ویژه قوانین و مقررات

(۱۶۲۷)

یکشنبـه دوم بهمـن مـاه ۱۴۰۱

سال هفتاد و هشتـم شماره ۲۲۶۷۷

قوّهٔ قضائیه

روزنامهٔ رسمی جمهوری اسلامی ایران

شامل : قوانین ـ مذاکرات مجلس شورای اسلامی ـ رویه‌های قضائی ـ عهدنامه‌ها ـ آئیننامه‌ها

تصویب‌نامه‌ها ـ تصمیم‌نامه‌ها ـ اساسنامه‌ها و آگهیها

WWW.RRK.IR
WWW.DASTOUR.IR

تک شماره ۴۵۰۰ تومان

عنوان مندرجات (قوانین و مقررات و مصوبات آراء وحدت رویه)	تاریخ تصویب	دستگاه اجراءکننده	صفحه
آیین‌نامه ایمنی سامانه اتصال زمین	۱۴۰۱/۹/۳۰	وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی	۱

قوانین ومقررات عمومی

شماره 236822 1401/10/19

مدیرعامل محترم روزنامه رسمی کشور

به پیوست متن بازنگری شده "آیین‌نامه ایمنی سامانه اتصال زمین" که در شورای عالی حفاظت فنی به استناد مواد 85 و 86 قانون کار جمهوری اسلامی ایران، تأیید و در مورخ 1401/9/30 به توشیح و تصویب وزیر محترم تعاون، کار و رفاه اجتماعی رسیده است (منضم به لوح فشرده مربوطه) برای درج در روزنامه رسمی کشور ارسال می‌شود.

معاون روابط کار ـ علی حسین رعیتی‌فرد

«متن بازنگری آیین‌نامه ایمنی سامانه اتصال به زمین در جلسه مورخ 1401/7/18 شورای عالی حفاظت فنی»

به استناد مواد (85) و (86) قانون کار جمهوری اسلامی ایران، با هدف ارتقاء فرهنگ ایمنی، ایمن‌سازی و پیشگیری از حوادث ناشی از کار مشمولین قانون کار، "متن بازنگری آیین‌نامه ایمنی سامانه اتصال به زمین"، موضوع در جلسه مورخ 1401/8/23 "شورای عالی حفاظت فنی" مورد بـررسی و موارد به شرح زیر تصویب گردید:

آیین‌نامه ایمنی سامانه اتصال زمین

فصل اول ـ کلیات

ماده1ـ هدف و دامنه کاربرد

این آیین‌نامه به استناد ماده 85 و تبصره یک ماده 86 قانون کار جمهوری اسلامی ایران با هدف ایمن‌سازی محیط کار و جلوگیری از بروز حوادث ناشی از کار در برابر مخاطرات ناشی از برق، از طریق سامانه اتصال زمین و به منظور (برق‌گرفتگی و آتش‌سوزی و انفجار حاصل از شرایط ناایمن توزیع برق) و در نهایت صیانت از نیروی انسانی و منابع مادی کشور در این بخش تدوین شده است و برای طراحی و اجرا و نگهداری و اندازه‌گیری سامانه اتصال زمین، برای تمامی کارفرمایان کارگاه‌های مشمول قانون کار که دارای شرایط مندرج ذکر شده از فصل نهم تا فصل بیست و سوم این آیین‌نامه می‌باشند؛ لازم‌الاجرا است.

ماده2ـ تعاریف و اصطلاحات در این آیین‌نامه در معانی مشروح زیر به کار می‌روند:

1ـ ابزار پایش عایق‌بندی(IMD) [1] /آشکارساز زمین: ابزاری که مقاومت عایقی بین هادی فاز و الکترود زمین را اندازه‌گیری می‌کند و در صورت پایین آمدن مقاومت از حد معین، به وسیله هشدارهای دیداری و شنیداری اعلام می‌کند.

2ـ ابزارهای پایانه هوایی[2]: بخشی از سامانه حفاظت در برابر آذرخش (صاعقه) است که وظیفه دریافت آذرخش و تخلیه آن به زمین را به عهده دارد.

3ـ اتصال زمین عملیاتی[3]: اتصال نقطه خنثای سامانه (نول) بـه زمین است که باعث قطع مدارهای معیوب احتمالی می‌شود و در نتیجه عایق‌بندی سامانه حفظ و اضافه ولتاژها محدود شده و از این طریق، عملکرد درست لوازم، دستگاه‌های الکتریکی و مدارها تأمین می‌شود.

4ـ اتصال زمین حفاظتی[4]: اتصال بدنه هادی به خنثی(نول) و زمین است تا در مواقع اتصالی، مدار معیوب را به سرعت قطع کند و بدین ترتیب ایمنی فرد در تماس با تجهیزات الکتریکی و هادی‌های بیگانه را تأمین نموده و خطر آتش‌سوزی را نیز محدود نماید.[5]

5 ـ اتصالی: حالتی از مدار که جریان در مسیری غیر عادی یا پیش‌بینی‌نشده، جاری می‌شود. این جریان امکان دارد از نقص در عایق‌بندی یا از بست‌های به کار رفته بر روی عایق رساناها ناشی شود.

1- Insulation Monitoring Device
2- Air Termination
3- Functional
4 - Protectional
5 ـ برای اطلاعات بیشتر در مورد جزئیات انواع سامانه‌های زمین حفاظتی به پیوست الف مراجعه شود.

۶ ـ الکترود ارت (زمین)[1]: رسانا یا گروهی از رساناهای متصل به هم که اتصال الکتریکی به زمین را فراهم می‌کنند.

۷ـ الکترودهای متفرقه: اجزای هادی تأسیسات و تجهیزاتی از جنس مس و آهن و فولاد و غیره هستند که در ساختمان‌ها و تأسیسات مربوط به آن برای مصارف ویژه به کار می‌روند و در همبندی برای پایین‌آوردن مقاومت کل، مورد استفاده قرار می‌گیرند. غلاف‌های فلزی و زره کابل‌ها را که معمولاً به منظور ایجاد مسیری برای هدایت جریان اتصالی به نـقطه خنثای منبع در محل ترانسفورماتور استفاده می‌شوند، می‌توان به عنوان الکترود متفرقه محسوب کرد، به شرطی که حداقل به طول ۳۰۰ متر در زیر خاک مدفون باشد.

۸ ـ انکوباتور[2]: انکوباتور نوزاد دستگاهی است برای مراقبت ویژه نوزادان در بدو تولد و نوزادانی که زودتر از موعد مقرر متولد می‌شوند. دستگاه انکوباتور امکاناتی جهت حفظ سلامتی نوزادان در اختیار آنان قرار می‌دهد از جمله: دما و رطوبت و اکسیژن قابل تنظیم بوده و پزشک بر اساس نیاز نوزاد می‌تواند آن پارامترها را تنظیم نماید.

۹ـ پتانسیل زمین (ارت)[3]: پتانسیل الکتریکی ایجاد شده نسبت به جرم موجود زمین یا نسبت به سطح زمین اطراف الکترود ارت، هنگامی که جریان الکتریکی از الکترود به زمین جاری شود.

۱۰ـ پیت[4] (خاک گیاهی): خاکی که مواد آلی تجزیه‌نشده به ضخامت مختلف با کمی مواد معدنی(رس و سیلت و شن) مخلوط گردیده و به رنگ سیاه در زیر لایه‌های خاک تکامل‌یافته مشاهده می‌شود. مواد آلی تجزیه‌نشده در خاک پیت عموماً از شاخ و برگ درختان در ارتفاعات پست و زمین‌های کم‌شیب مناطق جنگلی و یا ریشه و ساقه و برگ گیاهان علفی در مناطق مرتعی تشکیل یافته است.

۱۱ـ تابلوی برق[5]: مجموعه‌ای از ورودی و خروجی‌های برق و وسایل اضافه جریان خودکار که در داخل جعبه یا کابینت قرار داشته و برخی از انواع آن‌ها کلیدهایی برای کنترل روشنایی، گرما یا مدارهای توان دارند.

۱۲ـ تأسیسات الکتریکی[6]: مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی مرتبط با هم که هدف یا هدف‌های معینی را با مشخصات فنی هماهنگ تأمین می‌کنند.

۱۳ـ تأسیسات الکتریکی موقت: تأسیساتی است که در طول دوره ساخت و ساز و تعمیر و نگهداری و تغییر مدل یا تخریب ساختمان‌ها و سازه‌ها و تجهیزات و فعالیت‌های مشابه دیگر به منظور تأمین برق استفاده می‌شود و تا زمان پایان عملیات مجاز است. این زمان در مورد روشنایی موقت برای جشن‌ها و موارد مشابه، ۹۰ روز است.

۱۴ـ تجهیزات الکتریکی[7]: تمامی مدارها و وسایل و دستگاه‌ها و مصرف‌کننده‌ها و هر وسیله مشابه دیگر که به عنوان بخشی از تأسیسات الکتریکی به‌کار رفته یا در ارتباط با این تأسیسات هستند.

۱۵ـ تجهیزات مصرف‌کننده جریان[8]: تجهیزاتی که برای تبدیل انرژی الکتریکی به نوعی انرژی دیگر در نظر گرفته می‌شود.

۱۶ـ ترمینال اصلی زمین (شینه ارت)[9]: ترمینال یا شینه‌ای که برای وصل هادی‌های حفاظتی که شامل هادی‌های همبندی برای هم‌ولتاژ کردن و هادی‌های مربوط به اتصال زمین عملیاتی (درصورت وجود) بـه سامانه زمیـن است، پیش‌بینی می‌شود.

۱۷ـ تماس مستقیم[10]: تماس فرد با قسمت‌هایی که در حالت عادی باید برق‌دار باشند، مانند تماس با شینه برق‌دار یا سیم فاز یا تماس با سیم نول.

۱۸ـ تماس غیر مستقیم[11]: تماس فرد با قسمت‌های رسانای الکتریکی برق‌دار شده در دسترس که در حالت عادی نباید برق‌دار باشند.

۱۹ـ جرقه‌گیر (ISG)[12]: در صورت وقوع اضافه ولتاژهای ناگهانی، مقاومت الکتریکی این وسیله کم شده و ولتاژ را تخلیه می‌کند. در نتیجه همبندی هم‌پتانسیل حفاظت در برابر آذرخش تأمین می‌شود.

۲۰ـ جریان اتصال کوتاه[13]: اضافه جریانی که در نتیجه بروز اتصالی با امپدانسی قابل چشم‌پوشی بین هادی‌هایی با پتانسیل‌های مختلف در شرایط عادی کار برقرار شود.

۲۱ـ جریان اضافه بار (یک مدار)[14]: اضافه جریان در مداری که خرابی الکتریکی ندارد.

۲۲ـ جریان نشتی زمین[15]: جریان جاری به زمین یا رساناهای دیگری که مدار الکتریکی آنها به زمین راه دارد. درصورت استفاده از خازن در مدارها، امکان دارد جریان مذکور شامل بخش خازنی هم باشد.

۲۳ـ حداقل انرژی جرقه‌زنی محیط (EMIE)[16]: حداقل انرژی که می‌تواند باعث جرقه‌زنی مخلوطی از مواد قابل اشتعال مشخص با هوا یا اکسیژن شود. این انرژی با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری می‌شود.

۲۴ـ حفاظ(مانع حفاظتی)[17]: حفاظی که از تماس مستقیم با ولتاژهای خطرناک جلوگیری می‌کند، مانند حصار ترانس پست برق فشار قوی.

۲۵ـ خوردگی الکترو شیمیایی: تشکیل پیل الکتریکی به وسیله فلزات ناهمگون در محیط الکترولیت (مانند مس و فولاد که مس نسبت به فولاد قطب مثبت تشکیل داده، سبب خوردگی سریع خواهد شد).

۲۶ـ خوردگی شیمیایی: اثر مواد شیمیایی خاک بر روی فلز هادی اتصال زمین.

۲۷ـ خیز ولتاژ زمین(GPR)[18]: زمانی که جریان الکتریکی بزرگی وارد زمین می‌شود، این پدیده به وقوع می‌پیوندد. معمولاً این اتفاق در اثر جریان خطا در پست‌های توزیع برق یا در اثر برخورد آذرخش رخ می‌دهد. در این حالت، جریان‌هایی با دامنه بزرگ از طریق سامانه اتصال زمین وارد زمین می‌شوند که نه تنها ولتاژ زمین را افزایش می‌دهد، بلکه ولتاژ خاک اطراف نیز افزایش می‌یابد. این پدیده باعث می‌شود جریان‌های زیادی در مسیر جریان خطا وارد خاک شده و منجر به جاری شدن جریان الکتریکی در بدنه‌های هادی زمین شده از جمله لوله‌ها و سیم‌های مسی و حتی بدن افراد شود.

۲۸ـ دیمر[19]: وسیله‌ای در مدار الکتریکی است که برای تغییر شدت روشنایی لامپ‌ها در تأسیسات روشنایی به‌کار می‌رود.

۲۹ـ روشنایی با جایگاه (تورفتگی) خشک[20]: روشنایی که برای نصب در کف یا دیواره یک استخر، وان یا آب‌نما در تورفتگی که در برابر ورود آب درزبندی شده، درنظر گرفته می‌شود.

۳۰ـ روشنایی با جایگاه (تورفتگی) مرطوب[21]: روشنایی است که برای نصب در یک پوسته مستقر در سازه یک استخر یا آب‌نما درنظر گرفته می‌شود که کاملاً با آب احاطه خواهد شد.

۳۱ـ روشنایی بدون جایگاه (تورفتگی)[22]: روشنایی که برای نصب در بالا یا زیر آب بدون جایگاه در نظر گرفته می‌شود.

1- Earth Electrode
2- Incubator
3- Earth Potential
4 - Peat
5- Switch Board
6- Electrical Installation
7- Electrical Equipment
8- Current Equipment
9- Main Earthing Terminal
10- Direct Contact
11- Undirect Contact
12- Isolating Spark Gaps
13- (Solid) Short –Circuit Current
14- Over Load Current
15- Earth Leakage Current
16 - Minimum Ignition Energy
17- Barrier
18- Ground Potential Rise
19- Dimmer
20- Dry-niche luminaire
21- wet- niche luminaire
22- no-niche luminaire

۳۲ـ زمین (ارت)[1]: رسانندگی جرم زمین درصورتی که پتانسیل الکتریکی در هر نقطه از زمین به صورت قراردادی برابر صفر در نظر گرفته شود. هرگونه اتصال هادی عمدی یا تصادفی یک مدار الکتریکی یا تجهیزات به زمین یا به برخی بدنه‌های هادی که به جای زمین (ارت) عمل می‌کنند، حکم زمین را دارد.

۳۳ـ زمین حفاظتی: در این روش بدنه‌های هادی به خنثی و زمین وصل می‌شود تا در مواقع اتصالی مدار معیوب را به سرعت قطع کند و بدین ترتیب ایمنی افرادی که بنا به وظیفه شغلی در تماس با تجهیزات سیستم‌های الکتریکی هستند و همچنین سایر افراد جامعه که مصرف‌کننده نهایی انرژی هستند، تأمین، و خطر آتش‌سوزی نیز محدود شود.

۳۴ـ زمین دور[2]: فاصله‌ای در سطح زمین از محل الکترود زمین(ارت) که ولتاژ آن قسمت نسبت به افزایش ولتاژ الکترود ارت ناشی از جریان عبوری از آن، چندان تأثیر نمی‌پذیرد.

۳۵ـ زمین عملیاتی(ایزوله): در این روش وصل نقطه خنثی سامانه به زمین باعث قطع مدارهای معیوب احتمالی می‌شود و در نتیجه عایق‌بندی سامانه حفظ شده، صحت کار لوازم و دستگاه‌های الکتریکی تأمین و اضافه ولتاژها محدود و از این طریق به کار درست لوازم و مدارها کمک می‌شود.

۳۶ـ زمین مؤثر: اتصال به زمین عمدی از طریق یک اتصال زمین یا اتصالاتی با امپدانسی به حد کافی پایین که ظرفیت مناسب برای حمل جریان را دارد تا از ایجاد ولتاژهایی که ممکن است منجر به ایجاد خطر برای تجهیزات متصل به آن یا فرد شود، جلوگیری کند.

۳۷ـ سامانه اتصال زمین (ارتینگ)[3]: مجموعه‌ای از یک یا چند الکترود همراه با سیم‌های ارت و هادی‌های همبندی که قابلیت اتصال به ترمینال اصلی داشته باشند و برای تأمین زمین مؤثر پیاده‌سازی شوند.

۳۸ـ سامانه حفاظت در برابر آذرخش (LPS)[4]: سامانه کامل مورد استفاده برای حفاظت یک سازه و اجزای درونی آن در برابر اثرات آذرخش.

۳۹ـ سامانه سلول سوخت[5]: یک سامانه الکتروشیمیایی است که از سوخت برای تولید جریان الکتریکی استفاده می‌کند. در چنین سلول‌هایی، واکنش شیمیایی اصلی مورد استفاده برای تولید برق، احتراق نیست.

۴۰ـ سامانه سیم‌کشی[6]: مجموعه‌ای است متشکل از کابل و سیم و شینه و همچنین قسمت‌های نگهدارنده آن‌ها شامل لوله توکار و روکار و داکت و سینی و کانال.

۴۱ـ سامانه فتو ولتائیک (PV)[7]: سامانه تغذیه‌ای است که نور خورشید را به طور مستقیم به الکتریسیته تبدیل می‌کند. یک سامانه فتوولتائیک از یک یا چند پنل خورشیدی به همراه مبدل‌ها و سایر سخت‌افزار الکتریکی و مکانیکی تشکیل می‌شود.

۴۲ـ سپر (شیلدینگ کابل)[8]: لایه فلزی زمین شده روی کابل که از تأثیر میدان الکتریکی کابل به خارج از آن جلوگیری و یا کابل را در برابر تأثیر عوامل الکتریکی خارجی محافظت می‌کند.

۴۳ـ سطح حفاظتی (کلاس حفاظتی) تجهیزات حفاظت در برابر آذرخش (صاعقه‌گیرها): کلاس حفاظتی عبارت است از تعیین محدوده‌ای که در آن احتمال برخورد آذرخش مستقیم، مطابق با درصد معینی می‌باشد و بر اساس پارامترهای جریان آذرخش تعیین می‌شود. طبق استاندارد IEC 62305 چهار کلاس حفاظتی I و II و III و IV تعریف شده است که کلاس I بالاترین سطح حفاظتی (۹۹٪) را دارد و کلاس‌های دیگر به ترتیب ۷۵٪ برای کلاس II و ۵۰٪ برای کلاس‌های III و IV دارند.

۴۴ـ سینی کابل[9]: تکیه‌گاه پایه‌داری برای کابل که لبه‌های آن برگشته و بدون پوشش است و ممکن است دارای منافذ پرس شده باشد.

۴۵ـ شخص دارای صلاحیت: مشاوران و خدمات‌دهندگان حفاظت فنی و ایمنی که به استناد آیین‌نامه مشاوران و خدمات‌دهندگان حفاظت فنی و ایمنی دارای پروانه صلاحیت با گرایش ایمنی برق از مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار می‌باشند.

۴۶ـ شرایط عادی عملکرد: وضعیتی است که در آن تجهیزات کارخانه در محدوده پارامترهای طراحی خود کار می‌کنند. آزادسازی خیلی کم مواد قابل اشتعال ممکن است بخشی از عملکرد عادی به شمار آید که شامل آزاد شدن از بسته‌بندی مکانیکی روی پمپ‌ها است.

۴۷ـ شیوه‌های درون قلبی: شیوه‌هایی که در آن هادی‌های الکتریکی، درون قلب بیمار یا در تماس با آن قرار گرفته و در خارج از بدن در دسترس باشد. اینگونه هادی‌ها ممکن است شامل سیم‌های عایق‌دار مانند الکترودهای تنظیم ضربان قلب یا الکترودهای درون قلبی برای الکتروکاردیوگرافی و یا لوله‌های عایق حاوی مایع هادی باشد.

۴۸ـ طبقه بندی مکان‌های پرخطر:

۴۸ـ۱ـ مکان‌های کلاس یک: مکان‌هایی هستند که در آنها گازهای قابل اشتعال، بخارهای تولیدشده از مایعات قابل اشتعال یا بخارهای تولیدشده از مایعات قابل انفجار در هوا به اندازه‌ای وجود دارند یا ممکن است وجود داشته باشند که مخلوط‌های قابل انفجار یا اشتعال تولید کنند.

۴۸ـ۲ـ مکان‌های کلاس دو: به مکان‌هایی گفته می‌شود که به دلیل وجود غبار قابل انفجار یا الیاف قابل جرقه‌زدن یا ذرات معلق قابل انفجار در آنها خطرناک هستند.

۴۹ـ طبقه بندی مکان‌های پرخطر بر حسب منطقه خطر

۴۹ـ۱ـ ناحیه صفر(همیشه پرخطر): مکانی است که غلظت‌های قابل اشتعال گازها یا بخارهای قابل اشتعال به طور پیوسته یا مدت طولانی در محیط وجود داشته باشند

۴۹ـ۲ـ ناحیه یک (گاهی پرخطر): مکانی است که احتمال دارد غلظت‌های قابل اشتعال گازها یا بخارهای قابل اشتعال به یکی از دلایل عملکرد عادی و عملیات تعمیر یا نگهداری یا نشتی و خرابی تجهیزات یا خطا در عملیات و، خرابی تجهیزات الکتریکی در آن به وجود آید؛ و یا مکانی که به طور طبیعی در مجاورت ناحیه صفر (همیشه پرخطر) باشد، مگر اینکه به وسیله تهویه فشار مثبت از یک منبع هوای پاک از این ارتباط جلوگیری شود و حفاظ‌های ایمنی مؤثر در برابر خطای تهویه تأمین شده باشد.

۴۹ـ۳ـ ناحیه دو (به ندرت پرخطر): مکانی است که امکان وجود غلظت‌های قابل اشتعال از گازها یا بخارهای قابل اشتعال در شرایط عادی عملکرد وجود ندارد و یا تنها برای یک دوره زمانی کوتاه خواهد بود یا در اثر سوراخ شدن یا خرابی مخزن‌ها یا سامانه یا در اثر عملکرد غیر عادی تجهیزات جابجایی، تجهیزات فرایند یا خرابی تهویه امکان نشت وجود دارد ؛ و یا مکانی که به طور طبیعی در مجاورت ناحیه یک گاهی پرخطر) باشد، مگر اینکه به وسیله تهویه فشار مثبت از یک منبع هوای پاک از این ارتباط جلوگیری شود و حفاظ‌های ایمنی مؤثر در برابر خطای تهویه تأمین شده باشد.

۵۰ ـ عایق‌بندی[10]: پوشاندن یا جداسازی قسمت‌های برق‌دار با ماده‌ای که از عبور جریان الکتریکی جلوگیری می‌کند یا مقدار آن را کاهش می‌دهد تا ایمنی لازم را در برابر برق‌گرفتگی فراهم کند.

۵۱ ـ عایق‌بندی کابل[11]: مواد عایقی که در ساختار کابل به کار می‌رود و کار اصلی آن‌ها مقاومت در برابر ولتاژ است.

۵۲ ـ فضای مراقبت از بیمار: همه فضاهای مرکز درمانی که در آن بیماران مورد معاینه یا درمان قرار می‌گیرند.

۵۳ ـ قسمت هادی بیگانه (EXCP)[12]: قسمتی از رساناها که احتمال ایجاد پتانسیل، به ویژه پتانسیل ارت در آنها وجود دارد و بخشی از تجهیزات الکتریکی محسوب نمی‌شوند. هادی‌های بیگانه عبارت‌اند از:

1- Earth
2- remote earth
3- Earthing
4 - Lightnin Protection System
5- Feul Cell
6- Wiring System
7- PhotoVoltaics
8- Shielding
9- Cable Tray

10- Insulation
11- Insulation (of a Cable)
12 -Extraneous Conductive Part

لوله‌های فلزی گاز و نفت و آب و هوای فشرده و فاضلاب و لوله‌ها و مجراها و سایر سرویس‌ها و سامانه‌های حرارتی و برودتی و کانال و لوله‌های تهویه هوا و قسمت‌های فلزی در دسترس ساختمان و صاعقه‌گیر و قفسه فلزی انبار.

۵۴ ـ قسمت هادی در دسترس (ECP)[1]: قسمت روباز تجهیزات که قابل دسترسی بوده و حامل بـرق نیست، اما امکان برق‌دار شدن در شرایط اتصالی را دارد. هادی نول نیز شامل این قسمت‌ها است، اما طبق قرارداد، هادیPEN (هادی مشترک ارت ـ نول) به عنوان قسمت برق‌دار محسوب نمی‌شود.

۵۵ ـ قسمت برق‌دار[2]: هر قسمت هادی جریان مانند سیم، ترمینال و سایر اجزای تجهیزات الکتریکی که فاقد عایق‌بندی مناسب باشند.

۵۶ ـ قسمت‌هایی که به طور همزمان با هم قابل دسترسی هستند[3]: سیم‌ها یا قسمت‌های رسانا که به طور همزمان در موقعیت‌های مخصوصی قابل لمس هستند. این قسمت‌ها شامل بدنه‌های برق‌دار و قسمت‌های در دسترس و هادی‌های بیگانه و سیم ارت و الکترودهای ارت هستند.

۵۷ ـ قطع‌کننده مدار[4]: وسیله خودکار قطع و وصل مدار که قادر است در شرایط عادی مدار، جریان‌ها را قطع یا وصل کند و در شرایط غیر عادی مانند اتصال کوتاه، جریانی را به مدت کوتاه از خود عبور دهد یا قطع کند.

۵۸ ـ کاروان: کاروان یا خانه سیار وسیله نقلیه غیر موتوری است که برای سکونت و یا کار استفاده شده و عرض آن از ۲/۶ متر و طول آن از ۱۲ متر بیشتر نباشد.

۵۹ ـ کانال کابل[5]: محفظه یا پوششی که روی زمین یا درون آن قرار دارد و در بعضی موارد دارای تهویه است و ابعاد آن اجازه ورود افراد را به داخل آن نمی‌دهد، ولی دسترسی به هادی‌ها یا کابل‌ها در تمامی طول آن امکان‌پذیر است.

۶۰ ـ کلید قطع بار[6]: وسیله مکانیکی قطع و وصل که قادر به وصل، عبور دادن و قطع جریان برق مدار در شرایط عادی است. شرایط عادی ممکن است شامل وضعیتی با اضافه بارهای مشخص باشد. همچنین، این وسیله می‌تواند برای مدتی معین جریان‌هایی را در شرایط غیر عادی مدار، مانند اتصال کوتاه تحمل کند.

۶۱ ـ گرادیان پتانسیل (در یک نقطه از زمین)[7]: اختلاف پتانسیل اندازه‌گیری‌شده بر واحد طول یک نقطه، در جهتی که پتانسیل بیشترین مقدار را داشته باشد.

۶۲ ـ لوازم الکترونیکی حساس: لوازم و تجهیزاتی هستند که ولتاژ کاری آنها نسبت به وسایل برقی دیگر بسیار پایین است و بنابراین نسبت به تغییرات آنی ولتاژ ناشی از آذرخش و الکتریسیته ساکن و خطاهای اتصال کوتاه و مانند آن حساسیت بیشتری دارند و آسیب‌پذیرتر هستند. کامپیوترهای حساس و کنترلرهای قابل برنامه‌ریزی (PLC) [8] و سامانه‌های کنترل توزیع‌شده (DCS) [9] مثال‌هایی از این ابزار حساس هستند.

۶۳ ـ محیط بیمار: هر فضایی که در آن تماس عمدی یا غیرعمدی بین بیمار و سامانه تجهیزات الکتریکی پزشکی یا بین بیمار و افراد دیگری که بخش‌هایی ازتجهیزات پزشکی را لمس می‌کنند، بتواند رخ دهد.

۶۴ ـ مدار ایزوله: مداری است که به منظور جلوگیری از شوک الکتریکی از خط AC جدا (ایزوله)می‌شود.

۶۵ ـ مدار برقی (در یک تأسیسات)[10]: مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی که از منبعی واحد تغذیه کنند و در برابر اضافه جریان‌ها به کمک وسیله واحدی حفاظت شوند.

۶۶ ـ مدار تـوزیع (در یک تأسیسات)[11]: مداری است که یک تابلوی برق را تغذیه می‌کند.

۶۷ ـ مدار ذاتاً ایمن[12] از نظر مکان‌های پرخطر: مداری است که برای کاربرد در محیط‌های خطرناک قابل اشتعال و قابل انفجار طراحی و ساخته می‌شود؛ به گونه‌ای که در آن عامل انرژی(حرارتی و یا الکتریکی)، در میزان پایین‌تر از سطح لازم برای جرقه زدن و اشتعال یا انفجار محدود شود و بنابراین هیچ‌گونه جرقه یا اثر حرارتی قادر به جرقه‌زنی مخلوطی از مواد قابل اشتعال یا قابل انفجار در هوا تحت شرایط آزمون وجود ندارد.

۶۸ ـ مفصل[13]: وسیله‌ای است برای اتصال بین دو کابل که یک مدار پیوسته را تشکیل می‌دهد.

۶۹ ـ مقاومت کل الکترود ارت[14]: مقاومت بین ترمینال اصلی زمین و کره زمین. مقاومت الکترود، مقاومت حجم خاکی است که الکترود را احاطه می‌کند و به اصطلاح حوزه مقاومت الکترود زمین گفته می‌شود.

۷۰ـ مقاومت متقابل الکترودهای زمین: تغییرات ولتاژ در یک الکترود که به دلیل تغییرات جریان در الکترود دیگر به وجود می‌آید و با واحد اهم بیان می‌شود.

۷۱ـ مقاومت نول: کل مقاومت سیم نول که ممکن است شامل چندین الکترود اتصال زمین در نزدیکی پست ترانسفورماتور یا ژنراتور و اتصالات زمین کابل‌هایی با غلاف فلزی، اتصالات زمین خطوط هوایی در ابتدا و انتهای هر خط اصلی و غیره باشد.

۷۲ـ مکان‌های درمانی گروه صفر: مکان‌هایی که در آن از تجهیزات الکتریکی پزشکی که از شبکه تغذیه کند و در تماس با بدن باشد، استفاده نمی‌شود.

۷۳ـ مکان‌های درمانی گروه ۱: مکان‌هایی که در آن از تجهیزات الکتریکی پزشکی به جز شیوه‌های درون قلبی استفاده شود.

۷۴ـ مکان‌های درمانی گروه ۲: مکان‌هایی که در آن از تجهیزات الکتریکی پزشکی برای شیوه‌های درون قلبی استفاده شود.

۷۵ـ منطقه‌بندی استخرهای شنا و آب‌نماها و نظایر آن: مناطق استخرها و وان‌ها و آب‌نماها و نظایر آن طبق بند ۷۰۲ ـ ۳۰ ـ ۱۰۲ و ۷۰۲ ـ ۳۰ ـ ۱۰۳ و ۷۰۲ ـ ۳۰ ـ ۱۰۴ استاندارد ملی ایران به شماره ۷۰۲ ـ ۷ ـ ۱۹۳۷ توصیف می‌شوند.

۷۶ـ واحد متحرک: واحد به وسیله نقلیه و یا یک ساختار متحرک یا قابل جابه‌جایی که همه یا قسمتی از تأسیسات الکتریکی را شامل می‌شود، اشاره دارد. واحدهای تلویزیونی و رادیویی و واحدهای خدمات پزشکی و واحدهای تبلیغاتی و واحدهای اطفاء حریق و واحدهای استفاده‌کننده از فناوری اطلاعات خاص و واحدهای اسکان موقت در هنگام وقوع حوادث و واحدهای تحویل غذا و موارد مشابه جزء واحدهای متحرک هستند.

۷۷ـ وسایل قطع و وصل و کنترل[15] (قبل یا بعد از تابلو): همه اجزا و وسایل الکتریکی که برای قطع و وصل یک مدار الکتریکی و حفاظت مصرف‌کنندگان تجهیزات الکتریکی با یکی از اهداف حفاظت، کنترل، جداکردن یا انجام عملیات قطع و وصل پیش‌بینی می‌شود و همه سوئیچ‌ها و کنتاکتورها و وسایل جریان تفاضلی (RCD) و کلیدهای حفاظتی موتورها را دربرمی‌گیرد.

۷۸ـ وسیله پایش عایق‌بندی: این وسیله سامانه زمین‌نشده بین یک هادی فاز فعال و زمین را پایش می‌کند. این وسیله باید در صورت کاهش مقاومت بین دو هادی از مقدار تعیین شده (معمولاً ۵۰KΩ) هشدار دهد یا منبع تغذیه را قطع کند.

۷۹ـ وسیله جریان تفاضلی (RCD)[16]: وسیله قطع و وصل مکانیکی یا مجموعه‌ای از وسایل که اگر جریان تفاضلی (تفاضل جریان مدار با جریان مرجع وسیله) در شرایط معین به مقدار مشخصی برسد، کنتاکت‌ها (اتصالات) را باز می‌کند.

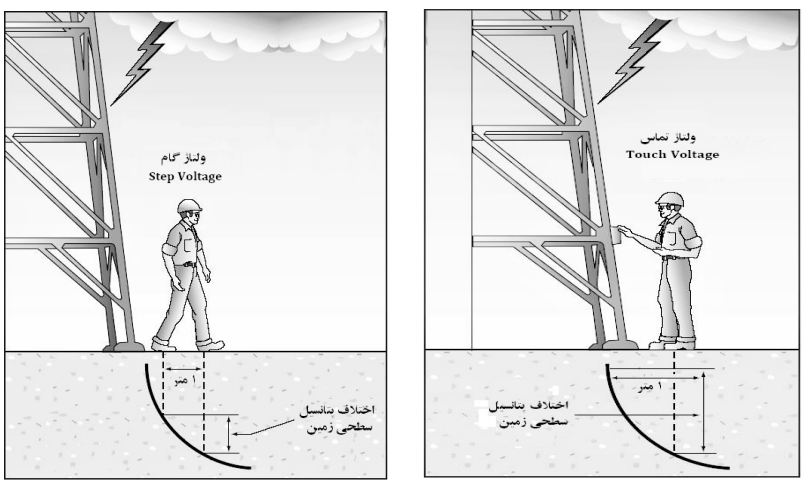
1- Exposed Conductive Part
2- Live Part
3- Simultaneously Accessible Parts
4- Circuit-Breaker
5- Cable Channel
6- Switch
7- Potential Gradient
8- Programmable Logic Controller
9- Distributed Control System
10- Circuit
11- Distribution Circuit of an Installation
12- Intrinsically safe circuits
13- Joint
14 - Total Earthing Resistance
15- Switchgear and Control Gear
16- Residual Current Devise

۸۰ ـ ولتاژ انتقالی (Transfer Voltage): در پست‌های فشارقوی و نیروگاه‌ها به دلیل سطح اتصال کوتاه بسیار زیاد، در زمان اتصالی، جریان شدیدی در مقیاس چند ده کیلو آمپر می‌تواند به شبکه زمین تزریق شود و ولتاژ قابل ملاحظه‌ای به‌صورت GPR در شبکه زمین نسبت به زمین دوردست ایجاد کند و بر این اساس، هادی‌های بیگانه‌ای که از محدوده پست یا نیروگاه به بیرون امتداد پیدا می‌کنند مانند ریل قطار و لوله‌های فلزی آب و گاز و سینی‌های کابل و شیلد کابل‌ها و غیره می‌توانند ولتاژهای با دامنه بالای GPR را به بیرون منتقل کنند. به این انتقال ولتاژ، ولتاژ انتقالی گفته می‌شود که می‌تواند برای افرادی که بیرون از ناحیه شبکه زمین پست و نیروگاه هستند خطرناک باشد.

۸۱ ـ ولتاژ بسیار پایین ایمن(SELV) [1]: ولتاژ AC با مقدار مؤثر کمتر از ۵۰ ولت یا ولتاژ DC بدون ریپل کمتر از ۱۲۰ ولت بین هادی‌ها یا بین یک هادی و زمین مرجع در یک مدار الکتریکی که به وسیله یک ترانسفورماتور جداسازی‌شده [2] از سامانه توان تغذیه الکتریکی به صورت گالوانیک جدا شده است.

۸۲ ـ ولتاژ تماس [3]: ولتاژی که به هنگام بروز خرابی در عایق‌بندی بین قسمت‌هایی از هادی‌ها و بدنه‌های هادی و قسمت‌های هادی بیگانه و غیره که به طور همزمان در دسترس هستند، ظاهر می‌شود. (شکل ۱ـ الف)

۸۳ ـ ولتاژ گام: ولتاژی بر روی سطح زمین که شخص می‌تواند بین فاصله یک متری میان پاهای خود حس کند، بدون آنکه با هیچ شیء زمین شده در ارتباط باشد. (شکل ۱)



الف): ولتاژ تماس ب) ولتاژ گام

شکل ۱: ولتاژ تماس و ولتاژ گام

۸۴ ـ ولتاژ تماس احتمالی [4]: حداکثر ولتاژ تماس که احتمال دارد در صورت بروز اتصال کوتاهی با امپدانس ناچیز، در تأسیسات الکتریکی ظاهر شود.

۸۵ ـ ولتاژ فشار قوی متناوب: ولتاژ ۱۰۰۰ ولت و بالاتر؛ مستقیم: ولتاژ ۱۵۰۰ ولت و بالاتر

۸۶ ـ ولتاژ فشار ضعیف متناوب: ولتاژ کمتر از ۱۰۰۰ ولت؛ مستقیم: ولتاژ کمتر از ۱۵۰۰ ولت

۸۷ ـ هادی اتصال زمین (سیم ارت) [5]: سیم حفاظتی که ترمینال اصلی ارت تأسیسات را به الکترود ارت یا سایر قسمت‌های اتصال زمین وصل می‌کند.

۸۸ ـ هادی بای پس [6]: کابل هادی که ارتباط الکتریکی مستقیم بین جدار مخزن و سقف شناور مخزن برقرار می‌کند.

۸۹ ـ هادی حفاظتی (PE) [7]: هادی که قسمت‌های مختلف سامانه را به منظور همبندی هم‌پتانسیل‌سازی اصلی به یکدیگر و در نهایت به زمین متصل می‌کند.

۹۰ـ هادی خنثی (نول) [8]: سیمی متصل به نقطه خنثی در سامانه (صفر زمین) که قادر است انرژی الکتریکی را انتقال دهد.

۹۱ـ هادی زمین (سیم اتصال زمین): قسمتی از سامانه اتصال زمین است که الکترود زمین را به ترمینال اصلی زمین وصل می‌کند.

۹۲ـ هادی غلاف‌دار فلزی به منظور زمین کردن: یک نوع سامانه سیم‌کشی که در آن سرتاسر طول یک یا چند سیم عایق‌دار توسط نوار یا غلاف فلزی پوشانده شده و مانند هادی PEN عمل می‌کند.

۹۳ـ هادی مشترک ارت – نول (PEN) [9]: هادی که به طور مشترک، هم کار هادی اتصال زمین و هم کار هادی نول را انجام دهد.

۹۴ـ هادی همبندکننده: یک رشته سیم مسی، یک تسمه مسی، یک عدد میلگرد و یا یک تیر یا ستون فلزی که در سقف‌ها و ستون‌های ساختمان بر اساس نقشه همبندی قرار می‌گیرد.

۹۵ـ همبندی اضافی: مکمل همبندی اصلی است و به منظور هم‌ولتاژ کردن نقاطی که هم‌زمان در دسترس هستند، اجرا می‌شود. این نوع همبندی، همبندی کمکی یا محلی نیز نامیده می‌شود.

۹۶ـ همبندی سامانه: اتصال اجزای مختلف سامانه اتصال زمین به یکدیگر به منظور هم‌پتانسیل‌کردن قسمت‌های مختلف تأسیسات که به مجموعه این اتصالات، شبکه همبند نیز گفته می‌شود.

فصل دوم ـ مقررات اختصاصی انواع سامانه‌های اتصال زمین

بخش اول ـ سامانه‌های TN [10]

ماده۳ـ اجرای سامانه اتصال زمین TN_C فقط در شرایط زیر مجاز است:

۱ـ پیوستگی PEN همواره حفظ شده و تحت هیچ شرایطی قطع نشود،

۲ـ محیط عاری از گردو غبار باشد، و

۳ـ محیط عاری از مواد و گازهای قابل اشتعال و قابل انفجار باشد.

ماده۴ـ در سامانه اتصال زمین TN ـ C، سیم نول هرگز نباید قطع شود.

ماده۵ ـ برای جلوگیری از تداخل امواج الکترومغناطیسی، در ساختمان‌هایی که دارای لوازم الکترونیکی حساس (ابزار دقیق) می‌باشند، استفاده از سامانه اتصال زمین TN ـ C ممنوع است.

ماده۶ ـ تمام الکترودهای در دسترس زمین باید از طریق شینه ارت به یکدیگر متصل شوند.

ماده۷ـ در سامانه اتصال زمین TN، تنها در صورتی استفاده از یک هادی مشترک برای هر دو منظور حفاظتی (PE) و خنثی (نول) مجاز است که سطح مقطع هادی مشترک از ۱۰ میلی‌متر مربع کمتر نباشد.

تبصره ـ اگر کابل از نوع هم‌مرکز باشد، حداقل سطح مقطع هادی مشترک ۴ میلی‌متر مربع مجاز است، به شرطی که در همه اتصالات کابل هم‌مرکز، پیوستگی هادی غلاف برقرار باشد.

ماده۸ ـ استفاده از الکترودهای زمین مجزا در کلیه سامانه‌های اتصال زمین TN، ممنوع است.

ماده۹ـ در صورت اجرای هر یک از سامانه‌های اتصال زمین TN ـ S یا TN_C ـ S ، اتصال مجدد هادی‌های حفاظتی و خنثی پس از نقطه تفکیک، ممنوع است.

ماده۱۰ـ استفاده از وسیله جریان تفاضلی(RCD) به عنوان حفاظت در سامانه‌های اتصال زمین TN ـ C ممنوع است.

ماده۱۱ـ در صورت استفاده از RCD در یک سامانه TN_C ـ S، RCD باید پس از جدایی هادی حفاظتی و نول نصب شود.

ماده۱۲ـ در سامانه اتصال زمین TN_C ـ S ، اتصال نول و ارت در تابلوی اصلی برق الزامی است.

---

1 - Safety Extra-Low Voltage
2- seprate-winding
3- Touch Voltage
4 - Prospective Touch Voltage
5- Earthing Conductor
6- Bypass Conductor
7- Protective Conductor

8- Neutral Conductor
9- PEN Conductor
۱۰ـ برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص سامانه‌های TN به پیوست الف ـ۱ مراجعه شود.

بخش دوم ـ سامانه TT [1]

ماده۱۳ـ استفاده از وسیله جریان تفاضلی(RCD) در سامانه TT الزامی است.

ماده۱۴ـ هرگاه چند قسمت هادی در دسترس به طور همزمان به یک RCD مشترک وصل باشند، نباید به الکترودهای زمین مستقل و مجزا وصل شوند.

ماده۱۵ـ در سامانه TT، سیم نول باید برق‌دار در نظر گرفته شود و همزمان با قطع سیم‌های فاز، سیم نول نیز باید قطع شود.

ماده۱۶ـ در سامانه TT، اتصال هادی زمین و سیم نول ممنوع است.

ماده۱۷ـ در مواردی که سامانه‌های مربوط به ایمنی از جمله اعلام و اطفای حریق، قبل از ابزار حفاظتی اصلی در مدار قرار گرفته باشند، برای حفاظت فرد در برابر تماس مستقیم و غیر مستقیم با سیم نول، قطع سیم نول همراه با سیم فاز الزامی است.

بخش سوم ـ سامانه IT [2]

ماده۱۸ـ استفاده از سامانه IT برای شبکه‌های عمومی توزیع برق ممنوع است.

ماده۱۹ـ در کارگاه‌های تولیدی اعم از کوره‌ها و ذوب فلزات و نیروگاه‌ها و صنایع مهمات‌سازی و مدارهای کنترل و معادن زیرزمینی و بعضی از بخش‌های بیمارستانی ـ که قطع برق خسارات زیادی به بار می‌آورد ـ اجرای سامانه اتصال زمین IT الزامی است.

ماده۲۰ـ در سامانه اتصال زمین IT، به منظور جلوگیری از برق‌دار شدن قسمت‌های هادی در دسترس به اندازه ولتاژ فاز ـ به ـ فاز، این سامانه‌ها باید به ابزار پایش عایق‌بندی (IMD) مجهز باشند.

ماده۲۱ـ در سامانه اتصال زمین IT، کلیه قسمت‌های هادی در دسترس (ECP) باید به صورت مستقل از منبع تغذیه، به زمین وصل شوند(زمین شوند).

ماده۲۲ـ برای جلوگیری از بروز عیوب نوسانی تصادفی زمین در سامانه اتصال زمین IT، نقطه خنثای منبع باید از طریق یک مقاومت الکتریکی که مقدار آن در رابطه زیر صدق می‌کند، به زمین متصل شود.

$$Rs \leq 1/3\omega C0$$

Rs: مقاومت الکتریکی بین نقطه خنثای منبع و زمین

ω: فرکانس زاویه‌ای جریان خط

C0: ظرفیت خازنی خط فاز معیوب

فصل سوم ـ مقررات الکترودهای مورد استفاده در سامانه اتصال زمین [3]

ماده۲۳ـ جنس الکترود و هادی اتصال زمین آن، باید به گونه‌ای باشد که نوع خاک، سبب خوردگی آنها نشود.

ماده۲۴ـ رعایت مواد فصل چهارم در خصوص محل دفن الکترود و اتصال الکترودها الزامی است.

بخش اول ـ الکترودهای صفحه ای

ماده۲۵ـ برای اجرای الکترودهای صفحه‌ای، صفحاتی ازجنس مس با ابعاد حداقل ۰/۵ × ۰/۵ متر و ضخامت حداقل ۲ میلی‌متر و یا صفحاتی از جنس فولاد گالوانیزه با ابعاد حداقل ۰/۵ × ۱ متر و ضخامت حداقل ۳ میلی‌متر باید مورد استفاده قرار گیرد.

ماده۲۶ـ الکترودهای اتصال زمین باید قبل از گالوانیزه شدن، برش داده شوند و پس از هرگونه برش و سوراخ‌کاری درآنها، محل برش دوباره گالوانیزه شود..

ماده۲۷ـ استفاده از صفحه مشبک که با تسمه یا سیم ساخته شده(شبکه مش) است، به جای صفحه یکپارچه به عنوان الکترود صفحه‌ای اتصال زمین مجاز می‌باشد.

ماده۲۸ـ ابعاد مش الکترود زمین با توجه به جنس خاک و عمق دفن و شدت جریان تزریقی به الکترود زمین، گرادیان ولتاژ مجاز و عوامل دیگر مؤثر بر مقاومت اتصال زمین باید توسط طراح و با توجه به روابط فیزیکی و نیز تجربه تعیین شود.

ماده۲۹ـ چاه الکترود زمین برای قرار دادن الکترودهای صفحه‌ای باید در مکانی که پایین‌ترین تراز سطح را داشته و احتمال دسترسی به رطوبت در کمترین عمق ممکن وجود داشته باشد، حفر شود.

ماده۳۰ـ الکترودهای صفحه‌ای اتصال زمین باید به صورت عمودی در خاک نصب شوند.

ماده۳۱ـ سیم اصلی اتصال زمین باید حداقل در دو نقطه مجزا به الکترود وصل شود.

ماده۳۲ـ اگر سیم اصلی اتصال زمین و صفحه الکترود از دو جنس مختلف باشند، برای حذف الکترولیت و جلوگیری از خوردگی گالوانیک، محل اتصال دو جنس متفاوت باید با ماده‌ای آب‌بندکننده و نفوذناپذیر مانند قیر اندود شود.

ماده۳۳ـ سیم اصلی اتصال زمین باید به یکی از روش‌های ذیل به ترتیب اولویت به الکترود صفحه‌ای مسی وصل شود:

۱ـ جوش برنج یا نقره؛

۲ـجوش اگزوترمیک(کدولد)؛

۳ـ اتصال مکانیکی همجنس صفحه با حداقل دو بست.

ماده۳۴ـ فاصله لبه بالایی الکترود صفحه‌ای از سطح زمین نباید از ۶۰۰ میلی‌متر کمتر باشد.

بخش دوم ـ الکترودهای قائم

ماده۳۵ـ حداقل عمق دفن الکترود قائم در بستر خاک طبیعی منطقه نباید از ۲ متر کمتر باشد.

ماده۳۶ـ الکترودهای میله‌ای اتصال زمین فولادی با روکش مس باید با استفاده از تکنولوژی آبکاری ساخته شوند و استفاده از فناوری دوزه‌کشی [4] ممنوع است.

ماده۳۷ـ الکترود اتصال زمین قائم (لوله یا میله)، در زمان نصب باید سالم و بدون هرگونه خراشیدگی و زنگ‌زدگی و خمیدگی و فرورفتگی باشد.

ماده۳۸ـ الکترودهای میله‌ای اتصال زمین، در صورت عدم وجود مانع باید به صورت قائم نصب شوند.

ماده۳۹ـ فاصله بین الکترودهای میله‌ای اتصال زمین حداقل باید برابر مجموع طول دو الکترود باشد.

ماده۴۰ـ قطر الکترودهای میله‌ای از جنس مس و فولاد با پوشش مس به ترتیب ۱۲ و ۱۶ میلی‌متر و برای میله‌هایی از جنس فولاد گالوانیزه ۱۶ میلی‌متر باید باشد.

بخش سوم ـ ا لکترودهای افقی

ماده۴۱ـ حداقل سطح مقطع تسمه مسی، به عنوان الکترود افقی اتصال زمین، نباید از ۵۰ میلی‌متر مربع و ضخامت آن نباید از ۲ میلی‌متر کمتر باشد.

ماده۴۲ـ حداقل سطح مقطع تسمه فولادی گالوانیزه گرم، به عنوان الکترود افقی اتصال زمین، نباید از ۱۰۰ میلی‌متر مربع و ضخامت آن نباید از ۳ میلی‌متر کمتر باشد.

ماده۴۳ـ حداقل سطح مقطع برای سیم مسی چند مفتولی، به عنوان الکترود افقی اتصال زمین، نباید از ۲۵ میلی‌متر مربع کمتر باشد.

ماده۴۴ـ قطر هیچ یک از مفتول‌های تشکیل‌دهنده سیم مسی به عنوان الکترود افقی اتصال زمین، نباید از ۱/۷ میلی‌متر کوچک‌تر باشد و استفاده از هادی‌های افشان به‌عنوان الکترود افقی ممنوع است.

ماده۴۵ـ الکترودهای افقی باید در عمقی که پایین‌تر از عمق یخزدگی منطقه باشد، نصب شوند.

بخش چهارم ـ الکترودهای چنبره‌ای

ماده۴۶ـ برای الکترود چنبره‌ای باید از سیم لختی با نمره ۵۰ به صورت حلقه‌ای با شعاع بیرونی ۴۰ سانتی‌متر تعداد ۵ حلقه (که در ته چاه اتصال زمین قرار می‌گیرد) استفاده شود.

بخش پنجم ـ الکترودهای حلقوی

ماده۴۷ـ اگر برای تأسیسات موجود، از الکترود افقی پیرامونی [5] به عنوان الکترود زمین استفاده می‌شود، عمق دفن الکترود حداقل باید یک متر باشد.

۱ـ برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص سامانه‌های TT به پیوست الف ـ۲ مراجعه شود.

۲ـ برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص سامانه‌های IT به پیوست الف ـ ۳ مراجعه شود.

۳ـ برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص سامانه‌های TT به پیوست الف ـ۲ مراجعه شود.

4 - bonding

5- Ring

ماده۴۸ـ اندازه حداقل انواع الکترودهای اتصال زمین از جنس فولاد باید طبق جدول پ ـ پ ـ۱ پیوست پ باشد.

ماده۴۹ـ اندازه حداقل انواع الکترودهای اتصال زمین از جنس مس باید طبق جدول پ ـ پ ـ۲ پیوست پ باشد.

بخش ششم ـ الکترود های متفرقه

ماده۵۰ ـ استفاده از قسمت‌های فلزی بتن مسلح فونداسیون، بـه عـنوان یـک الکترود اتصال زمین مؤثر با رعایت شرایط ذیل مجاز است:

۱ـ در سامانه زمین صاعقه‌گیر از آن به عنوان هادی نزولی صاعقه‌گیر استفاده نشود؛

۲ـ بین تمام فونداسیون ساختمان و بستر زمین اطراف آن، عایق‌بندی رطوبتی انجام نشده و بتن فونداسیون به طور مستقیم و کامل با خاک در تماس باشد؛

۳ـ از این نوع الکترود به تنهایی به عنوان سامانه زمین استفاده نشود.

تبصره ـ اگر در هنگام احداث ساختمان از میلگرد به عنوان هادی مدفون در بتن استفاده می‌شود، قطر آن حداقل ۱۰ میلی‌متر و اگر از سیم مسی لخت استفاده می‌شود، مقطع آن باید حداقل ۲۵ میلی‌متر مربع باشد.

ماده۵۱ ـ استفاده از بتن مسلح پی به عنوان الکترود اتصال زمین، در پی‌هایی با عمق کمتر از ۰/۸ متر ممنوع است.

ماده۵۲ ـ بین کلیه اجزای فلزی که جزء الکترود اتصال زمین محسوب می‌شوند، باید اتصال الکتریکی مطمئن برقرار شود.

ماده۵۳ ـ استفاده از تأسیسات زیر سطح زمین نفت و فرآورده‌های نفتی و گاز و هوای فشرده و فاضلاب و لوله‌کشی آب شهری به عنوان الکترود زمین یا هادی حفاظتی ممنوع است.

ماده۵۴ ـ حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی باید مطابق جدول پ ـ پ ـ ۳ پیوست پ باشد.

تبصره ـ چنانچه هادی حفاظتی به صورت مشترک برای دو یا چند مدار مورد استفاده قرارگیرد، اندازه آن باید با توجه به اندازه سیم فاز بزرگ‌تر انتخاب شود.

ماده۵۵ ـ اگر روکش هادی حفاظتی (PE) و هادی فاز متفاوت باشد و هادی حفاظتی در برابر صدمات مکانیکی حفاظت شده باشد، حداقل سطح مقطع آن برای نوع مسی ۲/۵ میلی‌متر مربع و در صورتی که هادی حفاظتی در برابر صدمات مکانیکی حفاظت نشده باشد، حداقل سطح مقطع آن برای نوع مسی باید ۴ میلی‌متر مربع باشد. این مقدار در هر دو حالت برای نوع آلومینیومی نباید کمتر از ۱۶ میلی‌متر مربع باشد.

ماده۵۶ ـ استفاده از سینی کابل‌ها و لدر[1] و نظایر آن در صورتی که پیوستگی در تمام طول آن حفظ شود، به عنوان هادی حفاظتی مجاز است؛ به شرطی که هر دو انتهای آن‌ها در سمت بار و منبع به زمین وصل شوند.

فصل چهارم ـ مقاومت ویژه خاک و محل نصب الکترودها

ماده۵۷ ـ محل نصب الکترود اتصال زمین بر حسب انواع خاک به ترتیب اولویت ذیل باید انتخاب شود: [2]

۱ـ زمین باتلاقی؛

۲ـ زمین رسی یا چمنزار؛

۳ـ زمین رسی مخلوط با کمی ماسه؛

۴ـ زمین رسی مخلوط با سنگریزه و شن و ماسه؛

۵ ـ شن تر یا نمناک یا پیت.

ماده۵۸ ـ محل نصب الکترودها باید به گونه‌ای انتخاب شود که زهکشی آن کم باشد.

ماده۵۹ ـ نصب الکترودهای اتصال زمین در زمین‌های مملو از آب و بستر رودخانه‌ها و مسیل‌ها و مسیر عبور آب‌های جاری و زیرزمینی و مسیر احتمالی آبرفت‌های آلوده به کودهای زمین کشاورزی و در چاه فاضلاب و حوزه نفوذ پساب آن و نیز خاک دستی ممنوع است.

تبصره۱ـ در صورت وجود خاک دستی در مکان نصب الکترود اتصال زمین باید برای دسترسی به خاک بکر و دست نخورده تا عمق بیشتری حفر نمود.

تبصره۲ـ ریختن نخاله‌های ساختمانی و سنگ و شن در اطراف الکترود ممنوع است.

ماده۶۰ ـ مکان نصب الکترود اتصال زمین باید به گونه‌ای انتخاب شود که چاه فاضلاب یا آب در حوزه ولتاژی آن قرار نگیرد.

ماده۶۱ ـ اگر چاه آب بلااستفاده در محل موجود باشد، استفاده از آن برای نصب الکترود اتصال زمین مجاز است؛ به شرط آن‌که از این پس تنها برای این منظور مورد استفاده قرار گیرد.

ماده۶۲ ـ در ارتفاعات سنگلاخی و صخره‌ای که امکان حفاری عمیق در آنها وجود ندارد، برای اجرای سامانه اتصال زمین، باید شیارهایی ایجاد شده و تسمه مسی در داخل آن قرار گرفته و روی تسمه با مواد مناسب آماده‌سازی خاک (الکترولیت مناسب) پوشانده و کلیه اتصالات در زیر خاک به هم جوش داده شوند.

ماده۶۳ ـ در مناطقی که مقاومت ویژه خاک بالا است، استفاده از الکترولیت با شرایط ذیل مجاز است:

۱ـ ترکیب‌های افزودنی (الکترولیت)مورد استفاده در الکترود باید طوری طراحی و ساخته شوند که عملکرد آنها برای اشخاص و محیط اطراف قطعات استفاده شده، مطمئن و بی‌خطر باشد.

۲ـ تمامی ترکیبات افزودنی برای زمین کردن باید طبق استاندارد ملی ایران به شماره INSO: 18499_7 مورد آزمون قرار گرفته و از استاندارد لازم برخوردار باشد.

تبصره ـ در صورت بازنگری استاندارد یادشده، آخرین نسخه استاندارد معتبر خواهد بود.

۳ـ مواد به‌کار رفته برای الکترولیت از ویژگی‌های زیر برخوردار باشد:

۳ـ۱ـ مقاومت مخصوص پایین؛

۳ـ۲ـ خورندگی خیلی پایین؛

۳ـ۳ـ طول عمر بالا؛

۳ـ۴ـ سازگاری با محیط زیست؛

۳ـ ۵ ـ جذب رطوبت بالا؛

۳ـ۶ ـ PH در محدوده خنثی تا اندکی قلیایی (بین ۸ و ۸/۵)؛

۳ـ۷ـ مقاومت در برابر شسته‌شدن توسط آب‌های سطحی و زیرزمینی؛

۳ـ ۸ ـ چسبندگی مناسب به الکترود زمین.

ماده۶۴ ـ در صورت استفاده از بیش از یک الکترود، برای دستیابی به کمترین مقاومت الکتریکی معادل، حداقل فاصله دو الکتـرود بایـد به گونه‌ای باشد که در حوزه ولتاژ یکدیگر قرار نگیرند.

ماده۶۵ ـ ترمینال اصلی سامانه اتصال زمین باید قابل دسترسی باشد تا در هنگام اندازه‌گیری‌های مربوط به اتصال زمین امکان جداسازی تأسیسات از سامانه مذکور وجود داشته باشد.

ماده۶۶ ـ الکترود اتصال زمین باید در عمقی نصب شود که سرمای انجماد نتواند به آن نفوذ کند.

ماده۶۷ ـ تمام سامانه اتصال زمین باید دارای شناسنامه صادره از سوی مشاوران و خدمات دهندگان حفاظت فنی و ایمنی حاوی مشخصات کامل آن شامل نوع و جنس الکترود یا الکترودها و ابعاد آنها و تاریخ احداث و محل استقرار و جنس خاک و مقدار مقاومت اندازه‌گیری‌شده اولیه و دوره‌های بعدی و تغییرات سالیانه و مستندات بررسی سامانه اتصال زمین باشد.

فصل پنجم ـ همبندی سامانه

بخش اول ـ همبندی اصلی

ماده۶۸ ـ برای اجرای همبندی اصلی، باید هادی حفاظتی و هادی خنثی و لوله‌های فلزی آب و لوله‌های فلزی گاز پس از کنتور و لوله‌ها و کانال‌های فلزی اصلی سایر تأسیسات نظیر سامانه‌های حرارت مرکزی و تهویه هوا و داکت و دودکش‌ها و الکترود اصلی و فرعی اتصال زمین و تمامی قسمت‌های اصلی فلزی ساختمان اعم از اسکلت فلزی و آرماتورهای بتن مسلح و ستون‌ها و چارچوب‌ها و در و پنجره‌های فلزی و ریل‌های کابین و ریل‌های وزنه

1- Ladder

۲ـ برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص اولویت محل نصب الکترود زمین بر حسب انواع خاک به پیوست ب مراجعه شود.

تعادل آسانسورهای کششی و جک آسانسورهای هیدرولیکی و سامانه حفاظت در برابر صاعقه و سرپیچ همه نگهدارنده‌های لامپ و پریزها و اتصالات و ابزارهای مشابه را به وسیله هادی‌های جداگانه بر روی شینه اصلی اتصال زمین ساختمان به یکدیگر متصل نمود.

تبصره۱ـ برای انجام همبندی با سامانه حفاظت در برابر آذرخش باید از تجهیزات حفاظتی مناسب در مسیر شینه اصلی اتصال زمین استفاده شود.

تبصره۲ـ در صورت وجود حفاظت کاتدیک برای تجهیزات فلزی (لوله‌ها و مخازن) مدفون، باید برای همبندی از تجهیزات حفاظتی محدودساز ولتاژ با شکاف هوایی (Surge Gap) استفاده شود.

ماده۶۹ ـ تمامی هادی‌های حفاظتی مدارهای پریز و روشنایی باید با سامانه اتصال زمین همبندی شوند.

ماده۷۰ـ قسمت‌های هادی بیگانه که از بیرون ساختمان شروع شده و تا درون آن نیز ادامه دارند، باید در نزدیک‌ترین نقطه ممکن به نقطه ورودی ساختمان به سامانه اتصال زمین همبندی شوند.

ماده۷۱ـ اگر لوله ورودی آب به ساختمان، غیر فلزی باشد ولی درون ساختمان از لوله فلزی استفاده شود، همبندی بخش فلزی به ارت اصلی الزامی است.

ماده۷۲ـ اگر بخش‌های مختلف لوله‌های فلزی موجود در کارگاه با مفصل‌های دی الکتریک جدا شده باشند، همبندی تمام بخش‌های فلزی به سامانه اصلی الزامی است.

ماده۷۳ـ در تابلوی برقی که درِ آن دارای هادی‌های برق‌دار است، هم تابلو و هم درِ آن، هادی در دسترس (ECP) محسوب شده و باید به سامانه اتصال زمین همبندی شوند. در این شرایط، باید تابلو و درِ آن نیز با هم همبندی شوند.

ماده۷۴ـ در مواردی که تابلوی برق دارای قسمت‌های برق‌دار در دسترس است و درِ آن به عنوان محصورکننده محسوب می‌شود، همبندی درِ تابلو با هسته آن الزامی است.

ماده۷۵ـ کلیه تأسیسات مکانیکی و اجزای فلزی مدفون‌شده در خاک، در مجاورت الکترود اتصال زمین باید با سامانه اتصال زمین همبندی شود.

ماده۷۶ـ در هنگام همبندی اسکلت فلزی ساختمان و میلگردها و ستون‌ها و تیرهای فلزی ساختمان باید از اتصال الکتریکی تمام بخش‌های اسکلت به یکدیگر اطمینان حاصل شود.

ماده۷۷ـ اتصال شناژها و تیرهای فلزی پیرامونی چارچوب راه‌پله و آسانسور با شبکه همبندی سامانه اتصال زمین الزامی است.

ماده۷۸ـ در بخش‌هایی از کارگاه که به طور معمول در کف آن‌ها آبریزی می‌شود، یکی از شناژها یا ستون‌های فلزی باید با سامانه اتصال زمین همبندی شود.

ماده۷۹ـ تجهیزات فلزی که در حین کار احتمال برق‌دار شدن داشته باشد، باید قبل از استفاده از آنها به سامانه اتصال زمین وصل شوند.

ماده۸۰ ـ تمام تجهیزات الکتریکی و قسمت‌های فلزی تجهیزات متحرک موجود در کارگاه اعم از بالابرها و جرثقیل‌ها و نظایر آن باید به سامانه اتصال زمین متصل شود.

تبصره ـ ریل‌های جرثقیل‌ها و چارچوب آسانسور باید با سامانه اتصال زمین همبندی شوند.

ماده۸۱ ـ تمامی ستون‌های واقع در گوشه‌های خارجی سازه کارگاه باید با سامانه اتصال زمین همبندی شوند.

ماده۸۲ ـ تمام بخش‌های نرده‌ها و پله‌های فلزی باید با سامانه اتصال زمین همبندی شوند.

ماده۸۳ ـ تمام بخش‌های فلزی داخلی و خارجی کانکس‌ها و اتاقک‌های فلزی باید به سامانه اتصال زمین وصل شوند.

ماده۸۴ ـ تمامی قطعات شبکه همبند سامانه اتصال زمین باید از طریق اتصالات الکتریکی مطمئن، به یکدیگر وصل شوند.

ماده۸۵ ـ در تمامی نقاطی که ناپیوستگی در شبکه همبند سامانه اتصال زمین وجود دارد، باید بین دو بخش اتصال الکتریکی مطمئن برقرار شود.

ماده۸۶ ـ در تمامی گوشه‌های سازه که قطعات شبکه همبند از دو طرف به هم می‌رسند، باید اتصال الکتریکی مطمئن بین دو طرف برقرار شود.

ماده۸۷ ـ در تمامی انشعاباتی که از یک قطعه از شبکه همبند اتصال زمین گرفته می‌شود (مانند سه‌راهی‌ها) باید اتصال الکتریکی مطمئن برقرار شود.

ماده۸۸ ـ در هر نقطه‌ای که قطعات طولی و عرضی شبکه همبند اتصال زمین از روی هم عبور می‌کنند، (چهارراهی‌ها) باید اتصال الکتریکی مطمئن برقرار شود.

ماده۸۹ ـ در سازه‌های اسکلت فلزی که تیرها و ستون‌ها با استفاده از پیچ و مهره به یکدیگر متصل شده‌اند، برای ایجاد اتصال الکتریکی مطمئن بین قطعات فلزی شبکه همبند سامانه اتصال زمین، باید از یک قطعه سیم مسی رابط[1] استفاده شود.

ماده۹۰ـ اتصال سیم رابط بین قطعات فلزی شبکه همبند سامانه اتصال زمین به قطعات فولادی باید به روش جوش ترمیت و یا با استفاده از کابلشو انجام شود و این اتصال همواره در دسترس و قابل بازرسی و تعمیر باشد.

ماده۹۱ـ سیم رابط بین قطعات فلزی شبکه همبند سامانه اتصال زمین باید از انحنای لازم برای انبساط و انقباض قطعات متصل‌شونده برخوردار باشد و پس از بسته‌شدن، نباید در حالت کشیده قرار گیرد.

ماده۹۲ـ یکی از نقاط اتصال شبکه همبند به سامانه اتصال زمین ساختمان، باید روی نزدیک‌ترین ستون به تابلوی اصلی برق (محل نصب شینه اصلی اتصال زمین) قرار گیرد.

ماده۹۳ـ مقاومت کلی همبندی سامانه اتصال زمین بین دورترین نقاط نباید از ۰/۲ اهم تجاوز کند.

ماده۹۴ـ هر هادی همبندی سامانه اتصال زمین باید دارای برچسب یا پلاکی باشد که مشخص‌کننده کاربرد آن هادی بوده و معلوم کند که چه نقاطی را به یکدیگر وصل می‌کند.

ماده۹۵ـ درکلیه نقاطی که ممکن است در شرایط بهره‌برداری به دلیل تعمیر، اتصال سامانه زمین جدا شود (مانند لوله‌های آب و گاز) برچسب هشداردهنده مبنی بر عدم جداسازی هادی همبندی سامانه زمین نصب شود.

بخش دوم ـ همبندی اضافی

ماده۹۶ـ در کلیه محیط‌های خیس، نمناک و مرطوب و مکان‌هایی که امکان پاشش آب و تشکیل بخار آب وجود دارد، اعم از حمام و آشپزخانه و آبدارخانه و رستوران و محل شستشو و چربی‌زدایی و آبکاری فلزات و نظایر آن باید همبندی اضافی به سامانه اتصال زمین اجرا شود.

ماده۹۷ـ همبندی اضافی برای هم‌پتانسیل کردن باید موارد ذیل را دربرگیرد:

۱ـ بدنه فلزی کلیه تجهیزات الکتریکی نصب ثابت؛

۲ـ قسمت هادی بیگانه از هر نوع؛

۳ـ قسمت‌های فلزی در دسترس در ساختمان‌ها از جمله اسکلت فلزی.

ماده۹۸ـ در حمام‌ها و استخرها و سرویس‌های بهداشتی هر دو لوله فلزی آب گرم و سرد باید به مسیر همبندی اضافی وصل شوند.

ماده۹۹ـ ترمینال همبندی اضافی در مکان‌های مرطوب باید در خارج از آن مکان و روی دیوار یکی از فضاهای مجاور نصب شود.

ماده۱۰۰ـ در مکان‌هایی که اجرای همبندی اضافی به سامانه اتصال زمین الزامی است، باید ترمینال همبندی اضافی به صورت شینه مسی روکار یا بلوک ترمینال در داخل یک جعبه قابل بازدید تحت عنوان جعبه همبندی اضافی نصب شود.

ماده۱۰۱ـ اجرای همبندی اضافی برای تمامی تجهیزات الکتریکی و هادی‌های بیگانه واقع بر بام کارگاه از جمله برج‌های خنک‌کننده و میله آنتن و نرده فلزی و شیروانی فلزی الزامی است.

ماده۱۰۲ـ اجرای همبندی اضافی برای تابلوهای برق مجاور یکدیگر الزامی است.

ماده۱۰۳ـ حداقل سطح مقطع هادی همبندی اضافی به سامانه اتصال زمین باید طبق جدول پ ـ پ ـ ۴ پیوست شماره پ انتخاب شود.

ماده۱۰۴ـ سطح مقطع هادی همبندی اضافی که بدنه فلزی دو دستگاه الکتریکی را به هم وصل می‌کند، نباید از کوچکترین هادی حفاظتی مدارهای تغذیه‌کننده و متصل به بدنه‌های هادی دو دستگاه مذکور کوچکتر باشد.

1- Jumper

ماده۱۰۵ـ سطح مقطع هادی همبندی اضافی بین بدنه تجهیز الکتریکی و هادی بیگانه، نباید از نصف سطح مقطع هادی حفاظتی مدار تغذیه‌کننده تجهیز الکتریکی کوچکتر باشد.

ماده۱۰۶ـ برای حذف هرگونه اختلاف پتانسیل، در مکان‌هایی که استفاده از سامانه‌های ذاتاً ایمن ضرورت دارد، باید یک شینه محلی تعبیه شود و یک شبکه همبند محلی متشکل از شیلد کابل‌ها و تجهیزات ابزار دقیق و بخش‌های فلزی تجهیزات و محفظه‌ها و سینی و نردبان کابل‌ها و کلیه هادی‌های بیگانه برقرار شود.

ماده۱۰۷ـ اگر اتصال زمین شیلد کابل در بیش از یک نقطه، از الزامات ایمنی بوده و این الزام با مسایل تداخلات الکترومغناطیسی (EMC) [1] در تناقض باشد، باید از کابل‌های دو غلافه (دارای دو شیلد) استفاده نمود. در این حالت، غلاف خارجی برای برآوردن الزامات ایمنی از چند نقطه و غلاف داخلی برای الزامات EMC از یک سر ارت شود.

ماده۱۰۸ـ پس از اتمام هر گونه عملیات افزودن و تغییر دایمی یا موقتی در تأسیسات موجود، باید آرایش‌های همبندی هم‌پتانسیل مدار مصرف‌کننده و سامانه اتصال زمین مجدداً مورد بررسی و اندازه‌گیری قرارگیرد.

ماده۱۰۹ـ از شینه اصلی اتصال زمین باید انشعاباتی برای تجهیزات کمکی شامل تابلوهای کنترل و رله و اجزای فلزی سازه‌ها و تأسیسات اطفای حریق در نظر گرفته شوند.

ماده۱۱۰ـ اتصالات انشعابی باید از شینه اصلی اتصال زمین برای هریک از دستگاه‌های تأسیسات، انتقال داده شوند و در صورتی که چند دستگاه الکتریکی در کنار یکدیگر قرار داشته باشند، اتصال سری آنها ممنوع است.

ماده۱۱۱ـ در تجهیزات الکتریکی مرکب نظیر تسمه نقاله و سامانه بسته‌بندی و کوره‌های تونلی باید از پیوستگی الکتریکی قسمت‌های فلزی آن اطمینان حاصل شود و حداقل در دو نقطه به سامانه زمین همبند شوند. همچنین، باید از اتصال همبندی با هادی‌های بیگانه پیرامون این تجهیزات نیز اطمینان حاصل شود.

ماده۱۱۲ـ همبندی سامانه اتصال زمین با مولدهای فرعی برق مطابق دستورالعمل کارخانه سازنده الزامی است.

ماده۱۱۳ـ در سامانه اتصال زمین باید از پیوستگی اتصالات ارت در کل سامانه از بدنه دستگاه تا چاه ارت و بین الکترودها اطمینان حاصل شود و عواملی مانند زنگ‌زدگی یا اتصال روی سطوح رنگ‌دار، پیوستگی را مختل نکند.

فصل ششم ـ اتصال زمین و همبندی پست‌های برق

بخش اول ـ کارگاه‌های فاقد پست برق و منشعب از شبکه فشارضعیف عمومی

ماده۱۱۴ـ کارگاه‌هایی که فاقد پست برق هستند و برق را به صورت انشعاب تک فاز (فاز+ نول) و یا سه فاز (۳ فاز+نول) از شبکه برق تحویل می‌گیرند و دسترسی به شینه نول و ارت منبع ندارند، باید سامانه اتصال زمین آنها در تابلوی برق اصلی TN_ C _ S باشد.

ماده۱۱۵ـ در سامانه اتصال به زمین TN_ C _ S، تابلوی توزیع برق اصلی باید دارای ۲ شینه مجزای نول و ارت باشد که با یک هادی رابط (جامپر) به یکدیگر اتصال داشته و سیم نول ورودی به شینه نول و هادی زمین به شینه ارت متصل شوند.

ماده۱۱۶ـ در سامانه اتصال به زمین TN_ C _ S، مقاومت الکتریکی الکترود اتصال زمین در محل تفکیک نول و اتصال زمین (ارت) باید کمتر از ۲ اهم باشد.

تبصره ـ در شرایطی مانند سامانه توزیع هوایی که احتمال پاره شدن اتصال نول وجود دارد، انتخاب مقادیرپایین تر برای الکترود اتصال زمین ارجح خواهد بود.

بخش دوم ـ کارگاه‌های دارای یک پست برق و منشعب از شبکه فشارمتوسط [2]

ماده۱۱۷ـ در کارگاه‌های دارای پست برق اختصاصی زمینی و یا هوایی با یک ترانسفورماتور، سامانه اتصال زمین باید TN _ S یا TN_ C _ S باشد.

ماده۱۱۸ـ در کارگاه‌های با پست برق اختصاصی تک منبع، در صورتی استفاده از سامانه TN _ C مجاز است که اتصالات مسیر هادی حفاظتی ـ خنثی (PEN) دایمی بوده و به هیچ عنوان احتمال قطع شدن و یا پارگی سیم یا کابل حفاظتی ـ خنثی PEN وجود نداشته باشد.

ماده۱۱۹ـ اگر بنا بر ضرورت کارکرد دستگاه، به کار بستن سامانه اتصال زمین TT اجتناب‌ناپذیر باشد، باید در محل تفکیک ارت از آرایش TN به آرایش TT، تجهیزات حفاظتی جریان تفاضلی(RCD) نصب گردد.

بخش سوم ـ کارگاه‌های دارای دو یا چند منبع برق موازی [3]

ماده۱۲۰ـ در سامانه‌های برق با چند منبع، اتصال مستقیم نول ترانسفورماتور یا ژنراتور برق به اتصال زمین ممنوع است.

ماده۱۲۱ـ در آرایش TN سامانه‌های با چند منبع موازی، اتصال رابط از نول تا محل اتصال ارت باید به طور کامل عایق (ایزوله) باشد و هیچ‌گونه تجهیز مصرف‌کننده برق به آن متصل نشود.

ماده۱۲۲ـ در سامانه‌های برق با چند منبع، هادی رابط بین نول‌های منابع و هادی حفاظتی PE باید تنها در تابلوی برق اصلی به هم متصل شوند.

تبصره ـ اتصال مجدد هادی حفاظتی PE پس از تابلوی برق اصلی مجاز است.

ماده۱۲۳ـ در سامانه اتصال زمین، استفاده از زمین مشترک برای سمت فشار قوی پست و فشار ضعیف ترانسفورماتور ممنوع است.

ماده۱۲۴ـ برای جلوگیری از ولتاژ انتقالی ناشی از انتقال خیز ولتاژ زمین (GPR) از پست‌های فشار قوی و شبکه زمین نیروگاه‌ها به مناطق دوردست توسط هادی‌های بیگانه (مانند ریل قطار و لوله‌های فلزی آب و گاز و شیلد کابل‌ها و سینی و یا نردبان فلزی کابل‌ها و غیره) باید در محل خروج این تجهیزات از حوزه شبکه زمین، به کمک ایجاد شکاف و یا اتصالات و رابط‌های عایق الکتریکی، ارتباط پیوسته الکتریکی هادی پراکنده در داخل و خارج حوزه اثر شبکه زمین قطع شود. بر حسب نیاز، باید در ادامه مسیر در چند نقطه هادی مورد نظر زمین شود به گونه‌ای که اطمینان حاصل شود ولتاژ انتقالی خطرناکی از شبکه زمین فشار قوی به منطقه دوردست منتقل نمی‌شود.

تبصره ـ در صورتی که از قبل اشیای فلزی با قابلیت انتقال ولتاژ به ساختمان‌ها و زمین‌های اطراف در کنار الکترود فشار قوی و سازه فلزی پست موجود باشد، باید به یکی از روش‌های ارت کردن متعدد در طول مسیر و یا ایزوله کردن در طول مسیر از انتقال ولتاژهای خطرناک به دوردست جلوگیری شود.

ماده۱۲۵ـ در کارگاه‌هایی که دو پست یا بیشتر، سالن واحدی را که دارای اسکلت فلزی است، تغذیه می‌کنند، وجود همبندی بین دو پست علاوه بر همبندی اسکلت فلزی الزامی است.

ماده۱۲۶ـ در پست‌های برق که هر دو ولتاژ فشار قوی و فشار ضعیف در کنار هم وجود دارند، در صورت امکان احداث دو الکترود زمین مستقل از هم، باید فاصله بین دو الکترود زمین فشار قوی و فشار ضعیف از ۲۰ متر کمتر نباشد و هیچ‌گونه ارتباط هادی در فاصله بین دو الکترود زمین وجود نداشته باشد.

ماده۱۲۷ـ اگر در پست برق، تفکیک عایقی تابلوهای برق فشار ضعیف از تابلوهای برق فشار قوی، ترانسفورماتور و سازه فلزی پست برق تأمین شده باشد، باید بدنه تابلوی برق فشار ضعیف و نقطه خنثای برق فشار ضعیف(نول) به الکترود زمین فشار ضعیف که حداقل ۲۰ متر از سازه پست دورتر باشد، متصل شود و کلیه بدنه‌های تابلوی برق فشار قوی، ترانسفورماتور و کلیه قطعات فلزی سازه پست به الکترود زمین فشار قوی (داخل یا مجاور پست) متصل گردد.

ماده۱۲۸ـ در صورت امکان احداث دو الکترود زمین مستقل از هم در پست برق، اگر امکان جداسازی عایقی تابلوهای برق فشار ضعیف از تجهیزات برق فشار قوی و سازه فلزی پست برق وجود نداشته باشد، باید بدنه تابلو برق فشار ضعیف، بدنه تابلوهای برق فشار قوی و ترانسفورماتورها و نیز کلیه اجزای فلزی سازه پست برق به الکترود زمین فشار قوی متصل گردد و نقطه خنثای برق فشار ضعیف با استفاده از کابل و غلاف کابل غیر فلزی به الکترود اتصال زمین فشار ضعیف در فاصله حداقل ۲۰ متری از پست برق، اتصال داده شود.

---

1 – ElectroMagnetic Compatibility

2- Single-source systems

3- Multiple-source systems

ماده۱۲۹ـ اگر در پست برق امکان احداث دو الکترود زمین مستقل وجود نداشته باشد، باید از یک الکترود زمین مشترک برای هر دو منظور فشار قوی و فشار ضعیف استفاده شود. در این صورت، مقاومت کل الکترود زمین نسبت به جرم کلی زمین نباید از یک اهم تجاوز کند.

ماده۱۳۰ـ اگر هر یک از خطوط برق فشار قوی ورودی یا خروجی پست برق یا حتی بخشی از این خطوط در فاصله‌ای کمتر از ۳ کیلومتر از پست برق، از نوع خط هوایی باشد، باید علاوه بر مجهز بودن خط به برقگیر، از دو الکترود زمین مجزا که خارج از حوزه ولتاژ یکدیگر باشند، به منظور فشار ضعیف و فشار قوی استفاده شود.

ماده۱۳۱ـ در حالتی که پست برق دارای دو الکترود زمین مجزای فشار قوی و فشار ضعیف باشد و بدنه تابلوهای برق فشار ضعیف همراه با بدنه تابلوها و تجهیزات برق فشار قوی به الکترود زمین فشار قوی متصل بوده و نقطه خنثای برق فشار ضعیف به الکترود زمین فشار ضعیف وصل باشد، تابلوهای برق فشار ضعیف باید با درجه عایق‌بندی بالاتری نسبت به ولتاژ اسمی بین فاز و خنثی(نول) انتخاب شود.

فصل هفتم ـ انتخاب و نصب هادی زمین

ماده۱۳۲ـ سیم اصلی اتصال زمین بین الکترود ارت و شینه اصلی ارت باید مسی وحداقل دارای سطح مقطع ۳۵ میلی‌متر مربع باشد.

ماده۱۳۳ـ برای هر الکترود اتصال زمین باید یک جعبه آزمون و بازدید جداگانه به ابعاد مناسب تعبیه شود که علامت زمین به صورت دایمی روی آن حک باشد.

ماده۱۳۴ـ هرگونه انشعاب از هادی‌های اتصال بین الکترود اتصال زمین و جعبه آزمون ممنوع است و تمامی انشعابات و تشکیل حلقه شبکه سامانه اتصال زمین باید پس از جعبه آزمون انجام شود.

ماده۱۳۵ـ مسیر سیم‌های ارتباط الکترود ارت با شینه اصلی اتصال زمین باید کوتاه‌ترین مسیر بوده و این سیم‌ها تا حد ممکن مستقیم و بدون پیچ و خم باشد.

ماده۱۳۶ـ از آلومینیوم لخت یا آلومینیوم دارای پوشش مسی نباید در تماس با زمین چه به عنوان الکترود و چه به عنوان هادی زمین استفاده شود. در محیط‌های مرطوب نیز نباید از این مواد به عنوان هادی زمین استفاده نمود.

ماده۱۳۷ـ سیم‌های لخت و سیم‌های عایق‌بندی شده با روکش بیرونی سبز و زرد یا ترکیب سبز و زرد، فقط باید برای هادی‌های زمین تجهیزات و همبندی مورد استفاده قرار گیرند.

ماده۱۳۸ـ سیم هادی زمین باید از استحکام مکانیکی لازم و مقاومت در برابر خوردگی شیمیایی و الکتروشیمیایی برخوردار باشد.

ماده۱۳۹ـ سیم لخت اتصال زمین نباید از داخل لوله‌های فلزی عبورکند.

ماده۱۴۰ـ در کابل‌هایی که سطح مقطع سیم نول نصف سطح مقطع هر سیم فاز است، سطح مقطع سیم اتصال زمین (هادی حفاظتی PE) و نول باید یکسان باشد.

ماده۱۴۱ـ وجود شینه اتصال زمین (ارت) در تابلوی اصلی برق الزامی است، به طوری که سیم اتصال زمین از الکترود به این شینه آمده و سپس از ترمینال اصلی به قسمت‌های مختلف منتقل شود.

ماده۱۴۲ـ وجود شینه نول در تابلوی اصلی برق الزامی است و باید روی مقره عایق سوار شود.

ماده۱۴۳ـ در سامانه TN-C-S ، پس از محل تفکیک نول و ارت، اتصال مجدد نول و ارت ممنوع است.

ماده۱۴۴ـ جنس اتصالات سیم اصلی اتصال زمین بـه الکترود، باید به گونه‌ای باشد که با مواد به‌کار رفته در الکترود و سیم اتصال زمین سازگار بوده و میزان خورندگی گالوانیک به حداقل برسد.

ماده۱۴۵ـ اتصالات و بست‌های مربوط به سامانه اتصال زمین باید از نظر مکانیکی مقاوم بوده و اتصال محکمی را برقرار کنند.

ماده۱۴۶ـ در صورت استفاده از تسمه به عنوان سیم اتصال زمین و اتصال آن به تجهیزات نباید تسمه را برای پیچی که قطر آن از یک سوم پهنای تسمه بیشتر است، سوراخ کرد.

ماده۱۴۷ـ هادی‌های همبندی برای هم‌پتانسیل‌سازی باید از استحکام مکانیکی مناسب برخوردار بوده و مقاومت الکتریکی آنها (قابل صرف‌نظر)باشد.

ماده۱۴۸ـ حداقل اندازه سطح مقطع هادی همبندی اصلی باید به شرح ذیل باشد:

۱ـ هادی مسی: ۶ میلی‌متر مربع

۲ـ هادی آلومینیومی: ۱۶ میلی‌متر مربع

۳ـ هادی فولادی: ۵۰ میلی‌متر مربع

ماده ۱۴۹ـ حداقل سطح مقطع هادی‌های حفاظتی و همبندی اضافی باید به شرح جدول پ ـ پ ـ ۵ پیوست پ باشد.

فصل هشتم ـ اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الکترود زمین

ماده۱۵۰ـ پیش از اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الکترود اتصال زمین باید تأسیسات اتصال زمین از منبع تغذیه برق یا شبکه کاملاً قطع شده باشد و تا انتهای آزمون از برق تغذیه جدا باشد.

ماده۱۵۱ـ پیش از اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الکترود اتصال زمین باید هادی زمین از الکترود زمین جدا شده باشد.

ماده۱۵۲ـ هنگام اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الکترود زمین، استفاده ازدستکش و کفش عایق الکتریکی ایمن الزامی است.

ماده۱۵۳ـ انجام اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی سامانه اتصال زمین، در روزهای طوفانی و بارانی و برفی و زمان‌هایی که احتمال وقوع آذرخش باشد، ممنوع است.

ماده۱۵۴ـ با توجه به اثر تغییرات اقلیمی در مناطق سنگی و فاقد پوشش گیاهی یا دارای دوره یخبندان طولانی روی مقاومت سامانه زمین، اندازه‌گیری مقاومت باید در بدترین شرایط موجود انجام شود؛ مگر اینکه با اقدامات اصلاحی مانند آبیاری مستمر در طول سال از ثابت بودن مقاومت سامانه زمین اطمینان حاصل شود.

ماده۱۵۵ـ اگر در زمان اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی سامانه اتصال زمین، پراب‌های جریان و ولتاژ دور از دید فرد آزمون‌کننده باشد، یا اگر سیم‌های آزمون در فضایی قرار گیرند که در دسترس عموم باشند، این نقاط باید به طور مداوم و تا زمانی که سیگنال آزمون اعمال می‌شود یا پتانسیل‌های دور از محل اندازه‌گیری بالای ۵۰ ولت هستند، تحت نظر و پایش فرد مراقب که ارتباط بی‌سیم با اپراتور دستگاه اندازه‌گیری (فرد آزمون‌کننده) دارد، باشند.

ماده۱۵۶ـ در هنگام اندازه‌گیری مقاومت الکترود زمین، برای به حداقل رسیدن خودالقایی، هادی‌ها (سیم‌ها) باید به طور کامل از روی قرقره‌ها باز شوند.

ماده۱۵۷ـ هنگام اندازه‌گیری مقاومت الکترود زمین، باید الکترودهای اندازه‌گیری تا حد امکان از اجسام فلزی گسترده در زیر زمین مانند لوله‌کشی فلزی آب یا زره کابل‌ها دور باشند.

تبصره ـ در شرایطی که احتمال وجود اشیای مدفون فلزی مانند لوله‌های فلزی آب در راستای مسیر اندازه‌گیری وجود داشته باشد، باید اندازه‌گیری دیگری که ترجیحاً عمود بر مسیر قبلی باشد، انجام شده و در صورت اختلاف دو مقدار، عدد بیشتر که معرف کمترین اثر عوامل خطای ناشی از فلزات مدفون است، ملاک اندازه‌گیری قرار گیرد.

ماده۱۵۸ـ پیش از اقدام به اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الکترودهای زمین باید ولتاژهای احتمالی روی سامانه زمین اندازه‌گیری شوند و از قابل قبول بودن آن با توجه به دفترچه راهنمای دستگاه، اطمینان حاصل شود.

ماده۱۵۹ـ برای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الکترودهای زمین، پیش از جدا کردن یک الکترود از سامانه زمین باید از نبود جریان‌های بزرگ در آن اطمینان حاصل شود.

ماده۱۶۰ـ برای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الکترودهای زمین، نباید تمامی الکترودهای زمین یک سامانه، یک جا قطع شوند؛ مگر آنکه تأسیسات مربوطه از قبل به طور کامل بی‌برق شده باشد.

ماده۱۶۱ـ دستگاه اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی اتصال زمین باید دارای گواهی کالیبراسیون معتبر باشد.

ماده۱۶۲ـ استفاده از روش آزمون دو نقطه‌ای مانند روش کلمپی[1] برای زمین‌های با مقاومت پایین، ممنوع است.

ماده۱۶۳ـ استفاده از روش کلمپی اندازه‌گیری مقاومت اتصال زمین تنها زمانی مجاز است که یک مسیر حلقه بسته برای عبور جریان آزمون وجود داشته باشد و مقاومت این حلقه در مقایسه با مقاومت سامانه قابل صرف نظر باشد.

۱ـ برای اطلاعات بیشتر در خصوص روش کلمپی به پیوست ت بخش ت ـ ۵ مراجعه شود.

ماده۱۶۴ــ گزارش اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی و بررسی سامانه اتصال زمین باید شامل موارد ذیل باشد:

۱ـ مشخصات شخص دارای صلاحیت؛

۲ـ مشخصات کارگاه؛

۳ـ تاریخ اندازه‌گیری؛

۴ـ شرایط محیطی(خاک و هوا)؛

۵ ـ مشخصات دستگاه اندازه‌گیری و مدارک کالیبراسیون آن؛

۶ ـ مشخصات سامانه تغذیه کارگاه شامل ولتاژ و جریان و مانند اینها؛

۷ـ نوع سامانه اتصال زمین؛

۸ ـ مشخصات مکانی و نوع و آرایش الکترودها ؛

۹ـ نتیجه اندازه‌گیری جریان و ولتاژ پیش از اندازه‌گیری مقاومت اتصال زمین؛

۱۰ـ راستای اندازه‌گیری؛

۱۱ـ نمودار نتایج اندازه‌گیری (بسته به روش اندازه‌گیری)؛

۱۲ـ نتیجه نهایی اندازه‌گیری.

ماده۱۶۵ــ پس از اتمام اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی الکترود زمین، باید از اتصال مجدد کامل هادی زمین اطمینان حاصل شود.

ماده۱۶۶ــ در کارگاه‌های ساختمانی و سایر کارگاه‌هایی که در آن از تأسیسات الکتریکی موقت استفاده می‌شود، باید برنامه بازرسی دوره‌ای از سامانه اتصال به زمین تجهیزات تأسیسات الکتریکی موقت تدوین شود که نصب و نگهداری آنها برای همه مجموعه کابل‌ها، پریزهایی که بخشی از سیم‌کشی دایمی ساختمان یا سازه نیستند و همه تجهیزاتی که به وسیله دوشاخه به برق وصل می‌شوند، توسط شخص دارای صلاحیت بررسی شود.

ماده۱۶۷ــ در بررسی اتصال زمین تأسیسات موقت الکتریکی باید موارد زیر مورد آزمون قرار گیرند:

۱ـ پیوستگی الکتریکی همه هادی های زمین تجهیزات؛

۲ـ اتصال صحیح تمام پریزها.

ماده۱۶۸ــ آزمون‌های سامانه اتصال زمین تأسیسات الکتریکی موقت، پیش از اولین استفاده از آنها، پس از هرگونه آسیب به این تأسیسات، پس از بازگشت هر یک از تجهیزات از تعمیر و پیش از بهره‌برداری مجدد آن و به صورت دوره‌ای در فواصل زمانی کمتر از ۳ ماه باید انجام شود.

فصل نهم ــ اتصال به زمین در مکان‌های قابل اشتعال و قابل انفجار

ماده۱۶۹ــ مقدار مقاومت الکتریکی مجاز برای سامانه اتصال به زمین در مکان‌های قابل اشتعال، باید در رابطه زیر صدق کند:

$$R < \frac{1}{I}\sqrt{\frac{2E_{MIE}}{C}}$$

C: مقدار ظرفیت خازن تا زمین

E_{MIE}: حداقل انرژی جرقه‌زنی محیط

I: شدت جریان الکتریکی

ماده۱۷۰ــ در مواردی که سامانه اتصال زمین فقط به منظور جلوگیری از تجمع الکتریسیته ساکن مورد استفاده قرار می‌گیرد، به منظور تأمین استحکام مکانیکی، حداقل سطح مقطع هادی‌های اتصال به زمین و هادی‌های همبندی برای نوع آلومینیومی $4\ mm^2$ و برای نوع مسی $2/5mm^2$ باید باشد و مقاومت الکتریکی سامانه اتصال به زمین، نباید از $1M\Omega$ تجاوز کند.

تبصره ــ در استانداردها، استفاده از هادی فولادی نیز مجاز شناخته شده است. با توجه به مقدار بسیار بالای مجاز برای مقاومت ارت، استفاده از هادی آهنی با سطح مقطع مناسب که از استحکام مکانیکی مناسب برخوردار باشد مجاز است.

ماده۱۷۱ــ برای کاهش یا حذف خطر برق‌گرفتگی افراد در اثر تماس با دستگاه‌های الکتریکی (حتی در حالت خاموش) به علت تجمع بارهای الکتریکی ساکن، باید بدنه فلزی این تجهیزات همواره از اتصال زمین مناسب برخوردار باشند.

ماده۱۷۲ــ برای سازه‌هایی که حاوی بخارات قابل اشتعال، گازهای قابل اشتعال یا مایعاتی که از آنها بخارات قابل اشتعال آزاد می‌شود، هستند باید الکترود زمین رینگ یا هادی حلقه زمین، تعبیه شود.

ماده۱۷۳ــ مخازن فلزی نفت و گاز باید به یکی از روش‌های ذیل زمین شوند:

۱ـ مخزن باید بدون اتصالات عایقی به سامانه لوله‌کشی فلزی زمین شده، متصل شود؛

۲ـ مخزن استوانه‌ای عمودی باید روی خاک یا بتن مستقر شده و قطر آن حداقل ۶ متر باشد و یا بر روی سنگ فرشی از جنس آسفالت قیری (بتمنس) مستقر شود و دارای قطر حداقل ۱۵ متر باشد؛

۳ـ مخزن حداقل توسط دو الکترود زمین، به زمین متصل باشد؛ به گونه‌ای که فاصله بین دو الکترود متمادی در محیط خارجی مخزن کمتر از ۳۰ متر باشد.

تبصره ــ اتصال زمین مخزنی که بر روی کف‌پوشی از جنس غشای عایقی مستقر شده است، باید به روش بند «۳» این ماده برقرار شود.

ماده۱۷۴ــ درسازه‌های زیرزمینی حاوی مواد منفجره برای حفاظت در برابر آذرخش، باید LPS اضافی تعبیه شود.

ماده۱۷۵ــ تنها آن دسته از مخازن ذخیره نفت و گاز که سازه فلزی آنها از تمام شرایط ذیل برخوردار باشد، نیاز به سامانه خارجی حفاظت در برابر آذرخش ندارند:

۱ـ از نظر الکتریکی پیوسته باشد؛

۲ـ محکم مهر و موم شده باشند تا اجازه فرار مایعات، بخارات و گازها را ندهد؛

۳ـ ضخامت آن حداقل ۴/۸ میلی‌متر باشد؛ به گونه‌ای که بتواند اصابت مستقیم آذرخش را تحمل کند.

ماده۱۷۶ــ در مکان‌هایی که تعداد زیادی مخازن نفت و گاز در نزدیکی هم قرار گرفته‌اند و در بین آنها هیچ سازه و تأسیسات دیگری وجود ندارد، زمین‌کردن هر یک از مخازن تنها در یک نقطه کافی است. در چنین شرایطی، تمامی مخازن باید به همدیگر متصل (همبند)شوند.

ماده۱۷۷ــ اگر بزرگ‌ترین بعد مخازن مواد سوختنی (قطر یا طول) مساوی یا کمتر از ۲۰ متر باشد، باید در یک نقطه به زمین وصل شوند و در غیر این‌صورت، باید در دونقطه به زمین متصل شوند.

ماده۱۷۸ــ در مخازن ذخیره نفت و گاز با سقف شناور، بخش سقف شناور باید به طور مؤثر به بدنه اصلی مخزن همبند شود. این همبندی باید به صورت اتصالات موازی در فواصل ۱/۵ متری در محیط مخزن انجام شود.

ماده۱۷۹ــ در مخازن نفت و گاز، تمامی لوازم جانبی درپوش‌های متحرک (دریچه‌ها و منفذهای آدم‌رو و تجهیزات ایمنی فشار و سایر مدخل‌ها) بر روی سقف شناور خارجی باید با سقف شناور خارجی همبندی شوند.

ماده۱۸۰ــ کفشک فلزی درزگیر دور سقف شناور مخزن نفت و گاز باید در هر دو قسمت کفشک، به یکی از دو روش ذیل به سقف شناور همبند شود:

۱ـ به صورت ذاتی توسط طراحی و ساخت مناسب؛

۲ـ با استفاده از حداقل یک هادی حفاظت در برابر آذرخش کلاسI یا معادل آن.

ماده۱۸۱ــ اگر در سقف مخازن نفت و گاز از درزگیر غیر فلزی استفاده شده است، باید شانت‌هایی با شرایط ذیل نصب شوند:

۱ـ جنس شانت: فولاد ضدزنگ قابل انعطاف با سطح مقطع حداقل $20\ mm^2$ یا سایر مواد هادی با سطح مقطع معادل و مقاوم در برابر خوردگی؛

۲ـ حداقل پهنای شانت: ۵۰ میلی‌متر؛

۳ـ حداکثر فاصله شانت‌ها بر روی محیط خارجی سقف شناور از یکدیگر: ۳ متر؛

۴ـ شانت کوتاهترین و مستقیم‌ترین مسیر ممکن بین بخش فلزی سقف تا بدنه مخزن را طی کند؛

۵ـ طول شانت مورد استفاده از کمترین مقدار ممکن برخوردار باشد؛ به گونه‌ای که فقط اجازه مونتاژ قطعات سقف شناور را بدهد، ضمن اینکه در تمام حرکات و تکان‌های افقی و عمودی سقف شناور، تماس آن با بدنه برقرار بماند؛

۶ ـ نقطه تماس شانت با بدنه باید غوطه‌ور و حداقل ۰/۳m پایین‌تر از سطح مایع داخل مخزن باشد.

ماده۱۸۲ــ در مخازنی که در سقف آنها از درزگیر غیر فلزی استفاده شده، شانت‌های نصب شده بر روی عرشه سقف شناور باید در هنگام بازسازی مخازن موجود با شانت‌های غوطه‌ور جایگزین شوند.

ماده۱۸۳ـ اتصال ثابت همبندی سقف شناور مخزن نفت و گاز به بدنه، باید به وسیله اتصال الکتریکی مستقیم با استفاده از حداقل دو هادی بای‌پس با سطح مقطع حداقل معادل با اندازه هادی اصلی انجام شود.

ماده۱۸۴ـ مقاومت الکتریکی سربه‌سر هادی بای‌پس مورد استفاده برای همبندی سقف شناور مخزن نفت و گاز به بدنه آن، به انضمام کلیه اتصالات آن، حداکثر باید۰/۳ اهم باشد.

ماده۱۸۵ـ هادی بای‌پس همبندکننده سقف شناور مخزن نفت و گاز به بدنه آن، باید کمترین طول ممکن را تا اندازه‌ای که اجازه جابجایی سقف شناور را بدهد، داشته باشد.

ماده۱۸۶ـ برای اتصال همبند سقف شناور مخزن نفت و گاز به بدنه آن، هادی‌های بای‌پس باید در فواصل مساوی حول محیط دایروی مخزن توزیع شوند و هر ۳۰ متر یک هادی در محیط خارجی مخزن نصب شود.

ماده۱۸۷ـ اگر مخازن نفت و گاز با سقف شناور دارای نردبان متحرک چرخدار (پلکان غلطان) روی سقف مخزن باشند، دو طرف نردبان باید توسط یک هادی انعطاف‌پذیر با حداقل سطح مقطع ۳۵ میلی‌متر مربع و ضخامت حداقل ۳ میلی‌متر به بدنه و سطح مخزن در دو نقطه یکی بین نردبان و قسمت بالایی بدنه مخزن و یکی بین نردبان و سقف شناور مخزن همبند شوند.

تبصره ـ اگر نردبان چرخدار (پلکان غلطان) به سقف شناور متصل نشده باشد، از حداقل دو هادی همبندی انعطاف‌پذیر با ابعاد یاد شده در این ماده، بین بدنه مخزن و سقف شناور باید استفاده شود.

ماده۱۸۸ـ اگر یک پلکان غلطان روی سقف شناور مخزن نفت و گاز قرار دارد، یکی از هادی‌های بای‌پس اتصال همبند سقف به بدنه باید در طول پلکان نصب شده و به آن همبند شود.

ماده۱۸۹ـ هرگونه قطعه هادی در بخش درزگیر سقف مخزن نفت و گاز که به طور کامل در مایع داخل مخزن غوطه‌ور نیست، و هرگونه گیج یا ستون راهنما یا قطعه‌ای که از روی سقف شناور به داخل مخزن نفوذ می‌کند، باید از نظر الکتریکی از بدنه مخزن عایق باشد. میزان قدرت عایقی باید حداقل ۱KV باشد.

ماده۱۹۰ـ الکترودهای ساخته شده از موادی که نسبت به سازه تحت حفاظت کاتدیک هستند، باید توسط ادوات جداساز DC به یکدیگر متصل شوند؛ مگر آنکه مقرر شود هر دوی آن‌ها ـ هم سازه تحت حفاظت و هم الکترودها ـ به صورت یک مجموعه واحد مورد حفاظت کاتدیک قرار گیرند.

ماده۱۹۱ـ اتصال مستقیم الکترودهای ساخته شده از موادی که نسبت به سازه تحت حفاظت آندیک هستند، به سازه مجاز است.

ماده۱۹۲ـ اگر امکان استفاده از یک شبکه الکترود زمین واحد برای بخش کنترل مرکزی و منطقه مستعد انفجار وجود نداشته باشد و سامانه زمین این دو بخش از هم ایزوله باشند، مدار الکترونیکی مابین این دو بخش نیز باید به صورت گالوانیکی از یکدیگر ایزوله شوند.

ماده۱۹۳ـ اگر در مناطق مستعد انفجار از سامانه اتصال زمین TN استفاده می‌شود، باید از نوع S ـ TN باشد و در هیچ نقطه‌ای در داخل منطقه، سیم نول و هادی حفاظتی به هم متصل نشوند.

تبصره ـ در شرایط موضوع این ماده، در هر نقطه‌ای که سامانه C ـ TN به سامانه S ـ TN تبدیل می‌شود، آن نقطه باید همزمان به سامانه همبندی مناطق مستعد انفجار نیز متصل شود.

ماده۱۹۴ـ اگر در منطقه مستعد انفجار، از کابل‌های دارای شیلد استفاده می‌شود، شیلد هر یک از کابل‌ها باید فقط در یک نقطه خارج از منطقه مستعد انفجار به زمین وصل شود.

ماده۱۹۵ـ در مکان‌های پرخطر، لوله‌های فلزی روی زمین که در بیرون واحدهای فرایند قرار دارند، حداقل هر ۳۰ متر یک بار باید به وسیله الکترود میله‌ای یا سطحی یک اتصال به زمین داشته باشند.

ماده۱۹۶ـ در مکان‌های پرخطر نظیر جایگاه‌های سوخت، بدنه مخازن و بخش‌های فلزی ساختمان و سیلندرهای استوانه‌ای و تأسیسات و تجهیزات فلزی بیرونی و لوله‌های فلزی باید به هادی زمین متصل شود.

ماده۱۹۷ـ در مکان‌های پرخطر پالایشگاه‌ها و انبارهای مواد سوختی که تعدادی مخزن مواد منفجره دارند، همه مخازن باید به منظور هم‌پتانسیل‌سازی به یکدیگر متصل (همبندی)شوند.

ماده۱۹۸ـ در سازه‌های دارای نواحی صفر(همیشه پرخطر) و ۱(گاهی پرخطر)، جرقه‌گیرها(ISG) و بخش‌های عایقی باید به بیرون از نواحی خطرناک منتقل شوند.

ماده۱۹۹ـ مخازن فلزی بسته که نواحی درون آن‌ها به صورت ناحیه صفر(همیشه پرخطر) تعریف می‌شوند، باید از ضخامت دیواره مناسب طبق جدول پ ـ پ ـ ۶ پیوست پ برخوردار باشند تا اطمینان حاصل شود افزایش دمای سطح داخلی در نقطه برخورد آذرخش منجر به خطر نمی‌شود؛ در غیر این صورت، نصب ابزارهای پایانه هوایی الزامی است.

ماده۲۰۰ـ در مکان‌های کلاس یک برای همبندی نباید به اتصالات فلزی بین لوله‌ها بسنده شود و لازم است دو طرف اتصالات فلزی با سیم اتصال (جمپر) به یکدیگر همبند شوند.

ماده۲۰۱ـ تجهیزات فلزی واقع در مکان‌های کلاس یک علاوه بر اتصال جداگانه به سامانه زمین باید به سایر سامانه‌های زمین که با اهداف الکتریکی یا حفاظتی وجود دارند، همبندی شوند.

ماده۲۰۲ـ در مکان‌های کلاس یک ناحیه دو (به ندرت پرخطر)، قسمت‌های مختلف محفظه‌های موتورها و ژنراتورهای بزرگ باید با یکدیگر همبند شوند و محفظه (بدنه) به زمین وصل شود.

ماده۲۰۳ـ در مکان‌های پرخطر کلیه سیم‌های رابط سیار باید دارای پریزهای ارت‌دار باشند.

ماده۲۰۴ـ در تجهیزات متحرک مستقر در مکان کلاس دو (صرفاً در صورت وجود الیاف قابل جرقه‌زدن یا ذرات معلق قابل انفجار) نظیر جرثقیل‌های متحرک و بالابرها[1] برای جابجایی مواد، تمیزکننده‌های متحرک برای ماشین‌آلات نساجی و تجهیزات مشابه، موارد ذیل باید رعایت شود:

۱ـ منبع تغذیه باید از نظر الکتریکی از همه سامانه‌های دیگر جدا باشد و زمین آن نیز از سامانه‌های دیگر مجزا شود.

۲ـ همچنین این منبع تغذیه باید به یک آشکارساز زمین قابل قبول مجهز باشد که در صورت بروز خطا در سامانه زمین، علامت هشدار صادر و هادی‌های اتصال را به طور خودکار بی‌برق کند یا تا زمانی که برق به هادی‌ها وصل و خطای اتصال زمین باقی است، یک هشدار دیداری و شنیداری صادر نماید.

ماده۲۰۵ـ کلیه هادی‌های بیگانه مربوط به مدارهای ذاتاً ایمن اعم از تجهیزات و بدنه‌ها و مسیرهای فلزی عبور سیم برق و غلاف‌های کابل و تجهیزات مجتمع با آن در مکان‌های پرخطر باید به هادی زمین تجهیزات وصل شوند.

ماده۲۰۶ـ دستگاه‌های ذاتاً ایمن فلزی در مکان‌های پرخطر باید با یکدیگر همبندی اضافی شوند.

ماده۲۰۷ـ اگر برای سیم‌کشی سامانه ذاتاً ایمن از مسیرهای فلزی عبور سیم برق استفاده می‌شود، همبندی در تمام نقاط انتهایی مسیر عبور سیم، بدون در نظر گرفتن محل الزامی است.

ماده۲۰۸ـ در مدار کلاس یک ناحیه دو (به ندرت پرخطر)، اگر از کابل‌های چندسیمه برای نصب سامانه‌های حفاظتی نوع ذاتاً ایمن مجزا استفاده می‌شود، هادی‌های هر مدار باید درون یک شیلد فلزی متصل به زمین (زمین شده) قرار گیرند.

ماده۲۰۹ـ همبندی باید به همه مسیرهای فلزی عبور سیم برق حایل[2] و جعبه تقسیم‌ها و تابلوهای برق و نظایر آن، بین مکان‌های کلاس یک و نقطه زمین برای تجهیزات سرویس یا نقطه زمین یک سامانه منشعب جدا اعمال شود.

ماده۲۱۰ـ در کلیه تعمیرگاه‌های وسایل نقلیه که در گروه مکان‌های پرخطر طبقه‌بندی می‌شوند، همه پریزهای برق که در مکان استفاده تجهیزات تشخیصی الکتریکی، ابزارهای دستی الکتریکی یا تجهیزات روشنایی دستی قابل حمل نصب می‌شوند، باید به وسیله جریان تفاضلی (RCD) مجهز شوند.

1- hoist
2- intervening

ماده۲۱۱ـ در کلیه تعمیرگاه‌های وسایل نقلیه و در جایگاه‌های سوخت و نیز در مکان‌های ذخیره سوخت که در گروه مکان‌های پرخطر طبقه‌بندی می‌شوند، همه محل‌های عبور سیم و زره فلزی یا پوشش فلزی روی کابل‌ها و همه قسمت‌های فلزی تجهیزات الکتریکی ثابت یا قابل حمل که در حالت عادی حامل جریان الکتریکی نیستند، باید به سامانه اتصال زمین متصل و سپس همبندی شوند.

ماده۲۱۲ـ تمام دیسپنسرها باید به یک یا چند وسیله قطع مدار اضطراری که در فواصل حداقل ۶ متر و حداکثر ۳۰ متر از تجهیزات توزیع سوخت مربوطه نصب شده‌اند، مجهز باشند. وسیله قطع مدار اضطراری باید برق همه وسایل توزیع سوخت و تمامی پمپ‌های بالادستی دیسپنسر مدارهای تغذیه و کنترل و سیگنال مرتبط و تجهیزات الکتریکی دیگر که در مکان‌های پرخطر طبقه‌بندی شده پیرامون تجهیزات توزیع سوخت قرار دارند را قطع کند.

ماده۲۱۳ـ در ایستگاه‌های کاری افشانه(اسپری[1]) و فرایندهای رنگ‌کاری و لایه‌نشانی که از مواد قابل اشتعال یا قابل احتراق استفاده می‌شود، تمامی افراد و اشیای هادی الکتریسیته از جمله بخش‌های فلزی تجهیزات یا دستگاه فرایند و مخزن‌های مواد و مجراهای خروج گاز و سامانه‌های لوله‌کشی که مایعات قابل اشتعال یا قابل احتراق حمل می‌کنند، باید به زمین متصل شوند.

ماده۲۱۴ـ در ایستگاه‌های کار با افشانه(اسپری) و فرایندهای لایه‌نشانی و سایر فرایندهای به‌کارگیرنده روش باردارساز الکتریکی (الکترواستاتیک)که از تجهیزات اتمایزر و باردارساز الکتریکی و مانند آن استفاده می‌کنند و روی یک نگهدارنده مکانیکی نصب هستند، الکترودها و سرهای اتمایزر الکترواستاتیکی باید به طور مؤثر نسبت به زمین عایق‌بندی شوند.

ماده۲۱۵ـ در ایستگاه‌های کار با افشانه(اسپری) و فرایندهای لایه‌نشانی، سیم‌های ولتاژ بالا باید به طور مناسبی عایق‌بندی شوند و همه اجزای در معرض ولتاژ بالا باید به طور دایمی روی عایق‌های مناسب قرار گیرند که به طور مؤثر از طریق اتصال به زمین در برابر تماس تصادفی محافظت شوند.

ماده۲۱۶ـ اشیایی که به روش کار با افشانه(اسپری) رنگ می‌شوند یا در حال لایه‌نشانی پودر هستند، باید با تسمه نقاله، آویزها یا هر نگهدارنده دیگر که به زمین وصل است، اتصال الکتریکی داشته باشند و قلاب‌ها مرتباً تمیز شوند تا اطمینان حاصل شود که آنها از نظر الکتریکی با مقاومت حداکثر یک مگا اهم به زمین وصل می‌باشند.

ماده۲۱۷ـ تمام اشیای هادی الکتریسیته در محیط کار با افشانه(اسپری) و لایه نشانی پودر، به جز اشیایی که برای انجام فرایند باید در ولتاژ بالا باشند، باید از اتصال به زمین مناسب برخوردار شوند. این الزام، شامل مخزن‌های رنگ و سطل‌های شست و شو و حفاظ‌ها و اتصالات شیلنگ و هر شیء یا وسیله هادی الکتریسیته در محیط می‌باشد.

ماده۲۱۸ـ دستگیره تفنگ کار با افشانه(اسپری) باید از نظر الکتریکی به وسیله هادی مناسب به زمین وصل شود که مقاومت زمین از یک مگا اهم تجاوز نکند.

ماده۲۱۹ـ تمام افرادی که به منطقه کار با افشانه(اسپری) و لایه‌نشانی و رنگ‌کاری وارد می‌شوند، باید از طریق وسایلی مانند مچبند و پابند و کفش‌های آنتی استاتیک به زمین اتصال مناسب داشته باشند و هشدارهای الزام اتصال به زمین افراد باید در محل نصب شود.

ماده۲۲۰ـ تمام مجرای فلزی سیم‌ها و زره‌های فلزی و روکش فلزی کابل‌ها و همه قسمت‌های فلزی تجهیزات الکتریکی ثابت یا سیار در ایستگاه‌های لایه‌نشانی پودر باید به زمین وصل شوند و همبندی بین آنها برقرار شود.

ماده۲۲۱ـ در انجام عملیات کار با افشانه(اسپری) در محفظه‌های غشایی[2] قطعه کار باید اتصال به زمین مناسب داشته باشد. همچنین، تجهیزات رنگ اسپری باید به زمین وصل شوند. داربست نگهدارنده قطعه کار باید با قطعه کار همبندی شود و از اتصال زمین مناسب برخوردار باشد.

فصل دهم ـ سامانه اتصال زمین بیمارستان‌ها و سایر مکان‌های درمانی

ماده۲۲۲ـ در بیمارستان‌ها برای جلوگیری از اختلال وسایل الکترونیکی حساس نسبت به امواج الکترومغناطیسی، باید از سامانه اتصال زمین S ـ TN استفاده شود.

ماده۲۲۳ـ استفاده از سامانه‌های اتصال زمین C ـTN و S ـ C ـ N ـT در تأسیسات برق بیمارستان، در مکان‌های درمانی و ساختمان‌های پزشکی از تابلوی اصلی برق به بعد ممنوع است.

ماده۲۲۴ـ در مکان‌های درمانی گروه ۲ برای مدارهای تغذیه تجهیزات در موارد ذیل باید از سامانه اتصال زمین IT استفاده شود:

۱ـ تجهیزات الکتریکی پزشکی؛

۲ـ سامانه‌های مورد استفاده برای حفظ حیات؛

۳ـ کاربردهای جراحی؛

۴ـ تمام تجهیزات مورد استفاده در «محیط بیمار».

تبصره ـ دراین مکان‌های درمانی برای هر گروه از اتاق‌هایی که دارای یک نوع عملکرد می‌باشد، باید حداقل یک سامانه اتصال زمین IT جداگانه پیاده‌سازی شود.

ماده۲۲۵ـ درترانسفورماتورهای ایزوله مورد استفاده در سامانه اتصال زمین IT مراکز درمانی، حداکثر جریان نشتی سیم‌پیچ خروجی به زمین و نیز جریان نشتی به محفظه پوششی، در شرایط بدون بار و با ولتاژ و فرکانس نامی باید ۰/۵ میلی آمپر باشد.

ماده۲۲۶ـ در سامانه اتصال زمین IT مراکز درمانی، برای بارهای سه فاز باید یک ترانسفورماتور سه فاز جداگانه با ولتاژ خروجی خط به خط که متجاوز از ۲۵۰ ولت نباشد، مورد استفاده قرار گیرد.

ماده۲۲۷ـ ترانسفورماتور باید در مجاورت (داخل یا خارج) مکان درمانی نصب شود و برای حفاظت در برابر تماس تصادفی با قسمت‌های برق‌دار باید در داخل قفسه و محفظه یا پوشش قرار داشته باشد.

ماده۲۲۸ـ برای هر سامانه اتصال زمین IT در مراکز درمانی باید یک سامانه پایش میزان عایق‌بندی(IMD) با سامانه هشداردهنده دیداری ـ شنیداری دایمی پیش‌بینی و در محل مناسبی که به وسیله کارکنان پزشکی پیوسته قابل کنترل باشد، نصب شود.

ماده۲۲۹ـ وسیله پایش میزان عایق‌بندی مورد استفاده در سامانه اتصال زمین IT مراکز درمانی باید از ویژگی‌های ذیل برخوردار باشد:

۱ـ میزان مقاومت داخلی جریان متناوب دستگاه باید حداقل ۱۰۰ کیلو اهم باشد؛

۲ـ ولتاژ آزمون نباید بیش از ۲۵ ولت باشد؛

۳ـ شدت جریان آزمون حتی در شرایط اتصالی نباید بیش از یک میلی آمپر باشد؛

۴ـ نمایش وجود اتصالی باید از زمانی شروع شود که مقاومت عایق‌بندی حداقل به ۵۰ کیلو اهم تنزل کرده باشد؛

۵ ـ قابلیت نشان دادن شرایط اضافه بار و اضافه حرارت ترانسفورماتور را داشته باشد.

ماده۲۳۰ـ در مکان‌های درمانی، در هر یک از جعبه تابلوهای توزیع برق یا در مجاورت آن باید یک شینه هم‌پتانسیل‌کننده به منظور اتصال هادی‌های هم‌پتانسیل‌کننده و حفاظتی پیش‌بینی و نصب شود.

ماده۲۳۱ـ در مکان‌های درمانی، اتصالات هادی‌ها به شینه هم‌پتانسیل‌کننده درون تابلوهای توزیع برق باید به روشنی در معرض دید بوده و قابل جداکردن از سامانه باشد.

ماده۲۳۲ـ تخت‌های فلزی عمل جراحی که به طور ثابت نصب شده‌اند و با برق کار نمی‌کنند، باید به هادی هم‌پتانسیل‌کننده سامانه اتصال زمین متصل شود.

ماده۲۳۳ـ در هریک از مکان‌های درمانی گروه‌های ۱ و ۲، بین قسمت‌های فلزی مختلف ذیل که در ارتفاع کمتر از ۲/۵ متر از کف قرار دارند، باید همبندی اضافی برای هم‌پتانسیل کردن انجام شود:

۱ـ شینه هادی اضافی؛

۲ـ قسمت‌های هادی بیگانه؛

۳ـ پرده فلزی تراسفورماتور جداکننده؛

۴ـ پرده حفاظتی جلوگیری از تداخل میدان‌های مغناطیسی؛

1- Spray

2- membrane enclosure

محفظه موقتی که برای اسپری روی قطعات کار که امکان قراردادن آنها درون اتاق رنگ وجود ندارد و بنا به دلایل فنی نمی‌توان آنها را به صورت رو باز اسپری کرد، به کار می‌رود.

۵ ـ پرده حفاظتی جلوگیری از تداخل کف‌های هادی؛

۶ ـ بدنه‌های هادی تجهیزات مورد استفاده در سامانه ولتاژ بسیار پایین ایمن (SELV) از جمله چراغ‌های مربوط به میز عمل

۷ـ تخت‌های فلزی نصب ثابت عمل جراحی که با برق کار نمی‌کنند.

ماده۲۳۴ـ در سامانه اتصال زمین مکان‌های درمانی، میزان مقاومت هادی‌ها و نقاط اتصال بین ترمینال‌های هادی حفاظتی پریزها یا ترمینال‌های تجهیزات نصب ثابت یا هر نوع بدنه هادی بیگانه و شینه هم‌پتانسیل‌کننده نباید بیش از ۰/۲ اهم باشد.

ماده۲۳۵ـ برای اتصال زمین بدنه تخت مخصوص عمل جراحی یا زایمان و اتاق مراقبت‌های ویژه و دستگاه‌های بیهوشی و میز وسایل عمل جراحی و دستگاه سیار عکسبرداری اشعه ایکس باید پریزهای مخصوص اتصال زمین به تعداد کافی تعبیه شود.

ماده۲۳۶ـ بدنه فلزی چراغ‌های مخصوص عمل جراحی و یونیت‌های سقفی و دیواری مخصوص شیرهای سامانه هوای فشرده و خلاء و اکسیژن و گازهای طبیعی و چارچوب‌های فلزی درها و پنجره‌ها و کلیه اشیای فلزی باید به طور ثابت با سیم دارای حداقل سطح مقطع ۱۶ میلی متر مربع، به شبکه اتصال زمین اتاق متصل شود.

ماده۲۳۷ـ در اتاق‌های عمل و زایمان و مراقبت‌های ویژه و شکسته‌بندی، باید برای هر جعبه اتصال زمین و چراغ و یونیت و چارچوب فلزی و هر یک از اشیای فلزی در دسترس، یک رشته سیم جداگانه از شینه اصلی اتصال زمین تابلوی برق ایزوله تا دستگاه مربوطه در نظر گرفته شود.

ماده۲۳۸ـ در اتاق‌های عمل و زایمان و مراقبت‌های ویژه و شکسته‌بندی، سطح مقطع سیم اتصال زمین پریزهای برق که با سیم‌های فاز و نول در یک لوله قرار می‌گیرد، باید مساوی سطح مقطع سیم‌های فاز و نول مربوطه باشد.

ماده۲۳۹ـ در مکان‌های درمانی گروه‌های ۱و۲ در بخش اعمال جراحی قلب باز و بخش‌های تشخیصی آنژیوگرافی قلب و کاتتریزاسیون قلب و مراقبت ویژه جراحی قلب، مدارهای تغذیه تجهیزات مستقر در ارتفاع کمتر از ۲/۵ متر باید علاوه بر سامانه اتصال زمین، به وسیله حفاظتی جریان تفاضلی (RCD) مناسب نیز مجهز باشند.

ماده۲۴۰ـ در اتاق‌های عمل جراحی قلب باز و کاتتریزاسیون قلب باید همبندی هم‌پتانسیل بین اجزای ذیل بر حسب مورد برقرار باشد:

۱ـ تخت‌ها و سایر اشیای فلزی؛

۲ـ لوله‌ها و اجزای فلزی ساختمان و تأسیسات مکانیکی؛

۳ـ بدنه تابلوهای برق و تمام دستگاه‌ها و تجهیزات الکتریکی؛

۴ـ کف‌پوش آنتی استاتیک و یا استاتیک کانداکتیو و شیلد الکترواستاتیک

۵ ـ هادی حفاظتی مدارهای پریز برق.

ماده۲۴۱ـ برای هر تخت بیمار در فضای بستری بیمار در بخش‌های مراقبت ویژه باید پلاگ مخصوص اتصال زمین، برای اتصال هادی حفاظتی(PE) به تخت بیمار، تعبیه شود.

ماده۲۴۲ـ در بخش مراقبت‌های ویژه نوزادان (NICU) و مکان‌های درمانی مراقبت ویژه جراحی قلب باید از سامانه اتصال زمین TN ـ S استفاده شود.

ماده۲۴۳ـ برای هر واحد بستری نوزاد در فضای بستری در بخش مراقبت‌های ویژه نوزادان (NICU) باید پلاگ مخصوص اتصال زمین، برای اتصال هادی حفاظتی(PE) به انکوباتور نوزاد، پیش‌بینی و نصب شود.

ماده۲۴۴ـ بدنه تمام وسایل الکتریکی و اشیا و تجهیزات فلزی در معرض تماس و هادی‌های حفاظتی مدارهای پریز و روشنایی در آبدارخانه و کابین دوش و آزمایشگاه تحقیقاتی بخش مراقبت‌های ویژه نوزادان و فضاهای مشترک آزمایشگاه‌ها و بانک خون و اتاق کار کثیف و اتاق ایزوله و آزمایشگاه تحقیقاتی بخش مراقبت ویژه جراحی قلب و فضاهای مشابه باید برای هم‌پتانسیل‌سازی همبندی اضافی شوند.

ماده۲۴۵ـ سامانه تغذیه تأسیسات برقی در اتاق‌های ایزوله و فضاهای بستری بیمار در بخش مراقبت ویژه جراحی قلب باید از نوع IT پزشکی باشد.

ماده۲۴۶ـ اتاق‌های ایزوله بیمار و فضاهای بستری بیمار در بخش مراقبت ویژه جراحی قلب باید دارای تابلوی مخصوص برق ایزوله با ترانسفورماتور ایزوله، مانیتور مخصوص و نشانگرهای میزان نشت جریان، شرایط عادی و اعلام خطر باشد که این تابلوها باید از برق حیاتی تغذیه کنند.

ماده۲۴۷ـ برای تشخیص اتصالی‌های احتمالی در مدارهای تغذیه‌کننده فضاهای مراقبت از بیمار در مراکز درمانی، باید اتصال به زمین مؤثر، از طریق یک مسیر فلزی یا کابل دارای زره یا پوشش فلزی تأمین شود.

ماده۲۴۸ـ در مراکز درمانی، ترمینال‌های زمین همه پریزها، به جز پریزهای ایزوله شده از زمین، جعبه‌های فلزی پریز و جعبه‌های فلزی وسایل یا محفظه‌های فلزی و همه سطوح هادی تجهیزات الکتریکی ثابت که در حالت عادی حامل جریان نیستند و احتمال دارد با ولتاژ بالاتر از ۱۰۰ ولت برق‌دار شده و با فرد تماس داشته باشند، باید به طور مستقیم به یک هادی مسی ارت با پوشش عایق متصل شوند.

ماده۲۴۹ـ ترمینال زمین تجهیزات تابلو برق عادی و حیاتی مدار انشعابی که در فضای مراقبت از بیمار قرار دارند، باید علاوه بر اتصال زمین با یک هادی مسی پیوسته روکش‌دار بزرگ‌تر یا مساوی۲/۵ میلی‌متر مربع (نمره ۲/۵) با یکدیگر همبند شوند.

ماده۲۵۰ـ در فضای مراقبت از بیمار، اتصال زمین پریزهای برق نباید منحصر به اتصال زمین عملیاتی (زمین ایزوله) باشند و اتصال زمین حفاظتی نیز الزامی است.

ماده۲۵۱ـ در محل تخت بیمار در فضای مراقبت عمومی از بیمار، ترمینال زمین همه پریزها باید به یک هادی زمین تجهیزات مسی روکش‌دار، متصل شود.

ماده۲۵۲ـ در فضاهای حساس مراقبت از بیمار، ترمینال زمین همه پریزهای محل تخت بیمار و پریزهای اتاق عمل باید به وسیله یک هادی زمین مسی روکش‌دار تجهیزات به شینه اصلی ارت وصل شوند.

ماده**۲۵۳ـ** در تمام پریزهایی که امکان استفاده از تجهیزات قابل حمل تشخیص پزشکی نظیر تجهیزات پرتو ایکس متحرک وجود دارد، باید هادی زمین متصل به شینه اصلی ارت وجود داشته باشد.

ماده۲۵۴ـ در مکان‌های درمانی که از ماده بیهوشی قابل اشتعال و انفجار استفاده می‌شود، همه مجراهای فلزی کابل‌ها و کابل‌های با زره مسی و همه قسمت‌های هادی تجهیزات الکتریکی ثابت که در حالت عادی حامل جریان الکتریکی نیستند، باید به یک هادی زمین تجهیزات متصل شوند که برای مکان‌های کلاس یک تعبیه شده است.

تبصره ـ تجهیزاتی که با ولتاژ کمتر از ۱۰ ولت کار می‌کنند، الزامی برای اتصال به زمین تجهیزات ندارند.

ماده۲۵۵ـ در مکان‌های درمانی که از ماده بیهوشی قابل اشتعال و انفجار استفاده می‌شود، سیم‌کشی مدارهای ایزوله باید در مجراها یا کابل‌های جدا از سیم‌ها و کابل‌های اتصال به زمین تعبیه شوند.

ماده۲۵۶ـ در مکان‌های درمانی که از ماده بیهوشی قابل اشتعال و انفجار استفاده می‌شود، همه سطوح هادی تجهیزات و روشنایی‌ها، هسته و قاب ترانسفورماتورهای نوع ایزوله‌کننده برای تغذیه مدارهای ولتاژ پایین باید به یک هادی زمین تجهیزات متصل شوند.

ماده۲۵۷ـ در مکان‌های مربوط به استفاده از تجهیزات پرتو X همه موارد ذیل باید به هادی زمین حفاظتی وصل شوند:

۱ـ محفظه فلزی خازن‌های موجود؛

۲ـ تمام قسمت‌های ولتاژ بالای مورد استفاده برای تولید پرتوX؛

۳ـ تمام قسمت‌های فلزی تجهیزات پرتو X و تجهیزات جانبی آن که در حالت عادی حامل جریان الکتریکی نیستند.

فصل یازدهم ـ اتصال زمین سالن‌های نمایش و استودیوهای تلویزیونی و نمایشگاه‌ها و رویدادهای مشابه

ماده۲۵۸ـ در محل نمایش و استودیوهای تلویزیون و نظایر آن، شاسی دیمرهای الکترونیکی(حالت جامد) باید به هادی زمین حفاظتی متصل شود.

ماده۲۵۹ـ در تجمعات در فضای باز نظیر جشن‌ها و اعیاد و مراسم عزاداری و نمایشگاه‌ها و رویدادهای مشابه، کلیه تجهیزات ذیل که از یک منبع تغذیه استفاده می‌کنند، باید با یکدیگر همبندی شوند:

۱ـ مسیرهای فلزی کابل و کابل‌های با زره فلزی؛

۲ـ محفظه‌های فلزی تجهیزات الکتریکی

۳ـ قاب‌های فلزی و قسمت‌های فلزی سازه‌های قابل حمل و تریلرها یا سایر تجهیزاتی که تجهیزات الکتریکی درون آنها قرار دارند یا نگهدارنده تجهیزات الکتریکی هستند.

ماده۲۶۰ـ در تجمعات در فضای باز نظیر جشن‌ها و اعیاد و مراسم عزاداری و نمایشگاه‌ها و رویدادهای مشابه، باید سامانه اتصال زمین TNC ـ S اجرا شود.

ماده۲۶۱ـ در استودیوهای تلویزیون و مکان‌های مشابه، کلیه کابل‌های دارای هادی زمین حفاظتی روکش‌دار و مسیرهای فلزی کابل‌ها و همه قسمت‌های فلزی وسایل و تجهیزات باید به یک هادی زمین حفاظتی متصل شوند.

تبصره ـ این ماده مشمول لامپ‌های سیار، نور صحنه قابل حمل و تجهیزات صوتی صحنه یا سایر تجهیزات ویژه صحنه و قابل حمل که با ولتاژ کمتر از ۱۵۰ ولت DC نسبت به زمین کار می‌کنند، نیست.

فصل دوازدهم ـ اتصال زمین تأسیسات کشاورزی و دامپروری و باغبانی

ماده۲۶۲ـ در مکان‌هایی از تأسیسات و زمین‌های کشاورزی و دامپروری که شرایط خورندگی فراهم باشد (مانند محل جمع‌آوری کودهای جانوری و مکان‌های مرطوب آلوده به ذرات خورنده فاضلاب و مواد شوینده شیمیایی و موارد مشابه) هادی زمین مدفون باید عایق‌بندی شود.

ماده۲۶۳ـ در همه سازه‌ها و ساختمان‌های کشاورزی، هادی زمین تجهیزات باید در تابلوی توزیع برق هم به بدنه و هم به هادی زمین شده (نول) متصل شود. (سامانه TNC ـ S)

ماده۲۶۴ـ در فضاهای دامپروری با کف سیمانی که شرایط مرطوب وجود دارد، باید تمامی بخش‌های فلزی در معرض تماس که می‌توانند برق‌دار شوند، با صفحه هم‌پتانسیل‌کننده کف (آرماتورهای یکپارچه فراهم‌کننده شرایط صفحه هم‌پتانسیل) همبند و به سامانه اتصال زمین وصل شوند.

ماده۲۶۵ـ در ماشین‌های آبیاری الکتریکی همه تجهیزات ذیل باید از اتصال زمین مناسب برخوردار باشند:

۱ـ همه تجهیزات الکتریکی روی ماشین آبیاری؛

۲ـ همه تجهیزات الکتریکی ملحق شده به ماشین آبیاری؛

۳ـ تابلوهای برق وتابلوهای فرعی؛

۴ـ تابلوهای کنترل یا تجهیزات کنترلی که تجهیزات الکتریکی را تا ماشین آبیاری تغذیه و کنترل می‌کنند؛

۵ ـ روکش فلزی کابل و مسیر فلزی کابل؛

۶ ـ سازه فلزی ماشین.

ماده۲۶۶ـ بخش‌های فلزی در معرض تماس ماشین آبیاری سایر ماشین‌های کشاورزی الکتریکی متحرک که در حالت عادی حامل جریان الکتریسیته نیستند، باید با هادی زمینی که بخشی از سیم، کابل یا مسیر برق‌رسانی همان ماشین هستند، به زمین متصل شود. اندازه این هادی زمین نباید کمتر از بزرگ‌ترین هادی تغذیه در هر سیم باشد.

ماده۲۶۷ـ اگر ماشین آبیاری یک نقطه ساکن داشته باشد، یک سامانه الکترود زمین باید در نقطه ساکن برای حفاظت در برابر آذرخش، به ماشین وصل شود.

فصل سیزدهم ـ اتصال به زمین واحدهای متحرک و کاروان‌ها

بخش اول ـ واحدهای متحرک

ماده۲۶۸ـ در داخل کلیه واحدهای متحرک و قابل جابجایی فقط سامانه‌های اتصال زمین TN و IT مجاز است و به‌کارگیری سامانه اتصال به زمین خاص TN ـ C و TT ممنوع است.

تبصره ـ مقررات حاکم بر سامانه اتصال به زمین تأسیسات ثابت تأمین‌کننده برق واحدهای متحرک منطبق بر مقررات بخش عمومی این آیین‌نامه و موارد مربوط به سامانه اتصال به زمین TN ـ C ـ S است.

ماده۲۶۹ـ قسمت‌های رسانای قابل دسترس واحد متحرک باید از طریق هادی همبندی حفاظتی به پایانه اصلی زمین داخل واحد متحرک یا قابل جابجایی متصل شوند.

تبصره ـ هادی‌های همبندی حفاظتی باید از نوع افشان با انعطاف‌پذیری بالا باشند.

ماده۲۷۰ـ در سامانه اتصال به زمین IT درون واحد متحرک با بدنه و سازه رسانا، اتصال همبندکننده بخش‌های رسانای در دسترس تجهیزات با بدنه و سازه رسانا الزامی است.

تبصره ـ برای واحدی که فاقد بدنه رسانا باشد، بخش‌های رسانای در دسترس داخل واحد باید به یکدیگر و به هادی حفاظتی متصل شوند.

ماده۲۷۱ـ اگر سامانه اتصال به زمین TN در داخل یک واحد متحرک استفاده می‌شود و به یکی از دو روش اتصال به ژنراتور مستقل فشار ضعیف یا اتصال از طریق تجهیزات ایزوله‌کننده نظیر ترانسفورماتور تغذیه می‌شود، بدنه رسانا و سایر قسمت‌های رسانای در دسترس باید به نقطه خنثی(نول)، یا اگر نول در دسترس نباشد، به هادی فاز متصل شود. [1]

تبصره۱ـ اتصال بدنه به هادی فاز در صورتی که نول در خارج یا داخل واحد متحرک به زمین متصل شده باشد، ممنوع است.

تبصره۲ـ در صورت اتصال مستقیم سامانه تغذیه به برق شبکه،همه بخش‌های فلزی الکتریکی و غیر الکتریکی باید از طریق اتصال به یک شینه زمین در تابلو برق واحد، زمین شوند و از طریق هادی عایق‌بندی شده در کابل یا سیم‌کشی تغذیه به سامانه زمین مستقر در نزدیکی محل واحد متحرک، وصل یا این اتصال ارت در خارج واحد متحرک ایجاد شود.

ماده۲۷۲ـ در واحدهای متحرک و پیش‌ساخته، وسیله اصلی قطع مدار الکتریکی باید به منظور زمین کردن، یک شینه یا هادی زمین از نوع بدون لحیم داشته باشد که از تعداد ترمینال‌های کافی برای همه هادی‌های زمین برخوردار باشد.

ماده۲۷۳ـ اگر هیچ تجهیز سرویس‌دهی واحد متحرک یا وسیله قطع‌کننده‌ای موجود نباشد، یا تغذیه برق واحد متحرک به وسیله پریز و دوشاخه انجام می‌شود، هادی زمین ترمینال شبکه یا الکترود زمین باید به وسیله یک هادی همبندی مسی با شاسی فلزی یا ترمینال زمین در دسترس واحد متحرک همبندی شوند.

ماده۲۷۴ـ در شینه زمین وسیله اصلی قطع مدار الکتریکی واحدهای متحرک و پیش‌ساخته، انتهای نول باید عایق‌بندی شود.

ماده۲۷۵ـ تمام پریزهای مورد استفاده در واحدهای متحرک و پیش‌ساخته باید از نوع ارت‌دار باشد.

ماده۲۷۶ـ در قسمت‌های مرطوب واحدهای متحرک و پیش‌ساخته نظیر سرویس‌های بهداشتی و حمام و آشپزخانه و سینک‌ها و ماشین‌های ظرفشویی، باید همبندی اضافی بر اساس مواد مندرج در بخش دوم فصل پنجم این آیین‌نامه اجرا شود.

ماده۲۷۷ـ همه سقف‌های فلزی و پوشش‌های خارجی فلزی واحدهای متحرک باید با شرایط ذیل همبندی شوند:

۱ـ صفحه‌های فلزی یکدیگر را همپوشانی کنند و به وسیله بست‌های فلزی به قسمت‌های چارچوب فلزی یا چوبی به طور مطمئن متصل شده باشند؛

۲ـ پایین‌ترین صفحه پوشش فلزی خارجی به وسیله بست‌های فلزی در محل اتصال بدنه به کف محکم شود. در هر واحد باید از دو تسمه فلزی در دو انتهای آن برای این منظور استفاده شود.

ماده۲۷۸ـ اگر شبکه داخلی واحد متحرک از نوع TT یا TN باشد، یا در سامانه IT یک پریز برای تغذیه مصرف‌کننده خاصی در واحد سیار پیش‌بینی شده باشد که نیاز به قطع برق در صورت اولین اتصالی داشته باشد، باید تغذیه شبکه برق واحد متحرک از طریق وسیله جریان تفاضلی (RCD) انجام شود.

تبصره ـ پریز وصل یک دوشاخه کابل به مدار اصلی مستقر در بدنه بیرونی واحد متحرک باید به وسیله جریان تفاضلی (RCD) با جریان قطع کمتر از ۳۰ میلی‌آمپر مجهز باشد.

بخش دوم ـ کاروان‌ها

ماده۲۷۹ـ در توقفگاه کاروان‌ها، سامانه اتصال به زمین تابلوی تأمین برق کاروان باید از نوع TN ـ C ـ S باشد و در محل تفکیک هادی خنثی به الکترود زمین کمکی متصل شود.

ماده۲۸۰ـ در خروجی مدار تغذیه بعد از وسیله جریان تفاضلی، هیچ اتصالی بین هادی زمین و هادی نول نباید برقرار شود.

۱ـ برای توضیحات بیشتر به بند ۷۱۷,۴۱۱,۴ استاندارد IEC 60364-7-717 و استاندارد ملی ایران INSO 1937-7-717 مراجعه شود.

ماده۲۸۱ـ پریز وصل دوشاخه کابل به مدار اصلی مستقر در بیرون کاروان، باید به وسیله جریان تفاضلی (RCD) به عنوان قطع‌کننده مدار مجهز باشد.

ماده۲۸۲ـ پریز تأمین‌کننده برق کاروان‌ها، باید به اتصال زمین مجهز باشد.

ماده۲۸۳ـ برای زمین‌کردن لوله‌های فلزی گاز و آب و پسماند در کاروان، همبندی آنها با شاسی مجاز است.

ماده۲۸۴ـ الزامات همبندی باید از مواد فصل پنجم این آیین‌نامه تبعیت کند.

ماده۲۸۵ـ سیم‌های اتصال به زمین مدار باید از استحکام و یکپارچگی الکتریکی لازم برخوردار باشند.

ماده۲۸۶ـ برای همبندی سقف‌های فلزی باید از فصل پنجم این آیین‌نامه تبعیت شود.

ماده۲۸۷ـ تابلوی برق کاروان باید دارای یک شینه ارت با تعداد ترمینال کافی برای همه هادی‌های زمین باشد و از طریق کابل تغذیه کاروان باید به شینه زمین تابلوی برق تغذیه‌کننده مستقر در توقفگاه متصل شود.

ماده۲۸۸ـ هادی خنثی (نول) کاروان باید از هادی‌های زمین تجهیزات و بدنه‌های تجهیزات و سایر قسمت‌های زمین‌شده عایق‌بندی شود.

فصل چهاردهم ـ اتصال زمین سازه‌های شناور در آب و اسکله‌ها و بندرگاه‌ها

بخش اول ـ اسکله‌ها و بندرگاه‌ها

ماده۲۸۹ـ هیچ یک از سیم‌های اتصال به زمین در بندرگاه نباید از جنس آلومینیوم یا کابل غیر قابل انعطاف با عایق معدنی و روکش مس باشد.

ماده۲۹۰ـ طراحی سامانه تغذیه اسکله‌ها باید طوری باشد که هریک از نقاط سوختگیری روی کشتی‌ها بتواند به سیم اتصال به زمین سامانه توزیع الکتریکی وصل شود.

ماده۲۹۱ـ اتصال به زمین نقاط سوختگیری کشتی‌ها باید قبل از سوختگیری انجام شود و تا پایان مرحله سوختگیری و جدا شدن لوله‌های تخلیه از کشتی برقرار باشد.

ماده۲۹۲ـ قسمت‌های فلزی محل سوختگیری باید به مخزن سوخت کشتی و سیم حفاظتی مدار کلیه سیم‌کشی‌های حفاظتی در کشتی اتصال دایمی داشته باشد.

ماده۲۹۳ـ تمامی قسمت‌های فلزی روی سطوح شناور در داخل بندرگاه که شامل تجهیزات الکتریکی بوده و یا ممکن است با تجهیزات الکتریکی در تماس باشند، و تمام قسمت‌های فلزی در دسترس باید با اتصال به زمین همبنـدی شونـد.

ماده۲۹۴ـ زمانی که شناور در بندرگاه پهلو گرفته است، در صورت تأمین برق آن از اسکله، برای اتصال زمین اصلی عرشه باید یک هادی زمین به بدنه وصل شود.

ماده۲۹۵ـ در مجاورت آب، همه قسمت‌های فلزی در تماس با آب و همه لوله‌کشی‌ها و مخزن‌های فلزی و همه قسمت‌های فلزی که در حالت عادی حامل جریان نیستند و احتمال برق‌دار شدن آنها وجود دارد، باید به ترمینال زمین در تجهیزات توزیع همبندی شوند.

ماده۲۹۶ـ در مجاورت آب، در نزدیکی همه تجهیزات سرویس‌دهی بیرونی یا وسایل قطع که تجهیزات درون یا روی آب را کنترل می‌کنند و دارای بدنه فلزی و کنترل‌های در دسترس افراد هستند و احتمال برق‌دار شدن آنها وجود دارد، باید به منظور دستیابی به اهداف همبندی اضافی، صفحات هم‌پتانسیل نصب شوند. این صفحات هم‌پتانسیل باید منطقه اطراف تجهیزات را احاطه کنند و مستقیماً از ناحیه زیر تجهیزات به سمت بیرون گسترده شوند، به طوری که در همه جهاتی که فرد می‌تواند بایستد و با آن تجهیزات در تماس باشد، حداقل ۹۰۰ میلی‌متر امتداد داشته باشد.

ماده۲۹۷ـ همبندی اضافی صفحات هم‌پتانسیل در مجاورت آب باید از طریق یک شینه محلی که با سامانه اتصال زمین اصلی همبند شده، انجام شود.

بخش دوم ـ سازه‌های شناور در آب

ماده۲۹۸ـ اتصال زمین تجهیزات الکتریکی و اجزای فلزی غیر الکتریکی سازه‌های شناور روی آب باید از طریق اتصال به یک شینه زمین در تابلوی برق همان سازه برقرار شود.

ماده۲۹۹ـ اتصال زمین ترمینال زمین در تجهیزات توزیع برق سازه‌های شناور باید از طریق اتصال یک هادی الکترود زمین عایق‌بندی شده به یک الکترود زمین روی خشکی برقرار شود.

ماده۳۰۰ـ در سازه‌های شناور، اجرای سامانه اتصال زمین TN ـ C ـ S الزامی است.

ماده۳۰۱ـ تمام پریزهای محوطه باز درون یا روی ساختمان‌ها یا سازه‌های شناور درمحوطه اسکله، صفحه داده الکتریکی در مجاورت آب باید به وسیله جریان تفاضلی (RCD) مجهز باشند که حداقل ۱ متر بالاتر از بالاترین سطح آب در حالت مد قرار گیرد.

فصل پانزدهم ـ اتصال زمین تأسیسات الکتریکی موقت

ماده۳۰۲ـ تمام پریزهای مورد استفاده در تأسیسات الکتریکی موقت باید از نوع ارت‌دار باشند و اتصال ارت پریز، ارتباط الکتریکی قابل اطمینانی با هادی زمین تجهیزات برقرار سازد.

ماده۳۰۳ـ در تأسیسات الکتریکی موقت، همه مدارهای انشعابی باید دارای یک هادی زمین تجهیزات مجزا باشند.

ماده۳۰۴ـ در تأسیسات الکتریکی موقت، قاب فلزی لامپ‌ها و سوکت‌های با قاب فلزی، تنها در صورتی قابل استفاده هستند که از اتصال زمین مناسب برخوردار باشند.

فصل شانزدهم ـ اتصال زمین جرثقیل‌ها و بالابرها و ماشین پمپ بتن

ماده۳۰۵ـ تمام بخش‌های فلزی در دسترس جرثقیل‌ها و مونوریل‌ها و آسانسورهای کارگاهی و لوازم جانبی آنها باید به یکدیگر همبندی شوند، به گونه‌ای که کل سازه جرثقیل توانایی عبور حداکثر جریان خطای احتمالی زمین را نیز داشته باشد.

ماده۳۰۶ـ چارچوب ترولی و چارچوب پل جرثقیل‌های سقفی دروازه‌ای باید توسط هادی همبندی جداگانه، همبندی شوند.

ماده۳۰۷ـ در بالابرهای الکتریکی و وسایل نقلیه مجهز به بالابر(نظیر جرثقیل‌های سیار)، در صورت استفاده از منبع برق خارجی، مجراهای فلزی عبور کابل‌های متصل به بالابر باید با قسمت‌های فلزی وسیله مذکور همبندی شده و قسمت‌های فلزی نیز به هادی زمین تجهیزات همبند شوند. همچنین ابزارها و روشنایی‌ها باید به وسیله یک هادی زمین تجهیزات، به زمین وصل شوند.

ماده۳۰۸ـ در بالابرهای غیر الکتریکی که هادی‌های الکتریکی متصل به خودرو دارند، قاب فلزی خودرو که در حالت عادی در دسترس افراد است، باید با سامانه اتصال زمین همبندی شود.

ماده۳۰۹ـ دستگاه‌های بالابر و دستگاه‌های دارای اجزای متحرک در ارتفاع نظیر ماشین پمپ بتون، به دلیل وجود خطر القای خازنی، قوس الکتریکی و برخورد ناخواسته با خطوط هوایی انتقال نیرو باید در زمان کار کردن در نزدیکی این خطوط از اتصال زمین مطمئن برخوردار باشند.

فصل هفدهم ـ اتصال زمین سامانه‌های فناوری اطلاعات و تجهیزات حساس الکتریکی و الکترونیکی و مخابراتی و تأسیسات فیبر نوری و سامانه رادیو و تلویزیون

ماده۳۱۰ـ در طراحی تأسیسات الکتریکی مراکز صنعتی دارای تجهیزات بسیار حساس به منظور اجتناب از تداخل امواج الکترومغناطیسی باید الزامات استاندارد IEC61000 رعایت شود.

ماده۳۱۱ـ در کارگاه‌هایی که به طور گسترده از شبکه‌های کامپیوتری و سامانه‌های فناوری اطلاعات استفاده می‌شود، باید سامانه زمین از نوع TN ـ S باشد و استفاده از سامانه TN ـ C مجاز نیست.

ماده۳۱۲ـ در سامانه فناوری اطلاعات همه قسمت‌های فلزی در دسترس که در حالت عادی حامل جریان الکتریکی نیستند، باید به هادی زمین تجهیزات همبندی شوند.

ماده۳۱۳ـ در اتاق‌های تجهیزات فناوری اطلاعات، شبکه مرجع سیگنال[1] باید با هادی زمین تجهیزات فناوری اطلاعات همبندی شوند.

ماده۳۱۴ـ به منظور جلوگیری از به وجود آمدن اختلاف پتانسیل و القای ولتاژ بین سامانه اتصال زمین حفاظتی و زمین ابزار دقیق (ارت تمیز)[2]، این دو سامانه باید به یکدیگر متصل باشند.

تبصره ـ همبندی زمین حفاظتی با سامانه حفاظت کاتدیک، باعث اختلال سامانه حفاظت کاتدیک می‌شود و بنابراین نباید این دو مستقیم به هم وصل شوند؛ بلکه میان این دو سامانه باید حذف‌کننده اضافه ولتاژ با فاصله هوایی[3] نصب شود.

1- Signal reference structure
2- Clean earth
3- Surge Gap

ماده۳۱۵ـ در مکان‌های دارای تأسیسات مخابراتی و اتوماسیون صنعتی، در صورت نیاز به صاعقه‌گیر، وجود یک الکترود زمین مجزا برای آن الزامی است که باید در شینه ارتباطی به الکترود زمین حفاظتی و الکترود زمین عملیاتی متصل شود.

ماده۳۱۶ـ ابتدا و انتهای مجرای فلزی، سینی‌ها و نردبان‌های فلزی دربرگیرنده سیم یا کابل ورودی مخابرات باید با یک هادی همبندی یا هادی الکترود زمین به یک الکترود اتصال زمین وصل شود.

ماده۳۱۷ـ در صورت استفاده از کابل مخابراتی با روکش فلزی، اجزای فلزی روکش کابل باید به زمین وصل شوند.

ماده۳۱۸ـ پایه‌ها و سازه‌های فلزی نگهدارنده آنتن و واحد تخلیه بار (دشارژ) آنتن باید از اتصال زمین مناسب برخوردار باشند.

فصل هجدهم ـ اتصال زمین دستگاه‌های پرتو X صنعتی(بدون کاربرد پزشکی و دندانپزشکی) و تجهیزات حرارت القایی و دی‌الکتریک

ماده۳۱۹ـ بدنه فلزی حفاظ خازن‌های دستگاه‌های پرتو X صنعتی، بدنه‌های فلزی محافظ همه قسمت‌های ولتاژ بالای این دستگاه‌ها و همچنین همه قسمت‌های فلزی دستگاه پرتو X و تجهیزات جانبی آن (اعم از کنترل‌ها و میزها و نگهدارنده تیوب پرتو X و مخزن ترانسفورماتور و کابل‌های شیلدشده و سرتیوب‌های پرتو X و نظایر آن) که در حالت عادی حامل جریان الکتریکی نیستند، باید از اتصال زمین مناسب برخوردار باشند.

ماده۳۲۰ـ تجهیزات متحرک و قابل حمل پرتو X باید دارای دوشاخه ارت‌دار مناسب باشند.

ماده۳۲۱ـ در تجهیزات حرارت القایی و دی‌الکتریک، برای عملکرد مدار و محدودکردن مقدار ولتاژهای فرکانس رادیویی در سطح ایمن، بین همه قسمت‌های در دسترس تجهیزات که در حالت عادی حامل جریان الکتریکی نیستند، همه قسمت‌های تجهیزات و اشیای پیرامون آنها و بین این اشیاء و زمین باید همبندی با هادی زمین تجهیزات انجام شود.

فصل نوزدهم ـ اتصال زمین استخرهای شنا و آب‌نماها و تأسیسات مشابه

ماده۳۲۲ـ برای همبندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی تکمیلی استخرها و آب‌نماها و نظایر آن، رعایت کلیه زیربندهای بند۷۰۲ ـ ۴۱۵ با عنوان حفاظت تکمیلی استاندارد ملی ایران به شماره ۷۰۲ ـ ۷ ـ ۱۹۳۷ الزامی است.

ماده۳۲۳ـ همبندی هم‌پتانسیل‌سازی تکمیلی (اضافی) باید در تمامی نواحی اطراف استخرها انجام شود. بدین منظور، همه هادی‌های روباز برق‌دار و هادی‌های بیگانه از جمله نردبان فلزی و نگهدارنده‌های فلزی تخته شیرجه و نرده‌های کنار استخر که در مناطق صفر و ۱ و ۲ قرار دارند، باید به یکدیگر وصل شوند.

ماده۳۲۴ـ اتصال همبندی تکمیلی (اضافی) به منظور هم‌پتانسیل‌سازی در محیط استخر باید با استفاده از یک هادی عایق‌بندی شده با سطح مقطع مناسب انجام شود.

ماده۳۲۵ـ ترمینال‌های زمین و همبندی مورد استفاده در استخرهای شنا و آب‌نماها و تأسیسات مشابه باید از نوع ویژه کاربرد در محیط‌های مرطوب و خورنده باشند.

ماده۳۲۶ـ اتصالات همبندی و زمین نصب شده در حوزه محیط مرطوب و خیس یا خورنده باید از جنس مس و آلیاژ مس یا فولاد زنگ‌نزن باشد.

ماده۳۲۷ـ در روشنایی‌هایی با جایگاه در محیط مرطوب که با سیم یا کابل انعطاف‌پذیر تغذیه می‌شوند، همه قسمت‌های فلزی روباز که در حالت عادی حامل جریان الکتریکی نیستند، باید به وسیله یک هادی زمین تجهیزات عایق‌بندی شده که از جنس مس می‌باشد، و درون سیم یا کابل قرار دارد، به زمین وصل شود. این هادی زمین باید در جعبه تقسیم تغذیه و محفظه ترانسفورماتور یا محفظه‌های دیگر به ترمینال زمین وصل شود.

ماده ۳۲۸ـ در استخرهای شنا و محیط‌های مشابه، همه انواع روشنایی دیواری و روشنایی‌های با جایگاه مرطوب و روشنایی‌های با جایگاه خشک و بدون جایگاه باید به یک هادی زمین تجهیزات مسی عایق‌بندی شده که همراه با هادی‌های مدار (سیم‌ها) نصب می‌شود، وصل شوند.

ماده۳۲۹ـ در استخرهای شنا و تأسیسات مشابه، جعبه تقسیم‌ها و بدنه‌های ترانسفورماتور و منبع تغذیه و بدنه‌های وسیله قطع مدار خطای زمین که به یک مجرای کابل وصل می‌شوند و این مجرا مستقیماً به یک پایه نگهدارنده یا بدنه روشنایی بدون جایگاه انتقال می‌یابد، باید به تعداد کافی ترمینال زمین مجهز باشد.

ماده۳۳۰ـ در استخرهای شنا و تأسیسات مشابه، ترمینال‌های هادی زمین تجهیزات یک جعبه تقسیم و بدنه ترانسفورماتور یا سایر بدنه‌ها در مدار تغذیه به یک روشنایی بدون جایگاه یا با جایگاه مرطوب و محفظه سیم‌کشی یک روشنایی با جایگاه خشک باید به ترمینال زمین تجهیزات تابلوی برق متصل شوند. این ترمینال باید مستقیماً به بدنه تابلوی برق وصل شود.

ماده۳۳۱ـ به منظور همبندی هم‌پتانسیل‌سازی، موارد ذیل در استخرهای شنا و آب‌نماها و تأسیسات مشابه باید به یکدیگر وصل شوند:

۱ـ پوسته‌های هادی استخر؛(سیمان ریخته شده و سیمان اسپری‌شده یا به کاربرده شده به صورت پنوماتیک و بلوک سیمانی با روکش‌های رنگ‌شده یا پاتیل شده مواد هادی در نظر گرفته می‌شوند و پوسته‌های ترکیب فایبرگلاس و آستری وینیل مواد غیر هادی هستند.)

۲ـ سطوح پیرامونی به طور افقی به فاصله یک متر از دیواره‌های درونی استخر؛

۳ـ اجزای فلزی سازه استخر؛

۴ـ همه پوسته‌های فلزی و پایه‌های نگهدارنده روشنایی‌های بدون جایگاه در زیر آب؛

۵ ـ اجزای فلزی تجهیزات الکتریکی متصل به سامانه چرخش آب استخر شامل موتورهای پمپ و قسمت‌های فلزی تجهیزات متصل به پوشش‌های استخر؛

۶ ـ همه قسمت‌های فلزی ثابت از جمله کابل‌های با روکش فلزی و لوله‌کشی فلزی و حصارهای فلزی و قاب‌های فلزی در و پنجره؛

۷ـ نردبان‌های فلزی و تکیه‌گاه‌های سکوی شیرجه؛

۸ ـ کف شورها و مسیرهای تخلیه؛

۹ـ لوله‌های ورود و خروج آب.

ماده۳۳۲ـ پمپ فیلتر استخر باید به وسیله‌ای برای زمین‌کردن تنها قسمت‌های فلزی داخلی و غیر قابل دسترسی که در حالت عادی حامل جریان نیستند، مجهز باشد. این وسیله زمین کردن باید یک هادی زمین تجهیزات باشد که به همراه هادی‌های منبع تغذیه در سیم (کابل) قابل انعطاف قرار دارد و به پریز ارت‌داری که یک عضو اتصال زمین ثابت دارد، وصل شود.

ماده۳۳۳ـ در استخرهای شنا و تأسیسات مشابه کلیه موارد ذیل باید به وسیله قطع‌کننده‌های مدار خطای زمین حفاظت شوند:

۱ـ تمام تجهیزات الکتریکی اعم از سیم‌های منبع تغذیه، مورد استفاده در استخرهای با قابلیت ذخیره؛

۲ـ پریزهای تأمین‌کننده برق برای آبگرم (چشمه آب معدنی) یا وان داغ؛

۳ـ روشنایی‌ها (چراغ‌ها) و پمپ‌های شناور و سایر تجهیزات شناور آب‌نماها و فواره‌ها؛ مگر اینکه به ولتاژهای پایین محدود باشند؛

۴ـ تجهیزات الکتریکی آب‌نما که به وسیله سیم و دوشاخه به برق وصل می‌شوند؛

۵ ـ پریزهای تأمین برق وان‌های آب‌درمانی و مخازن آنها که به راحتی جابجا نمی‌شوند؛

۶ ـ تمام پریزهای واقع در محدوده ۱/۸ متری وان؛

۷ـ وان‌های هیدروماساژ و اجزای الکتریکی متصل به آنها؛

۸ ـ تمام پریزهای تک‌فاز زیر ۳۰ آمپر مستقر در محدوده افقی ۱/۸ متری از دیواره‌های جانبی وان هیدروماساژ.

ماده۳۳۴ـ در آب گرم (چشمه آب معدنی) و وان داغ و وان‌ها و مخزن‌های آب‌درمانی و وان هیدروماساژ باید موارد ذیل به یکدیگر همبندی شوند:

۱ـ قسمت‌های فلزی ثابت درون سازه وان یا متصل به آن؛

۲ـ قسمت‌های فلزی تجهیزات الکتریکی متصل به سامانه گردش آب وان از جمله موتورهای پمپ و دمنده؛

۳ـ کابل‌ها و مجراهای سیم با روکش فلزی و لوله‌کشی فلزی که در فاصله ۱/۵ متری دیواره‌های درونی وان قرار دارند و هیچ مانع دایمی آنها را از وان جدا نکرده است؛

۴ـ تمام سطوح فلزی در فاصله ۱/۵ متری از دیواره‌های درونی وان که هیچ مانع دایمی آنها را از وان جدا نکرده است؛

۵ ـ وسایل و کنترل‌های الکتریکی که روی وان نصب نشده‌اند، اما در فاصله کمتر از ۱/۵ متر از این واحدها قرار دارند.

ماده۳۳۵ـ تمام سامانه‌های لوله‌کشی فلزی متصل به آب‌نما یا فواره باید با هادی زمین تجهیزات مدار تغذیه‌کننده آن، همبندی شوند.

ماده۳۳۶ـ در تجهیزات الکتریکی آب‌نما یا فواره که به وسیله یک کابل انعطاف‌پذیر تغذیه می‌شوند، همه قسمت‌های فلزی روباز که در حالت عادی حامل جریان الکتریکی نیستند، باید به وسیله یک هادی زمین تجهیزات از جنس مس عایق‌بندی شده که بخشی از این کابل انعطاف‌پذیر است، به زمین وصل شوند. هادی زمین تجهیزات باید به یک ترمینال زمین تجهیزات در جعبه تقسیم، محفظه (بدنه) ترانسفورماتور، محفظه منبع تغذیه یا دیگر محفظه‌ها متصل شود.

ماده۳۳۷ـ بالابرهای استخر که برای افراد ناتوان یا کم‌توان به‌کار می‌روند و با ولتاژ بالاتر از ولتاژ محدوده تماس ولتاژ پایین کار می‌کنند، باید به حفاظت GFCI مجهز باشند.

فصل بیستم ـ اتصال به زمین سیلو

ماده۳۳۸ـ به منظور تأمین شبکه اصلی اتصال زمین سیلو می‌توان از میلگردهای بتن مسلح در پی‌ها و فونداسیون‌هایی که نسبت به زمین عایق‌بندی نشده و حداقل عمق آن از سطح زمین یک متر باشد، استفاده شود.

ماده۳۳۹ـ سازه‌های فولادی که بر پی‌های سیلوی بتنی تشکیل‌دهنده شبکه اصلی اتصال زمین سوار هستند، باید به وسیله اتصال بولت‌های نگهدارنده سازه یا با استفاده از کابل به میلگردهای بتن همبندی شوند.

ماده۳۴۰ـ در سیلوهای بتنی باید بدنه فلزی کلیه تابلوهای فشار متوسط و فشار ضعیف و ترانسفورماتورها به وسیله تسمه‌های مسی یا سیم‌های تابیده مسی با سطح مقطع مناسب، به یکدیگر وصل و سپس به شبکه اصلی اتصال زمین متصل شوند.

ماده۳۴۱ـ تمام سیلوها باید به یک سامانه حفاظت در برابر آذرخش مطمئن مجهز شوند.

ماده۳۴۲ـ در پشت بام سیلو، میله‌های برق‌گیر باید توسط تسمه مسی با حداقل ابعاد ۳×۲۰ میلی‌متر به یکدیگر متصل شوند.

ماده۳۴۳ـ تمام قسمت‌های فلزی موجود در پشت بام سیلو از قبیل سقف شیروانی یا سایبان فلزی باید به شبکه برق‌گیر همبندی هم‌پتانسیل شود.

فصل بیست و یکم ـ اتصال زمین تجهیزات و تأسیسات انرژی‌های نو و تجدیدپذیر

ماده۳۴۴ـ آرایه‌های فتو ولتائیک DC تأسیسات انرژی خورشیدی باید به حفاظت در برابر خطای زمین DC مناسب مجهز شوند.

ماده۳۴۵ـ برای سامانه‌های فتو ولتائیک (PV) زمین شده صلب، هادی زمین مدار DC در هر نقطه تکی روی مدار خروجی PV باید نصب شود و این هادی زمین شده باید به وسیله یک هادی الکترود اتصال زمین به سامانه الکترود زمین متصل شود.

ماده۳۴۶ـ قسمت‌های فلزی روباز قاب‌های ماژول PV تجهیزات الکتریکی و بدنه‌های هادی سامانه‌های PV که حامل جریان نیستند، باید از اتصال زمین مناسب برخوردار باشند.

ماده۳۴۷ـ سازه‌های نگهدارنده فلزی PV باید جامپرهای همبندی مشخصی داشته باشند که قسمت‌های فلزی مجزا را به هم وصل کنند و به هادی زمین تجهیزات متصل باشند.

ماده۳۴۸ـ هادی‌های زمین تجهیزات برای آرایهPV و سازه نگهدارنده آن باید درون یک مجرا یا کابل قرار گیرند.

ماده۳۴۹ـ ساختمان یا سازه نگهدارنده آرایه PV باید به یک سامانه الکترود اتصال زمین مجهز باشد.

ماده۳۵۰ـ هادی‌های اتصال زمین تجهیزات آرایه PV باید به سامانه الکترود زمین ساختمان یا سازه نگهدارنده آرایه PV متصل شوند.

ماده۳۵۱ـ در سامانه برق سلول سوختی، سامانه اتصال زمین DC باید با سامانه اتصال زمین AC همبندی شود.

ماده۳۵۲ـ در سامانه برق سلول سوختی، باید هادی زمین تجهیزات جداگانه نصب شود.

ماده۳۵۳ـ در توربین‌های باد، قسمت‌های فلزی روباز برج‌ها و بسترهای توربین و تجهیزات دیگر و بسترهای هادی که در حالت عادی حامل جریان نیستند، باید زمین شوند و با سامانه اتصال زمین و همبندی کارگاه همبند شوند.

ماده۳۵۴ـ برج توربین باد باید به سامانه الکترود اتصال زمین وصل شود.

ماده**۳۵۵ـ** در مجاورت نزدیک فونداسیون گالوانیزه یا اجزای لنگر برج توربین باد، الکترودهای اتصال زمین گالوانیزه باید مورد استفاده قرار گیرند.

ماده۳۵۶ـ وجود هادی‌های زمین تجهیزات یا جامپرهای همبندی طرف تغذیه، بین توربین‌های باد و برج‌ها و سامانه اتصال زمین کارگاه الزامی است.

فصل بیست و دوم ـ اتصال به زمین در تأسیسات روشنایی و تجهیزات خیابانی

ماده۳۵۷ـ در سامانه اتصال به زمین TT، پایه‌های روشنایی که مدار آنها با یک RCD مشترک حفاظت می‌شود، نباید با الکترودهای زمین مستقل، به زمین وصل شوند.

ماده۳۵۸ـ در صورت استفاده از سامانه TN ـ S در تجهیزات مستقر در خیابان باید از کابل تغذیه با سیم‌های فاز و نول و اتصال بـه زمین مـجزا از یکدیگر استفاده شود.

ماده۳۵۹ـ برای تغذیه و حفاظت تجهیزات خیابان با استفاده از سامانه TN_ C_ S باید از کابلی با سیم مشترک نول ـ اتصال زمـین (PE) استفـاده شود.

ماده۳۶۰ـ قسمت‌های هادی در دسترس تجهیزات خیابان باید به ترمینال اتصال به زمین تجهیزات و همچنین به ترمینال اتصال به زمین مدار تغذیه متصل شوند.

ماده۳۶۱ـ درروش TN_ C_ S برای تأسیسات جدید، بدنه‌های هادی در دسترس باید از طریق یک سیم مـسی بـه تـرمـینال نول وصل شود و سـطح مـقطع این سیم حـداقل بـاید ۱۰ مـیلی‌متر مربع (سیم شماره ۱۰) یا برابر با سطح مقطع سیم نول مدار تغذیه باشد.

تبصره ـ اجزای فلزی کوچک مجزا که احتمال تماس آنها با قسمت‌های هادی در دسترس یا قسمت‌های هادی بیگانه یا با سیم اتصال به زمین کم است (مانند درهای فلزی کوچک و چارچوب‌های در) نباید به ترتیب یادشده به سامانه اتصال زمین وصل شوند.

ماده۳۶۲ـ در صورتی که مداری بیش از یک وسیله خیابان را تغذیه کند (مثلاً به صورت حلقه)، یک الکترود اتصال زمین باید در واحد آخر یا ما قبل آن نصب شود و مقاومت اتصال زمین در هر نقطه قبل از وصل هر سیم همبندی یا سیم اتصال زمین به ترمینال نول باید کمتر از۲۰ اهم باشد و چنانچه این مقاومت الکترود بیش از ۲۰ اهم باشد، باید الکترودهای اتصال زمین دیگری در طول مدار با فاصله‌های مساوی از یکدیگر نصب شوند.

ماده۳۶۳ـ در صورتی کـه سامانه تـغذیه TN_ C بـاشد، ولـی شرکـت ناظر بـر روشنایی عمومی، مایل به استفاده از کـابل‌هایی با سیم‌های مجزای اتصال بـه زمین و نول بـاشد و همچنین در مواردی که شرکت برق، ترمینال اتصال زمین را تهیه کرده ولی چـاه اتصال زمین را برای استفاده در اختیار شرکت روشنایی نگذارد، شرکت ناظر بر روشنایی باید الکترود ارت حفاظتی خود را نصب کند و در این حالت سامانه اتصال به زمین باید از نوع TT باشد.

ماده۳۶۴ـ الکترود ارت نول ترانسفورماتور تغذیه (TN_ C) یک جزء مـهم از حلقه اتـصالی است، ولی مقاومت آن نسبت به الکترود اتصال به زمین تـحت کنترل شـرکت روشنایی خیابان نیست و در چنین شرایطی برای اطمینان از قطع تجهیزاتی که دچار اتصال شده‌اند، باید از وسایل حفاظتی جریان پسماند استفاده شود.

ماده۳۶۵ـ استفاده از تیرهای چراغ برق فلزی یا اسکلت فلزی واحدهای کنترل و غیره به عنوان الکترودهای اتصال بـه زمین حـفاظتی ممنوع است.

فصل بیست و سوم ـ اتصال به زمین داربست‌های موقت و سایر سازه‌های فلزی مشابه

ماده۳۶۶ـ در سازه‌هایی که با اتصال‌های پیچ و مهره‌ای و یا با بست‌های پیچی بر پا می‌شوند، مسیرهای چندگانه موازی ایجاد شده بر روی بدنه سازه، مسیر کم مقاومتی برای عبور جریان الکتریکی فراهم می‌سازند اما کمی مقاومت مسیر در کل سازه به معنای پیوستگی الکتریکی در همه بخش‌های سازه فلزی نیست و نباید در طراحی‌ها این فرض در نظر گرفته شود. کابل‌های برق‌رسانی تجهیزات روی سازه باید هادی زمین مجزا داشته باشند.

ماده۳۶۷ـ نمی‌توان از چگونگی اتصالات سازه، چگونگی تماس پایه‌های سازه با زمین (خاک) و یا اتصال سازه فلزی موقت به یک سازه دایمی کفایت اتصال به زمین موثر سازه را نتیجه‌گیری کرد و تکیه بر این عوامل برای مناسب فرض کردن اتصال به زمین ممنوع است.

ماده۳۶۸ـ در سازه موقتی که از برق و یا تجهیزات برقی استفاده نمی‌شود و یا ولتاژ کار مدار الکتریکی مورد استفاده کمتر از ۵۰ ولت جریان متناوب (AC) است و خطر برق‌گرفتگی وجود ندارد، اتصال همبندی به زمین حفاظتی لازم نیست.

ماده۳۶۹ـ در صورتی که سازه‌های موقت حامل مدارهای روشنایی یا مصارف کوچک باشد، سازه باید با سیم حفاظتی همبندی شود.

ماده۳۷۰ـ سازه فلزی موقت، هادی بیگانه محسوب شده و برای ایمنی در برابر خطر برق‌گرفتگی به هادی حفاظتی وصل می‌شود. این هادی از جنس سیم مسی با روکشی محافظ در برابر خوردگی است و باید در مسیری نصب شود که کارکرد تجهیزات و فعالیت‌های مجاور به آن صدمه نزند. فاصله میان محل‌های اتصال همبند سازه به زمین حفاظتی نباید از ۲۰ متر بیشتر شود.

ماده۳۷۱ـ اگر سازه موقت، در کنار خط هوایی برق فشارقوی برپا شده و خطر تماس تجهیزات و افراد با خطوط برق ممکن باشد باید میان سازه فلزی و هادی‌های خطوط هوایی، حایل فلزی و یا توری فلزی (فنس) با دوامی نصب شود که اتصال مناسبی با زمین حفاظتی داشته باشد. بر روی حایل و توری فلزی علایم نواری و تابلویی به رنگ قرمز ـ سفید و اعلان هشدار خطر نصب شود.

ماده۳۷۲ـ لزوم تدارک سامانه حفاظت در برابر آذرخش سازه موقت مرتفع، باید بر اساس معیارهای ارزیابی ریسک استاندارد ملی ایران به شماره 2 ـ INSO ـ IEC 62305 سنجیده شود.

ماده۳۷۳ـ ساختمانی که دارای سامانه حفاظت در برابر برخورد آذرخش یا صاعقه‌گیر است داربست فلزی چسبیده به جداره بیرونی آن، باید از پایین با پایانه الکترود زمین اختصاصی سامانه صاعقه‌گیر، و از بالا با پایانه هوایی صاعقه‌گیر همبند شود.

ماده۳۷۴ـ کارفرما و تمام اشخاص مرتبط با اجرای کار، مکلف به رعایت مفاد این آیین‌نامه و سایر قوانین جاری کشور و نیز آیین‌نامه‌های مصوب می‌باشند.

این آیین‌نامه مشتمل بر بیست و سه (۲۳) فصل، ۳۷۴ ماده و (۲۸) تبصره و ضمایم آن به استناد مواد ۸۵ و۸۶ و ۹۱ قانون کار جمهوری اسلامی ایران در یکصد و هشتادمین جلسه شورای عالی حفاظت فنی در تاریخ ۱۴۰۱/۰۸/۲۳ تدوین و در تاریخ ۱۴۰۱/۹/۳۰ به تصویب وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی رسید.

این آیین‌نامه، جایگزین آیین‌نامه سامانه اتصال زمین مصوب ۱۳۸۵/۰۳/۲۱ شورای عالی حفاظت فنی می‌گردد.

وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی ـ صولت مرتضوی

پیوست الف ـ انواع سامانه اتصال زمین

• شناسایی هادی‌ها در سامانه‌های جریان متناوب

• حرف L[1]: نمایانگر هادی فاز است.

• حرف N[2]: نمایانگر هادی خنثی است.

• حرف PE[3]: نمایانگر هادی حفاظتی است

• حروف PEN[4]: نمایانگر هادی مشترک حفاظتی/خنثی است.

بنابراین، سامانه‌های تک فاز به قرار ذیل خواهند بود:

۱ـ سامانه‌های دو سیمه L1+L2، L1+N، L1+PEN

۲ـ سامانه سه سیمه L1+N+PE

سامانه‌های سه فاز به صورت ذیل خواهند بود:

۱ـ سامانه سه سیمه L1+L2+L3

۲ـ سامانه‌های چهارسیمه L1+L2+L3+(N یا PE یا PEN)

۳ـ سامانه‌های پنج سیمه L1+L2+L3+N+PE

۱ـ برگرفته از کلمه Live است.

۲ـ برگرفته از کلمه Neutral است.

۳ـ برگرفته از کلمه Protective Earthing است.

۴ـ برگرفته از کلمه Protective Earthing Neutral است

طبقه‌بندی سامانه‌های اتصال زمین حفاظتی فشار ضعیف:

انواع سامانه‌های اتصال زمین فشار ضعیف عبارت‌اند از:

۱ـ TN شامل TN_C و TN ـ S و TN_ C_ S

۲ـ TT

۳ـ IT

نامگذاری سامانه‌های الکتریکی مذکور به صورت ذیل است:

✓ از دو حرف اصلی شناسایی، حرف اول سمت چپ، نمایانگر رابطه سامانه با زمین است

حرف اول از سمت چپ T [5] نمایانگر آن است که یک نقطه از سامانه به زمین وصل است.

حرف اول از سمت چپ I [6] نمایانگر آن است که سامانه از زمین مجزاست یا با مقاومتی بزرگ به آن وصل است.

✓ از دو حرف اصلی شناسایی، حرف دوم از سمت چپ، نمایانگر رابطه بدنه هادی تجهیزات با زمیـن است.

حرف دوم از سمت چپ N [7]: نمایانگر آن است که بدنه هادی به هادی خنثای زمین شده(نول)، وصـل هستند.

حرف دوم از سمت چپ T: نمایانگر آن است که بدنه هادی، مستقل از زمین سامانه (نول) به زمین وصل است.

✓ حروف کمکی نمایانگر زیرسامانه‌ها هستند (C و S)

حرف سوم از سمت چپ S [8] نمایانگر آن است که بدنه هادی از طریق یک هادی حفاظتی مخصوص (PE)در مبدأ به نقطه خنثای سامانه (نول) وصل می‌شود. (سامانه S ـTN).

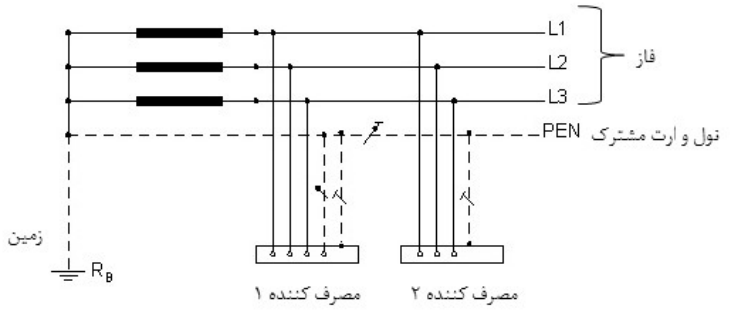
حرف سوم از سمت چپ C [9]: نمایانگر آن است که بدنه هادی از طریق یک هادی حفاظتی مشترک مخصوص و خنثی (PEN) به زمین وصل می‌شود (سامانه C ـTN).

الف ـ۱ـ سامانه TN:

در این سامانه منبع انرژی (ترانسفورماتور پست یا ژنراتور برق) در یک یا چند نقطه ارت شده (به زمین وصل شده) و قسمت هادی در دسترس و قسمت هادی بیگانه تأسیسات، تنها از طریق هادی ارت به نقطه یا نقاط ارت‌شده منبع متصل می‌شوند. به عبارت دیگر، مسیری رسانا برای عبور جریان اتصال به زمین تأسیسات به نقطه یا نقاط ارت شده منبع وجود دارد. این سامانه به چند دسته تقسیم می‌شود:

الف ـ۱ـ۱ـ سامانه TN_ C: (شکل پ ـ الف ـ۱)

در این سامانه، هادی ارت و نول، مشترک هستند. به عبارت دیگر، سیم نول که از شینه نول تابلوی اصلی به مصرف‌کننده‌ها انتقال داده می‌شود، هم به عنوان نول مورد استفاده قرار می‌گیرد و هم به عنوان هادی ارت؛ بدین معنی که یک انشعاب از سیم نول به بدنه‌هادی دستگاه‌های مصرف‌کننده به عنوان هادی ارت وصل می‌شود. کابل‌های هم‌مرکز ارت شده یا کابل‌های غلاف‌دار فلزی ارت شده که مسیر برگشتی برای عبور جریان اتصال زمین را فراهم می‌آورند، نمونه‌هایی از این سامانه هستند.



شکل پ ـ الف ـ۱ـ سامانه اتصال زمین TNC

۵ ـ برگرفته از کلمه Terra (لاتین) به معنای زمین

۶ ـ برگرفته از کلمه Isolated

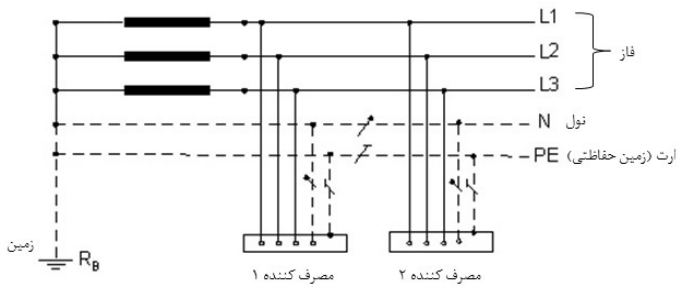
۷ـ برگرفته از کلمه Neutral

۸ ـ برگرفته از کلمه Seperated

۹ـ برگرفته از کلمه Common

الف ـ۱ـ۲ـ سامانه TN ـ S: (شکل پ ـ الف ـ۲)

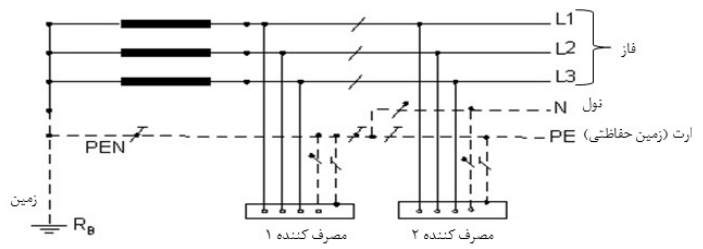
در این سامانه، سیم‌های نول و ارت از یکدیگر جدا هستند؛ یعنی در محل تابلوی اصلی برق علاوه برشینه نول، شینه دیگری به نام شینه ارت وجود دارد که هادی ارت اصلی از الکترودهای زمین به آن وصل شده و از آنجا به موازات سیم‌های نول و فازها (به صورت پنج سیمه برای حالت سه فاز و سه سیمه برای حالت تک فاز) تا دستگاه‌های مصرف‌کننده انتقال داده شده و به بدنه هادی آنها متصل می‌شود.



شکل پ ـ الف ـ۲ـ سامانه اتصال زمین TN_ S

الف ـ۱ـ۳ـ سامانه TN_ C_ S (شکل پ ـ الف ـ۳):

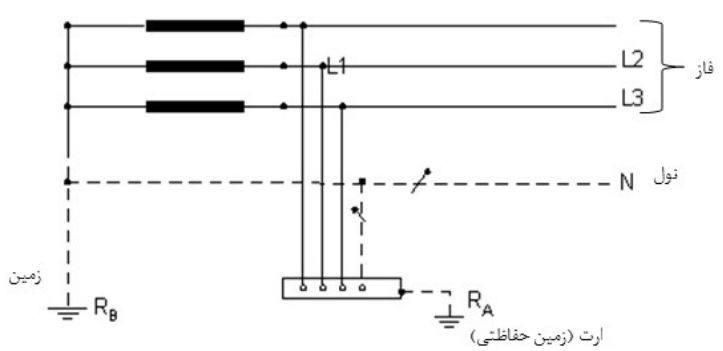
تنها در بخشی از این سامانه (معمولاً در ابتدای آن) ، سیم نول و ارت با یکدیگر مشترک هستند و از آن نـقطه به بعد، سیم جداگانه‌ای از نول منشعب شده و جداگانه به بدنه دستگاه مصرف‌کننده اتصال داده می‌شود.



شکل پ ـ الف ـ ۳ ـ سامانه اتصال زمین TN_ C_ S

الف ـ۲ـ سامانه TT(شکل پ ـ الف ـ۴):

در این سامانه منبع انرژی (ترانسفورماتور پست یا ژنراتور برق) در یک یا چند نقطه ارت شده و قسمت هادی دردسترس و هادی بیگانه به الکترود ارت محلی یا الکترودهایی که از نـظر الکتریکی مستقل از اتصال زمین عملیاتی سامانه هستند، متصل می‌شوند. یعنی اتصال زمین حفاظتی هیچ‌گونه ارتباطی با اتصال زمین عملیاتی ندارد.

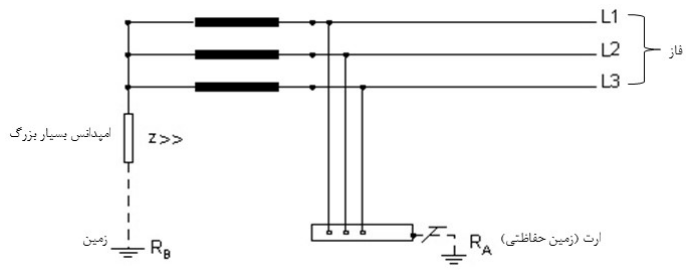


شکل پ ـ الف ـ۴: سامانه اتصال زمین TT

الف ـ۳ـ سامانه IT (شکل پ ـ الف ـ ۵):

در این سامانه منبع انرژی (ترانسفورماتور پست یاژنراتور برق) یا به طور کلی ارت نشده، یا از طریق یک امپدانس بزرگ ارت می‌شود و قسمت هادی در دسترس تأسیسات نیز به الکترود ارتی که از نظر الکتریکی مستقل است، وصل می‌شوند. در این سامانه نیز اتصال زمین حفاظتی و اتصال زمین عملیاتی با یکدیگر ارتباط ندارند.

در سامانه اتصال زمین IT، طرف دوم ترانسفورماتور تغذیه، به عنوان منبع تغذیه، باید از سامانه اتصال زمین جداسازی شود و بدنه ترانسفورماتور (حصار ترانسفورماتور) باید به زمین وصل شود.



شکل پ ـ الف ـ ۵: سامانه اتصال زمین IT

پیوست ب ـ مقاومت ویژه خاک

مقاومت یک الکترود اتصال زمین به مقاومت ویژه الکتریکی خاکی که الکترود در آن نصب شده است، بستگی دارد. به همین جهت، این عامل می‌تواند به منظور تصمیم‌گیری در انتخاب سامانه‌های حفاظتی مهم باشد.

مقاومت ویژه خاک به میزان رطوبت خاک و ترکیبات شیمیایی و نمک‌های محلول موجود در خاک و اندازه و توزیع دانه‌ها و نزدیکی آنها به یکدیگر بستگی دارد. مقاومت ویژه بعضی از انواع خاک برحسب اهم ـ متر در جدول پ ـ ب ـ ۱ارایه شده است.

جدول پ ـ ب ـ۱: مقاومت ویژه بعضی از انواع خاک بر حسب اهم ـ متر

نوع خاک	شرایط جوی			
	ریزش باران معمولی و زیاد (بیش از ۵۰۰mm در سال)		شرایط صحرایی وریزش باران کم (کمتر از۲۵۰mm در سال)	آب‌های زیرزمینی (چشمه آب‌شور)
	مقادیر احتمالی اهم ـ متر	گستره مقادیر واقعی اهم ـ متر	گستره مقادیر واقعی اهم ـ متر	گستره مقادیر واقعی اهم ـ متر
خاک رس آبرفتی	۵	*	*	۱ الی ۵
خاک رس	۱۰	۵ الی ۲۰	۱۰ الی ۱۰۰	۱ الی ۵
خاک‌های آهک‌دار	۲۰	۱۰ الی ۳۰	۵۰ الی ۳۰۰	---
سنگ آهک خلل و فرج‌دار (مانند گچ)	۵۰	۳۰ الی ۱۰۰	---	---
سنگ سیاه خلل و فرج‌دار (سنگ‌های رستی و سنگ سیاه Keuper)	۱۰۰	۳۰ الی ۱۰۰	---	---
کوارتز، سنگ آهک متراکم و بلوری (مانند مرمر)	۳۰۰	۱۰۰ الی ۱۰۰۰	---	---
تخته‌سنگ‌های رس و سنگ‌های رستی	۱۰۰۰	۳۰۰ الی ۳۰۰۰	بیش از ۱۰۰۰	۳۰ الی ۱۰۰
گرانیت	۱۰۰۰	---	---	---
شیست و سنگ آذرین	۲۰۰۰	بیش از ۱۰۰۰	---	---
*به سطح آب محل بستگی دارد				

پیوست پ ـ جدول‌ها

جدول پ ـ پ ـ۱ـ اندازه حداقل انواع الکترودهای اتصال زمین از جنس فولاد

سطح	نوع الکترود	قطر (mm)	مساحت سطح مقطع (mm^2)	ضخامت (mm)
Hot- dip گالوانیزه گرم یا ضد زنگ	تسمه	---	۹۰	۳
	میله‌های گرد برای الکترودهای اتصال زمین عمیق	۱۶	---	---
	سیم گرد برای الکترود اتصال زمین سطحی	۱۰	---	---
	لوله	۲۵	---	۲

جدول پ ـ پ ـ۲ـ اندازه حداقل انواع الکترودهای اتصال زمین از جنس مس

نوع الکترود	قطر (mm)	مساحت سطح مقطع (mm^2)	ضخامت (mm)
تسمه لخت	----	۵۰	۲
طناب لخت	۱/۸ برای هر رشته	۲۵	----
سیم گرد لخت برای الکترود اتصال زمین سطحی	---	۲۵	----
لوله لخت	۲۰	----	۲
طناب با روکش قلع	۱/۸ برای هر رشته	۲۵	---
تسمه با روکش روی	----	۵۰	۲

جدول پ ـ پ ـ۳ـ حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی

حداقل سطح مقطع سیم فاز ، S	حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی متناظر (PE)
$S \leq S16$	S
$16 < S \leq 35$	۱۶
$S' > 35$	S/۲

جدول پ ـ پ ـ۴ـ حداقل سطح مقطع هادی همبندی اضافی به سامانه اتصال زمین

نوع هادی همبندی اضافی	حداقل سطح مقطع هادی همبندی اضافی
هادی با حفاظت مکانیکی	۲/۵ میلی‌متر مربع
هادی بدون حفاظت مکانیکی	۴ میلی‌متر مربع
هادی مورد استفاده در حمام‌ها و مکان‌های نمناک و مرطوب	۴ میلی‌متر مربع

جدول پ ـ پ ـ ۵ ـ حداقل سطح مقطع هادی‌های همبندی اضافی

جنس	حداقل سطح مقطع (mm^2)	
	حفاظت شده در برابر صدمات مکانیکی	حفاظت نشده در برابر صدمات مکانیکی
مس	۲/۵	۴
آلومینیوم	۱۶	۱۶

جدول پ ـ پ ـ۶ ـ حداقل ضخامت غلاف‌های فلزی یا لوله‌های فلزی در سامانه‌های پایانه هوایی

کلاس LPS	ماده	ضخامت(t) برحسب (mm)	ضخامت(t`) برحسب (mm)
I تا IV	سرب	-	۲/۰
	فولاد (زنگ نزن وگالوانیزه)	۴	۰/۵
	تیتانیوم	۴	۰/۵
	مس	۵	۰/۵
	آلومینیوم	۷	۰/۶۵
	روی	-	۰/۷

t : از سوراخ شدن جلوگیری می‌کند

t` : فقط برای غلاف‌های فلزی که در آنها محافظت در برابر سوراخ‌شدن، نقاط داغ یا مشکلات جرقه‌زنی مهم نباشد.

جدول پ ـ پ ـ۷ـ الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن‌ها از نظر خوردگی و زنگ‌زدگی و مقاومت مکانیکی

جنس الکترود	شکل	قطر (mm)	سطح مقطع (mm^2)	ضخامت (mm)	ضخامت پوشش میکرون
فولاد دفن‌شده در داخل بتن (از نوع لخت و گالوانیزه عمقی داغ و یا فولاد ضدزنگ)	سیم لخت مفتولی یا میله گرد	۱۰	---	---	---
	تسمه	---	۷۵	۳	---
فولاد گالوانیزه عمقی داغ	تسمه(با لبه‌های گرد)	---	۹۰	۳	۶۳
	میله با مقطع گرد نصب شده به صورت عمودی	۱۶	---	---	۴۵
	سیم لخت مفتولی نصب شده به صورت افقی	۱۰	---	---	۴۵
	لوله (هر دو جداره گالوانیزه)	۲۵	---	۲	۴۵
	سیم لخت چندمفتولی دفن‌شده در بتن	---	۷۰	---	---
فولاد با روکش مس	میله با مقطع گرد نصب‌شده به صورت عمودی	۱۵	---	---	۲۰۰۰
فولاد با روکش مس عجین‌شده	میله با مقطع گرد نصب شده به صورت عمودی	۱۴	---	---	۲۵۰
	تسمه نصب شده به صورت افقی	---	۹۰	۳	۷۰
فولاد ضدزنگ	تسمه	---	۹۰	۳	---
	میله با مقطع گرد نصب شده به صورت عمودی	۱۶	---	---	---
	سیم لخت مفتولی نصب شده به صورت افقی	۱۰	---	---	---
	لوله	۲۵	---	۲	---

جدول پ ـ پ ـ ۷ ـ الکترودهای زمین و حداقل اندازه آن‌ها از نظر خوردگی و زنگ‌زدگی و مقاومت مکانیکی(ادامه)

جنس الکترود	شکل	قطر (mm)	سطح مقطع (mm^2)	ضخامت (mm)	ضخامت پوشش میکرون
مس	تسمه	--	۵۰	۲	---
	سیم لخت مفتولی نصب شده به صورت افقی	---	۲۵	---	---
	میله با مقطع گرد نصب شده به صورت عمودی	۱۲	---	---	---
	سیم لخت چندمفتولی (حداقل قطر هر مفتول ۱/۷ میلی‌متر)	---	۲۵	---	---
	صفحه مسی	---	---	۲	---
	لوله	۲۰	---	۲	---

پیوست ت ـ روش‌های اندازه‌گیری سامانه اتصال زمین

ت ـ۱ روش دو نقطه‌ای اندازه‌گیری امپدانس زمین

در این روش، مقاومت یک الکترود زمین در حالت سری با یک الکترود زمین کمکی اندازه-گیری می‌شود. فرض می‌شود مقاومت زمین کمکی در مقایسه با مقاومت زمین مورد نظر، قابل صرف‌نظر باشد. سپس، مقدار اندازه‌گیری شده، مقاومت زمین مورد نظر را نشان خواهد داد.

یکی از کاربردهای این روش، اندازه‌گیری مقاومت یک میله زمین نسبت به یک خانه مسکونی نزدیک است. معمولاً، یک خانه مسکونی سامانه زمین با امپدانس پایین دارد؛ زیرا با هادی خنثای سامانه منبع تغذیه به هم وصل شده‌اند. استفاده از یک چنین سامانه زمین به عنوان زمین کمکی می‌تواند یک نتیجه آزمون با دقت قابل قبول تولید کند.

واضح است، این روش در زمان اندازه‌گیری‌های زمین‌های با مقاومت پایین، خطاهای بزرگی را پدید می‌آورد. اگر زمین مورد نظر و زمین کمکی خیلی به یکدیگر نزدیک باشند، مقاومت متقابل بین زمین‌ها نیز می‌تواند منبع خطا باشد.

ت ـ۲ روش ۳ نقطه‌ای اندازه‌گیری اتصال زمین

در این روش از دو الکترود کمکی با مقاومت‌های مشخص r_2 و r_3 استفاده می‌شود. مقاومت الکترود مورد آزمون با r_1 نشان داده می‌شود. مقاومت بین هر زوج الکترود اندازه‌گیری می‌شود و با r_{12} و r_{13} و r_{23} مشخص می‌شوند که:

$$r_{12} = r_1 + r_2$$
$$r_{13} = r_1 + r_3$$
$$r_{23} = r_2 + r_3$$

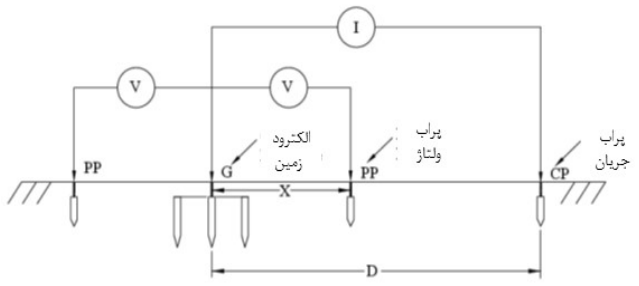
با حل همزمان سه معادله، رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$r_1 = \frac{r_{12} - r_{23} + r_{13}}{2}$$

با اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی سری هر زوج از الکترودهای زمین و جاگذاری مقادیر مقاومت در معادله، مقدار r1 را می‌توان بدست آورد. اگر جنس دو الکترود کمکی از موادی با مقاومت بالاتر نسبت به الکترود تحت آزمون باشد، خطای اندازه‌گیری‌های مستقل در نتایج نهایی به شدت بزرگ می‌شوند. برای اندازه‌گیری دقیق، لازم است الکترودها به اندازه کافی از یکدیگر دور باشند(طبق دستورالعمل سازنده دستگاه)؛ به طوری که مقاومت متقابل بین آنها به حداقل برسد. در صورتی که فاصله بین الکترودها کافی نباشد، احتمال مشاهده نتایج بی‌معنی مانند مقاومت‌های صفر یا منفی وجود دارد. در اندازه‌گیری مقاومت یک میله زمین، سه الکترود باید حداقل سه برابر عمق میله مورد نظر از یکدیگر فاصله داشته باشند. همچنین فرض بر این است که الکترودهای کمکی در همان عمق یا عمق کمتر از عمق میله زمین مورد نظر، در خاک قرار گیرند. وقتی سامانه الکترود زمین بزرگ و پیچیده می‌شود، اجرای این روش دشوارتر شده و روش‌های دیگر، به ویژه اگر دقت بالاتر مورد نیاز باشد، ترجیح داده می‌شوند.

ت ـ۳ روش افت پتانسل[1]

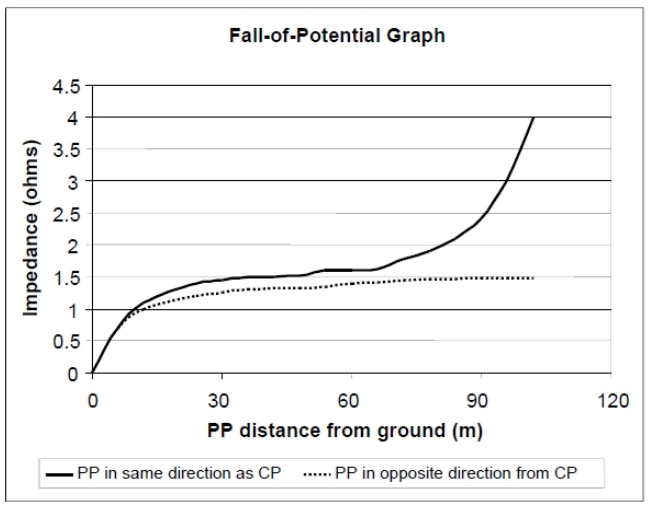
در روش افت پتانسیل (FOP) جریانی بین یک الکترود زمین (G) و یک پراب جریان (CP) عبور می‌کند و سپس ولتاژ بین G و یک پراب ولتاژ (PP) اندازه‌گیری می‌شود. (شکل پ ـ ت ـ۱)



شکل پ ـ ت ـ۱ـ روش افت پتانسیل

به منظور به حداقل رساندن اثرات الکترود داخلی به دلیل مقاومت‌های متقابل، پراب جریان معمولاً در فاصله قابل توجهی از الکترود زمین مورد آزمون قرار داده می‌شود. معمولاً این فاصله حداقل ۵ برابر بزرگ‌ترین بعد الکترود زمین مورد آزمون است. پراب ولتاژ نیز هم‌جهت با پراب جریان قرار داده می‌شود. اما می‌توان آن را همانطور که در شکل پ ـ ت ـ۱ نشان داده شده، در جهت مخالف نیز قرار داد. در عمل، فاصله X برای پراب ولتاژ اغلب ۶۲ ٪ فاصله پراب جریان درنظر گرفته می‌شود (وقتی که پراب‌های ولتاژ و جریان در یک جهت باشند). این فاصله بر اساس موقعیت صحیح برای اندازه‌گیری دقیق امپدانس الکترود برای یک خاک با مقاومت یکنواخت، به صورت تئوری انتخاب می‌شود با این فرض که فاصله کافی بین الکترود زمین تحت آزمون و پراب‌های آزمون موجود باشد تا بتوان پراب‌های آزمون را به صورت یک نیمکره در نظر گرفت و نیز فرض می‌شود که الکترود زمین هیچ اتصالات داخلی از خارج ندارد.

وقتی شرایط و محدودیت‌های پراب جریان رضایت‌بخش باشند، محل پراب ولتاژ برای اندازه‌گیری دقیق مقاومت الکترود زمین حیاتی است. این محل باید عاری از هر گونه تأثیرپذیری از الکترود زمین مورد آزمون و پراب جریان باشد. یک روش عملی برای تعیین اینکه آیا الکترودهای دیگر روی پراب ولتاژ تأثیر می‌گذارند یا خیر، این است که با جابجایی پراب ولتاژ بین شبکه زمین و پراب جریان چندین مقاومت بدست آید. دو یا ۳ مقاومت ثابت متوالی را می‌توان به عنوان مقدار مقاومت (روش شیب هموار) در نظر گرفت. شکل پ ـ ت ـ ۲ گراف‌های معمول امپدانس را نسبت به فاصله PP از زمین نشان می‌دهد. خط توپر نشان‌دهنده جهت الکترودهای کمکی در همان جهت (صفر) نزدیک الکترود زمین و در انتها نزدیک پراب جریان است. گراف متناظر با PP و CP در جهات مخالف یکدیگر، به گونه‌ای متفاوت رفتار می‌کند، همان‌گونه که با خط‌چین نمایش داده شده است. در یک موقعیت ایده‌آل، یک نقطه انحنا(خمیدگی) واضح را می‌توان شناسایی کرد که امپدانس الکترود مورد آزمون را نتیجه می‌دهد. گراف‌های نشان‌داده شده در شکل پ ـ ت ـ ۲ متناظر با خاک‌هایی با مقاومت یکنواخت هستند. برای خاک‌های غیر یکنواخت، این گراف‌ها قسمت‌های با شیب صفر که معمولاً نواحی عاری از تأثیر را نشان می‌دهند، نخواهند داشت.



شکل پ ـ ت ـ۲ـ امپدانس به نسبت فاصله پراب ولتاژ برای روش افت پتانسیل

تئوری افت پتانسیل بیان می‌کند که برای یک خاک با مقاومت یکنواخت، خط‌چین نشان‌داده شده در شکل پ ـ ت ـ ۲ همیشه از پایین به سمت خط توپر خواهد رفت، اما فاصله جدایی مورد نیاز بیشتر از زمانی است که از پراب‌ها در جهات مختلف استفاده می‌شود. همچنین، انحرافات به دلیل غیریکنواختی خاک، زمانی که PP و CP در جهت مخالف قرار می‌گیرند، بزرگ‌تر هستند.

محدودیت‌های بیشتر روش FOP مانع دستیابی آن به یک مقدار امپدانس درست می‌شود. یک اندازه‌گیری دقیق امپدانس، تنها زمانی قابل دستیابی است که سامانه زمین مورد نظر را بتوان به عنوان یک نیمکره معادل با یک مرکز الکتریکی برای اندازه‌گیری فواصل مختلف پراب درنظر گرفت. طبق تعریف، یک مرکز الکتریکی مؤثر، یک نقطه روی یک سامانه زمین است که بیشترین جریان آزمون از طریق آن جاری می‌شود. بیشتر شبکه‌های زمین ایزوله با شکل‌های هندسی ساده را می‌توان با نیمکره معادل نمایش داد. برای سامانه‌های زمین پیچیده مانند یک شبکه زمین بزرگ ایستگاه فرعی (یا حتی یک شبکه زمین کوچک ایستگاه فرعی با اتصال داخلی سامانه‌های شیلد و نول)، دسترسی به چنین شبیه‌سازی دشوار است.

روش دیگری به نام «روش شیب» وجود دارد. در این روش، مفروضات مقاومت خاک یکنواخت و نمایش سامانه الکترود زمین به عنوان یک الکترود معادل نیمکره‌ای به قوت خود باقی می‌ماند. به هرحال، این روش اجازه می‌دهد، فواصل پراب از یک نقطه راحت مانند لبه یک سامانه الکترود زمین اندازه‌گیری شود و فواصل خطا در معادله افت پتانسیل در نظر گرفته می‌شود. این روش را می‌توان به صورت ذیل خلاصه کرد:

الف ـ یک نقطه شروع راحت برای اندازه‌گیری‌های خطی درنظر بگیرید و یک فاصله مناسب برای CP انتخاب کنید.

ب ـ مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_3 را با اعمال PPها در فواصل ۰/۲CP و ۰/۴CP و ۰/۶CP به ترتیب اندازه‌گیری کنید.

پ ـ ضریب انحراف شیب را محاسبه کنید.

$$\mu = \frac{R_3 - R_2}{R_2 - R_1}$$

ت ـ مقدار $\frac{PFI}{CP}$ متناظر با مقدار μ را از جدول پ ـ ت ـ ۱ استخراج کنید.

ث ـ با استقرار پراب ولتاژ در فاصله PP_T، مقاومت را اندازه‌گیری کنید.

تفسیر نتایج

در روش افت پتانسیل برای یک مکان پراب جریان معین، یک فاصله پراب ولتاژ وجود دارد که امپدانس درست زمین مورد آزمون را نشان می‌دهد. به هر حال، تعیین فاصله صحیح، به ویژه اگر شبکه زمین شکل پیچیده‌ای داشته باشد، می‌تواند بسیار دشوار باشد. همچنین، فاصله درست تابعی از شکل خاک است، همانطور که در شکل پ ـ ت ـ۳

1- Fall Of Potential

نشان داده شده است که قابل اعمال به سامانه‌های زمین کوچک است. همان‌گونه که در شکل پ ـ ت ـ۳ مشخص شده، فاصله مورد نیاز پراب ولتاژ X (وقتی پراب بین C و E قرار دارد و خاک یکنواخت است)، به گونه‌ای است که نسبت زیر برقرار است:

$$\frac{x}{d} = 0.618$$

(برای الکترودهای نیمکره‌ای کوچک)

مطالب پیشین نشان می‌دهند که برای اعمال قانون ۶۲٪ شرایط ذیل باید برقرار باشند:

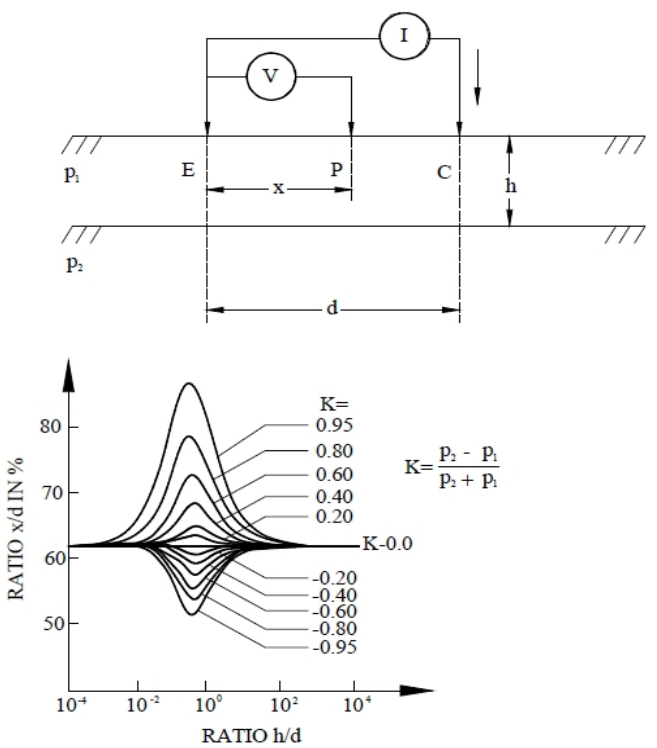
۱ـ یک خاک نسبتاً یکنواخت

۲ـ فواصل بزرگ بین شبکه زمین مورد آزمون و الکترودهای مرجع به گونه‌ای که همه الکترودها را بتوان نیمکره در نظر گرفت.

۳ـ الکترود مورد آزمون هیچ اتصالات زمین خارجی نداشته باشد.

جدول پ ـ ت ـ۱ـ ضرایب روش شیب

μ	PP_T/CP	μ	PP_T/CP	μ	PP_T/CP
0.40	0.643	0.80	0.580	1.20	0.494
0.41	0.642	0.81	0.579	1.21	0.491
0.42	0.640	0.82	0.577	1.22	0.488
0.43	0.639	0.83	0.575	1.23	0.486
0.44	0.637	0.84	0.573	1.24	0.483
0.45	0.636	0.85	0.571	1.25	0.480
0.46	0.635	0.86	0.569	1.26	0.477
0.47	0.633	0.87	0.567	1.27	0.474
0.48	0.632	0.88	0.566	1.28	0.471
0.49	0.630	0.89	0.564	1.29	0.468
0.50	0.629	0.90	0.562	1.30	0.465
0.51	0.627	0.91	0.560	1.31	0.462
0.52	0.626	0.92	0.588	1.32	0.458
0.53	0.624	0.93	0.556	1.33	0.455
0.54	0.623	0.94	0.554	1.34	0.452
0.55	0.621	0.95	0.552	1.35	0.448
0.56	0.620	0.96	0.550	1.36	0.445
0.57	0.618	0.97	0.548	1.37	0.441
0.58	0.617	0.98	0.546	1.38	0.438
0.59	0.615	0.99	0.544	1.39	0.434
0.60	0.614	1.00	0.542	1.40	0.431
0.61	0.612	1.01	0.539	1.41	0.427
0.62	0.610	1.02	0.537	1.42	0.423
0.63	0.609	1.03	0.535	1.43	0.418
0.64	0.607	1.04	0.533	1.44	0.414
0.65	0.606	1.05	0.531	1.45	0.410
0.66	0.604	1.06	0.528	1.46	0.406
0.67	0.602	1.07	0.526	1.47	0.401
0.68	0.601	1.08	0.524	1.48	0.397
0.69	0.599	1.09	0.522	1.49	0.393
0.70	0.597	1.10	0.519	1.50	0.389
0.71	0.596	1.11	0.517	1.51	0.384
0.72	0.594	1.12	0.514	1.52	0.379
0.73	0.592	1.13	0.512	1.53	0.374
0.74	0.591	1.14	0.509	1.54	0.369
0.75	0.589	1.15	0.507	1.55	0.364
0.76	0.587	1.16	0.504	1.56	0.358
0.77	0.585	1.17	0.502	1.57	0.352
0.78	0.584	1.18	0.499	1.58	0.347
0.79	0.582	1.19	0.497	1.59	0.341



شکل پ ـ ت ـ۳ـ موقعیت مورد نیاز الکترود ولتاژ در یک زمین دو لایه

همچنین، منطقه مرجع برای اندازه‌گیری فواصل الکترودهای کمکی (پراب‌های جریان و ولتاژ) مورد نیاز است. برای زمین‌های نیمکره‌ای، نقطه مرجع، مرکز زمین است. برای سامانه‌های زمین بزرگ، برخی از متخصصان مفهوم مرکز الکتریکی را مطرح می‌کنند و روش تعیین امپدانس زمین سامانه‌های گسترده را که در یک خاک یکنواخت مدفون هستند، شرح می‌دهند. کاربر باید توجه داشته باشد که برای یک سامانه شبکه زمین بزرگ و پیچیده، مرکز الکتریکی احتمالاً همان مرکز هندسی شبکه زمین نخواهد بود. برخلاف مرکز هندسی، محل زمین الکتریکی به شدت به پروفایل چگالی جریان درون و پیرامون هادی‌های شبکه زمین بستگی دارد. آزمون افت پتانسیل، مقاومت بین یک نقطه در شبکه زمین و زمین دور را اندازه‌گیری می‌کند. اگر یک مقدار آزمون بسیار بزرگ‌تر از مقدار مورد انتظار باشد، پس احتمال دارد سیم‌های آزمون به یک هادی که به صورت نامناسبی به شبکه زمین وصل است، چسبیده باشد. اگر مظنون به یک اتصال ضعیف هستیم، می‌توان اندازه‌گیری‌ها را در نقاط دیگری در شبکه زمین تکرار کرد. اگر مقادیر اصلی و تکرار شده، اختلاف فاحشی با یکدیگر داشته باشند، احتمالاً شبکه زمین آسیب دیده و یک آزمون پیوستگی زمین برای شبکه زمین باید انجام شود. به روش دیگر، آزمون‌های پیوستگی را می‌توان پیش از انجام آزمون افت پتانسیل انجام داد.

در حالت کلی، بهترین راه بدست آوردن یک اندازه‌گیری رضایت‌بخش، دستیابی به فاصله بین شبکه زمین و پراب جریان (شکل پ ـ ت ـ۱) است؛ به طوری که همه مقاومت‌های متقابل به اندازه کافی کوچک باشند و منحنی افت پتانسیل در بیرون قرار بگیرد (شکل پ ـ ت ـ ۲). فایده اصلی روش افت پتانسیل این است که الکترودهای ولتاژ و جریان می‌توانند مقاومت بسیار بالاتری نسبت به الکترود زمین مورد آزمون داشته باشند بدون اینکه تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی دقت اندازه‌گیری داشته باشد.

یادآوری ـ در زمان اندازه‌گیری سامانه اتصال زمین به روش افت پتانسیل، الکترود جریان کمکی باید از دسترس افراد انجام‌دهنده آزمون، دور باشد.

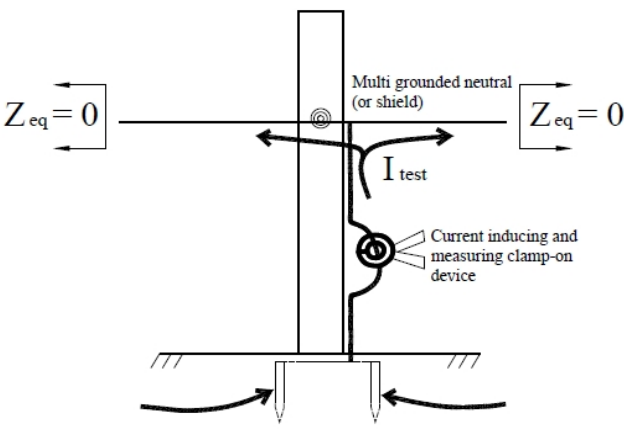
ت ـ ۴ روش کلمپی (stakeless)

کلمپ، مقدار مقاومت یک الکترود زمین را با کلمپ کردن روی سیم هادی پایین‌دستی طبق شکل پ ـ ت ـ ۴ اندازه‌گیری می‌کند. وقتی دستگاه روشن می‌شود، ولتاژی با فرکانس معین، معمولاً بین ۱ کیلوهرتز و ۳/۴KHz به سامانه زمین یکپارچه شامل الکترود زمین مورد اندازه‌گیری القا می‌شود. ولتاژ القایی باعث می‌شود که یک جریان (I_{test}) درون سامانه ای با چند زمین جاری شود که این مقدار جریان توسط دستگاه اندازه‌گیری می‌شود. سپس، نسبت ولتاژ به جریان (امپدانس) مشخص و در صفحه نمایش دستگاه به صورت دیجیتالی نشان داده می‌شود. این روش بر این فرض استوار است که امپدانس سامانه خنثای (نول) با چند زمین (یا شیلد)، به جز الکترود زمین مورد آزمون، در مقایسه با امپدانس الکترود زمین آنقدر کوچک است که می‌توان آن را صفر درنظر گرفت($Z_{eq}=0$). با این فرض، عدد نشان داده شده، مقاومت الکترود زمین را وقتی به روش مناسبی استفاده شود، تخمین می‌زند. دقت دستگاه کلمپ بر تنظیم مناسب چنگک‌ها مبتنی است. برای اطمینان از عملکرد مناسب، این دستگاه باید به صورت دوره‌ای کالیبره شود.

گرچه این روش، یک روش عملی است و به طور گسترده برای خطوط انتقال و توزیع استفاده می‌شود، تئوری خود را وامدار برخی از محدودیت‌های کاربردی طبق فهرست زیر است:

۱ـ کاربرد آن به الکترود زمینی که به یک سامانه زمین با امپدانس نسبتاً پایین وصل است، محدود می‌شود.

۲ـ اگر راکتانس القایی شیلد چند زمینی یا سامانه نول تحت آزمون در مقایسه با مقاومت مورد اندازه‌گیری قابل ملاحظه باشد، خطای بزرگی در نتایج اندازه‌گیری پدید می‌آید. تا حدودی درست است که دستگاه کلمپ نیاز به فرکانس‌های آزمون بالا(۱KHz تا ۳/۴KHz) برای حفظ شکل‌های متراکم خود دارد، با این فرض که هیچ تلاشی برای محاسبه راکتانس در مدار آزمون نیاز نیست. فرکانس بالای تزریق شده به مدار آزمون، امپدانس راکتیو مدار را افزایش می‌دهد و در صورتی که اندوکتانس قابل ملاحظه باشد، می‌تواند اختلال بزرگی در نتایج آزمون پدید آورد.



شکل پ ـ ت ـ۴ـ اندازه‌گیری مقاومت به روش کلمپی

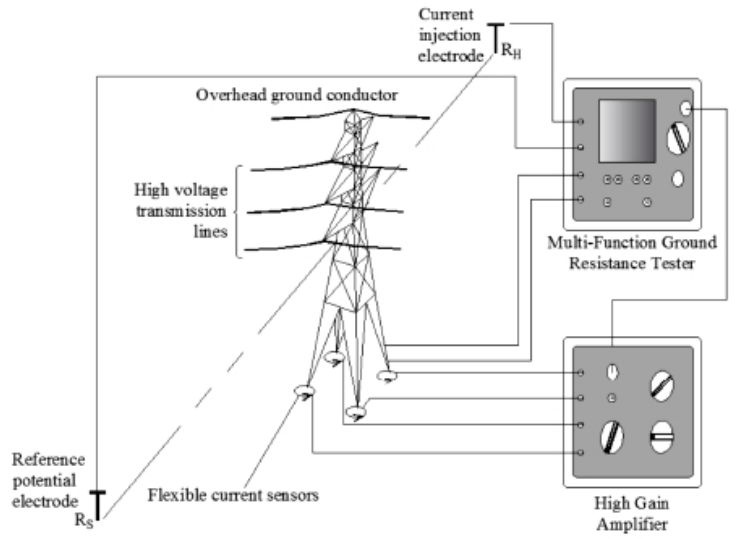
۳ـ اثرات خوردگی روی محل‌های اتصالات روی سامانه نول (یا سیم شیلد) می‌تواند در نتایج آزمون تأثیرگذار باشد. به هر حال، معمولاً یک شیلد یا سیم نول باز توسط دستگاه نشان داده می‌شود.

۴ـ این روش، قابل اعمال به یک سامانه الکترود زمین با چندین اتصال مانند یک شبکه زمین ایستگاه فرعی یا زمین‌های سازه نیست. زمین‌های سازه را باید به جز در محل مورد اندازه‌گیری قطع کرد. مطمئن شوید که هر سیم زمین، باید به روشی ایمن قطع شود.

۵ ـ نویز فرکانس بالا در سامانه می‌تواند روی نتایج اندازه‌گیری تأثیر بگذارد. در زمان اندازه‌گیری یک زمین با مقاومت بالا، یک نسبت نویز به سیگنال بالا ممکن است اتفاق بیفتد.

ت ـ ۵ روش ترکیبی افت پتانسیل و کلمپی

یک مقاومت مستقل الکترود زمین را می‌توان با ترکیب روش افت پتانسیل و کلمپی نیز اندازه‌گیری کرد(شکل پ ـ ت ـ ۵). پراب‌های ولتاژ و جریان مانند الزام موجود در روش افت پتانسیل (FOP) در یک جهت قرار داده می‌شوند. علاوه بر عبور جریان از درون سامانه زمین، یک ترانسفورماتور جریان (CT) کلمپی، کسری از جریان آزمون را که درون سامانه زمین جاری می‌شود، اندازه‌گیری می‌کند. سپس نسبت ولتاژ اندازه‌گیری شده به جریان زمین اندازه‌گیری شده، مقاومت مستقل سامانه زمین را نشان می‌دهد.



شکل پ ـ ت ـ ۵ ـ سامانه اندازه‌گیری مقاومت زمین دکل با استفاده از روش افت پتانسیل و اندازه‌گیری‌های جریان نشتی

روش ترکیبی افت پتانسیل/کلمپ، اغلب برای اندازه‌گیری مقاومت‌های چند پایه یا سازه‌های خط انتقال سیمی که سامانه‌های الکترود زمین اختصاصی ندارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای اندازه‌گیری جریان زمین، از یک ترانسفورماتور جریان با هسته دو قسمتی[1] بزرگ استفاده می‌شود(شکل پ ـ ت ـ ۵). در حالت دکل چهارپایه، مقاومت هر پایه قبل از ترکیب آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود تا مقاومت کل سازه تعیین شود. همچنین، دستگاهی ساخته شده است که امکان اندازه‌گیری همه چهار مقاومت را به طور همزمان فراهم می‌کند.

مشابه روش کلمپی، نویز فرکانس بالا در سامانه می‌تواند روی مقدار قرائت شده تأثیر بگذارد. در زمان اندازه‌گیری یک زمین با مقاومت بالا نیز یک نسبت نویز به سیگنال بزرگ ممکن است به وجود آید.

ت ـ ۶ روش استفاده از مالتی‌متر زمین کامپیوتری

یک دستگاه مالتی‌متر زمین کامپیوتری با قابلیت تعیین مشخصات امپدانس یک سامانه زمین ایزوله یا مجتمع(یکپارچه) ساخته شده است. آزمون، شامل نصب یک الکترود برگشت جریان و ۶ الکترود سنجش ولتاژ است(از طریق یک جفت سیم کواکسیال سه تایی[2] که هریک به ۳ الکترود متصل هستند). (شکل پ ـ ت ـ۶). الکترود برگشت جریان در فاصله حداقل ۲ برابر بلندترین بعد ایستگاه فرعی قرار داده می‌شود. اولین پراب ولتاژ در هر رشته معمولاً در فاصله ۱۵ متری از حصار ایستگاه فرعی استقرار می‌یابد. فواصل بقیه پراب‌های ولتاژ به طور خودکار نسبت به پراب اول ثابت می‌شود. برای دقت بهتر، پراب‌های ولتاژ تا حد امکان دور از سایر سازه‌های زمین(مانند لوله‌ها و زمین‌های قطب) قرار داده می‌شوند.

1- Split-core CT
2- Tricoaxial

عموماً، این نوع مالتی‌مترها امکانات اندازه‌گیری ذیل را در اختیار کاربر قرار می‌دهند:

۱ـ امپدانس زمین (سامانه زمین ایزوله یا اتصال داخلی یک دکل، قطب یا ایستگاه فرعی)؛

۲ـ مقاومت خاک؛

۳ـ امپدانس زمین دکل (امپدانس زمین مستقل دکل/ قطب بدون قطع سیم‌های شیلد یا نول)؛

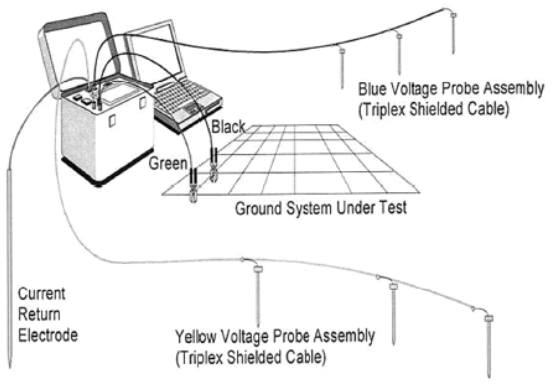
۴ـ ولتاژ تماسی؛

۵ ـ ولتاژ گام؛

۶ ـ امپدانس زمین مستقل ایستگاه فرعی بدون قطع سیم‌های شیلد یا نول؛

۷ـ ولتاژ انتقال؛

۸ ـ امپدانس پایین/ پیوستگی (آزمون یکپارچگی هادی شبکه زمین ایستگاه فرعی).



شکل پ ـ ت ـ۶ ـ اندازه‌گیری امپدانس زمین با استفاده از مالتی‌متر زمین کامپیوتری

بر اساس اندازه‌گیری انتخاب‌شده، کاربر چندین پارامتر را از جمله نوع و اندازه سامانه زمین(میله‌های زمین، سیم‌های متقابل یا شبکه زمین) و مختصات تقریبی برای الکترودهای جریان و ولتاژ را وارد می‌کند. در زمان آزمون، واحد منبع تغذیه، پالس‌های پیوسته(نویز سفید) را بین الکترود زمین تحت آزمون و الکترود برگشت جریان تزریق می‌کند. پالس‌های جریان برای یک مدت کوتاه، معمولاً ۰/۵ ثانیه، تزریق می‌شوند. در حالت امپدانس زمین، اختلاف پتانسیل‌های زمین(GPD) به وسیله ۶ الکترود ولتاژ اندازه‌گیری می‌شود. سپس، نرم‌افزار کامپیوتر، جریان و اختلاف پتانسیل‌های (GPD) اندازه‌گیری شده را پردازش می‌کند و عملیات زیر را انجام می‌دهد:

۱ـ فیلتر کردن نویز؛

۲ـ تصحیح خطاهای مبدل ولتاژ و جریان؛

۳ـ تخمین امپدانس الکترود زمین و ضریب خاک با حل یک معادله ماتریسی ۶×۲ با استفاده از روش حداقل مربعات وزنی[3]؛

۴ـ نمایش یک منحنی امپدانس زمین (دامنه و زاویه فاز) نسبت به فرکانس روی صفحه نمایش.

در حوزه‌های دیگر مانند موارد ذیل، روش کامپیوتری محدودیت‌هایی مشابه روش افت پتانسیل دارد که می‌تواند دقت داده‌ها را تحت تأثیر قرار دهد:

۱ـ فاصله‌های پراب جریان و ولتاژ از یک مرکز الکتریکی مفروض اندازه‌گیری شده و در نتیجه، امپدانس یک سامانه زمین با اتصالات داخلی به دقت تعیین نمی‌شود؛

۲ـ مقدار امپدانس اندازه‌گیری شده با تغییر مکان‌های پراب ولتاژ و یا جریان تغییر می‌کند.

به هر حال این روش، محدوده‌ای از خطاها را به همراه مقدار امپدانس فراهم می‌کند.

یادآوری ـ در اندازه‌گیری سامانه اتصال زمین در کارگاه‌هایی که سامانه اتصال زمین آن‌ها به صورت شبکه است، در صورتی که اشیای فلزی مدفون در زمین با گستردگی خوب موجود باشند و مقاومت الکتریکی آن‌ها بسیار ناچیز و قابل صرف نظر باشد، از این اشیای فلزی می‌توان هم به عنوان الکترود کمکی جریان و هم به عنوان الکترود کمکی ولتاژ استفاده نمود. در این شرایط، از نول ولتاژ پایین پست همسایه می‌توان هم به عنوان الکترود کمکی جریان و هم به عنوان الکترود کمکی ولتاژ استفاده کرد. در این صورت، باید نول مورد آزمایش واقع شود و از تخلیه انرژی الکتریکی آن اطمینان حاصل شود.

3- weighted least square