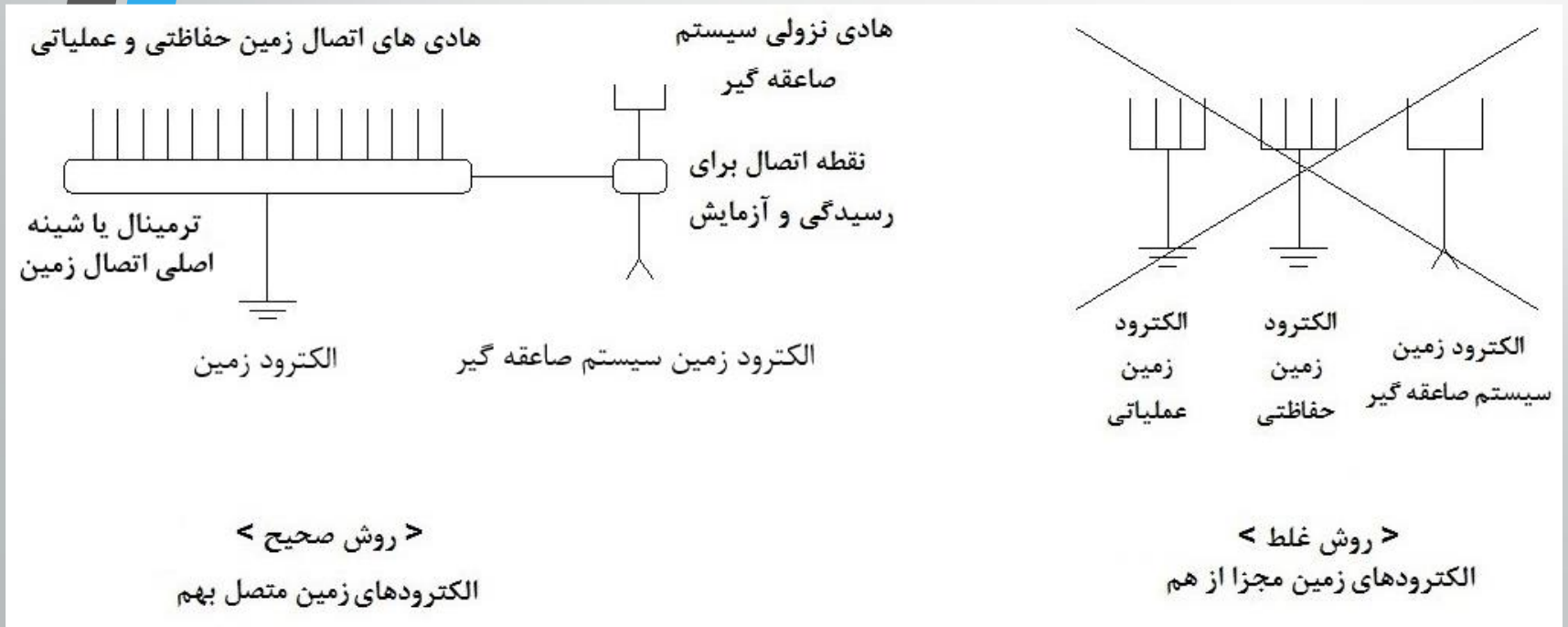
برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

پ ۱-۲-۸-۲

الزام به استفاده از سیستم اتصال زمین عملیاتی که توسط استانداردهای معتبر و یا توسط سازندگان دستگاه های الکترونیکی سیستم های 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 سیستم های مذکور تعیین می گردد. اتصال زمین عملیاتی این سیستمها باید در نهایت به ترمینال اصلی اتصال زمین ساختمان وصل و همبندی گردد.

پ ۱-۲-۸-۳

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 نشان داده شده است.



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

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

پ ۱-۲-۸-۵ هم بندی اضافی برای هم ولتاژکردن

چنانچه کمترین شکی نسبت به کارایی وسایل قطع خودکار مدار، (فیوزها و انواع کلیدهای خودکار) وجود داشته باشد، باید از هم بندی اضافی برای هم ولتاژ کردن استفاده کرد. همبندی اضافی ممکن است کلیه تأسیسات، قسمتی از آن و یا یک دستگاه، وسیله یا محل را در برگیرد.

همبندی اضافی برای هم ولتاژ کردن باید کلیه قسمت های هادی یا فلزی را که به طور همزمان در آن محل در دسترس اند، در برگیرد از جمله:

الف) کلیه بدنه های هادی دستگاه و لوازم نصب ثابت

ب) قسمت های هادی بیگانه از هر نوع

پ) قسمت های فلزی قابل دسترس در ساختمان ها مانند اسکلت فلزی و غیره

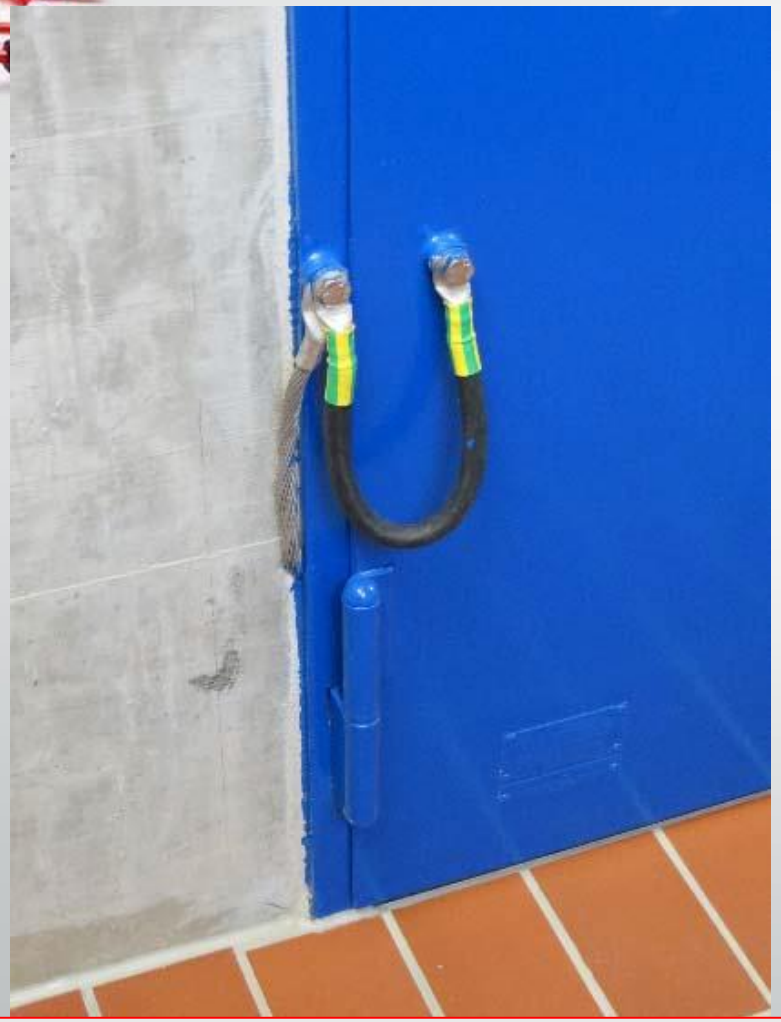
در صورت نیاز به ایجاد همبندی اضافی در هر قسمت از ساختمان، ترمینال یا شینه همبندی اضافی آن قسمت توسط هادی همبندی اضافی به ترمینال یا شینه حفاظتی تابلو برق تغذیه کننده مدارهای آن قسمت متصل می گردد.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۲-۸-۵ ← **هم بندی اضافی برای هم ولتاژکردن**

همبندی درب تابلو برق با بدنه



همبندی درب اتاق ترانسفورماتور با سازه فلزی ساختمان

پ ۱-۲-۹ قطع خودکار مدار در اثر اتصال کوتاه

قطع خودکار مدار، در زمانی مجاز، مهمترین 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) بدنه های هادی

ب) هادی حفاظتی

پ) هادی حفاظتی – خنثی

ولتاژ ظاهر شده برروی بدنه های هادی در اثر اتصالی نباید هیچگاه به مدتی طولانی از ۵۰ ولت تجاوز کند و هر چه این ولتاژ بیشتر باشد، لازم است تغذیه مدار در زمانی کوتاه تر 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. Za را 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 230 ولت).

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

پ ۱-۲-۹-۱ قطع خودکار مدار در اثر اتصال کوتاه

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.

سیستم نیرو	ولتاژ نامی $۱۲۰ < U_0 \leq ۲۳۰$	حداکثر مجاز زمان قطع (ثانیه)
TN	برای مدارهای نهایی با وسیله حفاظتی تا 32 آمپر	۰/۴
	برای مدارهای توزیع غیر از نهایی	۵
TT	برای مدارهای نهایی با وسیله حفاظتی تا 32 آمپر	۰/۲
	برای مدارهای توزیع غیر از نهایی	۱

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

پ ۱-۲-۹-۱ قطع خودکار مدار در اثر اتصال کوتاه

نظر به اینکه فیوزها و کلیدهای خودکار با توجه به ملاحظاتی مانند **شدت جریان بار، شدت جریان راه اندازی** و غیره انتخاب می شود، لازم است پس از انجام انتخاب اولیه نسبت به کارآیی آنها از نظر ایمنی طبق ردیف اسلاید قبل 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 مناسب تر استفاده شود.

پ) در صورت عدم امکان تامین شرایط بند الف و ب فوق الذکر، از همبندی اضافی برای هم‌ولتاژ کردن استفاده شود. روش اخیر مطمئن ترین راه جلوگیری از برق گرفتگی در همه موارد است.

پ ۱-۲-۹-۱ قطع خودکار مدار در اثر اتصال کوتاه

درسیستم‌های TN وصل مستقیم بدنه‌های هادی به الکترود زمین مستقل، یعنی الکترودی که مستقل از اتصال زمین خنثی باشد، جز در مواردی‌که مدارهای تغذیه توسط کلیدهای جریان باقیمانده (RCD) حفاظت شوند، ممنوع است که در اینصورت مدار تغذیه کننده تجهیزات باید دارای هادی‌های حفاظتی (PE) و خنثای (N) مجزا بوده و مقاومت الکترود مستقل نیز در رابطه زیر صدق کند:

$$R_A \times I_\Delta \leq UL$$

که در این رابطه :

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

I_Δ : جریان عامل کلید جریان باقیمانده (RCD) بر حسب آمپر

U_L : حداکثر ولتاژ تماس مجاز، برحسب ولت (برای محیط‌های عادی ۵۰ ولت)

نکات مهم و کاربردی

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

پ ۱-۳ 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) براساس هادی فاز

سطح مقطع هادی فاز مدار S (میلی‌متر مربع)	حداقل سطح مقطع هادی خنثی S_N (میلی‌متر مربع)
If $S_{Phase} \leq 16\ mm^2$	Then $S_N = S_{Phase}$
If $16 < S_{Phase} \leq 35\ mm^2$	Then $S_N = 16\ mm^2$
If $S_{Phase} > 35\ mm^2$	Then $S_N = \frac{S_{Phase}}{2}$

پ ۱-۳-۱

هادی های فاز و خنثی باید از یک جنس باشند.

پ ۱-۳-۲

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

پ ۱-۳-۳

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

پ ۱-۳-۴

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

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۳-۵

سطح مقطع هادی خنثی در سیستم یک فاز معادل سطح مقطع هادی فاز می باشد.

پ ۱-۳-۶

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

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

پ ۱-۴ 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 حفاظتی در زمان مجاز
ب) تحمل حداکثر جریان اتصال کوتاه با توجه به زمان قطع کلید (حداکثر ۵ ثانیه)

پ ۱-۴-۱

در صورت رعایت بندهای الف و ب و انجام محاسبات لازم برای تعیین سطح مقطع هادی حفاظتی براساس استاندارد IEC60364-5-57 نتایج 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 صفحه بعد مبنای تعیین حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی خواهد بود.

پ ۱-۴-۲

سطح مقطع هادی حفاظتی-خنثی نباید از ۱۰ میلی مترمربع برای هادی مس و ۱۶ میلی مترمربع برای هادی آلومینیومی کمتر باشد.

پ ۱-۴-۳

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 صفحه بعد باشد.

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

جدول حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی، حفاظتی – خنثی براساس هادی فاز

سطح مقطع هادی فاز مدار S (میلی‌متر مربع)	حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی S_{PE} یا S_{PEN} (میلی‌متر مربع)
If $S_{Phase} \leq 16\ mm^2$	Then $S_{PE} = S_{Phase}$
If $16 < S_{Phase} \leq 35\ mm^2$	Then $S_{PE} = 16\ mm^2$
If $S_{Phase} > 35\ mm^2$	Then $S_{PE} = \frac{S_{Phase}}{2}$

برای مدارهایی که هادی حفاظتی آن همراه مدار (رشته ای از کابل یا رشته ای 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) ۲/۵ میلیمتر مربع برای هادی مسی یا ۱۶ میلیمتر مربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی حفاظتی از حفاظت مکانیکی کافی برخوردار باشد.

ب) ۴ میلیمتر برای هادی مسی یا ۱۶ میلیمتر مربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی حفاظتی از حفاظت مکانیکی برخوردار نباشد.

پ ۱-۴-۴

هادی حفاظتی همراه مدار (مدارهای داخل لوله و مجراها) باید هادی عایق دار باشند. در موارد دیگر نیز مانند مدارهای داخل کانال و سینی و نردبان کابل ها، به منظور حفاظت در برابر خوردگی و امکان شناسایی آن هادی لازم می نماید که از هادی عایق دار برای هادی حفاظتی استفاده شود.

پ ۱-۴-۵

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

نکات مهم و کاربردی

جدول حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی، حفاظتی – خنثی براساس هادی فاز

سطح مقطع هادی فاز مدار S (میلی‌متر مربع)	حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی S_{PE} یا S_{PEN} (میلی‌متر مربع)
If $S_{Phase} \leq 16\ mm^2$	Then $S_{PE} = S_{Phase}$
If $16 < S_{Phase} \leq 35\ mm^2$	Then $S_{PE} = 16\ mm^2$
If $S_{Phase} > 35\ mm^2$	Then $S_{PE} = \frac{S_{Phase}}{2}$

برای مدارهایی که هادی حفاظتی آن همراه مدار (رشته ای از کابل یا رشته ای 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) ۲/۵ میلیمتر مربع برای هادی مسی یا ۱۶ میلیمتر مربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی حفاظتی از حفاظت مکانیکی کافی برخوردار باشد.

ب) ۴ میلیمتر برای هادی مسی یا ۱۶ میلیمتر مربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی حفاظتی از حفاظت مکانیکی برخوردار نباشد.

پ ۱-۴-۴

هادی حفاظتی همراه مدار (مدارهای داخل لوله و مجراها) باید هادی عایق دار باشند. در موارد دیگر نیز مانند مدارهای داخل کانال و سینی و نردبان کابل ها، به منظور حفاظت در برابر خوردگی و امکان شناسایی آن هادی لازم می نماید که از هادی عایق دار برای هادی حفاظتی استفاده شود.

پ ۱-۴-۵

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

پ ۱-۴-۶

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.

پ ۱-۵

سطح مقطع هادی همبندی اصلی

سطح مقطع هادی هم بندی اصلی به قرار زیر می باشد:

الف) سطح مقطع هادی هم بندی اصلی نباید از ۶ میلی مترمربع برای هادی مسی، ۱۶ میلی مترمربع برای هادی آلومینیومی و ۵۰ میلی مترمربع برای هادی فولادی کوچکتر باشد.

ب) از طرف دیگر سطح مقطع هادی های حفاظتی در تأسیسات هر چه باشد، لزومی نخواهد داشت سطح مقطع هادی هم بندی از ۲۵ میلی مترمربع برای مس 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 تأسیسات و متصل به ترمینال اصلی اتصال زمین کوچکتر باشد.

پ ۱-۵-۲

هادی های همبندی اصلی به ترمینال اصلی یا شینه اصلی اتصال زمین وصل می گردند.

نکات مهم و کاربردی

برق اضطراری، برق ایمنی، روشنایی ایمنی و UPS

پ ۱-۶ سطح مقطع هادی های هم بندی اضافی

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

الف) ۲/۵ میلیمتر مربع برای هادی مسی یا ۱۶ میلیمتر مربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی همبندی اضافی از حفاظت مکانیکی برخوردار باشد.

ب) ۴ میلیمتر مربع برای هادی مسی یا ۱۶ میلیمتر مربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی همبندی اضافی از حفاظت مکانیکی برخوردار نباشد.

تبصره: در حمام و دوش ها سطح مقطع هادی همبندی نباید از ۴ میلی مترمربع برای هادی مس کمتر باشد.

پ ۱-۶-۳ مقطع کوچکترین هادی حفاظتی

سطح مقطع هادی همبندی اضافی که بدنه هادی ۲ دستگاه الکتریکی را به هم وصل می کند نباید از سطح مقطع کوچکترین هادی حفاظتی PEN یا PE در مدار تغذیه کننده و متصل به بدنه های هادی ۲ دستگاه مذکور کوچکتر باشد.

پ ۱-۶-۴

حداقل سطح مقطع هادی همبندی اضافی که بدنه هادی دستگاه ها و تجهیزات الکتریکی را به قسمتهای هادی بیگانه وصل میکند نباید از نصف سطح مقطع هادی حفاظتی در مدار تغذیه کننده دستگاه الکتریکی کوچکتر باشد.

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۶-۶

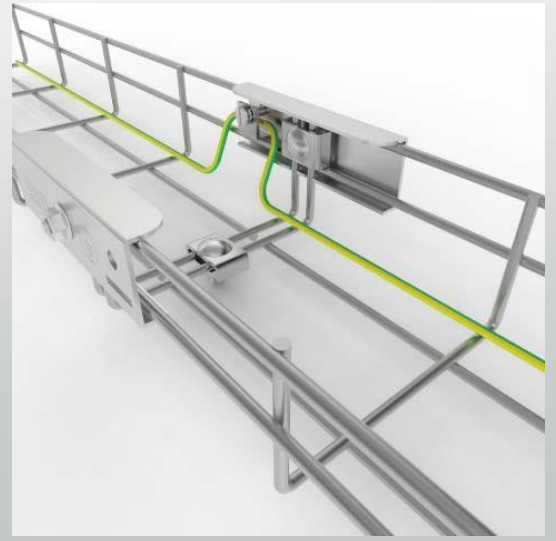
می توان اجزای فلزی ساختمان را به عنوان قسمتی از مسیر همبندی به تنهایی یا همراه با هادی های دیگر به عنوان هادی همبندی اضافی به کار گرفت.

پ ۱-۶-۷

هادی همبندی برای هم‌ولتاژ کردن (اصلی و اضافی) می تواند به صورت بدون عایق (لخت) اجرا گردد. ولی لازم به ذکر است که استفاده از هادی عایقدار برای این منظور ممنوعیت مقرراتی ندارد.

۱۳-۱۰-۲-۱-۳

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



الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

هادی اتصال زمین

پ ۱-۷

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

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 گیری های لازم با سطح مقطع، نوع و جنس هادی اتصال زمین استفاده می شود.

پ ۱-۷-۱

استفاده از **آلومینیوم** به عنوان هادی اتصال زمین **مجاز نمی باشد.**

پ ۱-۷-۲

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 می شود.

حفاظت هادی اتصال زمین در مقابل اثرات الکتروشیمیایی (خوردگی و زنگ زدگی)، تنش ها و صدمات مکانیکی در محیط نصب، در اکثر موارد امکان پذیر نیست، بدین جهت توصیه می شود که بمنظور افزایش حاشیه ایمنی در برابر عوامل مذکور برای انتخاب حداقل سطح مقطع هادی اتصال زمین به مقادیر جدول انواع الکترود اکتفا شود.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۸

یک ترمینال اصلی و یا شینه اصلی اتصال زمین برای اتصال زمین حفاظتی در تأسیسات و یا اتصال زمین سیستم نیرو باید در محل ورود برق به ساختمان در نقطه سرویس مشترک (کنتور) و یا تابلوی برق اصلی ترانسفورماتور (در صورت وجود) نصب شود تا علاوه بر هادی اتصال زمین (الکترود زمین) هادی های زیر نیز به آن وصل شوند.

- ✓ هادی های حفاظتی PE یا هادی های مشترک حفاظتی-خنثی PEN
- ✓ هادی های خنثی برای حالتی که در نقطه سرویس مشترک اتصال زمین حفاظتی نصب شده باشد.
- ✓ هادی های همبندی اصلی برای هم ولتاژ کردن
- ✓ در صورت وجود سیستم صاعقه گیر در طرح، هادی همبندی سیستم صاعقه گیر از طریق ترمینال رسیدگی و آزمایش آن سیستم به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وصل می شود
- ✓ در صورت وجود سیستم اتصال زمین عملیاتی این سیستم نیز به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وصل و همبندی می گردد.

پ ۱-۸-۱

ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین باید به نحوی ساخته و نصب شود که باز کردن هادی اتصال زمین از آن، برای انجام اندازه گیری های دوره ای 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.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین

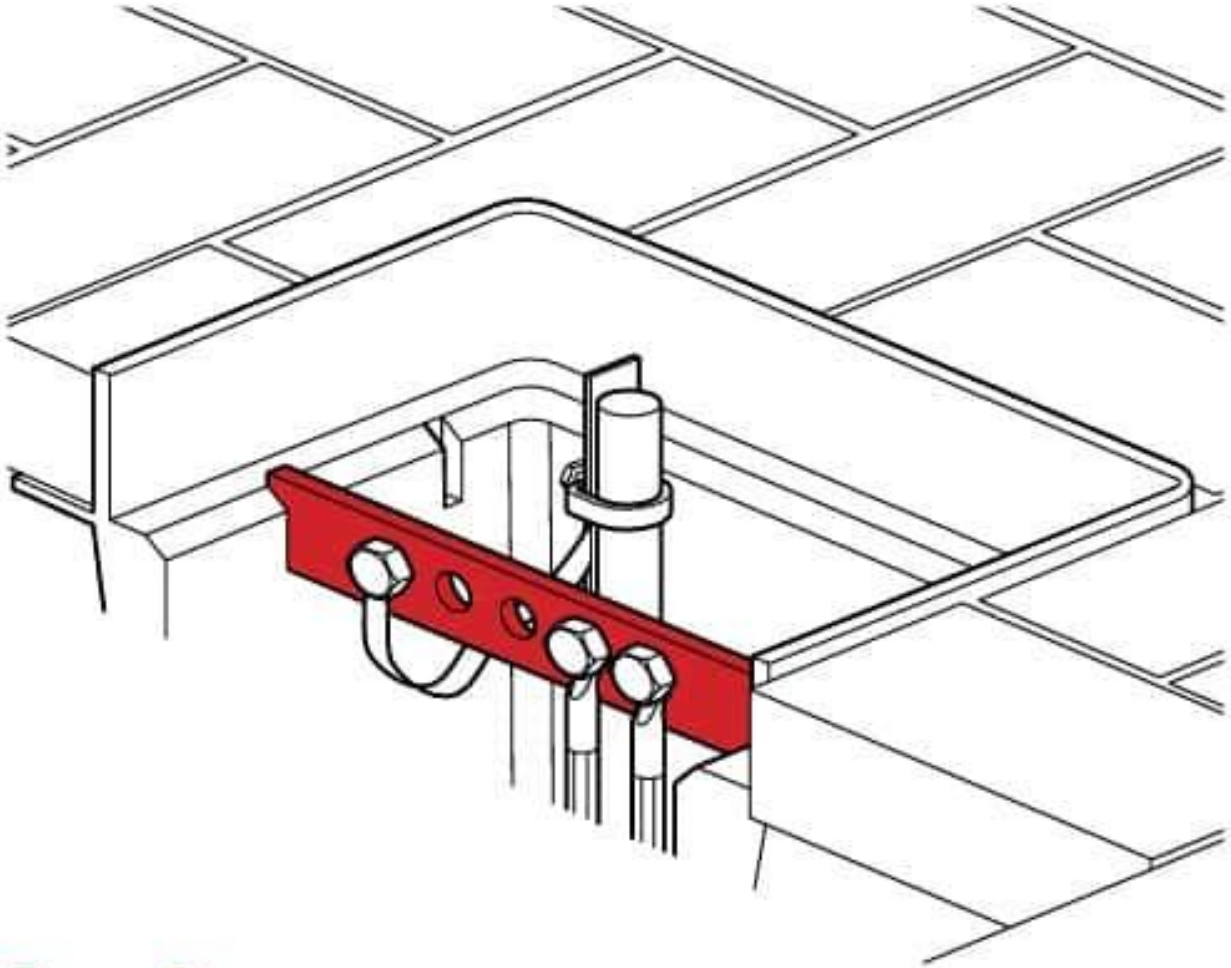


Figure 31

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۸-۲

حداقل سطح مقطع شینه اصلی اتصال زمین با هادی مس برابر ۵۰ میلیمتر مربع می باشد.

پ ۱-۸-۳

در ساختمان‌های بزرگ و وسیع که بیش از ۱ ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وجود دارد باید این ترمینال‌ها به هم متصل گردند.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۹

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

البته از نظر همبندی باید لوله های فلزی گوناگونی را که در ساختمان کار گذاشته می شوند به هادی حفاظتی متصل کرد.

هادی های حفاظتی باید در برابر خرابی های مکانیکی، شیمیایی و الکترودینامیکی حفاظت شده باشد. اتصالات هادی حفاظتی از هر نوع باید مطمئن و محکم باشند و هدایت جریان آن ها بی نقص باشد. هیچ نوع کلید یا وسیله حفاظتی نباید در مسیر هادی های حفاظتی و یا حفاظتی-خنثی وجود داشته باشد.

پ ۱-۹-۱

از بدنه های هادی که در مسیر هادی حفاظتی قرار می گیرند **نباید** به عنوان قسمتی از مسیر هادی حفاظتی استفاده شود.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین

پ ۱-۱۰-۱

الکترود زمین عبارتست از یک قطعه هادی یا گروهی متشکل از قطعات هادی که در تماس مستقیم با زمین بوده و با آن اتصال الکتریکی برقرار می کند.
الکترود زمین باید از طرفی با الزامات حفاظتی سیستم و از طرف دیگر با مقررات ایمنی در برابر برق گرفتگی در اثر تماس با بدنه های هادی مطابقت کند.

پ ۱-۱۰-۱-۱

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 ۲ بعد دیگر آن باشد و تماس الکترود در این بعد با خاک بیشتر باشد، مقاومت کل الکترود نسبت به جرم کلی زمین کمتر خواهد شد. بنابراین یک الکترود میله ای یا تسمه ای که بصورت قائم (در چاه اتصال زمین) و افقی (در محوطه) اجرا شده باشد نسبت به الکترود صفحه ای ارجحیت داشته و **الکترود صفحه ای کم اثرترین الکترودهاست**.

پ ۱-۱۰-۱-۲

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

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین

پ ۱-۱۰-۱-۳

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

الف) بنتونیت و یا ترکیبات مشابه آن

ب) بتن

پ) بتن خاص (بتن هادی که در آن از گرانول های کربن یا خاک زغال استفاده می شود)

تبصره: این نوع آماده سازی مخصوصاً در زمین های سنگی و زمین هایی که لایه سنگی در نزدیکی سطح آن قرار دارد بسیار مؤثر می باشد.

پ ۱-۱۰-۱-۴

از نصب الکترود در محیط های زیر باید اجتناب شود:

الف) زمین های اشباع و یا مملو از آب

ب) بستر رودخانه و آب های زیرزمینی

پ) چاه های آب

ت) چاه های فاضلاب

ث) زمین هایی که دارای خاک دستی می باشند.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترود زمین

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱۰-۲

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

الف) الکترودهای صفحه ای

ب) الکترودهای قائم

پ) الکترودهای افقی

پ ۱-۱۰-۱-۴

در مناطق با خاک مرطوب و نمناک از **الکترود صفحه ای** کم عمق استفاده می شود. حداقل پوشش خاک از لبه بالایی صفحه برابر ۱/۵ متر خواهد بود. در غیر اینصورت نصب الکترود صفحه ای در عمق زیاد (بیش از ۳ متر) با هدف رسیدن به لایه های نمناک زمین انجام می گیرد، در هر دو حالت این صفحه به صورت **عمودی** در زمین قرار می گیرد.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترود زمین

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱۰-۲

الکترودهای قائم به خاطر تماس بیشتر لایه های خاک در طول قائم الکترود و همچنین در مواردی که فضای افقی کافی در دسترس نباشد از متداول ترین نوع الکترودها می باشند. انواع الکترودهای قائم که با روش کوبیده شدن در زمین و یا به روش دفنی (حفر چاه) نصب می شوند.

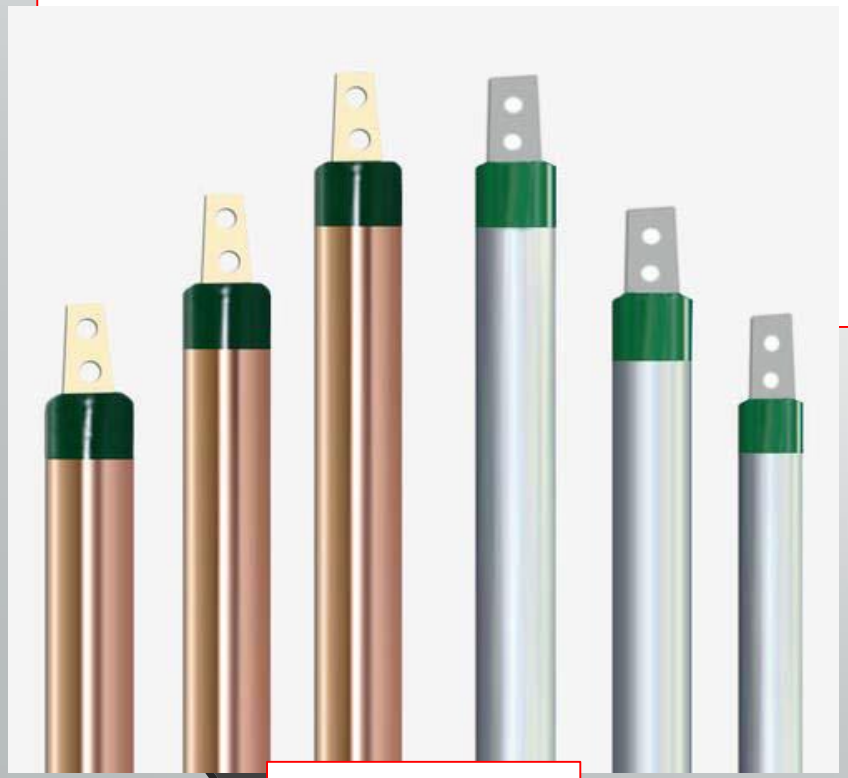
عبارتند از:

الف) الکترودهای میله ای

ب) الکترودهای لوله ای

پ) سیم لخت چند مفتولی

تبصره: عمق دفن الکترودهای قائم کوبیده شده در زمین **نباید از ۲ متر کمتر** باشد.



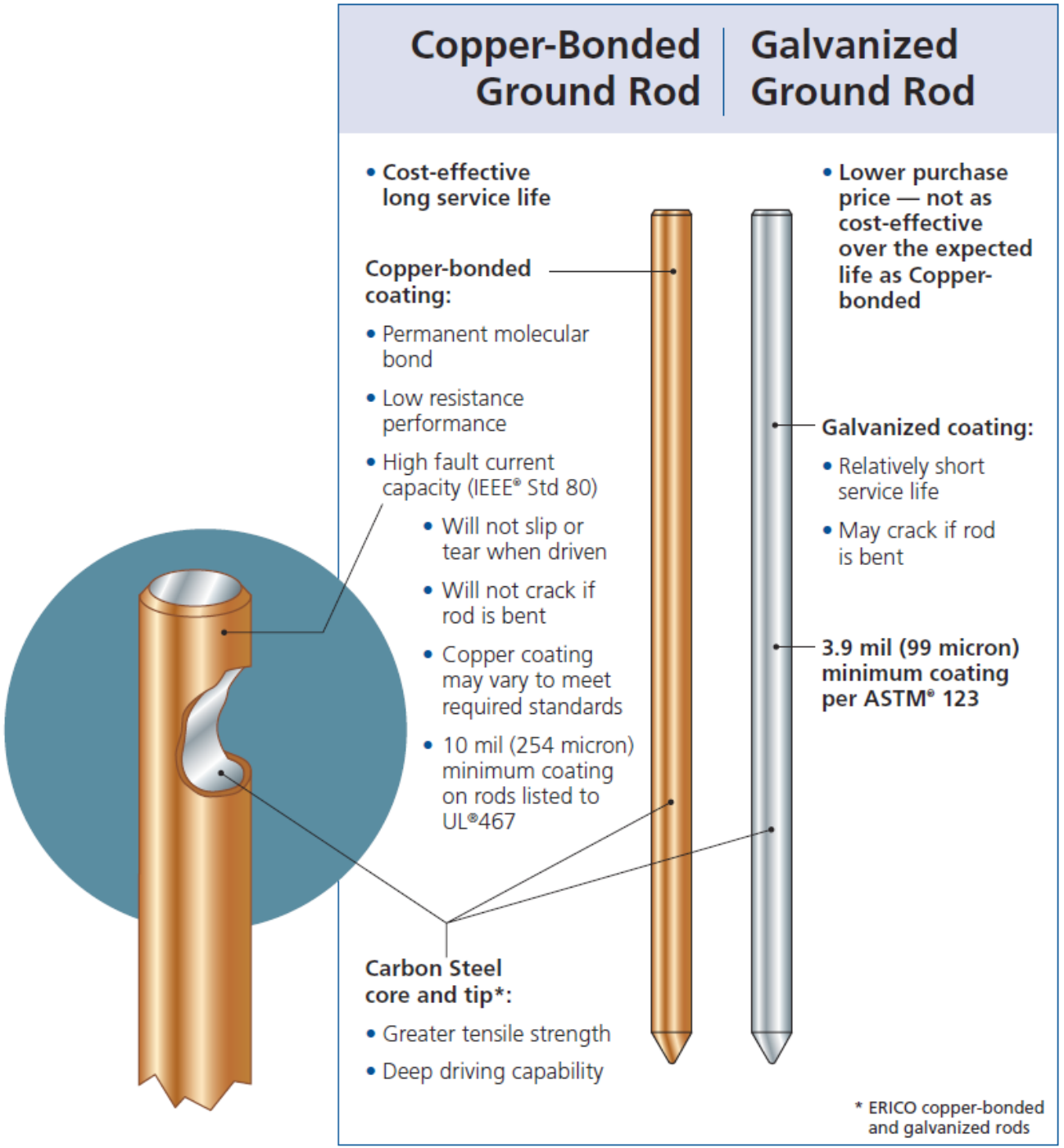
الکترود لوله ای

هادی تک مفتولی و هادی چندمفتولی

نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم



مقایسه دو الکترود میله ای فولاد با روکش مس و فولاد گالوانیزه

نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین

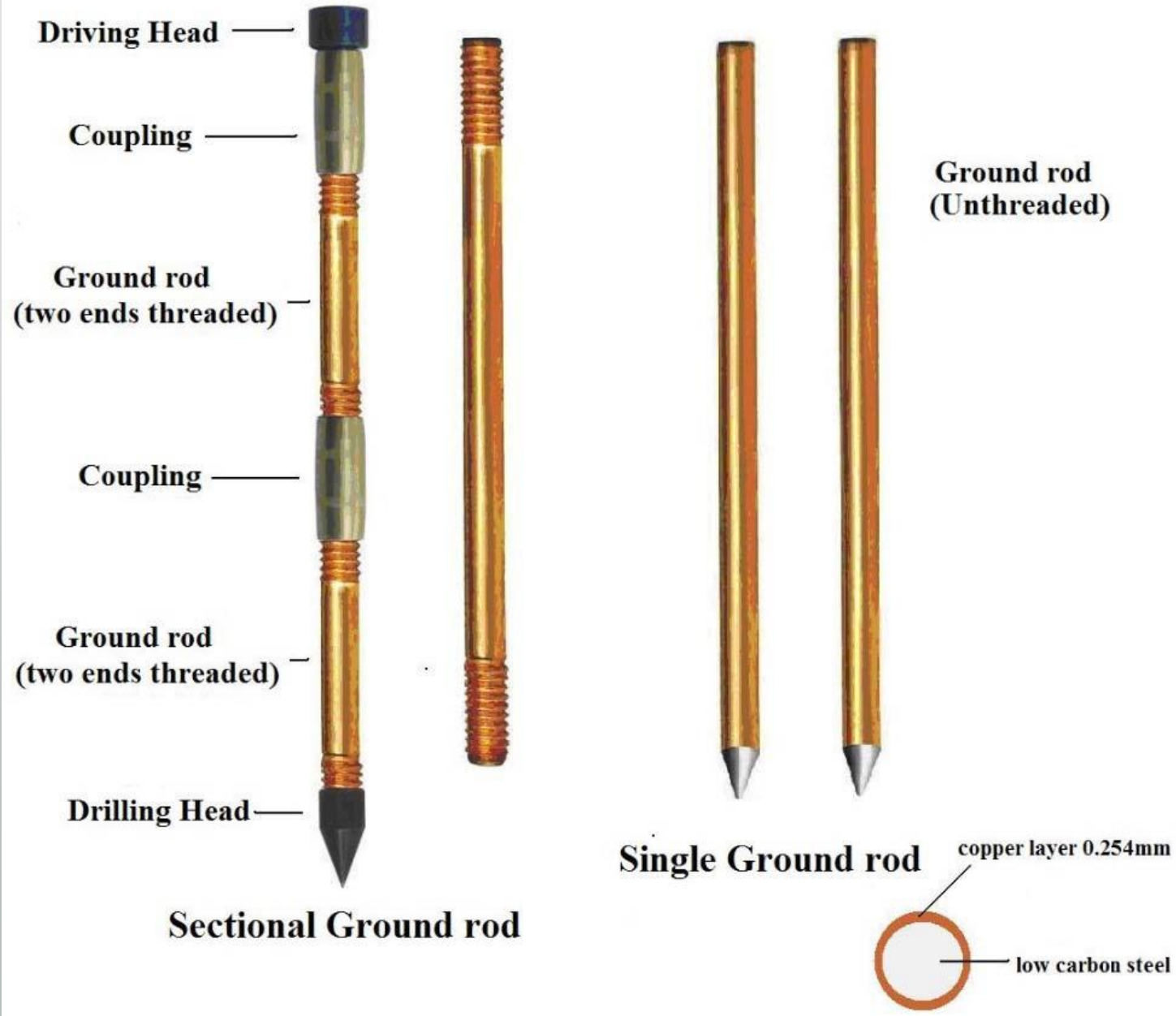


Figure 1, Product structure diagram

اجزای الکترود میله ای
قائم (راد)

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱۰-۲

الکترود زمین

استفاده از این الکترود (**الکترود افقی**) وقتی مطرح است که امکانات و محوطه با وسعت کافی جهت اجرای آن وجود داشته باشد. الکترودهای افقی در شکل های مختلف در عمق ۰/۵ تا ۰/۸ متری از سطح زمین نصب می شوند و انواع این الکترودهای افقی عبارتند از:

الف) تسمه

ب) سیم لخت 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 فلزی کابل ها و اجزای فلزی سازه ها و غیره

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین (قائم)

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

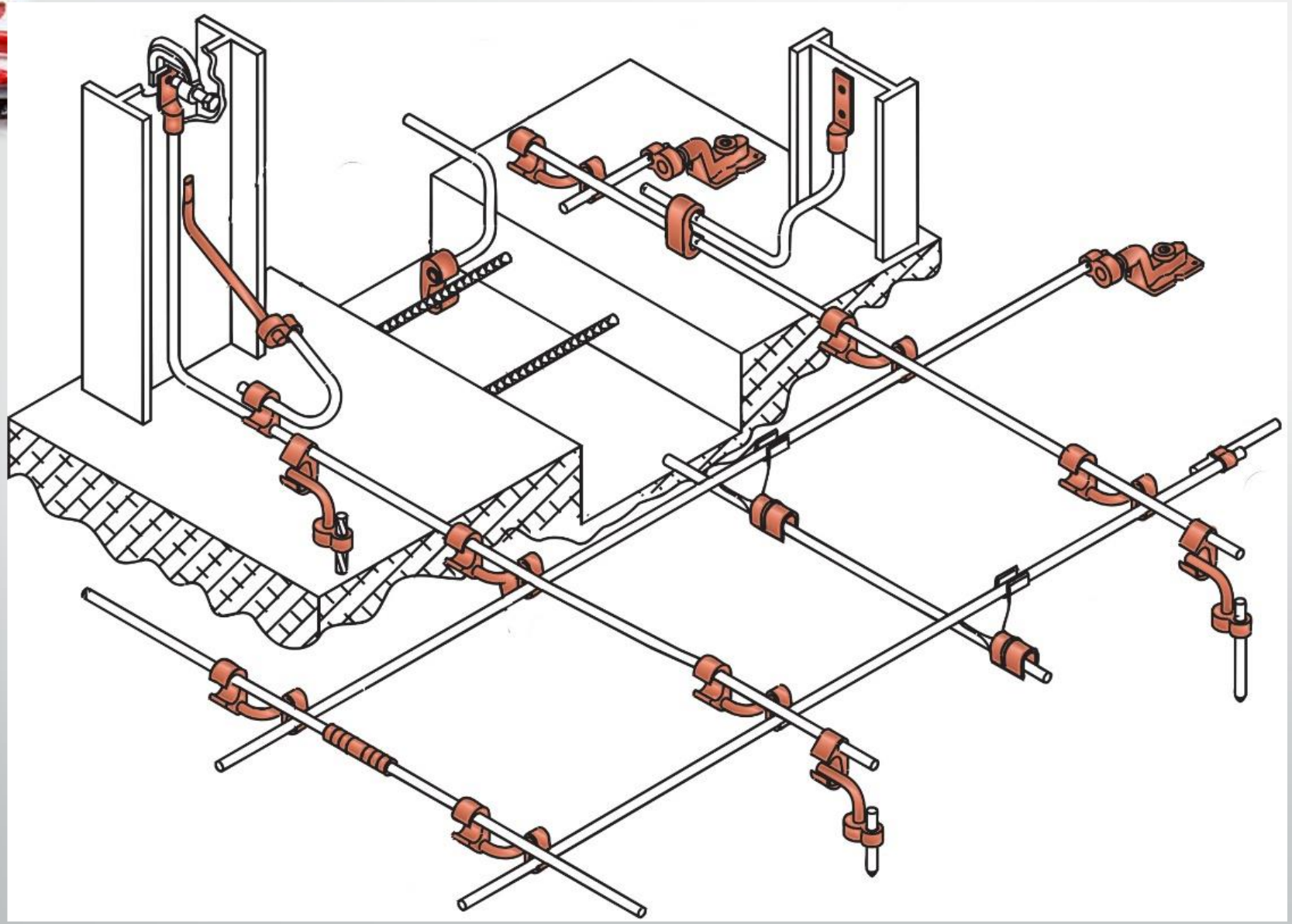
نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین
(قائم)

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین (قائم)



نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین، ارت، همبند

پ ۱-۱۰-۲-۴ 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 می باشند، در جدول زیر آمده است:

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 گالوانیزه عمقی داغ	تسمه (با لبه‌های گرد)	-	90	3	63
	میله با مقطع گرد نصب شده به صورت عمودی	16	-	-	45
	سیم لخت مفتولی نصب شده به صورت افقی	10	-	-	45
	لوله (هر دوجداره گالوانیزه)	25	-	2	45
	سیم لخت چند مفتولی دفن شده در بتن	-	70	-	-
فولاد با روکش مس	میله با مقطع گرد نصب شده به صورت عمودی	15	-	-	2000
فولاد با روکش مس عجین شده	میله با مقطع گرد نصب شده به صورت عمودی	14	-	-	250
	تسمه نصب شده به صورت افقی	-	90	3	70

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱۰-۲-۴

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 می باشند، در جدول زیر آمده است:

جنس الکترود	شکل	قطر میلی متر	سطح مقطع میلی متر مربع	ضخامت میلی متر	ضخامت پوشش میکرون
فولاد ضد زنگ	تسمه	-	90	3	-
	میله با مقطع گرد نصب شده به صورت عمودی	16	-	-	-
	سیم لخت مفتولی نصب شده به صورت افقی	10	-	-	-
	لوله	25	-	2	-
مس	تسمه	-	50	2	-
	سیم لخت مفتولی نصب شده به صورت افقی	-	25	-	-
	میله با مقطع گرد نصب شده به صورت عمودی	12	-	-	-
	سیم لخت چند مفتولی (حداقل قطر هر مفتول 1.7 میلی‌متر)	-	25	-	-
	صفحه مسی	-	-	2	-
	لوله	20	-	2	-

تبصره: در صورت استفاده از الکترود صفحه ای بعنوان الکترود اتصال زمین از نوع صفحه مسی دفن شده در زمین (چاه) ابعاد آن حداقل **۵۰*۵۰ سانتیمتر** و با **حداقل ضخامت ۲** میلیمتر، باشد.

نکات مهم و کاربردی

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

پارامترهای خاک		جنس الکترود			
		فولادنرم	فولادگالوانیزه	فولاد اوستنیتیک[1]	مس
مقاومت مخصوص (اهم متر)	<۷(کمتر از ۷)	nn	n	g	g
	۷ تا ۴۰	n	n	gg	g
	>۴۰(بزرگتر از ۴۰)	gg	gg	gg	gg
پتانسیل اکسایشی-کاهشی (میلی ولت)	>۴۰۰(بزرگتر از ۴۰۰)	gg	gg	gg	gg
	۲۰۰ تا ۴۰۰	g	g	gg	g
	<۲۰۰(کمتر از ۲۰۰)	nn	nn	n	n
رطوبت موجود (٪)	>۸۰(بزرگتر از ۸۰)	g	g	g	g
	۸۰ تا ۱۰	n	n	g	g
	<۱۰	gg	gg	gg	gg
نمک‌های محلول		n	n	g	n

دوام بعضی از مواد الکترودها در برابر خوردگی باتوجه به پارامترهای خاک

نکات مهم و کاربردی

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

پارامترهای خاک			جنس الکترود			
			فولادنرم	فولادگالوانیزه	فولاد اوستنیتیک[1]	مس
کلرید محلول			n	n	n	n
PH	اسیدی	۶>	n	nn	g	n
	خنثا	۶ تا ۸	gg	gg	gg	gg
	بازی	۸<	n	n	g	nn
اسیدهای آلی			n	n	g	nn

دوام بعضی از مواد الکترودها در برابر خوردگی باتوجه به پارامترهای خاک

gg= به طور کلی بر مقاومت در برابر خوردگی اثری ندارد (خاک خوب و غیرخورنده).
g= فقط کمی بر مقاومت در برابر خوردگی اثر دارد.
n= بر مقاومت در برابر خوردگی اثر دارد (خاک نامناسب و خورنده).
nn= بر مقاومت در برابر خوردگی به نحو محسوسی اثر دارد (خاک خیلی نامناسب و بسیار خورنده).

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

خوردگی در الکترود فولاد گالوانیزه در خاک اسیدی و عدم خوردگی در الکترود فولاد ضد زنگ (حاوی کروم)

نکات مهم و کاربردی

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

پ ۱-۱۰-۲-۵

همبندی 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 می گیرد، در جدول آمده است.

❊خوردگی در فلز **روی** موجود در پوشش گالوانیزه اتفاق می افتد.

تبصره: سطح بزرگتر در جدول بالا باید حداقل ۱۰۰ برابر بیشتر از سطح کوچکتر باشد.

مقاومت مواد فلزی در برابر اثر خوردگی در صورت همبندی

	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 قلع‌اندود
فولاد گالوانیزه	+	+❊	–	+❊	–	–	–
فولاد	+	+	–	+	–	–	–
فولاد در بتن	+	+	+	+	+	+	+
فولاد با پوشش مس	+	+	+	+	+	+	+
فولاد ضدزنگ	+	+	+	+	+	+	+
مس	+	+	+	+	+	+	+
مس قلع اندود	+	+	+	+	+	+	+

+ مناسب برای هم‌بندی — نامناسب برای هم بندی

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

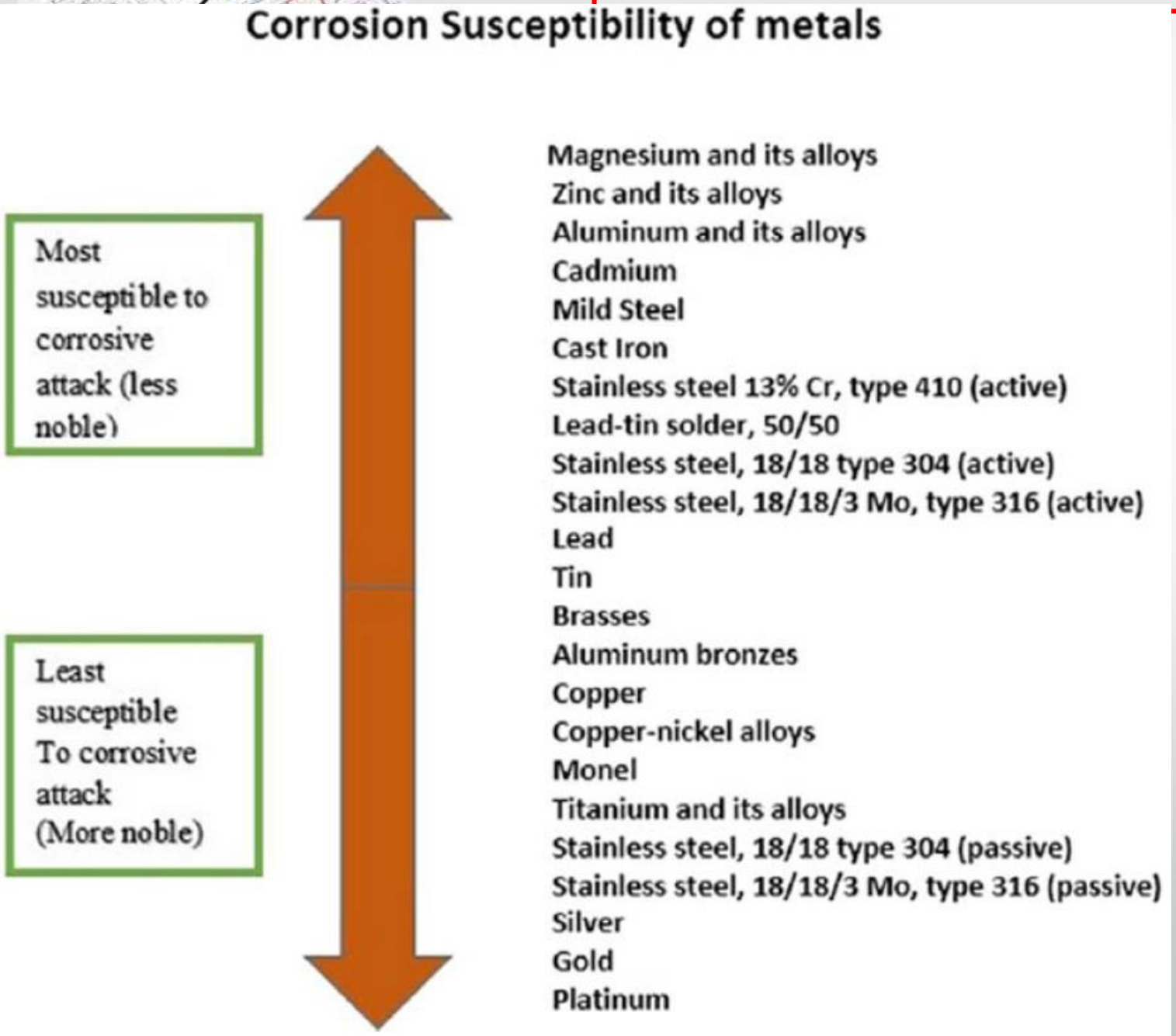
بست غیرهم جنس برای الکترود فولاد گالوانیزه و خوردگی در محل بست

محل بست باید قابل بازدید باشد یا با مواد عایق (ماستیک و پرایمر) پوشانده شوند تا از اکسیژن و رطوبت دور باشد.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

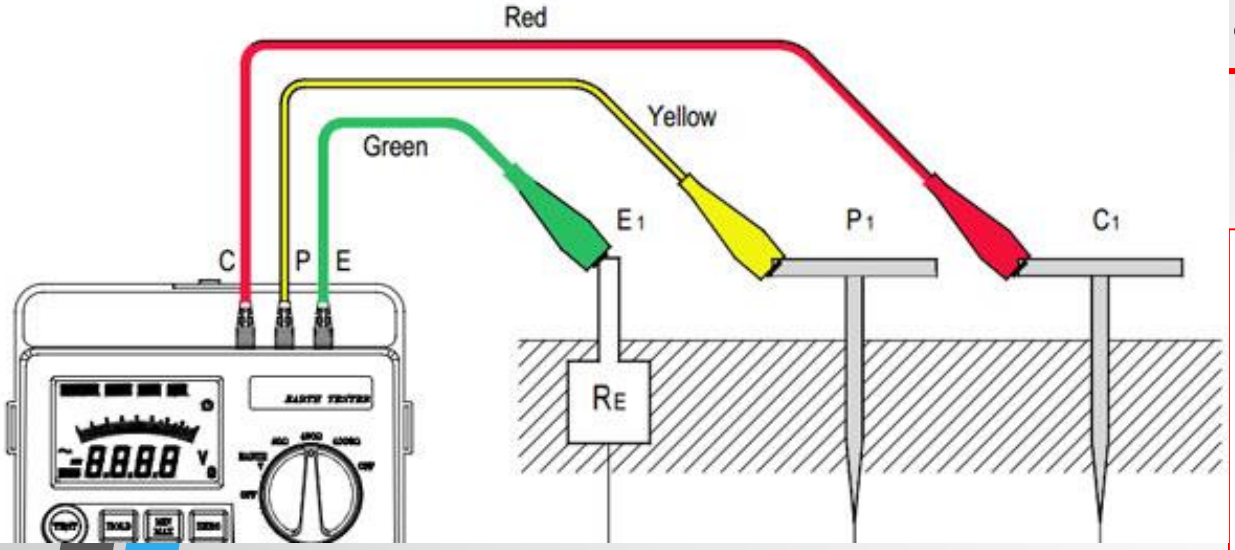


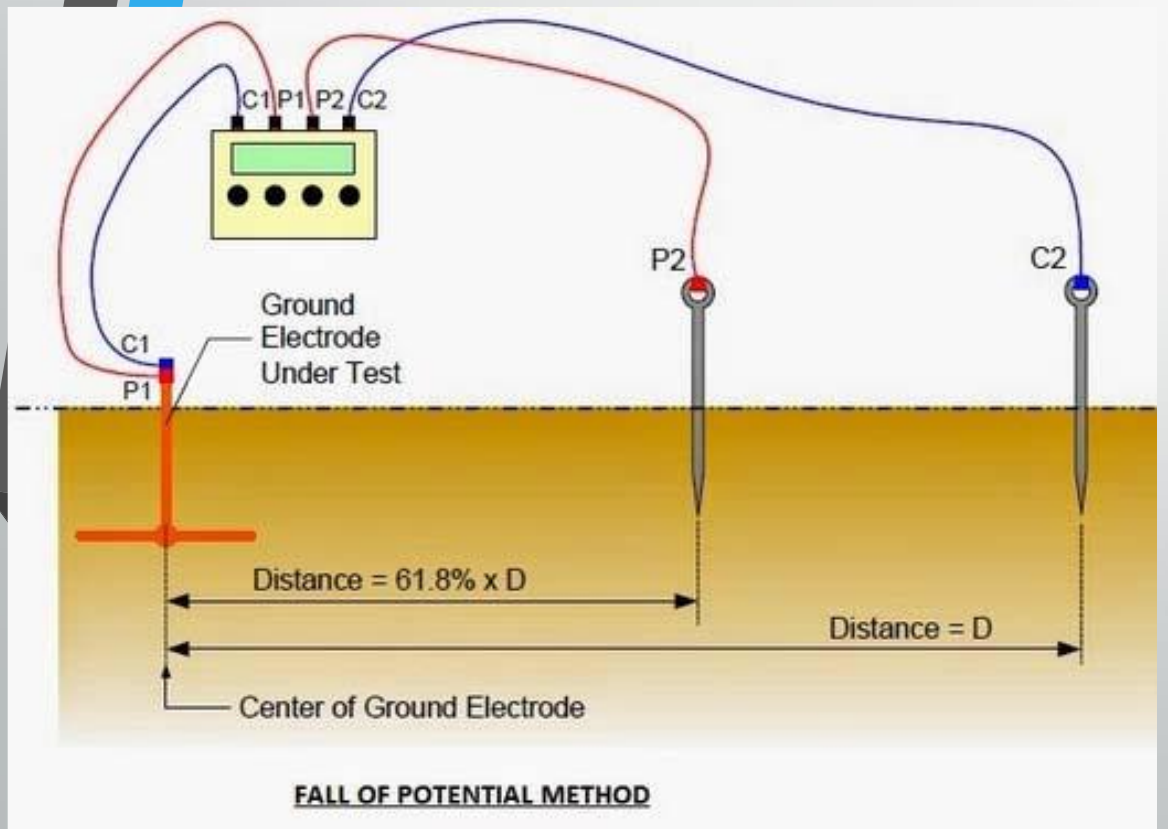
فلزات نجیب با خوردگی کم (مانند پلاتینیوم، طلا، نقره، فولادضدزنگ، مس، برنج) و فلزات با خوردگی زیاد یا کمتر نجیب (چدن، فولاد نرم، آلومینیوم، روی، منیزیم)

الکترود زمین، ارت، همبندی،

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

پ ۱-۱۰-۳





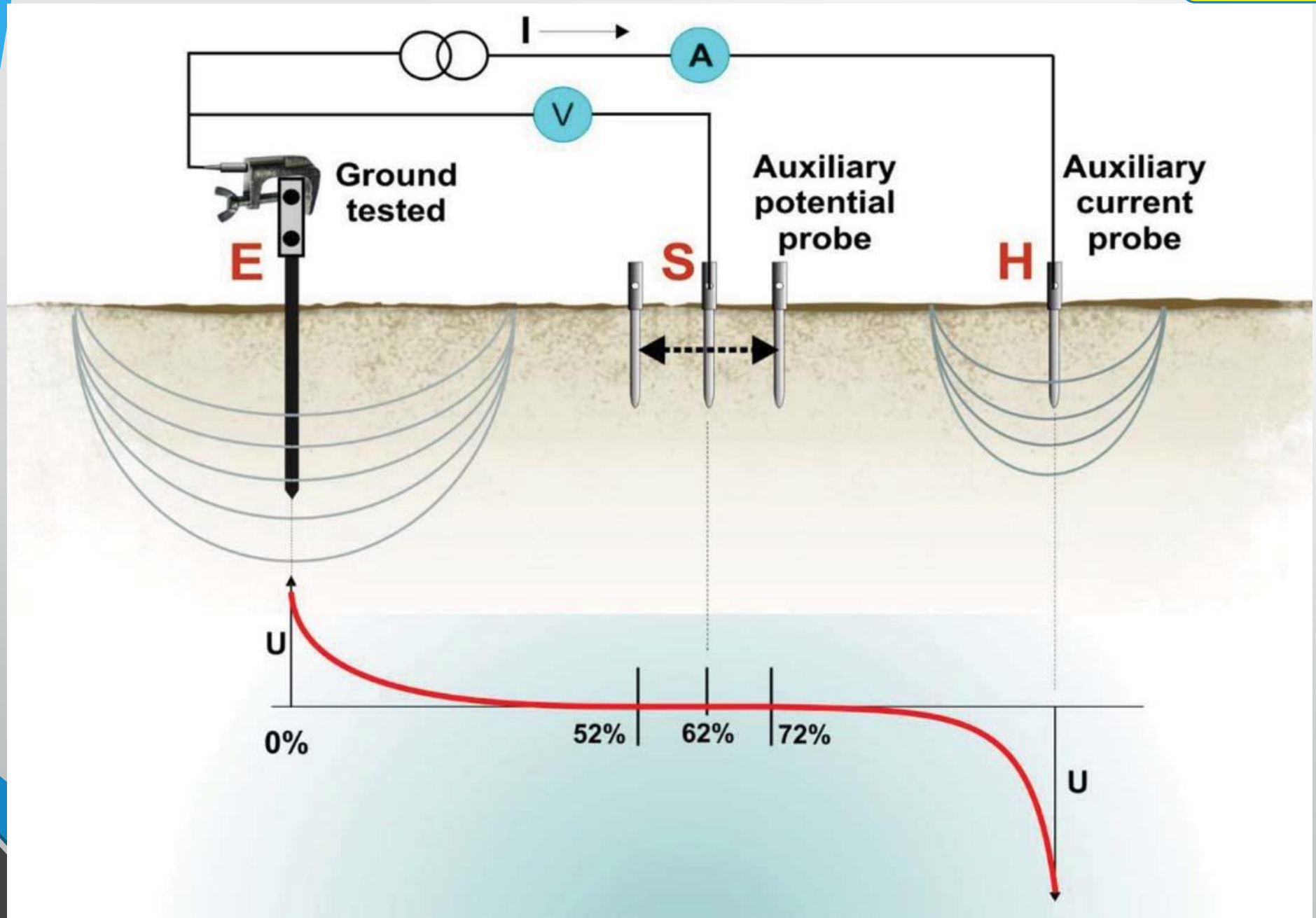
در پایان کار احداث هر الکترود زمین و از آن پس به صورت دوره ای، باید مقاومت کل آن را نسبت به جرم کلی زمین به کمک دستگاه های مخصوص و توسط افراد کارآزموده اندازه گیری کرد و اگر تغییرات قابل ملاحظه ای در مقاومت الکتریکی مشاهده شد، نسبت به اصلاح و یا توسعه سیستم اتصال زمین با احداث الکترودهای جدید، با هدف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

برای هر الکترود زمین یا سیستم زمین باید یک پرونده مخصوص تشکیل شود و اندازه گیری های دوره ای، 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 می توان آن را با وسایل مختلف آبیاری کرد، مشروط بر اینکه آبیاری به صورت مداوم انجام شود.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

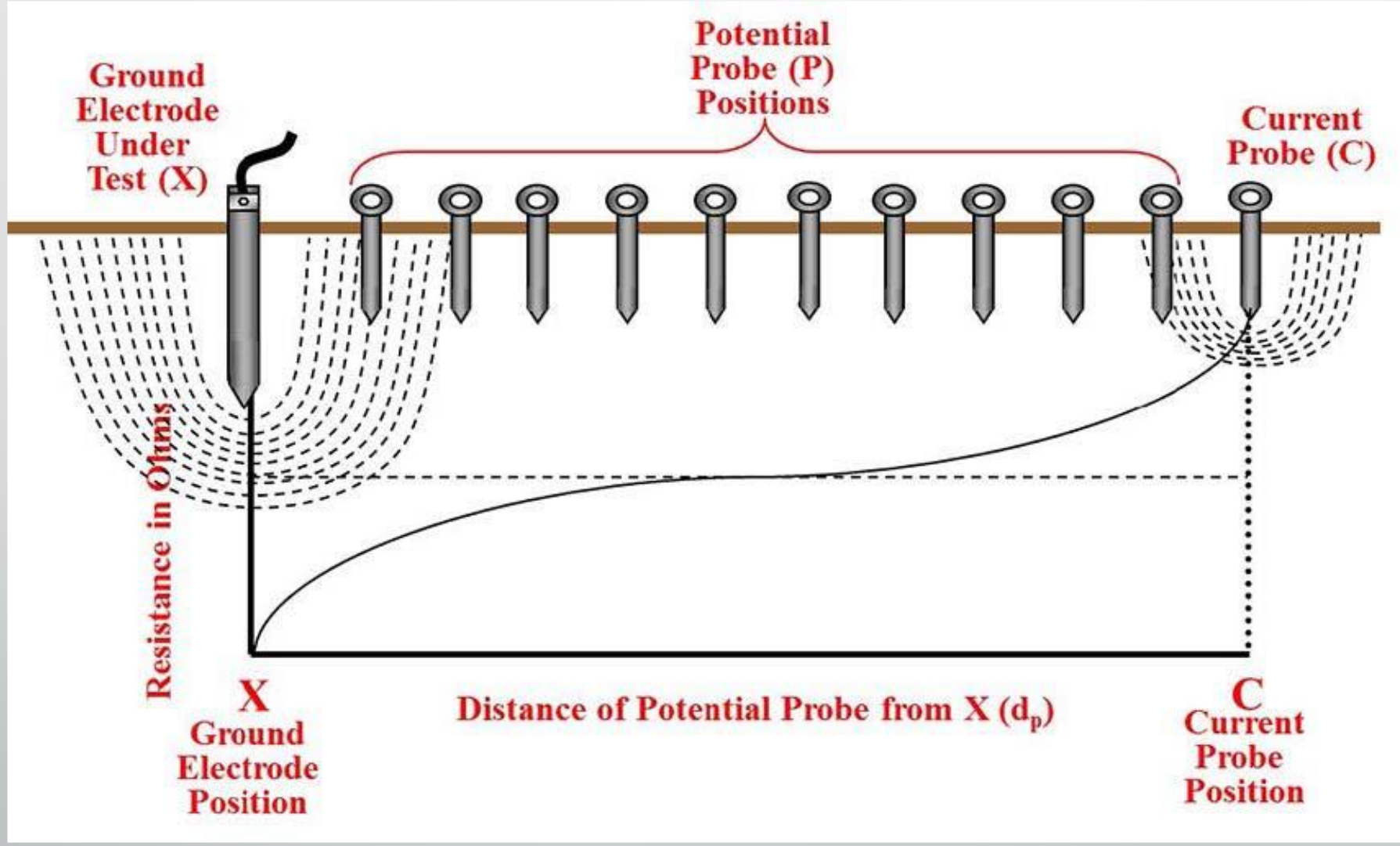
الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها



نکات مهم و کاربردی

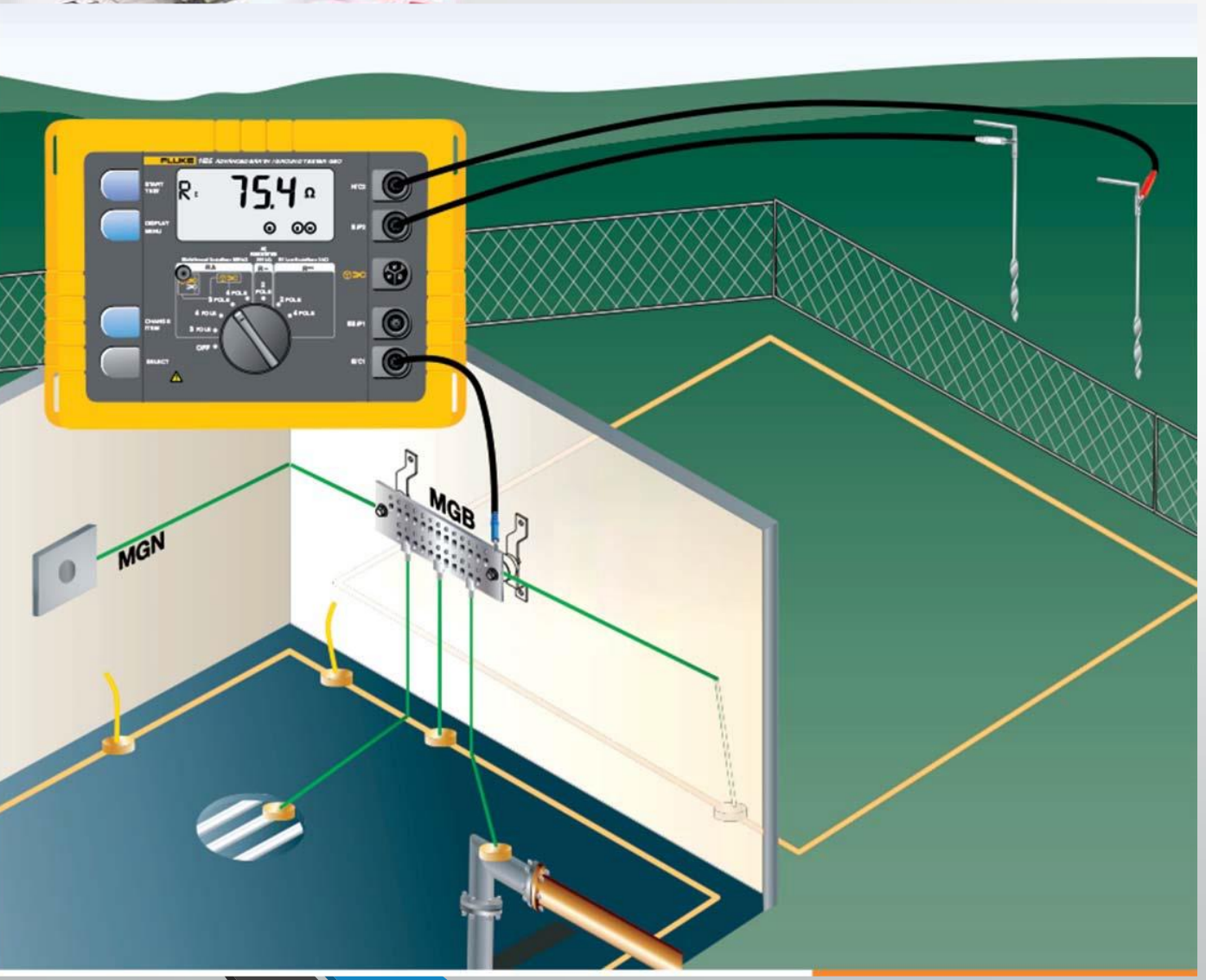
الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها



الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

دهای زمین و حداقل اندازه آن ها



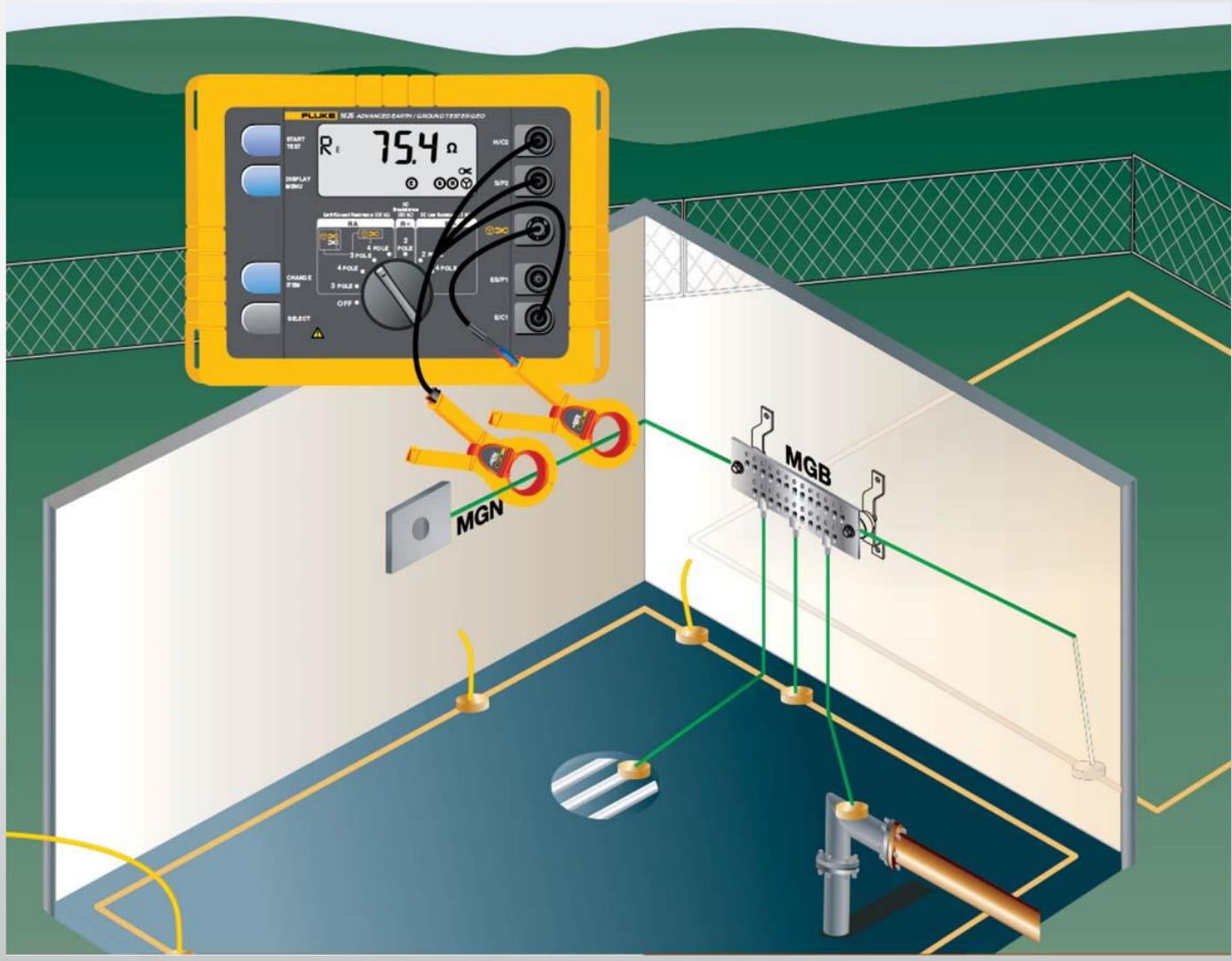
نکات مهم و کاربردی

برای اندازه گیری مقاومت الکترود زمین، میل جریان متصل به ترمینال جریان (C) ارت تستر را در نقطه ای به اندازه کافی دور از الکترود می کوبیم (حداقل بیش از پنج برابر بزرگترین بُعد الکترود (طول آن) یا حتی ده برابر طول الکترود)، سپس میل ولتاژ متصل به ترمینال P ارت تستر را در فاصله ۶۲ درصد میل جریان می کوبیم و شستی تست را فشار می دهیم سپس به اندازه ۲۰ درصد فاصله میل جریان تا الکترود، میل ولتاژ را از نقطه قبل به سمت الکترود نزدیک می کنیم و شستی تست را فشار می دهیم و عدد را یادداشت می کنیم و دوباره به اندازه ۲۰ درصد فاصله میل جریان تا الکترود، میل ولتاژ را از نقطه قبل به سمت میل جریان نزدیک می کنیم و شستی تست را فشار می دهیم و مقاومت را یادداشت می کنیم. چنانچه اختلاف این سه عدد مقاومت کمتر از ۵ درصد باشد و اعداد تقریبا یکسان باشند (ناحیه تخت منحنی بالا)، مقاومت الکترود زمین به دست آمده است.

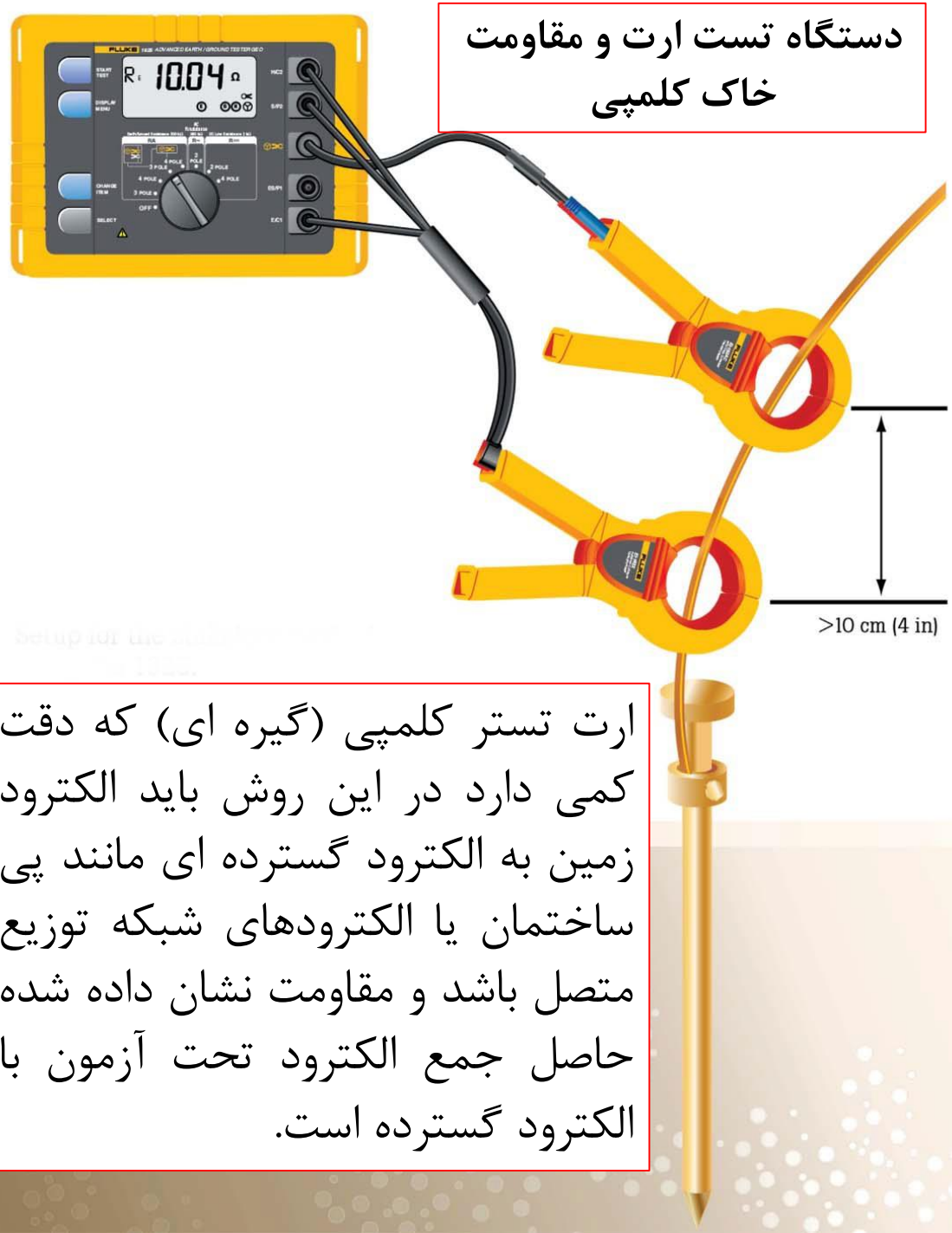
نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین، ارت، ه

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها



دستگاه تست ارت و مقاومت خاک کلمپی



ارت تستر کلمپی (گیره ای) که دقت کمی دارد در این روش باید الکترود زمین به الکترود گسترده ای مانند پی ساختمان یا الکترودهای شبکه توزیع متصل باشد و مقاومت نشان داده شده حاصل جمع الکترود تحت آزمون با الکترود گسترده است.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱۰-۴

یکی از متداول ترین روش احداث **الکترود زمین اساسی**، حفر چاه اتصال زمین می باشد. عمق چاه زمین از منطقه ای شروع می شود که نم طبیعی به طور دائم وجود داشته باشد. در این روش برای انتخاب الکترودی که داخل چاه قرار می گیرد، می توان از سیم لخت چند مفتولی مسی استفاده کرد و یا از الکترود صفحه ای مسی که در ته چاه قرار می گیرد و به وسیله سیم لخت چند مفتولی مسی و به ترمینال اصلی زمین هدایت می شود، استفاده نمود.

- انتخاب سیم لخت چند مفتولی مسی به عنوان الکترود هم از نظر اقتصادی و هم از نظر یک پارچه بودن الکترود و هادی اتصال زمین تا ترمینال اصلی زمین، نسبت به الکترود صفحه ای 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 می توان در انتهای چاه سیم لخت چند مفتولی مسی را بصورت ۵ حلقه مارپیچ به قطر هر حلقه حدود ۵۰ سانتی متر پیچیده و در زمین قرار داد و بقیه سیم را بصورت یکپارچه 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 پر شده و بعد از سفت شدن مواد کاهنده مقاومت، بقیه چاه با مخلوطی از خاک رس و خاک سرند شده حاصل از حفاری، پر و فشرده شود.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱۰-۴-۱

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 می شود:

الف) در انتهای هادی مسی یک کابلشوی مسی پرسی مناسب نصب شده و به کمک دو عدد پیچ مجهز به مهره های اصلی و قفل شونده از جنس مس، به صفحه محکم شود.

ب) به جای استفاده از کابلشو و یا پیچ می توان اتصال هادی به صفحه را با جوش مناسب انجام داد.

پ ۱-۱۰-۴-۲

در صورتی که از وجود نم طبیعی در سال های بعد به علت تغییرات آب و هوایی و پایین رفتن عمق آبهای سطحی در هر منطقه ای اطمینان وجود نداشته باشد، ضروری است برای الکترود اساسی اقدام به ایجاد چاهک و دریچه بازدید حداقل به ابعاد ۳۰*۳۰*۳۰ سانتیمتری نمود و به منظور تزریق آب به الکترود زمین یک لوله غیرفلزی که در تمام جهات دارای سوراخ بوده و داخل لوله با سنگریزه پُر شده باشد از ۱۰ سانتیمتری دریچه سطح زمین تا لبه بالایی مواد کاهنده ته چاه تعبیه نمود.

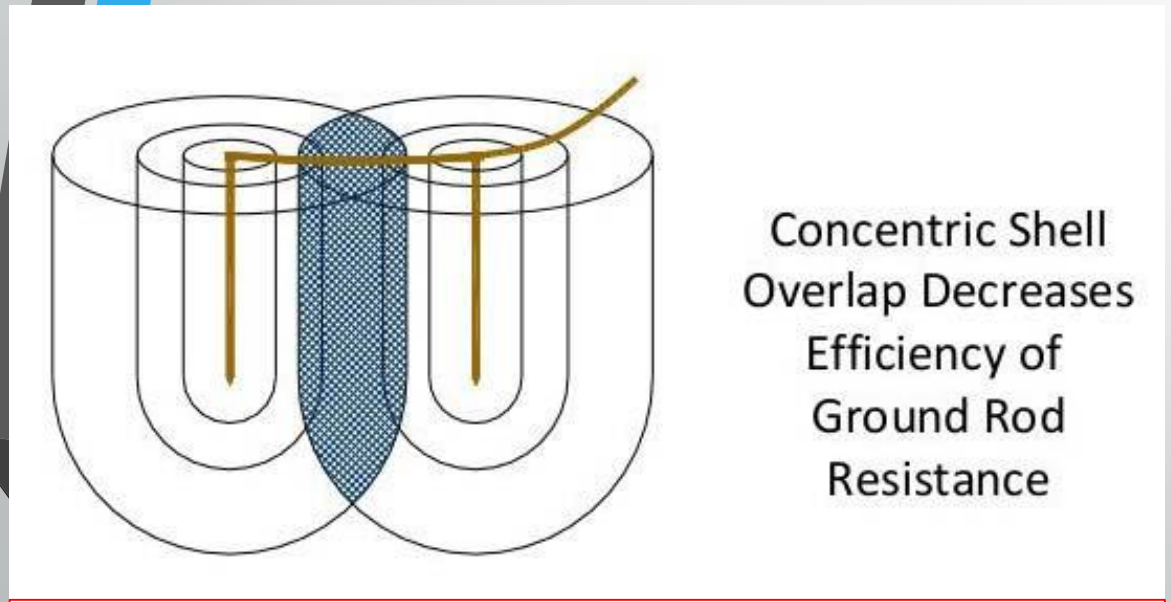
الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

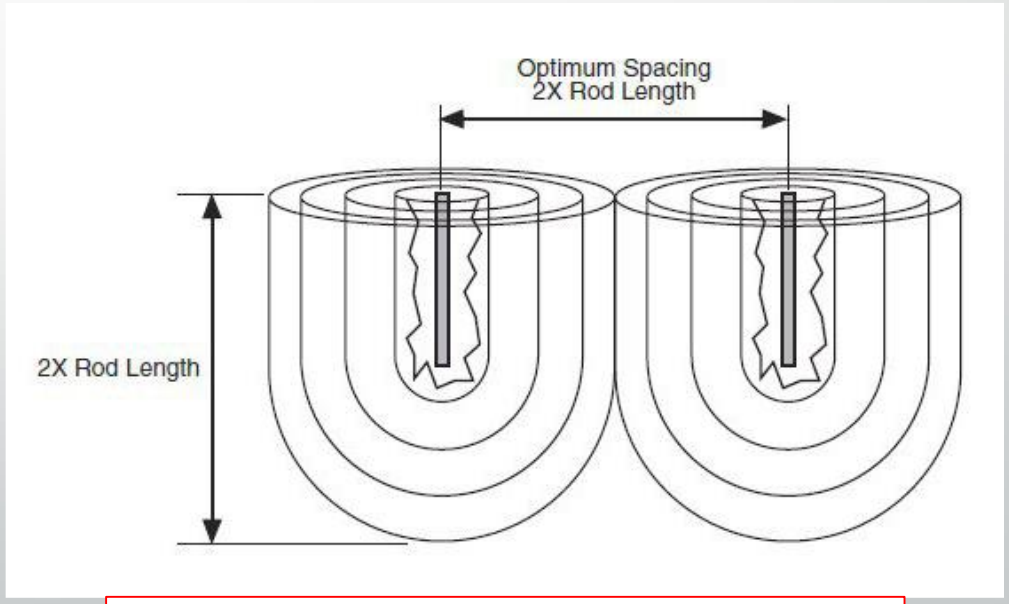
نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱۰-۴-۳

در مورد الکترود اساسی غیر از آنچه که ذکر شد می توان با نصب الکترودهای میله ای متعدد به اشکال مختلف و ارتباط آنها به همدیگر به مقاومت مورد نظر برای الکترود اساسی دسترسی پیدا کرد. الکترودهای میله ای می توانند 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 ۲ برابر عمق الکترود مورد توجه قرار گیرد.



کاهش اثر دو الکترود موازی در حوزه یکدیگر (کم اثر در کاهش مقاومت الکترودهای موازی)



حداقل فاصله دو الکترود، دو برابر طول الکترود

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱۰-۴-۳

در جاهایی که فضای افقی لازم وجود دارد بخصوص در محوطه ها و یا در جاهائی که با زمین سنگلاخی و با مقاومت ویژه خیلی بالایی روبرو باشیم می توان از الکترود افقی که به صورت شکل های کمربندی، مستقیم و یا مستطیل و شبکه پنجره ای که در عمق بین ۰.۵ تا ۰.۸ متری سطح زمین قرار داده می شود استفاده نمود. در صورت نیاز، برای دست یابی به مقاومت کمتر می توان خاک اطراف الکترود را با مواد کاهنده مقاومت تعویض نمود.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱۰-۵

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

الکترود زمین ساده می تواند از یک میله یا یک لوله که بصورت قائم در زمین کوبیده و یا دفن می شود، تشکیل شود. در حالت دفنی برای لوله و یا میله، چاهی حداقل به عمق ۲ متر حفر می شود و پس از قرار دادن میله یا لوله در وسط چاه، فضای اطراف الکترود با مواد کاهنده مقاومت پر می گردد. در محل خروج میله یا لوله از زمین یک چاهک بتنی یا آجری با ابعاد حداقل ۳۰*۳۰*۳۰ سانتیمتر ایجاد گردیده و سر لوله یا میله حداقل ۲۰ سانتیمتر بالاتر از کف چاهک قرار می گیرد. چاهک با یک دریچه فلزی متصل به چهارچوب بسته می شود. سر لوله و یا میله با بست مخصوص و یا به وسیله جوش به هادی اتصال زمین متصل می گردد.

جنس هادی اتصال زمین و الکترود میله ای یا لوله ای و بست مخصوص اتصال باید با همدیگر همخوان 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 به صورت دوره ای چاهک و هادی اتصال زمین و اتصالات آن از نظر محکم بودن و خوردگی و زنگ زدگی مورد بازدید قرار گیرد.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

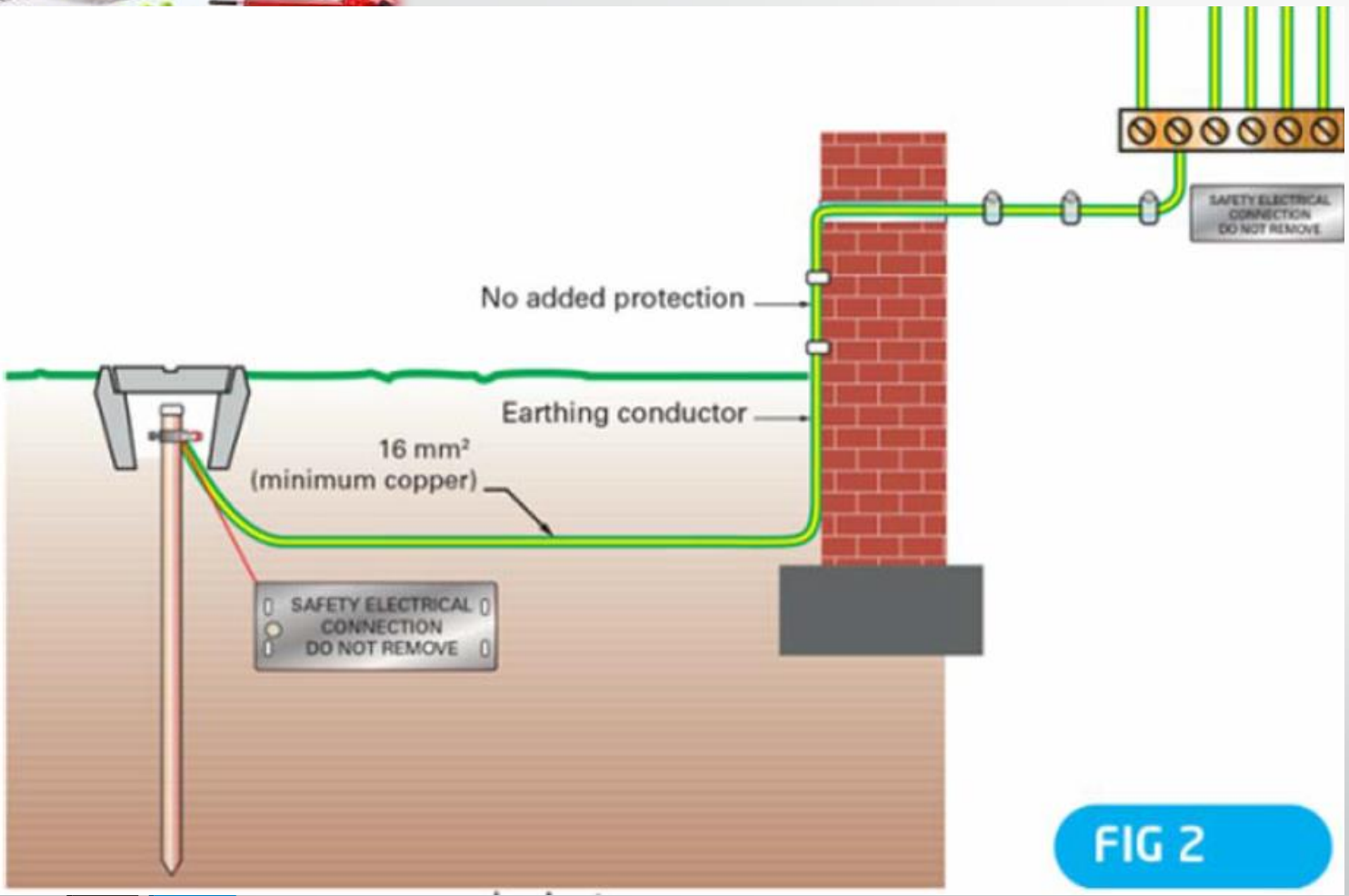
الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

نکات مهم و کاربردی

پ ۱-۱۰-۵

برای کاهش مقاومت زمین **الکترود ساده** در صورت نیاز می توان 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 ۲ برابر عمق هر الکترود مورد** توجه قرار گیرد.

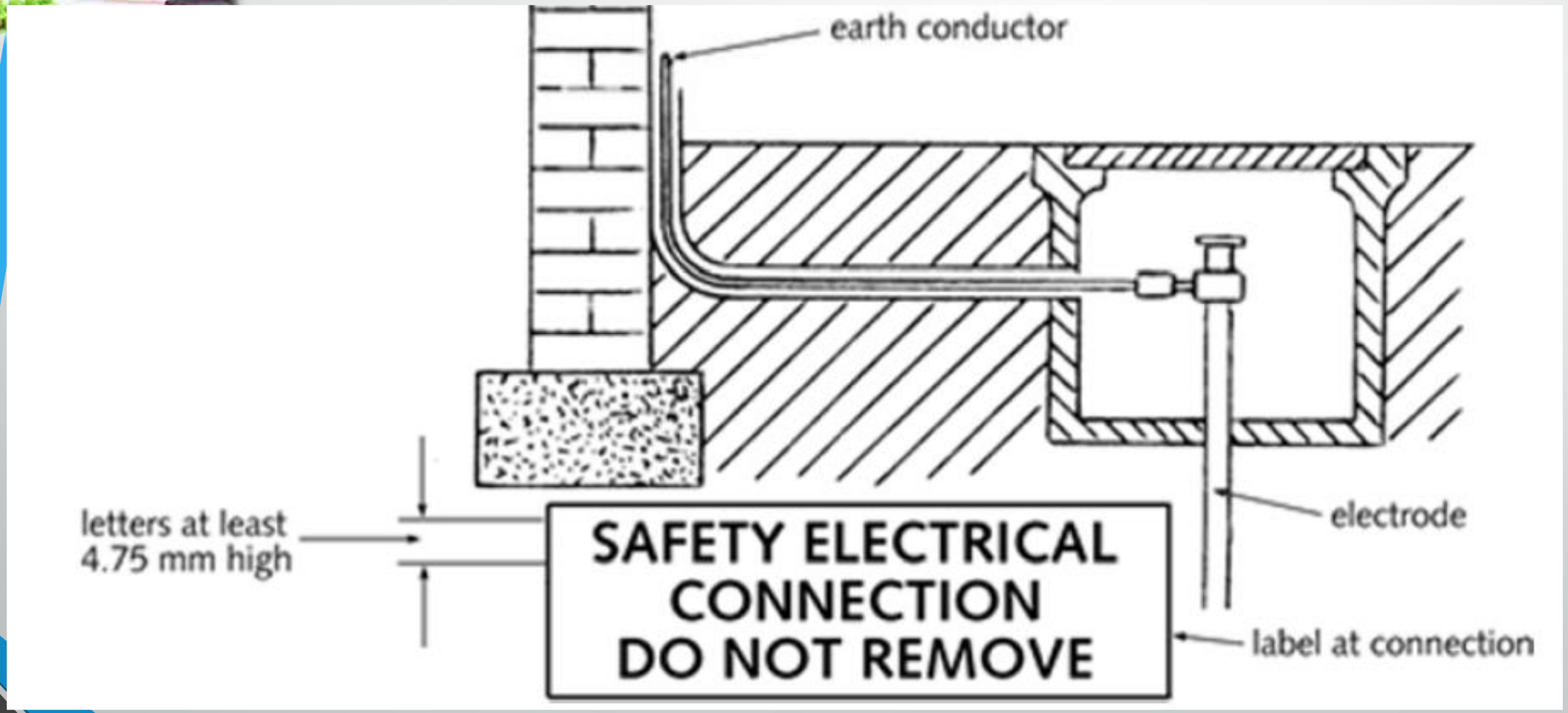
در صورت استفاده از روش دفنی (حفر چاه) برای الکترود زمین ساده، می توان از انواع الکترود استفاده نمود.



الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

نکات مهم و کاربردی



نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

پ ۱-۱۰-۶ شرایط استفاده از ۱ یا ۲ 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 ۱ یا ۲ الکترود زمین می باشد و عمدتاً الکترودهای فوق الذکر در پُست برق و یا محوطه همجوار آن اجرا و نصب می شود.

پ ۱-۱۰-۶-۲-۱

چنانچه تفکیک عایقی تابلوهای برق فشار ضعیف از تابلوهای برق فشار متوسط، ترانسفورماتور و سازه فلزی پست برق تأمین و تضمین شده باشد (مانند جداسازی تابلوی برق فشار ضعیف با کف پوش های عایق از اسکلت فولادی و تجهیزات برق فشار متوسط) باید بدنه تابلوی برق فشار ضعیف و نقطه خنثی برق فشار ضعیف به الکترود زمین ایمنی (دورتر از سازه پست، با فاصله حداقل ۲۰ متر) متصل شود و کلیه بدنه های برق تابلوی فشار متوسط، ترانسفورماتور و کلیه قطعات فلزی سازه پست به الکترود زمین حفاظتی (داخل یا مجاور پست) متصل گردد.

پ ۱-۱۰-۶-۲-۲

چنانچه امکان تفکیک و جداسازی عایقی تابلوهای برق فشار ضعیف از تجهیزاتبرق فشار متوسط و سازه فلزی پست برق وجود نداشته باشد.

در این حالت باید بدنه تابلوهای برق فشار ضعیف و بدنه های تابلوهای برق فشار متوسط و ترانسفورماتورها (تجهیزات برق فشار متوسط) و همچنین کلیه اجزای فلزی سازه پست برق به الکترود زمین حفاظتی متصل گردد و نقطه خنثی برق فشار ضعیف با استفاده از کابل و غلاف کابل غیرفلزی (ایزوله از تماس با زمین و اجزاء فلزی) به الکترود اتصال زمین ایمنی در فاصله حداقل ۲۰ متری از پست برق، اتصال داده شود.

نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

شرایط استفاده از ۱ یا ۲ الکترود زمین برای حفاظت سیستم و ایمنی

پ ۱-۱۰-۶-۲-۳

اگر احداث دو الکترود زمین مستقل امکان پذیر نباشد، باید از یک الکترود زمین مشترک برای هر دو منظور حفاظت سیستم و ایمنی استفاده کرد. در این حالت مقاومت کل الکترود زمین نسبت به جرم کلی زمین نباید از یک اهم تجاوز نماید.

پ ۱-۱۰-۶-۲-۴

چنانچه در یک پست برق خطوط ورودی و خروجی برق فشار متوسط همگی کابلی باشند و طول هر یک از خطوط ورودی و یا خروجی به پست کمتر از ۳ کیلومتر نباشد، می توان برای هر دو منظور حفاظت سیستم و ایمنی از یک الکترود زمین استفاده کرد. لازم بذکر است در صورتی که طول هر یک از خطوط ورودی و یا خروجی به پست برق کمتر از ۳ کیلومتر باشد باید از دو الکترود زمین مستقل و مجزا از هم استفاده شود.

پ ۱-۱۰-۶-۲-۵

اگر همه یا قسمتی از کابل های متصل به پست برق اعم از برق 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 کابل ها یک کیلومتر و یا بیشتر باشد، می توان برای هر دو منظور حفاظت سیستم و ایمنی از یک الکترود زمین استفاده کرد.

نکات مهم و کاربردی

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

شرایط استفاده از ۱ یا ۲ الکترود زمین برای حفاظت سیستم و ایمنی

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

پ ۱-۱۰-۶-۲-۶

چنانچه حتی بخشی از خطوط ورودی و یا خروجی برق فشار متوسط به پست برق در فاصله ای کمتر از ۳ کیلومتر از پست برق خط هوایی باشد (قسمتی از خط بصورت هوایی و قسمتی از خط بصورت کابل زمینی)، باید از دو الکترود زمین به منظور حفاظت سیستم و ایمنی استفاده کرد و شرط مستقل بودن دو الکترود زمین از هم باید تأمین شود.

پ ۱-۱۰-۶-۲-۷

در تمام موارد فوق الذکر که لزوم ایجاد دو الکترود زمین به منظور حفاظت سیستم و ایمنی، ضرورت پیدا کند ولی احداث دو الکترود مستقل از هم به هر دلیلی امکان پذیر نباشد، می توان از یک الکترود زمین برای پست ترانسفورماتور برق استفاده کرد. در این حالت باید تمام اجزاء فلزی مدفون در زمین در محدوده پست برق (مانند لوله های فلزی آب، گاز و تأسیسات، 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 زمین نسبت به جرم کلی زمین از یک اهم تجاوز نکند.

پ ۱-۱۰-۶-۲-۸

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

شرایط استفاده از ۱ یا ۲ الکترود زمین برای حفاظت سیستم و ایمنی

در حالتی که پست برق دارای دو الکترود زمین به منظور حفاظت سیستم و ایمنی باشد و بدنه تابلوهای برق فشار ضعیف همراه با بدنه تابلوها و تجهیزات برق 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 اتوماتیک فشار متوسط در این حالت رعایت گردد.

پ ۱-۱۰-۶-۲-۹

جدول شماره پ۱-۱۰-۶-۹ سطح عایق‌بندی در تابلوهای برق فشار ضعیف و زمان قطع کلید اتوماتیک فشار متوسط

سطح عایقی ولتاژ در تأسیسات فشار ضعیف	مدت زمان مجاز قطع کلید اتوماتیک فشار متوسط (ثانیه)
1.5 Un	$t \leq 1.5$
1.5 Un + 750	$t > 1.5$

U_n- ولتاژ اسمی بین فاز و خنثی در طرف برق فشار ضعیف

t- مدت زمان بر حسب ثانیه

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

نکات مهم و کاربردی

۱۳-۵-۴-۱ الکترود زمین برای انشعاب برق فشارضعیف

اعم از اینکه انشعاب برق مشترک برق تکفاز باشد یا سه فاز، باید حداقل ۱ اتصال زمین ایمنی برای آن پیش بینی شود. در شهرها، شهرک ها و مجموعه ها 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 ۳۲ آمپر) یک الکترود زمین ساده با حداقل عمق ۲ متر در زمین بکر استفاده شود.

ب) برای مشترکان با کنتور برق از ۳۲ آمپر بالاتر تا ۷۵ آمپر سه فاز یا مجموعه های دارای چندین مشترک که کنتورهای آنها در یک نقطه متمرکز باشد و جمع جریان های نامی کنتورهای هر فاز با اعمال ضریب همزمانی، از ۷۵ آمپر تجاوز نکند از یک الکترود زمین ساده به عمق ۴ متر یا دو الکترود زمین به عمق ۲ متر و حداقل فاصله ۴ متر از یکدیگر در زمین بکر استفاده شود.

پ) برای مشترکان با کنتور بیش از ۷۵ آمپر سه فاز یا مجموعه های دارای چندین مشترک که کنتورهای آنها در یک نقطه متمرکز باشد و جمع جریان های نامی کنتورهای هر فاز با اعمال ضریب همزمانی از ۷۵ آمپر تجاوز کند یک اتصال زمین اساسی یا اتصال زمین مشابه پُست ترانسفورماتور تغذیه کننده آن استفاده شود.

ت) در مورد مجموعه هایی که کنتورهای برق آنها در بیش از یک نقطه متمرکز یا به صورت انفرادی نصب شده و فاصله آنها نیز بیش از ۸ متر 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 زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

۱۳-۳-۱-۱۶-۱ حفاظت در برابر اضافه ولتاژ در پُست های 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 ۲ الکترود زمین مستقل خواهد بود.

تبصره ۱: الکترودهای اتصال زمین قسمت برق فشار متوسط و فشار ضعیف هر کدام باید به ترمینال یا شینه اصلی زمین مخصوص خود وصل شوند.

تبصره ۲: پیش بینی و اجرای الکترودهای اتصال زمین مجزا و مستقل در پُست برق، برای قسمت برق فشار متوسط و برق فشار ضعیف، یعنی ۲ الکترود برای هر پُست مطمئن تر از ۱ الکترود مشترک می باشد.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

۱۳-۳-۱-۱۶-۱ حفاظت در برابر اضافه ولتاژ در پُست های برق

ب) در صورتی که به دلایل محدودیت های اجرایی و یا شرایط طرح، فاصله مناسب بین ۲ الکترود فراهم نشود و الکترودها در حوزه ولتاژ هم قرار گیرند و یا به دلایل وجود اجسام فلزی مدفون در محل ایجاد ۲ الکترود اتصال زمین مستقل امکان پذیر نباشد، ایجاد الکترود مشترک برای سیستم های اتصال زمین برق فشار متوسط و برق فشار ضعیف الزامی می گردد. در این صورت مقاومت الکتریکی اتصال زمین در ۱ الکترود مشترک برای سیستم های برق فشار متوسط و برق فشار ضعیف، نباید از **۱ اهم** تجاوز کند.

تبصره: در صورتی که امکان دستیابی به مقاومت ۱ اهم در الکترود اتصال زمین مشترک امکان پذیر نباشد، کلیدهای حفاظتی اتوماتیک تابلوهای فشار متوسط در پُست برق در زمان مناسب(در زمانی کمتر یا سریعتر)، جریان اتصالی در شبکه فشار متوسط را قطع کند.

۱۳-۳-۱-۱۶-۲ برای حفاظت مصارف برقی سه فاز موتوری و یا سایر مصارف برقی دیگر که قطع فاز و جابجایی فاز به آن ها آسیب می رساند، بایستی از رله کنترل فاز و یا هر مکانیسم مشابه دیگری استفاده گردد.

۱۳-۳-۱-۱۷ وسایل و لوازم الکتریکی که ممکن است در اثر کاهش احتمالی ولتاژ دچار آسیب دیدگی و خسارت شوند، باید در مقابل کاهش ولتاژ حفاظت شوند.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

۱۳-۳-۱-۱۶-۳ حفاظت در برابر اضافه ولتاژ ناشی از اثرات صاعقه

تجهیزات، دستگاه ها و سیستم های مختلف تأسیسات برقی از جمله دستگاه های الکترونیکی حساس و گران قیمت، شبکه های کامپیوتری و سیستم های فنآوری اطلاعات که امروزه در ساختمان های بزرگ و یا خاص بصورت گسترده مورد استفاده قرار می گیرند، باید در مقابل اضافه ولتاژ ناشی از اثرات صاعقه حفاظت گردند. این تجهیزات حفاظتی اصطلاحاً **برقگیر** حفاظتی نامیده می شوند که برای محدود کردن اثرات اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه روی تأسیسات برق از جمله شبکه توزیع نیرو، در تابلو ورودی برق اصلی پست برق ساختمان و یا سایر تابلوهای برق مورد استفاده قرار می‌گیرند و دارای الزاماتی به قرار زیر می باشند:

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) در سیستم توزیع نیرو در نظر گرفته می شود.

ب) اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه به بعضی از دستگاه های الکترونیکی حساس و گران قیمت و یا مشابه آن ها، آسیب رسانده و کارکرد آن ها را مختل می نماید. تابلوهای تغذیه کننده دستگاه های فوق باید علاوه بر دارا بودن سایر حفاظت های لازم دیگر، تجهیزات برقگیر حفاظتی مخصوص به خود را نیز داشته باشد.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

۱۳-۳-۱-۱۶-۳ حفاظت در برابر اضافه ولتاژ ناشی از اثرات صاعقه

پ) تجهیزات برقگیر حفاظتی در هر تابلوی برق باید با یک برچسب مخصوص و دائمی مشخص شده باشد.

ت) تجهیزات برقگیر حفاظتی بر اساس سطح و یا تراز ولتاژ حفاظت، جریان تخلیه الکتریکی، جریان حداکثر و یا جریان ضربه و سایر مشخصات دیگر آن ها انتخاب می گردند.

تبصره: لازم به ذکر است که در تاسیسات برق ۴۰۰/۲۳۰ ولت، سطح و یا تراز ولتاژ عملکرد برقگیر حفاظتی از **۲/۵ کیلوولت** بیشتر نمی باشد.

ث) تجهیزات برقگیر حفاظتی در شبکه توزیع سیستم های نیرو باید در نقاط مشخص و مطابق شکل های زیر نصب شوند.

توضیحات علائم شکل‌ها به قرار زیر است :

3: ترمینال یا شمش اتصال زمین اصلی

4: برقگیر حفاظتی

5: اتصال هادی حفاظتی به برقگیر حفاظتی با گزینه‌های 5a و یا 5b

6: تجهیزاتی که باید محافظت شود

7: کلید حفاظتی جریان باقی‌مانده

1F: وسیله حفاظتی اصلی تابلو

RA: الکترود اتصال زمین تاسیسات

2F: وسیله حفاظتی برقگیر حفاظتی (به توصیه سازنده برقگیر حفاظتی)

RB: الکترود اتصال زمین سیستم نیرو

فازها L1 , L2 , L3	هادی خنثی = N	هادی حفاظتی = PE

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

نکات مهم و کاربردی

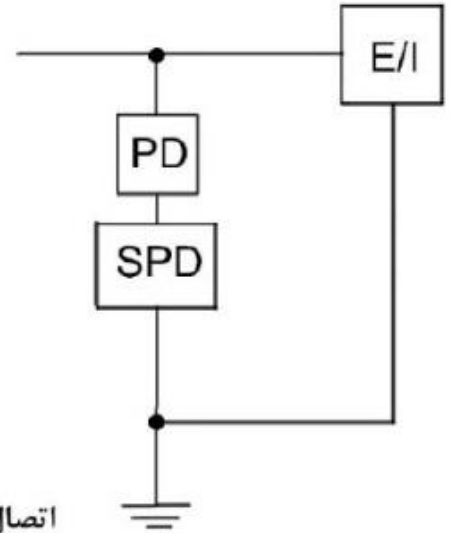
۱۳-۳-۱-۱۶-۳ حفاظت در برابر اضافه ولتاژ ناشی از اثرات صاعقه

پ) تجهیزات برقگیر حفاظتی در هر تابلوی برق باید با یک برچسب مخصوص و دائمی مشخص شده باشد.

ت) تجهیزات برقگیر حفاظتی بر اساس سطح و یا تراز ولتاژ حفاظت، جریان تخلیه الکتریکی، جریان حداکثر و یا جریان ضربه و سایر مشخصات دیگر آن ها انتخاب می گردند.

تبصره: لازم به ذکر است که در تاسیسات برق ۴۰۰/۲۳۰ ولت، سطح و یا تراز ولتاژ عملکرد برقگیر حفاظتی از **۲/۵ کیلوولت** بیشتر نمی باشد.

ث) تجهیزات برقگیر حفاظتی در شبکه توزیع سیستم های نیرو باید در نقاط مشخص و مطابق شکل های زیر نصب شوند.



اتصال زمین حفاظتی

توضیحات علائم شکل‌ها به قرار زیر است :

3: ترمینال یا شمش اتصال زمین اصلی

4: برقگیر حفاظتی

5: اتصال هادی حفاظتی به برقگیر حفاظتی با گزینه‌های 5a و یا 5b

6: تجهیزاتی که باید محافظت شود

7: کلید حفاظتی جریان باقی‌مانده

1F: وسیله حفاظتی اصلی تابلو

RA: الکترود اتصال زمین تاسیسات

2F: وسیله حفاظتی برقگیر حفاظتی (به توصیه سازنده برقگیر حفاظتی)

RB: الکترود اتصال زمین سیستم نیرو

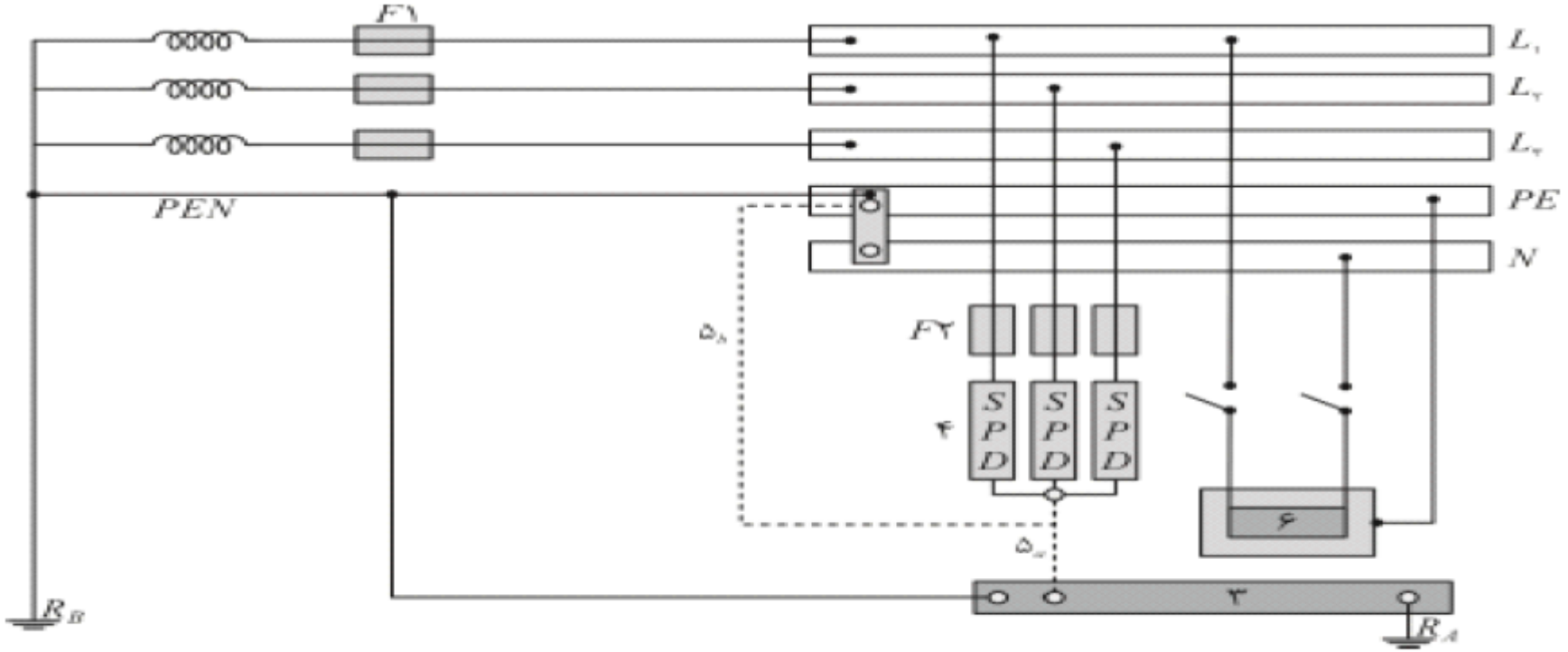
فازها L1 , L2 , L3	هادی خنثی = N	هادی حفاظتی = PE

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

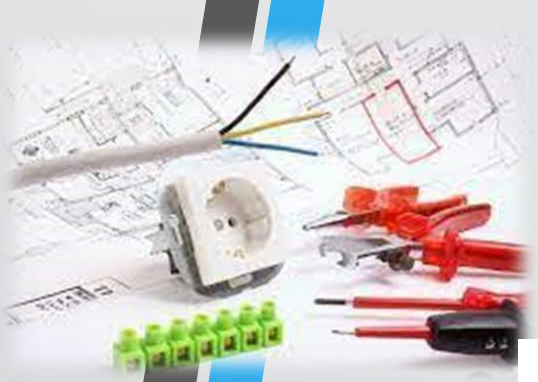
نکات مهم و کاربردی

الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن ها

۳-۱۶-۱-۳-۱۳ محل قرارگیری وسیله حفاظتی و برقگیر حفاظتی



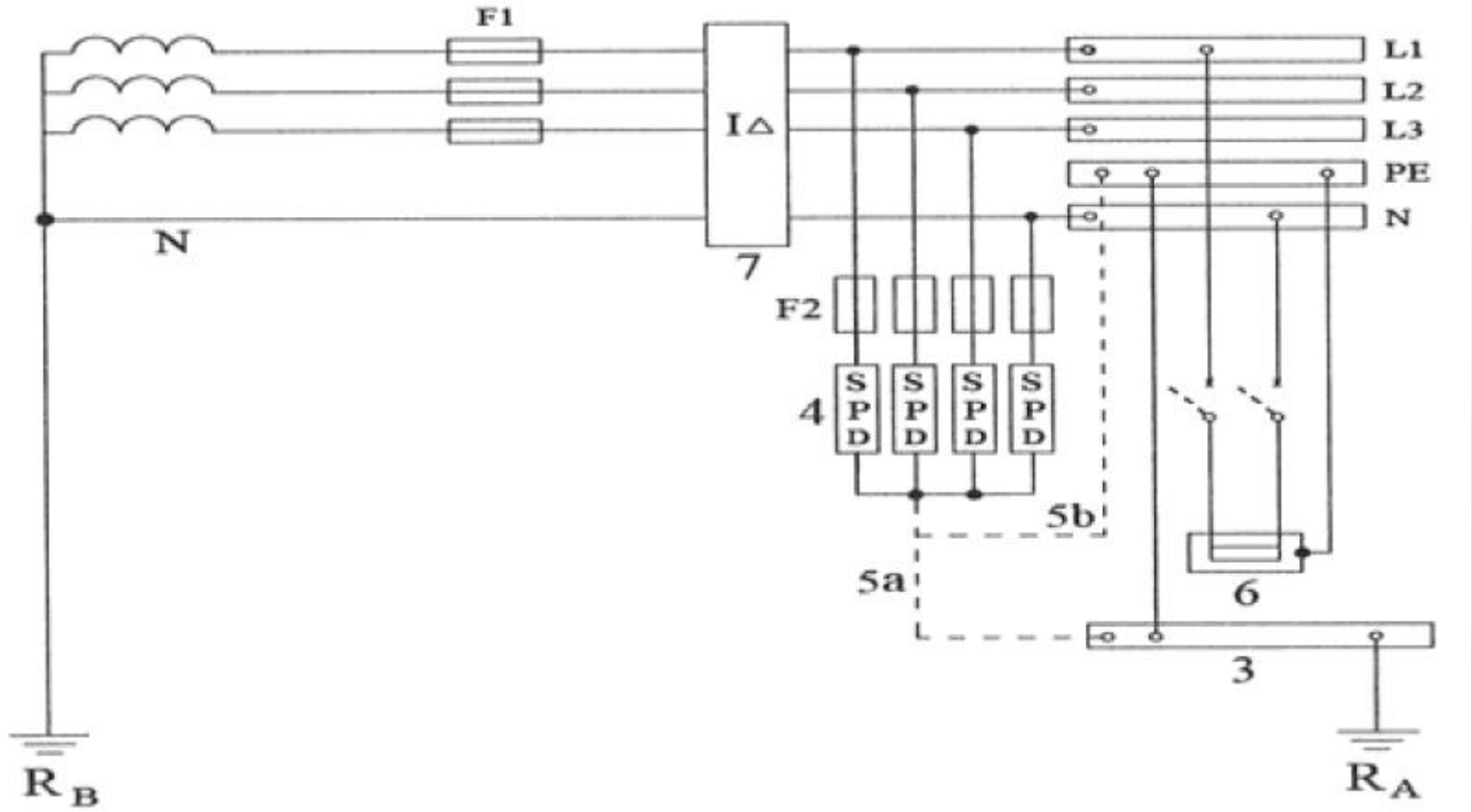
شکل طرحواره نصب برقگیر حفاظتی در شبکه توزیع سیستم نیروی TN(سه فاز)



الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

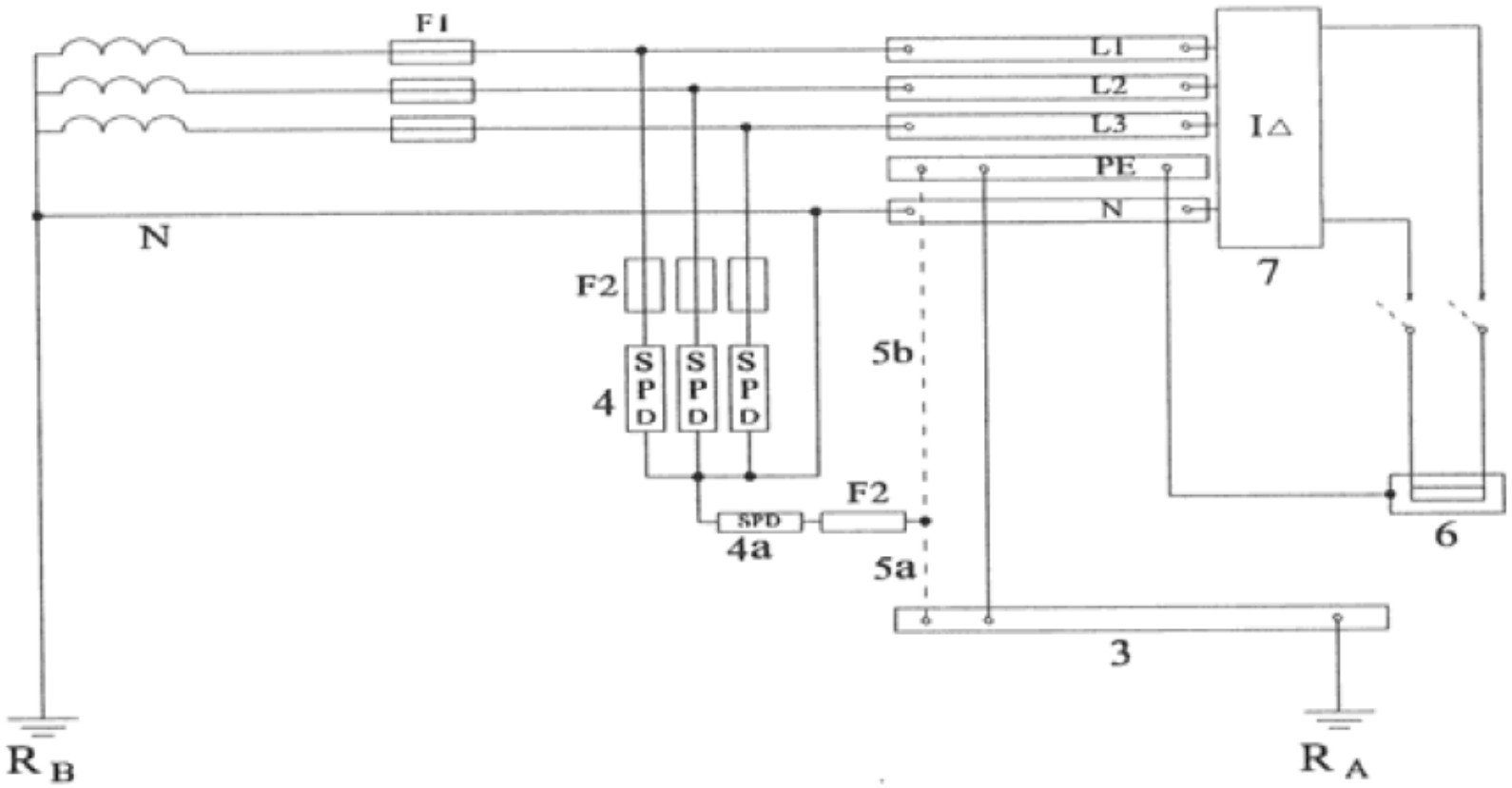
۳-۱۶-۱-۳-۱۳ محل قرارگیری وسیله حفاظتی و برقگیر حفاظتی



شکل طرحواره نصب برقگیر حفاظتی در شبکه توزیع سیستم نیروی TT با قرارگیری برقگیر حفاظتی در طرف تغذیه بار و بعد از کلید حفاظتی جریان باقی‌مانده (RCD)

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

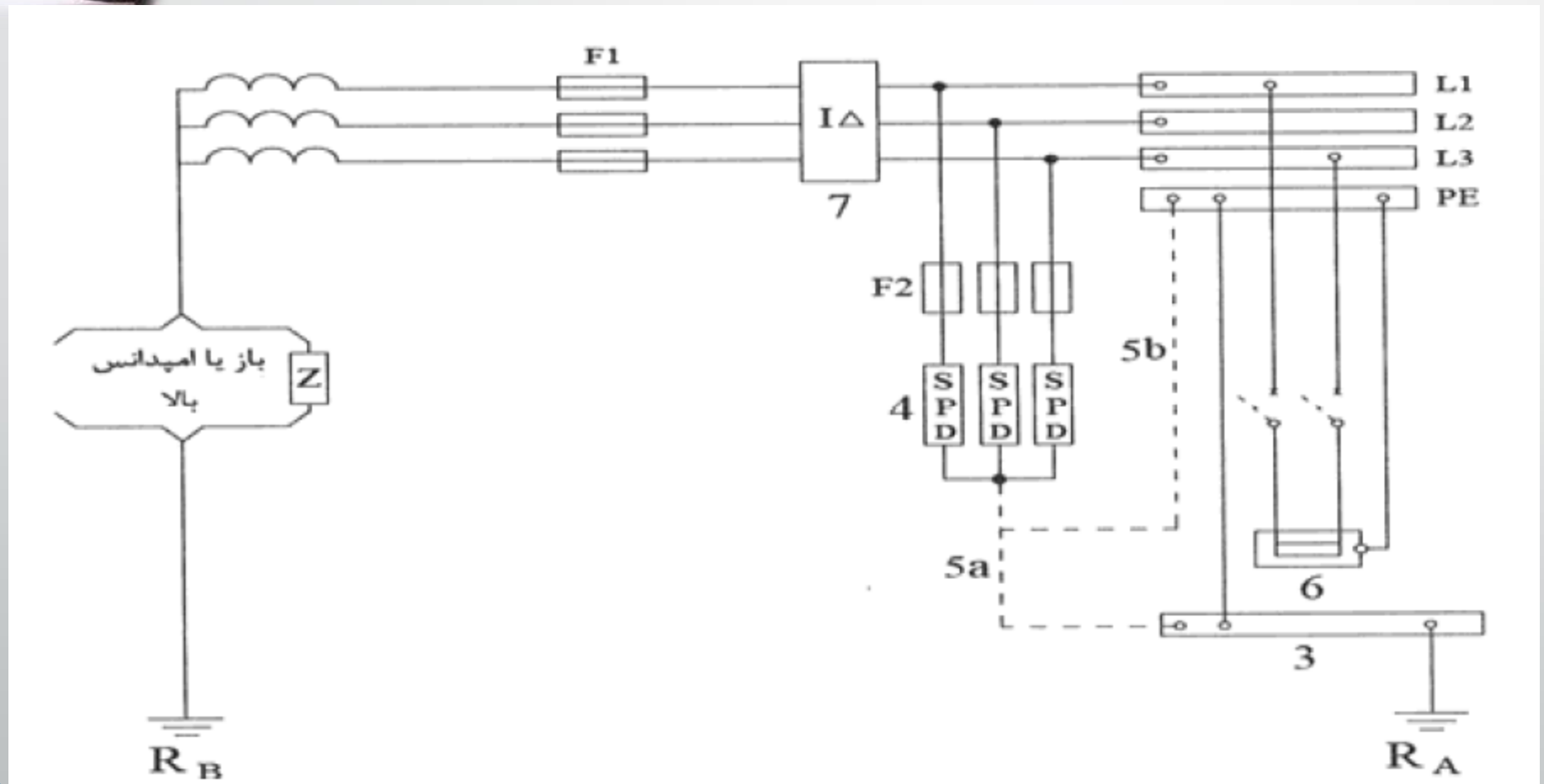
۱۳-۳-۱-۱۶-۳ محل قرارگیری وسیله حفاظتی و برقگیر حفاظتی



شکل طرحواره نصب برقگیر حفاظتی در شبکه توزیع سیستم نیروی TT با قرارگیری برقگیر حفاظتی قبل از کلید حفاظتی جریان باقی‌مانده (RCD)

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

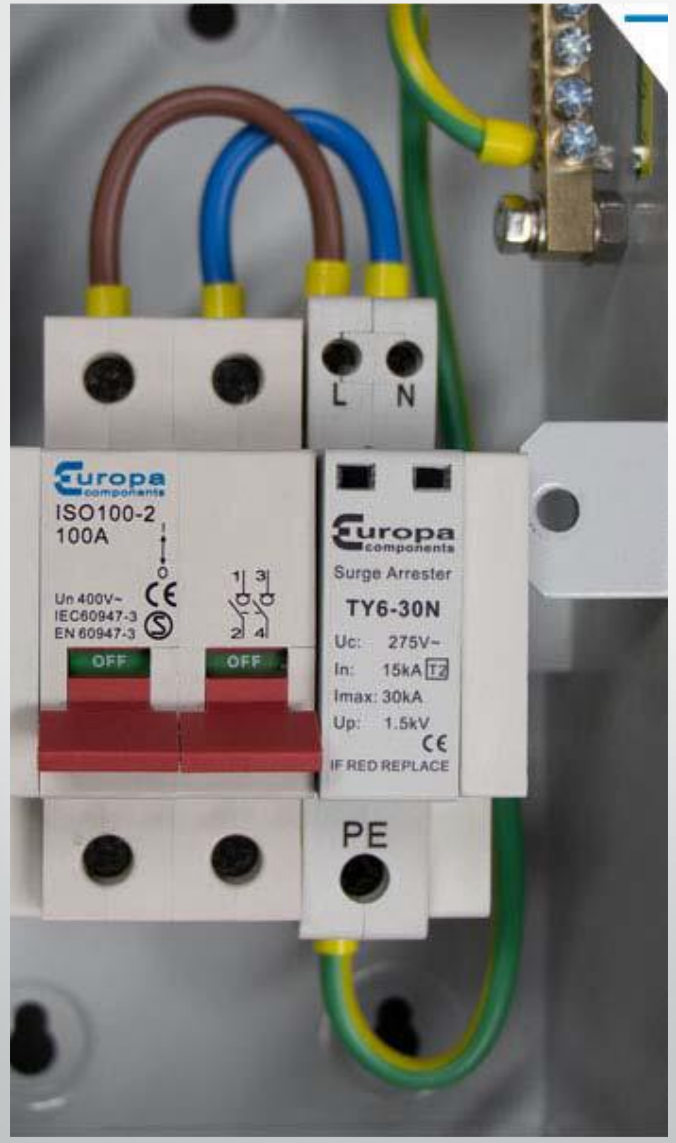
۱۳-۳-۱-۱۶-۳ محل قرارگیری وسیله حفاظتی و برقگیر حفاظتی

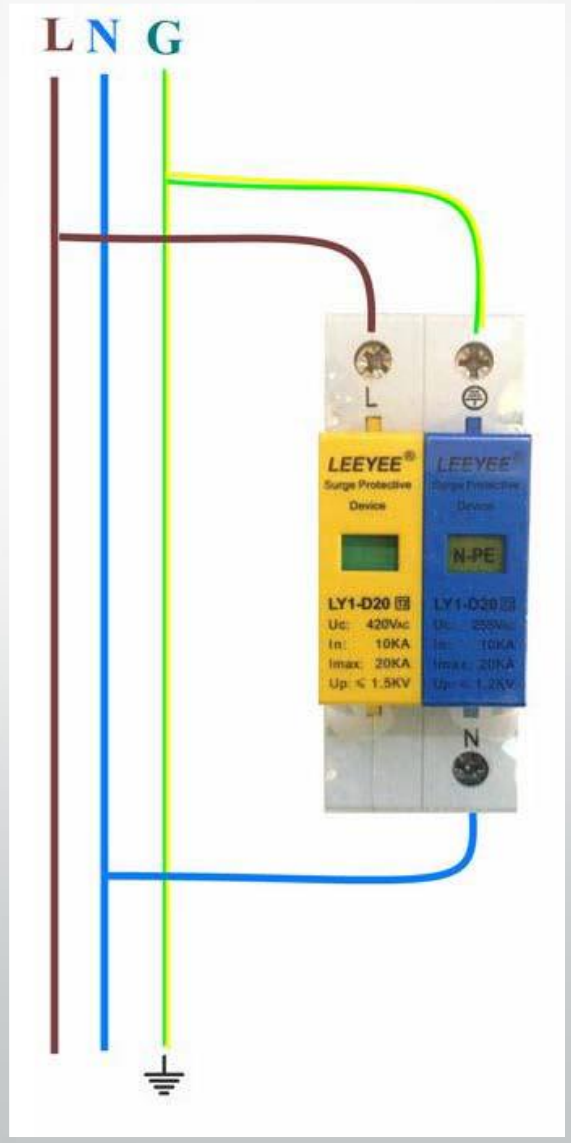


شکل طرحواره نصب برقگیر حفاظتی در شبکه توزیع سیستم نیروی IT

نکات مهم و کاربردی

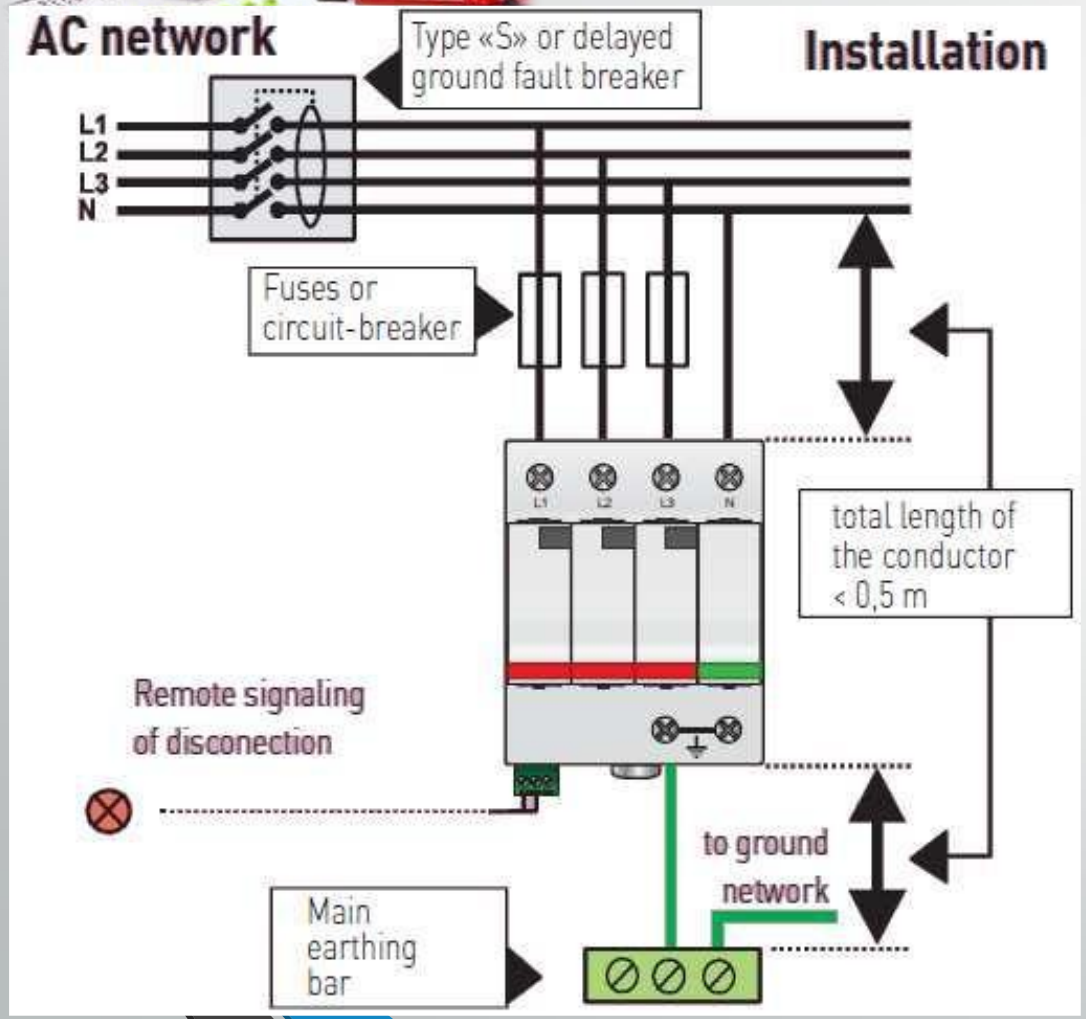
الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

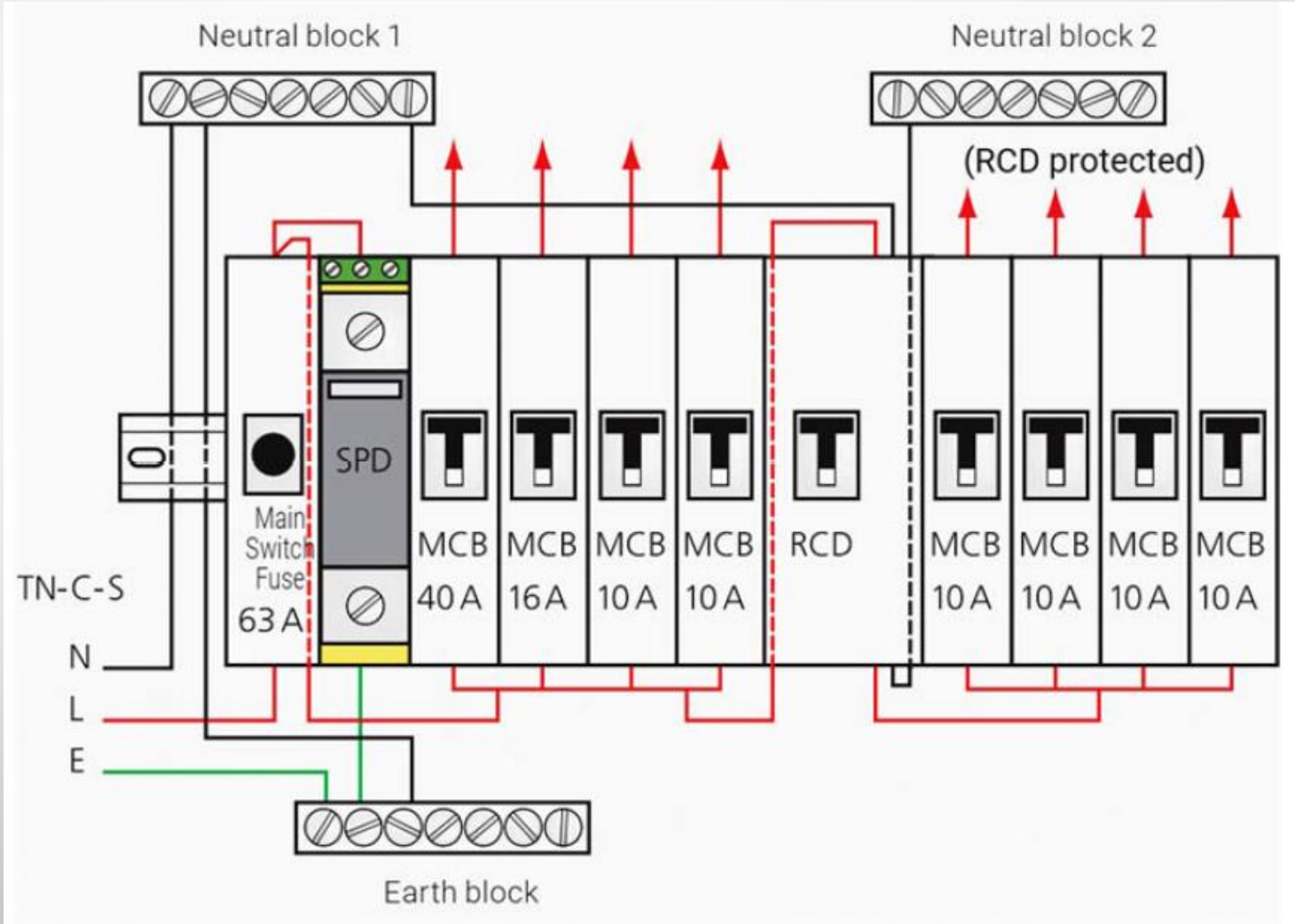




الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

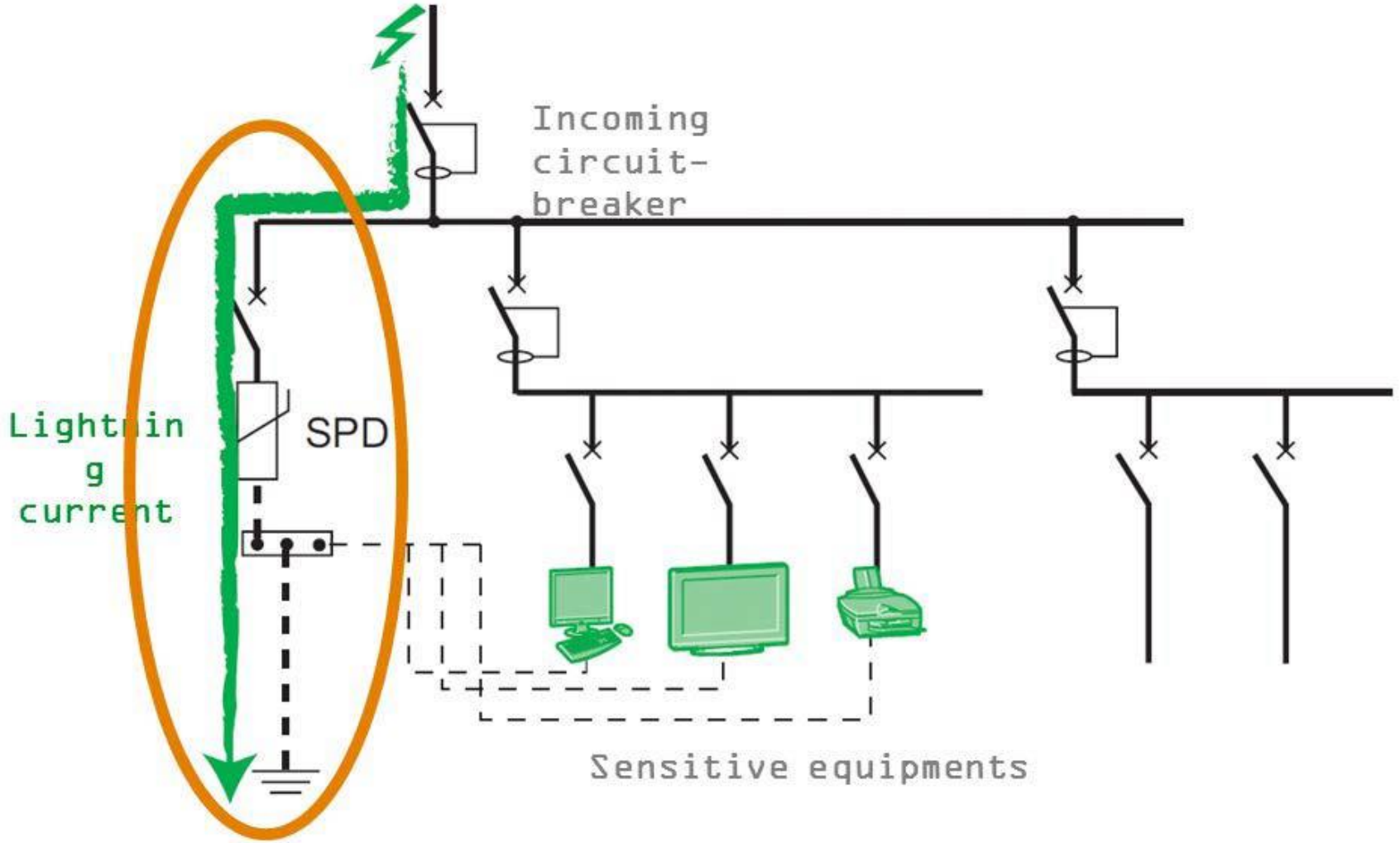
نکات مهم و کاربردی





الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

Location in the switchboard: in parallel



* SPD = Surge Protection Device.

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

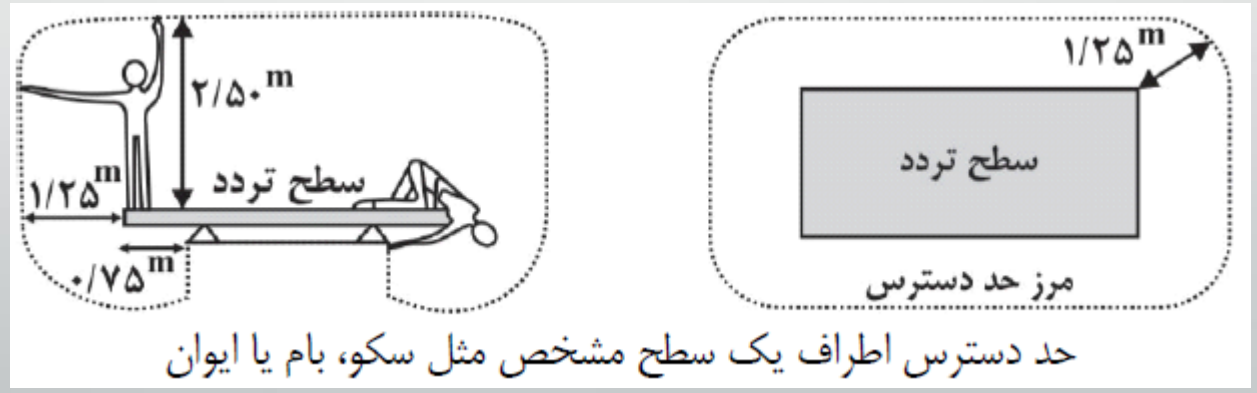
۱۳-۲-۳-۴۱ حد دسترس

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

۱- فردی که روی تراس یا بام ایستاده تا ۱۲۵ سانتیمتر از محیط اطراف تراس یا بام در دسترس وی می باشد.

۲- تا ارتفاع ۲/۵ متر از سطح زمین در دسترس افراد است، پس در مدارس و مکان های عمومی مثل پارک ارتفاع نصب چراغ ها و زنگ اخبار یا بلندگوها باید بیشتر از ۲/۵ متر باشد.

۳- زیر میز کار و سکوی کار تا عمق ۷۵ سانتیمتر حد دسترس می باشد و نصب پریز یا کلید زیر میزی باید در این محدوده باشد.



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

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

۱۳-۲-۱-۲ **از لحاظ سطوح ولتاژی، مبحث ۱۳ مقررات ملی موارد زیر را در بر می گیرد:**

الف) تأسیسات سیم کشی سیستم های جریان متناوب با ولتاژ تا ۱۰۰۰ ولت مؤثر

ب) تأسیسات سیم کشی سیستم های جریان متناوب با ولتاژ بیش از ۱۰۰۰ ولت مؤثر (به جز سیم کشی داخلی دستگاه ها)، که از سیستم های فشار ضعیف تا ۱۰۰۰ ولت تغذیه می کنند، مانند چراغ های تخلیه الکتریکی در گازها

تبصره: در این مقررات سیستم های جریان متناوب با ولتاژ ۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت، فشار متوسط و ولتاژهای ۶۳ کیلوولت و بالاتر فشارقوی نامیده می شود.

پ) تأسیسات سیم کشی کلیه سیستم های مربوط به لوازم و دستگاه هایی که مقررات خاصی برای آن ها وضع نشده باشد.

ت) تأسیسات سیم کشی و کابل کشی سیستم های جریان ضعیف ثابت وسایل ارتباطی، انتقال علائم و فرمان و مشابه آنها به استثنای سیم کشی های داخلی دستگاه ها

نکات مهم و کاربردی

پ ۷-۱

حریم شبکه های برق

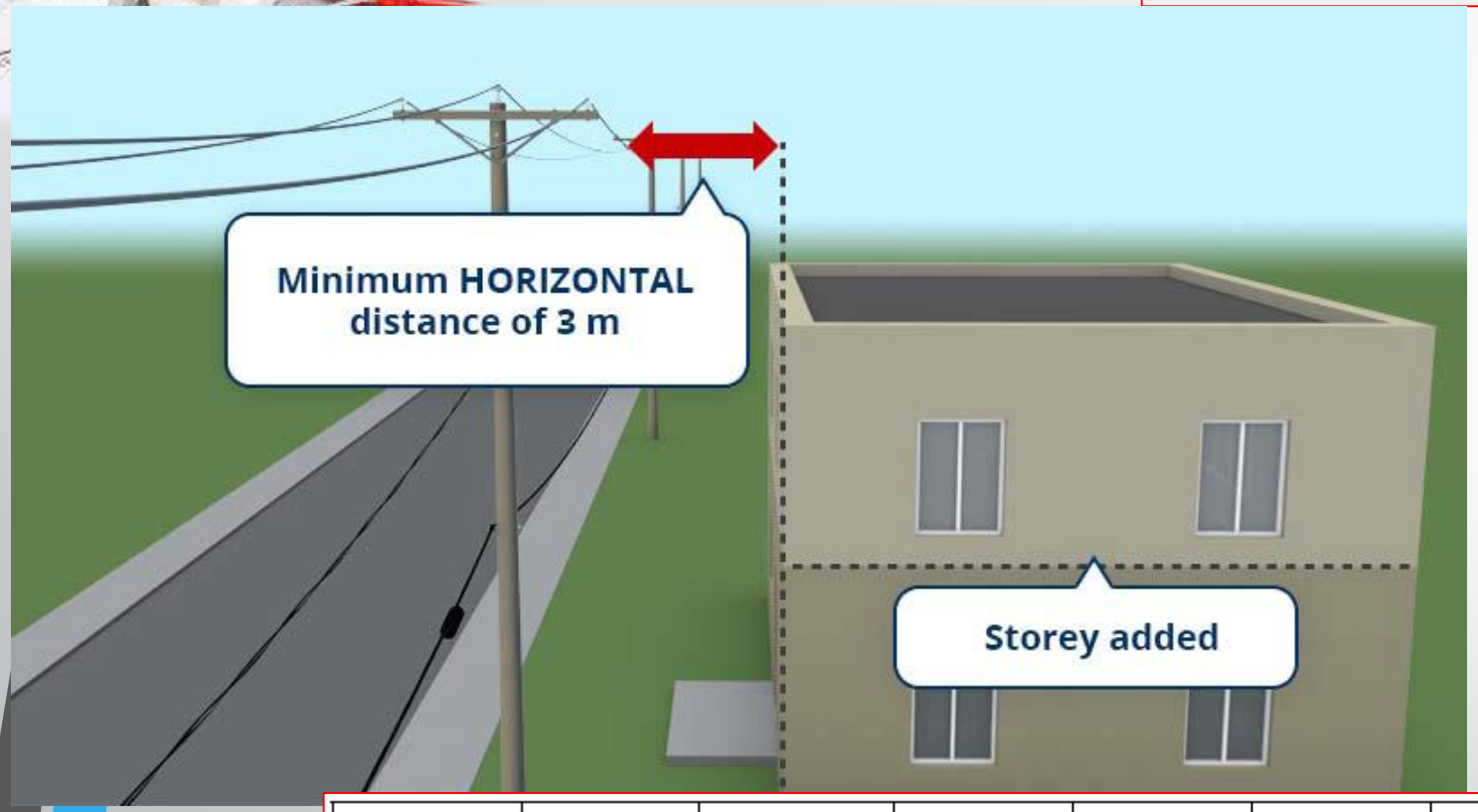
رعایت حریم شبکه های برق به منظور ایجاد فاصله ای ایمن برای جلوگیری از اثرات میدان الکترومغناطیسی خطوط انتقال و شبکه های توزیع برق، فاصله ایمن از نظر برق گرفتگی و احتراز از خطرات، خسارات، صدمات احتمالی شبکه های برق رسانی به افراد، ساختمان ها و غیره و همچنین ایجاد امکان دسترسی مداوم در بهره برداری و تعمیرات این شبکه ها الزامی می باشد.

- حریم شبکه های برق
  - حریم زمینی
  - حریم هوایی

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

پ ۷-۲-۱ حریم شبکه های برق (حریم زمینی)

حریم زمینی شامل ۲ نوار در سطح زمین متصل به تصویر هادی های جانبی خط هوایی روی زمین که عرض هر یک از این ۲ نوار در جدول زیر آمده است.

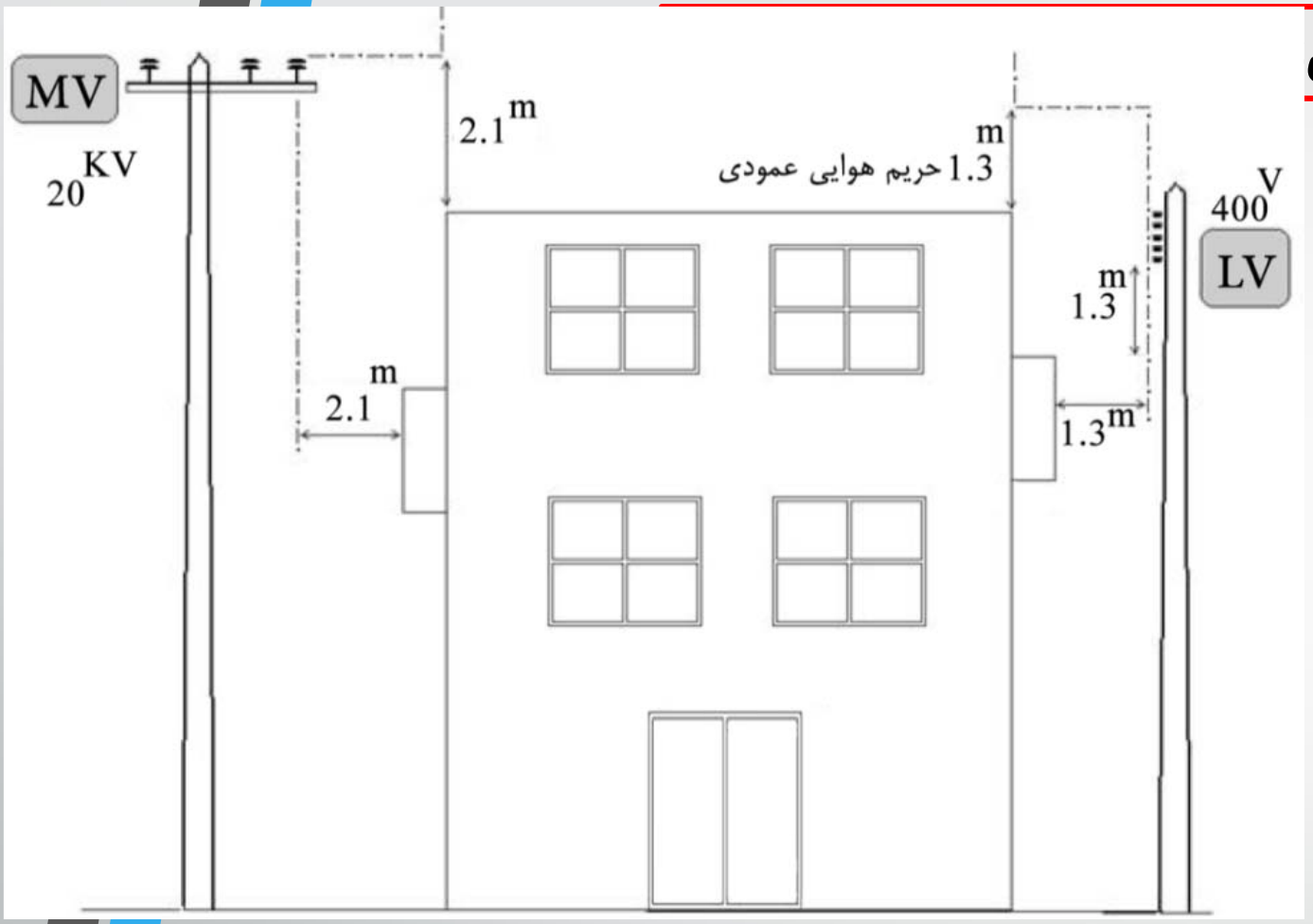


ردیف ولتاژ / ولتاژ حریم	کمتر از ۱۰۰۰ ولت	۱۰۰۰ ولت تا ۲۰ کیلوولت	۳۳ کیلوولت	۶۳ کیلوولت	۱۳۲ کیلوولت	۲۳۰ کیلوولت	۴۰۰ کیلوولت	۷۶۵ کیلوولت
حریم زمینی (a)	۱/۳ متر	۲/۱ متر	۳/۵ متر	۸ متر	۹ متر	۱۱/۹ متر	۱۴ متر	۲۵ متر

نکات مهم و کاربردی

پ ۷-۲-۲

حریم شبکه های برق (حریم هوایی)



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

حریم افقی: فاصله افقی در هوا از طرفین هادی

حریم عمودی: فاصله عمودی در هوا از طرفین هادی

ردیف ولتاژ / حریم	کمتر از ۱۰۰۰ ولت	۱۰۰۰ ولت تا ۲۰ کیلوولت	۳۳ کیلوولت	۶۳ کیلوولت	۱۳۲ کیلوولت	۲۳۰ کیلوولت	۴۰۰ کیلوولت	۷۶۵ کیلوولت
حریم افقی (c)	-	-	-	۳ متر	۴/۵ متر	۶/۵ متر	۹ متر	۲۰ متر
حریم عمودی (b)	-	-	-	۶ متر	۷ متر	۸ متر	۱۰ متر	۱۵ متر

الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

پ ۷-۲-۲ حریم شبکه های برق

استفاده و جایگزینی حریم هوایی به جای حریم زمینی در موارد خاص که اعمال حریم زمینی غیر ممکن یا دشوار باشد مانند وجود 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 می باشد. در این حالت رعایت ۳۰٪ از حریم زمینی هم الزامی است.

پ ۷-۲-۴ حریم کابل های برق مستغرق در آب و یا مدفون در زمین که امکان تداخل و تلافی با ساختمان داشته باشد باید طبق دستورالعمل های شرکت برق در نظر گرفته شود.

پ ۷-۲-۵ هرگونه احداث بنا و ایجاد تأسیسات صنعتی، مسکونی، مخازن، تأسیسات دامداری و یا باغ و یا درختکاری در مسیر و حریم زمینی و هوایی خطوط توزیع و انتقال نیروی برق **ممنوع** است.

پ ۷-۲-۶ 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 شرکت های برق منطقه ای بلامانع می باشد.

پ ۷-۲-۸ فاصله خطوط هوایی و کابل های زمینی در شبکه های توزیع برق شهری و همچنین خطوط تلفن و مخابرات، لوله های آب، گاز و سوخت رسانی، راه آهن و غیره تابع ضوابط و دستورالعمل های شرکت های مربوطه می باشد.

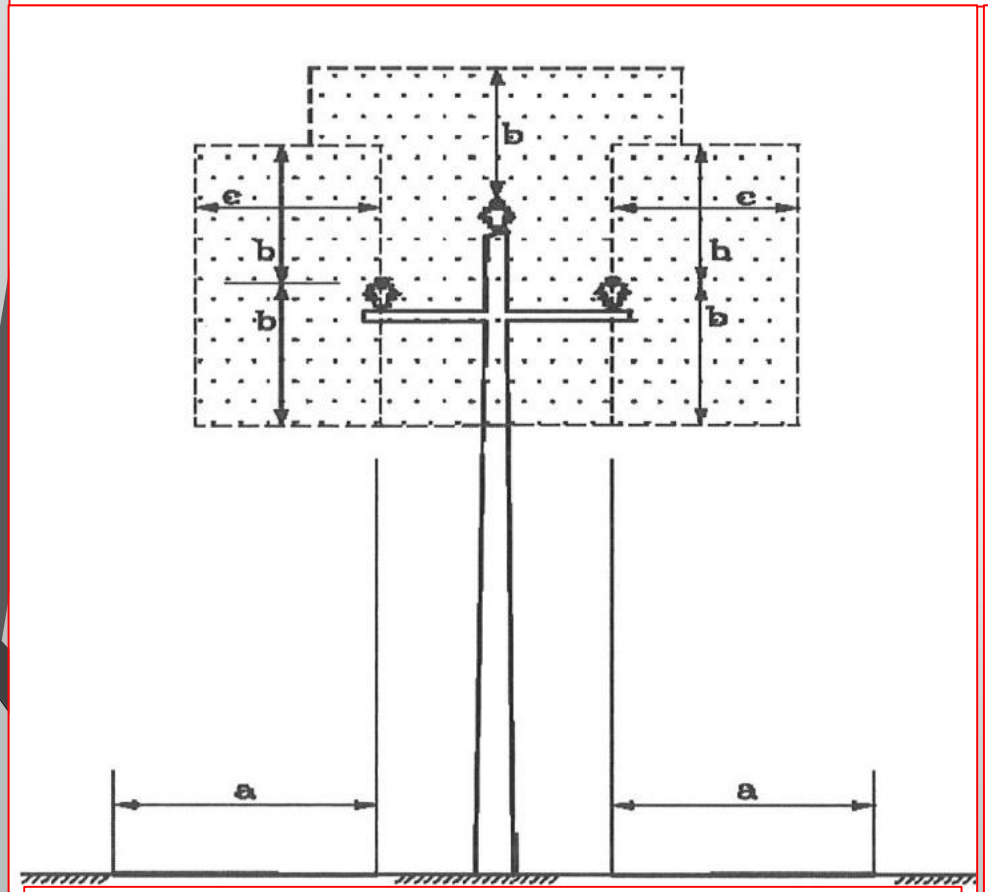
الکترود زمین، ارت، همبندی، صاعقه، حریم

نکات مهم و کاربردی

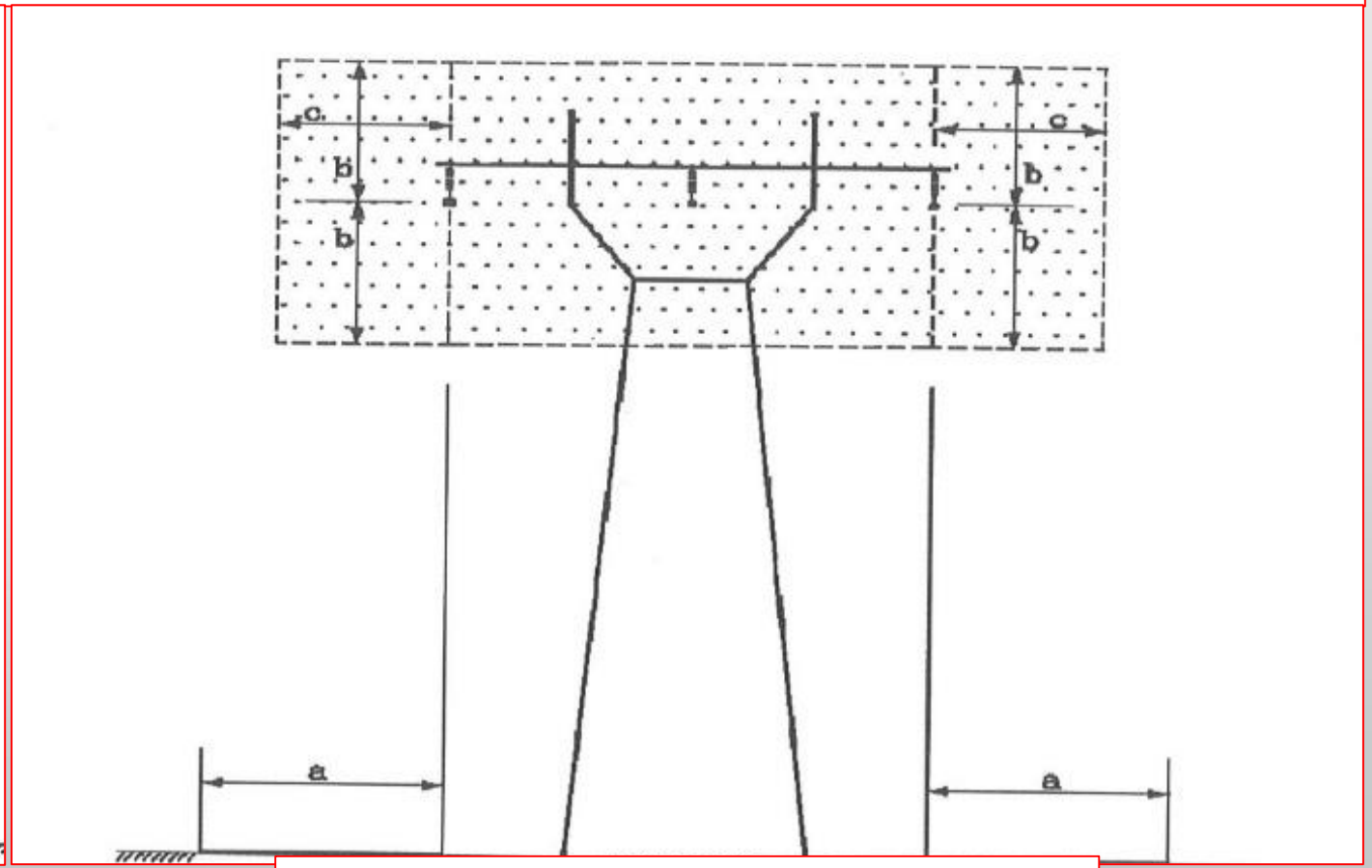
پ ۷-۲-۱۰

حریم شبکه های برق

حداقل فاصله تیر و یا دکل خط هوایی برای برق فشار ضعیف از خطوط شبکه گاز طبیعی در مسیرهای موازی و یا متقاطع برابر ۱ متر و برای برق فشار متوسط با ولتاژ ۲۰ کیلوولت برابر ۲ متر می باشد.



شکل خط هوایی فشار متوسط (۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت)



شکل خط هوایی فشار قوی (۶۳ کیلوولت و بالاتر)

برآورد توان کل نصب شده

نکات مهم و کاربردی

۲-۴-۱۳

لازم است مبانی زیر جهت برآورد توان بر اساس نیازهای تأسیسات برقی مدنظر قرار گیرد:

الف) برآورد برق مدار چراغ های نصب ثابت رشته ای (التهابی) برابر توان اسمی لامپ آن ها خواهد بود. در مراحل برآورد اولیه، این مقدار برابر توان بزرگترین لامپی است که بتوان در سرپیچ آن نصب کرد.

ب) برآورد برق مدار چراغ های نصب ثابت و از نوع تخلیه ای در گاز (از قبیل لامپ های فلورسنت معمولی، بخارسدیم، بخارجیوه، متال هالید و غیره) در صورتیکه در این چراغ ها از چوک و یا بالاست القایی استفاده شده باشد، برابر توان اسمی مصرفی لامپ های آن به اضافه مصرف چوک (بالاست القایی) می باشد. میزان برآورد برق این چراغ ها به ولت آمپر ۲ برابر درخواست برحسب وات است (مصرف لامپ به اضافه مصرف چوک و یا بالاست القایی).

پ) میزان درخواست نیروی برق چراغ های نصب ثابت از نوع تخلیه در گاز (بند ب فوق الذکر) با بالاست الکترونیکی برابر توان اسمی مصرفی لامپ به اضافه مصرف بالاست آن می باشد.

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

ت) برآورد برق مدار پریزها، در مواردی که نوع لوازم و دستگاه هایی که از آنها تغذیه خواهند شد، معلوم نباشند، از راه تخمین بار مجاز آن مدار انجام می گیرد.

ث) برآورد برق مدار لوازم و دستگاه های نصب ثابت برابر توان اسمی آن ها، با اعمال ضرایب توان آن ها خواهد بود.

ج) برآورد برق مدار بارهای القایی از قبیل موتور با توجه به ضریب توان آن ها تعیین می شود.

غیر هم زمانی مصارف و تخمین ضریب ه مزمانی

نکات مهم و کاربردی

۳-۴-۱۳

به دلیل وجود غیر هم زمانی در کارکرد تجهیزات و لوازم الکتریکی، باید برای هر گروه از بارهای مختلف، (روشنایی، پریزهای برق، دستگاه ها و تجهیزات سیستم های تأسیسات برقی و مکانیکی) از ضریب هم زمانی استفاده شود تا با اعمال آن ها در بارهای مربوط، حداکثر درخواست نیروی برق (دیماند) بدست آید.

ضریب هم زمانی هر تأسیسات برقی، عددی است مختص همان تأسیسات، به این دلیل در شرایط عادی پی شبینی دقیق آن امکان پذیر نخواهد بود و فقط با توجه به تجربیات گذشته و یا آمار موجود و یا استفاده از منابع فنی یا دستورالعمل های معتبر دیگر می توان ضریب هم زمانی را از پیش به عنوان راهنما و بصورت تقریبی تخمین زد.

نکات مهم و کاربردی

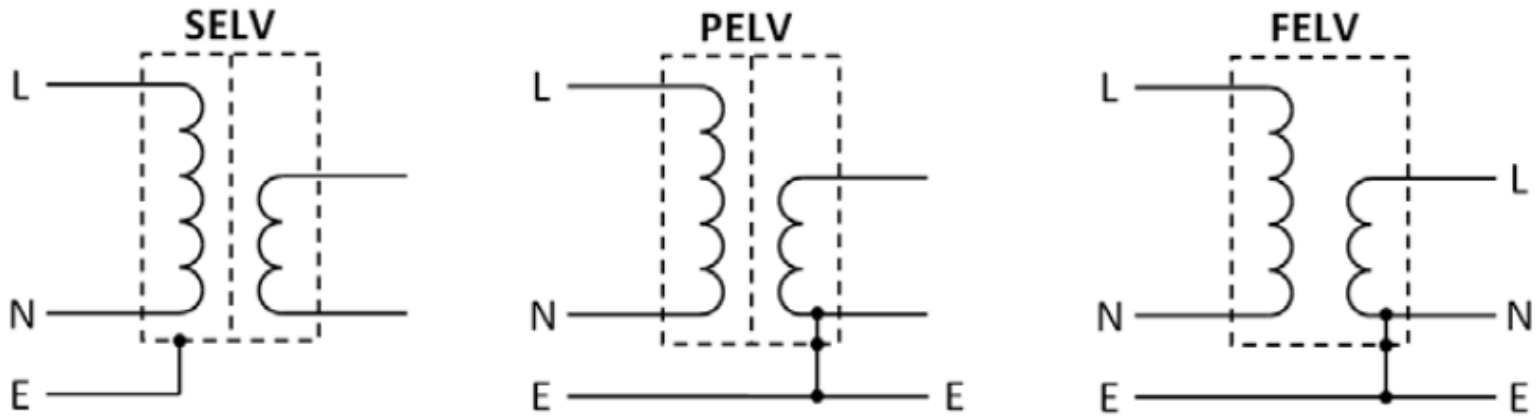
نکات تکمیلی

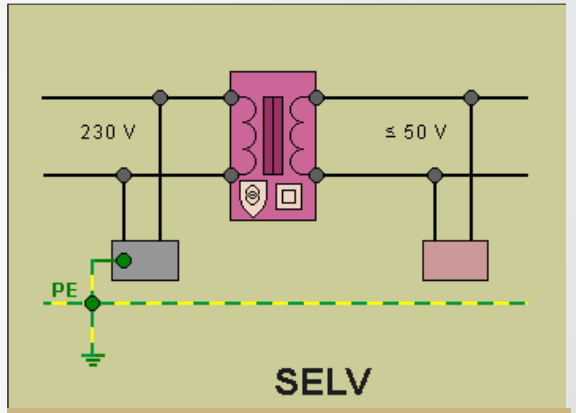
نام سیستم	منابع و مدارها	رابطه مدارهای سیستم و بدنه هادی با زمین
SELV	ترانسفورماتور مجزاکننده ایمن یا منبع ایمن معادل آن، مدارهای با جدایی حفاظتی	مدارها بدون اتصال به زمین می‌باشند، بدنه‌های هادی نباید دانسته به زمین اتصال داده شوند.
PELV	ترانسفورماتور مجزاکننده ایمن یا منبع ایمن معادل آن، مدارهای با 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 FELV به زمین مجاز می‌باشد.

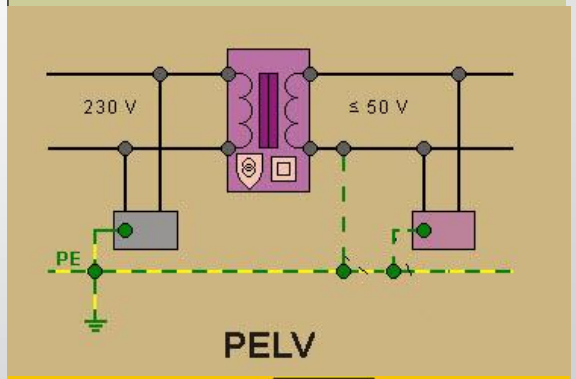
Safety Extra Low Voltage = SELV — ولتاژ خیلی پایین ایمنی

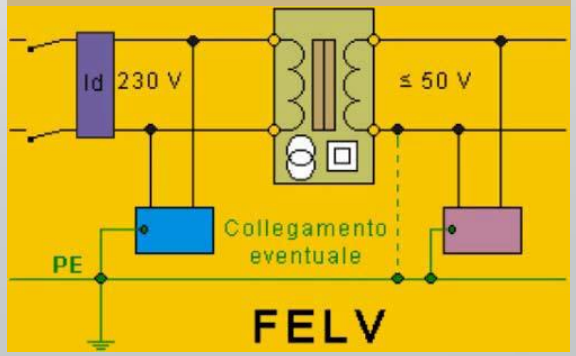
Protective Extra Low Voltage = PELV — ولتاژ خیلی پایین حفاظتی

Functional Extra Low Voltage = FELV — ولتاژ خیلی پایین عملیاتی









مراجع:

۱- مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان، ویرایش سوم (۱۳۹۵)

۲- نکات کاربردی و طبقه بندی شدهٔ مبحث ۱۳، دکتر ایمان سریری

پایان بخش سوم