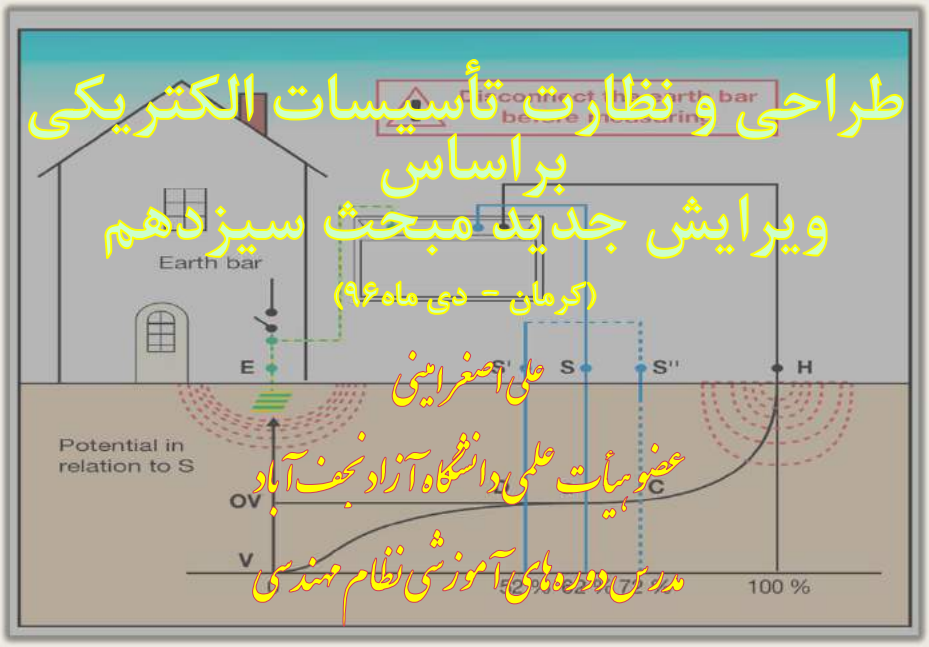


طراحی و نظارت تأسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم

(کرمان – دی ماه ۹۶)

علی اصغر امینی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد نجف آباد

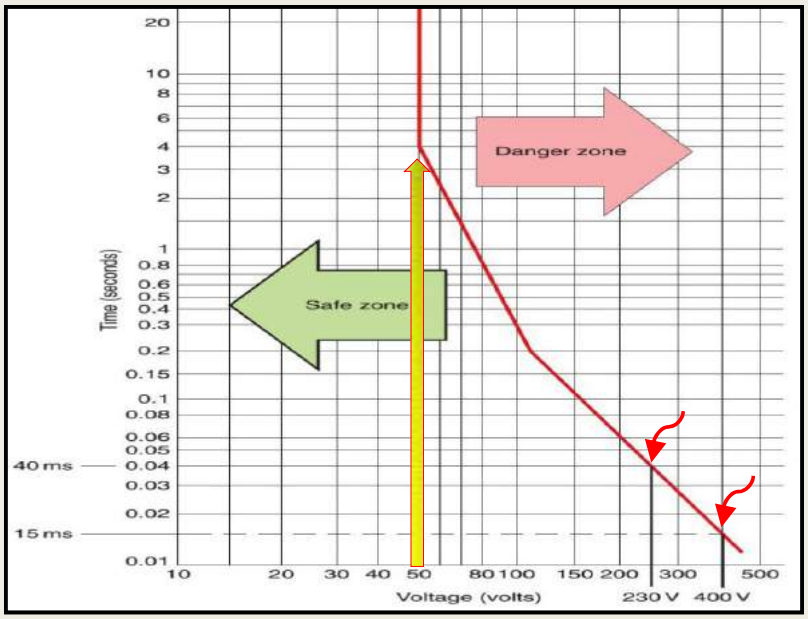
مدرس دوره های آموزشی نظام مهندسی

هدف از تدوین مقررات مبحث سیزدهم

- تامین ایمنی افراد در مقابل برق گرفتگی تا حد ممکن
- سلامت ساختمان و تاسیسات از آتش‌سوزی و تنش‌های مکانیکی
- ایجاد شرایطی که در آن تجهیزات ودستگاه‌های برقی به نحو صحیح و رضایت بخش کارکند

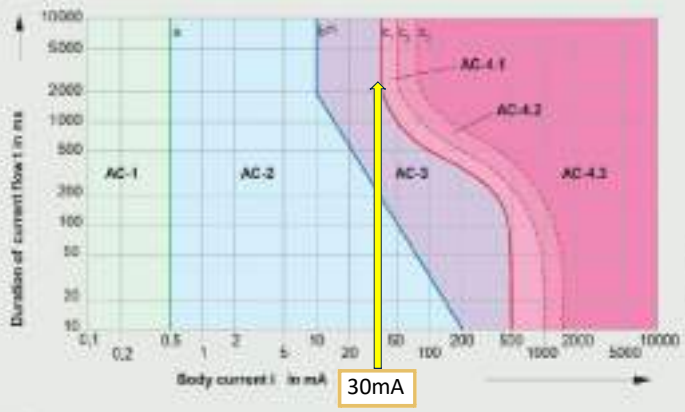
اصول اساسی در تاسیسات برق

ولتاژهای خطرناک



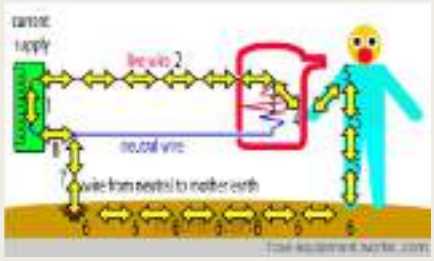
جریان‌های خطرناک

Time/current curves showing the effects of 15 to 100 Hz alternating current on humans



انواع برق گرفتگی (صفحه۱۳)

۱- برق‌گرفتگی مستقیم
ناشی از تماس مستقیم
(تماس با قسمت‌های برق‌دار)



۲- برق‌گرفتگی غیرمستقیم
ناشی از تماس غیرمستقیم
(تماس با بدنه دستگاه معیوب)

۱– حفاظت در برابر تماس مستقیم

۱) استفاده از عایق‌بندی (مانند روکش سیم و کابل- دست‌کش عایق و ...)
۲) استفاده از محفظه‌ها (مانند تابلوها، جعبه‌ها و...) یا ایجاد مانع (مانند حصارکشی)
۳) استقرار خارج از دسترس (رعایت حریم شبکه برق و ...)
[پیوست ۷ م۱۳ صفحه۲۰۹]
۴) محدودکردن جریان برق‌گرفتگی به کمتر از حد خطرناک (30mA) (توسط کلید RCD)
۵) استفاده از تجهیزات کلاس ۳ با ولتاژ ایمنی خیلی پایین (ELV) (کاربرد در استخر و سونا و حمام)
[فصل اول م۱۳ ص ۱۴ تا ۱۹]

۲– حفاظت در برابر تماس غیرمستقیم

۱) قطع خودکار مدار به محض وقوع اتصال بدنه در زمان مجاز (توسط فیوز، مینیاتوری یا کلید خودکار) [پیوست۱ صفحه۱۳۹]

۲) محدودکردن جریان برق‌گرفتگی به کمتر از حد خطرناک (توسط کلید RCD)

۳) حفاظت بدون قطع خودکار مدار

الف– حفاظت با استفاده از همبندی (مطمئن‌ترین روش)

ب– حفاظت با تجهیزات کلاس ۲ (عایق بندی مضاعف)

ج– حفاظت باتجهیزات کلاس۳ (ولتاژ ایمنی خیلی پایین(ELV))

د– حفاظت با استفاده از محیط عایق (عایق بندی کل فضا با کفپوش)

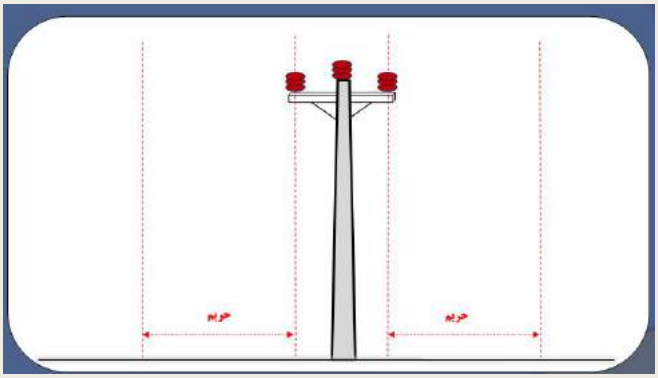
هـ– حفاظت با استفاده از جدایی الکتریکی (ترانس ایزوله=IT)

حریم شبکه‌های برق

(پیوست ۷ ص ۲۰۹)

حفاظت در برابر تماس مستقیم

استقرار خارج از دسترس (رعایت حریم شبکه برق و ...)

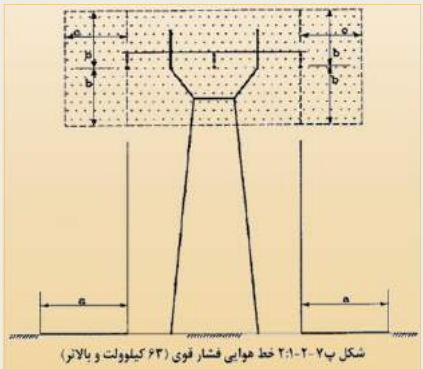


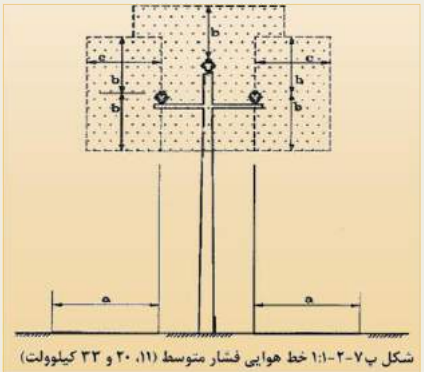
حریم زمینی: دو نوار موازی خط انتقال در طرفین مسیر خط و متصل به تصویر فاز کناری روی زمین است که عرض هریک از این دو نوار در سطح افقی در این تصویب نامه تعیین شده است.

طراحی و نظارت تأسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم – علی اصغر امینی

حفاظت در برابر تماس مستقیم

استقرار خارج از دسترس (رعایت حریم شبکه برق و ...)


شکل پ۷-۲-۱:۲ خط هوایی فشار قوی (۶۳ کیلوولت و بالاتر)


شکل پ۷-۲-۱:۱ خط هوایی فشار متوسط (۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت)

حریم هوایی افقی (c) فاصله افقی در هوا از طرفین هادی

حریم هوایی عمودی (b) فاصله عمودی در هوا از طرفین هادی

حفاظت در برابر تماس مستقیم

استقرار خارج از دسترس (رعایت حریم شبکه برق و ...)

ولتاژ	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	۱۱/۹متر	۱۴ متر	۲۵ متر

ولتاژ	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	۴/۵متر	۶/۵متر	۹ متر	۲۰ متر
حریم عمودی (b)	–	–	–	۶ متر	۷ متر	۸ متر	۱۰ متر	۱۵ متر

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 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 با اجازه کتبی شرکت‌های برق منطقه‌ای بلامانع می‌باشد.

حفاظت با ولتاژ بسیار کم

(SELV-PELV-FELV)

(صفحه ۱۴)

حفاظت با ولتاژ بسیار کم

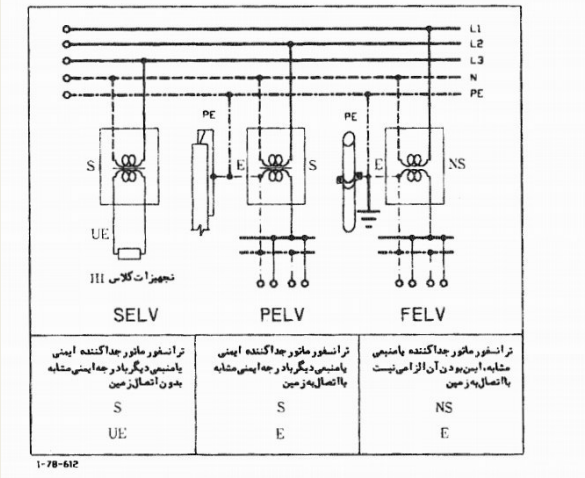
۱۳-۳-۱-۴ حفاظت در برابر هر دو نوع تماس مستقیم و غیرمستقیم

- 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

جدول ۱۳-۳-۱-۴ سیستم‌های ولتاژهای خیلی پایین (SELV، PELV، FELV)

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	مدارهای 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 مدارFELV به زمین مجاز می‌باشد.

حفاظت با ولتاژ بسیار کم



شکل ۶۳۱-۱ نحوه استفاده از سیستمهای SELV، PELV و FELV به صورت طرحواره

حفاظت با ولتاژ بسیار کم

منابع تغذیه سیستم SELV یا PELV

- گروه اول که تغذیه آن با ولتاژ بالاتر از ولتاژ خروجی است:

الف) ترانسفورماتور ایمنی

ب) موتور–ژنراتور

پ) منابع تغذیه الکترونیکی

- گروه دوم که ولتاژ خروجی آن مستقل از هرگونه منبع تغذیه با ولتاژ بالاتر است:

الف) منابع جریان مانند باتری و یا سلول‌های خورشیدی

ب) دیزل ژنراتور

منبع تغذیه SELV

حفاظت با ولتاژ بسیار کم

الزامات مدارهای PELV و SELV

- قسمت‌های برق‌دار مدارهای PELV و SELV باید از نظر الکتریکی از سایر مدارها و از یکدیگر، مجزا باشند.
- هادی‌های مدارهای PELV و SELV باید از سایر مدارها جدا باشند.

اگر انجام این کار به هنگام اجرا، ممکن نباشد، باید یکی از موارد زیر مراعات شود:

الف) مدارهای PELV و SELV علاوه بر عایق‌بندی اصلی از داخل یک غلاف غیرفلزی عبور کنند.

ب) هادی‌های PELV و SELV نسبت به بالاترین ولتاژ موجود در مسیر، عایق‌بندی شده باشند.

حفاظت با ولتاژ بسیار کم

سیستم FELV

این سیستم با استفاده از ولتاژ شبکه تأسیسات برقی ساختمان، برای تأمین ولتاژ خیلی پایین عملیاتی مورد نیاز در شبکه‌های ارتباطات و مخابرات، سیستم‌های کنترل، سیستم‌های ابزار دقیق و غیره در صورتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که رعایت همه مقررات مربوط به SELV و PELV لازم نبوده و یا رعایت نشده باشد. در این سیستم علاوه بر الزامی نبودن شرط ایمن بودن منبع تغذیه، می‌توان از مدارهای اتصال زمین نیز استفاده نمود. در این منابع وصل بدنه‌های هادی به هادی حفاظتی مدار اولیه الزامی بوده و نیز وصل هادی حفاظتی مدارهای FELV به زمین عملیاتی، مجاز می‌باشد.

(رعایت تمامی قوانین حفاظت ولتاژ فشارضعیف، الزامی است.)

درجه حفاظت تجهیزات
(IP)
Ingress Protection
پیوست ۶ م۱۳ ص ۲۰۳

درجه حفاظت تجهیزات (IP)

- عددIP دارای دو درجه حفاظت می‌باشد و عموما با یک عدد دو رقمی همراه است.
- رقم مشخصهٔ اول: درجه حفاظت اشخاص در برابر تماس با قسمت‌های برق‌دار و یا نفوذ اجسام و اشیاء خارجی به محفظه برق‌دار
- رقم مشخصهٔ دوم: درجه حفاظت در برابر نفوذ آب و رطوبت

درجه حفاظت تجهیزات (IP)

رقم مشخصه اول	میزان حفاظت در برابر نفوذ اجسام خارجی	
	شرح مختصر	جزئیات نوع حفاظت ایجاد شده به‌وسیله پوشش دستگاه
۰	حفاظت نشده	حفاظت ویژه‌ای ندارد
۱	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگ‌تر از ۵۰ میلی‌متر	دارای حفاظت برای اعضای بزرگ بدن انسان مانند دست (ولی فاقد حفاظت در برابر دسترسی عمدی). دارای حفاظت برای اجسام بیش از ۵۰ میلی‌متر قطر
۲	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگ‌تر از ۱۲ میلی‌متر	دارای حفاظت برای انگشتان یا اجسامی که طول آن از ۸۰ میلی‌متر متجاوز نباشد. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از ۱۲ میلی‌متر
۳	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگ‌تر از ۲/۵ میلی‌متر	دارای حفاظت برای ابزارها، سیم‌ها و غیره با قطر یا با ضخامت بیش از ۵/۲ میلی‌متر، دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از ۲/۵ میلی‌متر
۴	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگ‌تر از ۱/۵میلی‌متر	دارای حفاظت برای سیم‌ها یا تسمه‌ها با ضخامت بیش از یک میلی‌متر. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از ۱/۵ میلی‌متر
۵	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.
۶	غیرقابل نفوذ در برابر گرد و غبار	هیچ‌گونه گرد و غباری نفوذ نمی‌کند.

درجه حفاظت تجهیزات (IP)

رقم مشخصه دوم	میزان حفاظت در برابر رطوبت یا آب	
	شرح مختصر	جزئیات نوع حفاظت ایجاد شده به‌وسیله پوشش دستگاه
۰	حفاظت نشده	حفاظت ویژه‌ای ندارد.
۱	حفاظت شده در برابر چکیدن آب	چکیدن آب (ریزش عمودی قطرات) اثر زیان‌آوری ندارد.
۲	حفاظت شده در برابر چکیدن آب با زاویه انحراف تا ۱۵ درجه	قطرات عمودی آب بر پوشش با زاویه انحراف تا ۱۵ درجه اثر زیان‌آور نخواهد داشت.
۳	حفاظت شده در برابر پاشیدگی آب	بارش آب به‌صورت پاشیدگی تا زاویه ۶۰ درجه از وضع قائم اثر زیان‌آور ندارد.
۴	حفاظت شده در برابر ترشح آب	آب ترشح شده از هر سو به پوشش دستگاه اثر زیان‌آور نخواهد داشت.
۵	حفاظت شده در برابر فوران آب	آب پرتاب شده توسط آب‌پخش‌کن از هر سو به پوشش دستگاه اثر زیان‌آور ندارد.
۶	حفاظت شده در برابر امواج دریا	آب حاصله از امواج دریای طوفانی یا فوران شدید آب نباید به مقدار زیان‌آور داخل محفظه شود.
۷	حفاظت شده در برابر اثرات غوطه‌ور شدن در آب	هنگامی که پوشش دستگاه در شرایط معینی از فشار و زمان در آب غوطه‌ور می‌شود نباید نفوذ آب به مقدار زیان‌آوری در آن امکان‌پذیر باشد.
۸	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.

درجه حفاظت تجهیزات (IP)

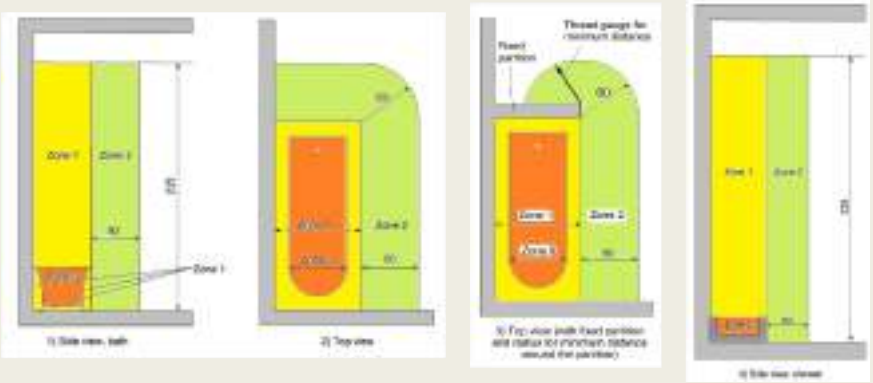
- به عنوان مثال IP45 یعنی حفاظت در برابر اجسام به قطر ۱/۵ میلی‌متر و حفاظت در برابر نفوذ آب تحت فشار
- بیشترین حفاظت نفوذ: IP68
- در مبحث بیشتر محدودیت روی نفوذ آب یعنی عدد دوم می‌باشد. مثلاً IPx4
- در این حالت عدد اول بر به استانداردهای ساخت تجهیزات ارجاع داده شده است.

الزامات حفاظتی در محیطهای خاص (حمام، استخر، سونا)

(مبحث۱۳ صفحه ۱۲۳ تا ۱۳۸)

طراحی و نظارت تاسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم – علی اصغر امینی

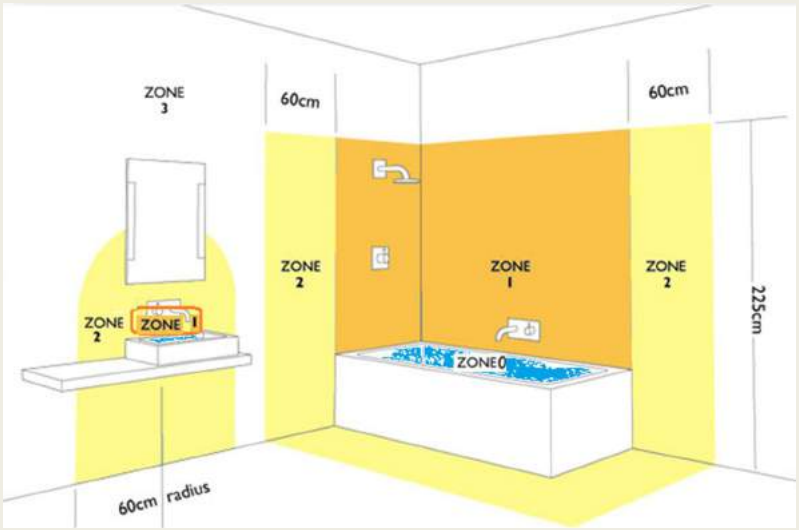
تعریف زون‌ها در حمام دارای وان



27

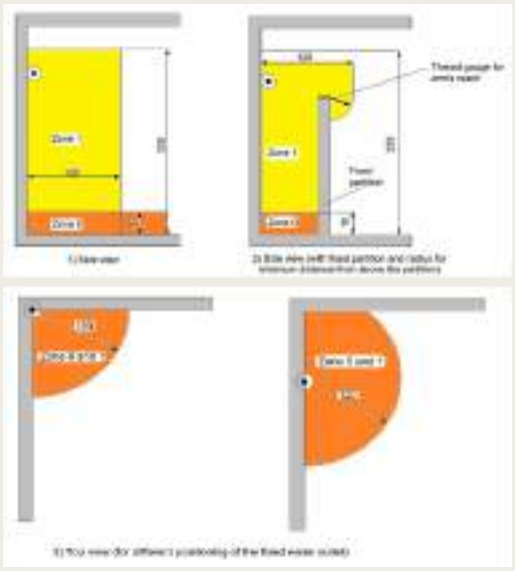
طراحی و نظارت تاسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم – علی اصغر امینی

تعریف زون‌ها در حمام دارای وان



28

تعریف زون‌ها در حمام بدون زیردوشی یا وان



تعاریف زون در حمام و دوش

Zone0

- در صورت وجود وان یا زیردوشی، داخل آنها و در غیر اینصورت تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری از کف حمام

Zone1

- در صورت وجود وان یا زیردوشی بالای آنها و در غیر اینصورت از کف تمام شده تا ارتفاع ۲۲۵ سانتی‌متری یا ارتفاع دوش (هر کدام بیشتربود)
- فضای زیر وان
- برای حمام بدون زیردوشی در سطح افقی شعاع ۱۲۰ سانتی‌متری از محل خروج آب

Zone2

- در صورت وجود وان یا زیردوشی ۶۰ سانتی‌متر پس از زون یک از هر طرف و با همان ارتفاع
- برای حمام بدون زیردوشی، زون ۲ وجود ندارد.

الزامات تجهیزات در حمام و دوش

الزامات برق در حمام	زون صفر	زون یک	زون دو
نصب پریز	غیرمجاز	SELV(25AC-60DC) PELV(25AC-60DC)	230VAC
نصب تجهیزات برقی	SELV(12AC-30DC) + مجوز سازنده هرنوع کلید-بالاست-چوک ممنوع	SELV(25AC-60DC) PELV(25AC-60DC) 230VAC+RCD30mA + مجوز سازنده	230VAC منابع تغذیه SELV(P)
درجه حفاظت (IP)	IPx7	IPx4	IPx4

- درصورت استفاده از آب تحت فشار برای شستشوی حمام، IPx4 به حداقل IPx5 ارتقا پیدا می‌کند.
- در خارج از زون ۲ الزامات عمومی مربوط به محیطهای نمناک رعایت شود. (حداقل IPx4)
- درصورت استفاده از دوشهای غیرثابت، زون یک تا شعاع 120cm از دسته دوش تعمیم می یابد و کف حمام تا ارتفاع 10cm زون صفر به حساب می آید. (تفسیر و برداشت از مبحث)

طراحی و نظارت تاسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم – علی اصغر امینی

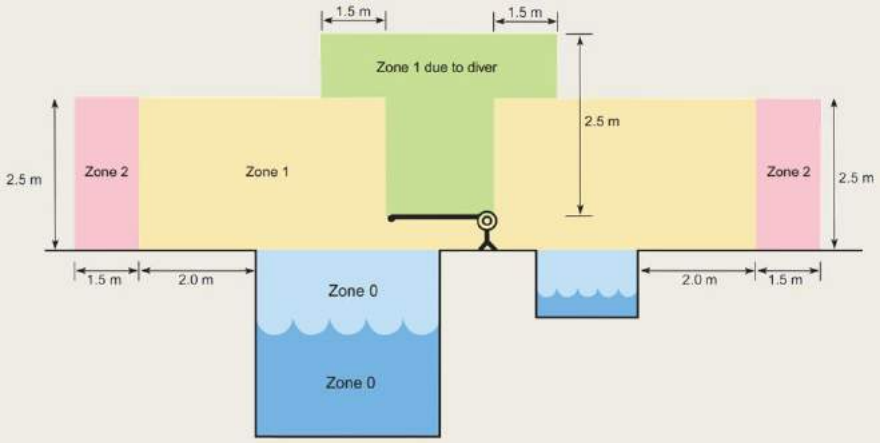
31

حمام های دارای دوش دستی

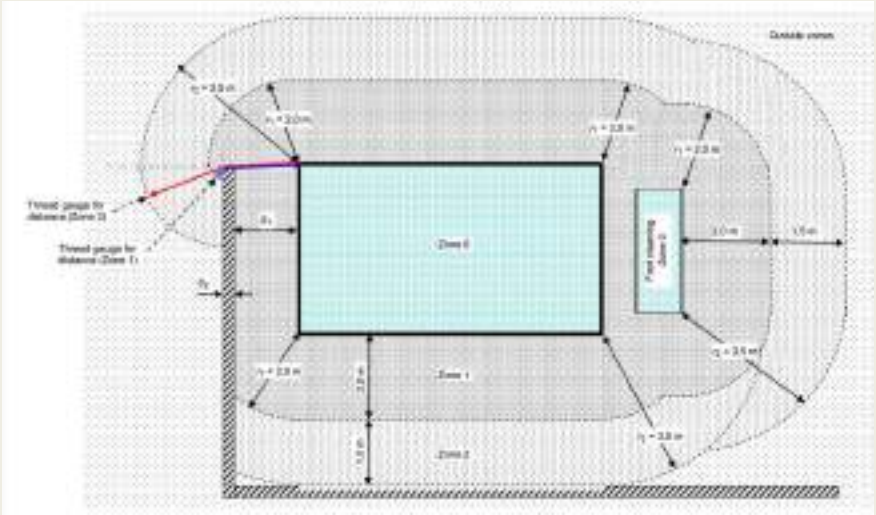
طراحی و نظارت تاسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم – علی اصغر امینی

32

تعاریف زون ها در استخر



تعاریف زون ها در استخر



الزامات زون‌ها در استخر

الزامات برق در استخر	زون صفر	زون یک	زون دو
نصب پریز	غیرمجاز	SELV(12AC-30DC)	230VAC+RCD30mA SELV(12AC-30DC)
نصب تجهیزات برقی	SELV(12AC-30DC) + مجوز سازنده	SELV(12AC-30DC)	230VAC+RCD30mA SELV(12AC-30DC) منابع تغذیه SELV
(IP) روباز یا سرپوشیده با آب تحت فشار	IPx5/IPx8	IPx5	IPx5
(IP) روباز بدون آب تحت فشار	IPx8	IPx4	IPx4
(IP) سرپوشیده بدون آب تحت فشار	IPx8	IPx4	IPx2

- فقط در استخرهایی که زون ۲ ندارند، در زون ۱ نصب چراغ روشنایی 230VAC با حفاظت RCD30mA بلامانع است، به شرطی که حداقل در ارتفاع ۲متری نصب شوند.
- استفاده از سیستم PELV به طورکلی در استخر جایز نیست.
- نصب پریز 230VAC در خارج از زون ۲ جایز است ولی IP مربوط به محیط مرطوب یعنی IPX5 باید رعایت شود.

الزامات سونای بخار

الزامات برق در سونا بخار	کل فضا
نصب پریز	غیرمجاز
فقط چراغ (نصب سایر تجهیزات برقی ممنوع است)	SELV(12AC-30DC) 230VAC+RCD30mA
درجه حفاظت (IP)	IPx7

- درصورت استفاده از مدارات SELV منبع تغذیه مدار SELV باید خارج از محیط سونا نصب شود.
- استفاده از سیستم PELV به طورکلی در سونای بخار جایز نیست.

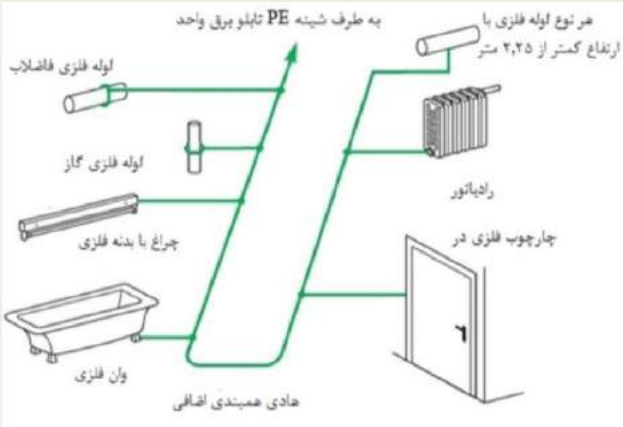
تعاریف زون ها در سونای خشک

الزامات سونای خشک

الزامات برق در سونا بخار	کل فضا
نصب پریز	غیرمجاز
چراغ (و سایر تجهیزات برقی)	SELV(25AC-60DC) PELV(25AC-60DC) 230VAC+RCD30mA
درجه حفاظت (IP)	IPx4

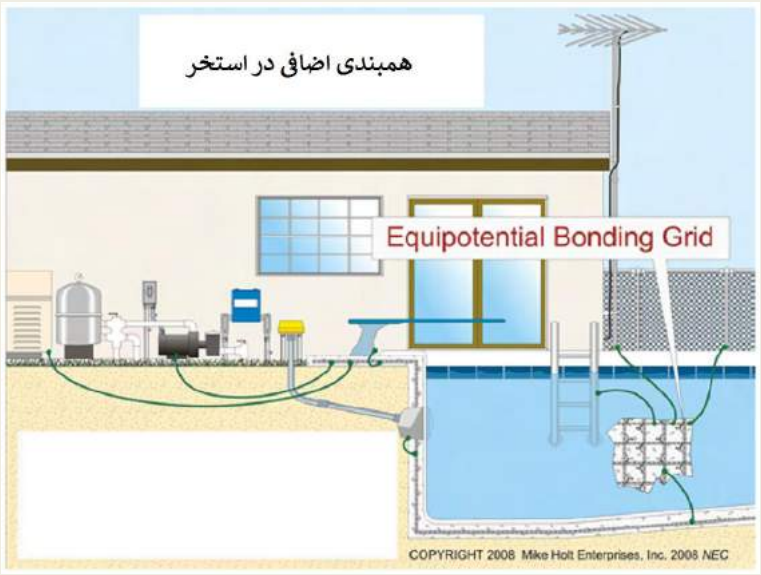
- درصورت استفاده از مدارات S(P)ELV منبع تغذیه مدار S(P)ELV باید خارج از محیط سونا باشد.
- حفاظت الکتریکی گرم کن برقی توسط کارخانه سازنده مشخص می گردد.

همبندی اضافی در حمام



همبندی اضافی در حمام، استخر و سونا **الزامی** است.
لوله‌کشی برق در این فضاها بایستی حداقل در عمق **۵ سانتی‌متری** انجام شود.

همبندی اضافی در استخر



همبندی در استخر

قسمتهای زیر در همبندی استخر شرکت می کنند: (صفحه ۱۳۱)

- 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 غیرعایق‌بندی شده (عایق‌بندی آب)

الزامات
سیستم‌های برق‌رسانی

(پیوست ۱ م۱۳ ص ۱۳۹)

پیدایش سیستم‌های برق‌رسانی

تاریخچه اتصال به زمین

* از سال ۱۸۸۰ تا ۱۹۲۴ برق‌رسانی بدون زمین کردن شبکه و تجهیزات
* در سال ۱۹۲۴ انجمن مهندسان برق (IEE) اتصال بدنه تجهیزات به زمین را الزامی نمود.
* در سال ۱۹۲۷ فرانسه زمین کردن نول ترانسها را الزامی نمود.
* در سال ۱۹۳۵ استانداردهای جامع حفاظت اشخاص و تجهیزات تدوین و اجرایی شد.

انواع سیستم‌های اتصال به زمین

۱۳-۲-۳-۱ انواع سیستم اتصال زمین

اتصال زمین برای حفاظت جان انسان و حیوان، تأمین شرایط کارکرد صحیح تأسیسات برقی و حفاظت سیستم‌های آن و غیره به‌کار می‌رود و شامل انواع زیر است:

الف) سیستم اتصال زمین ایمنی یعنی اتصال مرکز ستاره ترانس (یا ژنراتور) به زمین با هدف ۱- تثبیت ولتاژ و معرفی ولتاژ مرجع ۲- جلوگیری از آسیب عایق‌بندی سیستم ۳- کاهش ولتاژ برق‌گرفتگی ناشی از عوامل مختلف

ب) سیستم اتصال زمین حفاظت سیستم یعنی اتصال بدنه هادی تجهیزات به زمین با هدف کاهش ولتاژ برق‌گرفتگی ناشی از تماس غیرمستقیم

پ) سیستم اتصال زمین عملیاتی یعنی اتصال بدنه تمام دستگاه‌های حساس و ویژه به زمین با هدف حذف نویز و تضمین عملکرد سالم دستگاه‌های فوق

ت) سیستم اتصال زمین صاعقه‌گیر یعنی اتصال سیستم برق‌گیر به زمین با هدف تخلیه جریان صاعقه در مدت زمان مناسب به زمین

مروری بر سیستم‌های برق‌رسانی

انواع سیستم‌های برق رسانی
- سیستم IT
- سیستم TT
- سیستم TN

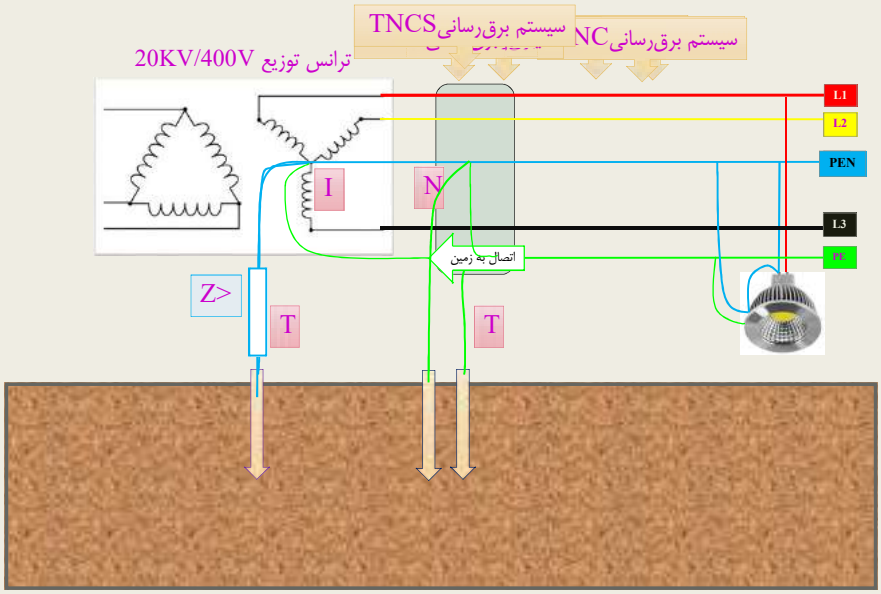
حرف اول = I : منبع به زمین وصل نیست. (مجزا= Isolated)

حرف اول = T: منبع به زمین وصل است. (زمین=Terra)

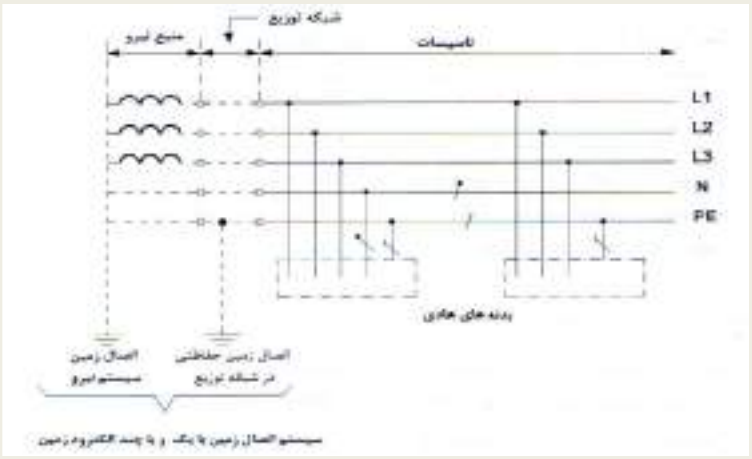
حرف دوم = T: بدنه دستگاه‌ها از طریق مستقل زمین شده‌اند. (زمین=Terra)

حرف دوم = N : بدنه دستگاه‌ها از طریق سیم نول زمین شده‌اند. (خنثی=Neutral)

انواع سیستم‌های برق‌رسانی

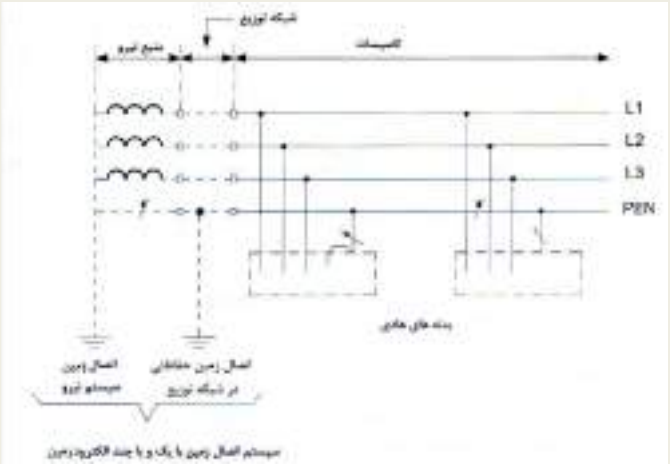


سیستم‌های برق‌رسانی



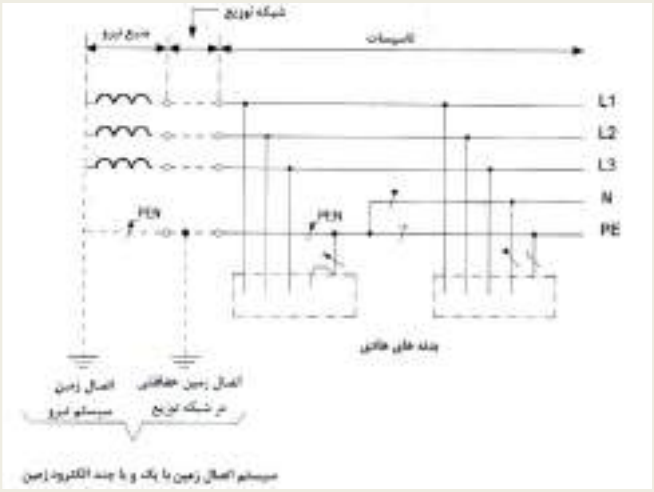
شکل پ ۱-۱:۱ سیستم TN- S در سیستم سه‌فاز پنج‌سیمه با هادی‌های مجزای حفاظتی و خنثی در سرتاسر سیستم

سیستم‌های برق‌رسانی



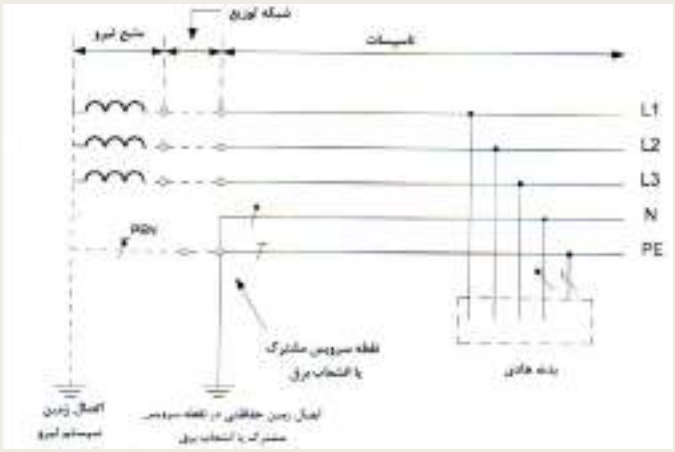
شکل پ ۱-۲:۱ سیستم TN-C در سیستم سه‌فاز چهار سیمه با هادی مشترک حفاظتی- خنثی در سرتاسر سیستم

سیستم‌های برق‌رسانی



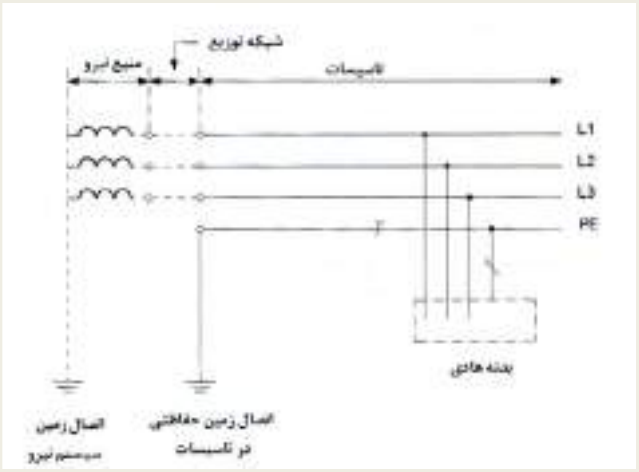
شکل پ ۱-۱:۳ سیستم TN-C-S در سیستم سه‌فاز چهار سیمه
که هادی مشترک حفاظتی- خنثی در بخشی از سیستم به هادی حفاظتی و هادی خنثی تفکیک شده است.

سیستم‌های برق‌رسانی



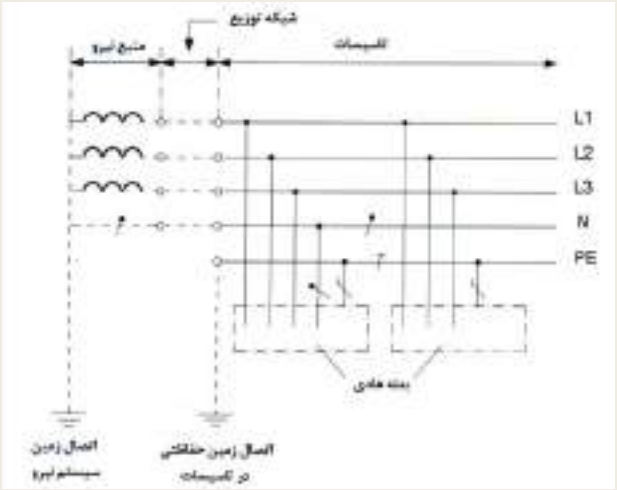
شکل پ ۱-۱:۴ سیستم TN-C-S در سیستم سه‌فاز چهار سیمه که هادی مشترک حفاظتی- خنثی،
در نقطه سرویس مشترک یا انشعاب به هادی حفاظتی و خنثی تفکیک شده است.

سیستم‌های برق‌رسانی



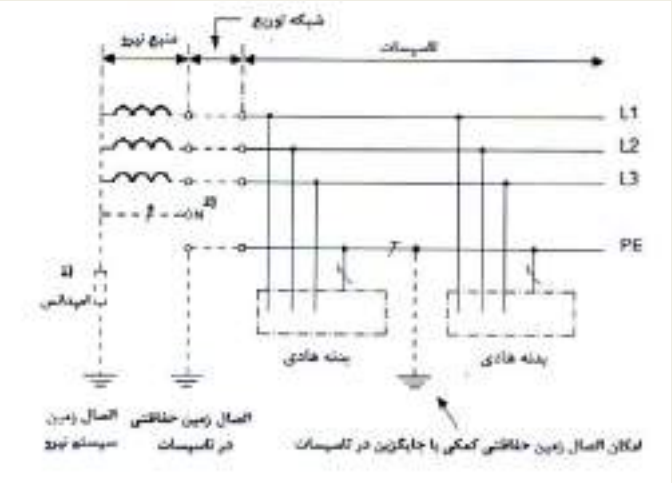
شکل پ ۱-۵:۱ سیستم TT در سیستم سه‌فاز با هادی حفاظتی و بدون هادی خنثی در سرتاسر سیستم

سیستم‌های برق‌رسانی



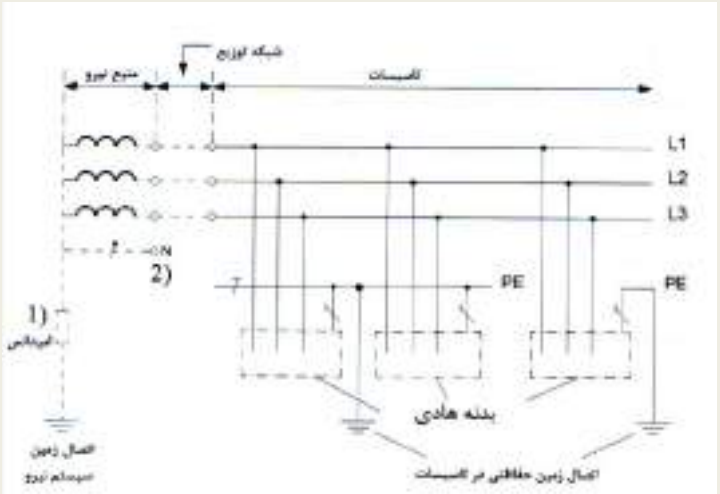
شکل پ ۱-۶:۱ سیستم TT در سیستم سه‌فاز با هادی حفاظتی و با توزیع هادی خنثی در سرتاسر سیستم

سیستم‌های برق‌رسانی



شکل پ ۱-۱:۷ سیستم IT که در آن کلیه بدنه‌های هادی به‌صورت گروهی از طریق یک هادی حفاظتی به اتصال زمین حفاظتی وصل گردیده است.

سیستم‌های برق‌رسانی

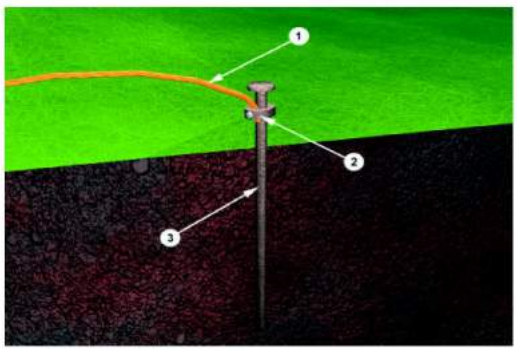


شکل پ ۱-۱:۸ سیستمIT که در آن بدنه‌های هادی به‌صورت گروهی یا منفرد به اتصال زمین حفاظتی وصل گردیده است.

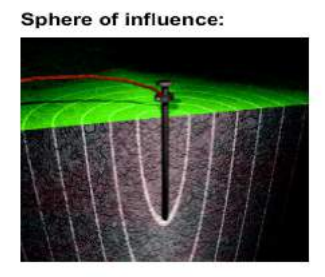
انواع الکترودهای زمین و عوامل مؤثر در انتخاب الکترودها

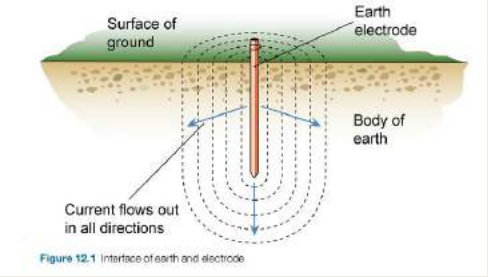
اجزای اتصال زمین

۱- هادی اتصال زمین
۲- قطعه (بست) یا جوش اتصال دهنده
۳- الکترود: قطعه‌ای فلزی که به منظور اتصال زمین در داخل زمین نصب می‌شود.



گرادیان ولتاژ در اطراف الکترود

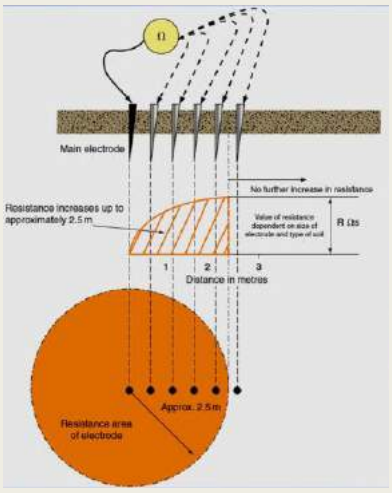


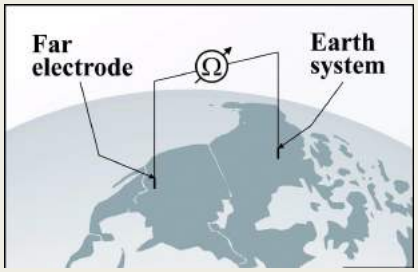


مقاومت اتصال زمین

یعنی مجموع مقاومت لایه‌های خاک

مقاومت اتصال زمین





مقاومت اتصال زمین

مقاومت بین الکترود نصب شده در زمین نسبت به یک نقطه دوردست

عوامل مؤثر در مقاومت اتصال زمین

جنس خاک	مقاومت ویژه $(\Omega.m)$
زمین گلی	20-100
خاک گیاهدار	10-150
ذغال سنگ مرطوب	5-100
خاک رس نرم	50
خاک آهک دار و خاک رس فشرده	100-200
ماسه رس دار	50-500
خاک دارای قطعات سنگ	1500-3000
سنگ آهک نرم	100-300
سنگ آهک فشرده	1000-5000
شیست	50-300
گرانیت و ماسه سنگ	1500-10000

۱- ابعاد الکترود
۲- جنس خاک
۳- رطوبت خاک

عوامل تعیین کننده مقاومت الکترود

پ ۱-۱۰-۱-۱ (ص۱۶۲)

مقاومت الکتریکی الکترود زمین به عوامل فراوان مخصوصا به **نوع ترکیبات خاک اطراف الکترود، رطوبت خاک و ابعاد الکترود** بستگی دارد.

برای حجم معینی از فلز الکترود، هرچه یکی از ابعاد الکترود بزرگتر از دو بُعد دیگر آن بوده و تماس الکترود در این بعد 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) و افقی (در محوطه) اجرا شده باشد نسبت به الکترود صفحه‌ای ارجحیت داشته و الکترود صفحه‌ای کم‌اثرترین نوع الکترودهاست.

الکترولیت‌های جایگزین خاکهای نامناسب

پ ۱-۱۰-۱-۳ (ص۱۶۳)

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. این مواد عبارتند از:

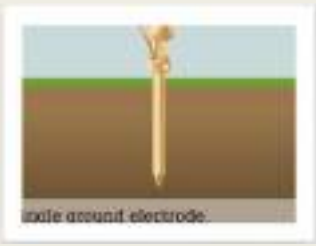
- **بِنتونیت و یا ترکیبات مشابه آن**
- **بتن**
- **بتن خاص (بتن هادی که در آن از گرانول‌های کربن یا خاک زغال استفاده می‌شود)**

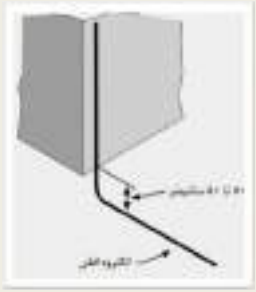
این نوع آماده‌سازی مخصوصاً در زمین‌های سنگی و زمین‌هایی که لایهٔ سنگی در نزدیکی سطح آن قرار دارد بسیار مؤثر می‌باشد.

مواد کاهنده مقاومت زمین

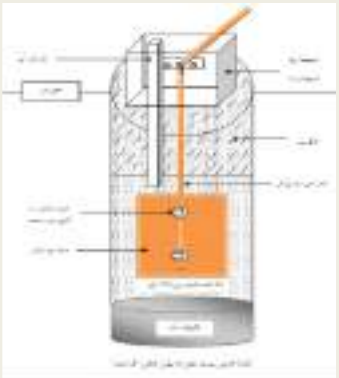
انواع الکترود

۱- الکترود صفحه‌ای
۲- الکترود قائم
۳- الکترود افقی





الکترود صفحه‌ای



پ ۱-۱۰-۲-۱ (ص۱۶۳)

در مناطق با خاک مرطوب و نمناک از الکترود صفحه‌ای کم‌عمق استفاده می‌شود. حداقل پوشش خاک از لبهٔ بالایی صفحه برابر ۱/۵ متر خواهد بود.

در غیر این صورت نصب الکترود صفحه‌ای در عمق زیاد (بیش از ۳ متر) با هدف رسیدن به لایه‌های نمناک زمین انجام می‌گیرد.

در هر دو حالت این صفحه به صورت عمودی در زمین قرار می‌گیرد.

الکترود صفحه‌ای

■ پ ۱-۱۰-۴ (صفحه ۱۶۸)

یکی از متداول‌ترین روش احداث الکترود زمین اساسی، حفر چاه اتصال زمین می‌باشد. عمق چاه زمین از منطقه‌ای شروع می‌شود که نم طبیعی به‌طور دائم وجود داشته باشد. در این روش برای انتخاب الکترود
مسی متصل به
صفحه به ترم

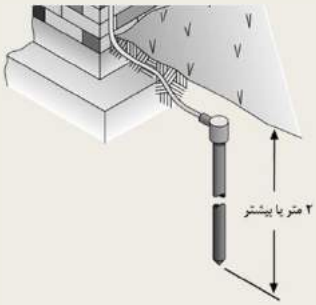
تبصره ۳: ته
شده و بعد از
سفت شدن م
شده حاصل از
حفاری، پر و

پ ۱-۱۰-
مسی اتصال
زمین به صف
ز نمود. این
اتصال به یک

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.

الکترود قائم



پ۱-۱۰-۲-۲ (ص۱۶۴)

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

- ✓ **الکترودهای میله‌ای**
- ✓ **الکترودهای لوله‌ای**
- ✓ **سیم لخت چند مفتولی**

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

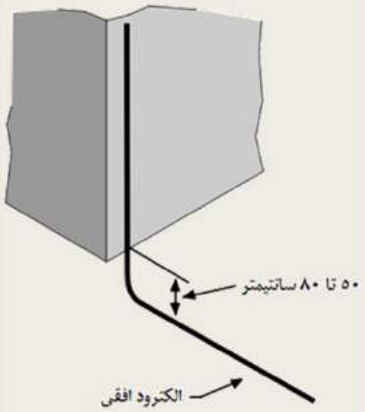
الکترودهای افقی

پ ۱-۱۰-۲-۳ (ص۱۶۴)

استفاده از این الکترود وقتی مطرح است که امکانات و محوطه با وسعت کافی جهت اجرای آن وجود داشته باشد. (و زمین سنگلاخی با مقاومت ویژه بالا– ص ۱۶۹)

الکترودهای افقی در شکل‌های مختلف در عمق ۵/۰ تا ۸/۰ متری از سطح زمین نصب می‌شوند و انواع این الکترودهای افقی عبارتند از:

- الف) تسمه
- ب) سیم لخت چندمفتولی
- پ) میلگردهای فولادی داخل بتن (بتن مسلح)
- ت) هرنوع فلز دفن شده در زمین و در تماس با آن، مانند زره و غلاف فلزی کابل‌ها و اجزای فلزی سازه‌ها و غیره

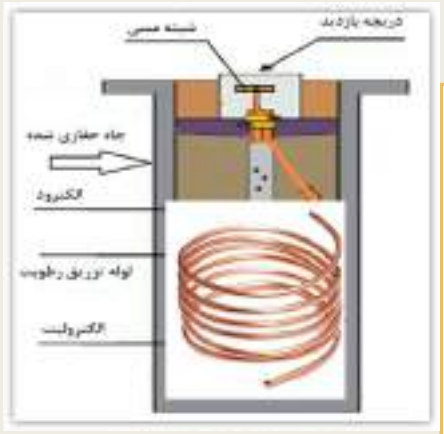


حلقه‌های مسی

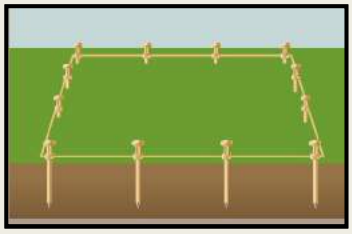
جایگزین مناسب الکترود صفحه‌ای

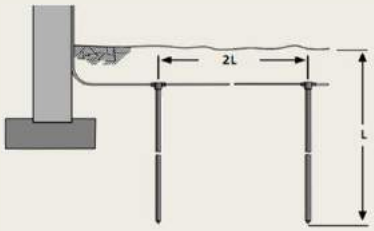
تبصره ۱ (صفحه ۱۶۸)

انتخاب سیم لخت چند مفتولی مسی به‌عنوان الکترود هم از نظر اقتصادی و هم از نظر یکپارچه 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 اجتناب‌ناپذیر است، برتری محسوسی دارد برای این منظور می‌توان در انتهای چاه سیم لخت چند مفتولی مسی را به صورت۵حلقه مارپیچ به قطرحدود۵۰ سانتی‌متر پیچیده و در زمین قرار داد و بقیه سیم را به‌صورت یکپارچه تا سطح زمین و از آنجا تا محل ترمینال اصلی اتصال زمین هدایت کرد.



موازی بستن الکترودها





می‌توان با نصب الکترودهای میله‌ای متعدد به اشکال مختلف و ارتباط آنها به همدیگر به مقاومت مورد نظر دسترسی پیدا کرد. الکترودهای میله‌ای می‌توانند در طول اضلاع مستطیل و یا در طول یک خط مستقیم که به همدیگر متصل باشند، توزیع گردند. (ص۱۶۹)

همچنین رعایت فاصلهٔ بهینهٔ الکترودهای موازی از همدیگر به اندازه دو برابر عمق الکترود مورد توجه قرار گیرد. (ص۱۶۹) در این حالت مقاومت معادل حدود ۰/۵۵ مقاومت یک الکترود خواهد بود.

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 جنس‌های متفاوتی از هم بوده و به هم متصل می‌گردند باید به خوردگی متقابل در اثر جریان‌های گالوانیک (الکتروشیمیایی) دقت کرد. (ص۱۶۳)

طراحی و نظارت تأسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم – علی اصغر امینی

69

استفاده از آرماتورهای بتن مسلح

طراحی و نظارت تأسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم – علی اصغر امینی

70

فرمول های محاسباتی ساده شده مقاومت برای انواع الکترودها

الکترود قائم	R=ρ/L
الکترود افقی	R=2ρ/L
الکترود صفحه‌ای	R=0.3ρ/L
الکترود مش (پنجره‌ای)	$R=0.4\rho/\sqrt{A}$

تأثیر طول الکترود قائم

جدول ٤-٢ تغییرات مقاومت یک الکترود نسبت به عمق آن

طول الکترود (متر)	مقاومت نسبی (اهم)	طول الکترود (متر)	مقاومت نسبی (اهم)
١	٠٫١٣٠ ρ	٧	٠٫١٦٢ ρ
٢	٠٫٧٤٠ ρ	٨	٠٫١٤٥ ρ
٣	٠٫٣٣٤ ρ	٩	٠٫١٣٠ ρ
٤	٠٫٣٦٠ ρ	١٠	٠٫١١٩ ρ
٥	٠٫٢١٦ ρ	١١	٠٫١١٠ ρ
٦	٠٫١٨٦ ρ	١٢	٠٫١٠٢ ρ

نوع و حداقل اندازه انواع الکترودها

جدول پ ۱-۱۰-۲-۴ ابعاد انواع الکترودهای زمین (ص۱۶۵)

جنس الکترود	شکل	قطر میلی‌متر	سطح مقطع میلی‌مترمربع	ضخامت میلی‌مترمربع	ضخامت پوشش میکرون
فولاد دفن شده در داخل بتن (از نوع لخت، گالوانیزه عمقی داغ و یا فولاد ضدزنگ)	سیم لخت مفتولی یا میله‌گرد	۱۰	–	–	–
	تسمه	–	۷۵	۳	–
فولاد گالوانیزه عمقی داغ	تسمه (با لبه‌های گرد)	–	۹۰	۳	۶۳
	میله با مقطع گرد نصب شده، به‌صورت عمودی	۱۶	–	–	۴۵
	سیم لخت مفتولی نصب شده به‌صورت افقی	۱۰	–	–	۴۵
	لوله (هر دو جدار گالوانیزه)	۲۵	–	۲	۴۵
	سیم لخت چند مفتولی دفن شده در بتن	۱۵	–	–	۲۰۰۰
فولاد با روکش مس عجین شده	میله با مقطع گرد نصب شده به‌صورت عمودی	۱۴	–	–	۲۵۰
	تسمه نصب شده به‌صورت افقی	–	۹۰	۳	۷۰
فولاد ضدزنگ	تسمه	–	۹۰	۳	–
	میله با مقطع گرد نصب شده به‌صورت عمودی	۱۶	–	–	–
	سیم لخت مفتولی نصب شده به‌صورت افقی	۱۰	–	–	–
	لوله	۲۵	–	۲	–

طراحی و نظارت تأسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم – علی‌اصغر امینی 73

نوع و حداقل اندازه انواع الکترودها

ادامه جدول پ ۱-۱۰-۲-۴ ابعاد انواع الکترودهای زمین (ص۱۶۶)

جنس الکترود	شکل	قطر میلی‌متر	سطح مقطع میلی‌مترمربع	ضخامت میلی‌مترمربع	ضخامت پوشش میکرون
مس	تسمه	–	۵۰	۲	–
	سیم لخت مفتولی نصب شده به‌صورت افقی	–	۲۵	–	–
	میله با مقطع گرد نصب شده به‌صورت عمودی	۱۲	–	–	–
	سیم لخت چند مفتولی (حداقل قطر هر مفتول ۱/۷ میلی‌متر)	–	۲۵	–	–
	صفحه مسی	–	–	۲	–
	لوله	۲۰	–	۲	–

تبصره: در صورت استفاده از الکترود صفحه‌ای به‌عنوان الکترود اتصال زمین از نوع صفحه مسی دفن شده در زمین (چاه) ابعاد آن حداقل باید ۵۰×۵۰ سانتی‌متر و با حداقل ضخامت ۲ میلی‌متر باشد.

طراحی و نظارت تأسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم – علی‌اصغر امینی 74

اثر خوردگی در همبندی انواع فلزات

پ ۱-۲-۱۰-۵ خوردگی الکترودها در اثر هم‌بندی با فلزات دیگر

(چگونگی) هم‌بندی اجزای فلزی مختلف مدفون در خاک به‌منظور دستیابی به مقاومت کمتر برای یک سیستم الکترود، زمین و یا برای هم‌ولتاژ کردن اجزای فلزی ساختمان که مورد استفاده قرار می‌گیرد، در جدول زیر آمده است.

جدول پ ۱-۱۰-۲-۵ مقاومت مواد فلزی در برابر اثر خوردگی در صورت هم‌بندی (صفحه ۱۶۷)

	ماده‌ای که دارای سطح بزرگی است						
ماده‌ای که دارای سطح کوچک‌تر است	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 هم‌بندی – نامناسب برای هم‌بندی

*خوردگی در فلز روی (zinc) موجود در پوشش گالوانیزه اتفاق می‌افتد.

طراحی و نظارت تأسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم – علی‌اصغر امینی

75

زمین مناسب و نامناسب برای نصب الکترود

پ ۱-۱۰-۱-۴ (ص۱۶۳)

از نصب الکترود در فضاهای زیر باید اجتناب شود:

زمین‌های اشباع و یا مملو از آب

بستر رودخانه و آب‌های زیرزمینی

چاه‌های آب

چاه‌های فاضلاب

زمین‌های دارای خاک دستی

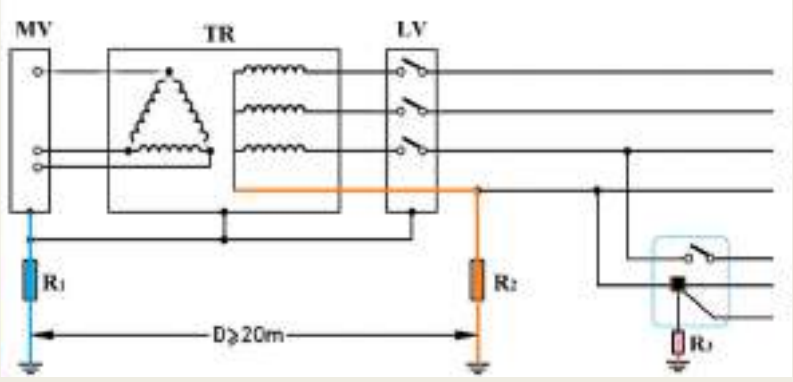
طراحی و نظارت تأسیسات الکتریکی براساس ویرایش جدید مبحث سیزدهم – علی‌اصغر امینی

76

انتخاب الکترود برای مشترکین برق

انواع الکترود در سیستم توزیع TN

۱- الکترود زمین حفاظتی پست
۲- الکترود زمین ایمنی پست
(یا الکترود مشترک ایمنی/حفاظتی پست)
۳- الکترود زمین ایمنی/حفاظتی مشترکان



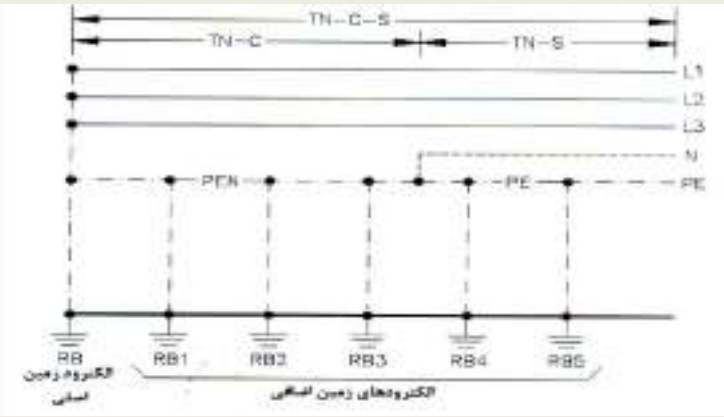
انتخاب الکترود برای مشترکین برق

پ ۱-۱۰-۵ الکترود زمین ساده (فقط برای وصل به هادی خنثی فشار ضعیف) (ص۱۶۹)
الکترود زمین ساده می‌تواند از یک میله یا یک لوله که به‌صورت قائم در زمین کوبیده و یا دفن می‌شود، تشکیل شود. 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.
(ردیف پ ۱-۲-۱).

پ ۱-۱۰-۴ الکترود زمین اساسی (برای هر دو نوع زمین، شامل حفاظت سیستم و ایمنی) (ص۱۶۸)
الف- الکترود زمین صفحه‌ای
ب- سیم مسی حلقه‌ای مارپیچ به جای صفحه
ج- چند الکترود قائم به صورت مستقیم یا مستطیل و متصل به هم
د- الکترود افقی به‌صورت شکل‌های کمربندی، مستقیم و یا مستطیل و شبکه پنجره‌ای (مش)

(ص۵۹)
- $Ieq \leq 32A$ → **یک الکترود ساده به عمق ۲ متر**
- $75A \geq Ieq > 32A$ → **دو الکترود ساده به عمق ۲ متر**
- $Ieq > 75A$ → **یک الکترود اساسی**

اثر سیستم اتصال زمین مشترکین برق بر روی مقاومت کل اتصال زمین خنثی



شکل پ ۱-۲-۱ اتصال زمین حفاظتی مکرر و اضافی

مقاومت معادل R_B و R_{B1} و R_{B2} و . . . و R_{Bn} یعنی مقاومت کل R_T باید حداکثر دو اهم باشد.

مقاومت کل سیستم اتصال زمین نقطه خنثی (PEN)

کل مقاومت الکتریکی نقطهٔ خنثی یا هادی خنثای یک سیستم TN (اعم از ترانسفورماتور یا ژنراتور) نسبت به جرم کلی زمین، نباید از دو اهم تجاوز کند.

- مقاومت کل دو اهم را ممکن است علاوه بر اتصال زمین پست برق یا نیروگاه، از طریق احداث اتصال زمین‌های مکرر و اضافی در طول شبکه برق و وصل هادی حفاظتی یا هادی حفاظتی – خنثی این خطوط به زمین تأمین کرد.
- در مورد ساختمان‌های مرتفع که امکان ایجاد اتصال زمین‌های مکرر وجود ندارد باید برای هم‌ولتاژ کردن همبندی اضافی انجام شود.

نکات اجرایی سیم و کابل

نکات اجرایی سیم و کابل

پ ۱-۲-۳ رنگ عایق هادی‌های مدارهای توزیع نیرو و مدارهای نهایی

رنگ عایق کابل‌های چند رشته باید به قرار زیر باشد:

الف) (L_1) قرمز،(L_2) زرد و (L_3) سیاه برای تشخیص فازها

ب) در کابل‌های تک رشته، رنگ عایق فاز می‌تواند هر یک از رنگ‌های قرمز، زرد و سیاه انتخاب شود.

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)

نکات اجرایی سیم و کابل

پ ۱-۲-۴ رنگ عایق سیم‌ها در مدارهای نهایی

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

الف) (L_1) قرمز،(L_2) زرد و (L_3) سیاه برای تشخیص فازها،

رنگ عایق فاز مدارهای نهایی در هر تابلو باید از رنگ فاز کابل تغذیه آن تابلو از تابلو بالادست تبعیت کند.

ب) آبی کمرنگ برای تشخیص هادی خنثی (N)

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

ت) خاکستری و یا سفید برای برگشت مدار فاز

نکات اجرایی سیم و کابل

جنس هادی‌های به کاررفته در کابل‌ها

۱۳-۷-۲-۵-۱۴ استفاده از کابلهای با هادی آلومینیومی با سطح مقطع فاز حداقل ۲۵ در تأسیسات برقی و یا شبکه توزیع مجازاست. (ص۸۸)

مثال کابل آلومینیومی 4×25 یا 3×25+16 و مقاطع بالاتر فقط برای تغذیه تابلو

جنس هادی‌های به کاررفته در سیم‌ها

۱- هادی فاز و خنثی: استفاده از هادی آلومینیومی غیرمجاز است.

پ ۱-۳-۱ هادی‌های فاز و خنثی باید از یک جنس باشند.

پ ۱-۳-۲ جنس هادی‌های فاز و خنثی مدارهای نهایی (روشنایی، پریز و غیره) باید از مس باشد. (ص۱۵۷)

۲- هادی حفاظتی: استفاده از هادی آلومینیومی با رعایت سطح مقطع مجاز است. لزومی به همجنس بودن هادی حفاظتی و هادی فاز و نول نیست. (ص۱۵۹)

نکات اجرایی سیم و کابل

سطح مقطع هادی خنثی (ص۱۵۷)

در تک فاز برابر با فاز و در سه فاز از جدول زیر به دست می آید:

جدول پ ۱-۳ حداقل مقطع هادی خنثی (سیستم سه‌فاز)

سطح مقطع هادی فاز مدار S (میلی‌مترمربع)	حداقل سطح مقطع هادی خنثی N (میلی‌مترمربع)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

نکته مهم: درصورت عدم تعادل سه فاز یا وجود هارمونیک سوم بیش از **۱۵٪** سطح مقطع نول باید برابر با فاز در نظر گرفته شود.

اگر هارمونیک سوم از ۳۰٪ درصد بیشتر باشد این هارمونیک باید در سطح مقطع فاز نیز در نظر گرفته شود.

نکات اجرایی سیم و کابل

سطح مقطع هادی حفاظتی(ص۱۵۷)

در تک فاز برابر با فاز و در سه فاز از جدول زیر به دست می آید:

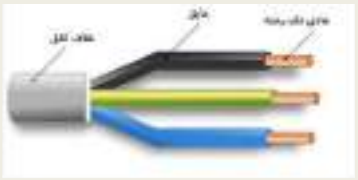
جدول پ ۱-۴-۱ حداقل مقطع هادی حفاظتی (سیستم سه فاز)

سطح مقطع هادی فاز مدار S (میلی‌مترمربع)	حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی PE (میلی‌مترمربع) (درصورتی که همجنس باشد)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

چنانچه جنس هادی حفاظتی از جنس هادی فاز نباشد در این حالت حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی باید دارای هدایت الکتریکی برابر هادی هم‌جنس به دست آمده از جدول بالا باشد. به این منظور سطح مقطع به دست آمده از مس باید برای آلومینیوم در عدد 1.7 ضرب شود.

نکات اجرایی سیم و کابل

هادی حفاظتی جداگانه



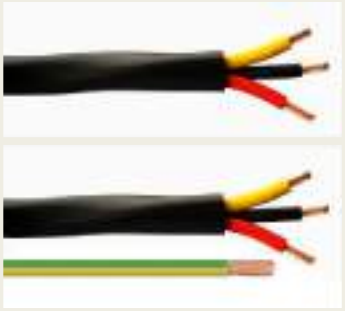
نکات اجرایی سیم و کابل

سطح مقطع هادی حفاظتی جداگانه

پ ۱-۴-۴ برای مدارهایی که هادی حفاظتی (PE) آن همراه مدار (رشته‌ای از کابل یا رشته‌ای از یک مدار در داخل لوله) نبوده و در یک مسیر و به‌صورت جدا اجرا شده باشد، سطح مقطع آن نباید از مقادیر زیر کوچک‌تر باشد:

الف) ۲/۵ میلی‌مترمربع برای هادی مسی یا ۱۶ میلی‌مترمربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی حفاظتی از حفاظت مکانیکی کافی برخوردار باشد.

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



نکات اجرایی سیم و کابل

پ ۱-۵ سطح مقطع هادی هم‌بندی اصلی (ص۱۵۹)

پ ۱-۵-۱ سطح مقطع هادی هم‌بندی اصلی به قرار زیر می‌باشد:

الف) سطح مقطع هادی هم‌بندی اصلی نباید از ۶ میلی‌مترمربع برای هادی مسی، ۱۶ میلی‌مترمربع برای هادی آلومینیومی و ۵۰ میلی‌مترمربع برای هادی فولادی کوچک‌تر باشد.

ب) از طرف دیگر سطح مقطع هادی‌های حفاظتی در تأسیسات هر چه باشد، لزومی نخواهد داشت سطح مقطع هادی هم‌بندی از ۲۵ میلی‌مترمربع برای مس و یا سطح مقطع معادل آن (از نظر هدایت الکتریکی) برای آلومینیوم و فولاد بزرگ‌تر باشد.

(سطح مقطع آلومینیوم ۵۰- سطح مقطع فولاد ۲۱۲ یا قطر ۱۶)

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

نکات اجرایی سیم و کابل

پ ۱-۶ سطح مقطع هادی‌های هم‌بندی اضافی

پ ۱-۶-۱ سطح مقطع هادی هم‌بندی اضافی نباید از مقادیر زیر کوچک‌تر باشد:

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

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

تبصره: در حمام و دوش‌ها سطح مقطع هادی هم‌بندی اضافی نباید از ۴ میلی‌مترمربع برای هادی مس کمتر باشد.

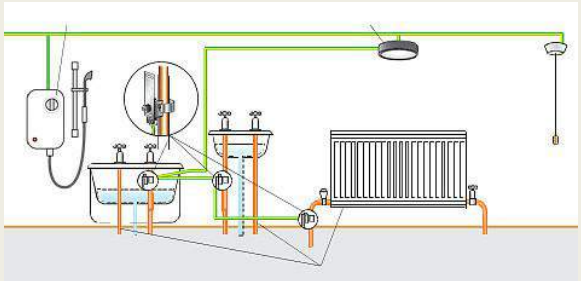
پ ۱-۶-۶ می‌توان اجزای فلزی ساختمان را به‌عنوان قسمتی از مسیر هم‌بندی به‌تنهایی یا همراه با هادی‌های دیگر به‌عنوان هادی هم‌بندی اضافی به کار گرفت.

نکات اجرایی سیم و کابل

سطح مقطع هادی‌های هم‌بندی اضافی

پ ۱-۶-۳ سطح مقطع هادی هم‌بندی اضافی که بدنه هادی دو دستگاه الکتریکی را به هم وصل می‌کند نباید از سطح مقطع کوچک‌ترین هادی حفاظتی (PE یا PEN) در مدار تغذیه‌کننده و متصل به بدنه‌های هادی دو دستگاه مذکور کوچک‌تر باشد.

پ ۱-۶-۴ حداقل سطح مقطع هادی هم‌بندی اضافی که بدنه هادی دستگاه‌ها و تجهیزات الکتریکی را به قسمت‌های هادی بیگانه وصل می‌کند نباید از نصف سطح مقطع هادی حفاظتی در مدار تغذیه‌کننده دستگاه الکتریکی کوچک‌تر باشد.



پ ۱-۶-۵ حداقل سطح مقطع هادی هم‌بندی اضافی که قسمت‌های دو هادی بیگانه را به هم وصل می‌کند باید مطابق ردیف پ ۱-۶-۱ باشد.

نکات اجرایی سیم وکابل

استفاده از سیم بدون روکش برای نول، ارت، هادی همبندی و اتصال زمین

نوع هادی	استفاده از سیم بدون روکش
هادی فاز	غیرمجاز
هادی نول	غیرمجاز
هادی حفاظتی	در لوله غیرمجاز – در سینی کابل (و مشابه) ترجیحا روکش دار
هادی همبندی اصلی و اضافی	اختیاری (معمولاً روکش دار استفاده میشود به رنگ ارت)
هادی اتصال زمین	مجاز*

* درصورتی که قسمتی از هادی اتصال زمین در داخل خاک اجرا شود توصیه می‌شود هادی اتصال زمین به منظور کاهش مقاومت اتصال زمین، به صورت بدون روکش اجرا شود. در این حالت الزامی است که به محض خروج این هادی از خاک، سیم بدون روکش تا اتصال به شینه مربوطه در داخل یک لوله PVC اجرا گردد تا در اندازه گیری مقاومت اتصال زمین ایجاد خطا نکند.

نکات اجرایی سیم وکابل

هادی حفاظتی مشترک - هادی خنثی مشترک

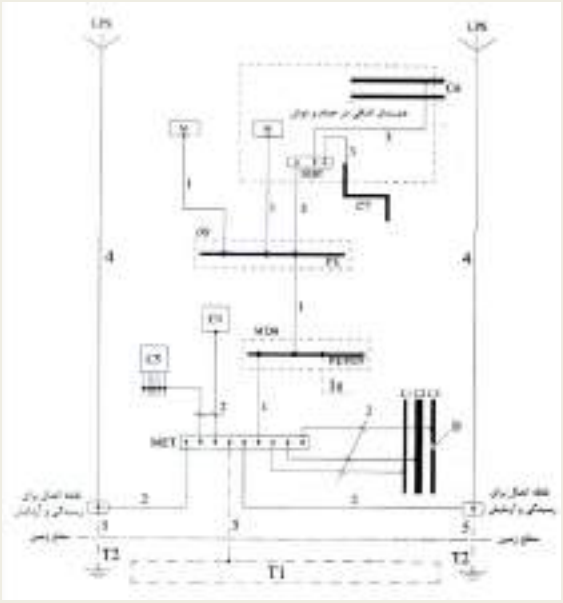
پ ۱-۴-۶ در صورت اجبار، چنانچه هادی حفاظتی به‌صورت مشترک برای دو یا چند مدار مورد استفاده قرار گیرد، باید سطح مقطع هادی حفاظتی معادل با بزرگ‌ترین مقطع هادی حفاظتی مدارها انتخاب گردد. (ص ۱۶۰)

۱۳-۷-۱-۱۰ استفاده از یک نول مشترک برای چند مدار اصلی که هر کدام دارای حفاظت مستقل خود است، مجاز نمی‌باشد. (ص۸۵)

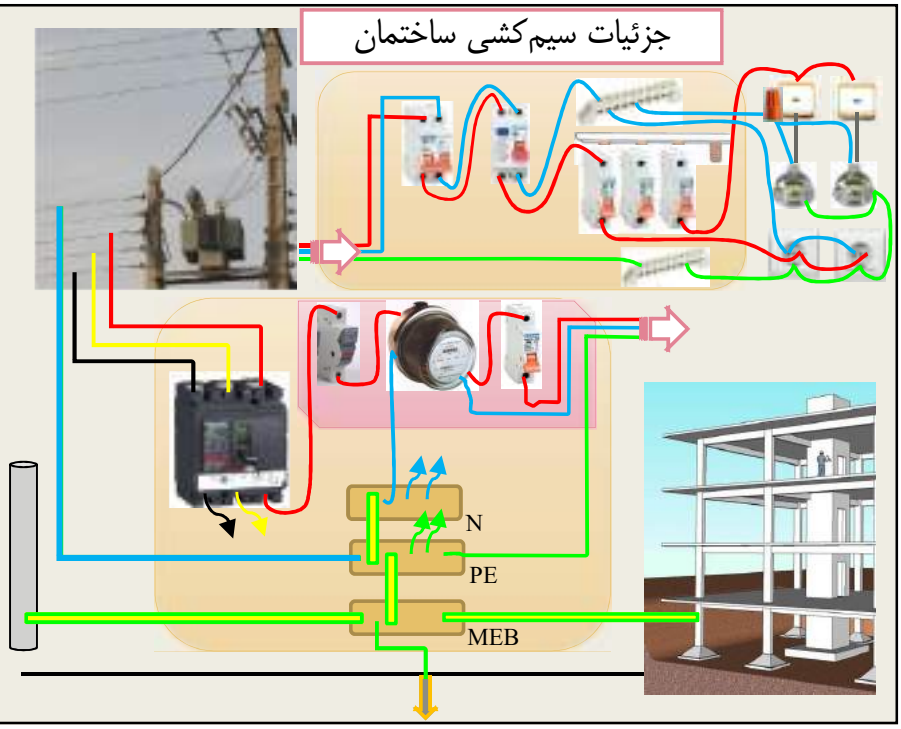
نتیجه: استفاده نول مشترک برای تغذیه پریزهای یک مدار پریز یا برای تغذیه چراغ‌های یک مدار روشنایی جایز ولی برای دو مدار مختلف (پریز و روشنایی) جایز نیست. ولی استفاده از ارت مشترک با سطح مقطع بزرگتر برای دو یا چند مدار بلامانع است.

نکته بسیار مهم: استفاده از سیم‌های رشته‌ای به شرط اتصالات صحیح مجاز است.

طرحواره عمومی همبندی اصلی و اضافی



جزئیات سیم‌کشی ساختمان



نکات مهم در نصب برخی تجهیزات

۱- تعداد فن های تغذیه از یک مدار روشنایی دو عدد به شرط مجموع زیر ۱۰۰ وات

۲- نصب کلید مجزاکننده برای مصارف پشت بام در محل الزامی است.

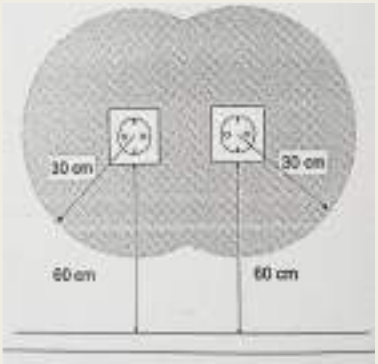
۳- پریز در ساختمانهای مسکونی برای پیشگیری از برق گرفتگی کودکان باید مجهز به یک پرده محافظ یا روپوش باشد.

۴- ترمینال سمت راست پریز باید به سیم فاز وصل شود.

۵- فاصله حداقل ۵متری بین دو پریز مجاور حذف شده است.

نکات مهم در نصب برخی تجهیزات

فاصله پریز از لولهٔ آب



حداقل ارتفاع نصب پریزهای برق در زیر کابینت برای ماشین لباس‌شوئی و ظرف‌شوئی و تصفیهٔ آب ۶۰ سانتی‌متر از کف تمام شده و به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از محل خروجی لولهٔ آب و فاضلاب که پائین تراز پریز هستند باشد.

توصیه می‌شود مدار این پریزها با استفاده از کلید RCD حفاظت شود.

فواصل تجهیزات الکتریکی و تابلوهای برق و کابل و لوله‌های برق از تأسیسات گازرسانی

ردیف مبحث ۱۳	مورد یک	مورد دو	حداقل فاصله cm	توضیحات
۱۳-۳-۷-۲۲	کنتور گاز	کابل و سیم برق روکار	۱۰	
۱۳-۳-۷-۲۳	لوله گاز	سیم کشی روکار	۵	
۱۳-۳-۷-۱	لوله گاز توکار	کابل و سیم برق فشار ضعیف	۱۰	
۱۳-۳-۷-۹	خطوط شبکه گاز	کابل و سیم برق فشار ضعیف	۱۰۰	مسیر موازی
۱۳-۳-۷-۹	خطوط شبکه گاز	کابل و سیم برق فشار ضعیف	۵۰	مسیر متقاطع
۱۳-۳-۷-۹	خطوط شبکه گاز	کابل و سیم برق فشار متوسط	۱۰۰	مسیر موازی و متقاطع
۱۳-۳-۸-۴	تابلو برق در فضای عمومی	لوله های آب و تاسیسات مکانیک	۳۰	دیوار جداکننده در نظر گرفته شود
۱۳-۳-۸-۵	کنتور گاز	کنتور برق و تابلو برق فشار ضعیف در فضای عمومی	۵۰	
۱۳-۹-۱-۷	خطوط شبکه گاز	کابلهای سیستمهای جریان ضعیف، تلفن و مخابرات	۴۰	
۱۳-۹-۱-۷	خطوط شبکه گاز	فیبر نوری	۶۰	مسیر موازی
۱۳-۹-۱-۷	خطوط شبکه گاز	فیبر نوری	۴۰	مسیر متقاطع
۱۳-۱-۱-۷	شیر گاز	کلید و پریز و جعبه فیوز	۱۰	شیر گاز بالاتر یا در فاصله افقی است
۱۳-۱-۱-۷	شیر گاز	کلید و پریز و جعبه فیوز	۵۰	شیر گاز پایین تر نصب شده است
۱۳-۱-۱-۸	لوله گاز	کلید و پریز برق	۵	
۱۳-۱-۱-۹	خروجی لوله آب وفاضلاب	پریز ماشین ظرف شویی و لباس شویی	۳۰	
ب۷-۳-۱۰	خطوط شبکه گاز	تیر هوایی برق فشار ضعیف	۱۰۰	مسیر موازی و متقاطع
ب۷-۳-۱۰	خطوط شبکه گاز	تیر هوایی برق فشار متوسط ۲۰ کیلو	۲۰۰	مسیر موازی و متقاطع
۱۳-۳-۷-۷	حداقل فاصله کابلهای برق فشار متوسط فشار ضعیف و یا جریان ضعیف از همدیگر و از لوله های سیستم های تاسیسات مکانیکی، آب، بخار و سوخت مایع حداقل ۳۰ سانتیمتر می باشد.			

نحوه آرایش کابل‌های تک رشته

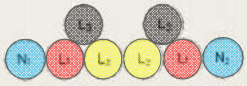
درصورت استفاده از کابل‌های **تک‌رشته** به‌جای کابل‌های چند رشته برای مدارهایی که به دلیل بالا بودن توان انتقالی و یا کاهش افت ولتاژ در مسیر به صورت موازی اجرا و نصب می‌گردند، لازم است کابل‌های تک رشته به صورت **یک مدار واحد** یعنی یک هادی یا هادی‌های فاز به اضافه هادی خنثی دسته‌بندی گردند و در صورت استفاده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

- **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.**

نحوه آرایش ۶ کابل تک رشته

شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۱ آرایش چسبیده به هم و همتراز برای ۶ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

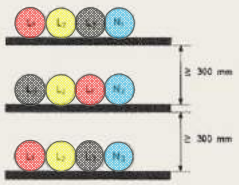
شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۲ آرایش چسبیده به هم و در دو تراز برای ۶ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)



شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۳ آرایش مثلثی چسبیده به هم برای ۶ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

نحوه آرایش ۹ کابل تک رشته

شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۴ آرایش مخصوص همتراز برای ۹ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

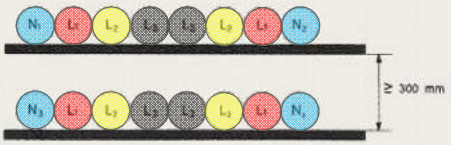


شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۵ آرایش چسبیده به هم در سه تراز و هر تراز به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم برای ۹ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

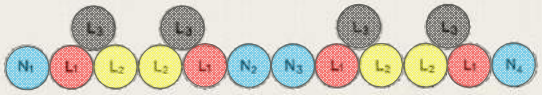
شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۶ آرایش مثلثی مخصوص برای ۹ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

نحوهٔ آرایش ۱۲ کابل تک رشته

شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۷ آرایش چسبیده به هم و همتراز برای ۱۲ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)



شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۸ آرایش چسبیده به هم در دو تراز به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم برای ۱۲ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)



شکل ۱۳-۷-۱-۷-۱:۹ آرایش مثلثی کنار هم برای ۱۲ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

تغییرات مبحث سیزدهم در خصوص طراحی و نظارت تأسیسات برقی – مهندس سلیمان اکبر – علی‌اصغر امینی 103

سیستم‌های جریان ضعیف

سیستمهای جریان ضعیف

- سیستم تلفن
- مرکز تلفن، مخابرات و ارتباطات
- سیستم اعلام حریق
- سیستم اعلام نشت گاز سوخت
- سیستم اعلام خطر گاز مونوکسید کربن
- سیستم دربازکن و زنگ اخبار
- سیستم احضار
- سیستم صوتی و اعلام خطر
- سیستم صوتی آنالوگ مراکز تجمع و همایش
- سیستم آنتن مرکزی تلویزیون و ماهواره
- سیستم شبکه کامپیوتر و فن‌آوری اطلاعات (IT)
- سیستم مدیریت هوشمند ساختمان و سیستم مدیریت انرژی
- سیستم چندرسانه‌ای
- سیستم اعلام و هشدار سرقت
- سیستم کنترل عبور و راه‌بندها
- سیستم حضور و غیاب
- سیستم ویدیو پروژکتور، سیستم‌های صوتی و تصویری ویژه
- سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق
- سیستم ترجمه همزمان
- سیستم کنفرانس
- سیستم مدیریت پارکینگ
- سیستم صوتی دیجیتال مراکز تجمع و همایش
- سیستم تلفن آتش‌نشان
- سیستم شبکه فرمان حسگر (سنسور) زلزله

تغییرات مبحث سیزدهم درخصوص طراحی و نظارت تأسیسات برقی – مهندس سلیمان اذر – علی‌اصغر امینی 105

سیستمهای جریان ضعیف

نوع سیستم / نوع ساختمان	تلفن	سیستم احضار	دربازکن	اعلام حریق	سیستم صوتی	آنتن مرکزی	شبکه کامپیوتر	سیستم تلویزیون مداربسته
تعداد طبقات مسکونی کمتر از ۵ طبقه	+	−	+	❋	−	−	−	−
تعداد طبقات مسکونی ۵ طبقه و بیشتر	+	−	+	+	−	+	−	−
اداری، تجاری، خدمات عمومی	+	−	+	+	+	−	+	+
بیمارستان‌ها و بناهای درمانی	+	+	−	+	+	+	+	+
مراکز اجتماع (مساجد، تئاترها، سینماها، سالن‌ها و نظایر آن)	+	−	−	+	+	+	+	+

+ الزامی − اختیاری ❋ براساس ضوابط آتش نشانی

تغییر مهم: الزام نصب سیستم اعلام حریق ساختمان مسکونی از ۵ طبقه از کف زمین به ۵ طبقهٔ مسکونی

تغییرات مبحث سیزدهم درخصوص طراحی و نظارت تأسیسات برقی – مهندس سلیمان اذر – علی‌اصغر امینی 106

مبانی عمومی سیستم اعلام حریق
(پیوست ۴ مبحث ۱۳)

نکات مهم

- انتخاب سیستم متعارف یا آدرس‌پذیر براساس شرایط و نیاز سیستم های موجود در ساختمان، سطح زیربنا، کاربری ساختمان، ریسک حریق و سایر عوامل
- کلیه مدارها مستقل از سایر سیستم ها اجرا شود.
- زون بندی براساس مبحث سوم ویرایش ۹۵
- کلیه کابل‌های سیستم اعلام حریق باید از نوع مقاوم در مقابل حریق باشند.
- نصب شستی اعلام حریق علاوه در راهروها و سرسراها، در ورودی پلکان‌های خروج و راه‌های خروج الزامی، ضروری می‌باشد

مبانی عمومی سیستم اعلام حریق

نکات مهم

- انتخاب نوع دتکتور براساس نیاز و کاربری فضا و ریسک حریق
- 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 غیر قابل رؤیت است، الزامی است.
- مرکز سیستم اعلام حریق باید به‌عنوان 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 سیستم BMS انتقال یابد.
- پیش‌بینی مشخصات و محل نصب زنگ، آژیر و یا هر سیستم شنیداری اعلام حریق در ساختمان‌ها باید بر اساس شدت صوت مورد نیاز طراحی شود.
- نصب دتکتور اعلام حریق در سقف قسمت خروجی کلیه پلکان‌های خروج بسته، الزامی است

مبانی عمومی سیستم اعلام حریق

نکات مهم

- پیش‌بینی دتکتور برای سقف کاذب و همچنین کف کاذب باید بر اساس استانداردهای معتبر
- حداکثر و حداقل ارتفاع نصب دتکتورهای دودی، حرارتی، ترکیبی و غیره باید بر اساس استانداردهای معتبر
- فاصله دتکتورهای حرارتی، دودی و ترکیبی باید بر اساس ارتفاع فضای نصب و سایر عوامل مؤثر دیگر و بر اساس استانداردهای معتبر
- حداکثر مساحت یا سطح پوشش یک منطقه یا زون در سیستم اعلام حریق متعارف بر اساس استانداردهای معتبر
- حداکثر مساحت یا سطح پوشش یک لوپ در یک ساختمان با سیستم اعلام حریق آدرس‌پذیر بر اساس استانداردهای معتبر
- سطح پوشش و حدود عملکرد هر یک از انواع دتکتورها براساس استانداردهای معتبر

مبانی عمومی اعلام حریق

نکات مهم

- 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 استانداردهای معتبر آمده رعایت شود.
- فاصله دتکتورها از یکدیگر، موانع، دریچه‌های هوا، چراغ‌های روکار سقفی، دورترین نقطه از دیوارهای اطراف و نیز ارتفاع نصب قسمت حس‌کننده دود و حرارت دتکتور از سقف و غیره براساس استانداردهای معتبر
- در صورت نیاز به سیستم هشداردهنده نوری در فضاها الزامات استانداردهای معتبر رعایت شود.
- تعداد اجزای نصب شده در یک زون یا در یک لوپ براساس توصیه سازنده

مبانی عمومی سیستم اعلام حریق

جدول پ۴-۲ سیستمهای مرتبط با اعلام حریق

سیستم مرتبط با سیستم اعلام حریق	عملکرد سیستم مرتبط	نحوه تأمین 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 به کار شدن و دریافت فرمان آسانسور دسترسی آتش‌نشان	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 کارکرد دستگاه هوارسان و یا برقراری شرایط کارکرد مجدد آن، بر اساس مدیریت تخلیه دود، شرایط طرح و همچنین سناریوی حریق	دکتور کانال هوای برگشت و یا رفت و یا هردو و یا تخلیه هوا، رله‌های فرمان و مدارهای ارتباط با تابلو تغذیه برق هوارسان

شبکه کامپیوتر

شبکه کامپیوتر

اهمیت

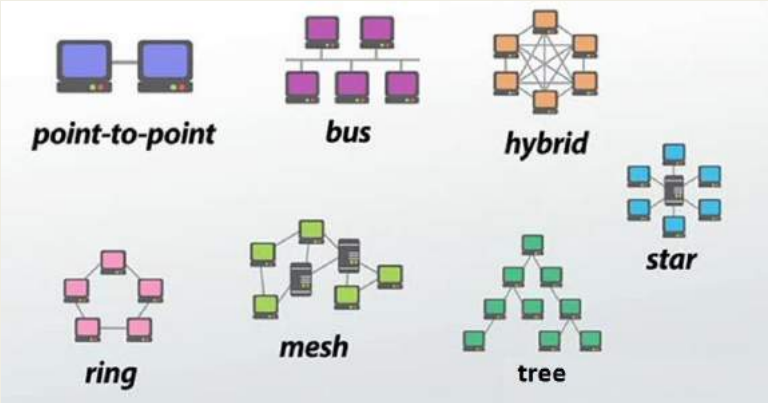
به دلیل پیشرفت فن‌آوری داده، فن‌آوری اطلاعات، محیط چندرسانه‌ای، اینترنت، اترنت و شبکه بی‌سیم آن‌ها، کامپیوتر و غیره ایجاب می‌نماید که برای تأمین ارتباطات لازم بین این شبکه‌ها، برای ساختمان‌هایی که به این سیستم‌ها نیاز دارند شبکه کامپیوتر مناسب، در نظر گرفته شود.

حوزه وظایف مهندس برق و IT

در این مقررات فقط به بخش غیرفعال شبکه کامپیوتر و در قالب تأسیسات برقی و به‌صورت عام، اشاره شده و از پرداختن به موارد بخش فعال شبکه و غیره که در حوزه تخصصی بخش فن‌آوری اطلاعات قرار دارد، پرهیز شده است.

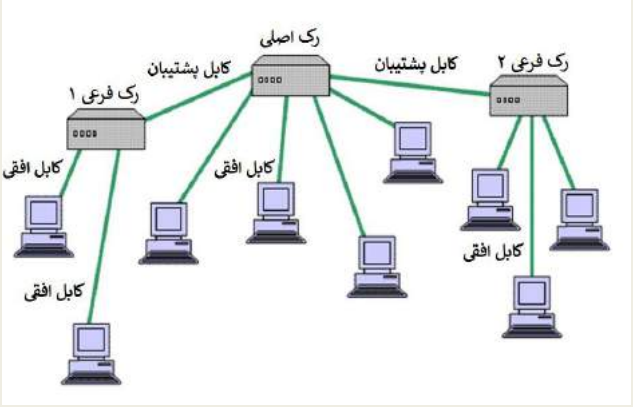
شبکه کامپیوتر

ساختار شبکه کامپیوتر محلی (LAN): ستاره



شبکه کامپیوتر

اجزای شبکه کامپیوتر



۱- پریز شبکه
۲- کابل افقی
۳- رک فرعی
۴- کابل پشتیبان
۵- رک اصلی

شبکه کامپیوتر

۱۳-۹-۷-۲-۱ پریز مخصوص شبکه کامپیوتر (پریز RJ45)

از نوع روکار، توکار، با یک و یا چند سوکت، مدولار و یا معمولی، که باید بر اساس استانداردهای معتبر بین‌المللی تولید شده باشد.

۱۳-۹-۷-۲-۲ کابل چند زوج به هم تابیده مسی (کابل مسی شبکه)

- UTP = Unshielded Twisted Pair
- STP = Shielded Twisted Pair
- FTP = Foiled Twisted Pair
- SFTP = Shielded Foiled Twisted Pair

اگر طول مسیر مشترک کابل شبکه و برق فشارضعیف بیش از ۳۵ متر باشد به جز ۱۵ متر آخر بقیه مسیر باید توسط جداکننده فلزی مجزا شود.

شبکه کامپیوتر

۱۳-۹-۷-۲-۱ پریز مخصوص شبکه کامپیوتر (پریز RJ45)

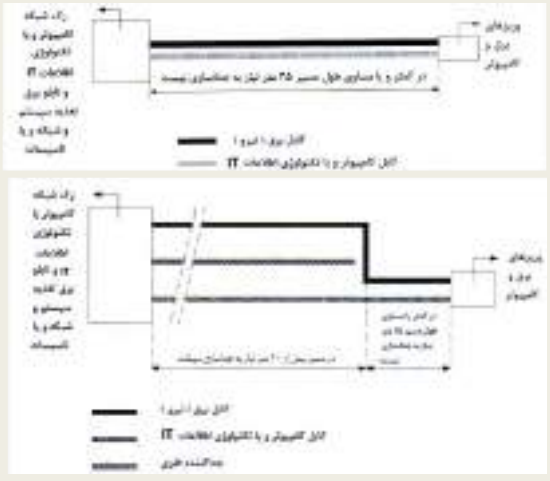
از نوع روکار، توکار، با یک و یا چند سوکت، مدولار و یا معمولی، که باید بر اساس استانداردهای معتبر بین‌المللی تولید شده باشد.

۱۳-۹-۷-۲-۲ کابل چند زوج به هم تابیده مسی (کابل مسی شبکه)

- UTP = Unshielded Twisted Pair
- STP = Shielded Twisted Pair
- FTP = Foiled Twisted Pair
- SFTP = Shielded Foiled Twisted Pair

شبکه کامپیوتر

اگر طول مسیر مشترک کابل شبکه و برق فشارضعیف بیش از ۳۵ متر باشد به جز ۱۵ متر آخر بقیه مسیر باید توسط جداکننده فلزی مجزا شود.



شبکه کامپیوتر

۱۳-۹-۷-۲-۳ رک فرعی شبکه کامپیوتر

رک‌های فرعی شبکه کامپیوتر برای نصب تجهیزات شبکه کامپیوتر از قبیل پچ‌پانل، هاب سوییچ، سایر سوییچ‌ها و غیره بکار می‌رود. این رک‌ها دارای کیت‌های نگه‌دارنده افقی و عمودی کابل‌ها، نوارهای برس‌دار عبور کابل (برای جلوگیری نفوذ گرد و خاک)، منبع تغذیه برق رک، فن تهویه می باشند.

شبکه کامپیوتر

کابل پشتیبان شبکه کامپیوتر

کابل پشتیبان (فیبر نوری یا مسی) جهت ارتباط و اتصال رک‌های فرعی به رک اصلی شبکه کامپیوتر مستقر در مرکز کامپیوتر و یا مرکز داده بکار می‌رود.

رک اصلی شبکه کامپیوتر

این رک علاوه بر تجهیزاتی که در مورد رک فرعی ذکر شد دارای سرور و سویچ اصلی (روتر) هم می باشد. رک اصلی حتماً باید از همه جهات بازشو داشته باشد ولی در رک فرعی فقط روبرو الزامی است.

شبکه کامپیوتر

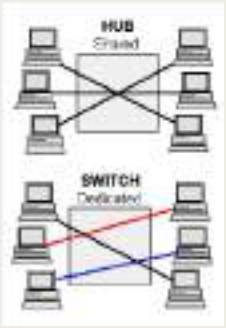
تجهیزات رک

پچ پانل: برای اتصال هاب یا سویچ به روی رک برای دسترسی آسان

هاب: ارتباط بین چند کاربر بدون قابلیت آدرس دهی

سویچ: ارتباط بین چند کاربر با قابلیت آدرس دهی

روتر: شبیه سویچ با قابلیت اتصال به شبکه خارجی



نیروی برق
اضطراری و ایمنی

نیروی برق اضطراری

مراکز و ساختمانهائی که تامین نیروی برق اضطراری برای آنها الزامی است:

- اسردخانه‌های عمومی و صنعتی
- مراکز صنعتی یا ساختمان‌هایی که قطع برق طولانی‌مدت در آن‌ها ممکن است موجب خطر یا خسارت جبران ناپذیر شود
- هر نوع ساختمان یا مرکز دیگری بنا به تشخیص مقامات ذیصلاح
- ساختمان‌های مسکونی و اداری خصوصی (غیر عمومی) که دارای واحدهای جدا از هم بوده و طول مسیر حرکت آسانسور(ها) بیش از ۲۱ متر از کف ورودی اصلی بوده که الزاماً دارای آسانسور برانکاردبر می‌باشند.

۱۳-۵-۵-۱ در ساختمان‌های مسکونی که شامل شرایط بند قبل نمی‌گردند، توصیه می‌شود که آسانسور (ها) در صورت امکان مجهز به سیستم منبع تغذیه شامل مبدل جریان با باتری پشتیبان و شارژ آن باشد، به‌گونه‌ای که به هنگام قطع برق، آسانسور (ها) به نزدیک‌ترین طبقه هدایت و متوقف گردد. در این صورت بازرسی و بازدید دوره‌ای از شرایط کارکرد آن سیستم و باتری‌ها، باید جزء برنامه و دستورالعمل نگهداری ساختمان قرار گیرد.

نیروی برق سیستمهای ایمنی

۱۳-۵-۶ نیروی برق ایمنی

۱۳-۵-۶-۱ 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.

منابع نیروی برق ایمنی

- مولد دیزلی
- منبع تغذیه پشتیبان مستقل با باتری وشارژر سرخود
- برق بدون وقفه UPS

انتخاب مولد: دیزلی یا گازی؟

به دلایل زیر از ژنراتور با سوخت گاز شهری فقط برای تأمین مصارف برق اضطراری و به غیر از مصارف سیستم‌های تأمین ایمنی می‌توان استفاده کرد.

۱) مدت زمان راه‌اندازی ژنراتورهای گازی بیش از ۱۵ ثانیه می‌باشد.

۲) احتمال قطع گاز شهری به دلایل ناخواسته وجود دارد.

سیستمهای تأمین ایمنی

لف) روشنایی ایمنی مسیرهای تخلیه افراد، پلکان‌های خروج و راه‌های خروج الزامی
ب) سیستم اعلام حریق
پ) سیستم اعلام نشت گاز سوخت
ت) پمپ‌های آب آتش‌نشانی
ث) تغذیه برق آسانسور دسترسی آتش‌نشان
ج) سیستم تلویزیون مداربسته
چ) سیستم کنترل تردد و حراستی
ح) سیستم اعلام و هشدار سرقت
خ) سیستم اعلام خطر گاز مونواکسیدکربن
د) سیستم تخلیه گاز مونواکسیدکربن
ذ) سیستم تأمین هوای فشار مثبت

ر) سیستم تخلیه دود به هنگام حریق
ز) تهویه سیستم‌های محیط‌های فاقد ورودی هوای خروج
ژ) سایر تخلیه افراد در مواقع اضطراری
س) تجهیزات، دستگاه‌ها و تأسیسات خاص مراکز درمانی و بیمارستانی
ش) سیستم صوتی و اعلام خطر
ص) سیستم مخابرات و ارتباطات
ض) سیستم تلفن آتش‌نشان
ط) سیستم فرمان حسگر (سنسور) زلزله
ظ) هرگونه سیستمی که تأمین نیروی برق آن درخواست شده باشد.

تغذیه سیستم‌های تأمین ایمنی که با رنگ سیاه مشخص شده از منبع تغذیه پشتیبان مستقل و مخصوص خود شامل باتری و شارژ آن و یا برق بدون وقفه، طبق استانداردهای مربوطه و یا دستورالعمل سازندگان آن خواهد بود.

مثال‌هایی از کاربرد روشنایی ایمنی، نیازها و الزامات آن

مثال‌هایی از کاربرد	نیازها و الزامات			
	سیستم منبع تغذیه مرکزی	سیستم منبع تغذیه منطقه‌ای	با باتری و شارژ 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 صورتی وجود هر یک از منابع تغذیه در طرح

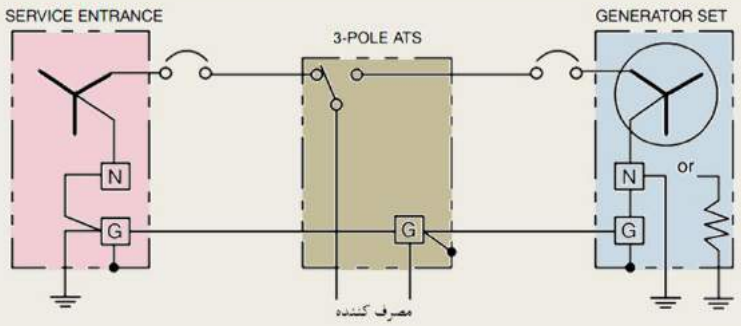
فضاهای با ریسک بالا

روشنائی ایمنی پلکان‌های خروج، خروج الزامی، اتاق امدادرسانی، اتاق مدیریت بحران و فضاهای با ریسک بالا باید از دو منبع متفاوت تغذیه گردند. (نظیر UPS و باتری مستقل سرخود با شارژر)

روش‌های اتصال مولد نیروی برق اضطراری به شبکه توزیع برق اضطراری

- از طریق تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک (ATS) برق مصارف اضطراری را تامین خواهد کرد.
- کلید حفاظتی اصلی مدار خروجی برق ژنراتور در سیستم TN-S: از نوع چهارپل
- کلید حفاظتی اصلی مدار خروجی برق ژنراتور در سیستم TN-C: از نوع سه‌پل
- سایر کلیدهای حفاظتی تابلو برق اصلی آن: از نوع سه‌پل
- اجزای تابلو یا کلید تبدیل اتوماتیک مولد نیروی برق اضطراری: سه‌فاز

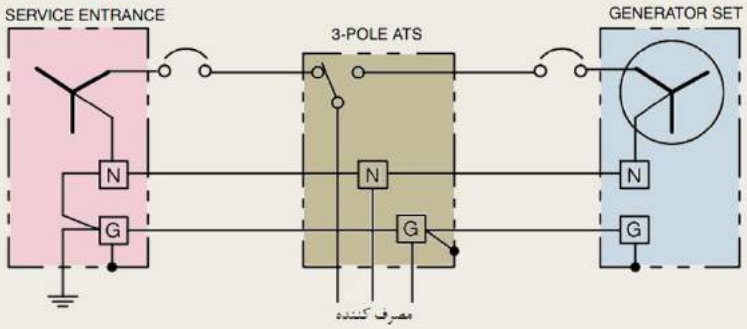
روش‌های اتصال مولد نیروی برق اضطراری به شبکه توزیع برق اضطراری



مصرف کننده سه فاز و سه سیمه، کلید تبدیل خودکار (ATS) سه پل

نول ژنراتور می‌تواند مستقیماً زمین شده، از طریق مقاومت زمین شده یا در یک سیستم سه سیمه زمین نشده باشد.

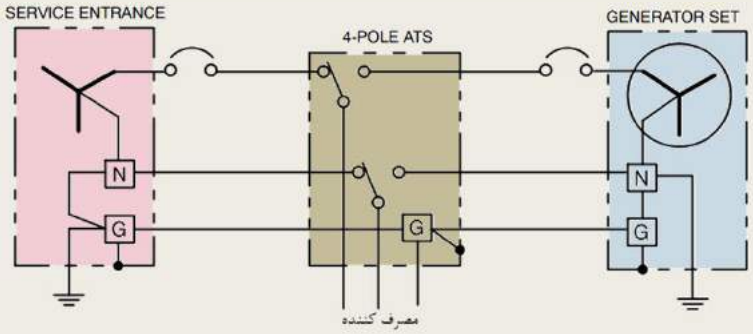
روش‌های اتصال مولد نیروی برق اضطراری به شبکه توزیع برق اضطراری



مصرف کننده سه فاز و چهار سیمه، کلید تبدیل خودکار (ATS) سه پل

نول ژنراتور در ورودی اصلی سیستم زمین شده است.

روش‌های اتصال مولد نیروی برق اضطراری به شبکه توزیع برق اضطراری



مصرف کننده سه فاز و چهار سیمه، کلید تبدیل خودکار (ATS) چهار پل

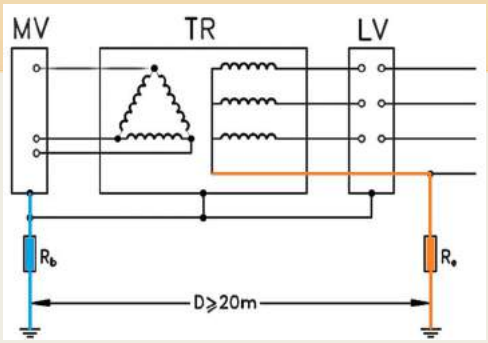
نول ژنراتور مستقیماً زمین شده و توسط یک ATS چهار پل از نول مصرف کننده جدا می‌شود.

اجرای سیستم اتصال زمین در پستهای برق فشارمتوسط

133

سیستم اتصال زمین در پست‌های برق اختصاصی

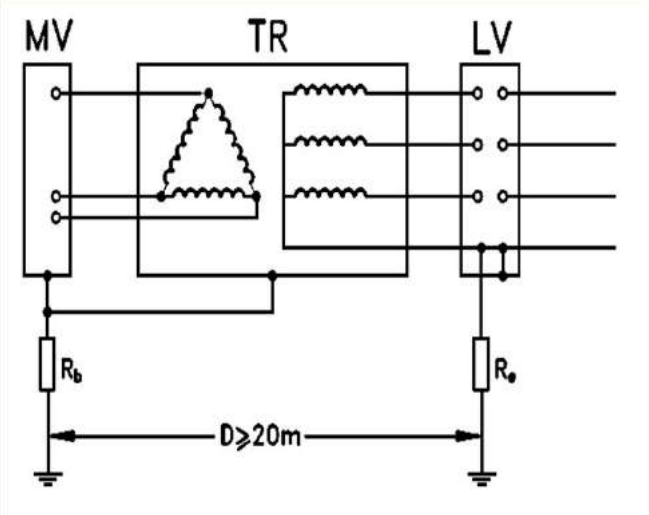
- اتصال زمین ایمنی : (زمین کردن الکتریکی نقطه خنثی)
- اتصال زمین حفاظتی : (زمین کردن کلیه بدنه های فلزی تاسیسات الکتریکی و هادی‌های بیگانه)



ارتقاء پایه دو به یک برق - ساختمان‌های بلندمرتبه - علی اصغر امینی

134

۱– پست برق با دو اتصال زمین فشار ضعیف و فشار متوسط



تفکیک اتصال زمین فشارضعیف ازفشارمتوسط

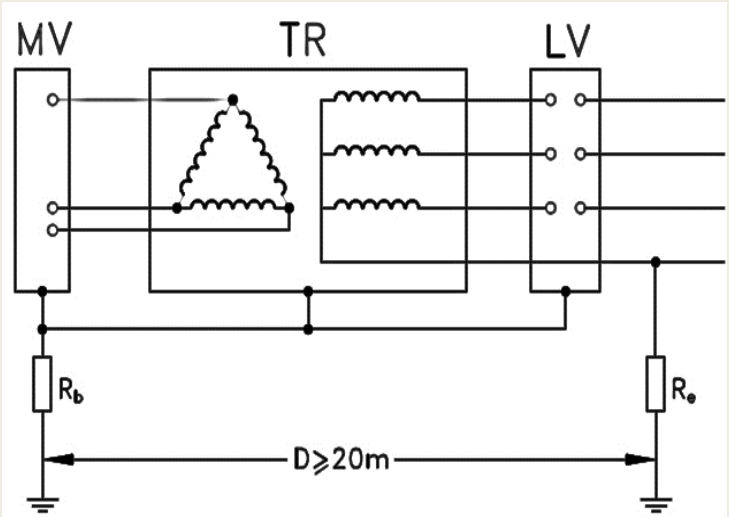
یعنی :

نقطه خنثای مرکز ترانسفورماتور و بدنه تابلوهای فشار ضعیف به یک الکترود و بدنه های ترانسفورماتور و بدنه های تابلوهای فشارمتوسط به یک الکترود جداگانه متصل میگردند.

شرایط :

- الکترود زمین فشارضعیف باید از الکترود زمین فشارمتوسط کاملا مستقل باشد
- بدنه تابلوی فشارضعیف از بدنه ترانسفورماتور وتابلوهای فشارمتوسط مجزا و ایزوله باشد.

۲– پست برق با دو اتصال زمین ایمنی و حفاظتی



تفکیک اتصال زمین ایمنی ازاتصال زمین حفاظتی

یعنی : نقطه خنثای مرکز ترانسفورماتور به یک الکترود وبدنه های ترانسفورماتور، تابلوهای فشارمتوسط و بدنه تابلوی فشارضعیف به یک الکترود جداگانه متصل می‌گردند.

شرایط :

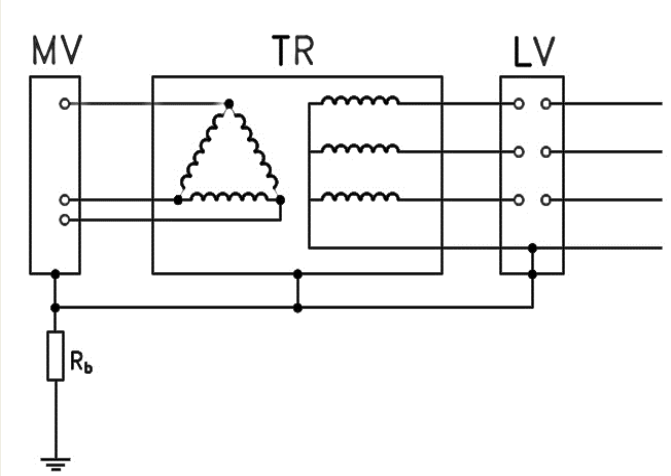
الکترود ایمنی باید از الکترود حفاظتی کاملا مستقل بوده و درحوزه ولتاژی هم قرار نداشته باشند.

سطح عایق بندی تابلوی فشارضعیف با توجه به زمان قطع کلیدحفاظتی فشارمتوسط باید بالاتراز حالت نرمال باشد.

$t<1/5$ sec $1/5Un$ v

$t>1/5$ sec $1/5Un+750$ v

۳– پست برق با یک اتصال زمین مشترک



برای ایجاد یک سیستم اتصال زمین مشترک باید یکی از شرایط زیرتامین شده باشد:

۱- طول کابلهای ورودی وخروجی فشارمتوسط هیچ کدام کمتر از۳ کیلومتر نباشد. (کابل زره فولادی یک کیلومتر)

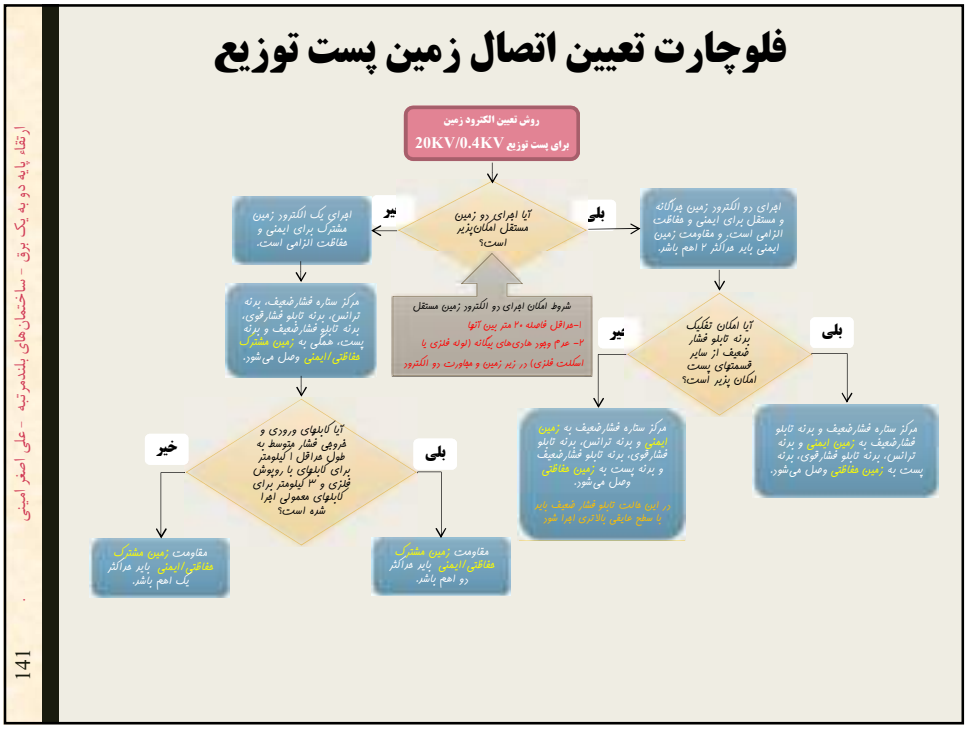
۲- مقاومت الکترود زمین از یک اهم تجاوز نکند.

۳- و یا مدار فشار متوسط در کمتر از کسری از ثانیه مطابق استاندارد IEC364-4-442قطع گردد. (تبصره ص۲۱)

t<1/5 sec 1/5Un v

t>1/5 sec 1/5Un+750 v

۴- اگر جریان اتصال کوتاه در طرف فشار قوی آنقدر زیاد باشد که کلید حفاظتی قادر به قطع مدار نگردد (کمتراز۲۵۰ میلی ثانیه) باید مطابق استانداردهای BS50522 و IEC364 تمهیدات لازم را بکارگرفت یعنی در دیوارهای خارجی پست ساختمانی هیچ هادی فلز دردسترس تماس نباشد.



سایر مباحثی که در ویرایش جدید مبحث ۱۳ اضافه شده یا تغییر کرده است

روشنایی

- پیوست ۲ در خصوص روشنایی به مبحث اضافه شده است.
- تعریف ضریب یکنواختی با توجه به دو شدت روشنائی حداقل و پیشنهادی جدول روشنائی:

شدت روشنایی حداقل

ضریب یکنواختی

$$c = \frac{E_{min}}{E_{av}}$$

شدت روشنایی پیشنهادی

ردیف	محل	حداقل	پیشنهادی
پ ۲-۵-۴	مدارس		
پ ۲-۵-۴-۱	کلاس درس، آمفی تئاتر	۳۰۰	۵۰۰
پ ۲-۵-۴-۲	تخته سیاه (در سطح عمودی)	۳۰۰	۵۰۰
پ ۲-۵-۴-۳	آزمایشگاه	۳۰۰	۵۰۰
پ ۲-۵-۴-۴	کلاس نقاشی و کارهای دستی	۵۰۰	۷۰۰
پ ۲-۵-۴-۵	سالن ورزش سرپوشیده	۱۵۰	۳۰۰

مبانی عمومی بانک خازنی
(پیوست ۵)

- کاربرد خازن برای اصلاح ضریب قدرت و کاهش توان راکتیو
- بانک خازن با پله های مشخص و رگولاتور
- وسیله حفاظتی کل بانک خازن و وسیله حفاظتی مدار هر پله
- استفاده از فیوزهای HRC و یا کلید اتوماتیک محدود کنندهٔ جریان به‌عنوان وسیله حفاظتی
- حداقل ولتاژ نامی کارکرد خازن نباید از ۴۴۰ ولت کمتر باشد
- نحوه استفاده از خازن در مواقع استفاده از برق نرمال شبکه و یا استفاده از برق اضطراری

پیوست ۵– مبانی عمومی بانک خازن

پ ۵-۱ کلیات

به دلیل وجود بعضی از تجهیزات و دستگاه‌های الکتریکی در سیستم‌های تأسیسات برقی، مکانیکی و غیره در ساختمان مانند موتورهای الکتریکی، لامپ‌های تخلیه درگاز، بعضی از دستگاه‌های الکترونیکی و یا هر وسیله دیگری که عامل ایجاد جریان راکتیو در تأسیسات برقی می‌گردند، می‌توان از خازن (بانک خازن) جهت افزایش و اصلاح ضریب توان، کاهش جریان راکتیو شبکه و افزایش ظرفیت مدار و تجهیزات استفاده کرد

پ ۵-۱-۱ کاهش توان راکتیو باعث می‌گردد که مصرف‌کننده متحمل پرداخت هزینه‌های بیشتر مربوط به توان راکتیو و در نتیجه جریمه توان راکتیو بیش از مقدار تعیین شده آن نگردد.

پ ۵-۱-۲ ظرفیت بانک خازن بر اساس توان، مقدار ضریب توان اولیه و ضریب توان اصلاح شده آن محاسبه می‌گردد.

پ ۵-۱-۵ اصلاح ضریب توان در اثر وارد و یا خارج شدن پله‌های موجود در بانک خازن، توسط دستگاه رگولاتور بانک خازن انجام می‌گیرد.

پ ۵-۱-۶ جهت حفاظت بانک خازن و پله‌های آن در مقابل اتصال کوتاه باید از فیوزهای چاقویی (HRC) و یا کلیدهای خودکار اتوماتیک محدودکننده جریان استفاده گردد.

مدار تغذیه‌کننده بانک خازن به هنگام استفاده از مولد برق اضطراری از مدار خارج گردد.

سپاس فراوان

از توجه و حضور گرمتان