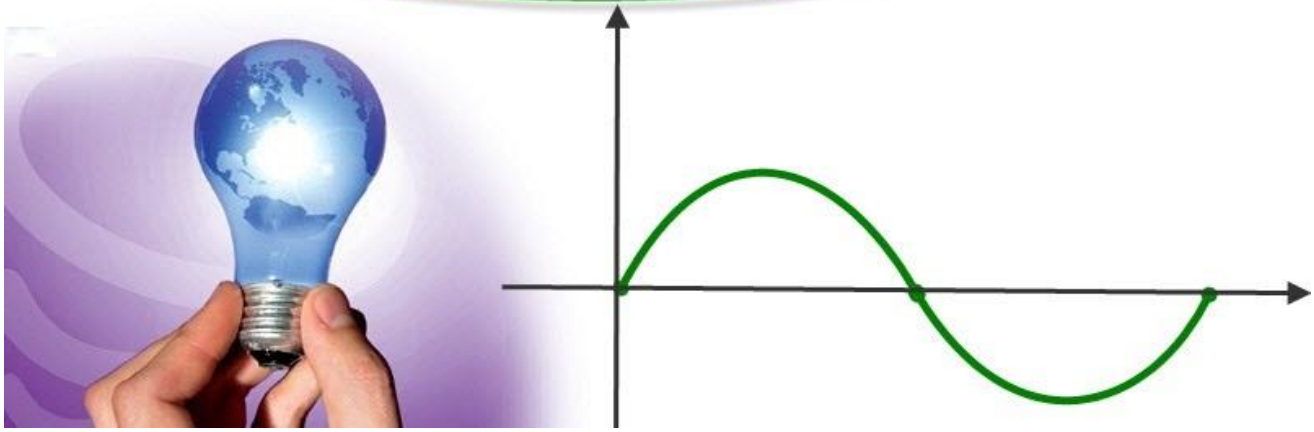
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

اتصال زمین الکتریکی و حفاظت (ارتینگ)

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.
(شماره پروژه = ۵۲۲)
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست

مقدمه ۶

بخش اول : ۷

زمین حفاظتی و الکتریکی ۷

زمین کردن الکتریکی ۱۱

تعیین مشخصات تأسیسات زمین حفاظتی ۱۲

طرح زمین الکتریکی ۲۱

ارتباط زمینهای مختلف ۲۳

بخش دوم : ۳۸

انواع میل های زمین ۳۸

اصطلاحاتی که درزمین کردن بکار می رود ۳۹

انواع مقاومتهای زمین ۴۱

ولتاژهای مختلف هنگام عبور جریان از میل زمین ۴۳

انواع میل ها ۴۴

بخش سوم : ۶۰

روشهای اندازه گیری پارامترهای زمین ۶۰

سنجش مقاومت گسترده زمین ۶۱

سنجش مقاومت مخصوص زمین ۶۵
محاسبه مقاومت الکترودها..... ۶۹
محاسبه مقاومت الکترود نیم کره..... ۶۹
محاسبه مقاومت مجموعه الکترودهای میله ای..... ۷۱
اندازه گیری مقاومت الکترود زمین ۷۳
بخش چهارم :..... ۷۷
اتصال زمین استاتیک..... ۷۷
صفر کردن ۷۸
شرایط صفر کردن ۷۹
شرط دوم صفر کردن ۸۷
شرط سوم صفر کردن ۹۲
قطع سیم صفر بین دو زمین ۹۳
قطع سیم صفر بعد از آخرین زمین ۹۴
قطع سیم صفر و تماس با سیم فاز ۹۶
بخش پنجم ۹۹
حفاظت تأسیسات در مقابل صاعقه..... ۹۹
صاعقه گیر ساده ۱۰۰
شعاع حفاظت میله ساده برقگیر..... ۱۰۱
صاعقه گیرالکترونیکی چگونه عمل می کند ۱۰۳
اصول عملکرد صاعقه گیر الکترونیکی ۱۰۵

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

انواع صاعقه گیر الکترونیکی ۱۰۸
مزیتهای انتخاب صاعقه گیر الکترونیکی ۱۰۸
محدوده حفاظت صاعقه گیر الکترونیکی ۱۰۹

WikiPower.ir

مقدمه

در تمام تأسیسات الکتریکی به خصوص تأسیسات فشار قوی، زمین کردن یکی از مهمترین و اساسی ترین اقداماتی است که برای رفاه و سلامتی واصولاً ادامه زند گی اشخاص که به نحوی با این تجهیزات در تماس هستند و حتی در خارج از پست در رفت و آمد می باشند باید با دقت هر چه تمام تر وبا توجه به قواعد قوانینی که بدین منظور تدوین شده اند انجام گیرد.

در تأسیسات برق دو نوع زمین کردن وجود دارد که یکی را زمین کردن حفاظتی ودیگری را زمین کردن الکتریکی می نامیم.

زمین از موادی تشکیل شده که غالباً هادی الکتریسیته هستند به خصوص در حا لتی که مرطوب باشند . بنابراین اگر شخصی که روی زمین قرار دارد با جسمی که نسبت به زمین دارای پتانسیل است تماس حاصل نماید به علت برقرار شدن جریان دچار برق گرفتگی خواهد شد.

در این پروژه سعی شده انواع روشهای زمین کردن و محاسبات آنها بطور مختصر ارائه گردد. جهت هرگونه اطلاع بیشتر می توان به استاندارد VDE , 141 مراجعه نمود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بخش اول :

زمین حفاظتی

و

الکتریکی

WikiPower.ir

زمین کردن حفاظتی :

زمین کردن

حفاظتی عبارت است از زمین کردن کلیه قطعات فلزی تأسیسات الکتریکی که در ارتباط مستقیم (فلز به فلز) با مدارالکتریکی قرار ندارند. این زمین کردن بخصوص برای حفاظت اشخاص در مقابل اختلاف سطح تماسی زیاد بکار برده می شود. بدین جهت در پستهای فشار قوی باید تمام قسمتهای فلزی که در نزدیکی و همسایگی با فشار قوی قرار گرفته اند و امکان تماس عمدی با آنها موجود است، به تأسیسات زمینی که برای این منظور احداث شده است (زمین حفاظتی) متصل و مرتبط گردند . این قسمت ها عبارتنداز : ستونها و پایه های فلزی ، درب ها و نرده های فلزی ، قسمت های فلزی در دسترس تمام دستگاه های اندازه گیری ، ایزولا تورها ، مقره های عبور ، به خصوص قسمت های فلزی که برای کار کردن با دستگاه باید آنها را لمس کرد و در دست گرفت مانند چرخ های فرمان انواع و اقسام تنظیم کننده ها و رگولا تورها ، دسته کلیدها و .... زیرا در این قسمت ها در اثرعبور جریان خیلی کم نیز عضلات دست به طوری منقبض می شود که باز کردن و رهایی پیدا کردن از آن غیر ممکن و محال به نظر می رسد و عاقبتی وخیم و اسفناک برای تماس گیرنده پیش خواهد آمد.

بدین منظور و برای جلوگیری از هرگونه حادثه ای باید زمین حفاظتی به نحوی تأسیس گردد که قسمتی از مسیر جریان که توسط تماس اعضای بدن انسان اتصالی می شود (دست و پا و یا دو دست و دو پا) دارای تفاوت پتانسیل یا افت ولتاژ زیاد نباشد. افت

ولتاژ بستگی به شدت جریان و مقاومت مسیر جریان دارد. شدت جریان اتصال زمین بیشتر بستگی به قدرت و نوع ارتباط شبکه با زمین دارد و در هر حال مقداری معلوم و ثابت و قابل محاسبه است و در ضمن غیر قابل پیشگیری، لذا برای کوچک نگه داشتن افت ولتاژ باید مقاومت مسیر جریان حتی المقدور کوچک نگه داشته شود.

بطورمثال اگر یک مقره عبور که در دیوار مرطوبی نصب شده است بشکند و سیم فشار قوی با دیوارتماس پیدا کند و جریان اتصال زمین دراین حالت 25 آمپر و مقاومت هر متر دیوار 10 اهم باشد، مابین دو نقطه از دیوار که انسان با آن تماس دارد (به اندازه فاصله دست و یا تقریباً 2 متر) اختلاف سطحی برابر با :

$$U = I \times R = 25 \times 2 \times 10 = 500 \ V$$

بوجود می آید که مسلماً برای انسان خطرناک است. ولی اگر پایه فلزی مقره که به دیوار محکم شده به وسیله یک سیم نسبتاً ضخیم به زمین وصل شود ، در موقع اتصال بدنه یا اتصال زمین، قسمت عمده جریان اتصالی از این سیم عبور خواهد کرد و کلیه قسمتهای دیوار، هم پتانسیل سیم درآن نقطه خواهد شد، لذا افت ولتاژ در امتداد دیوار ناچیز شده و برای انسان خطری ایجاد نخواهد کرد. عامل مؤثرخطربرای انسان یا هرموجود زنده دیگر جریان می باشد که البته وجود اختلاف سطح است که باعث عبور این جریان می گردد.

در فشار ضعیف جریانهای 0.1 تا 1 آمپر که از قلب میگذرد خطر جانی دارد.

آزمایشها و بررسی های مختلف نشان داده است که :

جریانهای تا 0.02 آمپر برای انسان قابل تحمل است.

جریانهای تا حدود 0.05 آمپرخطرناک وجریانهای از 0.1 آمپر به بالا خطر جانی دارد.

عبورجریان ازقلب باعث میشود که عمل منظم تپش قلب نامنظم شده ودررسیدن خون به مغز وقفه ای حاصل گردد، درنتیجه انسان پس ازچند ثانیه بیهوش می شود وپس از چند دقیقه جان خود را از دست می دهد.

برای نجات برق گرفته باید بلافاصله از تنفس مصنوعی کمک گرفته شود که بهترین نوع آن تنفس از راه دهان به دهان می باشد.

شدت جریان مهلک ومقاومت بدن انسانها متفاوت است. مقاومت بین اعضای مختلف بدن انسانها به طور متوسط به شرح زیر است :

دست و دست : تقریباً 4000 اهم دست و پا : تقریباً 4500 اهم

پا و پا : تقریباً 6500 اهم هردودست و پاها : تقریباً 1800 اهم

در ضمن بدن مرطوب و دستهای عرق کرده باعث کم شدن مقاومت و عبور جریان زیادتر می شود لذامی توان گفت که حتی اختلاف سطح 20 ولت نیزمحسوس واختلاف سطح 60 ولت ممکن است خطر جانی داشته باشد. البته اثر مرگبار جریان بستگی به فرکانس هم دارد و متأسفانه فرکانس صنعتی 50 هرتز خطرناکترین آنها می باشد. در فرکانسهای زیاد شدت جریانهای زیاد نمی توانند موجبات منقبض شدن اعضای بدن انسان را فراهم سازند به طوری که عبور جریان به شدت چندین آمپر با فرکانس خیلی زیاد نیز ممکن است برای انسان بی خطر باشد و به همین جهت است که در پزشکی از جریانهای با فرکانس زیاد برای درمان استفاده میشود.

در برق گرفتگی فشارقوی جریانهایی از 1 تا 100 آمپروبیشترممکن است از بدن انسان عبورکند بدون اینکه مستقیماً باعث از کار افتادن قلب شود. ولی درعوض این جریانهای شدید باعث خراب کردن وسوزاندن بافتهای بدن بخصوص تجزیه آب بدن می شود و به کلیه ها آسیب فراوان می رساند.

درضمن عبورجریان زیاد از بدن باعث سوزاندن محل ورود وزخم برداشتن عمیق درمحل خروج جریان میشود که ممکن است متعاقباً منجربه مرگ شود. درخا تمه بد نیست متذکر شویم که بعضی ازحیوانات بخصوص اسبها درمقابل جریانهای زمین حساستر و مستعد تر ازانسانها می باشند که شاید این مستعد بودن به علت بزرگتربودن فاصله قدم آنهاواختلاف سطح قدمی که آنها از زمین برمی دارند باشد.

WikiPower.ir

- زمین کردن الکتریکی

زمین کردن الکتریکی یعنی زمین کردن نقطه ای از دستگاههای الکتریکی وادوات برقی که جزئی از مدار الکتریکی باشند، مثل زمین کردن مرکز ستاره سیم پیچی ترانسفورماتور ویا ژنراتور ویا زمین کردن سیم وسط یا سیم مشترک دو ژنراتورجریان دائم سری شده.

زمین کردن الکتریکی دستگاهها بخاطر کار صحیح دستگاهها و جلوگیری از ازدیاد فشار الکتریکی فازهای سالم نسبت به زمین در موقع تماس یکی از فازها با زمین میباشد.

زمین کردن الکتریکی سه نوع است :

1- زمین کردن مستقیم : مثل وصل کردن مستقیم نقطه صفر ترانسفورماتور یا نقطه ای از سیم رابط بین دو ژنراتور جریان دائم به زمین.

2- زمین کردن غیرمستقیم : مانند اتصال نقطه صفر ژنراتور توسط یک مقاومت بزرگ به زمین یا اتصال نقطه صفر ستاره ترانسفورماتور توسط سلف بزرگ به زمین.

3- زمین کردن باز: دراین نوع زمین کردن نقطه صفر یا اصولاً هرنقطه ازشبکه الکتریکی که دارای پتانسیل نسبت به زمین است توسط یک فیوز فشارقوی (الکترود جرقه گیر) به زمین وصل می شود. تا موقعی که مدارفیوز بازاست یعنی درحالت کارعادی شبکه، ارتباط شبکه با زمین بازاست ولی درموقعی که ولتاژ زیادی شبکه را تهدید می کند، مدارفیوز به کمک جرقه بسته میشود و شبکه مستقیماً با زمین ارتباط برقرار میکند.

برق گیرهای فشارقوی از انواع این فیوزها میباشند و بدین جهت زمین کردن باردرحقیقت نوعی از زمین کردن الکتریکی در حالت کار عادی شبکه محسوب نمی شود.

از زمین کردن الکتریکی اغلب در موقعی که دستگاهها و شبکه برق رسانی بدون عیب نیز می باشد ، جریان عبور می کند در صورتی که از زمین حفاظتی فقط در موقع ارتباط فازها با زمین جریان عبور می کند.

- تعیین مشخصات تأسیسات زمین حفاظتی

درتعیین مشخصات وابعاد وطرح تأسیسات زمین حفاظتی دوشرط اصلی باید رعایت گردد:

1- اختلاف سطح میل از 125 ولت تجاوزنکند: اختلاف سطح میل همانطور که می دانیم بستگی به جریان اتصال زمین I_E دارد : $125 = R \times I_E$

درموقع محاسبه جریان اتصال زمین اگر پست فشارقوی دارای اختلاف سطح های مختلف 220 ولت، 20 کیلوولت، 60 کیلوولت وغیره باشد ودرتمام پست از یک تأسیسات زمین حفاظتی مشترک استفاده می شود، باید مقاومت زمین را برای بزرگترین جریان اتصال زمین محاسبه و طرح ریزی کرد.

درضمن باید مدت عبور جریان زمین محدود وکوتاه باشد تا از خشک شدن زمین اطراف میل زمین که باعث بالا رفتن مقاومت گسترده میل زمین می شود جلوگیری گردد.

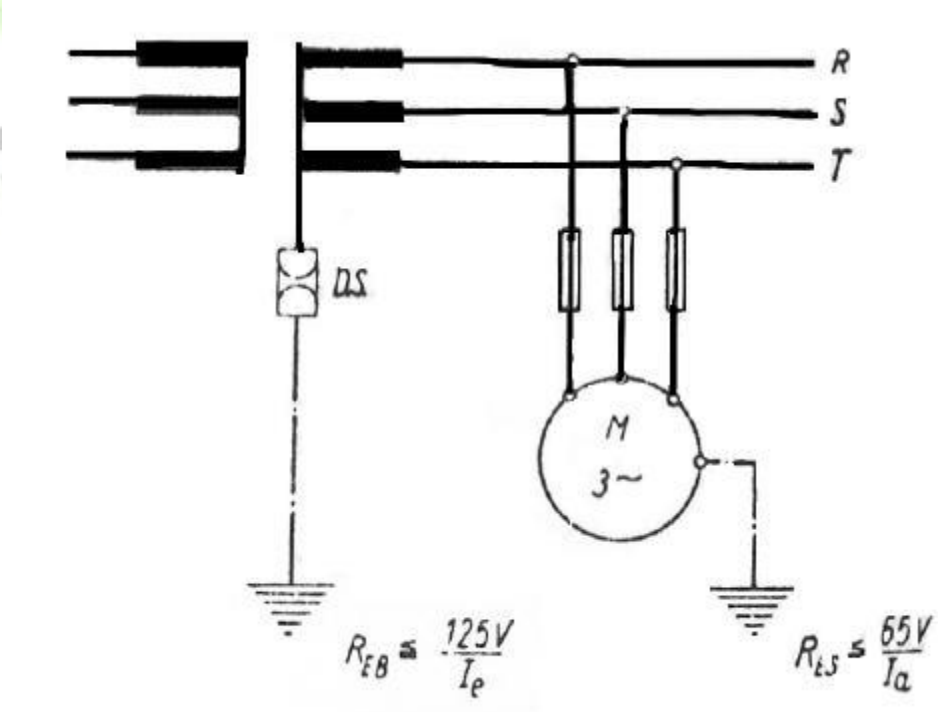
جدول زیر مدت عبور جریان اتصال زمین را در اختلاف سطح 125 ولت برای مقاومت مخصوصهای مختلف زمین نشان می دهد :

مقاومت مخصوص زمین (Ω.m)	مدت عبور جریان در دقیقه	
	میل عمقی لوله دو متری به قطر 2 اینچ (min)	میل سطحی به هر طولی به مقطع 2100 mm (min)
50	100	30
100	200	60
200	400	120

در صورتی که اختلاف سطح میل (E) عملاً غیراز125 ولت باشد می توان مدت مجاز عبور جریان اتصال زمین را متناسب با ضریب (125 / 2E) تغییر داد.

2- اختلاف سطح تماسی در خارج از محدوده پست فشار قوی از 65 ولت تجاوز نکند.

شکل 1-1 این دو شرط را بطور شماتیک نشان می دهد.



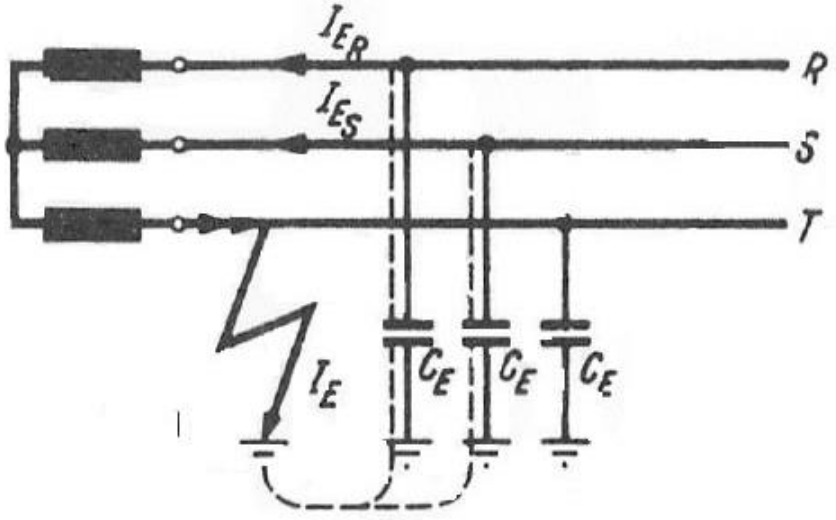
شکل 1-1

شرط دوم را می توان با قراردادن صحیح میل ها و نصب نرده ها در محل مناسب یا توسط هدایت کردن صحیح و تنظیم خطوط پتانسیل درزمین توسط میل فرمان به دست

آورد که متداولترین وساده ترین آن قراردادن یک میل فرمان فولادی به طور کمربندی دور تا دور تأسیسات و به فاصله یک متر ازآن ودرعمق نیم متری زمین می باشد. این میل فرمان رامی توان با تأسیسات زمین حفاظتی وحتی با نرده فلزی پیرامون تأسیسات متصل ومربوط نمود. جریانی که در موقع اتصال زمین شبکه ازتأسیسات زمین میگذرد درحالتهای مختلف وشرایط مختلف متفاوت است.

در موقع اتصال یک فاز(شکل 2-1) شبکه که فقط یکی از فازها مثلاً در اثر جرقه یکی از مقره ها با زمین تماس پیدا میکند جریان اتصال زمین برابراست با جریان کاپاسیتیو دو فاز سالم دیگر. لذا این جریان بستگی به ولتاژ Uph و کاپاسیته هر کیلومتر سیم Cb و طول سیم L برحسب کیلومتر دارد و برابر است با :

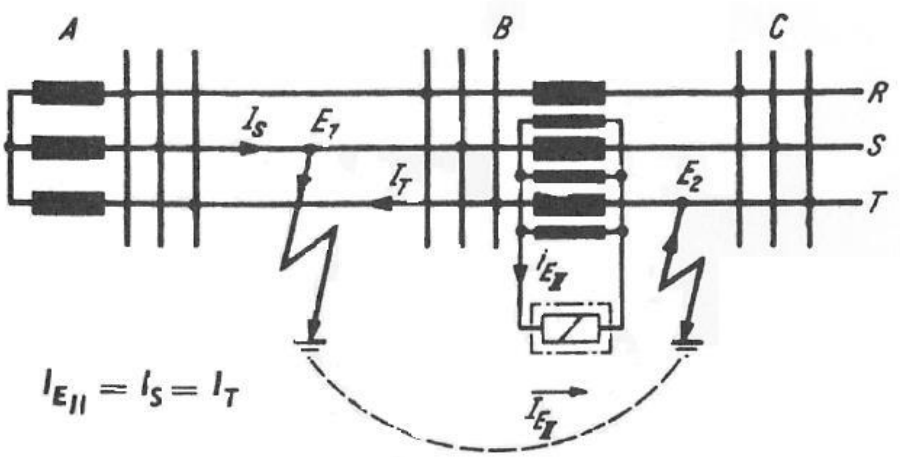
$$Ie=Ic=3Uph * W * Cb * \frac{L}{1000} \quad (A)$$



شکل 2-1

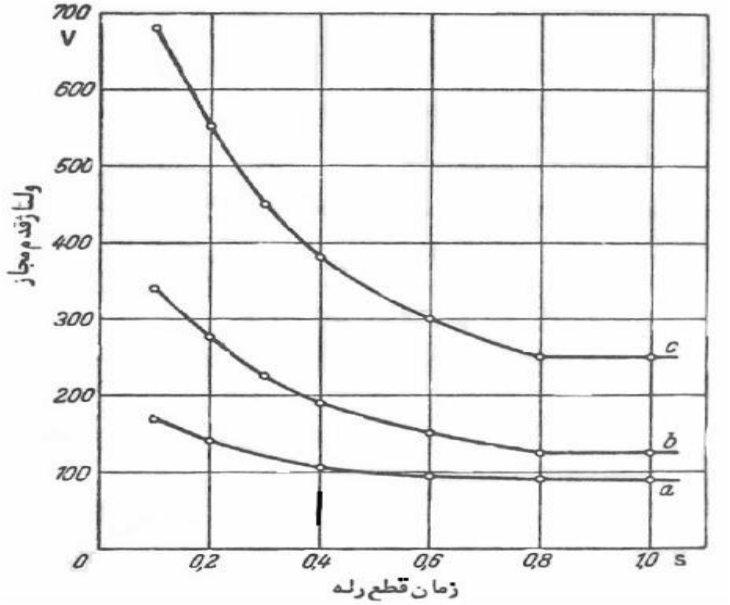
در صورتیکه در اتصال دوبل زمین (تماس دو فاز مختلف شبکه با زمین) و یا در اتصال

یک فاز شبکه با زمین در شبکه ای که نقطه ی ستاره ترانسفورماتور آن مستقیماً زمین شده است عملاً یک اتصال کوتاه در شبکه به وجود می آید. با این تفاوت که مقاومت زمین نیز در مسیر اتصال کوتاه قرار دارد.



شکل 1-3

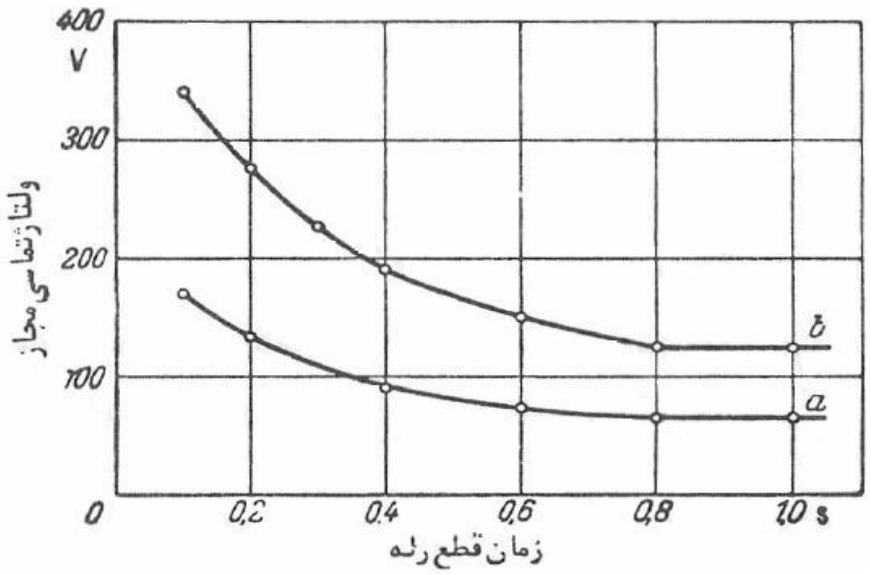
جریان اتصال زمین در این دو حالت خیلی زیاد است ، به خصوص اگر قدرت شبکه نیز زیاد باشد. ولی چون شبکه ها مسلماً دارای وسایل حفاظتی (رله جریان زیاد و غیره) در مقابل اتصال کوتاه می باشند ، لازم نیست که حتماً تأ سیسات زمین بر مبنای چنین جریان شدیدی محاسبه و اجرا گردد. در تأسیساتی که مرکز ستاره آن مستقیماً و یا توسط مقاومت محدود کننده جریان زمین شده است ، اختلاف سطح قدم می تواند متناسب با زمان قطع رله حفاظتی از125 ولت تجاوز نکند. شکل 1-4 اختلاف سطح قدم مجاز را متناسب با زمان قطع رله نشان می دهد.



شکل 1-4

در این شکل : منحنی a مربوط به فشار قدم در محوطه خارج از پست که به خیابانهای اصلی و پر رفت و آمد شهر منتهی می شود می باشد. منحنی b مربوط به فشار قدم در محوطه خارج از تأسیسات پست خارجی (پشت نرده ها) اما در داخل محوطه متعلق به تأسیسات محوطه سازی و باغ و چمن و خیابانهای داخل محوطه نیروگاه و غیره می باشد. منحنی c مربوط به محوطه داخلی پست خارجی است در صورتیکه برای داخل شدن به آن از کفش پلاستیکی مخصوص استفاده شود.

شکل 1-5 اختلاف سطح تماس مجاز در چنین تأسیساتی را متناسب با زمان قطع رله نشان می دهد. در این شکل منحنی a مربوط به خارج تأسیسات و منحنی b مربوط به داخل تأسیسات است.



شکل 1-5

در شبکه هایی که جریان اتصال زمین از چند صد آمپر تجاوز می کند ، با در نظر گرفتن رابطه $R = 125 / I_E$ مقاومت زمین باید مقادیری در حدود 0.3 تا 3 اهم پیدا کند ، لذا به خصوص در چنین مواقعی و یا در حالتی که به علت نا مساعد بودن جنس زمین و یا زیاد بودن مقاومت مخصوص زمین و یا به هر دلیل تکنیکی دیگر نمی توان به آسانی و با صرف هزینه مناسب و متعارفی مقاومت گسترده لازم و مطلوب را برای عملی ساختن دو شرط فوق به دست آورد. برای جلوگیری از اختلاف سطح تماس و قدم زیاد از روشهای زیراستفاده می شود :

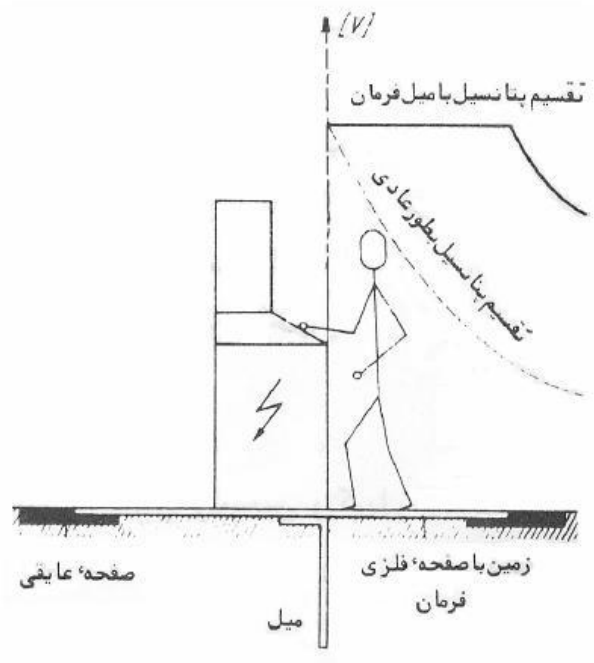
1- جلوگیری از اختلاف سطح تماس و قدم در داخل محوطه تأسیسات فشارقوی :

الف) جایگاه متصدیان ، جهت تنظیم و فرمان و مراقبت که منجر به تماس برقرار کردن و لمس کردن تابلوهای فلزی می شود (زمین جلوی تابلو) باید برای دو

برابر اختلاف سطح میل زمین عایق شود و در ضمن تمام تابلوها و قطعات فلزی که زمین شده اند به یکدیگر متصل شوند تا دو قطعه فلزی مجاور نسبت به هم اختلاف پتانسیل پیدا نکنند.

ب) کلیه قسمتهای تابلو که در موقع تنظیم و فرمان به وسیله انسان لمس می شود یا در دست گرفته می شود ، مثل چرخ و دسته تنظیم کننده های ولتاژ تعداد دور یا رئوستاها و دسته کلیدها و امثال آن نسبت به زمین عایق شوند و در روی تابلویی از مرمر، چوب ، فیبر و غیره نصب شوند. البته این موضوع می تواند فقط در تأسیسات کوچک با فشار کم قابل اجرا باشد.

ج) جایگاه متصدیان جلوی تابلو با کف پوش فلزی مفروش شود ، به طوریکه با تابلوها وقطعات فلزی مجاورآن در چند نقطه مرتبط باشند. در نتیجه اختلاف سطح تماس از بین می رود و برای برطرف کردن خطر ولتاژ قدم ، دور تا دور آن حداقل به عرض 1.25 متر با کف پوش عایقی (فرش لاستیکی) مفروش شود (شکل 6-1). در تأسیسات خارجی زمین را با موادی با قابلیت هدایت خیلی کم مثل سنگهای آتش فشانی و یا مصالح ساختمانی دیگر که دارای مقاومت بسیار می باشد و رطوبت را در خود جذب نمی کنند مفروش می کنند.



شکل 6-1

د) کف سالن پست فشار قوی با مفتولهای فلزی پوشانده شود (بتن آرمه) و مفتولهای فلزی داخل بتن با تأسیسات زمین وصل گردد.این مفتولهای فلزی باعث می شوند که ولتاژ تماس و یا ولتاژ قدم به طور قابل ملاحظه ای کوچک شود. در صورتیکه کف ساختمان پست قبلاً آماده شده باشد و فاقد بتن آرمه باشد می توان از تسمه فولادی که دور تا دور ساختمان به دیوار و تقریباً در سطح زمین کشیده و به تأسیسات زمین وصل می شود استفاده کرد. این تسمه فولادی سبب می شود که با میله هایی از فولاد که جهت نگهداشتن آن در فواصل یک متری به دیوار کوبیده می شود ، پتانسیل تأسیسات زمین را حداقل در داخل ساختمان به طور یکنواخت تقسیم کند و از افت پتانسیل زیاد جلوگیری گردد.

ز) در پست های فشار قوی خارجی می توان با قرار دادن مفتولهای فولادی و یا توری فلزی در کف زمین اطراف نزدیک ترانسفورماتورها و تابلوها و قطعات فلزی دیگر از به وجود آمدن اختلاف سطح تماس و قدم بیشتر از 125 ولت جلوگیری کرد.

2- جلوگیری از اختلاف سطح تماس و قدم در خارج محوطه تأسیسات فشار قوی :

در صورتیکه در خارج از محوطه تأسیسات فشار قوی و یا در پشت نرده هایی که به منظور محصور کردن پست کشیده شده، اختلاف سطح تماس از 65 ولت و اختلاف سطح قدم از 90 ولت تجاوز کند ، باید برای جلوگیری از خطرات احتمالی آن یکی از روشهای زیر بکار گرفته شود :

1-نرده ها را دور از تأسیسات کشیده تا محوطه با فشار قدم غیر مجاز در داخل تأسیسات قرار گیرد.

2- در تأسیسات زمین از میل فرمان پتانسیل استفاده کرد.

3- زمین اطراف پست فشار قوی را از زمین داخل پست جدا کرد.

طرح زمین الکتریکی :

زمین الکتریکی مربوط به قسمتی از تأسیسات است که متعلق به مدار الکتریکی است مثل زمین کردن نقطه صفر ستاره ترانسفورماتور، زمین کردن سلف زمین، زمین کردن نقطه صفر ژنراتوربه کمک مقاومت ویا بدون مقاومت و زمین کردن

یکطرف سیم پیچی زکوندرترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ و غیره.

در موقع محاسبه تأسیسات زمین الکتریکی باید شرایط زیر در نظر گرفته شود :

1- ماکزیمم جریانی که در موقع اتصال زمین شبکه از آن می گذرد مبنا قرار داده شود. این جریان در شبکه ای که نقطه صفر ستاره آن مستقیماً زمین شده است برابر است با جریان اتصال زمین شبکه و در صورتیکه نقطه صفر ستاره آن توسط مقاومت محدود کننده جریان، زمین شده باشد، جریان زمین برابر است با جریانی که ازسلف زمین می گذرد. جریان سلف زمین در یک پیچکی که خوب و متناسب با جریان کاپاسیتیو زمین شبکه سنجیده ومحاسبه شده باشد برابراست با جریان کاپاسیتیو اتصال زمین شبکه.

2- در شبکه وتأسیساتی که دارای ولتاژهای مختلف میباشند ولی اززمین مشترک الکتریکی استفاده می شود ، زمین برای شبکه ای که جریان نقطه ستاره آن ماکزیمم از بقیه بزرگتر است محاسبه می شود.

در صورتیکه تأسیسات زمین الکتریکی در موقع اتصال زمین شدن شبکه ، ولتاژ زمین بزرگتر از125 ولت شود، باید سیم های رابط به زمین الکتریکی را عایق و در مقابل تماس سهوی و عمدی محافظت کرد.

درهر صورت باید تأسیسات زمین طوری محاسبه و طرح شوند که به هیچ وجه باعث به مخاطره انداختن اشخاص نشود. بدین جهت یا باید قسمتهایی که ولتاژ زیاد می گیرند محدود و محصور کرد و یا اینکه از بوجود آمدن ولتاژ قدم بیش از

60 ولت با استفاده از میل فرمان و وسایل دیگر جلوگیری شود.

همانطور که گفته شد تأسیسات زمین الکتریکی را باید طوری ساخت که اختلاف سطح میل یا زمین کننده از 125 ولت تجاوز نکند. این اصل البته در صورتی امکان پذیر است که جریانی که از نقطه صفر ستاره بر روی تأسیسات میل زمین عبور می کند از حدود 100 آمپر بیشتر نشود. این موضوع فقط در موقع زمین کردن نقطه ستاره ژنراتور مراعات می شود ، آنهم به خاطر اینکه جریان زیاد اتصال بدنه ، باعث سوزاندن آهن دندانه های استاتور می گردد ولی جریانهای اتصال زمین در شبکه کمپانزه شده ممکن است گاهی از 100 آمپر نیز تجاوز کند و جریان اتصال زمین در شبکه هایی که نقطه صفر ستاره آن مستقیماً زمین شده همیشه از 100 آمپر بیشتر است زیرا در حقیقت چنین اتصالی تشکیل یک اتصال کوتاه یک قطبه را می دهد و متناسب با شدت جریان و مقاومت زمین ، اختلاف سطح میل زمین ممکن است از چندین صد ولت و حتی چند هزار ولت هم تجاوز کند. این اختلاف سطح زیاد البته مدت زیادی پا بر جا نمی ماند زیرا حتماً رله جریان زیاد شبکه ، جریان اتصال یک قطبه را در زمانی کوتاهتر از یک ثانیه قطع خواهد کرد.

ارتباط زمینهای مختلف :

در موقع طرح پروژه تأسیسات فشار قوی اغلب این سئوال پیش می آید که چرا باید دو

زمین مجزا درست کرد؟ در چه حالت میتوان تأسیسات زمینهای مختلف را بهم وصل کرد و در چه موقع باید تأسیسات زمین الکتریکی از زمین حفاظتی کاملاً جدا باشد؟

در یک پست فشار قوی که دارای شبکه فشار ضعیف نیز است چند نوع زمین لازم است؟

زمین حفاظتی فشار قوی- زمین حفاظتی فشار ضعیف- زمین الکتریکی فشار قوی- زمین الکتریکی فشار ضعیف.

آیا حقیقتاً چهار نوع زمین مجزا لازم است یا میتوان فقط یک زمین درست کرد و تمام قسمتهایی که باید زمین شوند را به آن وصل کرد؟

به این سئوالها می توان اینطور پاسخ داد :

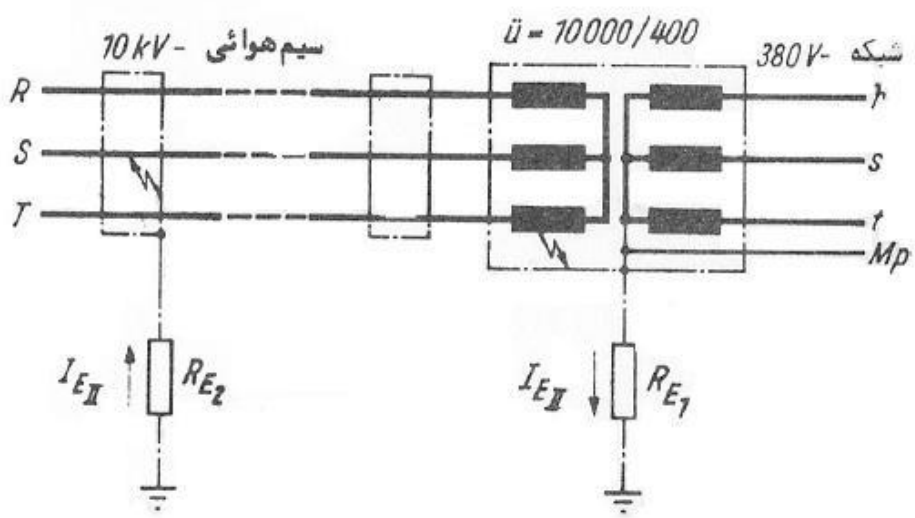
اگر وصل کردن زمینهای مختلف موجب پیش آمدن خطراتی میشود که احتمالاً در موقع جدا کردن آنها وجود ندارد، بهتر است زمینها از هم جدا باشند. در غیر اینصورت دلیلی برای جدا کردن آنها وجود ندارد. زیرا در هر حال زمین کردن بخاطر حفاظت اشخاص و درست کار کردن دستگاههای الکتریکی است.

VDE ماکزیمم اختلاف سطح تماسی دراز مدت را در تأسیسات با اختلاف سطح زیاد 125 ولت و در تأسیسات با فشار کم 65 ولت تعیین کرده است.

شاید علت انتخاب دو ولتاژ مختلف به خاطر این باشد که اشخاصی که در تأسیسات فشار قوی کار می کنند به خطرات برق آشنایی کامل دارند و یا باید داشته باشند ، در صورتیکه مردمی که با اختلاف سطح کم کار می کنند ممکن است فاقد تخصص کافی باشند. در ضمن اینکه شرایط کار نیز برای آنها متفاوت است. به همین جهت است که VDE در شبکه فشار

ضعیف مشروط براینکه شبکه ازنیروگاه خارج نشودوبه مصرف عمومی نرسد ولتاژ تماسی 125 ولت را نیز مجاز دانسته است.

بطور مثال فرض می کنیم که در یک پست ترانسفورماتور10KV / 400V زمین حفاظتی تأسیسات فشار قوی با زمین الکتریکی طرف فشار ضعیف مشترک باشد (شکل 1-7)



شکل 1-7

در ضمن فرض می کنیم که این پست توسط سیمهای هوایی تغذیه شود و مقاومت گسترده زمین هر یک از دکلها ($R_{E2} = 3\Omega$) و مقاومت میل زمین در پست ($R_{E1} = 2\Omega$) باشد. حال اگر با این مشخصات در طرف فشار قوی این شبکه یک اتصال زمین دوبل پیش آید، به طوری که یکی از اتصالی ها در فاز T و در داخل پست و دیگری در شبکه سیم هوایی در اثر جرقه سیم S از راه مقره به دکل باشد، جریان اتصال زمین در صورتیکه مقاومت سیم میان این دو اتصالی فقط 0.5 اهم باشد برابر است با :

$$I_{E11} = U / (R_{E1} + R_{E2} + R_{EL}) = 10000 / (2 + 3 + 0.5) = 1820 \text{ A}$$

در این محاسبه از مقاومت سلفی خط صرف نظر شده است.

در نتیجه اختلاف سطح میل ها برابر می شود با :

$$U_{E1} = R_{E1} \times I_{E11} = 2 \times 1820 = 3640 \text{ V}$$

$$U_{E2} = R_{E2} \times I_{E11} = 3 \times 1820 = 5460 \text{ V}$$

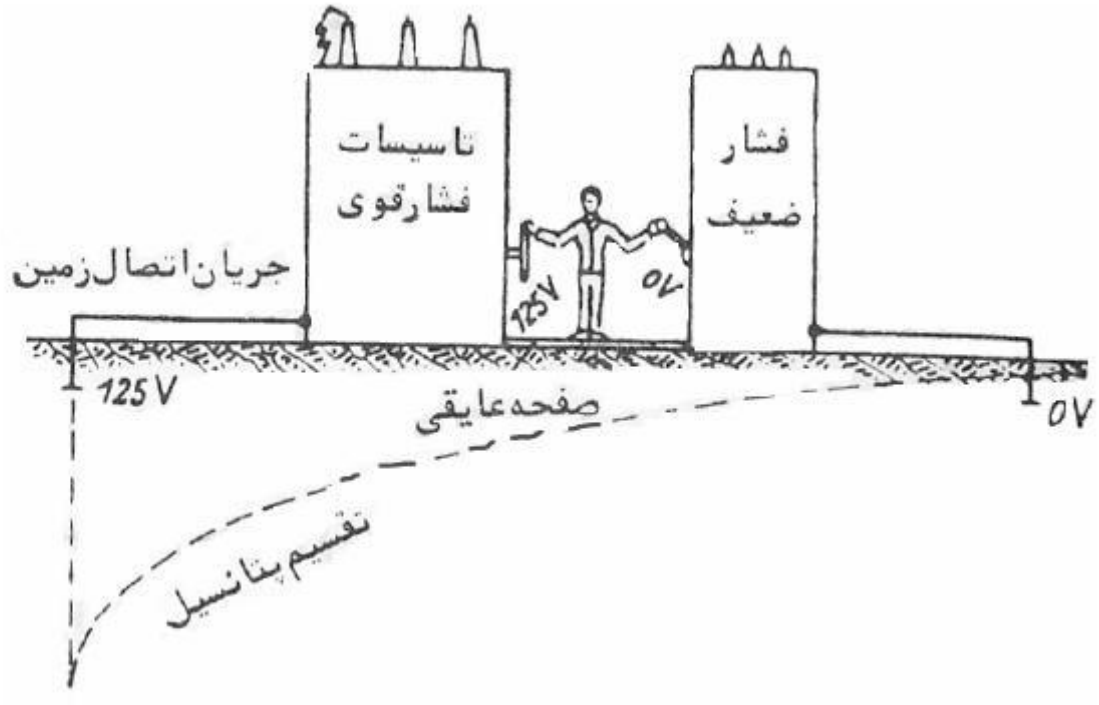
این مثال نشان می دهد که در موقع اتصال دوبل زمین در طرف فشار قوی چه اختلاف سطح بزرگی(3640 ولت)البته کوتاه مدت به سیم صفرطرف فشار ضعیف شبکه تحمیل میشود. این ولتاژ بخاطرعبور جریان زیاد و قطع رله بطور خودکار و سریع قطع می شود ولی چون مقاومت عایقی شبکه فشار ضعیف نمی تواند این فشار را تحمل کند ازدیاد فشار سیم صفر ممکن است باعث اتصالی و آتش سوزی و خطراتی دیگر در طرف فشار ضعیف شود. لذا برای ارتباط زمینهای مختلف شرایطی در نظر گرفته شده است که ما ذیلاً به شرح آنها می پردازیم.

مقدمتاً باید توضیح داده شود که در زیر نیروگاه و تبدیلگاه و پست فشار قوی را مراکز نیرو و تأسیسات یک کیلو ولت به بالا را فشار زیاد و تأسیسات یک کیلو ولت به پایین را فشار کم نامیده ایم.

الف) زمین کردن در مراکز نیرو که انرژی را فقط با فشار زیاد انتقال میدهند و شبکه فشار کم آن فقط برای مصرف داخلی خود نیروگاه است:

1- زمین حفاظتی تأسیسات فشار زیاد و فشار کم بهتر است به هم وصل شوند.

درتبدیلگاهها و پستهای ترانسفورماتور داخلی و کلید خانه ها واتاق فرمان و غیره اغلب تابلوهای فشار زیاد و فشار کم در کنارهم قرار می گیرند وتماس با آنها در آن واحد توسط اشخاص و متصدیان مربوطه اجتناب نا پذیر است(شکل 8-1). اگر چنین تأسیساتی دارای دو زمین کاملاً مجزا از یکدیگر باشند و این تماس دو جانبه در لحظه ای باشد که یکی از دو تأسیسات اتصال بدنه پیدا کرده است جریان خطرناکی از بدن انسان عبور می کند ، به خصوص اگر دست تماس گیرنده مرطوب و تمامی اختلاف سطح 125 ولت در عبور جریان مؤثر باشد. در صورتی که ارتباط دوزمین حفاظتی از این خطر مسلم به طور کاملاً مطمئن جلوگیری می کند.



شکل 8-1

البته در صورتیکه در مثال فوق تابلوهای مربوط به فشار زیاد و فشار کم طوری قرارگیرند که امکان تماس در آن واحد با هردوی آنها وجود نداشته باشد ، جدا بودن زمین حفاظتی نیز باعث بروز خطری نخواهد شد.

بطور مثال اگر تابلوی تأسیسات 220 / 380 ولت در محلی قرار گیرد که در دسترس تابلوی 20 kv نباشد می توان حتی از روش صفر کردن نیز برای حفاظت اشخاص استفاده کرد. البته باید سعی شود که هیچ ارتباط ناخواسته و ندانسته ای بین آنها توسط خرپاها و ستونهای فلزی ساختمان و یا فنداسیون و اسکلت فلزی ساختمان و یا وسایل دیگر موجود در ساختمان به وجود نیاید و به طور کلی یک جدایی مطلق بین سیم صفر و زمین حفاظتی تأسیسات 20 kv برقرار باشد.

2- زمین حفاظتی تأسیسات فشار زیاد می تواند به زمین الکتریکی تأسیسات فشارکم متصل شود و یک واحد را تشکیل دهد به شرطی که تأسیسات فشار کم فقط مصرف داخلی راتأمین کند. این موضوع شامل شبکه 220 / 380 ولت مصرف روشنایی محوطه و مصارف الکتریکی ساختمانها و دفاتر و کلیه تأسیسات داخل محوطه نیروگاه وتبدیلگاه نیز می شود.

اصولاً در تمام تأسیسات فشار قوی اعم از نیروگاه و تبدیلگاه که فقط به منظور تأمین مصرف داخلی وروشنایی خود ازشبکه فشار کم استفاده می کنند ،جدا کردن زمین الکتریکی (زمین سیم صفر) از زمین حفاظتی طرف فشار قوی آنچنان مفهوم و معنایی که درپستهای فشار زیاد تغذیه شهری دارد نخواهد داشت. زیرا وجود پایه های فلزی ، لوله های آبرسانی

و اسکلت فلزی و اصولاً این همه آهن که در ساختمان و دکلها و غیره در محوطه نیروگاه یا تبدیلگاه به کار برده شده همه حکم میل فرمان پتانسیل را برای یک زمین مشترک دارند و باعث می شوند که تقسیم پتانسیل در محوطه به طور یکنواخت انجام گیرد. لذا بهتراست برای همه تأسیساتی که در داخل محدوده نیروگاه یا تبدیلگاه هستند و ارتباط آنها در ولتاژ زیر یک کیلو ولت با شبکه شهری قطع است فقط از یک زمین که همان زمین اصلی پست است استفاده شود. زیرا وقتی شبکه فشار قوی ، اتصال زمین پیدا کند در هر حال اختلاف

سطح میل بالا می رود. با این تفاوت که در زمین مشترک و به هم پیوسته اختلاف پتانسیل خطرناک به وجود نمی آید و به هیچ وجه باعث ایجاد فشار قدم و یا فشار تماس غیر مجاز در داخل محوطه نمی شود. به همین جهت در خیلی از نیروگاههای قدیمی حتی سلف زمین به زمین حفاظتی نیروگاه متصل است ، بدون اینکه تا به حال باعث ایجاد خطر یا تصادف ناگواری شده باشد.

3- زمین الکتریکی پیچک زمین و یا هر مقاومت دیگری را که به مرکز ستاره وصل است می توان به زمین حفاظتی تأسیسات وصل کرد ، مشروط بر اینکه ولتاژ میل زمین درموقع اتصال زمین شبکه و عبور جریان از پیچک از 125 ولت تجاوز نکند.

شرط 125 ولت برای ولتاژمیل زمین دراین حالت استثنایی لازم است ،زیرا وقتی نقطه صفر شبکه با مقاومت یا با پیچک محدود کننده جریان به زمین وصل است هراتصال زمینی مدتها ادامه پیدا می کند وزمان عبور جریان از زمین طولانی می شود. اما چون همانطور که گفته

شد درتأسیسات و نیروگاههای بزرگ که دارای پست فشار قوی می باشند تقسیم پتانسیل در سطح محوطه و حتی در اطراف نزدیک خارج از محوطه کوچک است.اگراختلاف سطح میل از 125 ولت تجاوز نکند نمی تواند اختلاف سطح قدمی و تماسی غیر مجازی در هیچ یک از نقاط داخل محدوده نیروگاه یا پست فشار قوی و تبدیلگاه به وجود آید.

4- زمین الکتریکی تأسیسات فشار زیاد را نمی توان با زمین الکتریکی تأسیسات فشار کم به هم وصل کرد ، مگر اینکه شرایط 2 و3 منظور شده باشد.

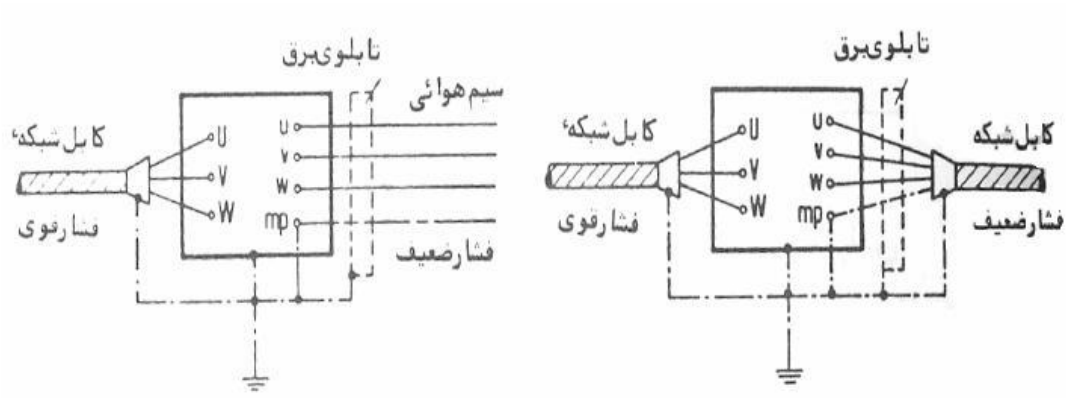
در مراکز نیرو که شبکه فشار کم آن فقط به منظور داخلی به کار برده می شود همانطور که دربالا به آن اشاره شد می توان زمین الکتریکی یعنی زمین مربوط به سیم صفررابدون هیچ قید و شرطی به زمین حفاظتی وصل کرد زیرادرهر حال زمین الکتیکی هم برای ولتاژ 125 ولت محاسبه و طرح می شود.لذا واضح است که اگراتصال زمین الکتریکی فشار کم بازمین الکتریکی فشار زیاد نیز باعث نشود که اختلاف سطح میل از 125 ولت تجاوز نکند ارتباط این دو نیز بلامانع و بدون خطر است. در نتیجه می توان گفت که اصولاً در تمام نیروگاهها و تبدیلگاهها و تأسیسات فشار قوی و مراکز نیرو که سیم شبکه فشار کم آن (از یک کیلو ولت به پایین) ازمحوطه و محدوده خود خارج نمی شود فقط یک زمین مشترک وجوددارد.

ب) زمین کردن نیروگاه و یا تبدیلگاه کوچک با تأسیسات مصرف داخلی و مصارف شهری کمتر از یک کیلو ولت :

همانطور که گفته شد دو نوع زمین (زمین حفاظتی و زمین الکتریکی) در تأسیسات الکتریکی وجود دارد.

در تأسیسات و پستهای ترانسفورماتورهای توزیع برق با ولتاژکمتر از یک کیلو ولت که در اینجا ولتاژ کم نامیده می شود و بر حسب نوع خطوط خروجی طرف فشار ضعیف (کابل ویا سیم هوایی) از یک زمین مشترک و یا دو زمین مجزا استفاده کرد.

1- اگر طرف فشار قوی ترانسفورماتور به یک شبکه کابلی نسبتاً گسترده ای متصل باشد و غلاف فلزی کابل فشار قوی دارای ضریب هدایت الکتریکی نسبتاً زیادباشد (غلاف سربی یا آلومینیومی) واین غلاف مستقیماً با زمین درتماس باشد ، به عبارت دیگر در صورتیکه کابل فاقد پوشش خارجی از عایق PVC ، قیروگونی و یا هر نوع دیگری باشد می توان در این پست از یک زمین مشترک استفاده کرد و قسمتهای مختلف تأسیسات را که باید زمین شود ، اعم از سرکابلها و بدنه ترانسفورماتور و تابلوها و سیم صفر به همین یک زمین وصل کرد (شکل 9-1).

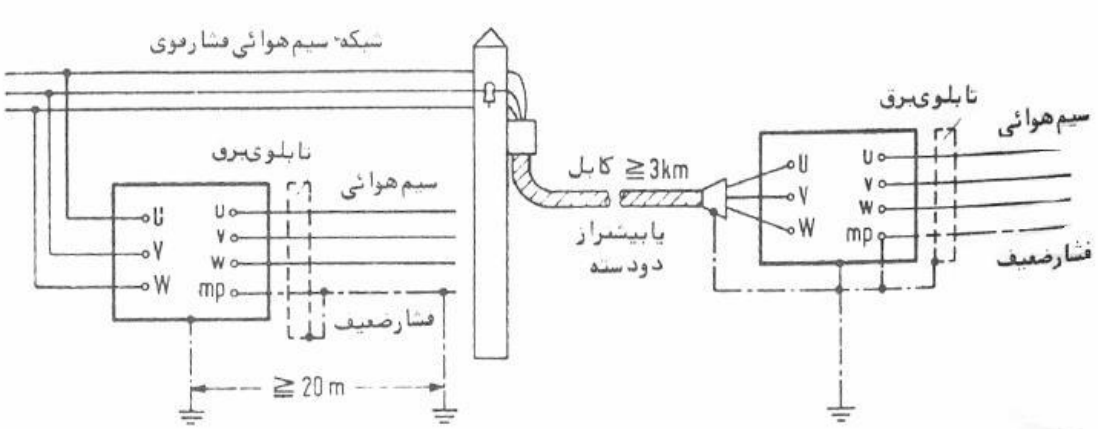


شکل 9-1

2- اگر شبکه فشار قوی از کابل و سیم هوایی تشکیل شده باشد ،به طوری که تمام کابلهای طرف فشار قوی مربوط به پست ترانسفورماتور فاقد روکش خارجی ازعایق باشد و غلاف

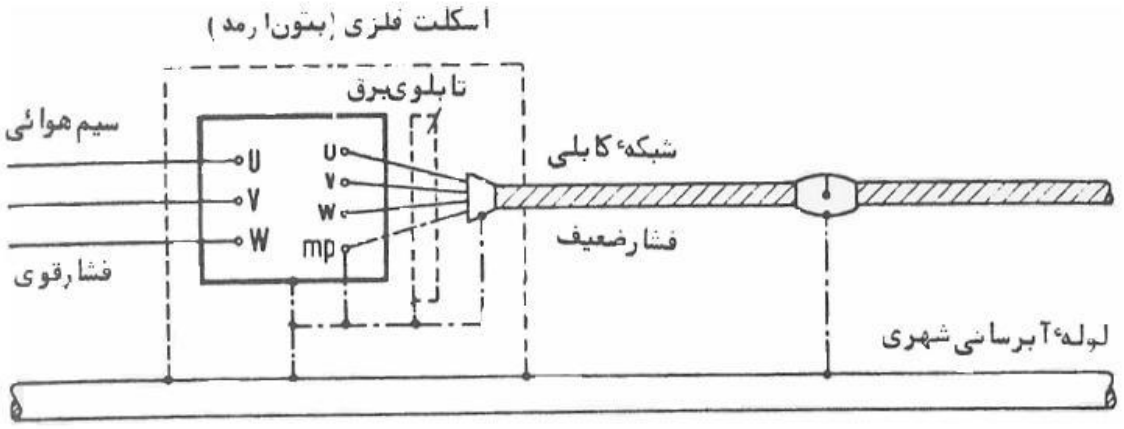
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فلزی آن که پوسته خارجی کابل را تشکیل می دهد نیز دارای هدایت الکتریکی خوب باشد میتوان از یک زمین مشترک جهت حفاظت تأسیسات استفاده کرد. به شرط آنکه حداقل دو رشته کابل از سیم هوایی منشعب شده باشد و طول کل کابلها از 3 کیلومتر کمتر نباشد. (شکل 1-10)



شکل 1-10

3- اگر طرف فشار ضعیف ترانسفورماتور به یک شبکه کابلی گسترده و بزرگی متصل باشد و تمام کابلها نیز دارای غلاف فلزی (آلومینیومی و سربی) بدون روپوش عایق باشد و یا اینکه اصولاً در چنین پستی مجزا کردن زمین حفاظتی و الکتریکی عملاً ممکن و مقدور نباشد. مثل کیوسک های ترانسفورماتور محلی ، پست های ترانسفورماتور که در داخل ساختمان هایی از بتن آرمه قرار داشته باشند و یا در صورتیکه ساختمان پست از اسکلت فلزی تشکیل شده باشد و یا لوله های آبرسانی شهری و غیره از نزدیک پست عبور کرده باشد (شکل 1-11).

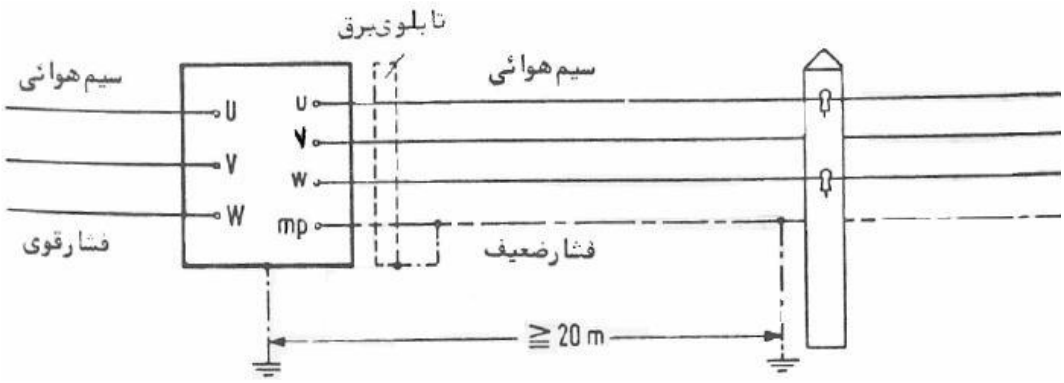


شکل 11-1

در چنین پستی بهتر است از یک زمین مشترک استفاده شود. البته باید در این حالت زمین حفاظتی طوری محاسبه شود که اختلاف سطح میل زمین که دراثر عبور جریان اتصال زمین به وجود می آید از 65 ولت تجاوز نکند.

در چنین وضعیتی بهتر است برای کوچک کردن پتانسیل میل زمین قطعات فلزی داخل و حوالی ساختمان (لوله های آب و قطعات فلزی ساختمان و اسکلت فلزی و غیره) به میل زمین متصل و مرتبط گردد (شکل 11-1).

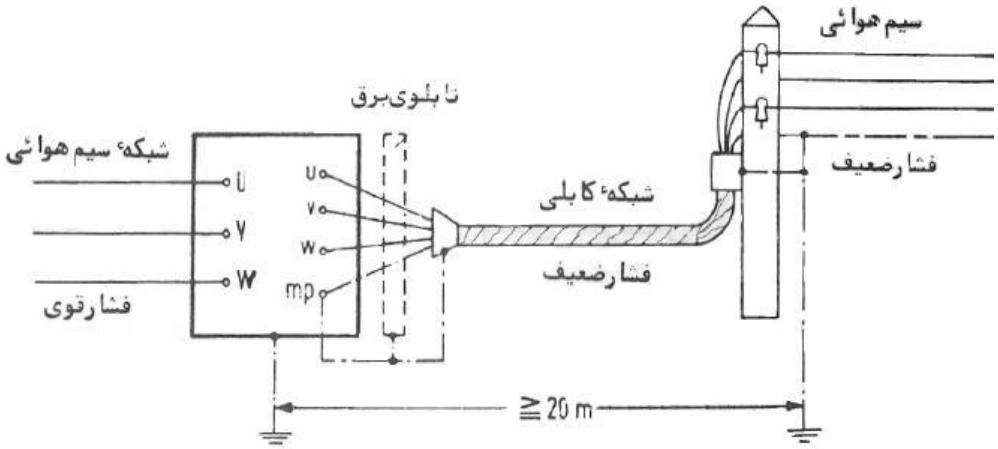
در تمام حالات دیگر پست ، باید زمین الکتریکی طرف فشار ضعیف و زمین حفاظتی طرف فشارقوی به طورمجزاتأسیس گردد وفاصله بین دوزمین از20 مترکمترنباشد(شکل12-1)



شکل 1-12

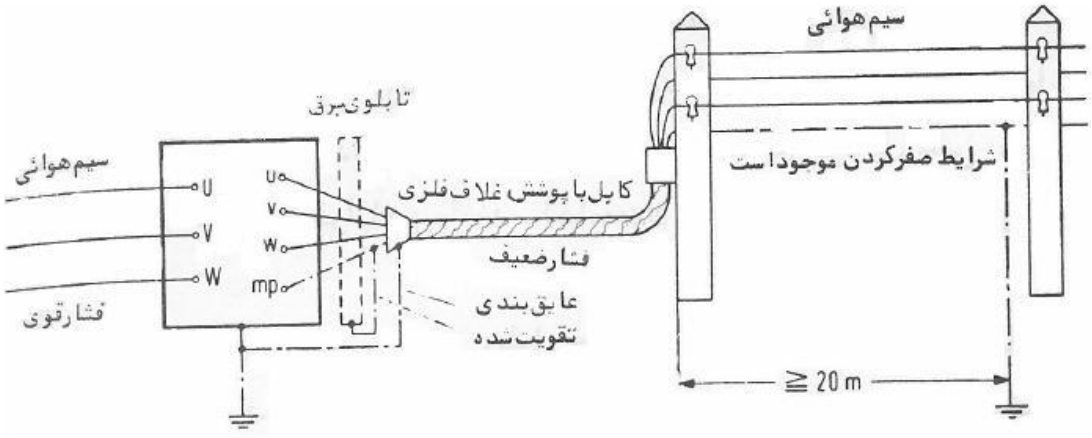
در موقع تأسیس دو زمین مجزا باید به هر ترتیب از اثر متقابل زمینها بر یکدیگر جلوگیری کرد.مثلاً اگرسیم هوایی توزیع برق درطرف فشارضعیف توسط کابل به پست ترانسفورماتور متصل است (پستهای محلی متداول درایران) باید سعی کرد که دراثرکابل کشی این دوزمین با هم مخلوط نشوندو به طور مجزا باقی بمانند. لذا معمولاً در این گونه مواقع از دو روش ساده زیر استفاده می شود :

1- استفاده از کابل با روپوش عایقی بطول 20 مترازمحل ترانسفورماتور و یا درصورتیکه کابل دارای غلاف فلزی خارجی است، کابل بطول حداقل 20 متر از داخل لوله عایقی (لوله سفالی لعابدار) گذرانده می شود. در این حالت نقطه صفر ترانسفورماتور و بدنه تابلوهای برق به سر کابل داخل پست ترانسفورماتور وصل می شوند و سر کابل انتهای کابل در اولین دکل سیم هوایی که به فاصله حداقل 20 متر از پست قرار دارد به زمین الکتریکی متصل می گردد (شکل 1-13).



شکل 1-13

2- در صورتیکه روکش کابل طرف فشار ضعیف فلزی باشد، باید سرکابل و غلاف فلزی کابل را جزئی از زمین حفاظتی دانست و به زمین حفاظتی طرف فشار قوی وصل کرد و زمین الکتریکی طرف فشار ضعیف را حداقل 20 متر دورتر از انتهای کابل تأسیس کرد (شکل 1-14).



شکل 1-14

در این حالت باید سیم زمین تابلوها و سیم زمین سرکابلها نسبت به هم عایق شوند تا ارتباط آنهادرموقع عبورجریان اتصال زمین قطع باشد. البته در این حالت نمی توان ازغلاف سربی

یا آلومینیومی کابل به عنوان سیم میانه و یا سیم صفراستفاده کرد. تمام قسمتهای تأسیسات فشار ضعیف که باید زمین شوند می توان به زمین الکتریکی طرف فشار ضعیف وصل کرد به شرط آنکه زمین حفاظتی طرف فشار قوی و زمین الکتریکی طرف فشار ضعیف کاملاً ازهم مجزا باشند وشرایط صفر کردن نیز در شبکه فشار ضعیف منظور شده باشد. در ضمن تمام قسمتهای تأسیسات فشارضعیف را که باید زمین شوند می توان به زمین حفاظتی طرف فشارقوی وصل کرد به شرط آنکه وسائل این تأسیسات رانتوان به سادگی ازتأسیسات زمین حفاظتی طرف فشار قوی مجزا کرد.

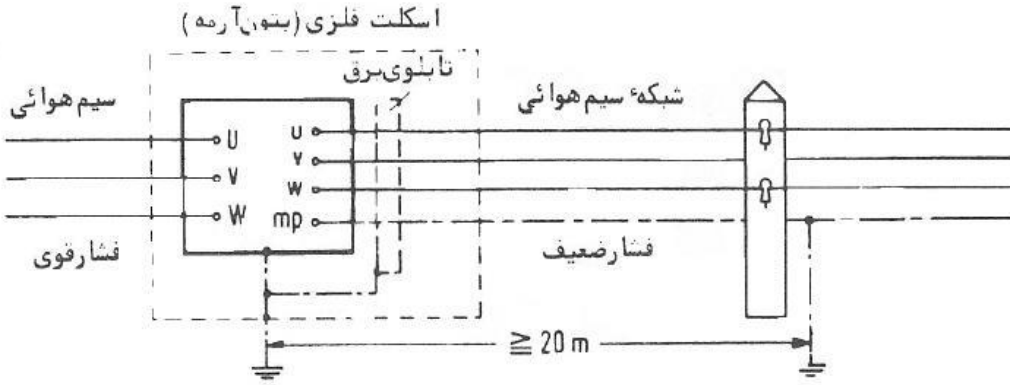
مثلاً درپستهای با ساختمان فلزی و بتون آرمه و یا در تأسیسات فشار قوی که دارای فرمان موتوری ویاقطع کننده های کمکی برای قطع ووصل کلیدهای فشارقوی وامثال آن می با شند تفکیک وسائل فشارضعیف وفشارقوی ازنظرزمین بندی غیرممکن است(شکلهای 15-1 و 16-1).

در صوتیکه قطعات فلزی زمین شده و یا بتون آرمه شده ساختمان پست ترانسفورماتور دکلهای آن یا تیر ویا آهن ها وتابلوها از یک محلی خارج از پست ترانسفورماتور قابل لمس کردن و تماس گرفتن باشد باید دور تا دور پست تقریباً به فاصله یک متر از ساختمان و به عمق نیم مترمیل فرمان کارگذارده شود تا از ولتاژ تماس زیاد در موقع بروز خطر جلوگیری شود. این میل نیز به تأسیسات زمین حفاظتی فشار قوی متصل می گردد.

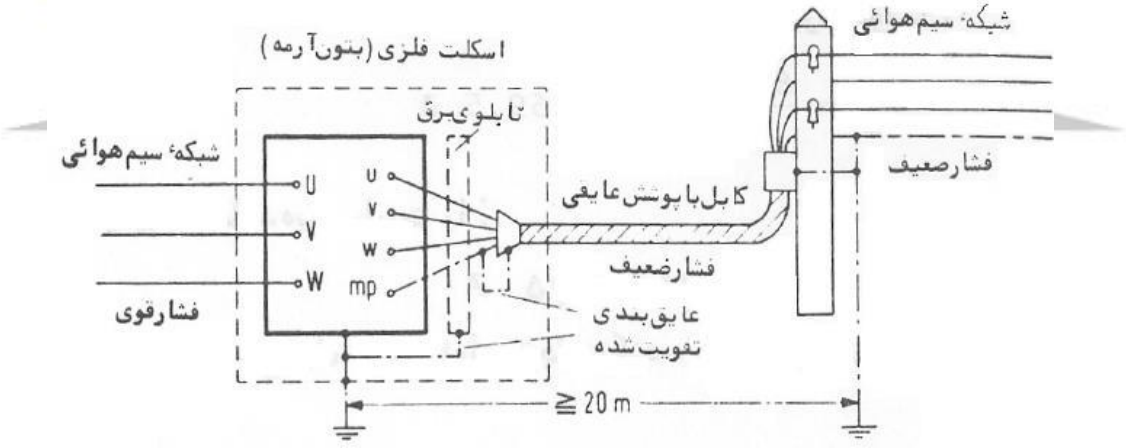
حتی بهتراست که اطراف پست ترانسفورماتورکه مشرف به پیاده رواست با آرماتور مشبک

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آهنی به عرض 1.25 متر مفروش گردد تا پس از قدم گذاردن بر آن امکان تماس با تابلو و قطعات فلزی مربوط به پست ترانسفورماتور ممکن گردد.



شکل 1-15



شکل 1-16

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بخش دوم :

انواع

میل های زمین

WikiPower.ir

اصطلاحاتی که درزمین کردن بکار می رود :

زمین : زمین در این مبحث به معنی نوع و جنس زمین است،مثل خاک رس ، ماسه ، شن ، سنگ لاخ ، باتلاق ، مرداب و غیره.

میل زمین (زمین کننده): میل زمین عبارت است ازهادی یا فلزی به هرشکل (صفحه ای ، لوله ای ، طنابی ، پروفیل) که در زمین چال می شود و با زمین ارتباط برقرار می کند و ما به آن در این مبحث به اختصار میل می گوییم.

زمین همسطح : عبارت است از قسمتی از سطح زمین که بین نقاط مختلف آن در اثر عبور جریان از زمین اختلاف پتانسیل محسوسی ایجاد نمی شود. زمین همسطح تقریباً 20 متر از میل زمین فاصله دارد.

میل فرمان : عبارت است از سیم یا مفتول یا صفحه فلزی که مربوط به زمین کننده است و برای تنظیم افت پتانسیل و کوچک کردن ولتاژ تماسی خطرناک به کار می رود.

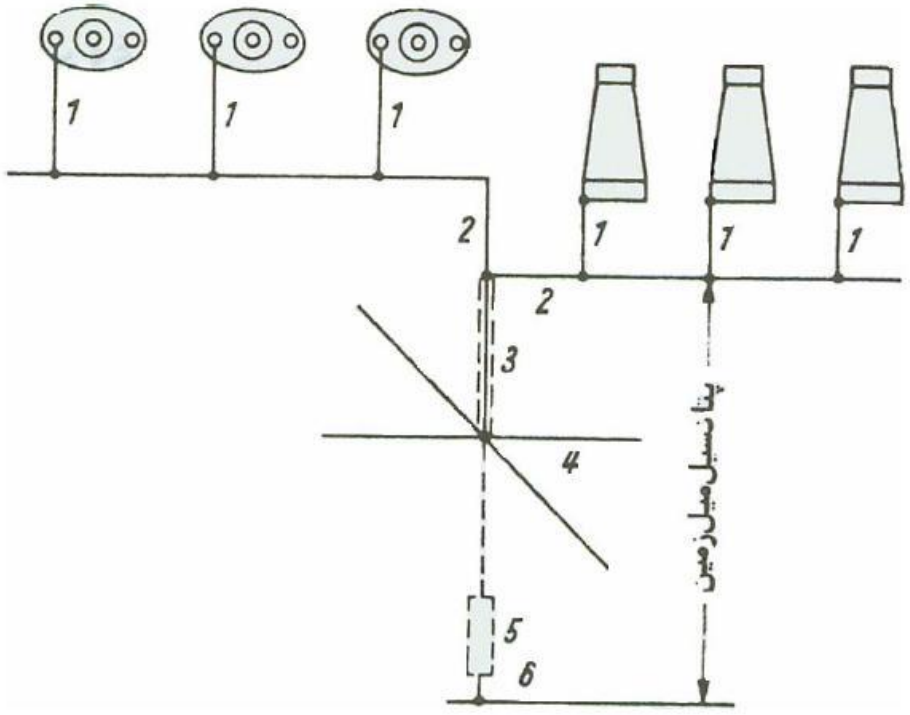
سیم زمین : عبارت است از سیم رابط میان زمین کننده (میل) و زمین شونده.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آن قسمت از این سیم که در زمین قرار گرفته است جزئی از میل محسوب می شود و آن قسمت که در خارج از زمین و عایق نسبت به زمین کشیده شده است متعلق به سیم زمین می باشد.

شین زمین : عبارت است از شینی که تعداد زیادی سیم زمین از آن منشعب می شود.

تأسیسات زمین : عبارت است از مجتمع زمین کننده ها و سیم های زمین و به طور کلی تمام قسمت هایی که به زمین کردن مربوط می شوند. شکل 1-2 تأسیسات زمین را به طور کاملاً شماتیک نشان می دهد.



شکل 2-1

در این شکل : 1- سیم زمین 2- شین زمین 3- شین زمین عایق شده 4- میل 5- مقاومت گسترده زمین 6- سطح هموار هستند.

زمین کردن : زمین کردن عبارت است از رابطه برقرار کردن بین یک هادی ومیل زمین.این هادی ممکن است جزئی از مدار الکتریکی باشد (زمین کردن الکتریکی) و یا ممکن است در حالت عادی هیچگونه ارتباطی با مدار الکتریکی نداشته باشد (زمین حفاظتی).

انواع مقاومتهای زمین :

مقاومت مخصوص زمین : عبارت است ازمقاومت یک مترمکعب اززمین به ابعاد 1×1×1 متر که بین دو الکترود صفحه ای سنجیده شده باشد. واحد آن اهم – متر می باشد.

مقاومت مخصوص زمین بستگی به نوع مواد تشکیل دهنده زمین دارد و لذا در هر قسمت از زمین متفاوت است و به طور متوسط برابر است با :

ردیف	1	2	3	4	5	6	7
1	نوع زمین	مرداب و زمین باتلاقی	خاک رس و زمین مزروعی	ماسه نرم و مرطوب	شن مرطوب	ماسه یا شن خشک	زمین سنگلاخ
2	مقاومت مخصوص (Ω.m)	30	100	200	500	1000	3000

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مقاومت گسترده میل زمین : عبارت است ازمقاومت زمین بین میل زمین ونقطه ای از زمین هموار (همسطح) بر حسب اهم.

لذا مقاومت گسترده زمین بستگی به نوع زمین (مقاومت مخصوص زمین) و نوع میل (لوله ای یا صفحه ای) و طرز قرار گرفتن آن در زمین (عمقی یا سطحی) دارد.

جدول زیر حد متوسط مقاومت گسترده میل زمین را برای میل های نرمال ذکر شده در قبل و مقاومت مخصوص $\rho = 100\ \Omega.m$ نشان می دهد.

	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱	نوع میل	پنجه ای / رشته ای — طول				لوله ای — طول			میله ای — طول	صفحه عمودی در عمق — یک متر به طول	
		10m	25m	50m	100m	1m	2m	3m	5m	0.5 m * 1 m	1m* 1m
۲	مقاومت گسترده میل زمینΩ	۲۰	۱۰	٥	۳	۷۰	٤۰	۳۰	۲۰	۳٥	۲٥

www.wikipower.ir

تبصره 1 :تغییرات جزئی در ابعاد میل در مقاومت گسترده میل زمین بی تأثیر است.

تبصره 2 :درصورتیکه مقاومت مخصوص زمین p باشد میتوان مقاومت گسترده میل زمین رابا ضرب کردن اعداد داده شده در جدول فوق در نسبت مقاومت مخصوص ها بدست آورد.

مقاومت زمین : عبارت است از مقاومت گسترده زمین به اضافه مقاومت سیم زمین.

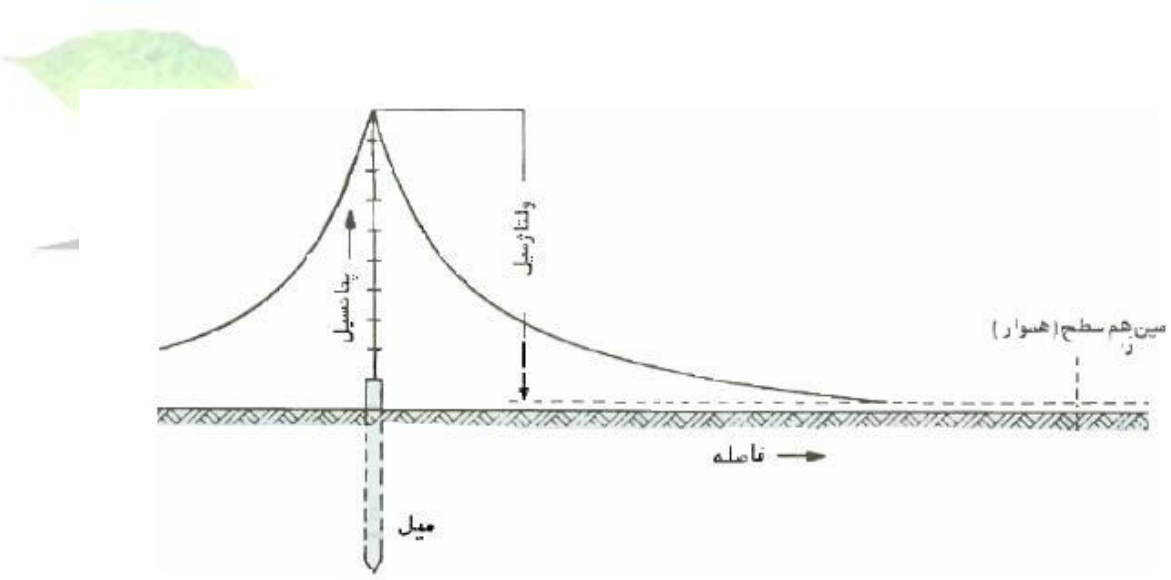
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱-۱- ولتاژهای مختلف هنگام عبور جریان از

۱-۲- میل زمین:

اختلاف سطح میل :عبارت است از ولتاژی که در ضمن عبور جریان از زمین کننده بین میل و زمین هموار (همسطح) بوجود می آید (شکل 2-2).

اختلاف سطح زمین : عبارت است از اختلاف پتانسیل هر نقطه از زمین بین زمین همسطح و میل زمین (شکل 2-2).

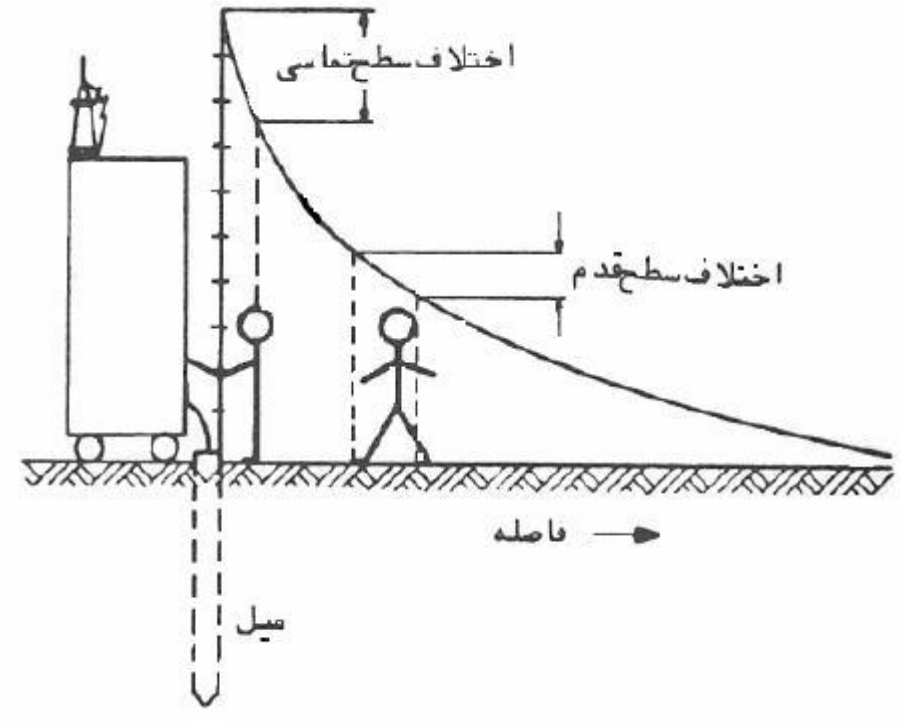


شکل 2-2

اختلاف سطح تماسی : عبارت است از قسمتی از ولتاژ میل که توسط انسان برداشت می شود (شکل 2-3) بطوریکه قسمتی از جریان زمین در اثر این ولتاژ از دست و پا (بطور افقی در حدود یک متر) و یا بین دو دست عبور می کند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اختلاف سطح قدم : عبارت است از قسمتی از ولتاژ میل که توسط فاصله دو پا (تقریباً یک متر) برداشت می شود ، بطوریکه قسمتی از جریان زمین در اثر این ولتاژ از بدن انسان یا حیوان بین دو پا بسته می شود (شکل 3-2).

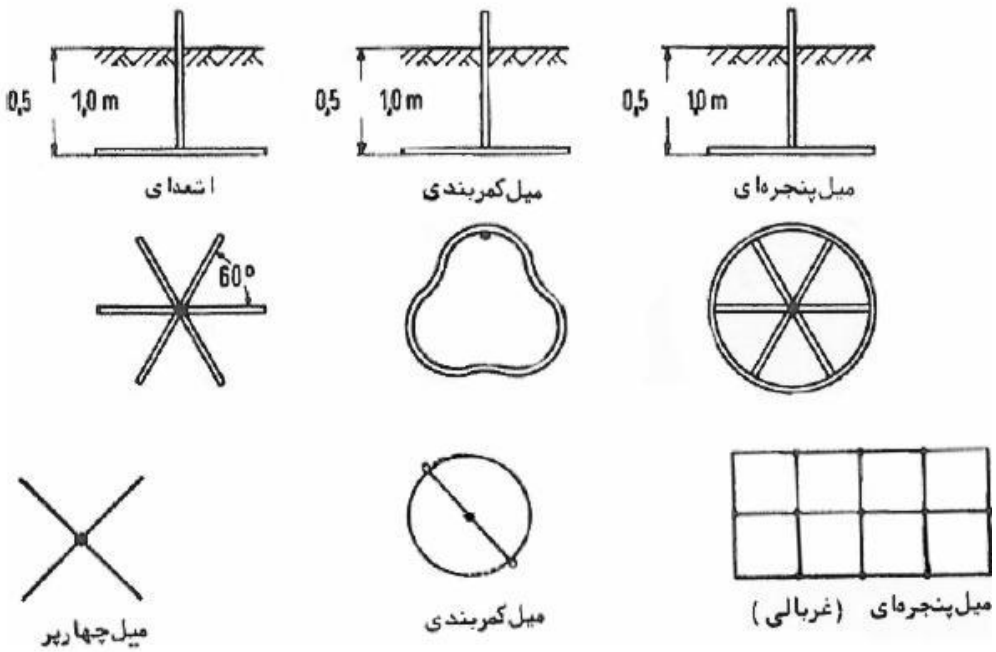


شکل 3-2

انواع میل ها :

میل ها را می توان کلاً به دو دسته تقسیم کرد : میل سطحی و میل عمقی.

میل سطحی : میل سطحی تشکیل شده از یک یا چند مفتول یا تسمه یا طناب فولادی روی اندود (آهن سفید) که در عمق کم (در حدود 0.5 تا 1 متر) در زمین چال می شود و ممکن است بصورت ساده (خطی) ، اشعه ای (پنجه ای) ، کمربندی ، غربالی و یا ترکیبی از آنها باشد. شکل 4-2 چند نوع آن را بطور شماتیک نشان می دهد.



شکل 4-2

طول یا ابعاد میل سطحی بستگی به مقدار مقاومت گسترده مورد نیاز دارد. مقاومت گسترده میل سطحی (خطی) را می توان در شرایطی که زمین تا سطح میل یخ زده باشد از رابطه زیر بدست آورد :

$$R = \rho / (\Pi \times L) \times Ln (2L / d)$$

در این رابطه R مقاومت گسترده میل گرد ساده بر حسب اهم و L طول میل بر حسب متر و d قطر میل بر حسب متر می باشد. اگر از میل تسمه ای به پهنای b استفاده شود در رابطه فوق d = b / 2 قرار می گیرد.

بطورمثال یک میل سطحی ازتسمه تخت فلزی بطول L= 100 m وپهنای b = 4 cm که درعمق یک متری زمین چال شده است در صورتیکه مقاومت مخصوص زمین p = 100 اهم- متر باشد :

$$R = 100 / (\Pi \times 100) \times Ln\ 200 / (0.02) = 2.9\ \Omega$$

در صورتیکه سطح مقطع میل سطحی از 100میلیمتر مربع بزرگتر باشد، می توان برای تعیین مقاومت گسترده میل از رابطه زیر استفاده کرد :

$$R = 2 (\rho / L)$$

با استفاده از این رابطه مقاومت گسترده میل مثال فوق برابر می شود با :

$$R = 2\ (100 / 100) = 2\ \Omega$$

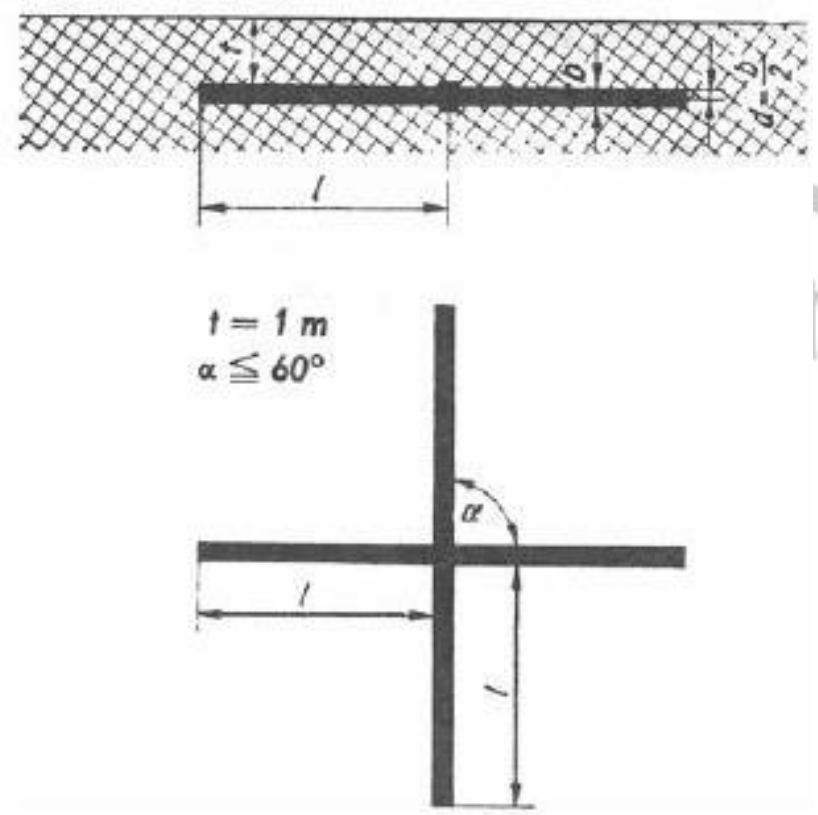
در صورتیکه درجه حرارت زمین در محل میل بزرگتر از صفر باشد، مقاومت گسترده میل متناسب با طول میل در حدود 20 تا 40 درصد کم می شود (عدد بزرگتر مربوط به طول

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

کمتر است).

میل سطحی بهتر است کاملاً صاف و افقی در زمین قرار گیرد و در صورتیکه میل دارای انشعابهایی باشد (مثل میل پنجره ای) باید بخاطر جلوگیری از اثر متقابل اشعه ها بر یکدیگر زاویه بین اشعه ها از 60 درجه کمتر نشود. به عبارتی دیگر تعداد اشعه ها نباید از 6 عدد تجاوز کند.

معمولاً در پستهای فشار قوی آزاد از 4 اشعه با زاویه 90 درجه طبق شکل 2-5 استفاده می شود.

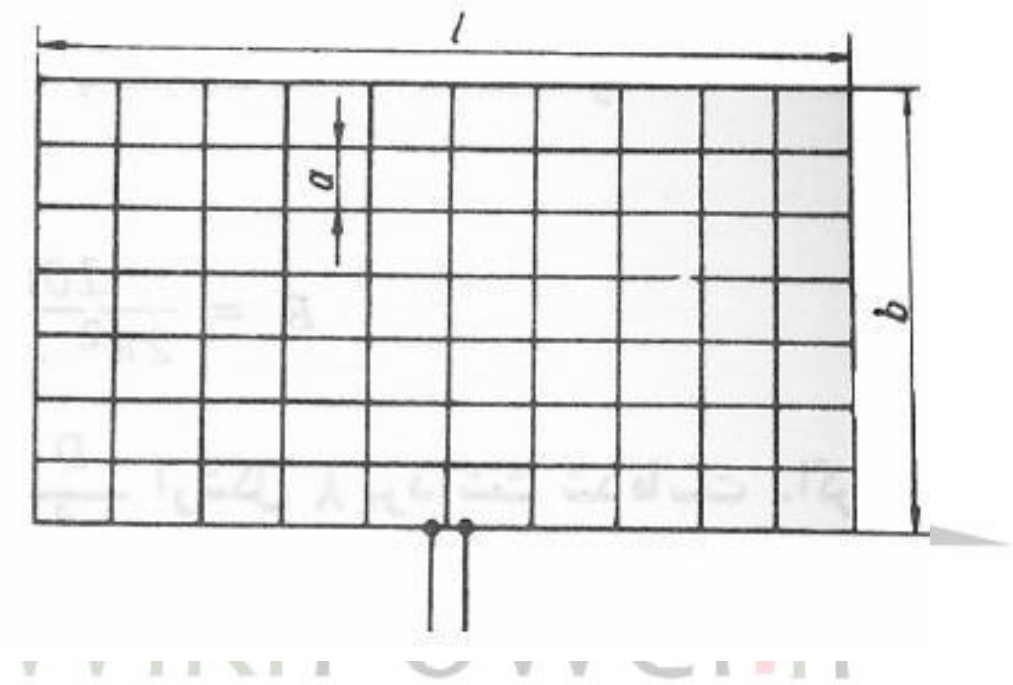


شکل 2-5

در اینصورت مقاومت گسترده میل برابر است با :

$$R = \rho / (4 \times \Pi \times L) (Ln (4 L / d) + 1.75)$$

اگر از میل غربالی یا توری مانند شکل 2-6 استفاده میشود، بهتر است که عرض توری حداقل برابر نصف طول آن باشد ($b > L / 2$).



شکل 2-6

در این حالت می توان مقاومت گسترده میل را از رابطه زیر بدست آورد :

$$R = (\rho / 2d) \times K$$

در این رابطه $D = \sqrt{4A / \Pi}$ (m) و $A = b \times L$ (m^2) و L و b طول و عرض میل غربالی است. فاکتور K متناسب با خانه های غربال برابر است با :

$a \leq L / 10 \quad \rightarrow \quad k = 1.3$

$a \leq L$

/ 20 → k = 1.2

هر چه فواصل سیمهای توری (a) به هم نزدیکتر باشد (چهار خانه ها کوچکتر باشد) زمین کننده بیشتر به یک میل صفحه ای مدور که در ابعاد مساوی دارای مقاومت گسترده کمتری است نزدیک می گردد.

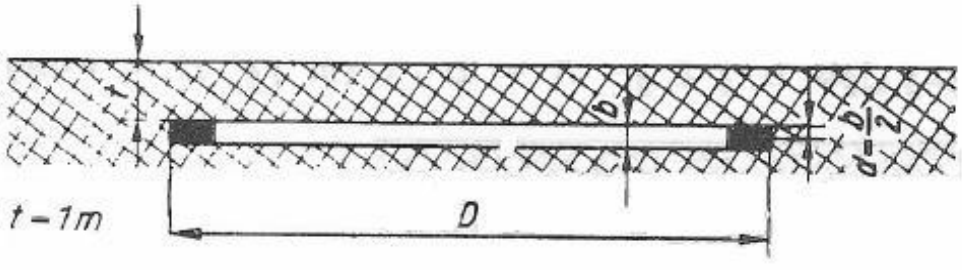
مقاومت گسترده میل صفحه ای که بطور افقی در زمین قرار می گردد برابر است با :

$R = \rho / 20$

بطوریکه D قطر صفحه بر حسب متر می باشد. برای میل خطی و پنجه ای بهتر است از سیم طنابی با رشته های نه چندان باریک و به مقطع کل 95 میلیمتر مربع استفاده شود. میل سطحی بیشتر در پست های فشار قوی خارجی و در محل هایی که شرایط زمین خیلی مناسب نیست بکار برده می شود.

مقاومت گسترده میل کمربندی (شکل 2-7) را می توان از رابطه زیر حساب کرد :

$R = (\rho / (2 \times (\Pi \wedge 2) \times D) \times K2$



شکل 2-7

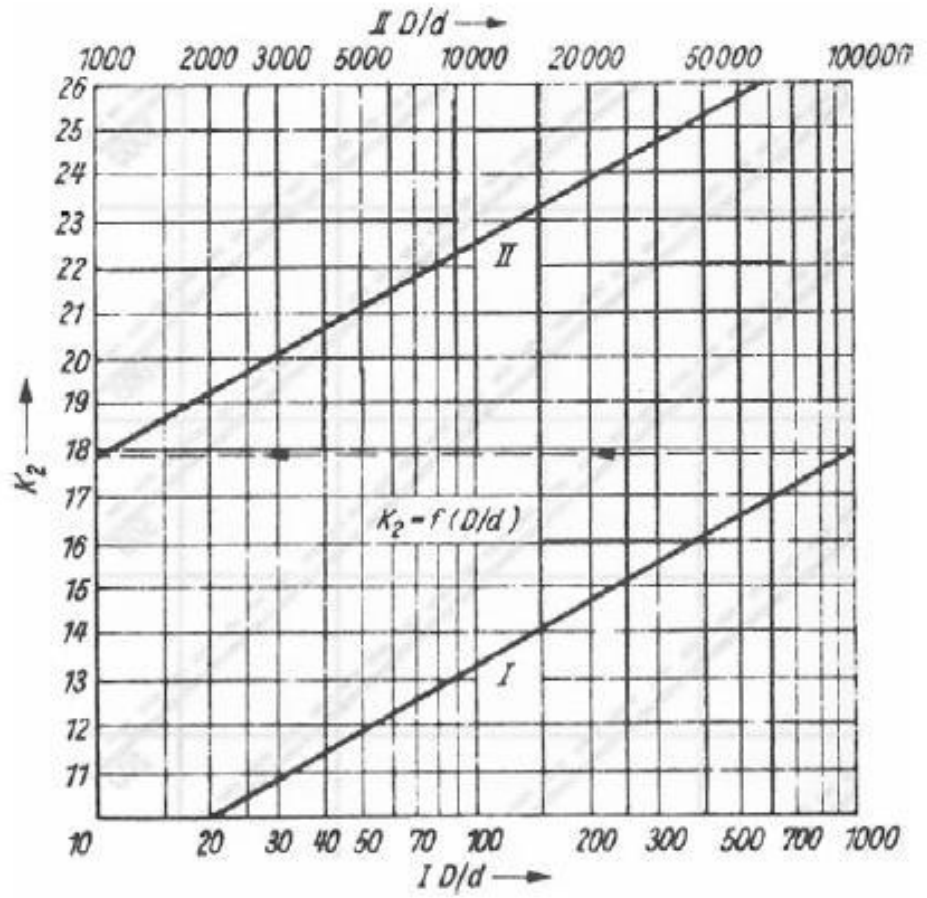
در این رابطه فاکتور K2 متناسب با نسبت D / d ازروی دیاگرام شکل 2-8 بدست می آید.

به طور مثال مقاومت گسترده میل کمربندی از تسمه تخت با مشخصات D = 10 m و ρ = 100 Ω.m و d = b / 2 برابر است با :

R = (100 / (2 (Π^2) × 10) × 16.5 = 8.4Ω

K2 = 16.5 برای D / d = 10 / 0.02 از شکل زیر برداشته شده است. اگر این میل کمربندی را باز کنیم و به صورت خط مستقیم (میل خطی) در زمین قرار دهیم مقاومت گسترده میل 8.15 اهم می شود. یعنی مقاومت آن نسبت به میل کمربندی در حدود 3% کمتر است. این تفاوت با ازدیاد قطر کمربند کم می شود ودر D = 100 m به 2% میرسد

WikiPower.ir



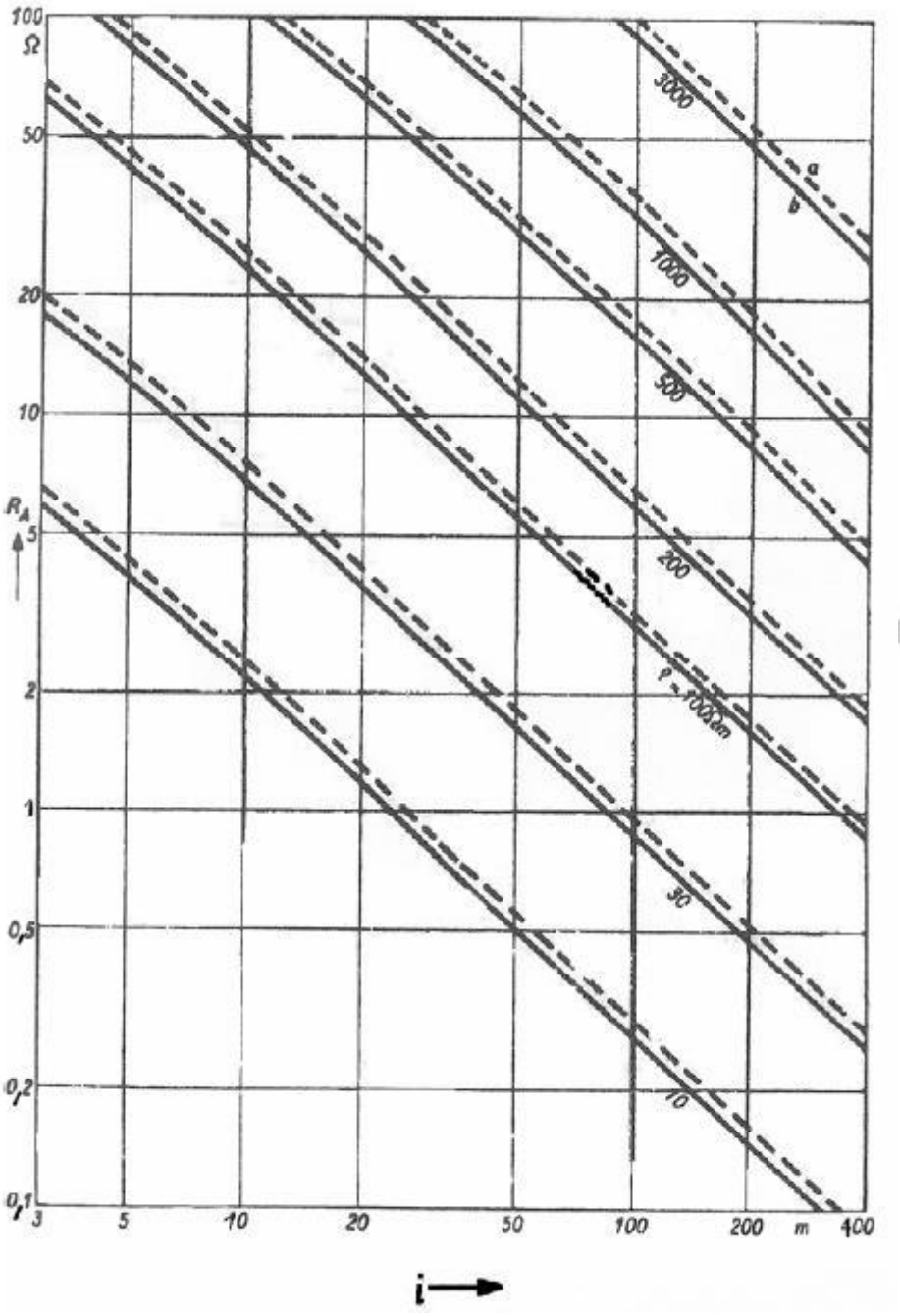
شکل 2-8

مثال فوق نشان می دهد که مقاومت گسترده میل کمربندی چندان تفاوتی با میل خطی با ثابت بودن مصالح بکار برده شده ندارد و بدین جهت به خصوص در ایستگاهها و پستهای فشار قوی با مساحت نسبتاً کم در صورتی که میل کمربندی دور تا دور پست را احاطه کند مناسبتر از میل خطی می باشد. در صورتیکه زمین در عمقی که میل کارگذارده می شود به قدر کافی مرطوب نباشد بهتر است روی آن چمن کاری شود. به کمک شکل 2-9 می توان مقاومت گسترده انواع میل های سطحی (RA) را متناسب با طول آن L بطور مستقیم به دست آورد.

در این شکل a مربوط به میل سطحی پنجه ای چهارپر و b مربوط به میل خطی و کمربندی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

می باشد.



شکل 2-9

میل عمقی : میل عمقی که در اعماق زمین چال می شود دو نوع است :

میل میله ای و میل صفحه ای.

میل میله ای : میل میله ای تشکیل شده از یک میله ، لوله یا هر پروفیل دیگر از آهن سفید که به طور عمودی در زمین کوبیده می شود و طول و تعداد آن بستگی به مقاومت گسترده لازم دارد.

مقاومت گسترده یک میل میله ای بر حسب اهم برابر است با :

$$R = (\rho / 2 \Pi \times h) \times Ln (4h / d)$$

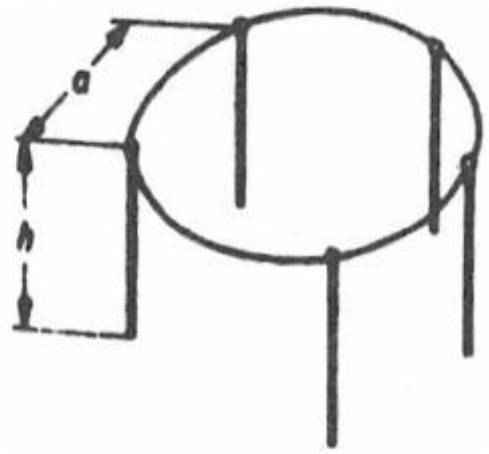
در این رابطه h طول میل برحسب متر و d قطر لوله یا مفتول برحسب متر می باشد. بطور مثال مقاومت گسترده یک میل لوله ای به طول 3 متر و قطر 5 سانتیمتر در صورتی که مقاومت مخصوص زمین $\rho = 100\ \Omega.m$ باشد برابر است با :

$$R = (100 / (2\Pi \times 3) \times Ln (4.3 / 0.05) = 29\ \Omega$$

در بیشتر مواقع رابطه ساده $R = \rho / L$ برای محاسبه مقاومت گسترده میل در صورتیکه قطر آن از 5 سانتیمتر کمتر نباشد کافی است. با استفاده از رابطه فوق مقاومت گسترده میل با مشخصات ذکر شده در بالا برابر می شود با :

$$R = \rho / L = 100 / 3 = 33.3\ \Omega$$

برای کوچک کردن مقاومت گسترده میل میتوان ازترکیب چندمیل استفاده کرد(شکل10-2).



شکل 2-10

فاصله میل ها بخاطر جلوگیری ازاثرمتقابل آنها بهتراست ازدوبرابر طول میل کوچکترنشود.

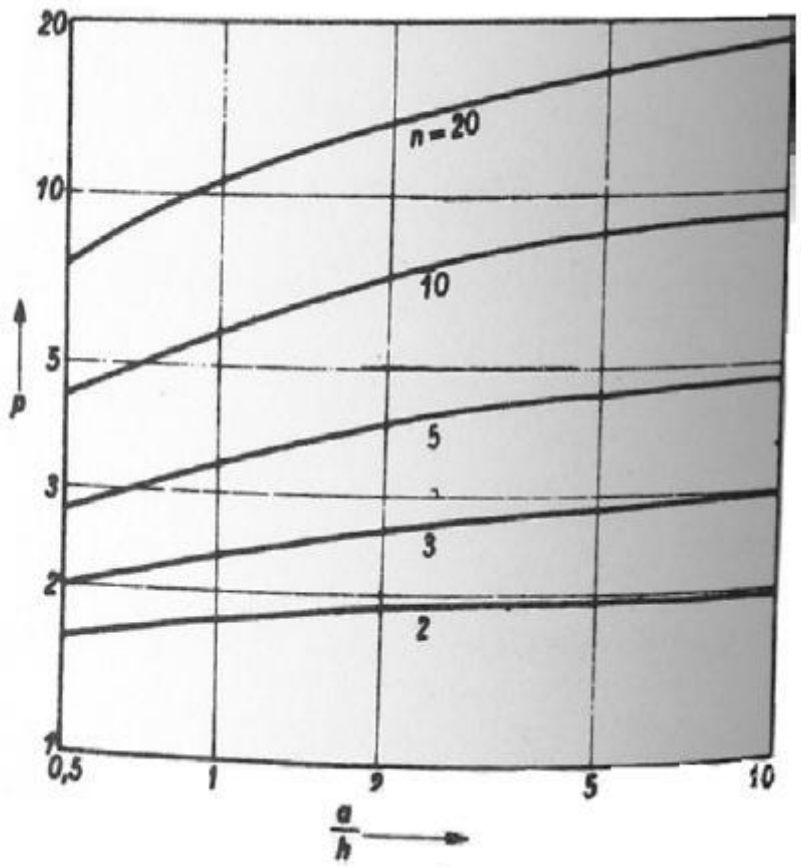
فقط در صورتیکه تمام طول میل های موازی به علت یخبندان و یا نامناسب بودن قسمتی از زمین مؤثر واقع نشود ، می توان فواصل میل را به اندازه دو برابر طول مؤثر میل انتخاب کرد.

WikiPower.ir

مقاومت گسترده میلهای موازی را میتوان به کمک شکل 2-11 از رابطه زیر بدست آورد:

$$R_{ges} = RA / \rho$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل 2-11

بطور مثال اگر تعداد 5 عدد از میلهای مثال فوق بطور موازی در یک پست فشار قوی بکار برده شوند،درصورتیکه فاصله میلها a = 6 m باشد مقاومت گسترده کل میلهابرابراست با:

$$R = 29 / 4.1 = 7 \ \Omega$$

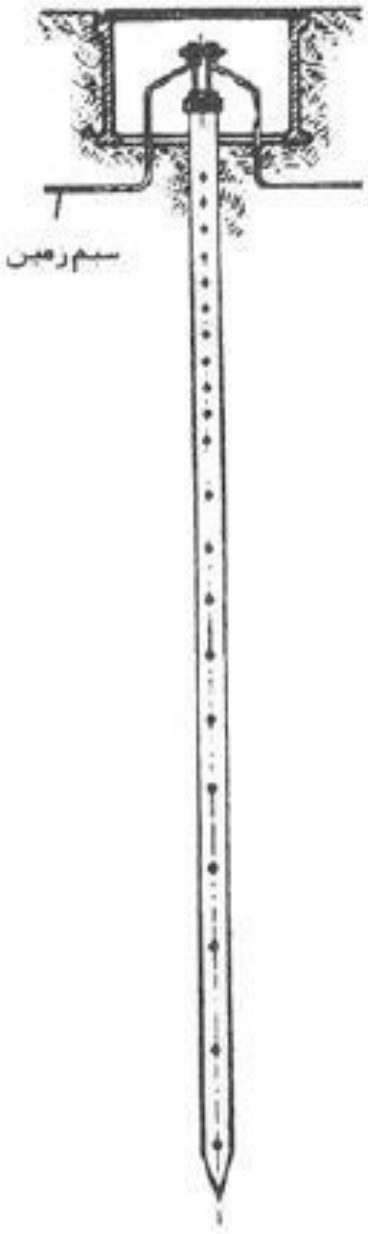
و چنانچه دیده می شود قانون موازی بستن مقاومتها

$$1 / R = 1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3$$

در اینجا به خاطر اثر متقابل میل ها بر یکدیگر به طور دقیق صدق نمی کند و همانطور که شکل 2-11 نشان می دهد هرچه فاصله میلها بزرگتر باشد ، اثر متقابل میلها کمترمی شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در صورتیکه خاک زمین اطراف میل از نظر رطوبت و هدایت مساعد و مناسب نباشد بهتر است از لوله های سوراخ دار شکل 2-12 استفاده شود و سالی یک یا چند بار با محلول رقیق سودا (جوش شیرین) پر شود.

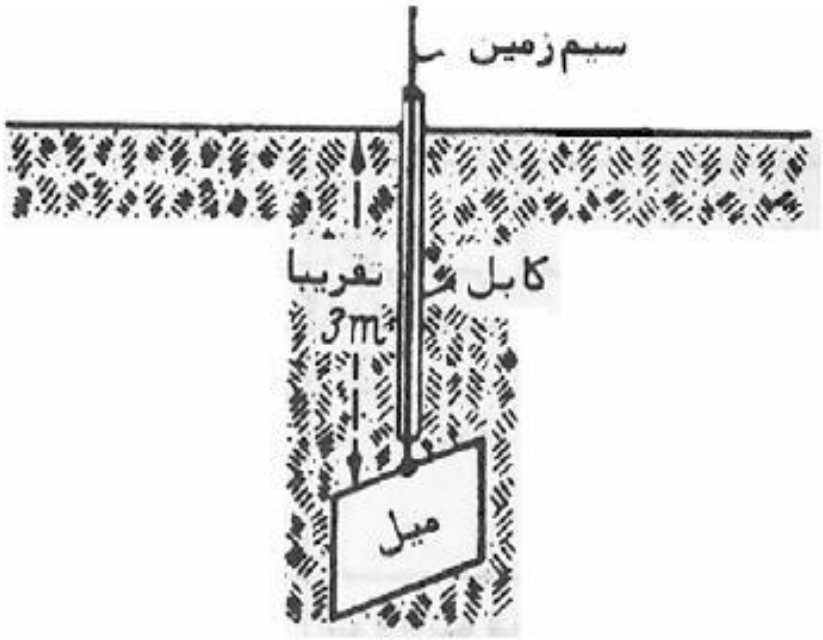


شکل 2-12

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

میل صفحه ای : میل صفحه ای از ورق آهن روی اندود (آهن سفید) به ضخامت 3 میلیمتر تشکیل شده و به طور عمودی در زمین چال می شود (شکل 2-13). ابعاد آن متناسب با مقاومت گسترده لازم 1 m × 1m یا 0.5 m ×1m می باشد. درموقع قرار دادن صفحه در زمین باید دقت کرد که لبه بالای صفحه حداقل یک متر زیر سطح قرار گیرد (این فاصله در شکل زیر سه متر می باشد).

WikiPower.ir



شکل 2-13

در اینصورت مقاومت گسترده میل صفحه ای برابر است با :

$$R = 0.25 (\rho / a)$$

که در آن a عرض صفحه است. بطورمثال اگر از صفحه ای به ابعاد 1 m × 1 m استفاده شود، در صورتیکه مقاومت مخصوص زمین $\rho = 100\ \Omega.m$ باشد ، مقاومت گسترده میل زمین برابر می شود با :

$$R = 0.25 (100 / 1) = 25\ \Omega$$

در صورتیکه به خاطر کوچک کردن مقاومت گسترده زمین از چند صفحه استفاده می شود بهتر است که فاصله صفحه ها از 3 متر کمتر نباشد. صفحات ممکن است یک تکه و یا مشبک (سوراخ سوراخ) باشند.

یکی از مزایای میل صفحه ای این است که میتوان آن را در اعماق زمین و نزدیک به سطح آب زیر زمینی که دارای مقاومت مخصوص کمتری است چال کرد. در این حالت بهتر است صفحه را به صورت لوله خم کرد و در انتهای چاه که بدین منظور حفر شده است قرار داد و سپس چاه را با خاک سرند شده و نرم مخلوط با آب زیاد پر کرد.از میل صفحه ای امروزه به ندرت استفاده می شود ، زیرا کندن چاه و تهیه خود صفحه مستلزم تحمل هزینه زیادی می باشد. لازم به یادآوری است که در تمام انواع و اقسام میل ها که در بالا به آن اشاره شد می توان علاوه بر آهن سفید از مس و یا آهن مس اندود نیز استفاده کرد. جدول زیر حداقل

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ابعاد میلهای مختلف را طبق پیشنهاد VDE نشان می دهد.

نوع میل	جنس میل	آهن مس اندود	آهن مس اندود	مس
سطحی		تسمه با مقطع $100mm^2$ و ضخامت حداقل 3mm سیم طنابی $95mm^2$	$50mm^2$	تسمه با مقطع $50mm^2$ و با حداقل ضخامت 2mm سیم طنابی $35mm^2$
عمقی		لوله فولادی 1" پروفیل L.65.65. پروفیل U6½ پروفیل T6 و پروفیلهای مشابه	فولاد به قطر 15mm پوشش مس 2.5mm	تسمه با مقطع $50mm^2$ و با حداقل ضخامت 2mm سیم طنابی $35mm^2$ لوله مسی 3 × 30
صفحه ای		به ضخامت 3mm	----------	به ضخامت 2mm

تبصره 1 : در صورتیکه میلها با کروزیون و خورندگی شدید در زمین مواجه باشند و یا از فولاد معمولی (بدون روکش ضد زنگ) استفاده شده باشد باید مقطع میلها از آنچه که در جدول فوق داده شده است بزرگتر انتخاب گردد.

تبصره 2 : از فلزات سبک بهتر است در تأسیسات زمین استفاده نشود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بخش سوم :

روشهای اندازه گیری پارامترهای زمین

WikiPower.ir

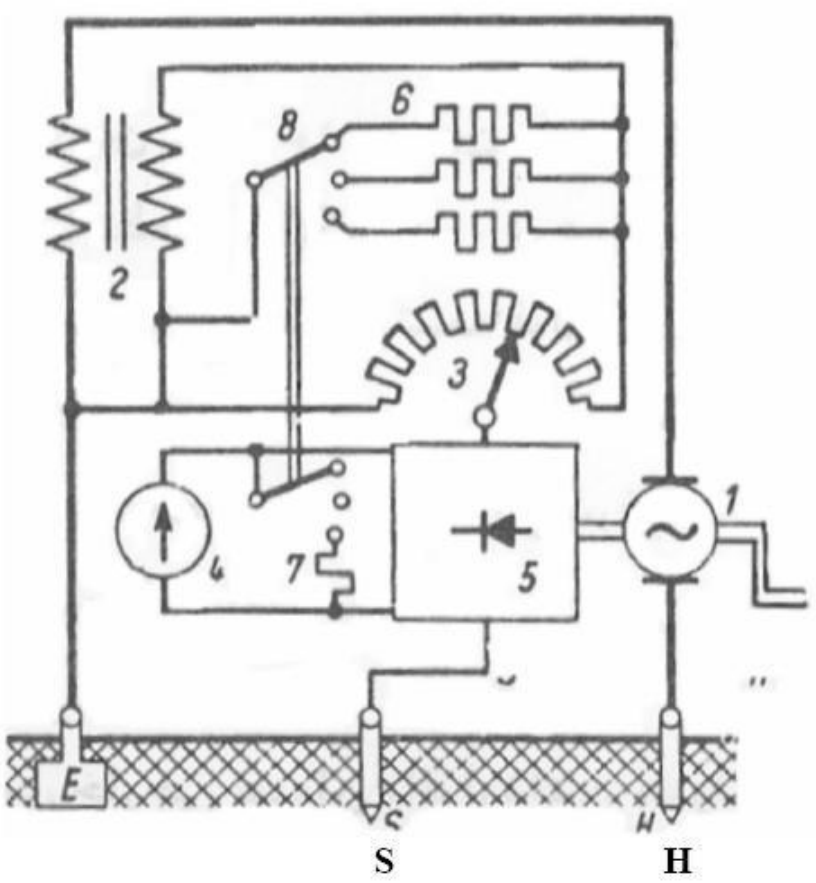
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- سنجش مقاومت گسترده زمین

مقاومت گسترده زمین باید پس از تأسیس و تکمیل شبکه زمین بطور دقیق سنجیده شده و مورد آزمایش قرار گیرد. مسلماً مقاومت گسترده زمین با آنچه که توسط محاسبه بدست آمده است به علت مشخص نبودن دقیق مقاومت مخصوص زمین کم و بیش متفاوت خواهد بود. حتی پیشنهاد می شود که هر پنج سال یک بار این سنجش تکرار گردد ، تا متصدیان مربوطه ازوضعیت وکیفیت زمین آگاهی کامل داشته باشند.بدین مناسبت دستگاههای سنجش بسیار دقیق ساخته شده که میتوان با آن بطور مستقیم و کاملاً ساده مقاومت گسترده زمین را تعیین کرد.

شکل 3-1 مدار یکی از دستگاههای سنجش مقاومت زمین را که با روش کمپنزاسیون یا برابری کار می کند نشان می دهد.

WikiPower.ir



شکل 1-3

WikiPower.ir

در این دستگاه با چرخاندن دسته اندکتور1 (مولد جریان متناوب) جریان متناوبی ایجاد می شود که مدار آن از طریق سیم پیچی پریمر ترانسفورماتور 2 و میل زمین E و زمین و میل کمکی H بسته می شود. سیم پیچی زکوندر ترانسفورماتور روی مقاومت 3 بسته شده است وهمیشه جریانی برابرجریان سیم پیچی پریمراز آن عبورمی کند (نسبت تبدیل 1:1). یک طرف سیم پیچی زکوندر با یک طرف سیم پیچی پریمر که به میل زمین وصل می شود مرتبط است. مابین کنتاکت متغیررئوستای 3 و سوند S یکسو کننده کنتاکتی 5 قرار دارد که

همزمان با گرداندن دسته اندکتور می گردد و جریان یکسو شده آن گالوانومتر 4 را تغذیه می کند.

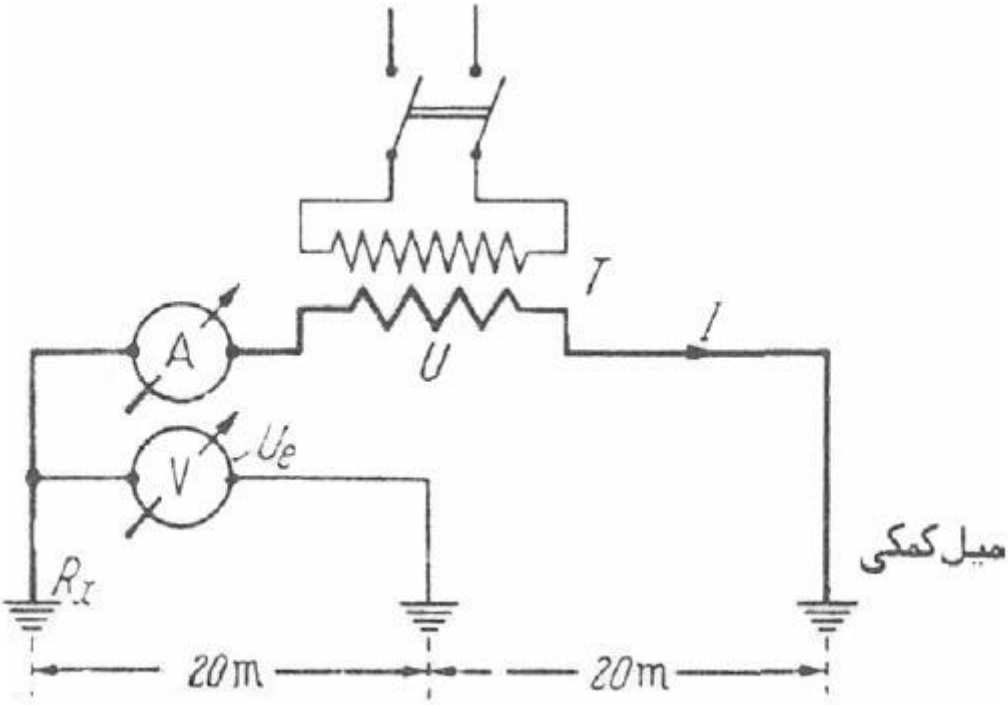
اگر قسمتی از مقاومت رئوستای 3 به طریقی در مدار قرار گیرد که عقربه گالوانومتر در ضمن گرداندن اندکتورروی صفر ثابت باشد، اختلاف سطح U1 مابین میل وسوند با اختلاف سطح U2 که روی مقاومت 3 قرار دارد برابر خواهد شد و مقاومتی که رئوستا در این حالت نشان می دهد برابر مقاومت گسترده میل تا سوند است.

حال اگر میل کمکی را به فاصله دوری از میل زمین ، در زمین هموار بکوبیم و سوند را تقریباً در وسط آن دو (بین میل زمین و میل کمکی) در زمین فرو بریم ، مقاومت سنجیده شده برابر مقاومت گسترده میل زمین می باشد.

در میل عمقی و صفحه ای این فاصله معمولاً 40 متر است و سوند در فاصله 20 متری میل زمین قرار می گیرد. در تأسیسات زمین گسترده و سطحی باید این فواصل 2.5 و 5 برابر بزرگترین طول یکی از اشعه های زمین کننده های سطحی باشد.

در صورتیکه دستگاه مخصوص سنجش مقاومت زمین دردسترس نباشد، می توان به کمک یک آمپر متر و یک ولت متر به شرطی که مقاومت ولت متر خیلی زیاد باشد (حداقل 10 برابر مقاومت گسترده سوند زمین) مقاومت گسترده میل زمین را سنجید. برای این منظور بهترین وسیله ، ولت متر الکترونی است.

شکل 2-3 طریقه سنجش مقاومت گسترده میل را به طریق فوق نشان می دهد.



شکل 2-3

WikiPower.ir

در این مدار مقاومت گسترده میل زمین برابر است با :

RA = U / I

برای سنجش اختلاف سطح قدم و اختلاف سطح تماس از یک ولت متر که مقاومت داخلی آن در حدود 3 کیلو اهم باشد و الکترود کمکی که سطح تماس آن با زمین در حدود 200 سانتیمتر مربع است و با فشار حداقل 25 کیلو پاسکال در روی زمین فشرده شود استفاده میشود.

برای تعیین ولتاژ قدم الکترودها به فاصله یک متر از هم قرار می گیرند و اختلاف سطح بین آنها سنجیده می شود.

برای تعیین ولتاژ تماس قسمت دلخواهی از تاسیسات دو الکترود در کنار هم به فاصله 1متر از محلی که می خواهیم اختلاف سطح تماس آنرا بسنجیم قرار داده میشود. در این حالت ولت متر بین بدنه تأسیسات و دو الکترود که موازی وصل شده اند قرار می گیرد.

۱-۳- سنجش مقاومت مخصوص زمین :

مقاومت مخصوص زمین حتی در نقاط مختلف محوطه محدودی که تأسیسات فشار قوی یا نیروگاه را در بر خواهد گرفت نیز متفاوت است ، بطوریکه اغلب این اختلاف ها در نقاط مختلف به دو تا سه برابر یکدیگر می رسد.

این تفاوت های زیاد همانطور که می دانیم بستگی به ترکیبات زمین و رطوبت نقاط مختلف زمین دارد. لذا به جای تعیین مقاومت مخصوص زمین باید اولاً چندین سنجش در نقاط مختلف زمین انجام گیرد و از نتایج حاصل میانگین گرفته شود. در ثانی باید سنجش در زمانی انجام گیرد که زمین به علت بارندگی یا دلایل دیگر خیس ویا مرطوب نشده باشد. لذا حتماً باید در اواخر تابستان که مدت مدیدیست بارندگی نشده و زمین تقریباً خشک شده است این آزمایشات انجام شود.

برای سنجش مقاومت مخصوص زمین در صورتیکه بعداً از میل سطحی استفاده می شود معمولاً از میل های لوله به طول 1 تا 2 متر و به قطر 3 سانتیمتر استفاده می شود. این میله ها توسط پتکهای هیدرولیکی یا مکانیکی بدون ایجاد لرزش و ارتعاش در زمین به

طریقی کوبیده می شود تا حتی الامکان ارتباط میل با زمین در تمام سطح لوله محکم باشد.

در موقع کوبیدن میل در زمین باید از پاشیدن آب به هر عنوان جلوگیری شود.

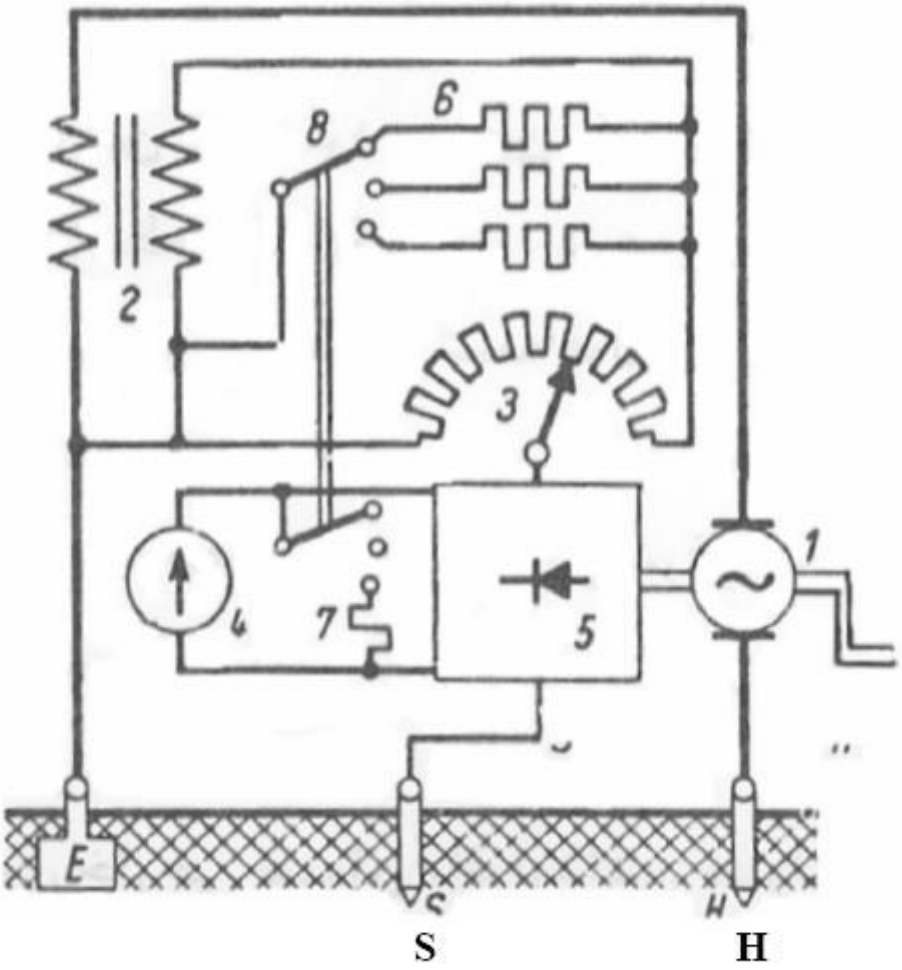
برای تعیین مقاومت مخصوص اعماق زمین به همین نسبت از لوله های طویل تر تا 15 متر استفاده می شود که البته اغلب اشکال کوبیدن آن کمتر از اشکالاتی است که بعداً در موقع در آوردن آن از زمین بوجود می آید. این میله ها نیز اغلب 1 متری هستند و در روی یکدیگر سوار می شوند.

پس از کوبیدن میل مثلاً در عمق 1 تا 2 متر مقاومت گسترده آن را توسط پل مخصوص (شکل 3-3) می سنجیم و به کمک رابطه :

$$P = (R \times 2\Pi \times L) / (Ln(4L / d))$$

WikiPower.ir

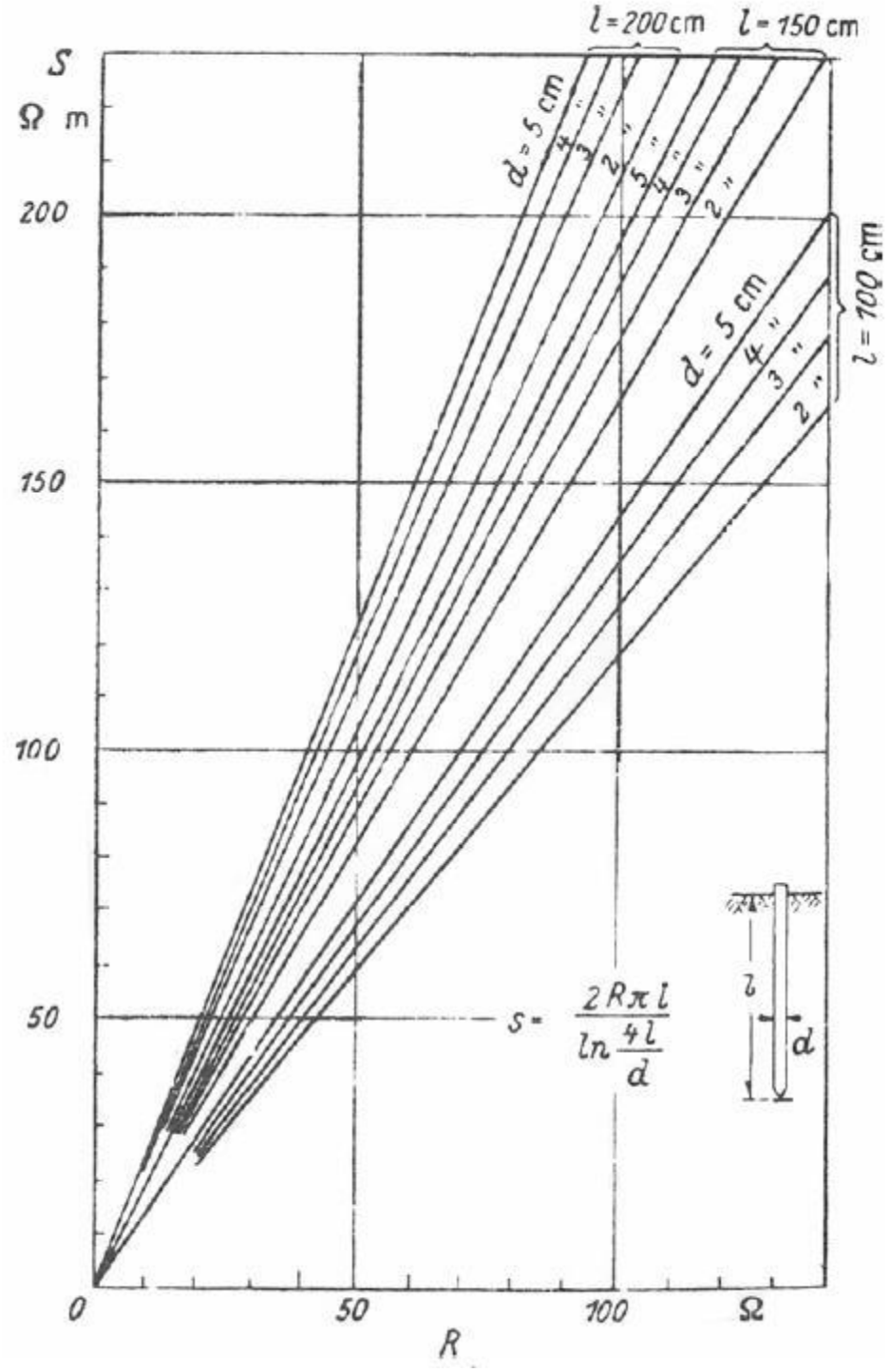
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل 3-3

و با دیاگرام شکل 4 -3 مقاومت مخصوص زمین تعیین میشود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل 3-4

بطور مثال اگر قطر میل آزمایشی d = 3 سانتیمتر و طول آن L = 150 سانتیمتر باشد و مقاومت گسترده این میل در نقاط مختلف زمین به ترتیب 60 اهم و 65 اهم و 80 اهم سنجیده شود، از روی شکل 3-4 مقاومت مخصوص زمین در این نقاط به ترتیب 107 و 116 و 143 اهم متر میباشد و مقاومت مخصوص متوسط زمین برابر است با :

$$\rho m = (107 + 116 + 143) / 3 = 122 \ \Omega$$

۱-٤- محاسبه مقاومت الکترودها:

برای محاسبه مقاومت بین الکترود و زمین می توان به منظور سهولت زمین را بی نهایت بزرگ فرض کرد. بسته به شکل الکترودها محاسبه مقاومت برخی از آنها آسان و بعضی دیگر مشکل است.

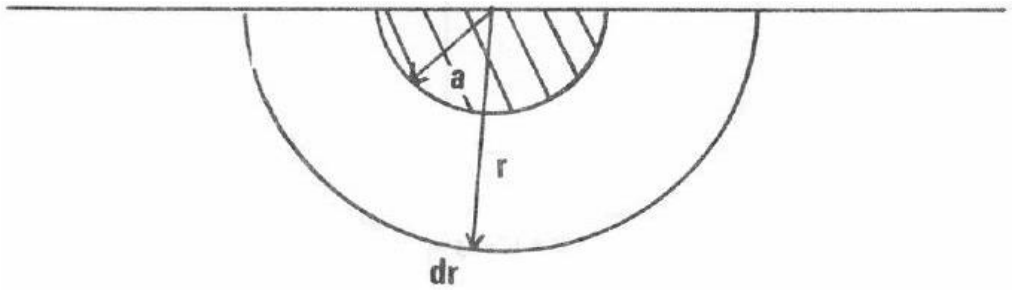
۱-۵- محاسبه مقاومت الکترود نیم کره:

یک الکترود که حل ریاضی آن آسان است الکترود نیم کره است که مطابق شکل زیر در زمین قرار گیرد. شعاع نیم کره a متر است و مقاومت یک المان نشان داده شده زمین چنین است :

$$dR = \rho dr / 2\Pi \times \rho 2$$

برای محاسبه مقاومت کل رابطه بالا را بین a و بی نهایت انتگرال می گیریم که نتیجه به صورت زیر خواهد بود:

$$R = \rho / (2 \Pi \times a)$$



شکل 3-5

دقت کنید که بیشتر مقاومت در نزدیک الکترود که چگالی جریان زیاد می باشد متمرکز است به طوری که اگر به عوض فاصله بی نهایت ، مقاومت را تا فاصله 10a محاسبه کنید 90 درصد مقاومت کل حاصل می شود.

مثال :

الکترود نیم کره ای به شعاع 20 سانتیمتر در زمین گلی با مقاومت ویژه 100 Ω.m کار گذاشته شده است. مقاومت الکترود چقدر است ؟ مقاومت بین الکترود و نقطه ای از زمین به فاصله 4 متر چقدر است؟

$$R = 100 / (2 \Pi \times 0.2) = 80\ \Omega$$

مقاومت بین الکترود و نقطه ای از زمین در فاصله 4 متری برابر است با :

$$R = 100 / 2 \Pi [1 / 0.2 - 1 / 4] = 76\ \Omega$$

محاسبه مقاومت الکترود میله ای :

محاسبه مقاومت الکترود میله ای مانند الکترود نیم کره به آسانی میسر نیست. برای محاسبه از فرمول تقریبی که با تجربه وفق می دهد استفاده می کنیم. مقاومت میله ای به شعاع r متر که L متر در زمین با مقاومت ویژه ρ فرو رفته شده برابر است با :

$$R = 2.05 \left(\text{Log} \left(2L / r \right) \times \left(\rho / 2 \times \Pi \times L \right) \right.$$

مثال :

مقاومت یک میله 16 میلیمتری که به طول 1.5 متر در زمین باغچه فرو برده شده است را حساب کنید ؟

$$L / r = 1500 / 16 = 93.7$$

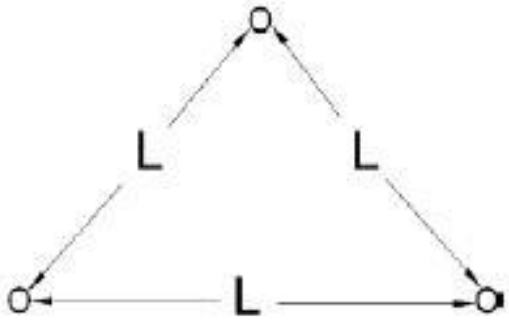
با فرض مقاومت ویژه 20 Ω.m ، مقاومت برابر می شود با :

$$R = 2.05 \left[\text{Log} \left(2 \times 93.7 \right) \right] \times \left(20 / 2 \times \Pi \times 1.5 \right) = 8.5 \ \Omega$$

محاسبه مقاومت مجموعه الکترودهای میله ای :

برای کاهش دادن مقاومت الکترودها می توان از مجموعه هایی از میله های به طول 1 متر درزمین استفاده نمود. سه مجموعه معمول 2 و 3 الکترودی به شکل 3-6 هستند. مقاومت هریک از این مجموعه ها ضریبی از مقاومت یک میله است. این ضرایب نیز درشکل نشان داده شده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل 3-6

شکل 3-6 مجموعه الکترودهای 2 و 3 تایی را نشان می دهد.m و n در ضرایب بالا به شرح زیر هستند :

$m = Lnx / Ln (1 / r)$ $x = (1+L) / L$

$n = Lny / Ln (1 / r)$ $y = (1+2L) / 2L$

WikiPower.ir

ملاحظه می کنید در حالتی که فاصله بین میله های مجموعه خیلی بیشتر از طول آنها باشد ضریب کاهش مقاومت برابر عکس تعداد مجموعه می شود که حداکثر کاهش ممکنه است.

در فاصله های کمتر به علت استفاده اشتراکی میله ها از یک حوزه زمین ضریب کاهش مقاومت مجموعه کوچکتر است.

مثال :

سه میله 16 میلیمتر 1.5 متری ($l = 1.5\ m$ و $r = 16\ mm$) را در فاصله یک متر

(L = 1m) ازیکدیگر به صورت مثلثی درزمین با مقاومت ویژه 20 اهم – مترمی کوبیم.

مقاومت آن چقدر است ؟

l / r = 1500 / 16 = 93.7 و x = (1.5 + 1) / 1 = 2.5

m = (Ln 2.5) / (Ln 93.7) = 0.202

(1 + 2m) / 3 = (1 + 2 * 0.202) / 3 = 0.47

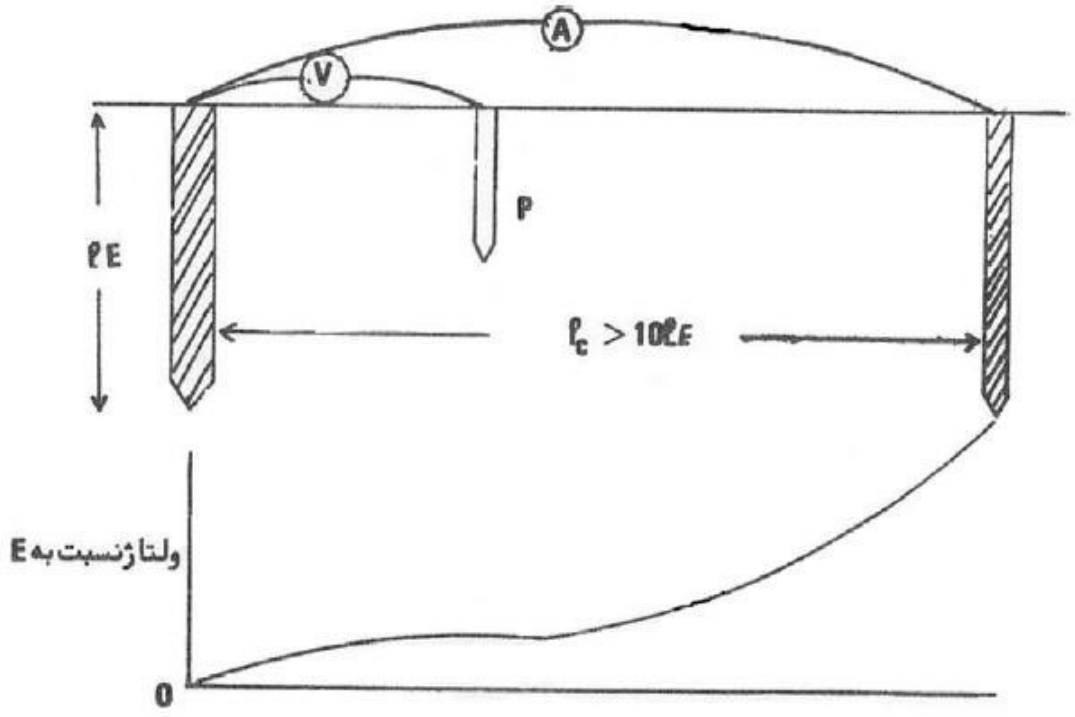
با استفاده از نتیجه مثال فوق

R = 8.5 * 0.47 = 4 Ω

- اندازه گیری مقاومت الکترود زمین

مقاومت یک الکترود و یا یک مجموعه الکترود زمین را پس از نصب می توان به سهولت اندازه گیری کرد. برای این کار مطابق شکل 7-3 عمل میکنیم.

WikiPower.ir



شکل 3-7

در این شکل E الکترودی است که مقاومتش اندازه گیری می شود. در فاصله ای بیشتر از 10 برابر طول الکترود E الکترود کمکی C را در زمین می کوبیم. با اتصال یک منبع تغذیه متناوب به این دو ، جریانی در زمین برقرار می کنیم که با آمپر متر A اندازه گیری میشود. حالا با جابجا کردن الکترود P می توان ولتاژ بین نقطه P و الکترود E را اندازه گیری کرد. تجربه نشان می دهد که این ولتاژبا فاصله ، تغییراتی نظیرمنحنی نشان داده شده در شکل 3-7 دارد ، که در وسط دوالکترود تغییرات زیادی ندارد به این دلیل معمولاً الکترود P را در وسط دو الکترود دیگر قرار می دهند و ولتاژ را اندازه گیری می کنند. حال مقاومت الکترود E به زمین از تقسیم ولتاژ بر جریان به دست می آید. برای مجموعه الکترودها فاصله Ic را بزرگتر از 20L انتخاب می کنیم تا مسیر جریان در زمین برای هر

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

الکترود مستقل باشد. در ادامه چند نمونه از دستگاههای ارت تستر آمده است.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

MEGGER® DET2/2

- High resolution – 1 mΩ – ideal for large earthing systems
- High accuracy for earth electrode and soil resistivity testing
- Test voltage 50 V max. for safety
- Rechargeable battery power with long battery life and rapid re-charge
- A robust, versatile instrument with IP54 protection
- Filter and high current features to enable valid earth testing in difficult situations

Auto Earth Tester

GROUND TESTERS

BIDDLE™ Three-Terminal Ground Resistance Tester

- Simple to operate
- For quick, routine single-electrode tests
- Direct readout in ohms

Ground Resistance Tester

MEGGER® DET5/4D and DET5/4R

- Simple, fully automatic operation
- Choice of three or four terminal measurement
- Autoranging from 10 mΩ to 20 kΩ
- Tests to BS7671, BS7430, BS6651 and VDE 0413
- High tolerance to spike resistance helps testing in urban areas
- Noise rejection to 40 V

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بخش چهارم :

اتصال زمین

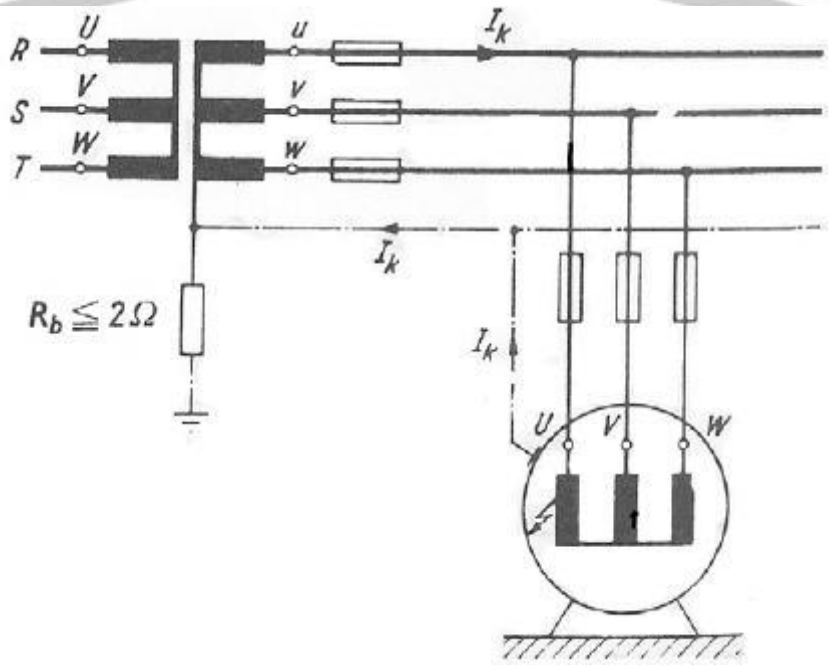
استاتیک

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

صفر کردن :

یکی از روشهای حفاظتی صفر کردن است که فقط در شبکه های با سیم صفر ممکن است. در این نوع حفاظت بدنه فلزی اسباب و ادوات و ماشین آلات برقی از راه سیم صفر به شبکه برق رسانی وصل می شود. در نتیجه با اتصال بدنه پیدا کردن یکی از دستگاهها و بسته شدن مدار الکتریکی آن به کمک سیم صفر ، جریان شدیدی از محل اتصالی شده عبور می کند و باعث قطع کلید خودکار و یا فیوز مدار مربوطه می شود (شکل 4-1). جهت قطع سریع و مطمئن فیوز باید جریان اتصال کوتاه حداقل 2.5 برابر جریان نامی فیوز باشد.



شکل 4-1

شرایط صفر کردن :

صفر کردن بطور کلی به خاطر جلوگیری از پتانسیل گرفتن بدنه فلزی ماشین آلات برقی در اثر اتصال بدنه است. لذا قطع جریان تنها کافی نیست ، بلکه باید ولتاژ قطع گردد از این جهت باید سیم صفر فاقد فیوز باشد. برای قطع فیوز و برداشتن ولتاژ و در نتیجه حفاظت صحیح شرایطی لازم است که در زیر بطور خلاصه به آن اشاره خواهد شد.

شرط اول صفر کردن :

مقطع سیم ها باید طوری محاسبه و تعیین شوند که در موقع اتصال کوتاه بین یک فاز و سیم صفر حداقل جریانی معادل 2.5 برابر جریان نامی نزدیکترین فیوز به محل اتصالی از مدار عبور کند. درشبکه های سه فاز با اختلاف سطح نامی 220 / 127 ولت در صورتیکه مقطع سیم فاز از 1.6 برابر سیم صفر تجاوز نکند ، قطع فیوز لازم نیست.

با مراعات این شرط اگر در یک دستگاه صفر شده اتصال بدنه حاد پیش آید ، از محل اتصال کوتاه جریان اتصالی Ik عبور می کند که حتماً حداقل 2.5 برابر جریان نامی فیوز مربوطه است. به عبارت دیگر باید جریان نامی فیوز

$$In \leq (I_k / 2.5)$$

باشد. بزرگی و شدت جریان اتصال کوتاه همانطور که می دانیم علاوه بر ولتاژی که باعث عبور این جریان می شود بستگی به مقاومتی دارد که در مدار جریان اتصال کوتاه قرار

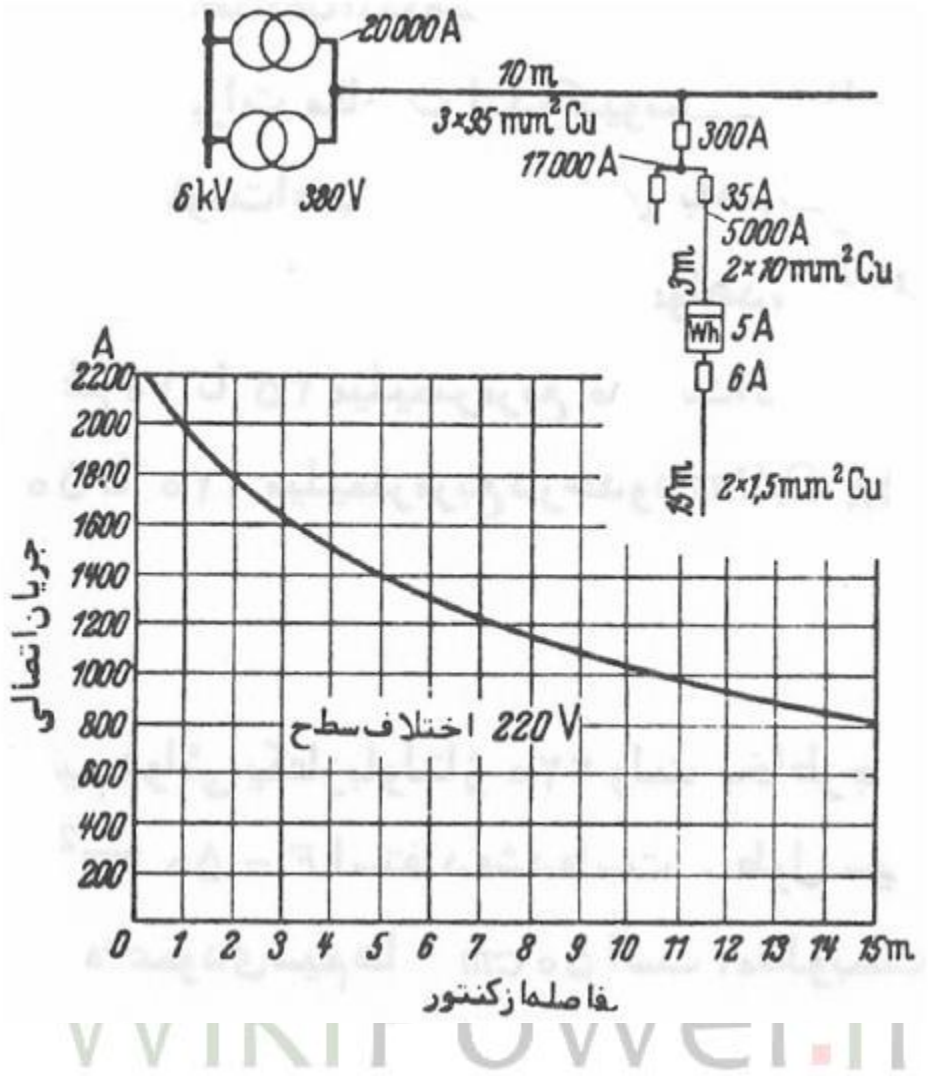
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دارد. به طوری که می توان نوشت :

مقاومت مدار جریان اتصال کوتاه / ولتاژ جریان رسانی = I_k

شکل 2-4 جریان اتصال کوتاه را در یک شبکه شهری با اختلاف سطح 380 / 220 ولت نشان می دهد. چنانچه مشاهده می شود جریان اتصال کوتاه درتمام نقاط شبکه خیلی بزرگتر از 2.5 برابر جریان نامی فیوز مربوطه است. لذا در چنین شبکه ای شرط اول صفر کردن با اطمینان خاطر کامل است. ولی شبکه هایی نیز وجود دارد که فاقد این شرط هستند. مثلاً درشبکه های با سیم هوایی طویل ، سیم های هوایی همانطور که می دانیم درجریان متناوب علاوه بر مقاومت اهمی دارای مقاومت سلفی نیز هستند.

WikiPower.ir



شکل 4-2

مقاومت اهمی سیم بستگی به مقطع و جنس و طول سیم و مقاومت سلفی سیم بستگی به فاصله سیم ها و قطر آنها دارد. به طوری که می توان نوشت :

L = L (0.92 × Log (D / (D / 2)) + 0.1) × 10^ - 3 (H)

در این رابطه L طول سیم برحسب کیلومتر از محل تغذیه تا محل اتصالی شده و D فاصله سیم ها از یکدیگر بر حسب سانتیمتر و d قطر سیم بر حسب سانتیمتر می باشد. مقاومت اندکتیو برای فرکانس 50 هرتس برابر است با :

$$X = \omega L = 2 \Pi f L = 314 L$$

نظر به اینکه معمولاً فاصله سیم های هوایی برای اختلاف سطح تا 1 KV درسیم مسی 40 سانتیمتر و در سیم آلومینیومی 50 سانتیمتر است، مقاومت اندکتیو یک کیلومتر سیم های هوایی مختلف طبق جدول زیر است :

سطح مقطع سیم mm^2	قطرسیم mm	در فواصل مختلف سیم wL			حد متوسط wL.	
		35cm	40cm	50cm		
10	4.1	0.675	0.694	0.72	0.696	0.67
16	5.1	0.648	0.664	0.695	0.69	
25	6.3	0.62	0.637	0.665	0.664	
35	7.5	0.6	0.619	0.645	0.622	
50	9.0	0.578	0.592	0.621	0.63	0.58
70	10.5	0.559	0.575	0.601	0.579	
95	12.5	0.536	0.552	0.58	0.556	
120	14.0	0.521	0.538	0.565	0.541	

WikiPower.ir

این جدول نشان می دهد با اینکه مقاومت اندکتیو سیم با ازدیاد فاصله سیم ها و کم شدن قطر سیم بالا میرود ولی تغییرات مقاومت اندکتیو نسبت به فاصله وقطر سیم چندان زیاد نیست و چون مقاومت سلفی و مقاومت اهمی به طور برداری با هم جمع می شوند، این تغییرات جزئی مقاومت اندکتیو آنقدرها در محاسبات محسوس نخواهد بود لذا می توان در محاسبات بعدی برای سیمهای با مقاطع 10 تا 35 میلیمتر مربع مقاومت اندکتیو سیم را0.67 اهم بر کیلومتر ودر سیمهای با مقاطع 50 تا 120 میلیمترمربع درحدود 0.58 اهم بر کیلومتر انتخاب کرد.

مثال :

در یک شبکه سیم هوایی یکفاز با ولتاژ 220 ولت بخاطر جلوگیری از افت غیر مجاز ولتاژ از سیم مسی با مقطع F = 50 میلیمتر مربع استفاده شده است. طول سیم از محل تغذیه تا مصرف کننده L=1500 متر وفاصله عمودی سیمها 50 سانتیمتر است.

مطلوبست محاسبه جریان نامی فیوز با در نظر گرفتن شرط اول صفر کردن.

حل :

مقاومت اهمی خط :

$$r = 2\,L / (X \times F) = (1500 \times 2) / (57 \times 50) = 1.03\ \Omega$$

حد متوسط مقاومت اندکتیو یک کیلومتر خط ، طبق جدول فوق برابراست با 0.58 و برای 1.5 کیلومتر : $x = w.f = 1.5 \cdot 0.58 = 0.87\ \Omega$ لذا مقاومت کل برابر است با :

$$Z = \sqrt{(r^2 + x^2)} = \sqrt{(1.03^2 + 0.87^2)} = 1.36\ \Omega$$

و جریان اتصال کوتاه :

$$I_k = U / Z = 220 / 1.36 = 162\ A$$

در نتیجه جریان نامی فیوز باید حداکثر :

$$In = I_k / 2.5 = 162 / 2.5 = 65\ A$$

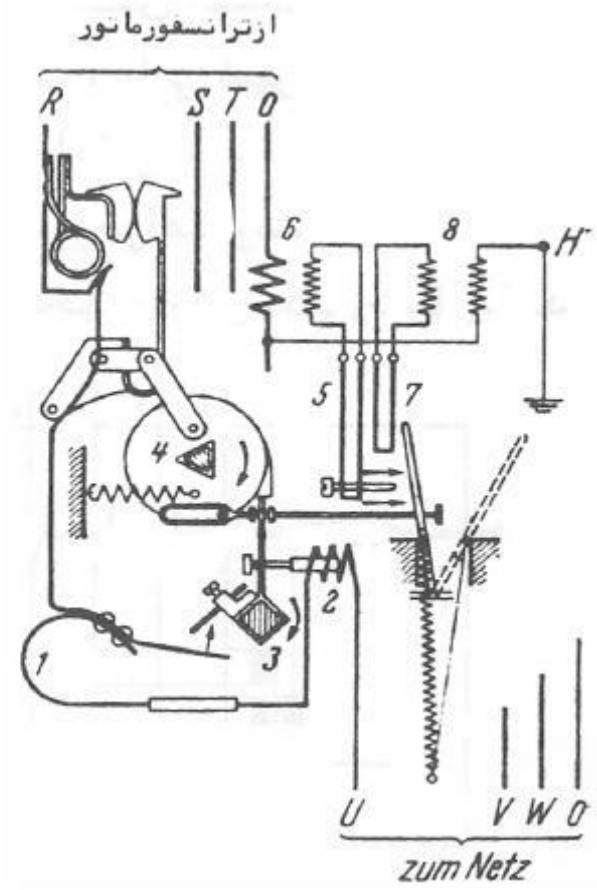
باشد. بعبارت دیگر باید فیوز بزرگتر از 60 آمپر انتخاب نگردد.

همانطور که این مثال نشان می دهد از اغلب سیمهای نقل انرژی بخاطر حفاظت و قطع فیوز

درموقع اتصالی و با توجه به شرط اول صفر کردن نمی توان مناسب با مقاطعشان بار نامی و مجاز کشید و در حقیقت سیمهای نقل انرژی نیز مشمول کم کاری میشوند.

در صورتی که مقطع سیم نسبت به جریان نامی آن خیلی بزرگتر باشد میتوان برای رفع این کم باری از فیوزهای بین راه استفاده کرد ویا اینکه میتوان به جای فیوز ازکلیدهای خودکار مخصوصی که در اثر عبور جریان از سیم صفر مدار را قطع می کند (شکل 3-4)استفاده کرد.

WikiPower.ir



شکل 3-4

ذیلاً فرض می کنیم که کلید یا فیوز، جریان اتصال بدنه راقطع نکند، دراین حالت اگرشبکه 220 / 380 ولت باشد و مشخصات سیم های فاز و نول ، برابر فرض شده و از مقاومت اندکتیو سیمها نیز صرفنظر گردد، در موقع اتصال کوتاه بین سیم فاز و نول (سیم صفر) ولتاژ 220 ولت درست بطور مساوی روی سیم صفر وسیم فاز تقسیم می شود ودرنتیجه سیم صفر ولتاژ تماسی Ub را خواهد گرفت که درمحل اتصالی برابر نصف اختلاف سطح فاز و نول یعنی 110 ولت است. این ولتاژ از محل اتصالی بطور یکنواخت کم می شود و در محل صفر ستاره ترانسفورماتور به صفر می رسد ولی در پشت اتصال کوتاه اختلاف

سطح تماسی 110 ولت باقی می ماند . لذا تمام دستگاه های دیگر صفر شده که در پشت محل اتصالی قرار گرفته اند اختلاف سطح تماسی 110 ولت نسبت به زمین را که کم و بیش اختلاف سطح خطرناکی است خواهند پذیرفت.

عملاً وضعیت از این نیز بدتر و خطرناکتر است، زیرا سیم صفر در شبکه سه فاز اغلب نازکتر ازسیمهای فاز انتخاب میشود و ولتاژ 220 ولت متناسب با مقاومت اهمی خطوط تقسیم میشود.

به طور مثال اگر نسبت مقاطع سیم ها 1.6 باشد (مقاطع سیم صفر 10 میلیمتر مربع و مقاطع سیم فاز 16 میلیمتر مربع) سیم صفر اختلاف سطح

$$U_0 = (220 / (1 + 1.6)) \times 1.6 = 135 \text{ V}$$

را خواهد گرفت.

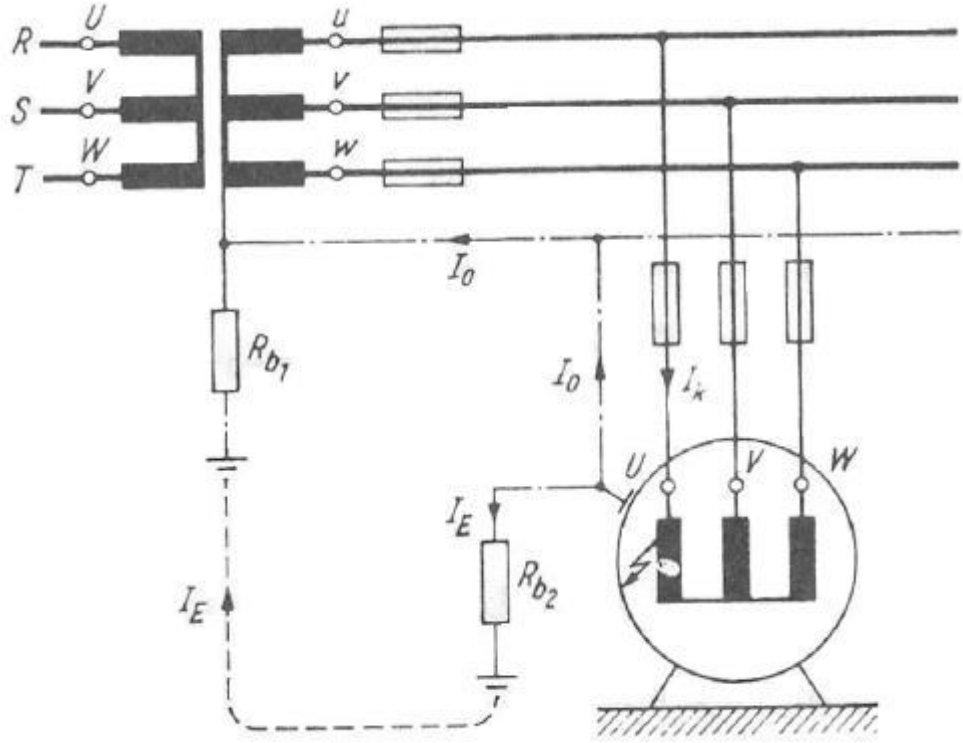
لذا برای جلوگیری از ازدیاد بیش از حد ولتاژ تماسی، سیم صفر درانتهای خط نیز مجدداً زمین می شود. در این صورت جریان I_k در محل اتصال بدنه برابر است با :

$$I_k = U / ((\sqrt{3}) (R_L + [(R_0 (R_{b1} + R_{b2})) / (R_0 + R_{b1} + R_{b2})])$$

و جریان I_k در محل اتصالی طبق شکل 4-4 به دو جزء I_0 و I_E تقسیم می شود.

$$I_E = I_k \times R_0 / (R_0 + R_{b1} + R_{b2})$$

$$I_0 = I_k \times (R_{b1} + R_{b2}) / (R_0 + R_{b1} + R_{b2})$$



شکل 4-4

ودرنتیجه چنانچه دیده می شود اختلاف سطح تماسی که در اثرعبور جریان I_E از مقاومت زمین الکتریکی R_{b1} ($U_B = I_E \times R_{b2}$) به دست می آید در اثر ارتباط انتهای سیم صفر به زمین بشدت کم می شود.

ولی چون در هر حال در شبکه 220 / 380 ولت هر اتصال کوتاه یک قطبه ای ممکن است اختلاف سطح سیم صفر را از اختلاف سطح تماسی مجاز 65 ولت بالاتر ببرد، باید همیشه چنین شبکه ای در موقع اتصال یکفاز توسط فیوز قطع شود.

شرط دوم صفر کردن

سیم صفر باید حتماً زمین شود و محل زمین شدن سیم صفر نیز باید در نزدیکی پست

ترانسفورماتور باشد.

درشبکه سیم هوایی باید سیم صفرحداقل درمحل انشعاب نیز مجدداً زمین شود.در صورتی که درمسیر شبکه برق شهری زمین خوب مانند شبکه لوله کشی آب موجوداست، توصیه می شود که سیم صفر به لوله کشی آب رسانی شهر نیز متصل گردد.در صورتیکه در یک شبکه سه فاز چهار سیمه(شبکه با سیم صفر)یکی از فازها با زمین اتصالی و تماس پیدا کند :

اولاً سیم صفر نسبت به زمین اختلاف سطح پیدا می کند.

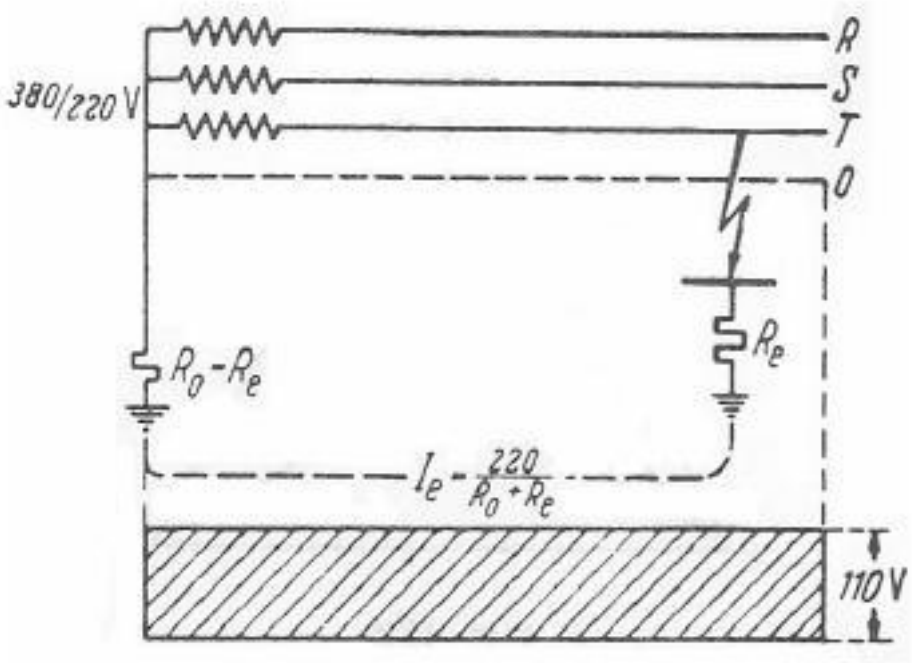
ثانیاً اختلاف سطح فازهای سالم نیز نسبت به زمین بالا می رود.

همانطور که در شکل 5-4 نشان داده شده اگر سیم فاز T با اختلاف سطح $U_{PH} = 220$ ولت به زمین وصل شود ، مدار جریان زمین I_e توسط مقاومت اتصالی R_e و مقاومت میل زمین نقطه صفر ترانسفورماتور R_0 بسته می شود و باعث عبور جریان $I_e = 220 / R_e + R_0$ از زمین می گردد در نتیجه بین دوسر مقاومت R_0 که از یکطرف مربوط به سیم صفر است اختلاف سطح تماسی برابر با :

$$U_B = (U_{PH} / (R_e + R)) \times R_0$$

بوجود می آید.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل 4-5

اگر $R_e = R_0$ باشد و از افت اختلاف سطح روی سیم فاز نیز صرفنظر شود این اختلاف سطح بطور تساوی روی مقاومتهای زمین تقسیم می شود. بطوریکه اختلاف سطح تماسی بین سیم صفر و زمین 110 ولت خواهد شد و هر چه R_0 بزرگتر و R_e کوچکتر باشد به همین نسبت اختلاف سطح تماسی سیم صفر زیادتر می شود.

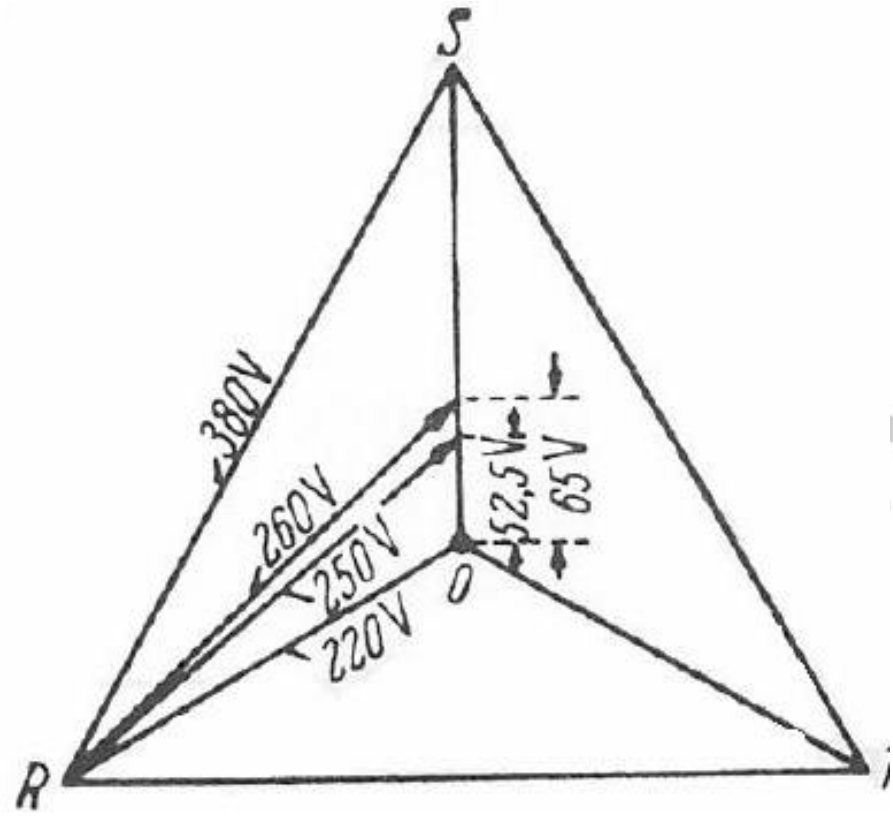
این اتصال زمین سیم فاز T درضمن باعث می شود که اختلاف سطح فازهای سالم (R,S) نیز نسبت به زمین بالا رود لذا با توجه به اینکه در اثر اتصال زمین یک فاز:

اولاً سیم صفر اختلاف سطح تماس غیر مجاز پیدا نکند.

ثانیاً در شبکه سه فاز 380 ولت ولتاژ سیم های فاز سالم نسبت به زمین از 250 ولت تجاوز نکند اجازه ندارد که نقطه صفر شبکه بطور دلخواه جابجا شود ، بلکه همانطور که

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل زیرنشان میدهد ازدیاد ولتاژ نقطه صفر با توجه به اختلاف سطح فازهای سالم میتواند فقط به اندازه 52.5 ولت و با توجه به اختلاف سطح تماسی مجاز فقط تا 65 ولت جابجا شود که البته در اینصورت اختلاف سطح فازهای سالم از 250 ولت به 260 ولت می رسد. لذا اگر شرط را بر این استوار کنیم که اختلاف سطح فازهای سالم در هیچ حالتی از 250 ولت تجاوز نکند اختلاف سطح تماسی نیز هیچگاه به 65 ولت نخواهد رسید (شکل 4-6).



شکل 4-6

اختلاف سطح جابجایی مجاز (52.5 ولت) بستگی به مقاومت زمین الکتریکی ومقاومت محل اتصال دارد و در ضمن مقاومت زمین الکتریکی برابر است با :

R_0 = اختلاف سطح مجاز جابجایی نقطه صفر / جریان اتصال زمین

اما چون جریان اتصال زمین بستگی به مجموع دومقاومت R_0 و R_e دارد مجبور می شویم جریان اتصال زمین را با شرایط زیر محدود کنیم.

1- برای جلوگیری از خطرات اتصال زمین باید از زمین کردن حفاظتی که در ارتباط با سیم صفر نست خودداری شود.

2- برای اینکه اصولاً اتصال زمینی روی مقاومت کوچک زمین بوجود نیاید ، باید زمینهای خوب مثل لوله کشی آب شهری با سیم صفر متصل گردد.

به فرض اینکه فقط شرایط مناسب فوق موجود باشد ومقاومت اتصال زمین در محل اتصالی از 5 اهم کوچکتر نگردد ، مقاومت میل زمین الکتریکی در پست ترانسفورماتور و درشبکه 380 / 220 ولت در صورتیکه ولتاژ جابجایی نقطه صفر از 52.5 ولت تجاوز نکند برابر میشود با :

$$R_0 = (52.5 / (220 - 52.5)) \times 5 = 1.56 \ \Omega$$

و در حد نهایی هم می توان آنرا برابر 2 اهم انتخاب کرد.

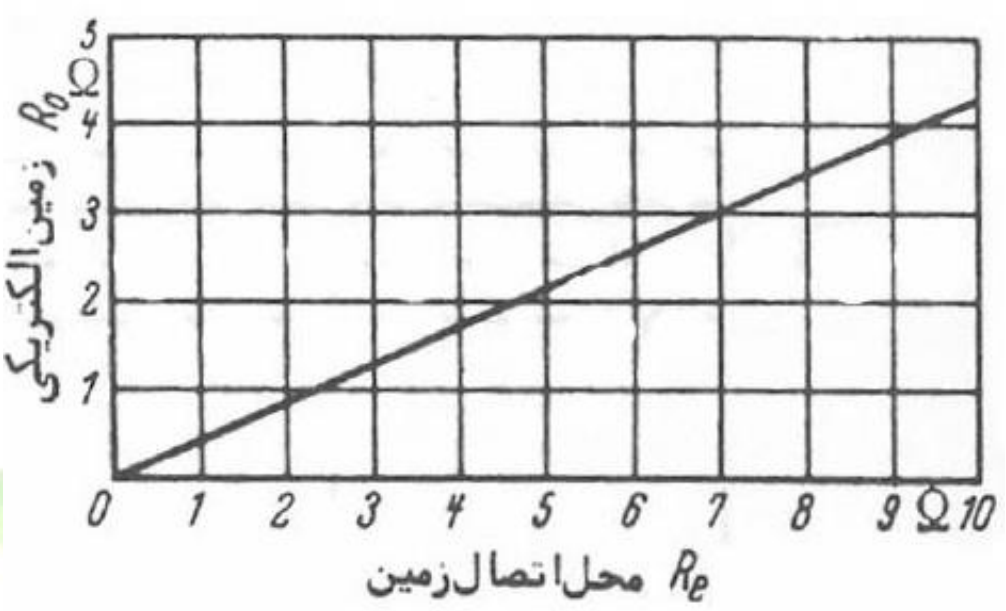
$$R_0 < 2 \ \Omega$$

شکل 7-4 مقاومت زمین الکتریکی را متناسب با مقاومت زمین محل اتصال زمین نشان می دهد. از آنچه گفته شد می توان نتیجه گرفت که شرط دوم صفر کردن این است که در موقع اتصال زمین شدن یکی از فازها اختلاف سطح تماسی سیم صفر بطور مطمئن از 65 ولت تجاوز نکند و این در حالتی است که مقاومت الکتریکی تقریباً برابر باشد با :

$$R_0 = (65 / (U_{PH} - 65)) \times R_e = R_e / 2.5$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بعبارت دیگر مقاومت زمین الکتریکی نقطه صفر ترانسفورماتوری که شبکه فشار ضعیف 380 / 220 ولت را تغذیه می کند نباید از $0.4\ R_e$ تجاوز کند.



شکل 4-7

شرط سوم صفر کردن :

در کشیدن سیم صفر باید مانند سیم فاز دقت کافی به عمل آید. زیرا در صورت قطع شدن سیم صفر همیشه ولتاژ تماسی در سیم صفر ایجاد می شود که بسته به محل قطع شدن ممکن است این ولتاژ خطرناک باشد.

محل های مختلف قطع شدگی عبارتند از :

1- قطع سیم صفر بین دو زمین

2- قطع سیم صفر بعد از آخرین زمین

3- قطع سیم صفر و تماس با سیم فاز

در حالت 1 و 2 اختلاف سطح تماسی به علت متعادل نبودن بارهای شبکه سه فاز بوجود می آید. در بار کاملاً متعادل اختلاف سطح تماسی صفر است. اما از آنجا که در یک شبکه سه فاز چهار سیمه تقریباً همیشه بارها نا متعادل می شوند و از سیم صفر جریان عبور می کند در حالتهای 1 و 2 نیز می توان با اختلاف سطح تماسی نسبتاً زیادی مواجه شد.

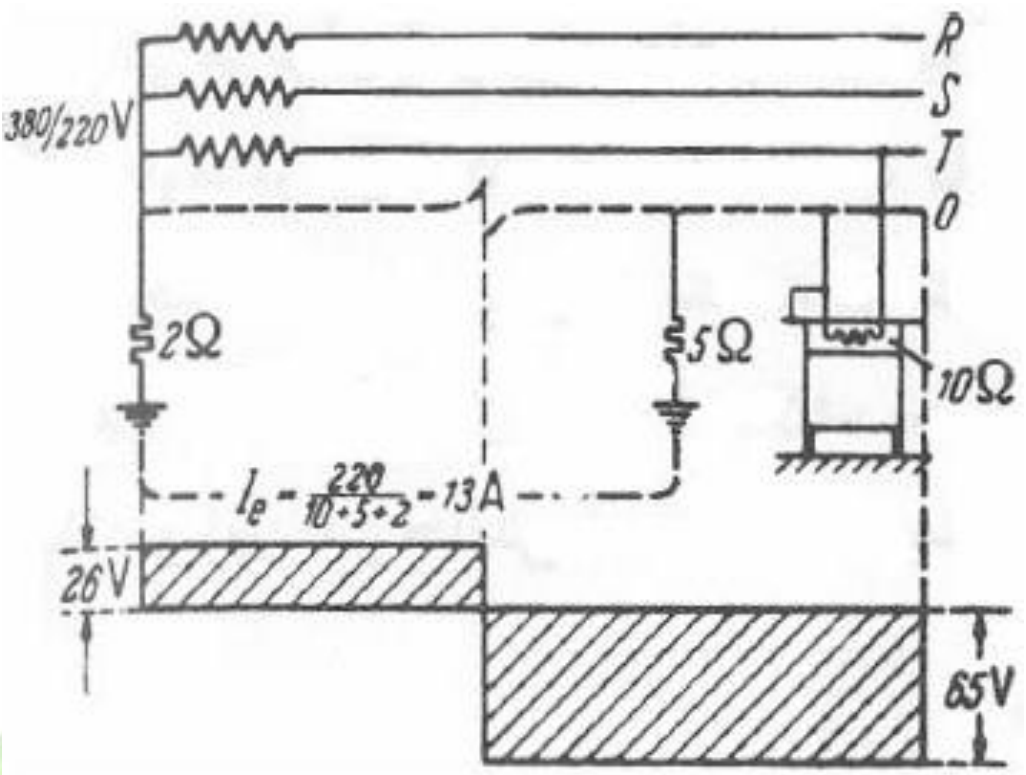
قطع سیم صفر بین دو زمین :

در این حالت قطع شدگی ، اختلاف سطح تماسی :

اولاً بستگی دارد به مقاومت دستگاهی که در موقع وصل کلید بین سیم صفر و سیم فاز قرار دارد ، ثانیاً بستگی دارد به مقاومت زمین الکتریکی در پست ترانسفورماتور ، ثالثاً بستگی دارد به مقاومت زمین الکتریکی در نقطه ای دیگر از سیم صفر که زمین شده است. ولی به هر حال مقاومت دستگاه که بین سیم فاز و سیم صفر بسته شده است تعیین کننده اصلی شدت اختلاف سطح تماسی می باشد.

شکل 8-4 ولتاژ تماسی سیم صفر را برای مقاومت مصرف کننده 10 اهم نشان می دهد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



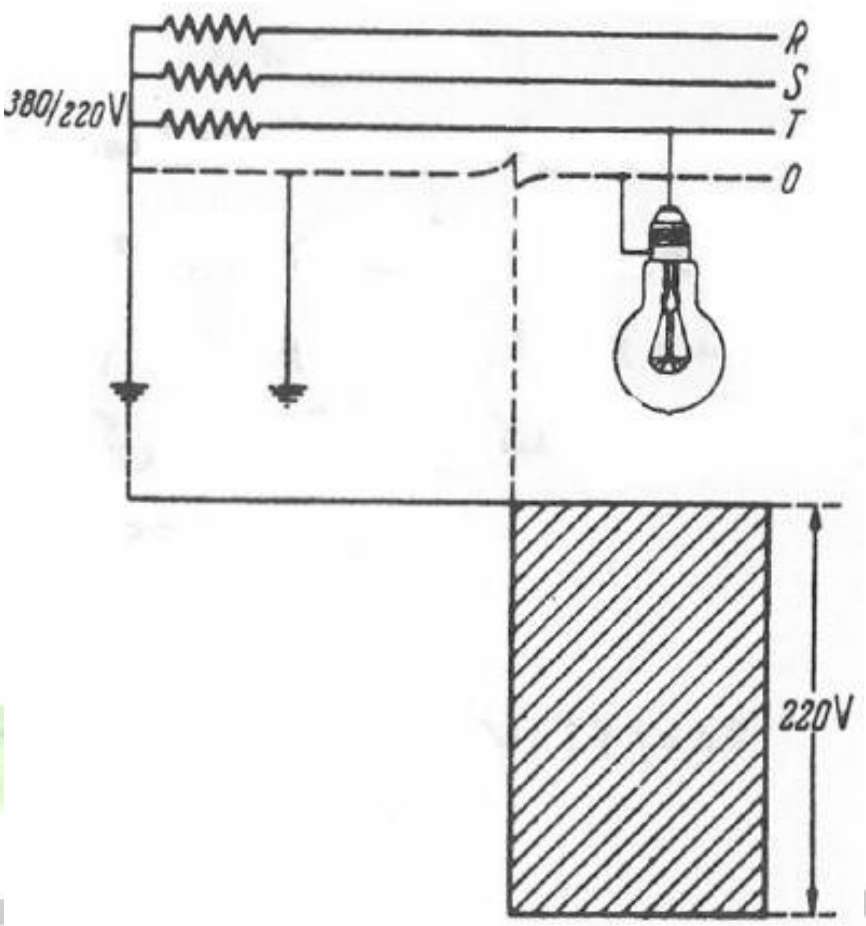
شکل 4-8

WikiPower.ir

قطع سیم صفر بعد از آخرین زمین :

این حالت نظر به ایجاد اختلاف سطح تماسی زیاد خیلی نا مساعد است. زیرا اختلاف سطح سیم فاز از طریق مصرف کننده تک فاز مثل لامپ ، بوبین ولتاژ کنتور و غیره تماماً به سیم صفر منتقل می شود (شکل 4-9)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



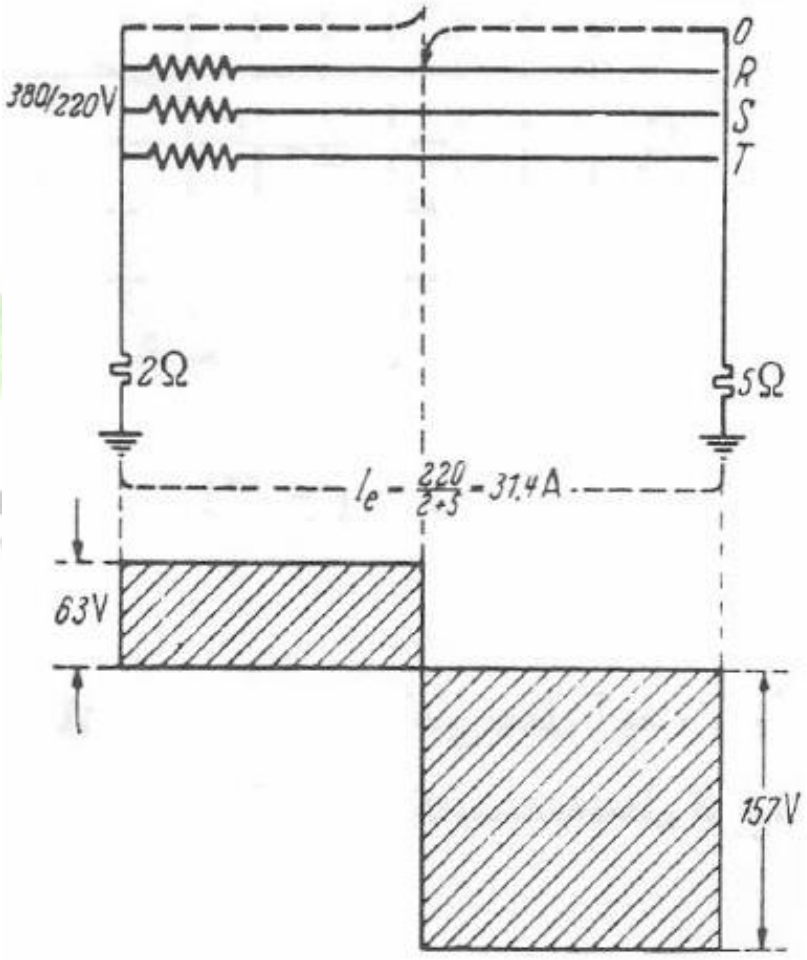
WikiPower.ir

شکل 4-9

در ضمن اینکه در حالت قبل مقاومت مصرف کننده باید کوچک باشد تا اختلاف سطح تماسی زیاد بوجود آید ، در این حالت حتی مقاومتهای بزرگ مانند یک لامپ و یا پیچک ولتاژ کنتور نیز باعث ایجاد اختلاف سطح تماسی بزرگ و خطرناکی در سیم صفر ولی فقط در پشت قطع شدگی می شود. در صورتیکه در حالت قبل تمام طول سیم صفر اختلاف سطح تماسی پیدا می کند.

قطع سیم صفر و تماس با سیم فاز :

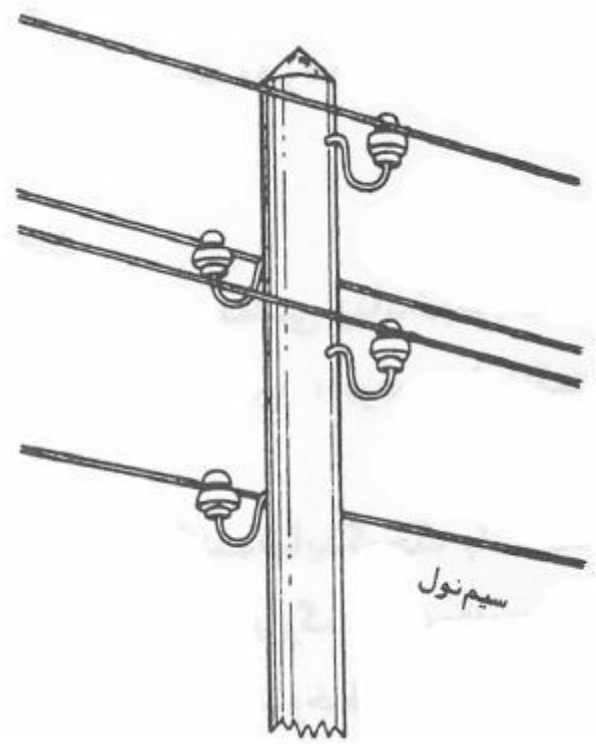
این حالت بدترین و خطرناکترین حالتهای ممکن است. زیرا اگر انتهای سیم صفر قطع شده به سیم فاز برخورد کند ، همانطور که شکل 4-10 نشان می دهد ، اختلاف سطح تماسی بسیار خطرناکی در سیم صفر بوجود می آید.



شکل 4-10

برای جلوگیری از این پیشامد خطرناک باید در سیم کشی هوایی همیشه سیم صفر زیر سیم های فاز قرار گیرد (شکل 4-11).

به خصوص با توجه به اینکه در شبکه سه فاز چهار سیمه سیم صفر نازکتر از سیم های فاز انتخاب می شود امکان پاره شدن سیم صفر نیز به مراتب بیشتر از سیم های فاز است.



شکل 4-11

در ثانی اگر سیم فاز قطع شود ، با برخورد به سیم صفر که در زیر آن قرار دارد ، اگر شرط اول صفر کردن رعایت شده باشد ، فیوز مربوطه میسوزد و برق قطع می گردد و سیم فاز با داشتن پتانسیل با زمین تماس پیدا نمی کند.

با آنچه که گفته شد نتیجه گرفته میشود که برای جلوگیری از خطرات قطع شدگی سیم صفر

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

باید نکات زیر مورد توجه کامل قرار گیرد :

1- سیم صفر تحت نیروی کشش زیاد قرار نگیرد و ارتباط سیم توسط بستهای مطمئن و محکم صورت گیرد تا اصولاً امکان قطع شدن و پاره شدن آن خیلی کم شود.

2- در موقع قطع سیم صفر باید بلافاصله سیم های فاز نیز توسط کلید یا فیوز وغیره قطع گردند.

3- سیم صفر علاوه بر پست ترانسفورماتور در چند نقطه دیگر نیز زمین شود. مقاومت زمین الکتریکی در این انشعابها می تواند طبق پیشنهاد VDE در حدود 5 اهم باشد که توسط زمین سطحی در حدود 50 متر میسر است.

4- سیم صفر در سیم کشی هوایی همیشه در زیر سیم های فاز قرار گیرد.

5- تا حد امکان تقسیم بار به طور متعادل انجام شود.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بخش پنجم :

حفاظت تأسیسات

در مقابل صاعقه

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

صاعقه گیر ساده :

صاعقه نتیجه تخلیه بار الکتریکی حاصل از یونهای باردار در ابر می باشد. این تخلیه الکتریکی در صورتی که با زمین صورت گیرد می تواند بسیار خطرناک باشد.

هدف اصلی استفاده از برقگیر هدایت جریان الکتریکی صاعقه به مسیر دلخواه می باشد. در اینصورت با قراردادن برقگیر در نقاط استراتژیک یک مجموعه میتوان جریان الکتریکی صاعقه را از طریق هادی مناسبی به زمین منتقل کرد.

عمل جذب صاعقه بواسطه افزایش چگالی یونها و پرتاب آنها تا شعاع 10 تا 15 متری بالای برقگیر می باشد. از طرف دیگر یونهای منفی موجود در ابرها نیز کوتاهترین مسیر را برای عبور انتخاب می کنند. بنابراین پس از تماس یونهای منفی ابر با یونهای مثبت هدایت شده برقگیر ، مسیری مناسب برای عبور یونهای دیگر فراهم می آید و به این ترتیب عبورجریان الکتریکی آن منطقه از ابر تا تخلیه یونها به حدی که جریان متوقف گردد ادامه می یابد و واضح است که زمان این تخلیه بسیار کوتاه می باشد.

این میله ها از مس با روش نیکل کروم و یا آلومینیوم ساخته می شود. میله برقگیر بدون نوک چند شاخه نیز می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

طول برقگیر دراندازه های 600 ، 1000 ، 1500 و 2000 میلیمتری و با قطرهای 16 ، 18 و 20 میلیمتری قابل عرضه می باشند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

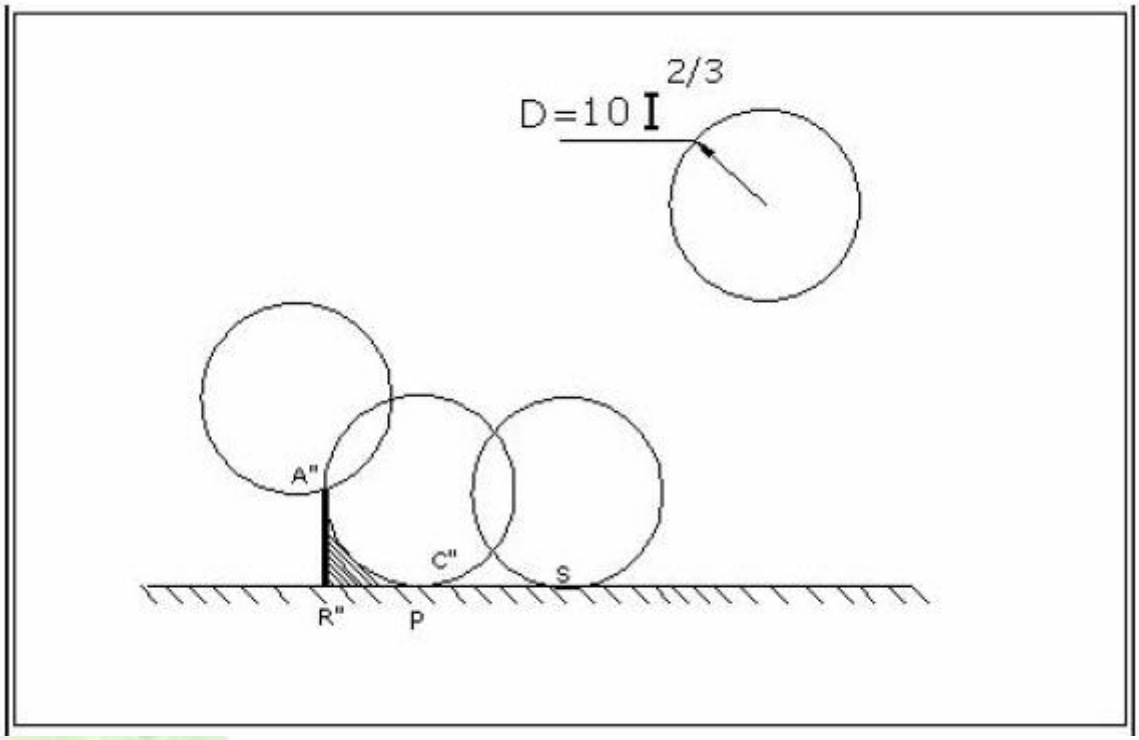
شعاع حفاظت میله ساده برقگیر:

هنگام محاسبه شعاع حفاظتی یک میله ساده برقگیر براساس مدل الکتروژئومتریک نقاط محتمل اصابت صاعقه نزدیکترین نقاط ساختمان در فاصله D از نزدیکترین علمدار حمله ارسالی ابر به سوی زمین می باشد.

با توجه به شکل 5-1 تصویر فیزیکی نقاط محتمل محل اصابت صاعقه محیط خارجی یک کره غلطان به شعاع D است که مرکز آن توسط علمدار حمله به سرعت به سوی ساختمان و زمین نزدیک می شود.

با دقت بیشتر به تصویر زیر وفرض نصب یک میله ساده برقگیر به ارتفاع h روی زمین سه حالت محتمل تخلیه صاعقه به شرح زیر مورد بررسی قرار می گیرد :

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل 5-1

WikiPower.ir

الف) اگر کره غلطان فقط در نقطه A´ میله ساده را لمس کند A´ نقطه اصابت صاعقه خواهد بود.

ب) اگر کره غلطان در نقطه S زمین را لمس کند و هیچ نقطه تماسی با میله برقگیر نداشته باشد ، نقطه اصابت صاعقه همان نقطه S روی ساختمان خواهد بود.

ج) اگر کره غلطان در دو نقطه A´ و C´ میله برقگیر و زمین را لمس نماید نقاط A´ و C´ هردو به عنوان نقاط محتمل اصابت صاعقه محسوب خواهند شد ، اما منطقه هاشور خورده مابین میله ساده ونقاط A´ و C´ منطقه ای است که هرگز مورد اصابت صاعقه قرار نخواهد گرفت و منطقه حفاظت شده نامیده می شود ، در این حالت شعاع حفاظتی برابر R´P همان

شعاع کره یا D می باشد که با فرمول و طبق شکل زیر محاسبه می شود :

$$D(m) = 10\,I$$

I: حداکثر شدت جریان صاعقه هنگام تخلیه بر حسب کیلو آمپر

صاعقه گیرالکترونیکی چگونه عمل می کند :

درست قبل از اتفاق افتادن صاعقه بطور طبیعی محتوای الکتریکی اتمسفر به طور ناگهانی افزایش می یابد. این تغییر وضعیت توسط واحد جرقه زن حس و کنترل می شود.

صاعقه گیر های الکترونیکی PREVECTRON یا انرژی موجود در هوای متلاطم پیش از طوفان را (که در حدود چندین هزار ولت بر هر متر است) جذب و در واحد جرقه زن ذخیره می نماید. در نهایت واحد جرقه زن با تخلیه بار الکتریکی خازنها بین الکترودهای فوقانی و الکترود مرکزی اش هوای اطراف را یونیزه می نماید.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اصول عملکرد صاعقه گیر الکترونیکی :

عملیات یونیزاسیون در نوک صاعقه گیر به شرح زیر تفسیر می شود :

آزاد سازی کنترل شده یونها :

واحد جرقه زن (TRIGGERING) صاعقه گیرهای PREVECTRON شرایطی را ایجاد می کند تا چشمه جوشانی از یون (کرونا) در اطراف میله نوک تیز فراهم شود. دقت عمل این واحدباید به گونه ای کنترل شده باشد که آزادسازی یونها رادرست چند میکروثانیه قبل از حدوث و تخلیه صاعقه صورت دهد.

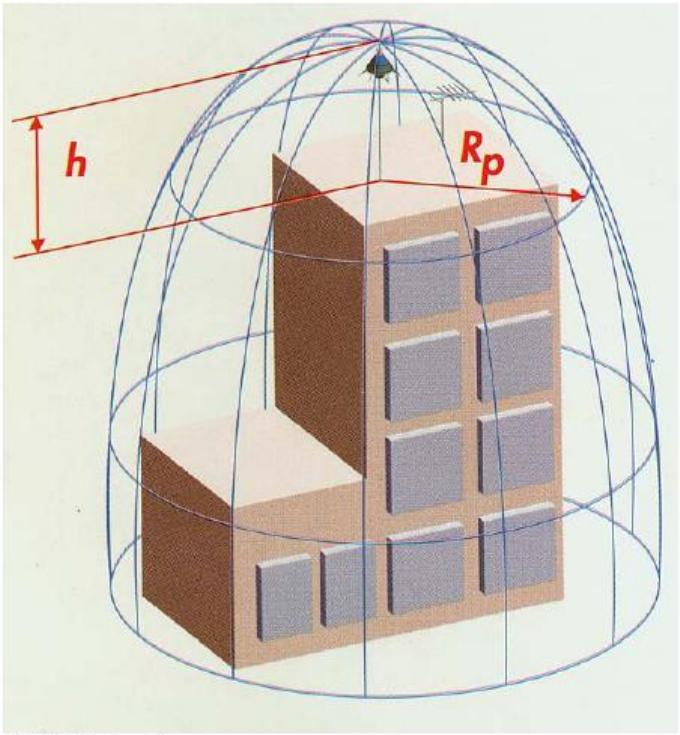
اثر کرونا و واحد جرقه زن :

حضورحجم وسیع بارهای الکتریکی دراطراف میله نوک تیزصاعقه گیر پس از یونیزاسیون توسط واحد جرقه زن سبب می شود تا پدیده طبیعی تجمع بارهای الکتریکی اطراف میله (Corona Effect) تقویت و تشدید شود.

تسریع در بروز علمدار حمله زمینی :

صاعقه گیرهای PREVECTRON طوری طراحی شده اند که ارسال علمدار حمله زمینی را خیلی زودتر از نقاط هم ارتفاع مشابه همان محدوده به انجام برسانند و این به معنی تشکیل نقطه ترجیهی دریافت صاعقه در منطقه تحت حفاظت با PREVECTRON

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



Level I :D=20m –High Protection

H(m)	2	3	4	5	6	7	8	10	15	20m
S.6.60	31	47	63	79	79	79	79	79	80	80
S4.50	27	41	55	68	69	69	69	69	70	70
S3.40	23	35	46	58	58	59	59	59	60	60
TS3.40	23	35	46	58	58	59	59	59	60	60
TS2.25	17	25	34	42	43	43	43	44	45	45

Level II : D = 45m –Medium Protection

H(m)	2	3	4	5	6	7	8	10	15	20m
S.6.60	39	58	78	97	97	98	99	101	102	105
S4.50	34	52	69	86	87	87	88	90	92	95
S3.40	30	45	60	75	76	77	77	80	81	85
TS3.40	30	45	60	75	76	77	77	80	81	85
TS2.25	23	34	46	57	58	59	61	63	65	70

انواع صاعقه گیر الکترونیکی :

صاعقه گیرهای PREVECTRPN 2 با دو نوع جنس و در پنج مدل قابل ارائه هستند.

مدلهای مسی :

در این دسته میله مغزی صاعقه گیر و الکترودهای پیرامونی از جنس مس و پوشش واحد الکترونیکی آن از فولاد ضد زنگ ساخته شده است.

مدلهای فولاد ضد زنگ :

در این دسته میله مغزی ، الکترودهای پیرامونی و پوشش همه از فولاد ضد زنگ ساخته شده اند. این دسته برای نصب در محیطهای خورنده و اسیدی توصیه می شود.

WikiPower.ir

مزیتهای انتخاب صاعقه گیر الکترونیکی :

1- امکان انتخاب شعاع حفاظتی گسترده

2- دستیابی به کیفیت و تکنولوژی برتر روز

3- بهره گیری از سیستم عملکرد کاملاً مستقل و خود کفا (از نظر تأمین انرژی)

4- فقط به هنگام وجود انرژی در اتمسفر فعال می شود (عمر طولانی).

5- یکپارچگی محور اصلی صاعقه گیر از نوک آن تا نقطه اتصال به هادی میانی

6- کیفیت عملکرد و پایداری صاعقه گیر توسط مرکز تحقیقات علمی ملی فرانسه بارها آزمایش شده و صحت عملکرد آنها با گواهی شماره UMR 9929 تأیید و ثبت شده است.

ضمناً انواع صاعقه گیر PREVECTRON در شرایط واقعی (تخلیه صاعقه) توسط کمیته انرژی اتمی فرانسه با همکاری مرکز تحقیقات الکتریکی فلوریدای آمریکا مورد آزمایش عملی قرار گرفته و از نظر کیفیت عملکرد و پایداری مورد تأیید قرار گرفته است.

محدوده حفاظت صاعقه گیر الکترونیکی :

هدف از نصب صاعقه گیر روی بام ساختمان ایجاد یک حوزه حفاظتی برای ساختمان است و حداکثر فاصله از محل نصب صاعقه گیر که تحت حفاظت قرار می گیرد (در ارتفاع محل نصب پایه صاعقه گیر) شعاع حفاظتی نامیده می شود.

شعاع حفاظتی صاعقه گیر الکترونیکی با استفاده از جدیدترین استاندارد NF C 17-102 (جولای 1995) و فرمولهای این استاندارد به شرح زیر محاسبه شده اند.

محاسبات ارائه شده در جداول زیر بر اساس چند پارامتر زیر بدست آمده است :

1- تفاوت زمان تخلیه صاعقه توسط صاعقه گیرهای الکترونیکی و صاعقه گیرهای ساده (ΔT) که توسط C.N.R.S تأیید شده و نوع صاعقه گیر مورد نظر بدست می آید سپس با استفاده از فرمول

$\Delta L(m) = 10^6 \times \Delta T \quad (\mu s)$

که در آن (ΔL : فاصله ای که نقطه دریافت صاعقه از نوک صاعقه گیر دور می شود) محاسبه خواهد شد.

2- بر اساس مشخصه های ساختمان یا پروژه ضمیمه B استاندارد NF C 17-102 و نرم افزار INDELC (که طبق استاندارد فوق تدوین شده) کلاس حفاظتی مورد نظر را انتخاب می نمائیم. سپس با عنایت به کلاس حفاظت قطر کره فرضی D را ازجدول استخراج می نمائیم.

3- ارتفاع واقعی نصب صاعقه گیر از روی سطح مورد نظر را برای تعیین شعاع حفاظتی بدست می آوریم.(h)

وقتی h بزرگتر از 5 متر باشد $Rp = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)}$

وقتی h کوچکتر از 5 متر باشد شعاع حفاظتی از جداول زیر استخراج می شود.

h = ارتفاع واقعی نصب صاعقه گیر نسبت به سطح مورد نظر جهت محاسبه شعاع حفاظت $\Delta L = 10^6 \times \Delta T$ فاصله ای که صاعقه گیر نقطه دریافت صاعقه را طبق تئوری گوی غلطان از ساختمان دور می کند است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Level III : D = 60m –Standard Protection

H(m)	2	3	4	5	6	7	8	10	15	20m
S.6.60	43	64	85	107	107	108	109	113	119	120
S4.50	38	57	76	95	96	97	98	102	109	110
S3.40	33	50	67	84	84	85	87	92	99	100
TS3.40	33	50	67	84	84	85	87	92	99	100
TS2.25	26	39	52	65	66	67	69	75	84	85

	ΔT (us)	Copper ref	Stainless Steel ref	Weight (kg)
S 6.60	60	1241	1242	4.2
S4.50	50	1231	1232	4.0
S 3.40	40	1221	1222	3.8
TS3.40	40	1211	1212	2.5
TS 2.25	25	1201	1202	2.3

WikiPower.ir

منابع :

۱) کتاب تجهیزات نیروگاه از انتشارات دانشگاه تهران

۲) کتاب تأسیسلت الکتریکی تألیف آقای دکتر کلهر

۳) کاتالوگ های مربوط به انواع صاعقه گیرها

۴) کاتالوگ های مربوط به دستگاههای ارت تستر شرکت AVO

WikiPower.ir