لیست گزارشات

جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو
پژوهشگاه نیرو

عنوان گزارش : سیستم زمین پستهای توزیع

عنوان پروژه: "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی"

کد پروژه: PTRVT02

کارفرما: سازمان توانیر

پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
گروه پژوهشی خط و پست
آبان‌ماه ۱۳۸۲

لیست گزارشات مربوط به پروژه "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی"

ردیف کلی گزارشات	شبکه‌های توزیع نیروی برق فشار متوسط و ضعیف	کابلهای فشار ضعیف و متوسط برق	پستهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت هوایی و زمینی	تاسیسات برق مشترکین
۱	- طراحی خطوط توزیع هوایی	- کابلهای فشار ضعیف و متوسط	- پستهای هوایی توزیع	- مقررات عمومی و خصوصی اشعابات برق مشترکین
۲	- هادیهای خطوط هوایی توزیع		- کلیات پستهای توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلوولت زمینی	- کنتورهای اکتیو
۳	- یراق‌آلات خطوط هوایی		- تاسیسات پستهای ۲۰ و۳۳ کیلوولت زمینی	- کنتورهای راکتیو
۴	- حریم خطوط هوایی		- معماری و ساختمان پستهای توزیع زمینی	- کنتورهای استاتیکی
۵	- کراس‌آرم‌ها و سرتیرهای خطوط توزیع هوایی		[redacted]	- فیوزهای فشارضعیف
۶	- تیرهای فلزی، بتونی و چوبی		- ترانسفورماتورهای توزیع	- کلیدهای اتومانیک
۷	- مقره‌های توزیع		- کلیدهای قدرت ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	- کنتاکتورهای نوع ضعیف
۸			- سکسیونرهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	- کلیدهای قابل قطع زیربار
۹			- کابلهای فشار متوسط و ضعیف	- ترانسفورماتورهای ولتاژ ۲۰ و ۳۳ کیلوولت
۱۰			- کابلهای فشار متوسط	- ترانسفورماتورهای جریان ۲۰ و ۳۳ کیلوولت
۱۱			- برقگیرهای فشار متوسط	- یراق‌آلات کابلهای شبکه‌های توزیع

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-هدف ۱
۲-دامنه کاربرد ۱
۳-تعاریف و اصطلاحات ۱
۳-۱-زمین کردن ۱
۳-۲-زمین شده ۱
۳-۳-جریان زمین ۱
۳-۴-الکترود زمین (میل زمین یا زمین کننده) ۲
۳-۵-شبکه زمین ۲
۳-۶-سیستم زمین ۲
۳-۷-سیم زمین ۲
۳-۸-مقاومت زمین ۲
۳-۹-شین زمین ۲
۳-۱۰-تاسیسات زمین ۲
۳-۱۱-افزایش پتانسیل زمین (GPR) ۲
۳-۱۲-ولتاژ تماس (سطح تماس) ۳
۳-۱۳-ولتاژ قدم ۳
۴-مشخصات فنی سیستم زمین در پستهای ۲۰ و ۳۲ کیلوولت ۳
۴-۱-مشخصات خاک و مقاومتهای موجود در سیستم زمین ۳
۴-۱-۱-انواع مقاومتهای زمین ۳
۴-۱-۱-۱-مقاومت مخصوص زمین ۳
۴-۱-۱-۲-مقاومت الکترود زمین ۴
۴-۱-۱-۳-مقاومت زمین ۴
۴-۱-۲-تاثیر عوامل مختلف بر مقاومت زمین ۴

۴-۱-۲-۱-تاثیر املاح شیمیایی ۵
۴-۱-۲-۲-اثر رطوبت ۵
۴-۱-۲-۳-اثر درجه حرارت ۵
۴-۱-۳-اندازه‌گیری مقاومت الکترود زمین و مقاومت مخصوص خاک..... ۶
۴-۱-۳-۱-مقاومت الکترود زمین..... ۶
۴-۱-۳-۲-اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک ۶
۴-۲-الکترودهای زمین ۷
۴-۲-۱-کلیات ۷
۴-۲-۲-الکترودهای موجود در سیستم الکتریکی ۸
۴-۲-۳-الکترودهای مصنوعی ۸
۴-۲-۳-۱-کلیات ۸
۴-۲-۳-۲-انواع الکترودهای مصنوعی ۸
۴-۳-سیم زمین و نحوه انجام اتصالات آن ۹
۴-۳-۱-عوامل موثر بر انتخاب هادی زمین..... ۱۰
۴-۳-۲-مشخصات و محدودیتهای سیم زمین ۱۰
۴-۳-۳-انواع مختلف سیم زمین ۱۱
۴-۳-۴-اتصالات سیم زمین به الکترود زمین ۱۲
۴-۴-سیستم چاه زمین ۱۲
۴-۵-جداسازی الکترودهای زمین و سیم زمین ۱۴
۴-۵-۱-الکترودهای مجزا ۱۴
۴-۵-۲-الکترود عمومی ۱۵
۴-۵-۳-الکترود مشترک ۱۵
۴-۵-۴-زمین کردن تابلوهای فشار ضعیف ۱۵
۴-۵-۵-جلوگیری از خطرات ولتاژ قدم در اطراف الکترودها و ولتاژ تماس با آنها..... ۱۵
۴-۶-مشخصات تاسیسات زمین حفاظتی پست ۱۶

۴-۶-۱-در تعیین مشخصات و ابعاد و طرح تاسیسات زمین حفاظتی دو شرط اساسی زیر بایستی رعایت شود : ۱۶
۴-۶-۲-اتصال تجهیزات به زمین حفاظتی ۱۷
۵-نگهداری و بازرسی دوره‌ای و آزمونهای مربوط به سیستم زمین ۲۰
۵-۱-نگهداری و بازرسی دوره‌ای سیستم زمین ۲۰
۵-۲-آزمونهای مربوط به سیستم زمین ۲۰
۶-مشخصات طراحی سیستم زمین ۲۱
۶-۱-کلیات ۲۱
۶-۲-پارامترهای طراحی ۲۱
۶-۳-مشخصات طراحی ۲۱
۶-۳-۱-مقاومت و مدل خاک ۲۱
۶-۳-۲-الکترودهای زمین ۲۱
۶-۳-۳-سیم زمین ۲۲
۶-۳-۴-اتصالات تجهیزات به زمین ۲۲
۶-۳-۵-محاسبه جریان اتصال کوتاه وحداکثر جریان شبکه زمین ۲۲
۶-۴-روند طراحی ۲۲

فهرست اشکال

شکل (۱): روش اندازه‌گیری مقاومت الکترود زمین..... ۶
شکل (۲) : دستگاه اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک..... ۷
شکل (۳): جزئیات نصب چاه زمین ۱۴
شکل (۴): جزئیات نحوه اتصال تجهیزات فلزی ثابت به شبکه زمین پست..... ۱۸
شکل (۵): جزئیات نحوه اتصال شین زمین تابلو به شبکه زمین ۱۸
شکل (۶): جزئیات اتصال درب فلزی و نرده بازشو به شبکه زمین پست ۱۹

فهرست جداول

جدول (۱) : مقاومت مخصوص زمینهای مختلف ۳
جدول (۲) : مقاومت الکترود زمین برای ρ =۱۰۰ ..... ۴
جدول (۳) : اثر تغییر رطوبت خاک بر مقاومت آن ۵
جدول (۴) : سطح مقطع سیم زمین متناسب با شدت و مدت جریان عیب گذرنده از آن ۱۰
جدول (۵) : مشخصات چاه برای زمینهای معمولی ۱۳
جدول (۶) : مشخصات چاه برای زمینهای سنگی ۱۳

بخش اول
اصول طراحی و مهندسی

بخش دوم
معیارها و ویژگیهای فنی

فهرست مطالب

۱- هدف

هدف از تدوین این استاندارد ایجاد ایمنی و حفاظت در پستهای ۲۰ و۳۳ کیلوولت در برابر اختلاف پتانسیلهای الکتریکی است که مربوط به اتصال زمین است و برای سلامتی افرادی که بنحوی با این پستها در تماس هستند و حتی در خارج از پست در رفت و آمد می‌باشند لازم است.

۲- دامنه کاربرد

این استاندارد شامل مقررات مربوط به روشهای متداول برای ایجاد اتصال زمین در پستهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت است که برای تامین ایمنی در بهره‌برداری، نگهداری و انجام عملیات بر روی تجهیزات داخل پست لازم است.

در این استاندارد محدوده‌های لازم برای زمین کردن و همچنین نقطه یا محلی که بایستی زمین شود ذکر گردیده است.

همچنین مراحل طراحی یک سیستم زمین و همچنین عوامل موثر تاثیر گذار بر روی سیستم زمین مورد بررسی قرار می‌گیرند.

مطالب موجود در این استاندارد مطابق با استاندارد VDE 0141 و IEC 364 می‌باشد.

۳- تعاریف و اصطلاحات

فهرست مطالب

۳-۱-زمین کردن

عبارت است از اتصال عمومی یا اتفاقی یک مدار الکتریکی یا یکی از تجهیزات به زمین یا بدنه فلزی که میتواند بصورت زمین فرض شود.

۳-۲-زمین شده

یک سیستم یا مدار یا وسیله‌ای که جزئی از مدار برگشت زمین به حساب آمده و پتانسیل آن تقریباً برابر با پتانسیل زمین است.

۳-۳-جریان زمین

جریانی که از یک منبع به زمین یا یک وسیله‌ای که به زمین متصل میشود جاری می‌شود.

۳-۴-الکترود زمین (میل زمین یا زمین کننده)

هادی که در زمین دفن شده و برای هدایت جریان زمین و انتقال آن به زمین از آن استفاده میشود.

۳-۵-شبکه زمین

یک سیستم متشکل از هادیهایی که بطور افقی در زمین دفن شده و یک زمین مشترک را برای اجزای الکتریکی و اسکلتهای فلزی بوجود می‌آورد. یک شبکه زمین شامل یک تعداد میلهای زمین نیز می‌باشد که برای ایجاد مقاومت کمتری در مقابل زمین اطراف به سیمهای شبکه زمین متصل شده اند.

۳-۶-سیستم زمین

شامل یک سری هادیهای بهم متصل شده و دفن شده در زمین می‌باشد که در یک سطح مشخص قرارگرفته‌اند. در تعریف فوق این سیستم شامل یک سری هادیهائی است که بطور افقی دفن شده اند و الکترودهایی این هادیها را به یکدیگر متصل نموده اند.

۳-۷-سیم زمین

عبارت است از سیم رابط بین زمین کننده (میل) و زمین شونده. آن قسمت از سیمی که در زیر زمین قرار گرفته است جزئی از میل محسوب می‌شود و آن قسمت که در خارج از زمین و عایق نسبت به زمین کشیده شده است متعلق به سیم زمین می‌باشد.

۳-۸-مقاومت زمین

مقاومت الکتریکی موجود بین الکترود زمین و زمین است.

۳-۹-شین زمین

عبارت است از شینی که تعداد زیادی سیم زمین از آن منشعب می‌شود.

۳-۱۰-تاسیسات زمین

عبارت است از مجموعه زمین کننده‌ها، شینها، سیمهای زمین، و بطور کلی تمام قسمتهائی که به زمین کردن مربوط می‌شوند.

۳-۱۱-افزایش پتانسیل زمین (GPR)

ماکزیمم ولتاژی است که یک شبکه زمین پست نسبت به نقطه‌ای که بعنوان پتانسیل صفر در نظر گرفته می‌شود پیدا می‌کند.

۳-۱۲-ولتاژ تماس (سطح تماس)

اختلاف پتانسیل بین افزایش پتانسیل شبکه زمین (GPR) و ولتاژ سطحی در نقطه‌ای که شخص ایستاده است و این در حالی است که شخص با دستش دستگاهی را که زمین شده است را لمس می‌کند.

۳-۱۳-ولتاژ قدم

قسمتی از ولتاژ الکترود زمین که توسط فاصله دوپا (تقریباً یک متر) برداشت می‌شود بطوریکه قسمتی از جریان زمین در اثر این ولتاژ از بدن انسان بسته میشود.

فهرست مطالب

۴- مشخصات فنی سیستم زمین در پستهای ۲۰ و ۳۲ کیلوولت

۴-۱-مشخصات خاک و مقاومتهای موجود در سیستم زمین

۴-۱-۱- انواع مقاومتهای زمین

۴-۱-۱-۱- مقاومت مخصوص زمین

مقاومت مخصوص زمین عبارت است از مقاومت یک متر مکعب از زمین به ابعاد ۱m×۱m×۱m که بین دو الکترود صفحه‌ای سنجیده شده باشد. مقاومت مخصوص زمین بستگی به نوع مواد تشکیل دهنده زمین دارد و لذا در هر قسمت از زمین متفاوت است. در جدول (۱) مقاومت ویژه انواع مختلف خاکها و زمینها آورده شده است.

جدول (۱) : مقاومت مخصوص زمینهای مختلف

نوع زمین	حدود تغییرات مقاومت زمین (Ωm)
زمین باتلاقی	۲۰-۲۷
مخلوط خاک رس و خاک سبک	۴۰-۱۵۰۰
خاک سبک-خاک گلدانی و غیره	۱۰۰-۱۵۰۰
خاک رس	۲۰۰-۱۰۰۰۰
ماسه نرم و مرطوب	۲۰۰۰
شن و ماسه	۵۰۰۰-۱۰۰۰۰
ماسه شن مرطوب	۵۰۰۰
گچ	۶۰۰-۴۰۰۰
زغال سنگ	از ۲۰۰۰ به بالا
سنگ آهک	۵۰۰-۴۰۰۰۰

۴-۱-۱-۲- مقاومت الکترود زمین

مقاومت الکترود زمین عبارت است از مقاومت زمین بین میل زمین (الکترود زمین) و نقطه‌ای از زمین هموار بر حسب اهم.

مقاومت گسترده زمین بستگی به نوع زمین (مقاومت مخصوص زمین) و نوع الکترود زمین (میله‌ای یا صفحه‌ای) و طرز قرار گرفتن آن در زمین دارد.

جدول (۲) حد متوسط مقاومت الکترود زمین را برای الکترودهای معمول و مقاومت مخصوص $\rho = 100\Omega m$ نشان میدهد (استاندارد VDE0141) تغییرات جزئی در ابعاد الکترود در مقاومت الکترود زمین بی تاثیر است.

در صورتیکه مقاومت مخصوص زمین ρ باشد میتوان مقاومت الکترود زمین را با ضرب کردن اعداد جدول (۲) در نسبت مقاومت مخصوص $\frac{\rho}{100}$ بدست آورد

جدول (۲) : مقاومت الکترود زمین برای $\rho = ۱۰۰$

صفحه عمودی در عمق یک متر		میله‌ای و لوله‌ای				رشته‌ای			
۱×۱	۰/۵×۱	۵	۳	۲	۱	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰
۲۵	۳۵	۲۰	۳۰	۴۰	۷۰	۳	۵	۱۰	۲۰

نوع میل: ابعاد بر حسب متر / مقاومت الکترود زمین

۴-۱-۱-۳- مقاومت زمین

عبارت است از مقاومت گسترده زمین به اضافه مقاومت سیم زمین

۴-۱-۲- تاثیر عوامل مختلف بر مقاومت زمین

مقاومت زمین تابع شرایط محیطی است که با تغییر شرایط مقاومت زمین نیز تغییر می‌کند. عوامل تاثیر گذار بر مقاومت زمین را میتوان جنس خاک، املاح شیمیایی محلول موجود در خاک، رطوبت، حرارت خاک وکیفیت توزیع آن و میزان فشردگی خاک دانست. هر یک از این عوامل در زیر توضیح داده شده است.

۴-۱-۲-۱- تاثیر املاح شیمیایی

مقاومت خاک بستگی به مقدار و نوع مواد موجود اعم از نمک، اسید یا باز دارد که اثرات آن در اندازه‌گیری مقاومت خاک در نظر گرفته می‌شود. اضافه شدن املاح شیمیایی باعث کاهش مقاومت خاک میشود.

۴-۱-۲-۲- اثر رطوبت

مقاومت خاک هنگامی که رطوبت موجود در خاک از ۱۵٪ وزنی کمتر میشود بطور ناگهانی افزایش می‌یابد. بنابراین همواره باید الکترودهای زمین بقدری در خاک فرو روند تا به خاک مرطوب برسند. اگر طول میلها به قدر کافی بلند نباشد با به هم بستن آنها به یکدیگر باید آنقدر آنها را در خاک فرو برد که از اثر تغییرات هوا در فصول مختلف جلوگیری بعمل آید. در جدول (۳) کاهش مقاومت ۲ نوع خاک بر اثر افزایش در صد وزنی رطوبت نشان داده شده است.

جدول (۳) : اثر تغییر رطوبت خاک بر مقاومت آن

درصد وزنی رطوبت	مقاومت Ωm	
	خاک گلدانی	خاک دستی
۰	۱×۱۰^{۴}	۱×۱۰^{۴}
۲/۵	۲۵۰۰	۱۵۰۰
۵	۱۶۵۰	۴۳۰
۱۰	۵۳۰	۱۸۵
۱۵	۱۹۰	۱۰۵
۲۰	۱۲۰	۶۳

۴-۱-۲-۳- اثر درجه حرارت

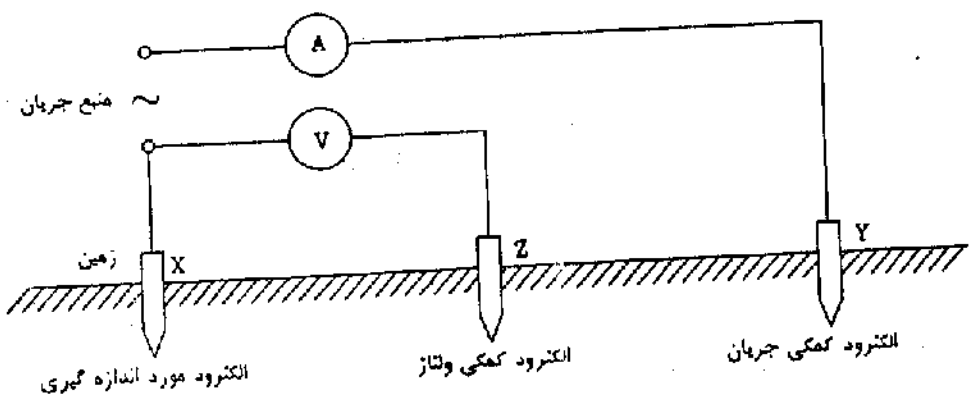
مقاومت خاک وقتی درجه حرارت از صفر کاهش می‌یابد افزایش می‌یابد. لذا باید الکترودها آنقدر در عمق خاک فرو روند تا از عمقی که در فصول سرد سال یخ می‌زند دور بمانند. با افزایش درجه حرارت از صفر مقاومت خاک پایین می‌آید بنابراین جریان عبوری زیاد شده و در نتیجه باعث گرم شدن آنها و

خشک شدن خاک و بالطبع باعث بالا رفتن مقاومت میشود. که البته این حالت در عمل هیچوقت پدید نمی‌آید.

۴-۱-۳- اندازه‌گیری مقاومت الکترود زمین و مقاومت مخصوص خاک

۴-۱-۳-۱- مقاومت الکترود زمین

در شکل (۲) الکترود X الکترودی است که اندازه‌گیری مقاومت آن مورد نظر است. y الکترود کمکی جریان و Z الکترود کمکی ولتاژ نامیده میشود. در صورت مساعد بودن کلیه شرایط، مقاومت الکترود X نسبت به زمین از تقسیم ولتاژ بر شدت جریان اندازه‌گیری شده بوسیله ولتمتر و آمپرمتر که در شکل نشان داده شده است بدست خواهد آمد. [VDE0141]



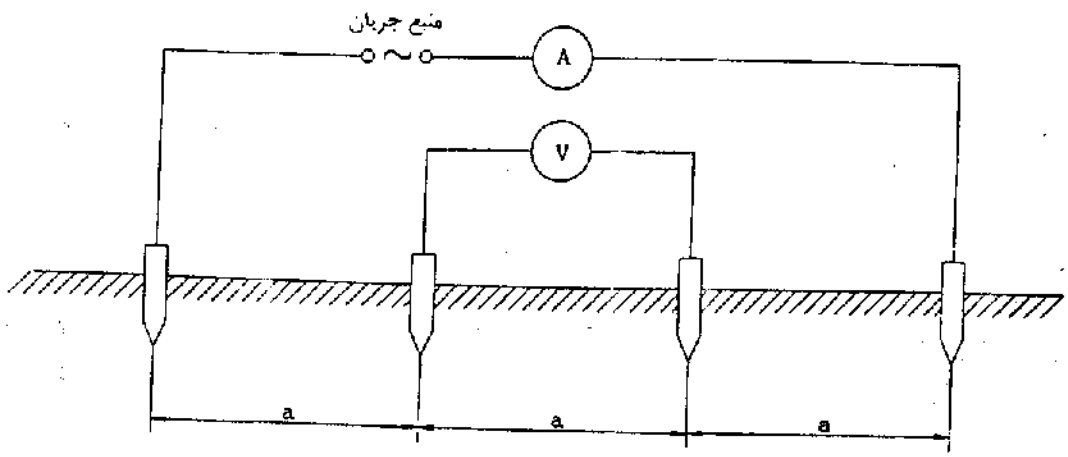
شکل (۱): روش اندازه‌گیری مقاومت الکترود زمین

۴-۱-۳-۲- اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک

اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک با همان دستگاهی انجام می‌شود که اندازه‌گیری مقاومت الکترود زمین به عمل می‌آید با این تفاوت که در مورد اخیر از چهار الکترود بجای ۳ الکترود اندازه‌گیری (۴-۱-۳-۱) استفاده میشود. (هر چهار الکترود موقتی می‌باشند). برای انجام آزمون چهار الکترود عمقی کمکی حدود

یک متر در زمین کوبیده میشوند. بایستی عمق فرورفتگی الکترودها کمتر از یک بیستم فاصله الکترودها (a) باشد. با فرض همگن بودن خاک مقاومت اندازه‌گیری شده R در رابطه زیر صدق خواهد کرد :

$$R = \frac{\rho}{2\pi a}$$



شکل (۲) : دستگاه اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک

۴-۲-الکترودهای زمین

۴-۲-۱- کلیات

الکترود زمین باید ماندگار بوده و برای سیستم الکتریکی مورد نظر کافی باشد. از یک الکترود یا سیستم به هم پیوسته الکترودهای زمین باید برای اتصال به زمین سیستم الکتریکی (پست) و پوششهای هادیها و تجهیزاتی که بوسیله سیستم تغذیه می‌شوند استفاده شود. بطور کلی در سیستمهای الکتریکی دو نوع الکترود زمین میتواند در دسترس باشد.

الف- الکترودهای موجود در سیستم الکتریکی

ب- الکترودهای مصنوعی

۴-۲-۲- الکترودهای موجود در سیستم الکتریکی

منظور از الکترودهای موجود اجسام هادی هستند که با هدفی دیگر غیر از اتصال زمین برای سیستمهای الکتریکی نصب شده‌اند که عموماً موارد زیر را شامل میشوند.

الف- سیستمهای آبرسانی با لوله‌های فلزی : لوله کشیهای زیر زمینی موجود که مربوط به آب سرد می‌باشند.

ب- سیستمهای محدود : لوله‌کشیهای فلزی آب سرد دفن شده که به چاه آب وصل می‌باشد.

ج- میلگردهای فولادی بتن مسلح در پی و شالوده‌ها: میلگردهای بتن در پیها و شالوده‌هائی که نسبت به زمین عایقبندی نشده و حداقل عمق آنها از سطح زمین یک متر است.

۴-۲-۳- الکترودهای مصنوعی

۴-۲-۳-۱- کلیات

به هنگام استفاده از الکترودهای مصنوعی این الکترودها بایستی تا جائی که مقدور است از سفره نم دائمی خاک عبور کرده و از عمق یخزدگی نیز پائینتر رود. الکترودهای مصنوعی باید از فلز یا ترکیباتی از فلزاتی ساخته شوند که در شرایط موجود و در طول عمر مفید پیش بینی شده برای آنها دچار خوردگی بیش از حد نشوند.

۴-۲-۳-۲- انواع الکترودهای مصنوعی

الکترودهای مصنوعی که اصطلاحاً میل نامیده میشود را میتوان به دو دسته تقسیم کرد. میل سطحی و میل عمقی

الف- میل سطحی

میل سطحی از یک یا چند مفتول یا تسمه یا طناب فولادی روی اندود (آهن سفید) ساخته شده است که در عمق کم (در حدود ۰/۵ تا یک متر) در زمین دفن میشود (استاندارد IEC 364)

میل سطحی میتواند بصورت انواع مختلف خطی، کمربندی، اشعه‌ای، غربالی و یا ترکیبی از اینها بکار گرفته می‌شود.

طرز قرار گرفتن میلهای سطحی در زمین، بصورت کاملاً صاف و افقی است.

ب- میل عمقی

میله‌های عمقی که در زمین خاک میشود دو نوع است : میل میله‌ای و میل سطحی

- میل میله ای

تشکیل شده است از یک میله، لوله یا هر پروفیل دیگر از آهن سفید که بطور عمودی در زمین کوبیده می‌شود. این میله‌ها ممکن است از تعدادی قطعه تشکیل شده باشد ولی طول کل آنها نباید از ۲/۴۵ متر کمتر باشد (VDE0141 و طبق استاندارد IEC 364 این طول بین ۶-۳ متر باشد). مقاومتهای میلهای میله ای از رابطه $R = \frac{\rho}{2\pi h}\ln\frac{4h}{d}$ بدست می‌آید. (h طول میله و d قطر میله است).

- میله صفحه‌ای

میله صفحه‌ای از ورق روی اندود به ضخامت ۳ میلیمتر تشکیل شده است که بطور عمودی در زمین دفن میشود. ابعاد آن متناسب با مقاومت لازم برابر $1\times1m^2$ یا $0/5\times1m^2$ می‌باشد. مقاومت میل صفحه‌ای از رابطه $R = 0.25\frac{\rho}{a}$ که a عرض صفحه است بدست می‌آید.

۴-۳-سیم زمین و نحوه انجام اتصالات آن

سیم زمین ارتباط بین میل و قطعاتی که بایستی زمین شوند را برقرار می‌کند. جنس این سیمها معمولاً از فولاد روی اندود، آلومینیم و مس است که به نوعی ساخته میشوند که در شرایط موجود در طول عمر مفید پیش بینی شده آنها زیاده از حد خورده نشوند. این هادیها روی دیوار و در ۴۰ الی ۵۰ سانتیمتری بالای کف زمین نصب میشوند تا برای بازرسی و آزمایشهای دوره‌ای قابل دسترس باشند. بایستی از سری کردن یا موازی کردن سیمهای زمین جلوگیری کرده در انتخاب سطح مقطع سیم زمین بایستی در نظر گرفت که در موقع عیب اغلب جریانی معادل جریان اتصال کوتاه از این سیمها رد میشود و باید سیم بتواند این جریان را از خود عبور دهد. در جدول (۴) سطح مقطع سیم زمین متناسب با شدت و مدت جریان عبوری از سیم داده شده است.

جدول (۴) : سطح مقطع سیم زمین متناسب با شدت و مدت جریان عیب گذرنده از آن

ماکزیمم جریان به مدت یک ثانیه			ماکزیمم جریان مداوم			سطح مقطع
مس (A)	آلومینیم (A)	فولاد (A)	مس (A)	آلومینیم (A)	فولاد (A)	
۲۵۰۰	–	–	۱۵۰	–	–	۱۵
۴۰۰۰	۲۵۰۰	–	۲۰۰	۱۶۰	–	۲۵
۵۵۰۰	۳۵۰۰	–	۲۵۰	۲۰۰	–	۳۵
۸۰۰۰	۵۰۰۰	۳۰۰۰	۳۵۰	۲۵۰	۱۰۰	۵۰
۱۱۵۰۰	۷۰۰۰	۴۵۰۰	–	–	۱۷۵	۷۰
۱۶۰۰۰	۱۰۰۰۰	۶۰۰۰	–	–	۲۰۰	۱۰۰
۳۲۵۰۰	۲۰۰۰۰	۱۲۵۰۰	–	–	۳۰۰	۲۰۰

۴-۳-۱- عوامل موثر بر انتخاب هادی زمین

در انتخاب سیم زمین عوامل متعددی وجود دارد که با رعایت این موارد میتوان از قابلیت کار سیستم زمین رضایت کافی داشت. یک هادی زمین بایستی دارای خصوصیات زیر باشد.

الف- دارای هدایت الکتریکی کافی باشد تا ایجاد گرادیان ولتاژ موضعی خطرناک ننماید (هر چه کل هادیها بیشتر باشد گردایان ولتاژ کمتر است)

ب- دارای مقاومت الکتریکی کافی در برابر تنش مکانیکی ناشی از اتصال زمین باشد (هر چه سطح مقطع بیشتر باشد مقاومت مکانیکی بیشتر است)

ج- توانائی حمل تنشهای حرارتی را داشته باشد بطوریکه هادی ذوب نشود. (هر چه بیشتر باشد مقاومت هادی در مقابل این تنشها بیشتر است).

د- دارای سطح مقطع کافی برای داشتن مقاومت لازم در مدت طولانی در برابر خوردگی در مناطقی که مشخصات خوردگی زیاد دارند (هر چه سطح مقطع بیشتر باشد زمان گسیختگی در نقطه خورده شده طولانی تر است).

۴-۳-۲- مشخصات و محدودیتهای سیم زمین

الف- سطح مقطع سیم زمین نبایستی از مقادیر زیر کوچکتر شود.

- برای سیم فولادی روی اندود ۵۰ میلیمتر مربع
- برای سیم آلومینیمی ۳۵ میلیمتر مربع

- برای سیم مسی ۱۶ میلیمتر مربع

ب- از نظر استحکام مکانیکی سیم زمین، ابعاد زیر بایستی مورد توجه قرار گیرد.

- در تاسیسات ثابت ولی حفاظت شده از نظر مکانیکی (داخل لوله و غیره) سیم مسی حداقل ۲/۵ میلیمتر مربع

- در تاسیسات ثابت ولی حفاظت نشده از نظر مکانیکی سیم مسی حداقل ۴ میلیمترمربع

- درصورت استفاده از کابلهای هم مرکز استفاده از مقاطع کوچکتر از ۱۰ میلیمترمربع مجاز است.

ج- هیچگاه نبایستی از وسیله‌ای که مدار را باز کند (کلید، فیوز و...) در مسیر سیم زمین استفاده کرد.

د- سیم زمین بدنه هادی و مدار ثانویه ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری نباید از ۴ میلیمتر مربع (سیم مسی) یا جریان کوتاه مدت آن نباید از مقدار مربوط به این سیم کمتر باشد.

هـ- سطح مقطع سیم زمین مخصوص برقگیرها نباید از ۱۶ میلیمترمربع (مس) کمتر باشد.

و- برای جلوگیری از پاره شدن هادیها اتصال زمین در اثر حرکت یا نشت طبیعی زمین آن بخش از هادیها اتصال زمین که مستقیماً در زمین دفن می‌شوند. باید بدون اعمال کشش (شل) خوابانده شود یا اینکه استقامت آنها نسبت به نیروی کشش به قدر کافی زیاد باشد.

۴-۳-۳- انواع مختلف سیم زمین

الف- نوار مسی لخت : این نوار از مس با هدایت بالا که گرم و سپس سرد شده است ساخته میشود.

ابعاد نمونه (mm ضخامت × mm پهنا) ۳×۲۰، ۱/۵×۱۲/۵، ۳×۲۰، ۴×۲۵ و ۴×۵۰

ب- نوار مسی با پوشش PVC

ابعاد نمونه (mm ضخامت × پهنا mm) ۱/۵×۱۲/۵، ۳×۲۵، ۶×۲۵ و ۶×۵۰

ج- نوار سربی پوشش دار

به ابعاد ۳×۲۵ میلیمترمربع

د- نوار مسی با روکش قلع

با ابعاد نمونه (mm^2) ۱/۵×۱۲/۵، ۳×۲۵ و ۶×۲۵

هـ- شمس مسی آخته : این شمش از مس با هدایت بالا ساخته شده است. معمولاً این هادی در طولهای کمتر از ۲ متر استفاده میشود.

ابعاد هادی نمونه : (mm^2) ۳×۲۵،۶×۳۸،۶×۵۰،۶×۷۵ و ۱۰×۵۰

و- نوار بافته مسی : از مس با هدایت بالا ساخته شده است.

ابعاد هادی نمونه : (mm^2) ۲/۴×۱۵، ۳/۵×۲۵

ز- نوار آلومینیمی لخت

به ابعاد معادل: (mm^2) ۱/۵×۱۲/۵، ۳×۲۰، ۳×۲۵ و ۶×۲۵ و ۶×۵۰

ح- تسمه آلومینیمی با روکش PVC

به ابعاد نمونه: (mm^2) ۱/۵×۱۲،۳/۵×۲۰ و ۳×۲۵

ط- هادی توپر گرد لخت : که از مس یا آلومینیم ساخته میشود.

ابعاد (mm^2) قطر این هادی برای سیمهای مسی و آلومینیمی۸ میلیمتر می‌باشد.

۴-۳-۴- اتصالات سیم زمین به الکترود زمین

اتصالات سیم زمین بایستی به نحوی صورت گیرد که بامشخصه‌های الکترود زمین و سیم زمین مطابقت داشته و برای استقرار در محیط زیست مناسب باشند. برای انجام اتصالات میتوان از روشهای مختلف همچون لحیم سخت، جوشکاری (جوش نقره‌ای و جوش برنزی)، اتصالات مکانیکی، اتصالات پرسی، بستهای الکترود و بستهای تسمه ای استفاده کرد.

بایستی به این نکته توجه کرد که حتی الامکان نباید از جوشکاری استفاده کرد زیرا در این صورت محل اتصال از نظر حرارت نقطه‌ای در شبکه هادیها نقطه ضخیمی خواهد بود. بستهای الکترود زمین عموماً دارای بدنه ای از جنس آلیاژ مس مستحکم و پیچی از جنس سیلیکون، آلومینیم، برنز یا فسفر، برنز و از این قبیل می‌باشند. در ساخت پیچها از برنز تجارتی استفاده نمی‌شود.

مقاومت در برابر خوردگی، هدایت الکتریکی و تحمل مکانیکی از نکات اولیه‌ای هستند که در طراحی بستهای الکترود زمین مد نظر قرار گرفته میشود.

۴-۴-سیستم چاه زمین

در پستهای کوچک شهری بعلت محدودیت فضا از یک طرف و عدم لزوم برقگیر به لحاظ ابعاد کوچک ساختمان از طرف دیگر، زمین پست تنها با احداث چاه زمین ایجاد میشود. (برای ساختمانهای با برقگیر لازم است که از شبکه زمین استفاده کنیم).

در ایجاد چاه زمین بسته به اینکه زمین مورد نیاز برای حفر چاه زمین معمولی است یا سنگلاخی از دو شیوه متفاوت استفاده میشود.

الف- در زمینهای معمولی : کندن زمین و قرار دادن الکترود زمین در آن و سپس پر کردن چاه با استفاده از مواد مناسب برای کاهش مقاوم زمین

ب- در زمینهای سنگلاخی : کندن زمین و سپس قرار دادن یک لوله گالوانیزه در داخل چاه و سپس قرار دادن الکترود زمین درون چاه و سپس پرکردن چاه با استفاده از مواد مناسب.

در جداول (۵) و (۶) مشخصات چاه و همچنین مواد پرکننده چاه برای هر دو زمین آورده شده است.

جدول (۵) : مشخصات چاه برای زمینهای معمولی

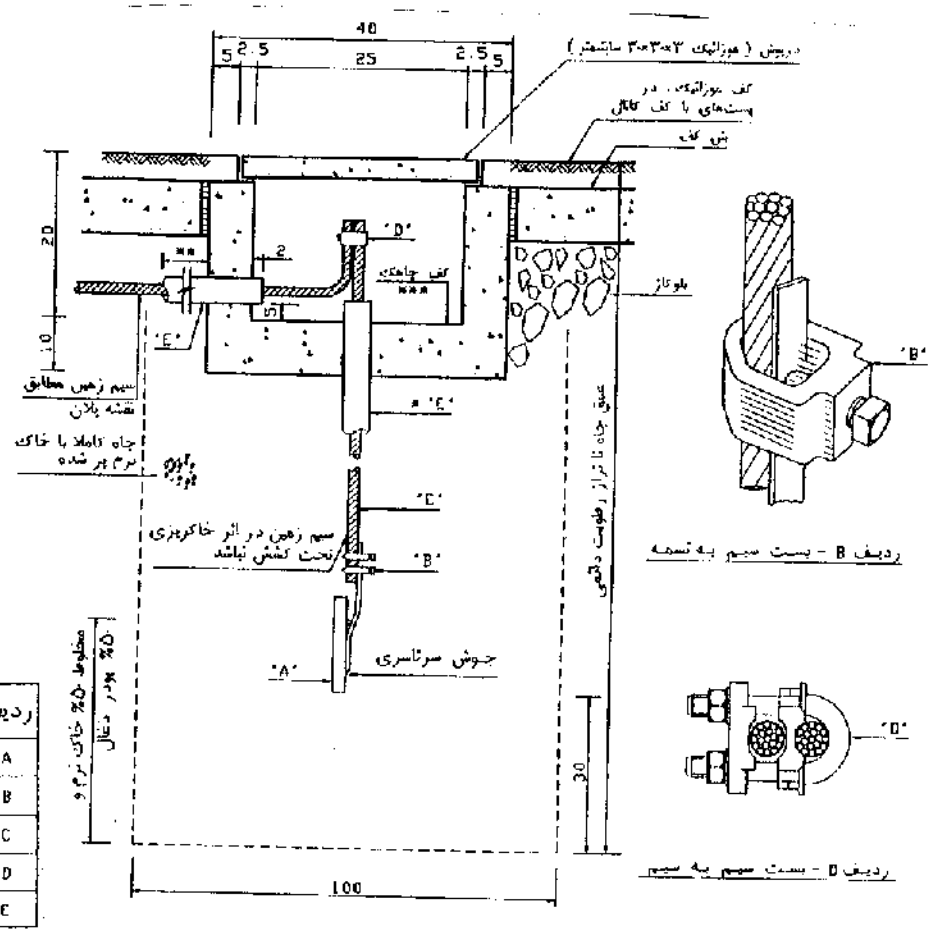
مقاومت زمین	کمتر از ۵ اهم
عمق چاه	بیش از ۱۲ متر و کمتر از ۲۰ متر
نمک طعام	حداقل ۳۰ کیلوگرم
خاک زغال	حداقل ۱۵ کیلوگرم
خاک رس نرم شده	به مقدار کافی
خاک رس	به اندازه‌ای که چاه را پر کند
آب	به اندازه‌ای که چاه اشباع شود

جدول (۶) : مشخصات چاه برای زمینهای سنگی

مواد لازم	به نسبت	حداقل
نمک	۳	۳۰ کیلوگرم
خاک زغال	۱/۵	۱۵ کیلوگرم
خاک رس سرندی	۳۰	۳۰۰ کیلوگرم

نکته : می‌بایستی حداقل هر ۶ ماه یکبار با ریختن آن از طریق حوضچه بالای چاه زمین را از آب اشباع نمود.

ارتفاع لوله با توجه به جنس سنگ تشکیل دهنده زمین باید به مقداری باشد که مقاومت کل سیستم زمین کمتر از ۲ اهم باشد.



ردیف	شـــرح	تعداد
A	صفحه زمین مسی ۳×۶۰×۶۰ میلیمتر یا میله و چمبره و ...	۱
B	پست سیم به تسمه	۲
C	سیم مسی زمین	-
D	پست سیم به سیم	۲
E	لوله فولادی (گالوانیزه) نمره ۵۰ میلیمتر	۲

شکل (۳): جزئیات نصب چاه زمین

۴-۵- جداسازی الکترودهای زمین و سیم زمین

۴-۵-۱- الکترودهای مجزا

هر یک از سیستمهای زیر باید دارای الکترود زمین و سیم زمین مختص خود باشد و هادیهای هر سیم بایستی مجزا از هم کشیده شود و به الکترود زمین مربوط به خود وصل شود.

الف- اتصال زمین برقگیرهای سیستمهای ولتاژ متوسط و بدنه هادی تجهیزات فشار متوسط.

ب- اتصال زمین هادی مشترک حفاظتی / خنثی (PEN) در فشار ضعیف.

ج- اتصال زمین صاعقه گیر سازه‌ها به جز مواردی که از خود سازه به عنوان هادی اتصال زمین استفاده میشود.

۴-۵-۲- الکترود عمومی

در صورت داشتن یک اتصال زمین خوب با مقاومت زمین کم میتوان برخلاف موارد ۴-۵-۱ اتصال زمین هر سیستم را بطور جداگانه به این الکترود زمین وصل کرد.

۴-۵-۳- الکترود مشترک

بر خلاف بندهای ۴-۵-۱ الف و ب در صورتی میتوان از یک هادی زمین مشترک بهجای سیستمهای زمین مجزا استفاده کرد که شرایط زیر برقرار باشد.

الف- کلیه خطوط سیستم ولتاژ متوسط در منطقه از کابلهای زیرزمینی که دارای زره فلزی می‌باشند تشکیل شده باشد که در تماس با زمین باشد.

ب- خطوط هوائی ولتاژ متوسط منتهی به پست حداقل در فاصله یک کیلومتری از پست تبدیل به خط کابل زیر زمینی شده و در محل این تبدیل از برقگیر استفاده شده باشد.

۴-۵-۴- زمین کردن تابلوهای فشار ضعیف

اگر لازم باشد که اتصال زمین بدنه‌های ولتاژ متوسط و برقگیرها و اتصال زمین هادی حفاظتی / خنثی فشار ضعیف (PEN) هر یک بطور جداگانه اجرا شود بدنه تجهیزات فشار ضعیف (تابلوهای فشار ضعیف) باید به یکی از دو طریق زیر انجام شود.

الف- اگر شرایط محلی امکان بوجود آوردن جدائی الکتریکی بین بدنه‌های هادی تجهیزات فشار متوسط و فشار ضعیف را مهیا سازد و کمترین فاصله بین تابلوهای فشار متوسط و ضعیف از ۲/۵ متر کمتر نباشد. بدنه‌های تجهیزات فشار ضعیف باید به هادی حفاظتی / خنثی (PEN) سیستم وصل شود.

ب- اگر شرایط محلی امکان بوجود آوردن جدائی الکتریکی بین بدنه هادیها فشار متوسط و فشار ضعیف را مهیا نکند بدنه‌های تجهیزات فشار ضعیف باید از راه هادی حفاظتی بدنه‌های تجهیزات فشار متوسط زمین شوند.

۴-۵-۵- جلوگیری از خطرات ولتاژ قدم در اطراف الکترودها و ولتاژ تماس با آنها

الکترودهای زمین باید به نحوی ترتیب داده شوند که خطرات ناشی از عبور جریانهای زیاد آنها در هنگام اتصال کوتاه یا اصابت صاعقه به حداقل ممکن برسد این خطرات عبارتند از :

الف- آتش سوزی در اثر حرارت ناشی از عبور جریان یا بروز جرقه در حضور مواد سوختنی.

ب- برق گرفتگی در اثر تماس با الکترود یا بروز ولتاژ قدم در اطراف و نزدیکی الکترود.

انتخاب روشهای جلوگیری از خطرات فوق در مورد ایستگاهها و پستهای اصلی به عهده مهندس طراح است وجزئیاتی برای آن مشخص نیست.

۴-۶- مشخصات تاسیسات زمین حفاظتی پست

۴-۶-۱- در تعیین مشخصات و ابعاد و طرح تاسیسات زمین حفاظتی دو شرط اساسی زیر بایستی رعایت شود :

الف- اختلاف ولتاژ میل از ۱۲۵ ولت (با توجه به استاندارد VDE0141) تجاوز نکند.

ب- اختلاف ولتاژ تماسی خارج از محوطه پست از ۶۵ ولت (VDE0141) تجاوز نکند.

برای برآورد این دو شرط میتوان مقاومت زمین را تا حد بسیار کوچکی کاهش داد ولی اگر بعلت نامساعد بودن جنس زمین و یا زیاد بودن مقاومت مخصوص زمین و یا به هر دلیل دیگر نتوان مقاومت مطلوب را بدست آورد میتوان از روشهای زیر استفاده کرد.

۱- دستگیره‌های تجهیزات بخاطر تماس آنها با بدن انسان بایستی مورد توجه خاص قرار گیرد (ولتاژ تماس) برای جلوگیری از بروز این واقعه میتوان از دستگیرهای عایقی یا صفحات فلزی متصل به دستگیره استفاده کرد.

۲- جایگاه متصدیان جلوی تابلو با کفپوش فلزی مفروش گردد بطوریکه با تابلوها و قطعات فلزی مجاور آن در چند نقطه مرتبط باشد. در نتیجه اختلاف ولتاژ تماسی از بین می‌رود و برای برطرف کردن خطر ولتاژ قدم دور تا دور تابلو حداقل بعرض ۱/۲۵ متر با کف پوش عایقی مفروش شود.

۳- جایگاه متصدیان جهت تنظیم و فرمان که منجر به لمس کردن تابلوهای فلزی میشوند باید برای ۲ برابر اختلاف ولتاژ الکترود زمین عایق شود و تابلوها و قطعات فلزی که زمین شده اند به هم متصل گردند.

۴- کف سالن پست با مفتولهای فلزی پوشانده شود و مفتولهای فلزی داخل بتون به تاسیسات زمین وصل گردد.

۵- خطوط لوله‌ها باید همواره برای دوری از خطرات موجود در سطح پست ترجیحاً از چند نقطه به زمین پست متصل گردد.

۶- با اتصال غلاف کابلها به هم و به زمین پست میتوان ولتاژهای تماسی و گام را کاهش داد.

۴-۶-۲- اتصال تجهیزات به زمین حفاظتی

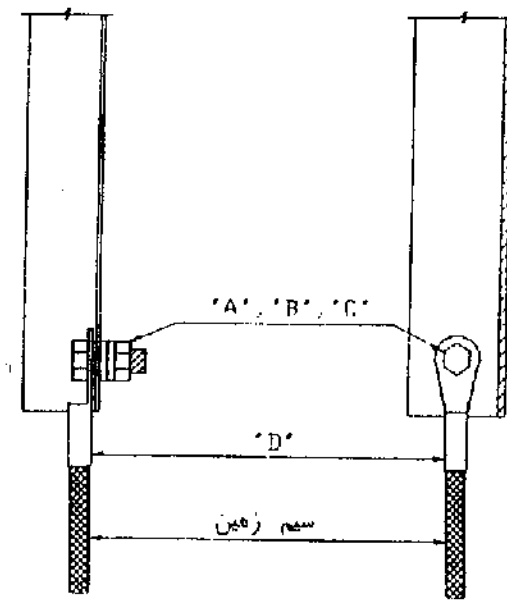
در داخل پست برای ایمنی بیشتر تمام اجزاء تا حد ممکن زمین میشوند تا از آسیب رسیدن به خود لوازم جلوگیری شود و نیز سلامتی افراد نیز تامین گردد. در داخل پست، بدنه تجهیزات الکتریکی که روی مقره‌های عایق قرار گرفته‌اند مستقیماً به سیم هادی زمین وصل میشوند. در حالیکه تجهیزات واقع بر روی پایه‌های فلزی را میتوان از طریق این پایه به زمین متصل نمود. سیم زمین توسط پیچ و مهره به تجهیزات یا به پایه فلزی آن وصل میشود. در تابلوهای فشار متوسط و فشار ضعیف زمین کردن بدنه فلزی دیژنکتورها و سکسیونرها عموماً بطور مستقیم با اتصال بدنه (یا ترمینال زمین) این تجهیزات به شینه زمین داخل تابلو و اتصال این شینه به شبکه زمین پست انجام می‌گیرد.

تابلوها عموماً به پایه یا قاب فلزی زمین شده‌ای که روی آن قرار می‌گیرند توسط جوش متصل و ثابت می‌گردند. در این حالت بدنه تابلوها می‌باید از طریق شینه زمین داخل تابلو و یا بطور مستقیم به شبکه زمین متصل گردد.

اتصال زمین بدنه ترانسفورماتور نیز از طریق پیچ مخصوص اتصال زمین واقع بر بدنه تانک اصلی انجام می‌گیرد. اتصال زمین نوترال ترانسفورماتور در طرف فشار ضعیف بطور مستقیم انجام میشود. در ضمن برای اینکه ترانسفورماتور قابل جابجائی روی چرخ و ریل باشد اتصال زمین آن باید توسط یک هادی انعطاف پذیر با طول کافی انجام گیرد.

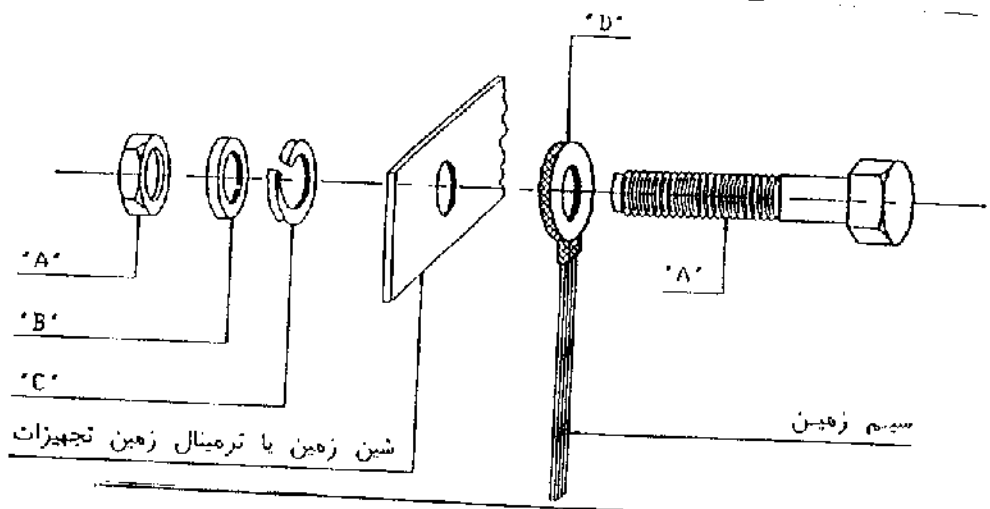
درب فلزی و نرده‌های اطراف ترانسفورماتور هم باید به سیستم زمین حفاظتی متصل باشد. در شکل (۴)، جزئیات نحوه اتصال تجهیزات فلزی ثابت به شبکه زمین پست نشان داده شده است.

همچنین در شکل (۵؟)، جزئیات نحوه اتصال شین زمین تابلو به شبکه زمین پست آمده است. در شکل (۶)، نیز نحوه اتصال درب فلزی قرقره بازشو به شبکه زمین پست نشان داده شده است.



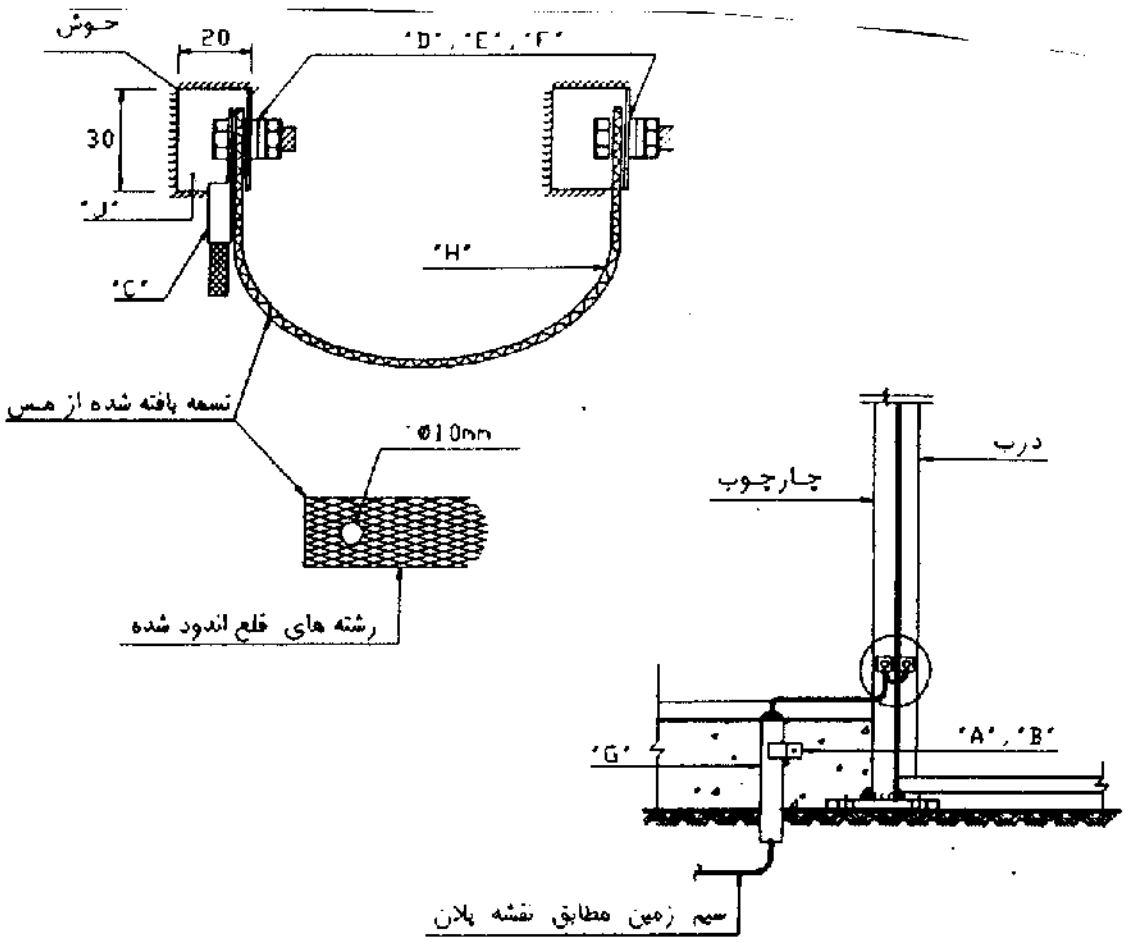
ردیف	شـــــرح	تعداد
A	پیچ و مهره برنجی نمره M10X50	۱
B	واشر تخت برنجی نمره M10	۱
C	واشر فنری فسفر برنز نمره M10	۱
D	کابل شو	۱

شکل (۴): جزئیات نحوه اتصال تجهیزات فلزی ثابت به شبکه زمین پست



A	پیچ و مهره برنجی نمره M10X50
B	واشر تخت برنجی نمره M10
C	واشر فنری فسفر برنز نمره M10
D	کابل شو

شکل (۵): جزئیات نحوه اتصال شین زمین تابلو به شبکه زمین



ردیف	شـــــرح	تعداد
A	بست لوله (کاندویت) تک سوراخه نمره ۲۵ میلیمتر	۱
B	پیچ خودباز شو (رول بولت)	۱
C	کابل شو	۱
D	پیچ و مهره برنجی نمره M10x50	۲
E	واشر تخت برنجی نمره M10	۲
F	واشر فنری فسفر برنز نمره M10	۲
G	لوله (کاندویت) نمره ۲۵ میلیمتر	۳۰۰ میلیمتر
H	تسمه بافته شده از مس	به اندازه لازم
J	ورق فولادی گالوانیزه ۴×۳۰×۵۰ میلیمتر که به شکل L خم شده است	۲

شکل (۶): جزئیات اتصال درب فلزی و نرده بازشو به شبکه زمین پست

بخش سوم
آزمونها

بخش چهارم
آئین‌کار و روشهای اجرایی

فهرست مطالب

۵- نگهداری و بازرسی دوره‌ای و آزمونهای مربوط به سیستم زمین

۵-۱-نگهداری و بازرسی دوره‌ای سیستم زمین

در اندازه‌گیری مقاومت الکترود انتظار میرود که مقدار بدست آمده دارای دقت محدود باشد. زیرا نسبت به مقدار واقعی مقاومت ویژه خاک و همگنی آن تردید وجود دارد. مقاومت ویژه خاک همانطوریکه در بند ۴-۱-۲ گفته شد بستگی به رطوبت، دما و اجزاء متشکله خاک دارد. لذا مقدار آن میتواند بطور فصلی و روز افزون بدلیل تغییرات هیدرولوژیک مانند تغییر در سفره آب زیر زمینی و یا زهکشی مداوم تغییر کند. بنابراین بایستی مقاومت الکترود چه در خاتمه نصب و چه پس از آن در فواصل منظم مورد اندازه‌گیری قرار گیرد.

با توجه به اینکه مقاومت الکترود زمین در تاسیسات گویای کارآئی سیستم زمین است و نظر به اینکه رطوبت تاثیر تعیین کننده‌ای بر مقاومت دارد توصیه میشود آزمون مقاومت در طول یک فصل خاص ترجیحاً در پایان خشک ترین دوره سال انجام گیرد. بنابراین بدترین حالت مقاومت بدست می‌آید که منجر به خرابی الکترود و یا افزایش مقاومت ویژه خاک در اطراف آن میشود را در برمی‌گیرد.

در اندازه‌گیریهای دوره‌ای بایستی نوع، فواصل، محل و جهت و نیز عمق الکترودهای کمکی در هر اندازه‌گیری تعیین شده و درصد دقت اندازه‌گیری نیز مشخص گردد. علاوه بر موارد فوق لازم است که تاریخ، ساعت، دمای هوای محیط، رطوبت نسبی هوا یا شرایط ظاهری جوی و نیز مقدار تقریبی بارندگی در هر اندازه‌گیری یادداشت شود.

فاصله زمانی بین دو دوره اندازه‌گیری متوالی نباید از ۶ماه بیشتر باشد.

۵-۲-آزمونهای مربوط به سیستم زمین

الف- آزمون اندازه‌گیری مقاومت الکترود زمین : در بند ۴-۱-۳-۱ توضیح داده شده است.

ب- آزمون اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک در بند ۴-۱-۳-۲ توضیح داده شده است.

ج- آزمون اندازه‌گیری مقاومت سیم زمین : این اندازه‌گیری میتواند به یکی از سه روش زیر انجام گیرد:

۱. اهم متر جریان مستقیم با قرائت مستقیم همراه با ژنراتور دستی.
۲. اهم متر جریان مستقیم همراه با باطری تغذیه شده.
۳. دستگاه آزمون جریان متناوب همراه با یک ترانس مناسب طبق استاندارد از نوع ایزوله با سیم پیچهای مجزای اولیه و ثانویه.

فهرست مطالب

۶- مشخصات طراحی سیستم زمین

۶-۱- کلیات

در طراحی سیستم زمین برای پستها از سه طرح مشخص زیر استفاده می‌کنند.

الف- استفاده از شبکه هادیها که در اکثر حالات و بخصوص برای پستهای با سطح زیاد بهترین حالت می‌باشد.

ب- استفاده از سیستم الکترود زمین که برای پستهای با سطح کوچک و تعداد محدود تجهیزات مناسب است.

لازم به یادآوری است که برای پستهایی که در مناطق کوهستانی و سنگی واقع می‌شوند و امکان پائین آوردن مقاومت زمین به دو روش (الف-ب) امکانپذیر نیست با ایجاد چاهکهای زمین و استفاده از الکترولیت و الکترودهای مسی میتوان به کاهش مورد نظر رسید.

ج- اختلالی از روشهای فوق (شبکه توام با الکترود) نیز گاهی به عنوان روشی مناسب بکار گرفته میشود که به وضعیت زمین و چگونگی آن بستگی دارد.

۶-۲- پارامترهای طراحی

برای طراحی یک سیستم زمین مناسب برای پست، داشتن پارامترهای زیر لازم و ضروری است.

الف- جریان اتصال کوتاه پست

ب- زمان تداوم جریان عیب اتصال کوتاه در هادیهای سیستم زمین

ج- مقاومت مخصوص خاک

د- خصوصیات خورندگی خاک و حداکثر دمای خاک

۶-۳- مشخصات طراحی

۶-۳-۱- مقاومت و مدل خاک

مقاومت خاک در چندین نقطه پست اندازه‌گیری می‌شود اگر اختلاف بین اندازه‌گیریها کمتر از ۳٪ باشد خاک یکنواخت فرض شده و مقاومت آن میانگین اندازه‌گیری شده می‌باشد.

۶-۳-۲- الکترودهای زمین

طول و ابعاد میل سطحی بستگی به مقدار مقاومت زمین دارد. قطر میله‌های آهنی نباید کمتر از ۱۶ میلیمتر باشد و قطر میله‌های با روکش مسی یا میله‌های فولاد زنگ نزن نباید از ۱۲ میلیمتر کمتر باشد.

مقاومت هر یک از الکترودهای مصنوعی نباید از ۲۵ اهم بیشتر باشد. اگر مقاومت از ۲۵ اهم بیشتر باشد بایستی از ۲ یا چند الکترود موازی استفاده کنیم.

۶-۳-۳- سیم زمین

اولاً باید از رسانایی کافی برخوردار باشد.

ثانیاً از استحکام مکانیکی بالائی برخوردار باشد و در مقابل جریانهای زیاد ذوب نشود.

ثالثاً در مقابل خوردگی مقاوم باشد.

۶-۳-۴- اتصالات تجهیزات به زمین

این اتصالات بایستی طوری انتخاب شوند که در برابر خوردگی مقاوم باشند و دارای هدایت الکتریکی و تحمل مکانیکی کافی باشند.

۶-۳-۵- محاسبه جریان اتصال کوتاه وحداکثر جریان شبکه زمین

۶-۴- روند طراحی

الف- مطالعه مشخصات خاک برای تعیین مقاومت ویژه خاک و یکنواختی زمین و غیره.

ب- مشخص نمودن زمان تشخیص و رفع خطا توسط سیستمهای حفاظت کننده الکتریکی.

ج- تعیین حداکثر جریان خطا (اتصال کوتاه) در پست.

د- طرح شبکه هادیهای سیستم زمین همراه با تعیین جنس و سطح مقطع هادیهای شبکه و طول کل آنها.

هـ- محاسبه مقاومت سیستم زمین.

ز- محاسبه حداکثر افزایش پتانسیل زمین بکمک مقاومت سیستم زمین و جریان اتصال کوتاه.

با انجام مراحل فوق میتوان به سیستم زمین دست یافت که از هر لحاظ دارای ایمنی لازم برای افراد و دستگاهها در پست است.

لیست گزارشات