

این آیین نامه جایگزین آیین نامه ایمنی تاسیسات الکتریکی با اتصال زمین مصوب جلسه مورخ ۱۳۶۵/۲/۲۸ شورای عالی حفاظت فنی کشور شده است.

اداره کل بازرسی کار

باسمه تعالی

فصل اول - تعاریف

این فصل به تعریف اصطلاح ها و کلمه های به کار رفته در آیین نامه می پردازد.

۱- زمین (ارت)^۱:

رسانندگی جرم زمین را در صورتی که پتانسیل الکتریکی در هر نقطه از زمین به صورت قراردادی برابر صفر در نظر گرفته شود، زمین (ارت) می نامند.

۲- سیستم اتصال به زمین (ارتینگ)^۲:

یک یا چند الکتروود همراه با سیم های ارت را که قابلیت اتصال به ترمینال اصلی داشته باشند، سیستم اتصال به زمین (ارتینگ) می نامند.

۳- الکتروود ارت (زمین)^۳:

رسانا یا گروهی از رساناهای متصل به هم است که اتصال الکتریکی به زمین را فراهم می کنند.

۴- مقاومت الکتروود ارت^۴:

مقاومت بین ترمینال اصلی زمین و کره زمین است.

۵- امپدانس حلقه اتصال به زمین^۵:

امپدانس حلقه جریان اتصالی زمین است که شروع و پایان آن نقطه اتصالی است و با z_s نشان داده می شود.

- حلقه اتصالی زمین در سیستم های مختلف به شرح ذیل است:

الف- سیستم های TN

نقطه شروع (محل اتصالی)، از بدنه دستگاه به ترتیب ارت، شینه ارت، شینه نول، نقطه ترانس، سیم پیچ ترانس، سیم فاز اتصالی و نقطه اتصال به بدنه.

ب- سیستم های TT و IT

نقطه شروع (محل اتصالی)، سیم اتصال به زمین، الکتروود زمین، الکتروود سیستم، شینه نول، نقطه صفر ترانس، سیم فاز اتصالی و نقطه اتصالی.

۶- اتصالی:

حالتی از مدار است که جریان در مسیری غیرعادی یا بدون اینکه پیش بینی شده باشد یا در نظر گرفته شود، جاری می شود. این جریان امکان دارد از نقص در عایق بندی یا از بست های به کار رفته بر روی عایق رساناها ناشی شود.

۷- جریان اتصال به زمین (جریان اتصال کوتاه)^۱:

1- Earth
2- Earthing
3- Earth Electrode
4- Total Earthing Resistance
5- Earthing Loop Resistance
1- (Solid) Short-Circuit Current

اضافه جریانی است که در نتیجه بروز اتصالی با امپدانسی قابل چشم‌پوشی بین هادی‌هایی با پتانسیل‌های مختلف در شرایط عادی کار برقرار شود.

۸- جریان نشتی زمین^۲:

جریان جاری به زمین یا رسانه‌های دیگری را که مدار الکتریکی آنها به زمین راه دارد، جریان نشتی زمین می‌نامند. در صورت استفاده از خازن در مدارها، امکان دارد جریان مذکور دارای مقداری جزء خازنی هم باشد.

۹- سیم اتصال به زمین (سیم ارت)^۳:

سیم حفاظتی را گویند که ترمینال اصلی ارت تأسیسات را به الکتروود ارت یا سایر قسمت‌های اتصال به زمین وصل می‌کند.

۱۰- سیم خنثی (نول)^۴:

سیمی متصل به نقطه خنثی در سیستم (صفر زمین) که قادر است انرژی الکتریکی را انتقال دهد.

۱۱- هادی حفاظتی (PE)^۱:

در بعضی از اقدامات حفاظتی برای تأمین ایمنی در برابر برق گرفتگی لازم است با استفاده از هادی حفاظتی قسمت‌های زیر به همدیگر وصل شوند:

- بدنه‌های هادی؛

- قسمت‌های هادی بیگانه؛

- ترمینال اصلی زمین؛

- الکتروود زمین؛

- نقطه صفر ترانس (نقطه خنثی)؛

۱۲- سیم غلافدار فلزی به منظور زمین کردن:

یک نوع سیستم سیم‌کشی است که در آن سرتاسر طول یک یا چند سیم عایق را توسط نوار یا غلاف فلزی پوشانده شده و مانند هادی PEN عمل می‌کند.

۱۳- سیم مشترک ارت- نول (PEN)^۲:

سیمی را که به طور مشترک، هم کار سیم اتصال به زمین و هم کار سیم نول را انجام دهد، سیم PEN می‌نامند.

۱۴- قسمت‌های بی‌حفاظ (روباز) هادی:

قسمت بی‌حفاظ از تجهیزات را که قابل لمس بوده و حامل برق نیست، اما امکان برق‌دار شدن در شرایط اتصالی را دارد، قسمت بی‌حفاظ هادی می‌نامند.

۱۵- ترمینال اصلی اتصال به زمین (ارتینگ)^۳:

2- Earth Leakage Current
3- Earth Leakage Current
4- Neutral Conductor
1- Protective Conductor
2- Pen Conductor
3- Main Earthing Terminal

ترمینال یا شینه‌ای را گویند که برای اتصال به سیم‌های محافظ تهیه شده و سیم‌های هم‌پتانسیل کننده و سیم‌های اتصال به زمین (ارت)، یا هر وسیله‌ای که به عنوان اتصال به زمین (ارتینگ) به کار می‌رود، به آن وصل می‌شوند.

۱۶- قسمت‌های برق دار^۱ :

سیم یا قسمت‌هایی از رسانا را که برای استفاده‌های معمولی برق دار شده‌اند، قسمت‌های برق دار می‌نامند. سیم نول نیز شامل این قسمت هاست، اما طبق قرارداد، سیم PEN (سیم مشترک ارت-نول) به عنوان قسمت برق دار محسوب نمی‌شود.

۱۷- پتانسیل زمین (ارت)^۲ :

پتانسیل الکتریکی ایجاد شده نسبت به جرم موجود زمین یا نسبت به سطح زمین اطراف الکتروود ارت را هنگامی که جریان الکتریکی از الکتروود به زمین جاری شود، پتانسیل زمین می‌نامند.

۱۸- گرادیان پتانسیل (در یک نقطه از زمین)^۳ :

اختلاف پتانسیل اندازه‌گیری شده بر واحد طول یک نقطه را در جهتی که پتانسیل بیشترین مقدار را داشته باشد، گرادیان پتانسیل می‌نامند.

۱۹- دستگاه‌های سیار (قابل حمل)^۴ :

دستگاه‌های الکتریکی را می‌نامند که در حال حرکت کار می‌کنند یا اینکه می‌توانند به آسانی از محلی به محلی دیگر حرکت داده شوند. در حالی که به پست توزیع برق متصل هستند.

۲۰- قسمت‌هایی که به طور همزمان با هم قابل دسترسی هستند^۵ :

سیم‌ها یا قسمت‌های رسانا که به طور همزمان در موقعیت‌های مخصوصی قابل لمس هستند. این قسمت‌ها شامل بدنه‌های برق دار، قسمت‌های بدون حفاظ (روباز)، هادی‌های بیگانه، سیم ارت و الکتروودهای ارت هستند.

۲۱- دستگاه پس‌ماند جریان (RCD)^۱ :

دستگاه سوئیچینگ مکانیکی یا مجموعه‌ای از دستگاه‌ها که در شرایط مشخصی سبب بازنگه داشتن اتصالات در مواقعی می‌شوند که پس‌ماند جریان به مقدار معینی رسیده باشد.

۲۲- هادی بیگانه:

قسمتی از رساناها را که احتمال ایجاد پتانسیل، به ویژه پتانسیل ارت در آنها وجود دارد و قسمت‌های شکل یافته‌ای از تجهیزات الکتریکی نیستند، هادی بیگانه می‌نامند.

۲۳- وسایل قطع و وصل و کنترل^۲ (قبل یا بعد از تابلو)

1- Live Part
2- Earth Potential
3- Potential Gradient
4- Mobile Equipment
5- Simultaneously Accessible Ports
1- Residual Current Device
2- Switchgear and Control Gear

تجهیزاتی است که برای وصل یک مدار الکتریکی با هدف ذیل پیش‌بینی می‌شود:

- حفاظت

- کنترل

- جدا کردن

- انجام عملیات قطع و وصل

۲۴- تابلو^۳ (مجموعه‌ای از تجهیزات قطع و وصل و کنترل):

ترکیبی است از فیوزها، لوازم قطع و وصل ورله‌های کنترل که کلیه اتصالات الکتریکی و مکانیکی بین آنها و نیز وسایل اندازه‌گیری مانند آمپر متر یا ولت‌متر را نیز شامل می‌شود.

۲۵- حصار^۴ :

حفاظی است که از تماس مستقیم با ولتاژهای خطرناک جلوگیری می‌کند. مانند حصار ترانس پست برق فشار قوی.

۲۶- باتری^۱ :

یک سیستم الکترو شیمیایی است که قادر به ذخیره انرژی الکتریکی دریافتی به صورت شیمیایی است و آن را از طریق تبدیل، بازپس می‌دهد.

۲۷- کانال کابل^۲ :

محفظه یا پوششی است که بالای زمین یا داخل آن قرار دارد و در بعضی موارد دارای تهویه است و ابعاد آن اجازه ورود افراد را به داخل آن نمی‌دهد، ولی امکان دسترسی به هادی ها یا کابل ها در تمامی طول آن امکان پذیر است.

۲۸- سینی کابل^۳:

تکیه‌گاه پایه‌داری برای کابل است که لبه‌های آن برگشته و بدون پوشش است و ممکن است دارای منافذ پرس شده باشد.

۲۹- تونل کابل^۴:

محفظه‌ای است به شکل راهرو و آدمرو، حامی سازه‌های نگهدار برای هادی ها یا کابل ها و مفصل ها که دسترسی آزاد برای افراد در تمام طول آن ممکن باشد.

۳۰- مدار (برقی در یک تأسیسات)^۵ :

مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی که از منبعی واحد تغذیه کنند و در برابر اضافه جریان ها به کمک وسیله واحدی حفاظت شوند.

۳۱- مدار توزیع (از یک تأسیسات)^۶ :

3- Switch Board

4- Barrier

1-Battery

2- Cable Channel

3- Cable Tray

5- Circuit

مداری است که یک تابلوی برق را تغذیه می‌کند.

۳۲- کلید خودکار^۱ :

وسیله مکانیکی قطع و وصل است که قادر است در شرایط عادی مدار جریان‌ها را قطع یا وصل کند و در شرایط غیرعادی مانند اتصال کوتاه، جریانی را به مدت کوتاه از خود عبور دهد یا قطع کند.

۳۳- جریان طراحی (یک مدار)^۲ :

شدت جریان است که پیش‌بینی می‌شود در حالت عادی از مدار عبور کند.

۳۴- جریان مجاز حرارتی (یک هادی)^۳ :

حداکثر شدت جریان است که می‌تواند به طور دایم و در شرایط معین از هادی عبور کند، بدون آن که دمای دایمی آن از مقدار مشخص تجاوز کند.

۳۵- اضافه جریان^۴ :

هر شدت جریانی که از مقدار اسمی تجاوز کند. در مورد هادی‌ها مقدار اسمی برابر جریان مجاز حرارتی است.

۳۶- جریان اضافه بار (یک مدار)^۵ :

اضافه جریان در مداری است که خرابی الکتریکی ندارد.

۳۷- شدت جریان عملیاتی قراردادی (مربوط به یک وسیله حفاظتی)^۶ :

شدت جریان معینی است که سبب می‌شود وسیله حفاظتی در مدت مشخصی که به آن زمان قراردادی گویند، عمل کند.

۳۸- تماس مستقیم^۱ :

تماس افراد یا احشام است با قسمت‌های برق دار، مانند تماس با سیم فاز یا تماس با سیم فاز و نول

۳۹- تماس غیرمستقیم^۲ :

تماس افراد یا احشام با قسمت‌های معیوب الکتریکی مانند تماس با کلید یا پریز معیوب یا بدنه فلزی برق دار شده که در حالت عادی برقرار نیستند.

۴۰- ترمینال اصلی زمین (شینه ارت)^۳ :

ترمینال یا شینه‌ای است که برای وصل هادی‌های حفاظتی که شامل هادی‌های همبندی برای هم ولتاژ کردن و هادی‌های مربوط به اتصال زمین عملیاتی (در صورت وجود) به سیستم زمین است، پیش‌بینی می‌شود.

6- Distribution Circuit of an Installation

1- Circuit- Breaker

2- Design Current (of a Circuit)

3- Current Carrying Capacity

4- Over Current

5- Over Load Current

6- Conventional Operating Current

1- Direct Contact

2- Undirect Contact

3- Main Earthing Terminal

۴۱- تجهیزات الکتریکی^۴:

شامل هر نوع مصالح و لوازم و وسایل و تجهیزاتی است که در تولید، تبدیل، انتقال، توزیع یا مصرف انرژی الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مانند ترانسفورماتورها، وسایل اندازه‌گیری، وسایل حفاظتی، تجهیزات سیستم های سیم‌کشی و وسایل مصرف‌کننده انرژی الکتریکی مانند لوازم خانگی و غیره.

۴۲- تجهیزات مصرف‌کننده جریان^۵:

تجهیزاتی است که برای تبدیل انرژی الکتریکی به نوعی انرژی دیگر در نظر گرفته می‌شود. مانند لامپ ها، بخاری های برقی و دینام ها.

۴۳- فیوز^۱:

وسیله‌ای است که به نحو مخصوصی طراحی و تناسب یافته و در صورتی که در یک مدار الکتریکی شدت جریان برق در مدت زمان معینی از مقدار کافی بیشتر شود از طریق ذوب یک یا چند المان، آن مدار را حفظ می‌کند.

۴۴- تاسیسات الکتریکی^۲:

مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی مرتبط با هم است که هدف یا هدف های معینی را که دارای مشخصات هماهنگ هستند تأمین می‌کنند.

۴۵- سرویس ورودی تأسیسات الکتریکی^۳:

نقطه‌ای است که در آن انرژی الکتریکی به ساختمان، کارگاه یا کارخانه تحویل می‌شود.

۴۶- عایق‌بندی^۴:

عایق‌بندی به قسمت های برق دار اعمال می‌شود تا در برابر برق گرفتگی ایمنی ایجاد کند.

۴۷- عایق‌بندی کابل^۵:

مواد عایقی هستند که در ساختار کابل به کار می‌رود و کار اصلی آنها مقاومت در برابر ولتاژ است.

۴۸- مفصل^۶:

وسیله‌ای است برای اتصال بین دو کابل که یک مدار مداوم را تشکیل می‌دهد.

۴۹- سپر (شیلدینگ کابل)^۱:

لایه فلزی و زمین شده روی کابل است تا میدان الکتریکی کابل را به داخل آن محدود یا کابل را در برابر تأثیر عوامل الکتریکی خارج، حفاظت کند. (غلاف های فلزی، زره ها و هادی های هم مرکز زمین شده ممکن است به عنوان سپر نیز به کار روند).

4- Electrical Equipment

5- Current Equipment

1- Fuse

2- Electrical Installation

3- Origin of an Electrical Installation Service Entrance

4- Insulation

5- Insulation (of a Cable)

6- Joint

1- Shield

۵۰- کلید قطع بار^۲:

وسیله مکانیکی قطع و وصل است 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 و همین‌طور برای مدتی مشخص جریان هایی را در شرایط غیرعادی مدار، مانند اتصال کوتاه تحمل کند.

۵۱- ولتاژ تماس^۳:

ولتاژی است که به هنگام بروز خرابی در عایق‌بندی بین قسمت‌هایی از هادی‌ها، بدنه‌های هادی، قسمت‌های هادی بیگانه و غیره که به طور همزمان در دسترس هستند، ظاهر می‌شود. (شکل ۱).

۵۲- ولتاژ تماس احتمالی^۴:

حداکثر ولتاژ تماس است که احتمال دارد در صورت بروز اتصال کوتاهی با امپدانس ناچیز، در تأسیسات الکتریکی ظاهر شود.

۵۳- ولتاژ گام:

ولتاژی است که بر اثر برخورد هادی فاز با زمین ایجاد می‌شود. این برخورد ممکن است در اثر پارگی هادی‌های فاز برق فشار ضعیف یا فشار قوی بوجود آمده و یا این که در اثر از بین رفتن عایق بندی سیم‌ها یا کابل‌های برق دار و نشت جریان برق به زمین حادث می‌شود (شکل ۱).

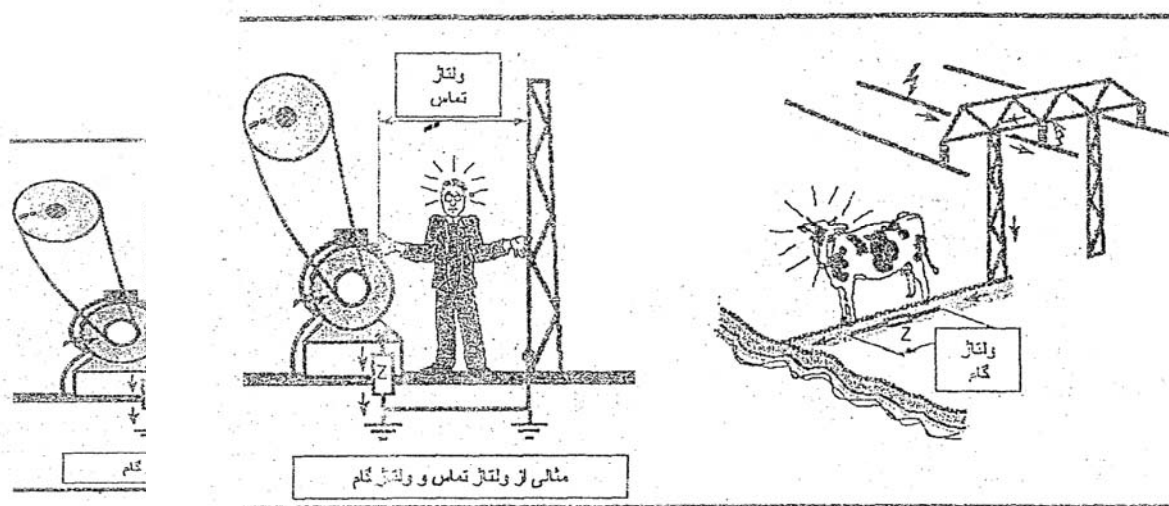
۵۴- اضافه ولتاژ صاعقه^۱:

اضافه ولتاژ گذرای در نقطه‌ای از سیستم است که به علت اصابت صاعقه‌ای با مشخصات معین ظاهر می‌شود.

۵۵- سیستم سیم‌کشی^۲:

مجموعه‌ای است متشکل از کابل و سیم یا کابل‌ها و سیم‌ها و یا شینه‌کشی و همچنین قسمت‌هایی که آنها را نگهداری می‌کند (لوله‌های پولیکای توی کار، روی کار، داکت‌ها، سینی‌ها و کانال‌ها).

شکل ۱: ولتاژ تماس و ولتاژ گام



ب) ولتاژ تماس

الف) : ولتاژ گام

- 3- Touch Voltage
- 4- Prospective Touch Voltage
- 1- Lighting Overvoltage
- 2- Wiring System

فصل دوم - مفاهیم بنیادین سیستم اتصال به زمین

ماده ۱- اتصال به زمین از دو نظر مهم است:

۱- حفظ سلامت و ایمنی افرادی که از سیستم برق استفاده می کنند.

۲- حفظ سلامت سیستم، صرف نظر از مسایل مربوط به ایمنی.

ماده ۲- اتصال به زمین از نظر انجام کار صحیح و سالم سیستم، دو هدف را دنبال می کند:

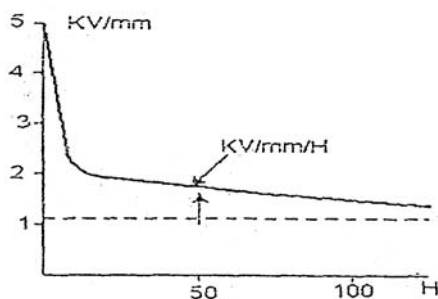
۱- ایجاد شرایطی که در آن، سیستم از نظر فنی درست عمل کند.

این هدف با برقراری مسیری از طریق زمین به منبع تغذیه و اتصال به زمین با استفاده از رله های حساس به دست می آید.

۲- ایجاد شرایطی که در آن عایق بندی سیستم سالم می ماند.

در ساده ترین تحلیل ممکن، یک سیستم از رساناها و عایق ها تشکیل می شود. رساناها باید تاجایی که ممکن است جلوی عبور جریان برق از مسیرهای ناخواسته را بگیرند. به عبارت دیگر، عبور جریان برق باید در مسیر دلخواه برقرار شود و در سایر جهات از آن جلوگیری به عمل آید. عایق ها حساس تر از هادی ها هستند و علاوه بر دمای زیادی که سبب انهدام عایق می شود، بالا رفتن بیش از حد ولتاژ و اثر آن به مدت طولانی، مخصوصاً در دمای بالا، عایق را زودتر از بین برده و سبب بروز خرابی در سیستم می شود.

به طور خلاصه، صرف نظر از اثر دما در تحلیل اولیه، عمر عایق بندی بستگی به شدت میدان و مدت زمان برقراری آن دارد. اگر شدت میدان کمی از مقدار مجاز آن بیشتر باشد، ممکن است پس از چند سال سبب خرابی عایق بندی شود و اگر این مقدار چند برابر مقدار مجاز باشد، در ظرف چند دقیقه یا ثانیه سبب از بین رفتن عایق بندی در ضعیف ترین نقطه سیستم می گردد. در شکل (۲) منحنی تغییرات ایستادگی عایق بندی یک کابل با توجه به تنش میدان الکتریکی و مدت زمان برقراری آن نشان داده شده است.



شکل ۲: تغییرات ایستادگی عایق بندی یک کابل با توجه به تنش میدان الکتریکی و مدت زمان برقراری آن

مشاهده می شود که تغییرات شدت میدان نسبت به زمان به گونه ای است که شدت میدان با خط افقی مجانب است و این مقداری است که در مدتی طولانی، عایق بندی در آن شدت میدان را نشان خواهد داد. قابل ذکر است که در دماهای مختلف محل خط مجانب تغییر خواهد کرد.

ماده ۳- تغییرات در سیستمی که به زمین وصل نیست:

در این بخش به بررسی اثر ولتاژها در حالت واقعی می پردازیم. شکل (۳) وضعیت ولتاژها را در صورت وصل نبودن یک نقطه از سیستم به زمین نشان می دهد:

ولتاژ نقطه خنثی (N) نسبت به زمین در صورت سالم بودن سیستم، به علت وجود خازن های طبیعی بین فازهای سیستم و زمین، برابر صفر است و در این هنگام ولتاژهای موجود هیچ تنش اضافی را روی عایق بندی هادی خنثی و هادی های فازها در سرتاسر سیستم، به وجود نخواهد آورد.

$$U_{N-E} = 0$$

$$U_{L1-E} = U_0 = 240V$$

$$U_{L2-E} = U_0 = 230V$$

$$U_{L3-E} = U_0 = 230V$$

اما اگر به سبب بروز سانحه ای در سیستم، یکی از فازها (L_1) به زمین وصل شود، وضعیت ولتاژها سیستم به صورت ذیل خواهد بود:

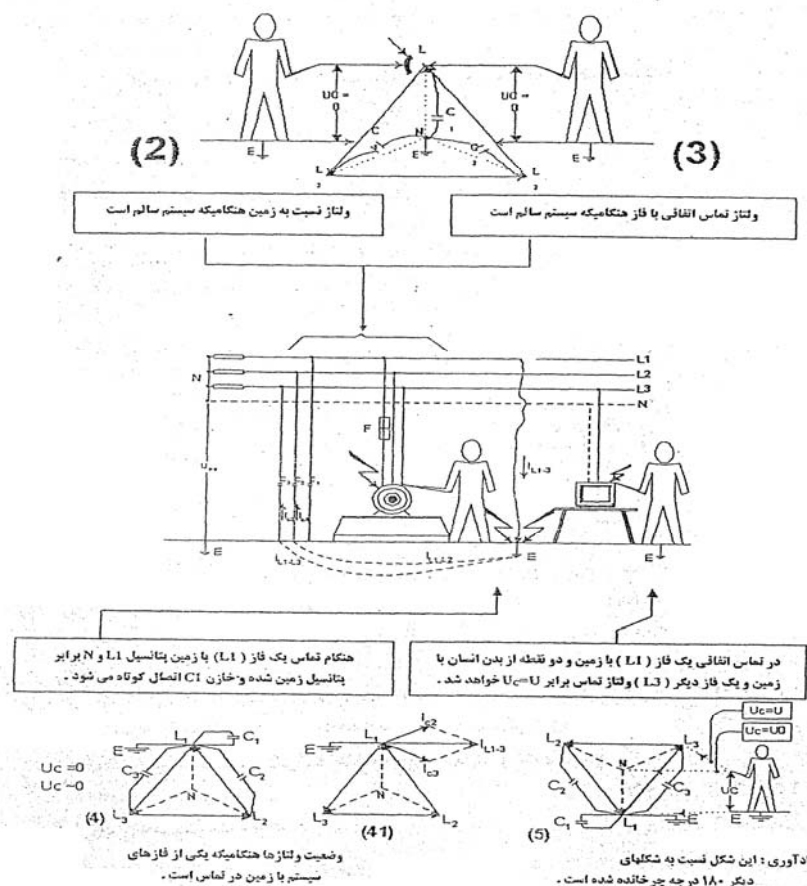
ولتاژها نقطه خنثی (N) نسبت به زمین در سیستمی که یک فاز آن به زمین وصل شده است، دیگر برابر صفر نبوده و برابر U خواهد بود. در این هنگام ولتاژهای موجود تنشی را روی عایق بندی هادی خنثی و هادی های فازها در سرتاسر سیستم به وجود خواهند آورد:

$$U_{N-E} = U_0 = 230V$$

$$U_{L1-E} = U = 0$$

$$U_{L2-E} = U = 400V$$

$$U_{L3-E} = U = 400V$$



شکل ۳: وضعیت ولتاژها در صورت وصل نبودن یک نقطه از سیستم به زمین

وزارت کار و امور اجتماعی - اداره کل بازرسی کار

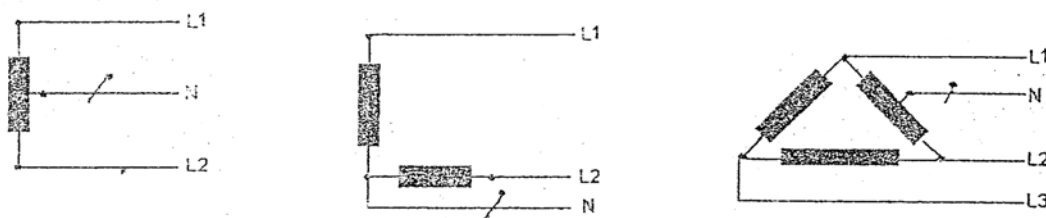
همچنین مقدار ولتاژ ممکن است در زمانی طولانی عایقی را که برای آن پیش‌بینی نشده است، از بین ببرد. از طرف دیگر، قبل از اینکه عایق‌بندی در اثر بالا رفتن ولتاژها خراب شود، ممکن است باعث جرقه زدن بین نقاطی از سیستم شود که ولتاژ آنها نسبت به هم بیشتر از دوام عایق آنهاست.

ماده ۴- انواع سیستم های توزیع فشار ضعیف:

۱- سیستم های سه فاز یا هادی خنثی؛

۲- سیستم های تک فاز منشعب از سه فاز با هادی خنثی؛

دو سیستم مذکور در ایران معمول است اما نوع دیگر سیستم های توزیع وجود دارند که در شکل (۴) نمونه هایی از آنها را مشاهده می کنید.



شکل ۴: انواع سیستم های توزیع فشار ضعیف

دو سیستم مذکور در ایران معمول است، اما انواع دیگر سیستم های توزیع وجود دارند که در شکل (۴) نمونه هایی از آنها را مشاهده می کنید.

ماده ۵- شناسایی هادی ها در سیستم های جریان متناوب:

(۱-۳-۲) برای مشخص کردن هادی فاز از حرف L (اولین حرف کلمه Live) استفاده می شود.

(۲-۳-۲) برای مشخص کردن هادی خنثی از حرف N (اولین حرف کلمه Neutral) استفاده می شود.

(۳-۳-۲) برای مشخص کردن هادی حفاظتی از حرف PE (اولین حرف کلمات Protective Earthing) استفاده می شود.

(۴-۳-۲) برای مشخص کردن هادی مشترک حفاظتی / خنثی از حروف PEN (اولین حروف کلمات Protective Earthing+Neutral) استفاده می شود.

بنابراین، سیستم های تک فاز به قرار ذیل خواهند بود:

الف) سیستم های دو سیمه $L_1 + PEN ; L_1 + L_2 ; L_1 + N$

ب) سیستم سه سیمه $L_1 + N + PE$

سیستم های سه فاز به صورت ذیل خواهند بود:

الف) سیستم سه سیمه $L_1 + L_2 + L_3$

ب) سیستم ها چهار سیمه $L_1 + L_2 + L_3 + (N \text{ یا } PE \text{ یا } PEN)$

ج) سیستم های پنج سیمه $L_1 + L_2 + L_3 + N + PE$

فصل سوم - سیستم های اتصال به زمین

ماده ۶- انواع مختلف اتصال به زمین:

در انواع مختلف سیستم های الکتریکی، وصل قسمت هایی از سیستم و بدنه های هادی لوازم الکتریکی به جرم کلی زمین از دو دیدگاه مورد توجه است:

الف) اتصال به زمین عملیاتی یا سیستم

در این روش وصل نقطه خنثی سیستم به زمین باعث قطع مدارهای معیوب احتمالی می شود و در نتیجه عایق بندی سیستم حفظ شده، صحت کار لوازم و دستگاه های الکتریکی تأمین و اضافه ولتاژها محدود می گردد و از این طریق به کار درست لوازم و مدارها کمک می شود.

ب) اتصال به زمین حفاظتی

در این روش بدنه های هادی به خنثی و زمین وصل می شود تا در مواقع اتصالی مدار معیوب را به سرعت قطع کند و بدین ترتیب ایمنی افرادی که بنابه وظیفه شغلی در تماس با تجهیزات سیستم های الکتریکی هستند و همچنین سایر افراد جامعه که مصرف کننده نهایی انرژی هستند، تأمین شود و خطر آتش سوزی نیز محدود گردد.

ماده ۷- طبقه بندی سیستم های اتصال به زمین فشار ضعیف:

انواع سیستم های اتصال به زمین فشار ضعیف عبارتند از:

۱- TN شامل TN-C، TN-S و TN-C-S

۲- TT

۳- IT

ماده ۸- نامگذاری سیستم های الکتریکی مذکور به صورت ذیل است:

الف) از دو حرف اصلی شناسایی، حروف اول سمت چپ رابطه سیستم با زمین را مشخص می کند.

حرف اول از سمت چپ T (برگرفته از کلمه Terra (لاتین) به معنای زمین):

بدین معناست که یک نقطه از سیستم به زمین وصل است.

حرف اول از سمت چپ I (برگرفته از کلمه Isolated):

نشان می دهد که سیستم از زمین مجزا است یا با مقاومتی بزرگ به آن وصل است.

ب) از دو حرف اصلی شناسایی، حرف دوم از سمت چپ رابطه بدنه های هادی تجهیزات با زمین را مشخص می کند.

حرف دوم از سمت چپ N: نمایانگر آن است که بدنه های هادی خنثی زمین شده، وصل هستند.

حرف دوم از سمت چپ T: مشخص می کند که بدنه های هادی، مستقل از زمین سیستم، به زمین وصل هستند.

ج) حروف کمکی نشان دهنده زیر سیستم ها هستند (C و S)

حرف سوم از سمت چپ S: بدنه های هادی از طریق یک هادی حفاظتی مخصوص (PE) در مبدأ به نقطه خنثی سیستم وصل می شود. (سیستم TN-C).

حرف سوم از سمت چپ C: بدنه‌های هادی از طریق یک هادی حفاظتی مشترک مخصوص و خنثی (PEN) به زمین وصل می‌شود (سیستم TN-C).

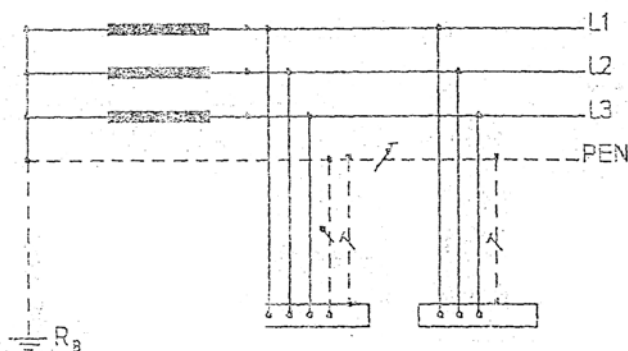
ماده ۹- سیستم TN:

در این سیستم منبع انرژی (ترانس پست یا ژنراتور برق) در یک یا چند نقطه ارت شده و در قسمت های هادی در دسترس و قسمت های هادی بیگانه تأسیسات تنها از طریق سیم های ارت به نقطه یا نقاط ارت شده منبع متصل می‌شوند. به عبارت دیگر مسیری رسانی برای عبور جریان های اتصال به زمین تأسیسات به نقطه یا نقاط ارت شده منبع وجود دارد.

این سیستم به چند دسته تقسیم می‌شود:

الف) سیستم TN-C: (شکل ۵- الف):

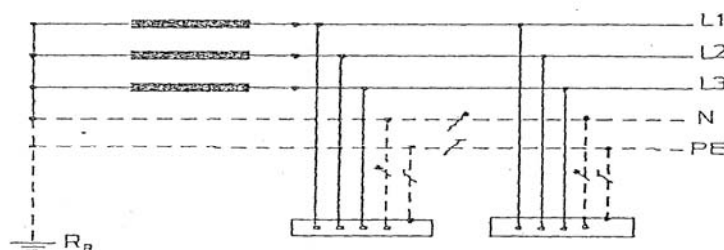
در این سیستم، سیم ارت و نول مشترک هستند. به عبارت دیگر سیم نول که از شینه نول تابلوی اصلی به مصرف کننده‌ها برده می‌شود، هم به عنوان نول مورد استفاده قرار می‌گیرد و هم به عنوان سیم ارت یعنی یک انشعاب از سیم نول به بدنه هادی دستگاه های مصرف کننده به عنوان سیم ارت وصل می‌شود کابل های هم مرکز ارت شده یا کابل های غلاف دار فلزی ارت شده که مسیر برگشتی برای عبور جریان اتصال به زمین را فراهم می‌آورند، نمونه‌هایی از این سیستم هستند.



شکل ۵- الف): سیستم اتصال به زمین TNC

ب) سیستم TN-S: (شکل ۵- ب):

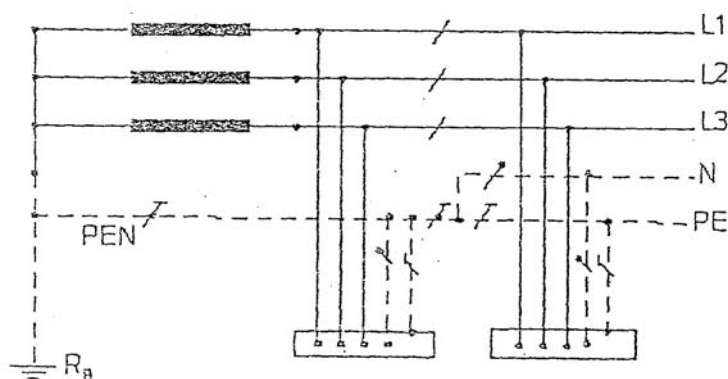
در این سیستم، سیم های نول و ارت از یکدیگر جدا هستند. یعنی در محل تابلوی اصلی برق علاوه بر شینه نول، شینه دیگری به نام شینه ارت وجود دارد که سیم ارت اصلی از الکترودهای زمین به آن وصل شده و از آنجا به موازات سیم های نول و فازها (به صورت پنج سیمه) تا دستگاه های مصرف کننده برده شده و به بدنه هادی آنها متصل می‌شود.



شکل ۵-ب: سیستم اتصال به زمین TN-S

ج) سیستم TN-C-S (شکل ۵-ج):

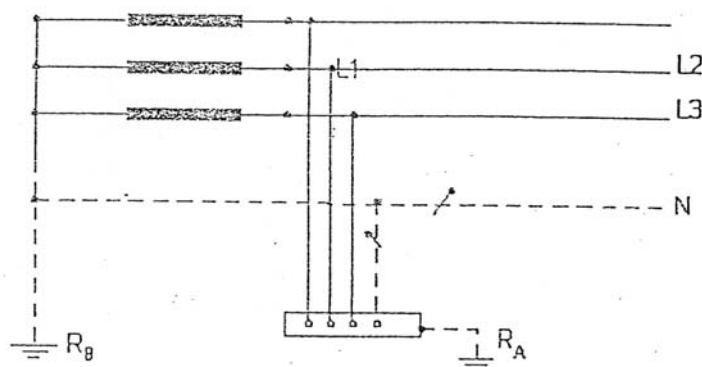
تنها در بخشی از این سیستم (معمولاً در ابتدا)، سیم نول و ارت با یکدیگر مشترک هستند و از آن نقطه به بعد، سیم پنجمی از نول منشعب شده و جداگانه به بدنه دستگاه های مصرف کننده اتصال داده می شود.



شکل ۵-ج: سیستم اتصال به زمین TN-C-S

ماده ۱۰- سیستم TT (شکل ۶):

در این سیستم منبع انرژی (ترانس پست یا ژنراتور برق) در یک یا چند نقطه ارت شده و قسمت های هادی در دسترس و هادی بیگانه تاسیسات به الکتروود ارت محلی یا الکترودهایی که نقطه نظر الکتریکی مستقل از ارتهای منبع سیستم هستند، متصل می شوند. یعنی اتصال به زمین حفاظتی هیچ گونه ارتباطی با اتصال به سیستم ندارد.



شکل ۶:

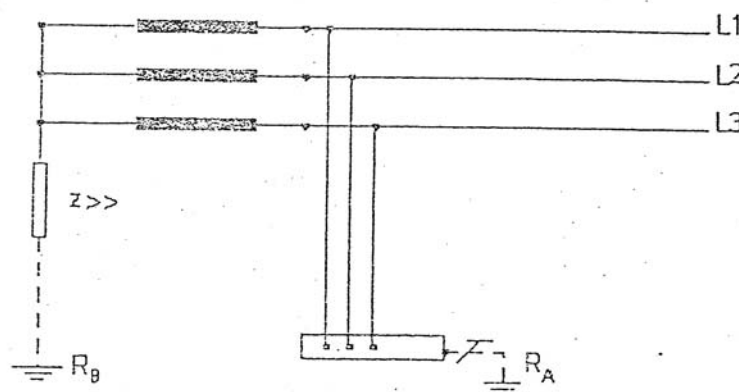
سیستم اتصال

به زمین TT

ماده ۱۱- سیستم IT (شکل ۷):

در این سیستم منبع انرژی (ترانس یا ژنراتور برق) یا به طور کلی ارت نشده، یا از طریق یک امپدانس بزرگ ارت می‌شود و قسمت های هادی در دسترس تأسیسات نیز به الکتروود ارتی که از نظر الکتریکی مستقل است، وصل می‌شوند. در این سیستم نیز اتصال به زمین حفاظتی و اتصال سیستم با یکدیگر ارتباط ندارند.

استفاده از این سیستم برای شبکه‌های عمومی توزیع برق ممنوع است.



شکل ۷: سیستم اتصال به زمین IT

ماده ۱۲- از انواع سیستم های مذکور تنها استفاده از سیستم اتصال به زمین نوع TN در کارخانه‌ها و کارگاه ها الزامی است. مگر آن که نوع کارخانه یا کارگاه، استفاده از سیستم های TT یا IT را ایجاب کند که در این صورت لازم است با ذکر دلایل، اجازه مخصوص برای استفاده از این سیستم ها گرفته شود.

ماده ۱۳- هادی خنثی (N) و هادی حفاظتی (PE) باید از همدیگر مجزا باشند و فقط در یک نقطه (نقطه مبدأ) به یکدیگر وصل شوند نباید از محل جدا شدن هادی های خنثی و حفاظتی آنها را در نقطه دیگری به یکدیگر وصل کرد. علت این امر آن است که در صورت اتصال مکرر سیم نول و ارت به یکدیگر، حلقه ایجاد می‌شود که جریان چرخشی ناشی از آن در سیستم های مخابراتی و الکترونیکی پارازیت یا نویز ایجاد می‌کند.

در سیستم قدرت خالی بودن ظرفیت جریان سیم ارت مهم است. در صورت پر بودن ظرفیت (ایجاد LOOP) سیم ارت وظیفه خود را در موقع لزوم به درستی انجام نخواهد داد.

فصل چهارم - انواع الکتروودهای مورد استفاده در سیستم اتصال به زمین

ماده ۱۴- سه نوع الکتروود متداول و مورد استفاده در سیستم اتصال به زمین عبارتند از:

۱- الکتروودهای صفحه‌ای

۲- الکتروودهای میله‌ای

۳- الکتروودهای تسمه‌ای

الکتروودهای صفحه‌ای

ماده ۱۵- برای استفاده از این نوع الکترودها، صفحاتی از جنس مس با ابعاد حداقل 1×0.5 متر و ضخامت حداقل ۲ میلی متر و یا صفحاتی از جنس فولاد گالوانیزه با ابعاد حداقل 1×0.5 متر و ضخامت حداقل ۳ میلی متر پیشنهاد می شود.

ماده ۱۶- الکترودهای صفحه ای باید در عمقی که رطوبت زمین به طور دائمی وجود دارد، نصب گردد.

ماده ۱۷- آماده سازی خاک اطراف الکترودهای صفحه ای به روش ذیل است:

ابتدا مخلوطی از نمک، خاکه زغال چوب و خاک رس رابه ترتیب با نسبتهای ۱ و ۴ و ۳۵ در بیرون با آب به صورت گل درآورید و اطراف صفحه الکترودها را حداقل تا ۲۰ سانتی متر بالاتر از لبه بالایی صفحه با این مخلوط پر کنید. سپس خاک رس سرند شده را در داخل چاه بریزید و به طور متناوب به آن آب اضافه کنید.

ماده ۱۸- الکترودهای صفحه ای باید به صورت عمودی نصب شوند.

ماده ۱۹- اتصال سیم ارت به الکترودهای صفحه ای باید حداقل در دو نقطه مجزا انجام شود.

ماده ۲۰- برای اتصال سیم ارت به الکترودهای صفحه ای در صورت امکان جوش نقره بهتر است و جوش احتراقی (ترمیت) نیز روش مناسبی است. ضمن اینکه استفاده از کلمپ نیز جایز است.

ماده ۲۱- سیم اصلی اتصال به زمین (سیم ارت) متصل به صفحه مسی باید دارای سطح مقطع ۵۰ میلی متر مربع از جنس مس باشد (سیم شماره ۵۰).

ماده ۲۲- فاصله لبه بالایی الکترودهای صفحه ای از سطح زمین نباید از ۶۰۰ میلی متر کمتر باشد.

ب- الکترودهای میله ای

ماده ۲۳- برای استفاده از الکترودهای میله ای، میله هایی از جنس مس یا فولاد با روکش مس یا فولاد زنگ نزن و یا فولاد گالوانیزه پیشنهاد می شود.

ماده ۲۴- قطر الکترودهای میله ای از جنس مس و فولاد با پوشش مس به ترتیب ۱۲ میلی متر و ۱۶ میلی متر

و برای میله هایی از جنس فولاد گالوانیزه ۱۶ میلی متر پیشنهاد می شود.

ماده ۲۵- سیم اصلی اتصال به زمین که از سر چاه های ارت یا الکترودهای میله ای گرفته شده و به شینه اصلی اتصال به زمین (ارت) وصل می شود، باید سیم مسی شماره ۵۰ باشد.

ماده ۲۶- استفاده از الکترودهای میله ای در مناطق خشک که رسیدن به لایه های مرطوب خاک در عمق کم امکان پذیر نیست، توصیه نمی شود.

ج- الکترودهای تسمه ای

ماده ۲۷- در صورتی که خاک محل نصب الکترودهای صفحه ای یا میله ای سخت باشد، به گونه ای که حفر چاه و رسیدن به لایه های مربوط خاک عملاً غیرممکن یا دشوار باشد، می توان از سیستم الکترودهای تسمه ای استفاده کرد. بدین صورت که الکترودها در خاک، به صورت افقی قرار می گیرند.

ماده ۲۸- از الکترودهایی به شکل تسمه مسی بدون روکش قلع با ضخامت مس حداقل ۲ میلی متر و یا تسمه فولادی گالوانیزه گرم با سطح مقطع حداقل ۱۰۰ میلی متر مربع ($3/5 \times 30$) و یا حتی سیم مسی

لخت با سطح مقطع ۲۵ میلی متر مربع (قطر ۵/۶ میلی متر) می توان به عنوان الکتروود افقی استفاده کرد.

ماده ۲۹- ضخامت الکتروود تسمه ای نباید بیش از یک هشتم پهنای آن باشد.

ماده ۳۰- عمق دفن الکتروود تسمه ای و پهنای آن تأثیر نسبتاً کمی روی مقاومت دارند. بنابراین، عمق دفن الکتروودهای تسمه ای (افقی) بین ۰/۶ تا ۲ متر پیشنهاد می شود.

ماده ۳۱- علاوه بر سیم تسمه ای شکل می توان از سیم گرد نمره ۵۰ نیز به عنوان الکتروود تسمه ای استفاده کرد.

ماده ۳۲- طول الکتروودهای افقی تسمه ای یا سیم گرد، در چهار وضعیت تک رشته ای و دو رشته عمود بر هم ($\perp$)، سه رشته با زاویه ۱۲۰ درجه نسبت به یکدیگر (Y ستاره) و چهار رشته عمود برهم (صلیبی +) مطابق جدول شماره (۱) برای دو نوع خاک رس و خاک آهک دار مشخص شده است.
جدول ۱: طول الکتروودهای تسمه ای (افقی) در چهار وضعیت مختلف برای دو نوع خاک

نوع الکتروود	جنس خاک	طول الکتروود (بر حسب متر)
تک رشته ای (-) تسمه ای و سیم گرد	رس	۵۰
	آهک دار	۲۰۰
دو رشته عمود بر هم تسمه ای و سیم گرد ($\perp$)	رس	۴۰
	آهک دار	۱۵۰
ستاره (Y) تسمه و سیم گرد	رس	۳۰
	آهک دار	۱۱۰
چهار رشته عمود بر هم صلیبی (+) تسمه	رس	۳۰
	آهک دار	۱۰۰
صلیبی سیم گرد	آهک دار	۵۰

ماده ۳۳- سیم اتصال به زمین متصل به الکتروود تسمه ای باید نمره ۵۰ از جنس مس باشد.

ماده ۳۴- مقاومت یک الکتروود اتصال به زمین به مقاومت ویژه الکتریکی خاکی که الکتروود در آن نصب شده است، بستگی دارد. به همین جهت، این عامل می‌تواند به منظور تصمیم‌گیری در انتخاب سیستم‌های حفاظتی مهم باشد.

ماده ۳۵- 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 بر حسب اهم-متر در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول ۲: مقاومت ویژه بعضی از انواع خاک بر حسب اهم-متر

شرایط جوی				نوع خاک
ریزش باران معمولی و زیاد (بیش از ۵۰۰ mm در سال)	شرایط صحرائی و ریزش باران کم (کمتر از ۲۵۰ mm در سال)	آبهای زیر زمینی (چشمه آب شور)		
مقادیر احتمالی اهم- متر	گستره مقادیر واقعی اهم-متر	گستره مقادیر واقعی اهم-متر	گستره مقادیر واقعی اهم-متر	
۵	*	۱ الی ۵		خاک رس آبرفتی
۱۰	۵ الی ۲۰	۱۰ الی ۱۰۰	۱ الی ۵	خاک رس
۲۰	۱۰ الی ۳۰	۵۰ الی ۳۰۰	---	خاک‌های آهک‌دار
۵۰	۳۰ الی ۱۰۰	---	---	سنگ آهک خلل و فرج‌دار (مانند گچ)
۱۰۰	۳۰ الی ۱۰۰	---	---	سنگ سیاه خلل و فرج‌دار (سنگ‌های رستی و سنگ سیاه Keuper)
۳۰۰	۱۰۰ الی ۱۰۰۰	---	---	کوارتز، سنگ آهک متراکم و بلوری (مانند مرمر)
۱۰۰۰	۳۰۰ الی ۳۰۰۰	بیش از ۱۰۰۰	۳۰ الی ۱۰۰	تخته سنگ‌های رس و سنگ‌های رستی
۱۰۰۰	---	---	---	کرانیت

شیت و سنگ آذرین	۲۰۰۰	بیش از ۱۰۰۰	---	---
به سطح آب محل بستگی دارد				

ماده ۳۶- محل نصب الکترود بر حسب انواع خاک به ترتیب ذیل انتخاب می‌شود:

(الف) زمین باتلاقی مرطوب؛

(ب) خاک رس، خاک گلدانی، زمین قابل کشت، خاک گلدانی مخلوط با کمی شن؛

(ج) خاک رس و خاک گلدانی با درصدی از شن، سنگ و سنگریزه؛

(د) شن خیس و مرطوب، و زغال سنگ؛

ماده ۳۷- در صورت امکان نباید از شن خشک، سنگریزه، سنگ آهک، سنگ مرمر سیاه، گرانیات و زمین خیلی سنگی یا محل هایی که در آن صخره‌های خیلی نزدیک به سطح زمین وجود دارد، استفاده کرد.

ماده ۳۸- محل نصب الکترودها باید به گونه‌ای انتخاب شود که زهکشی آن کم باشد.

برای پایین بردن رطوبت در زمین هایی که سطح آب آنها بالاست، در قسمت انتهایی زمین کانالی حفر می‌شود که رطوبت اضافی آن را می‌گیرد تا زمین قابل استفاده باشد. بنابراین برای احداث سیستم اتصال به زمین در این گونه زمین ها باید توجه شود که اگر سطح آب خیلی بالا باشد (به طوری که اطراف الکترود پر آب شود)، باعث اکسید شدن و از بین رفتن الکترود خواهد شد. از سوی دیگر، در صورت پایین بودن بیش از حد رطوبت، خاک اطراف الکترود خشک شده، مقاومت الکتریکی آن بالا رفته و در نتیجه جریان اتصالی را به راحتی به زمین انتقال نمی‌دهد. بنابراین برای تنظیم رطوبت خاک، عمق کانال زهکشی باید مناسب باشد.

ماده ۳۹- از محل هایی که رطوبت آن ناشی از عبور جریان آب است (مانند بستر رودخانه‌ها)، باید اجتناب شود. زیرا در چنین شرایطی ممکن است نمک های سودمند کاملاً شسته شوند.

ماده ۴۰- استفاده از لوله پلاستیکی یا فلزی برای آب‌دهی چاه ارت بلامانع است. به ویژه اگر همراه با بی‌کربنات دو سود باشد (در فصل خشک).

ماده ۴۱- در محل های ساختمانی یا مکان هایی که عملیات کندن و خاکبرداری و خاکریزی انجام شده، با توجه به امکان تغییر شرایط محلی، الکترودها باید در عمق بیشتر دفن شوند.

ماده ۴۲- محل نصب الکترودها باید به گونه‌ای انتخاب شود که کود و سایر و مواد دیگر به آن تراوش نکنند.

ماده ۴۳- در مناطقی که مقاومت ویژه خاک زیاد است، می‌توان خاک محل چاه و اطراف الکترود را با خاک آماده‌سازی شده جایگزین کرد.

ماده ۴۴- در مناطق شمال کشور مانند گیلان و مازندران که رطوبت دایمی در سطح زمین وجود دارد، بهتر است از الکترودهای میله‌ای استفاده شود.

ماده ۴۵- در مناطق خشک کویری و نیز در مناطقی که خاک زمین آنها دج (سفت) است، استفاده از الکترودهای افقی پیشنهاد می‌شود.

ماده ۴۶- در زمین های آبرفتی (زمین هایی که در مسیر رودخانه ها واقع شده اند و مواد کانی آنها شسته شده است) باید از الکترودهای افقی استفاده شود و خاک اطراف الکترودهای تعویض (آماده سازی) شود.

ماده ۴۷- الکترودهای صفحه ای تنها در مناطقی نصب می شوند که رطوبت کافی در اعماق زمین وجود داشته باشد.

ماده ۴۸- آماده سازی خاک فقط برای تأسیسات الکتریکی موقت می تواند اقتصادی ترین راه باشد و برای تأسیسات با طول عمر بیشتر شاید بهتر باشد خاک اطراف الکترودها با مواد ذیل که مقاومت ویژه پایین تری دارند، تعویض شود:

(الف) بنتونیت: ماده جاذب رطوبت است.

(ب) بتون: مخلوطی از شن و ماسه و سیمان و آب است.

(ج) بتون هادی که در آن به جای شن معمولی از دانه های زغالی استفاده شده است.

ماده ۴۹- در صورت استفاده بیش از یک الکتروده (صفحه ای یا میله ای) حداقل فاصله دو الکتروده باید برابر با عمق دفن آنها باشد.

ماده ۵۰- در مواردی که کارگاه در مناطق مرطوب قرار گرفته باشد، کلیه تجهیزات باید با دوام بوده و به طور مرتب بازرسی شوند و نسبت به زمین کردن آنها و مدارهای حفاظتی توجه خاص به عمل آید.

ماده ۵۱- ترمینال اصلی سیستم اتصال زمین باید قابل دسترسی باشد تا بتوان در صورت لزوم تأسیسات را از سیستم اتصال به زمین جدا کرده و اندازه گیری های مربوط به اتصال به زمین را به راحتی انجام داد.

فصل ششم - الکترودهای متفرقه

ماده ۵۲- الکترودهای متفرقه، اجزای هادی تأسیسات و تجهیزاتی از جنس مس، آهن، فولاد و غیره هستند که در ساختمان ها و تأسیسات مربوط به آن برای مصارف ویژه به کار گرفته می شوند و درهمبندی برای پایین آوردن مقاومت کل مورد استفاده قرار می گیرند.

ماده ۵۳- غلاف های فلزی وزره کابل ها را که معمولاً به منظور ایجاد مسیری برای هدایت جریان اتصالی به نقطه خنثی منبع در محل ترانسفورماتور مورد استفاده قرار می گیرد، می توان به عنوان الکتروده متفرقه، محسوب کرد، به شرطی که حداقل به طول ۳۰۰ متر در زیر خاک مدفون باشد.

ماده ۵۴- سازه های قسمت های فلزی که در پی های بتونی ساختمان قرار گرفته اند، می توانند به عنوان یک الکتروده اتصال به زمین مؤثر و آماده به حساب آیند. سطح کل الکترودهی که توسط اجزای فلزی در پی ساختمان های بزرگ ایجاد می شود، می تواند مقاومت الکتریکی کمتری را نسبت به زمین البته در مقایسه با روش های دیگر ایجاد کند.

مقاومت اجزای فولادی مستقر در حجم بتون یا میلگردهای به کار رفته در بتون نسبت به زمین بر حسب نوع خاک و میزان رطوبت آن و شکل پی متفاوت خواهد بود. بتون جاذب رطوبت است، به ویژه

در مناطق غیرخشک، هنگام قرار گرفتن در درون خاک، مقاومت ویژه‌ای در حدود ۳۰ تا ۹۰ اهم متر دارد که کمتر از بعضی از انواع خاک است.

ماده ۵۵- مقاومت الکتریکی قسمت های فلزی که به عنوان الکتروود مورد استفاده قرار می گیرند، باید نسبت به زمین، اندازه گیری و در فواصل زمانی منظم مقدار آن کنترل شود.

ماده ۵۶- باید از برقراری اتصال الکتریکی بین کلیه اجزای فلزی که جزء الکتروود اتصال به زمین محسوب می شوند، اطمینان حاصل شود.

ماده ۵۷- برای اتصال الکتریکی بین اجزای فلزی به کار رفته در حجم بتون یا در زیر سطح زمین مانند میلگردهای بتون، بهترین روش جوشکاری در بالای سطح زمین است.

ماده ۵۸- در مورد پیچ های مهار (انکر بولت) این کار معمولاً از طریق دور زدن هر محل اتصال سازه های به کمک یک هادی همبندی انجام می شود. این امر به ویژه در مورد سطوحی که ممکن است قبل از نصب، رنگ بخورند، صورت می گیرد.

ماده ۵۹- الکتروود چنبره ای:

نوعی الکتروود است که در بعضی مناطق و برای مصارف پایین شدت جریان می تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این روش از سیم لختی با نمره ۵۰ به صورت چنبره ای با شعاع بیرونی ۴۰ سانتی متر تعداد ۵ حلقه (که در ته چاه اتصال به زمین (ارت) قرار می گیرد) استفاده می شود.

ماده ۶۰- در کارگاه های کوچک نیز ایجاد سیستم اتصال به زمین مناسب با استفاده از الکتروودهای صفحه ای، میله ای و یا تسمه ای الزامی است و همبندی ها نیز طبق معمول اجرا می شود.

ماده ۶۱- در کارگاه ها و کارخانه های بزرگ، نمی توان از الکتروودهای متفرقه به عنوان الکتروودهای اصلی سیستم اتصال به زمین استفاده کرد. در این حالت علاوه بر ایجاد سیستم های اتصال به زمین مطمئن باید الکتروودهای متفرقه را نیز با آنها همبندی کرد.

ماده ۶۲- برای تأسیسات نمی توان از لوله های آبرسانی عمومی، لوله های گاز، نفت، هوای فشرده و فاضلاب به عنوان تنها وسیله اتصال به زمین استفاده کرد.

ماده ۶۳- سیم نول باید به نحو مؤثری به زمین وصل شده باشد تا در صورت بروز اتصالی بین سیم فاز و یک سیم اتصال به زمین با مقاومت کم (غیر از اتصال مستقیم فاز و نول) مثلاً از طریق لوله کشی آب و لتاژ سیم نول نسبت به اتصال زمین از مقدار مجاز ۵۰ ولت تجاوز ننماید. بنابراین مقدار مقاومت سیم نول باید یک اهم یا کمتر باشد. (با اتصال به هادی های بیگانه).

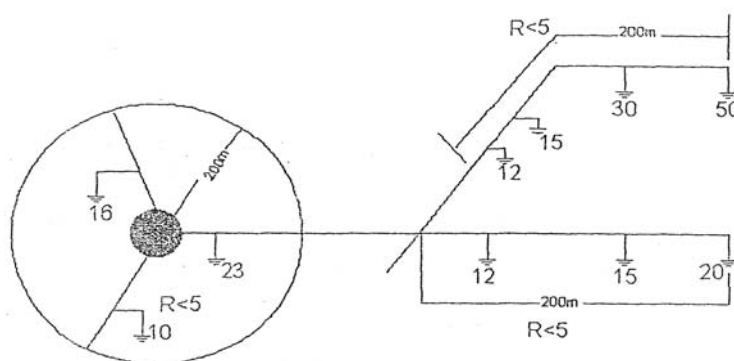
تبصره: منظور از مقاومت نول، کل مقاومت سیم نول است که ممکن است شامل چندین الکتروود اتصال به زمین در نزدیکی پست ترانسفورماتور یا ژنراتور و اتصالات زمین کابل هایی با غلاف فلزی، اتصالات زمین خطوط هوایی در ابتدا و انتهای هر خط اصلی و غیره باشد.

ماده ۶۴- مقاومت کل سیستم الکتروودهای اتصال به زمین (بدون اتصال به نول) باید کمتر از ۲ اهم باشد.

ماده ۶۵- مقاومت کل الکتروودهای اتصال به زمین تا شعاع ۱۰۰ متری پس برق نباید از ۵ اهم تجاوز کند.

ماده ۶۶- مقاومت کل الکترودهای اتصال به زمین مدارهای تغذیه کارگاه ها و کارخانه ها اعم از هوایی یا کابلی (با غلاف فلزی یا غلاف عایق) که طول آنها ۲۰۰ متر باشد، نباید از ۵ اهم تجاوز نماید.

ماده ۶۷- چنانچه طول سوله (ساختمان، کارگاه و غیره) یا فاصله سوله ها نسبت به یکدیگر بیشتر از ۲۰۰ متر باشد، باید میان آنها چاه اتصال به زمین (چاه ارت) احداث شود و مقاومت کل آن نباید از ۵ اهم تجاوز کند (شکل ۸)



شکل ۸: تعداد و وضعیت استقرار چاه ها متناسب با فاصله و مقاومت آنها

ماده ۶۸- به کار گرفتن الکترودی با حداقل مقاومت ۵ اهم در ۱۰۰ متری پست برق برای پوشش دادن منطقه در موارد بحرانی، الزامی است.

ماده ۶۹- استفاده از الکترودهای زمین در فاصله ۲۰۰ متری پست باعث می شود که در صورت بروز اتصالی بین یک هادی فاز و هادی حفاظتی، ولتاژ هادی حفاظتی و بدنه های هادی متصل به آن، به زمین نزدیکتر شده و در نتیجه ولتاژ تماس یا ولتاژ برق گرفتگی نیز کمتر می شود. (گسترده گی زمین باعث کاهش راکتانس زمین می شود، در صورتی که راکتانس سیم با افزایش طول افزایش می یابد).

ماده ۷۰- در صورتی که تعداد پست برق دو یا بیشتر باشد، اگر پست ها در حوزه همدیگر قرار گرفته باشند، مجموع مقاومت الکترودهای حفاظتی ۲ اهم برای هر دو پست کافی است. اما اگر حوزه پست ها جدا باشد، یعنی پست ها نسبت به همدیگر در فاصله دورتر قرار گرفته باشند، در آن صورت باید مقاومت الکترودهای زمین هر پست به تنهایی ۲ اهم باشد و سپس با سیم رابط مناسبی به همدیگر اتصال داده شوند.

فصل هفتم - همبندی سیستم

ماده ۷۱- همبندی سیستم عبارت است از اتصال اجزای مختلف سیستم اتصال به زمین به یکدیگر به منظور هم پتانسیل کردن قسمت های مختلف تأسیسات.

ماده ۷۲- به منظور هم پتانسیل کردن، باید قسمت هایی از هادی های بیگانه به ترمینال اصلی اتصال به زمین (ارت) تأسیسات همبندی شوند که عبارتند از:

لوله های فلزی گاز و نفت و آب و هوای فشرده، فاضلاب، لوله ها و مجراها و سایر سرویس ها، سیستم های حرارت مرکزی تهویه هوا، قسمت های فلزی در دسترس ساختمان و صاعقه گیر.

ماده ۷۳- سیم های همبندی لوله های آب و گاز باید تا حد امکان نزدیک به نقطه ورود آنها به ساختمان باشد (بعد از کنتور در طرف مصرف کننده و قبل از انشعاب لوله ها).

تبصره:

در مورد کنتورهای نصب شده در داخل ساختمان، اتصال باید در فاصله حدوداً ۶۰۰ میلیمتر از کنتور باشد.

ماده ۷۴- انشعابات از سیم اصلی اتصال به زمین باید برای تجهیزات کمکی مانند تابلوهای کنترل ورله، اجزای فلزی سازه ها و تأسیسات اطفای حریق در نظر گرفته شوند.

ماده ۷۵- اتصالات انشعابی باید از شینه اصلی اتصال به زمین برای هر یک از دستگاه های تأسیسات برده شوند.

ماده ۷۶- در صورتی که چند دستگاه در کنار یکدیگر قرار داشته باشند، به جای انشعابات طولانی از شینه اصلی، از یک حلقه کمکی با انشعابات کوتاه استفاده شود.

ماده ۷۷- قسمت های هادی بیگانه سیستم باید به کلیه بدنه های هادی که به طور همزمان در تماس هستند، اتصال فلزی مستقیم داشته باشند.

تبصره: اگر این اتصال از طریق تجهیزاتی که به قسمت های فولادی مشترک وصل است، امکان پذیر نباشد، باید بدنه های هادی و قسمت های هادی بیگانه با استفاده از سیم های همبندی به یکدیگر متصل شوند.

ماده ۷۸- در مواردی که دو یا چند ایستگاه در نزدیکی یکدیگر قرار داشته و یک واحد به حساب آیند، سیستم های زمین آنها باید با یکدیگر همبندی شوند؛ به طوری که کل منطقه تحت تأثیر یک سیستم زمین قرار گیرد. اگر ایستگاه ها دارای فصل مشترکی با یکدیگر باشند، دو جبهه مماس سیستم های زمین آنها باید به یکدیگر وصل شوند تا کل منطقه با یک سیستم زمین پوشش داده شود. در صورتی که فاصله بین دو ایستگاه آن قدر زیاد باشد که نتوان آنها را دو ایستگاه مجاور هم به حساب آورد، هادی زمین رابط با سطح مقطع کافی باید پیش بینی شود تا اطمینان حاصل شود که جریان اتصالی از طریق زره یا غلاف کابل ها برقرار نخواهد شد (به دلیل جلوگیری از آسیب دیدن عایق کابل در اثر ایجاد حرارت جریان اتصالی، زیرا هادی تحمل گرمای زیاد را دارد).

ماده ۷۹- در کارخانه ها برای اتصال زمین پست ها به یکدیگر نمی توان از زره یا غلاف کابل ها استفاده نمود.

ماده ۸۰- در کارخانه هایی که دو پست یا بیشتر، سالن واحدی را که دارای اسکلت فلزی است تغذیه می کنند، وجود سیم رابط الزامی است و استفاده از اسکلت فلزی کافی نیست. زیرا مقاومت آهن از سیم مسی بالاتر است.

ماده ۸۱- اگر دو پست مجزا هر کدام ساختمان مجزایی را که دارای اسکلت فلزی است، تغذیه کنند، برای اتصال دو پست به یکدیگر باید از سیم رابط مسی با سطح مقطع کافی جهت اتصال نول های دو پست به یکدیگر استفاده نمود و اتصال دو اسکلت فلزی به وسیله یک هادی با سطح مقطع کافی به صورت هوایی یا زمینی کافی نیست.

ماده ۸۲- اتصال زمین کارخانه های مجاور (همسایه) - با پست های مجزا - به یکدیگر منطقی نیست و تنها در صورت توافق مالکین می توان زمینهای آنها را به یکدیگر متصل کرد.

ماده ۸۳- برای جلوگیری از ایجاد جرقه (در اثر اختلاف پتانسیل)، صاعقه گیر، مخازن مواد شیمیایی قابل اشتعال و اتصال به زمین برق - در صورتی که زمین آنها یکی باشد باید همبندی شوند.

تبصره: در صورت جدا بودن زمین منابع شیمیایی آتش زا می توان اتصال به زمین جداگانه ای را برای آنها در نظر گرفت.

فصل هشتم - انتخاب و نصب هادی زمین

ماده ۸۴- هادی زمین (سیم اتصال به زمین) قسمتی از سیستم زمین است که الکترو د زمین را به ترمینال اصلی زمین وصل می کند.

ماده ۸۵- از آلومینیوم لخت یا آلومینیوم دارای پوشش مس نباید در تماس با زمین چه به عنوان الکترو د و چه به عنوان هادی زمین استفاده کرد. در محیط های مرطوب نیز نباید از این مواد به عنوان هادی زمین استفاده نمود.

ماده ۸۶- سیم هادی زمین (سیم اصلی اتصال به زمین) باید از نظر مکانیکی استحکام لازم را داشته باشد.

ماده ۸۷- هادی اتصال به زمین باید در مقابل خوردگی شیمیایی و الکترو شیمیایی استحکام لازم را داشته باشد.

تبصره: منظور از خوردگی شیمیایی اثر مواد شیمیایی خاک بر روی فلز هادی اتصال زمین و منظور از خوردگی الکتروشیمیایی تشکیل پیل به وسیله فلزات ناهمگون در زمین است. (مانند مس و فولاد که مس نسبت به فولاد قطب مثبت تشکیل داده، سبب خوردگی سریع خواهد شد).

ماده ۸۸- برای اطمینان از استحکام سیم اتصال به زمین سطح مقطع آن طبق جدول ۳ انتخاب می شود.

ماده ۸۹- سیم لخت اتصال زمین تا حد امکان نباید از داخل لوله های فلزی عبور کند. زیرا قبل از اتصال سیم ارت به شینه اتصال به زمین (ارت)، سیم اتصال زمین (ارت) نباید با زمین اتصال داشته باشد و در صورت استفاده از لوله های فلزی امکان اتصال وجود دارد.

تبصره: تنها در جاهایی که امکان آسیب دیدن سیم حفاظتی وجود دارد، استفاده از لوله فلزی پیشنهاد می شود.

ماده ۹۰- هادی مسی لخت نباید در طول مسیر تا محل اتصال به هادی خنثی یا زمین، تماس الکتریکی داشته باشد. زیرا اگر مقاومت الکترو د زمین زیاده تر از حد مجاز شود، یا سیم اتصال زمین از الکترو د ارت قطع گردد، به هنگام اتصال کوتاه ولتاژ تماس خواهد کرد.

ماده ۹۱- چنانچه سطح مقطع هادی های فاز کمتر از ۱۰ میلی متر مربع باشد، هادی خنثی (نول) و حفاظتی (ارت) باید از یکدیگر مجزا باشند و در مورد سطح مقطع هادی های فاز برای ۱۰ میلی متر مربع و بیشتر می توان از یک هادی مشترک به عنوان هادی خنثی (نول) و حفاظتی استفاده کرد.

وزارت کار و امور اجتماعی - اداره کل بازرسی کار

جدول ۳: سطح مقطع سیم های به کار رفته در سیستم اتصال به زمین (mm²)

سیم فاز	سیم حفاظتی عایق دار		سیم مسی لخت	
	سیم عایق دار	کابل ۴ رشته ای	با حفاظت مکانیکی	بدون حفاظ مکانیکی
۱/۵	۴	۴	۴	۴
۲/۵	۴	۴	۴	۴
۴	۴	۴	۴	۴
۶	۶	۶	۴	۴
۱۰	۱۰	۱۰	۶	۶
۱۶	۱۶	۱۶	۱۰	۱۰
۲۵	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۳۵	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
۵۰	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵
۷۰	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵
۹۵	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
۱۲۰	۷۰	۷۰	۵۰	۵۰
۱۵۰	۷۰	۷۰	۵۰	۵۰
۱۸۵	۹۵	۹۵	۵۰	۵۰
۲۴۰	---	۱۲۰	۵۰	۵۰
۳۰۰	---	۱۵۰	۵۰	۵۰
۴۰۰	---	۱۸۵	۵۰	۵۰

ماده ۹۲- وجود شینه اتصال به زمین (ارت) در تابلوی اصلی الزامی است، به طوری که سیم اتصال به زمین از الکتروود به این شینه آمده و سپس از ترمینال اصلی به قسمت های مختلف منتقل می شود.

ماده ۹۳- وجود شینه نول در تابلوی اصلی الزامی است.

ماده ۹۴- در سیستم TN-C-S که در اکثر موارد مورد استفاده است، اتصال شینه نول به شینه ارت در تابلوی اصلی - و فقط در تابلوی اصلی - الزامی است.

ماده ۹۵- با توجه به اینکه شینه نول از طریق سیم اتصال زمین به بدنه تابلو وصل است، برای تسهیل در عیب یابی آن را باید روی مقره عایق سوار کنند.

ماده ۹۶- سیم های اتصال به زمین (ارت) را می توان از شینه اصلی اتصال به زمین (ارت) به صورت دسته ای به قسمت های فلزی هر جزء از تجهیزات وصل کرد.

ماده ۹۷- در صورت دفن سیم های ارت فولادی یا مسی لخت در زمین، اگر این سیم ها به منظور کاهش مقدار مقاومت اتصال به زمین ایستگاه در نظر گرفته شده باشد (به عنوان الکتروود محسوب شود)، باید حداقل در عمق ۲۵ سانتی متری زمین دفن کرد.

ماده ۹۸- از سیم آلومینیوم نمی توان به عنوان سیم ارت دفن شده در زمین استفاده کرد. تبصره: از سیم آلومینیومی تنها در صورتی می توان در زیر سطح زمین استفاده کرد که در برابر تماس با خاک و رطوبت حفاظت شده یا دارای غلاف مناسب باشد.

ماده ۹۹- هنگام دفن سیم های چند مفتولی باید دقت شود که مفتول ها از یکدیگر جدا نشده و شکل اصلی سیم حفظ شود.

ماده ۱۰۰- اگر سیم های ارت مدفون در زمین در برابر خوردگی حفاظت نشده باشد، اما دارای حفاظت مکانیکی نباشد، برای مس و فولاد گالوانیزه گرم، سطح مقطع باید بیش از ۱۶ میلی متر باشد.

ماده ۱۰۱- در صورتی که سیم مدفون در زمین در برابر خوردگی حفاظت نشده باشد، سطح مقطع برای سیم مسی باید بیش از ۲۵ میلیمتر مربع و برای سیم فولادی بیش از ۵۰ میلیمتر مربع باشد.

ماده ۱۰۲- ضخامت سیم تسمه ای بی حفاظ دفن شده در زمین برای فولاد گالوانیزه نباید از ۳ میلی متر کمتر باشد.

ماده ۱۰۳- ضخامت سیم تسمه ای بی حفاظ دفن شده در زمین برای مس نباید کمتر از ۲ میلیمتر باشد.

ماده ۱۰۴- هنگام اتصال سیم اصلی زمین (ارت) به الکتروود، مواد به کار رفته در اتصالات باید با مواد به کار رفته در الکتروود و سیم اتصال به زمین سازگار باشد تا میزان خوردگی گالوانیک به حداقل برسد.

ماده ۱۰۵- مواد به کار رفته در اتصالات باید از نظر استحکام مکانیکی مقاوم باشند و به گونه ای محکم اتصال را برقرار نمایند.

ماده ۱۰۶- اتصال الکتروودهای صفحه مسی به سیم اتصال به زمین باید از نوع اتصال دهنده مسی، جوش یا پرچ باشد. محل این اتصال باید با پوشش ضخیمی از قیر یا مواد مناسب دیگر حفاظت شود.

ماده ۱۰۷- برای اتصال انشعابی سیم های چند مفتولی به سیم اصلی اتصال زمین می توان از اتصالات نوع فشاری (کلمپ) استفاده نمود.

ماده ۱۰۸- در صورت استفاده از بست های پیچی، پیچ ها باید گشتاوری حداقل برابر ۲۰ نیوتن-متر را تحمل کنند.

ماده ۱۰۹- در صورت استفاده از تسمه به عنوان سیم اتصال به زمین و اتصال آن به تجهیزات نباید تسمه را برای پیچی که قطر آن از یک سوم پهنای تسمه بیشتر است، سوراخ کرد.

ماده ۱۱۰- اتصالات آلومینیوم به آلومینیوم می تواند با استفاده از روش های جوش قوس تنگستن-گاز خنثی (TIG)، یا جوش قوس فلز-گاز خنثی (MIG)، جوشکاری با گاز اکسی استیلن یا لحیم سخت یا لحیم سرد پرسی، اتصال پرسی و اتصال پیچی انجام شود.

ماده ۱۱۱- اتصال بین آلومینیوم و مس باید از نوع پیچی، جوش سرد و یا جوش مالشی باشد و در ارتفاع حداقل ۲۵۰ میلی متری از سطح زمین قرار گرفته باشد.

ماده ۱۱۲- اتصالات بین مس و مس می تواند با یکی از روش های لحیم کاری سخت فاقد روی با نقطه ذوب حداقل ۶۰۰ درجه سانتی گراد، پیچ کردن، لحیم کاری فشاری، جوشکاری حرارتی و جوشکاری پرس سرد انجام شود.

ماده ۱۱۳- هنگام اتصال سیم اتصال به زمین (ارت) به تجهیزات، اگر فلز رنگ شده باشد، باید هنگام وصل به قسمت های فلزی گالوانیزه، قلع اندود کرد.

ماده ۱۱۴- در تأسیساتی که اتصال سیم همبندی اتصال زمین به تجهیزات در معرض خوردگی قرار دارد، باید از طریق رنگ ماستیک قیری یا لفاف قیری یا لفاف حفاظتی مناسب این اتصالات حفاظت شوند.

ماده ۱۱۵- اتصالات زمین به برقگیرها باید دارای سطح مقطع کافی بوده و تا حد امکان راست و مستقیم باشد و این اتصالات نباید از لوله های آهنی یا سایر اجزای آهنی یا فولادی- که باعث افزایش امپدانس ضربه می شوند- بگذرد.

ماده ۱۱۶- اتصالات سیم اتصال به زمین به تجهیزات تا حد امکان باید به گونه ای باشد که سطوح تماس در یک صفحه قائم قرار گیرند.

ماده ۱۱۷- در مواردی که از غلاف فلزی و زره فلزی کابل استفاده شود، غلاف و زره باید با لحیم کاری به یکدیگر همبندی شده و اتصال اصلی هادی حفاظتی به کابل با لحیم کاری به زره انجام شود.

فصل نهم - اندازه گیری مقاومت الکتریکی الکتروود زمین

ماده ۱۱۸- منظور از مقاومت الکتروود، مقاومت حجم خاکی است که الکتروود را احاطه می کند و به اصطلاح حوزه مقاومت الکتروود زمین گفته می شود.

ماده ۱۱۹- هنگام اندازه گیری مقاومت الکتریکی الکتروودهای اتصال به زمین، در صورتی که به هیچ عنوان امکان جداسازی الکتروودها و اندازه گیری مقاومت الکتریکی مستقل آنها وجود نداشته باشد، با در نظر گرفتن کلیه اصول ایمنی و حصول اطمینان از پیوستگی، اندازه گیری مقاومت کل کافی است.

ماده ۱۲۰- هنگام اندازه گیری مقاومت الکتریکی الکتروود اتصال به زمین، به هیچ عنوان باز کردن نول ورودی (نول اداره برق) مجاز نیست.

ماده ۱۲۱- در کارخانه هایی که دارای چاه های اتصال به زمین متعدد هستند، با حصول اطمینان از پیوستگی همه آنها مقاومت کل اندازه گیری می شود.

ماده ۱۲۲- در کارخانه هایی که قطع برق آنها به هیچ عنوان مجاز نیست، ابتدا باید مقاومت کل اندازه گیری شود و در صورتی که این مقدار زیر یک اهم باشد، با اطمینان از همبندی کامل می توان چاه ها را تک تک از مدار خارج کرد و مقاومت الکتریکی مستقل آنها را اندازه گیری نمود.

ماده ۱۲۳- در کارخانه‌هایی که الکترودهای قابل قبول چاه و اسکلت فلزی توأمأ مقاومتی زیر حد مجاز دارند، با در نظر گرفته کلیه موارد ایمنی و پیوستگی موضوع حل می‌شود.

ماده ۱۲۴- در شرایط اضطراری و استثنایی با تبعیت از رابطه ذیل مقاومت بیش از ۲ اهم قابل قبول است. «هرگاه برای مجری مقررات ثابت شود که در یک منطقه، مقاومت اتصال اتفاقی بین یک هادی فاز و جرم کلی زمین (از راه تماس مستقیم هادی فاز با زمین یا هادی‌های بیگانه که به هادی خنثی یا حفاظتی وصل نیستند) از ۷ اهم بیشتر است، مجری مقررات می‌تواند به جای ۲ اهم کل مقاومت مجاز نسبت به جرم کلی در آن منطقه مقدار جدیدی را که از رابطه ذیل به دست می‌آید، مجاز اعلام کند:

$$RS < RE \times \frac{50}{U_0 - 50}$$

که در آن:

RS = مقاومت کل مجاز جدید (به جای ۲ اهم) بر حسب اهم

RE = مقاومت اتفاقی اتصال فاز به زمین (مقدار تجربی آماری)

U_0 = ولتاژ اسمی بین فاز و خنثی سیستم (۲۲۰ ولت در مواردی عادی) بر حسب ولت

50 = ولتاژ مجاز تماس بر حسب ولت

فصل دهم - اتصال به زمین تجهیزات تولید برق

ماده ۱۲۵- اتصال به زمین تجهیزات تولید برق برای محدود کردن پتانسیل هادی‌های حامل جریان نسبت به جرم کلی زمین انجام می‌شود و این کار به منظور حفاظت در برابر خطر برق‌گرفتگی در اثر تماس غیرمستقیم ضروری است.

ماده ۱۲۶- حفاظت از مولدهای برق از طریق اتصال بدنه‌های هادی مولد و قسمت‌های هادی بیگانه به ترمینال اصلی اتصال به زمین انجام می‌شود.

ماده ۱۲۷- ترمینال اصلی اتصال به زمین به یک الکتروود اتصال به زمین مستقل متصل می‌شود و در موارد مقتضی به سایر امکانات اتصال به زمین مربوطه به تأسیسات وصل می‌گردد.

ماده ۱۲۸- در مواردی که تأسیسات با بیش از یک منبع انرژی تغذیه شوند (مانند برق شهر و یک مولد) سیستم اتصال به زمین باید طوری طراحی شود که هر یک از منابع بتوانند مستقل از منابع دیگری کار کنند و اتصال به زمین خود را حفظ کنند.

ماده ۱۲۹- بهتر است برای هر مولدی که تأسیسات متصل به شبکه توزیع برق عمومی را تغذیه می‌کند، اتصال به زمین مستقل انتخاب شود.

ماده ۱۳۰- در ماشین‌های مولد فشار ضعیف سنکرون یا آسنکرون که با برق شبکه تحریک می‌شود، اگر در سیم پیچ‌های ماشین نقطه خنثی وجود داشته باشد، این نقطه نباید اتصال زمین شود و بدنه‌های هادی و قسمت‌های هادی بیگانه باید به ترمینال اصلی اتصال به زمین تأسیسات وصل شوند.

ماده ۱۳۱- در مورد مولدهایی که می‌توانند مستقل از منبع برق شبکه کار کنند، اگر تنها یک مولد وجود داشته باشد، هر دو اتصال زمین حفاظتی و اتصال زمین سیستم از طریق وصل نقطه خنثی مولد به بدنه مولد و قسمت های هادی بیگانه به یک ترمینال اصلی اتصال زمین با استفاده از یک الکتروود اتصال زمین مستقل ایجاد شوند.

ماده ۱۳۲- در مورد مولدهایی که به عنوان منبع ذخیره یا منبع اضطراری به کار می‌روند، گر تنها یک مولد فشار ضعیف وجود داشته باشد، نقطه خنثی سیم پیچهای آن، بدنه مولد، کلیه قسمت های هادی در دسترس و قسمت های هادی بیگانه باید به ترمینال اصلی اتصال زمین وصل شوند و این ترمینال اتصال زمین باید به یک الکتروود اتصال به زمین مستقل وصل گردد.

ماده ۱۳۳- در صورتی که چند مولد به طور موازی به یکدیگر متصل باشند، اتصال زمین حفاظتی بدنه‌های مولد و قسمت های فلزی مربوط به آن، مشابه اتصال زمین مربوط به یک مولد خواهد بود. ولی اتصال زمین سیستم برای سیم پیچ ها، تحت تأثیر جریان های دوار قرار خواهد داشت (به دلیل امکان وجود جریان در سیم های اتصال زمین).

ماده ۱۳۴- برای رفع مشکل جریان جاری شده در سیم اتصال به زمین سیم پیچ های چند مولد که به طور موازی به یکدیگر وصل شده‌اند، روش های ذیل را می‌توان به کار برد:

الف) وصل یک ترانسفورماتور اتصال زمین خنثی بین فازها و زمین؛

ب) وصل نقطه خنثی مولدها به یکدیگر و اتصال نقطه خنثی یک مولد به سیم ارت؛

ج) استفاده از یک رآکتور مناسب در محل وصل خنثی هر مولد که باعث تضعیف جریان های فرکانس بالا شود، بدون آن که امپدانس قابل توجهی را در فرکانس اصلی از خود نشان دهد.

ماده ۱۳۵- در مولدهای سه فاز سیار فشار ضعیف، سیم پیچ های مولدی را که تازه از کارخانه تحویل داده شده‌اند، نمی‌توان به بدنه ماشین وصل کرد. در این حالت ترمینال های سه فاز و اتصالات نقطه خنثی باید جداگانه به جعبه ترمینال مولد یا پریز خروجی وصل شوند. همچنین نقطه ستاره سیم پیچ های مولد باید به یک نقطه مرجع مشترک وصل شود.

تبصره: نقطه مرجع مشترک از اتصال بدنه مولد کلیه قسمت های فلزی در دسترس، زیر بدنه یا شاسی وسیله نقلیه و کلیه سیم های حفاظتی به یکدیگر ایجاد می‌شود و در صورت امکان باید به نقطه اتصال زمین هم وصل شوند.

ماده ۱۳۶- در مولدهای سیار سه فاز فشار ضعیف بهتر است که جعبه ترمینال یا پریز خروجی دارای پنج اتصال باشد: یک اتصال مجزا برای سیم اتصال زمین و چهار اتصال عادی برای سه فاز و نول.

ماده ۱۳۷- در مولدهای سیار سه فاز فشار ضعیف چنانچه فقط چهار اتصال وجود داشته باشد، از مولدها باید صرفاً برای تأمین بارهای سه فاز متعادل استفاده کرد و اتصال چهارم برای سیم اتصال زمین در نظر گرفته شود.

ماده ۱۳۸- در مولدهای سیار سه فاز فشار ضعیف با چهار اتصال، اتصال چهارم و سیم آن نباید به عنوان سیم مشترک ارت- نول (PEN) مورد استفاده قرار گیرد، زیرا در صورت قطع این سیم احتمال بروز خطر وجود خواهد است.

ماده ۱۳۹- اتصال بین نقطه مرجع مشترک و اتصال زمین واقعی در محل مولد ضروری است و بین نقطه خنثی و اتصال زمین در محل مصرف از وسیله حفاظتی جریان پسماند نباید اتصال برقرار شود.

ماده ۱۴۰- کلیه کابل های سه فاز بهتر است دارای چهار رشته باشند و به پرده فلزی قابل انعطاف یا زرهی از سیم های فولادی مجهز باشند تا بتوانند به عنوان سیم اتصال به زمین مورد استفاده قرار گیرند.

ماده ۱۴۱- در مولدهای تک فاز نیز باید کابل مجهز به پرده فلزی قابل انعطاف یا زرهی از سیم های فولادی باشد تا بتواند به عنوان یک هادی حفاظتی مجزا عمل کند.

ماده ۱۴۲- در مواردی که به دلیل طولانی بودن کابل، مقاومت زره یا پرده فلزی آن افزایش یابد، دستیابی به یک امپدانس پایین برای حلقه اتصال به زمین را مشکل می سازد، باید از کابل پنج رشته ای برای سه فاز (و کابل سه رشته ای برای تک فاز) استفاده شود، به طوری که سیم اضافی را بتوان به صورت موازی با پرده فلزی وصل نمود.

ماده ۱۴۳- در مورد کابل های فاقد پرده فلزی یا غلاف سیمی، این کابل ها باید از نوعی انتخاب شوند که روکش آنها در برابر سایش مقاوم باشد و به سیم اتصال به زمین جداگانه مجهز باشد.

ماده ۱۴۴- در مواردی که ممکن است کابل ها و تجهیزات در معرض خطر آسیب دیدگی قرار گیرند، می توان نوعی حفاظت تکمیلی را به کمک وسیله حفاظتی جریان پساند (RCD) پیش بینی کرد. این وسیله نه تنها باید هنگام وقوع اتصالی بین سیم فاز و اتصال زمین یا بدنه فلزی عمل کند، بلکه باید خطر برق گرفتگی ناشی از تماس افراد با سیم های برق دار کابل های آسیب دیده فاقد زره یا تجهیزاتی را که کاملاً توسط محفظه فلزی پوشیده نشده اند، کاهش دهد.

فصل یازدهم - اتصال به زمین خطوط هوایی

ماده ۱۴۵- اتصال به زمین سازه های فولادی مشبک (دکل ها)، تیرهای فلزی و تیرهای بتونی نگهدارنده خطوط هوایی از طریق تماس آنها با زمین باید انجام شود.

ماده ۱۴۶- در مناطقی که مقاومت ویژه خاک آنها بالاست، اتصال به زمین هوایی که به مقر تکیه گاه متصل است و در انتهای تغذیه به نول وصل می شود مناسب بوده و تا حدودی حفاظت در برابر رعد و برق را نیز تأمین می کند.

ماده ۱۴۷- دکل های فولادی ابتدای خطوط انتقال نیرو به سیستم اتصال زمین اصلی ایستگاه وصل می شوند.

ماده ۱۴۸- در مواردی که مقرها به تیری از جنس غیررسانا یا بازوهای افقی غیررسانا که به تیر وصل است، متصل شوند، حذف همبندی قسمت های فلزی بالای تیر باعث تحمل ولتاژ ضربه ای بیشتری خواهد شد و در این حال احتمال خرابی ناشی از جرقه فاز به فاز کاهش می یابد.

ماده ۱۴۹- در مواردی که تجهیزاتی مانند ترانسفورماتورها، کلیدهایی با قطع و وصل مکانیکی یا سر کابل ها روی یک تیر پلاستیکی تقویت شده یا چوبی نصب شده باشند مقاومت در برابر ولتاژ ضربه وارد شده از طریق تیر کاهش می یابد و بنابراین قسمت های فلزی روی تیر باید با یکدیگر همبندی شده و به زمین اتصال داده شوند.

ماده ۱۵۰- مقره های مهار باید روی مهار تیر نصب شوند.

ماده ۱۵۱- هیچ بخشی از مقره نباید در ارتفاعی کمتر از سه متری بالای زمین قرار گیرد و لازم است که تا حد امکان بالاتر نصب شود، اما مقره باید طوری استقرار یابد که قسمت زیرین آن هیچ تماسی با سیم مهار در بالا و سیم فاز در تجهیزات برق دار نداشته باشد، حتی اگر یکی از آنها پاره، شکسته و یا شل شده باشد.

ماده ۱۵۲- براکت های فلزی متصل یا نزدیک به هر یک از سازه های فلزی ساختمان یا قسمت های متصل به ساختمان که نگهدارنده سیم فاز هستند، باید به زمین متصل شوند، مگر آنکه اولاً سیم عایق دار باشد و ثانیاً توسط یک مقره نگهداشته شود.

ماده ۱۵۳- سیم اتصال به زمین هوایی که در بالای خطوط نیروی هوایی نصب می شود، علاوه بر اینکه مسیری برای برگشت اتصال زمین ایجاد می کند، در برابر صاعقه نیز تا حدودی حفاظت به وجود می آورد.

فصل دوازدهم - اتصال به زمین روشنایی و تجهیزات الکتریکی مستقر در خیابان ها

ماده ۱۵۴- تجهیزات مستقر در خیابان عبارتند از: تیرهای ثابت چراغ برق، تابلوهای راهنمایی مجهز به روشنایی، کیوسک ها و سایر وسایل مجهز به برق که به گونه ای دائمی در خیابان نصب هستند.

ماده ۱۵۵- تجهیزات مستقر در خیابان را می توان از طریق سیستم TN-S تغذیه و حفاظت کرد که در این صورت از کابل تغذیه با سیم های فاز، نول و اتصال به زمین مجزا از یکدیگر استفاده می شود.

ماده ۱۵۶- قسمت های هادی در دسترس تجهیزات خیابان باید به ترمینال اتصال به زمین تجهیزات و همچنین به ترمینال اتصال به زمین مدار تغذیه متصل شوند.

ماده ۱۵۷- برای تغذیه و حفاظت تجهیزات خیابان می توان از سیستم TN-C-S نیز استفاده کرد. در این روش معمولاً از کابلی با سیم مشترک نول - اتصال زمین (PE) استفاده می شود.

ماده ۱۵۸- در روش TNCS برای تأسیسات جدید، بدنه های هادی در دسترس باید از طریق یک سیم مسی به ترمینال نول وصل شود و سطح مقطع این سیم حداقل باید ۱۰ میلیمتر مربع (سیم شماره ۱۰) یا برابر با سطح مقطع سیم نول مدار تغذیه باشد.

تبصره: اجزای فلزی کوچک مجزا که احتمال تماس آنها با قسمت های هادی در دسترس یا قسمت های هادی بیگانه یا با سیم اتصال به زمین کم است (مانند درهای فلزی کوچک و چارچوب های در) نباید به ترتیب یاد شده به سیستم اتصال زمین وصل شوند.

ماده ۱۵۹- در صورتی که مداری بیش از یک وسیله خیابان را تغذیه کند (مثلاً به صورت حلقه)، یک الکتروود اتصال زمین باید در واحد آخر یا ماقبل 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 از ۲۰ اهم باشد و چنانچه این مقاومت الکتروود بیش از ۲۰ اهم باشد، باید الکتروودهای اتصال زمین دیگری در طول مدار با فاصله‌های مساوی از یکدیگر نصب شوند.

ماده ۱۶۰- در صورتی که سیستم تغذیه TN-C باشد، ولی شرکت ناظر بر روشنایی عمومی، مایل به استفاده از کابل هایی با سیم های مجزای اتصال به زمین نول باشد، و همچنین در مواردی که شرکت برق، ترمینال اتصال زمین را تهیه کرده ولی چاه اتصال زمین را برای استفاده در اختیار شرکت روشنایی نگذارد، شرکت ناظر بر روشنایی باید الکتروود ارت حفاظتی خود را نصب کند و در این حالت سیستم اتصال به زمین باید از نوع TT باشد.

ماده ۱۶۱- الکتروود ارت نول ترانسفورماتور تغذیه (TN-C) یک جزء مهم از حلقه اتصالی است، ولی مقاومت آن نسبت به الکتروود اتصال به زمین تحت کنترل شرکت روشنایی خیابان نیست و در چنین شرایطی برای اطمینان از قطع تجهیزاتی که دچار اتصال شده‌اند، باید از وسایل حفاظتی جریان پسماند استفاده شود. استفاده از تیرهای چراع برق فلزی یا اسکلت فلزی واحدهای کنترل و غیره به عنوان الکتروودهای اتصال به زمین حفاظتی توصیه نمی‌شود.

ماده ۱۶۲- استفاده از تیرهای چراغ برق فلزی یا اسکلت فلزی واحدهای کنترل و غیره به عنوان الکتروودهای اتصال زمین حفاظتی توصیه نمی‌شود.

فصل سیزدهم - اتصال به زمین داربست های موقت و سازه های فلزی

ماده ۱۶۳- سازه‌هایی که به کمک اتصال پیچی یا بست های پیچی سوار می‌شوند، با توجه به تعداد اتصالات، مسیرهای متعددی با مقاومت نسبتاً مطلوب ایجاد می‌کنند، اما نباید این سازه موقت فلزی را به نحوی مؤثر متصل به زمین دانست.

ماده ۱۶۴- در صورتی که سازه‌های موقت حامل مدارهای روشنایی یا مصارف کوچک باشد، توصیه می‌شود که سازه با سیم حفاظتی همبندی شود.

ماده ۱۶۵- در سازه‌های موقت چنانچه ولتاژ کار مدار کمتر از ۵۰ ولت (AC) باشد، نیازی به همبندی نیست.

ماده ۱۶۶- برای استفاده از ولتاژ کار بیشتر از ۵۰ ولت (AC)، سازه فلزی به عنوان قسمتی از هادی بیگانه محسوب شده و باید با سیم حفاظتی همبندی شود.

ماده ۱۶۷- در صورتی که سازه موقتی در کنار ساختمان بلندی نصب شده باشد، این سازه فلزی موقت باید در برابر صاعقه نیز حفاظت شود.

ماده ۱۶۸- برای حفاظت سازه موقت فلزی در برابر صاعقه، باید این سازه، هم در بالاترین نقطه نزدیک به ساختمان و هم در سطح زمین و یا در نزدیکی آن به یک یا چند سیم حفاظتی وصل شود.

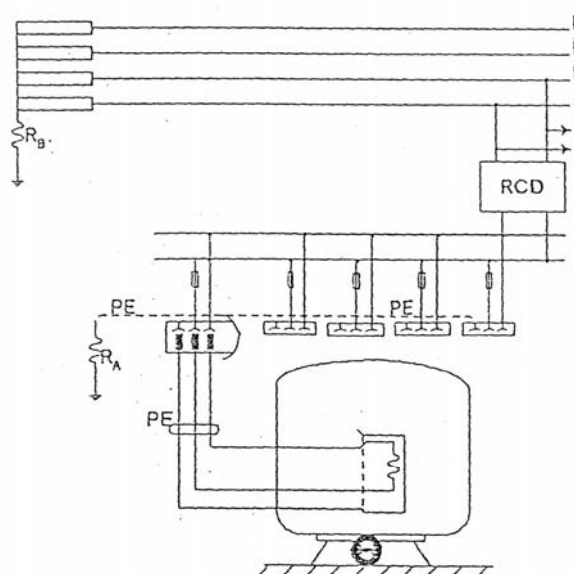
ماده ۱۶۹- سازه‌های فلزی موقت ممکن است برای حفاظت کافی در برابر صاعقه به الکترودهای ارت جداگانه نیاز داشته باشند که این امر به ساختار پی‌ها و پایه‌های موقت بستگی دارد.

فصل چهاردهم- اتصال به زمین کاروان‌های مسافرتی و توقفگاه آنها

ماده ۱۷۰- با توجه به خطرات خاص استفاده از کاروان‌ها، استفاده از سیستم‌های PME در منابع تغذیه کاروان‌ها ممنوع است.

ماده ۱۷۱- سیستم اتصال به زمین ساختمان‌های ثابت که در محل توقفگاه کاروان‌ها وجود دارد، طبق روش معمول است و بهتر است از سیستم TN-C-S استفاده شود.

تبصره: کاروان‌های نصب ثابت که برای جابه‌جا شدن پیش‌بینی نمی‌شوند، ساختمان ثابت به حساب می‌آیند. شکل (۹) روش تغذیه دستگاه‌های الکتریکی موجود در محل استقرار کاروان را نشان می‌دهد.



R_A = مقاومت الکتروود زمین محل استقرار کاروان

R_B = مقاومت الکتروود زمین منبع

PE = هادی حفاظتی

شکل ۹: روش تغذیه دستگاه‌های الکتریکی محل استقرار کاروان

یادآوری: ممکن است حداکثر شش پریز خروجی با یک RCD محافظت شوند.

ماده ۱۷۲- سیم‌های اتصال به زمین مدار در کاروان‌ها، یعنی سیم‌هایی که ترمینال اتصال به زمین پریزهای خروجی کاروان را به ترمینال اصلی اتصال به زمین وصل می‌کنند (مانند سیم حفاظتی کابل زیرزمینی

یا سیم حفاظتی دابل در یک خط هوایی)، باید از استحکام و یکپارچگی الکتریکی بالایی برخوردار باشند.

فصل پانزدهم – اتصال به زمین بندرگاه کشتی های کوچک و قایق ها

ماده ۱۷۳- در تأسیسات الکتریکی دریایی باید خطرات ناشی از رطوبت، مورد توجه قرار گیرد. همچنین در بندرگاه هایی که در معرض جزر و مد قرار دارند، محل قرارگیری سیم ها و جنس مواد به کار رفته و طراحی تأسیسات الکتریکی باید به گونه ای باشد که تأثیر زیان آوری روی آنها نداشته باشد.

ماده ۱۷۴- با توجه به خطرات خاصی که برای کشتی ها و قایق ها وجود دارد، استفاده از سیستم های PME در منابع تغذیه بندرگاه ها ممنوع است.

ماده ۱۷۵- در بندرگاه ها، منابع تغذیه سه نوع تأسیسات را تغذیه می کنند:

الف: تأسیساتی که برای انجام کار پیش بینی شده اند؛ مانند تأسیسات مستقر در پیاده روها که ابزارهای دستی را نیز شامل می شود؛

ب: تغذیه موقتی کشتی ها و قایق ها؛ مانند تغذیه رطوبت گیرهای کشتی ها و قایق ها؛

ج: تغذیه کشتی ها و قایق هایی که دارای سیم کشی لازم برای استفاده از شبکه برق عمومی در بندرگاه هستند؛

ماده ۱۷۶- هیچ یک از سیم های اتصال به زمین در بندرگاه نباید از جنس آلومینیوم یا کابل غیرقابل انعطاف با عایق معدنی و روکش مس باشد.

ماده ۱۷۷- تا حد امکان از اتصالات به سیم های محافظ باید اجتناب شود، اما در صورت نیاز این اتصالات باید در داخل پوشش حفاظتی مناسبی قرار گیرند.

ماده ۱۷۸- طراحی سیستم تغذیه باید طوری باشد که هر یک از نقاط سوخت گیری روی کشتی ها بتواند به سیم اتصال به زمین سیستم توزیع الکتریکی وصل شود.

ماده ۱۷۹- اتصال به زمین نقاط سوخت گیری کشتی ها باید قبل از سوخت گیری انجام شود و تا پایان مرحله سوخت گیری و جدا شدن لوله ای تخلیه از کشتی ادامه داشته باشد.

ماده ۱۸۰- قسمت های فلزی محل سوخت گیری باید به مخزن سوخت کشتی و سیم حفاظتی مدار کلیه سیم کشی های حفاظتی در کشتی اتصال دائمی داشته باشد.

ماده ۱۸۱- کلیه قسمت های فلزی روی سطوح شناور در داخل بندرگاه که شامل تجهیزات الکتریکی بوده و یا ممکن است با تجهیزات الکتریکی در تماس باشند، باید با سیم حفاظتی سیستم همبندی شوند.

ماده ۱۸۲- این آیین نامه در پانزده فصل و ۱۸۲ ماده و ۷ تبصره در جلسه نهایی مورخ

۸۵/۳/۲۱ شورای عالی حفاظت فنی تهیه و در تاریخ ۸۵/۱۱/۲۵ به تصویب وزیر کار و

امور اجتماعی رسید.