



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic Of Iran

وزارت نیرو

Ministry Of Energy

سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)

Iran Power Generation & Transmission Management Organization - Head Office (Tavanir)



۱۳

چاپ اول
اردیبهشت ۱۳۸۱

I.P.I.S

13

1 St. edition
April . 2002

استاندارد صنعت برق ایران - مشخصات و خصوصیات
انرژی الکتریکی (کیفیت برق)
قسمت ششم - زمین کردن

Part Six : Grounding

کمیسیون استاندارد « مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق) -
قسمت ششم - زمین کردن»

رئیس

نمازی صالح ، ابراهیم
(فوق لیسانس مدیریت)

سمت یا نمایندگی

وزارت نیرو - سازمان توانیر - معاونت تحقیقات و
فن آوری - دفتر استانداردها

اعضاء

آبسالان ، یوسف

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق کهگیلویه و بویراحمد

ابویی ، امیر

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق یزد

احمدی یزد ، محمد

(فوق لیسانس مهندسی صنایع)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای تهران

اسدی ، ابوالفضل

(فوق لیسانس مهندسی برق رشته قدرت)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای یزد

اسدی ، فرزاد

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق ایلام

اصغری فرد ، محمود

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق تبریز

امیدواری نیا ، اسدا...

(لیسانس مهندسی برق - قدرت)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق خوزستان

امیریان ، حسین

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق زنجان

بخشنده ، مهرداد

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای مازندران

بهاری وند چگینی ،

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق قزوین

بهشتی ، محمد حسن

(لیسانس مهندسی برق رشته قدرت)

دفتر استانداردهای معاونت تحقیقات و فناوری سازمان توانیر

ثقفی اصفهانی، مهدی

(فوق لیسانس مهندسی برق رشته قدرت)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق اصفهان

ثقه الاسلام ، سید احمد

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای فارس

جلالی ، مرتضی

(فوق لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای تهران

جوادی ، عبدا...

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق زنجان

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق مشهد

جواهری ، احسان
(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق مازندران

حسن پور ، رضا
(لیسانس مهندسی برق)

شرکت مهندسین مشاور نیرو

حسینیان ، سید حسین
(دکتری برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای خراسان

خاتمی ، عبدا...
(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای زنجان

خلجی ، علی
(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق گیلان

خلیل پور ، آرام
(لیسانس مهندسی برق)

شرکت مهندسین مشاور نیرو

درودی ، عارف
(دکتری برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق لرستان

رحمانپوری ، محمد
(لیسانس مهندسی برق رشته قدرت)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق غرب مازندران

رستم میری ، فریدون
(لیسانس مهندسی برق)

سعادت نیا ، خانم
(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو- شرکت برق منطقه ای کرمان

سیروس پور ، علی
(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق همدان

صباوند منفرد ، حسن
(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای آذربایجان

عربی ، عبدالرضا
(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو- شرکت توزیع نیروی برق کهگیلویه و بویراحمد

غلامعلی پور ، علی اکبر
(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای تهران

کریمی ، خانم
(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای زنجان

لطفی ، شاپور
(فوق لیسانس مدیریت صنعتی)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای آذربایجان

محمدیان ، حسین
(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای مازندران

نجفی نیا ، مرتضی
(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق مشهد

نظری ، محمود

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای غرب

نظریان ، پیمان

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای زنجان

هاشمیان ، مجید

(فوق لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت برق منطقه ای خراسان

همایونمهر ، عقیل

(فوق لیسانس مهندسی برق)

دفتر استانداردهای معاونت تحقیقات و فناوری سازمان توانیر

یاری ، مجید

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق ایلام

یاری ، محمد مهدی

(لیسانس مهندسی برق)

وزارت نیرو - شرکت توزیع نیروی برق همدان .

دبیر

اعرابیان - آقای مهندس یزدان

لیسانس مهندس برق

شرکت مهندسین مشاور نیرو

یادآوری : با توجه به تعداد ۱۱ جلسه برگزار شده برای استاندارد کیفیت برق افراد فوق الذکر در تمامی و یا در تعداد بیش از ۳ جلسه حضور داشته اند.

بسمه تعالی

آشنایی با موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) می باشد.

تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون فنی مرکب از کارشناسان موسسه، صاحب نظران مراکز و موسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت می گیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فناوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولید کنندگان، مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمان های دولتی باشد. پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که توسط موسسات و سازمان های علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره "۵" تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط موسسه تشکیل می گردد به تصویب رسیده باشد.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد می باشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. موسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید.

همچنین به منظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و موسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش، موسسه استاندارد اینگونه سازمان ها و موسسات را بر اساس ضوابط نظام تایید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تایید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این موسسه می باشد.

فهرست مندرجات صفحه

پیش گفتار	ب
مقدمه	پ
۱ هدف	۱
۲ دامنه کاربرد	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۱
۴ ویژگی ها	۲
پیوست الف - زمین کردن (اطلاعاتی)	۱۴
پیوست ب - واژگان (اطلاعاتی)	۱۹

پیش گفتار :

استاندارد مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق) - زمین کردن که پیش نویس آن به وسیله وزارت نیرو - شرکت توانیر - معاونت پژوهشی - دفتر استاندارد ها و در کمیسیون مربوط تهیه و تدوین شده و مورد تصویب مقام محترم وزارت طی بخشنامه شماره ۷۰۱۰/۳۰/۱۰۰ مورخ ۸۱/۲/۱۰ قرار گرفته است ، اینک به استناد بند «ز» ماده یک قانون تاسیس وزارت نیرو مصوب ۵۳/۱۱/۲۸ و ماده ۷ قانون سازمان برق ایران مصوبه ۱۳۴۶/۴/۱۹ و ماده ۳ آئین نامه اجرائی بند «ج» ماده ۱۲۲ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران به عنوان استاندارد صنعت برق ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدیدنظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.

منابع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است :

- 1- IEEE Std – 1100, IEEE recommended practice for powering and grounding of sensitive electronic equipment , 1992.
- 2- IEEE Std – 42, IEEE recommended practice for grounding of industrial and commercial power systems , 1991.
- 3- R.C. Dugan, M. McGranham , “Electrical power systems quality” , McGraw – Hill , Newyork, 1996.

۴- معیارهای طراحی و مهندسی فواصل الکتریکی از نظر تعمیراتی ، بهره برداری ، ایمنی و زیست محیطی ، جلد ۲۳۴ استاندارد طراحی بهینه پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت ، تهیه شده در مهندسی مشاور نیرو.

۵- مبحث ۱۳ - طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمانها از مجموعه مقررات ملی ساختمانی ایران

۶- استاندارد سیستم زمین شبکه های توزیع تهیه شده در مرکز تحقیقات نیرو

۷- استاندارد ملی ایران ۵ : سال ۱۳۷۸ (تجدید نظر دوم) استانداردهای ملی ایران - مقررات مربوط به ساختار و شیوه نگارش

مقدمه :

استاندارد مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق) از قسمت های مختلفی به شرح زیر تشکیل شده است که می بایستی همراه مراجع الزامی آنها مورد استفاده قرار گیرند.

قسمت اول - کلیات

قسمت دوم - حدود مجاز هارمونیک ها

قسمت سوم - فلش و قطعی ولتاژ

قسمت چهارم - تغییرات ولتاژ و فرکانس

قسمت پنجم - پایداری و پدیده های گذرا

قسمت ششم - زمین کردن

قسمت هفتم - کیفیت برق تحویلی به انواع مشترکین

قسمت هشتم - مشخصات فنی وسایل اندازه گیری و معیار انتخاب آن ها

قسمت نهم - دستورالعمل اندازه گیری کیفیت برق ، بازرسی و اطمینان از کیفیت آن

برای آشنایی بیشتر کاربران این استاندارد علاوه بر قسمتهای فوق گزارش های فنی مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی (کیفیت برق) در قسمتهای دیگری که جنبه اطلاعاتی و آموزشی دارد با عناوین زیر تهیه شده است.

قسمت اول - مفاهیم و تعاریف کیفیت برق

قسمت دوم - منابع و مراجع استانداردهای کیفیت برق

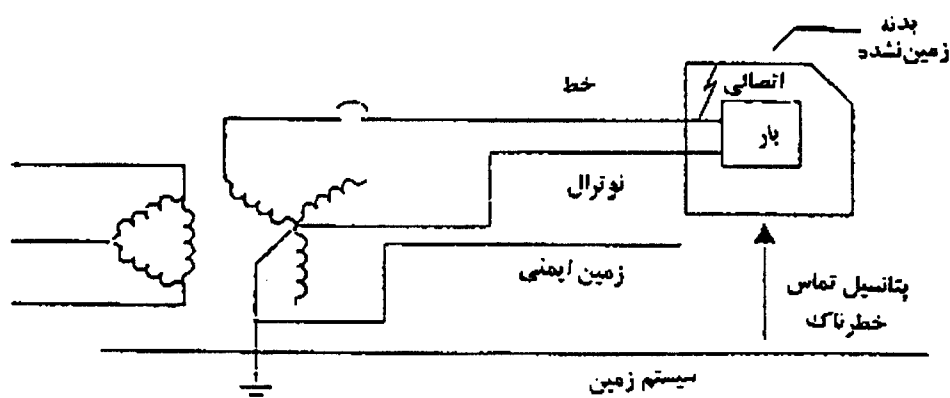
قسمت سوم - تجزیه و تحلیل نتایج وضعیت موجود کیفیت برق

در استانداردهای معتبر، درخصوص مفاهیم طراحی سیستم زمین به منظور برآورد حداقل نیازهای لازم از نظر حفاظتی و ایمنی بحث شده است. لیکن به مورد تأثیر سیستم زمین بر کیفیت برق کمتر توجه شده است. در این استاندارد از دیدگاههای مختلف، وضعیت سیستم زمین و تأثیر آن بر کیفیت برق تحویلی به مشترکین مورد نظر قرار گرفته است و به کمک آن نیازها و وظایف جدیدی که یک سیستم زمین در بهبود کیفیت برق به عهده دارد مورد بررسی قرار می گیرد.

در شبکه های الکتریکی اتصال قسمت هایی از سیستم و بدنه های هادی دستگاه های الکتریکی به زمین از دیدگاههای زیر مورد توجه می باشد:

الف ایمنی افراد

ایجاد ایمنی برای افرادی که در تماس با تجهیزات الکتریکی می باشند از دلایل اصلی زمین کردن می باشد. این عمل جهت جلوگیری از بالا رفتن ولتاژ تماس در هنگام اتصالی در قسمتی از دستگاه انجام می گیرد (رجوع شود به شکل ۱). ولتاژ تماس ولتاژی است که بین دو هادی که می توانند به طور همزمان لمس شوند ایجاد می شود. زمین ممکن است یکی از این دو هادی باشد.



شکل ۱- ولتاژ تماس بالا که در اثر زمین کردن نامناسب ایجاد می شود

۵ عملکرد صحیح سیستم حفاظتی

یکی از مشخصه های اساسی حفاظتی، ایجاد مسیر برگشت جریان اتصال زمین به نقطه ای است که در آن هادی نوترال منبع، زمین شده است. در اثر خرابی عایق با دیگر مسائل که باعث اتصال سیم فاز با بدنه هادی می گردند مسیر برگشتی با امپدانس کم به نوترال منبع تغذیه برقرار شده و اضافه جریان متوجه باعث عملکرد کلید یا فیوز می شود. در اثر این عمل مدار اتصالی به شکل کامل قطع می گردد.

ج کنترل نویز

علت اصلی ارتباط مسئله زمین کردن با کیفیت برق، کنترل نویز است. ایمنی افراد در واقع حداقل نیازی است که سیستم زمین باید تأمین نماید. هر عملی که برای رفع مشکلات ناشی از وجود نویز و اغتشاش، روی سیستم زمین انجام می گیرد باید اضافه بر حداقل نیازهایی باشد که در استانداردهای سیستم زمین اشاره شده است.

در کنترل نویز هدف اصلی ایجاد یک سیستم زمین هم پتانسیل است. اختلاف پتانسیل در نقاط مختلف یک سیستم زمین می تواند عایق بندی را تحت تنش قرار دهد و جریان های چرخشی را در کابل های ولتاژ پایین ایجاد کند. این جریان های چرخشی در سیستم زمین حرکت نموده و با تجهیزات حساسی که در نقاط مختلف، زمین شده اند تداخل می کند.

عمل هم پتانسیل کردن ولتاژ در سیستم زمینی هنگامی انجام می گیرد که هادی های زمین کننده تجهیزات به سیستم زمین منبع تغذیه متصل باشند. اگر هادی های زمین کننده تجهیزات طولانی باشند ایجاد یک پتانسیل ثابت در نقاط مختلف اتصال به سیستم زمین مشکل خواهد بود (بویژه برای نویزهای با فرکانس بالا). در این حالت باید از روش های دیگری جهت بهبود کیفیت برق استفاده نمود. این روش ها باید اضافه بر هادی های زمین کننده تجهیزات که برای ایمنی استفاده می شوند باشد و نباید جایگزین آنها گردد.

" مشخصات و خصوصیات انرژی الکتریکی «کیفیت برق»

زمین کردن "

۱ هدف

هدف از تدوین این استاندارد، بررسی اثر سیستم زمین و نحوه زمین کردن بر کیفیت برق می باشد

۲ دامنه کاربرد

این استاندارد کلیه موضوعات مربوط به اثرات سیستم زمین و انواع روش های آن بر کیفیت برق را به منظور بهبود طراحی کیفیت برق در بر می گیرد.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و / یا واژه ها با تعاریف زیر بکار می رود:

۱-۳ بدنه هادی تجهیزات : بدنه یا اسکلت هادی مربوط به تجهیزات الکتریکی است که در دسترس بوده و می توان آن را لمس کرد. این قسمت از تجهیز در وضعیت عادی برقدار نیست ولی ممکن است در اثر بروز نقصی در دستگاه یا ایجاد اتصالی داخلی برقدار شود.

۲-۳ زمین شده : وصل شده به میله زمین (الکتروود) یا وصل به سیستم هادی های گسترده که به جای زمین عمل می کند.

۲-۳ الکتروود زمین : یک هادی که به طور عمد و به صورت مستقیم به زمین وصل شده است.

۳-۳ هادی زمین : هادیی است که برای اتصال بدنه تجهیزات به هادی زمین و الکتروود زمین از آن استفاده می شود.

۴-۳ همبندی : وصل الکتریکی هر ترکیبی از اجزای هادی ، بدنه ها، قسمت های فلزی در دسترس ، اجزای فلزی ساختمان ها، انواع لوله کشی ها، پوشش هادی و غیره به همدیگر به منظور از بین بردن اختلاف پتانسیل احتمالی بین آنها در حالت عادی یا در صورت بروز اتصالی.

۳-۵ شبکه زمین : سیستمی از هادی های لخت به هم متصل که طبق یک الگو در یک ناحیه مشخص قرار گرفته و در زیر سطح زمین قرار داده شده است . هدف اولیه ایجاد شبکه زمین، تأمین حفاظت افراد می باشد که این هدف با محدود کردن اختلاف پتانسیل مجاز بدست می آید. اختلاف پتانسیل مذکور در اثر اتصالی و عبور جریان زیاد از زمین بوجود می آید.

۴ ویژگی ها

۴-۱ نمونه ای از مسائل موجود در زمین کردن و سیم کشی

در ادامه ، برخی از مسائل مربوط به کیفیت برق که به دلیل ناکافی بودن و نامناسب بودن سیستم های زمین و سیم کشی بوجود می آیند تشریح می شود. بسیاری از این مسائل می تواند با یک بازبینی ساده نیز تشخیص داده شود. برخی دیگر نیز احتیاج به اندازه گیری ولتاژ، جریان یا امپدانس مدار خواهد داشت.

۴-۱-۱ مسائل مربوط به هادی ها و اتصالات

یکی از اولین کارهایی که در بازرسی تأسیسات باید انجام داد، بازدید از هادی ها و اتصالات مربوط به ترانسفورماتور تغذیه، تابلو اصلی و تابلوهای فرعی می باشد. یک اتصال نامناسب ممکن است باعث اضافه حرارت ، زدن قوس و حتی سوختن عایق شود. در جدول ۱ تعدادی از مسائل مربوط به سیم کشی و علت وقوع آن آورده شده است.

جدول ۱- مشکلات موجود و علل آن

مشکل مشاهده شده	علت ممکن
بوی سوختگی در تابلو، تجهیزات یا جعبه تقسیم هنگام تماس، بدنه تابلو یا جعبه تقسیم داغ است	هادی های معیوب، اتصال بد، قوس، اضافه بار در هادیها کلید معیوب یا اتصال بد
عایق سوخته	اضافه بار در هادی، هادی معیوب یا اتصال بد
فقدان ولتاژ	کلید قطع ، اتصال بد، هادی و کلید معیوب
تابلو یا جعبه تقسیم سوخته	هادی معیوب ، اتصال بد

۴-۱-۲ فقدان ایمنی به دلیل قطع سیم زمین

اگر سیم زمین دستگاه قطع شود، اتصال یک فاز به بدنه دستگاه، آن را برقدار می کند. هیچ کلیدی قطع نکرده و موقعیت خطرناکی برای ایمنی افرادی که با دستگاه کار می کنند بوجود می آید.

۴-۱-۳ اتصالات متعدد نوترال به زمین

اتصال سیم نوترال به زمین تنها باید در تابلوی ورودی انجام گیرد. در دیگر تابلوها باید سیم نوترال و سیم زمین از یکدیگر جدا باشند. اگر پس از اتصال نقطه نوترال به زمین در تابلوی ورودی، جای دیگری این اتصال انجام گرفته باشد مسیرهای موازی برای جریان برگشتی بار پدید می آید که یکی از آن ها مدار زمین خواهد بود. این امر می تواند موجب عملکرد نامناسب وسایل حفاظتی گردد. همچنین در شرایط اتصال کوتاه، جریان خطا بین سیم نوترال و سیم زمین تقسیم شده که می تواند از عملکرد مناسب وسایل حفاظتی جلوگیری کند.

۴-۱-۴ الکترودهای زمین اضافی

الکترودهای زمین باید قسمتی از سیستم زمین بوده و به نقطه ای که همگی الکترودهای زمین ساختمانی (مانند لوله های فلزی آب و غیره) به یکدیگر بسته شده اند اتصال یابد. الکترودهای زمین متعددی می تواند در تابلوی ورودی مشترک استفاده شود تا مقاومت زمین کل را کاهش دهد. یکی از مسائل مهم در زمینه کیفیت برق این نکته است که الکترودهای زمین اضافی می توانند مسیرهای جدیدی برای جریانهای صاعقه ایجاد کنند. اگر از الکترودهای زمین در تابلوی ورودی استفاده شود هر موج صاعقه ای که به مشترک برسد از طریق این الکترودها به زمین رفته و پتانسیل شبکه زمین را بالا می برد.

۴-۱-۵ حلقه های زمین

حلقه های زمین یکی از مهمترین مسائل موجود در خصوص زمین کردن محیطهای صنعتی و تجاری است که از سیستمهای رایانه ای و تجهیزات مخابراتی استفاده می کنند. اگر دو وسیله رایانه ای و مخابراتی از طریق مسیرهای مختلف زمین شوند و یک کابل مخابراتی بین آن دو کشیده شده است اتصال زمین دیگری بین آن ها ایجاد کند یک حلقه زمین ایجاد می شود. حال اگر پتانسیل زمین در

محل دو دستگاه با هم متفاوت باشد جریان های چرخشی در این حلقه زمین بوجود می آید (در صورت وجود یک مسیر کامل). حتی اگر مسیر کاملاً بسته ای وجود نداشته باشد ، در عایقی که از عبور جریان جلوگیری می کند ممکن است قوس ایجاد گردد چون سطح عایق بندی سیستم های مخابراتی معمولاً بسیار پایین است .

علاوه براین ، جریان های چرخشی با دامنه پایین می توانند مشکلات بسیاری را در خصوص نویز سبب شوند. بهترین راه حل برای رفع این مشکل در بسیاری از حالات استفاده از کوپلرهای نوری در خطوط مخابراتی است که می تواند موجب حذف حلقه زمین و تهیه عایق کافی برای تحمل اضافه ولتاژهای گذرا گردد.

۴-۱-۶ نامناسب بودن سطح مقطع نوترال

استفاده از منابع تغذیه سوئیچینگ ، یکسو کننده ها و لامپ های کم مصرف با بالاست های الکترونیکی بطور روز افزونی افزایش یافته است. میزان بالای هارمونیک سوم جریان در این گونه بارها می تواند روی اندازه هادی نوترال مورد نیاز مدارهای تغذیه ، تأثیر فراوانی داشته باشد .

در یک سیستم متعادل ، جریان های هارمونیک سوم در مدار توالی صفر حاضر می شوند . این بدان معنی است که جریان های هارمونیک سوم ایجاد شده از سه بار تک فاز به جای آنکه مانند جریان های مؤلفه اصلی همدیگر را خنثی کنند در نقطه نوترال با یکدیگر جمع می شوند. در ساختمان های تجاری جدید، جریان نوترال معمولاً در حدود ۱۴۰ تا ۱۷۰ درصد دامنه جریان فاز مؤلفه اصلی است. راه حل عملی غلبه براین مشکل به قرار زیر است:

- در مدارهای سه فازی که بارهای غیر خطی تک فاز را تغذیه می کنند برای هر فاز یک سیم نول مجزا در نظر گرفته میشود.

- در مدارهای سه فازی که بارهای غیرخطی تک فاز را تغذیه می کنند و از یک سیم نول استفاده می شود، ظرفیت هادی نوترال باید تقریباً دو برابر ظرفیت های هادی فاز باشد.

- استفاده از ترانسفورماتورهای با اتصال ستاره - مثلث که منحصرأبرای تغذیه بارهای غیرخطی طراحی شده اند می توانند در محدود نمودن انتشار جریان های بالای نوترال مؤثر باشند. این ترانسفورماتورها باید تا حد ممکن نزدیک به بارهای غیر خطی (مثلاً اتاق کامپیوتر) قرار گیرند.

- استفاده از فیلترها برای کنترل هارمونیک سوم. این روش می تواند در تأسیسات موجود به عنوان راه حل مناسب بکار رود چون تغییر سیستم سیم کشی ممکن است بسیار هزینه بر باشد.

۲-۴ روش های حل مشکلات مربوط به سیم کشی و زمین کردن

۱-۲-۴ نحوه زمین کردن مطلوب

شکل ۲ عناصر اصلی یک سیستم الکتریکی زمین شده مناسب را نشان می دهد. عناصر مهم سیستم زمین در ذیل توضیح داده خواهد شد:

۲-۲-۴ الکتروود زمین

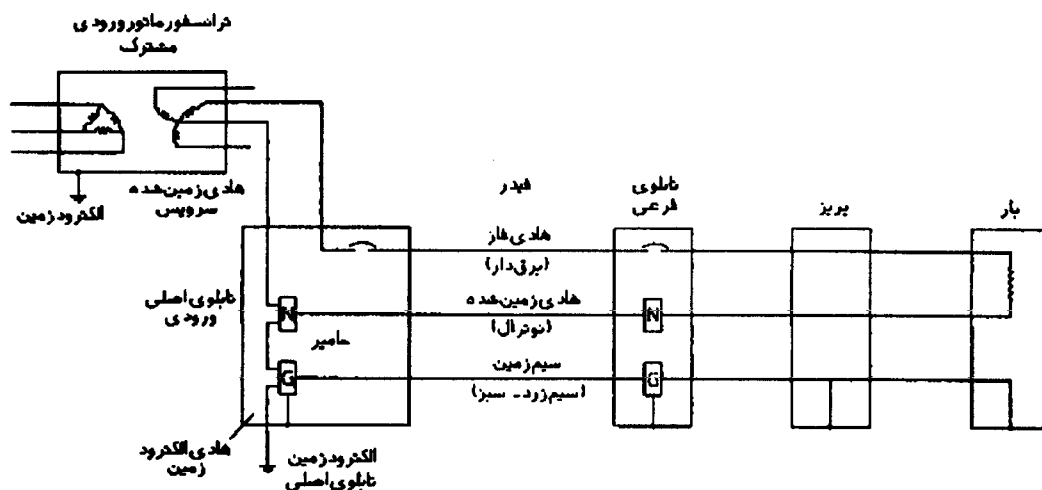
مهم ترین مشخصه مربوط به الکتروودهای زمین مقاومت آنها نسبت به زمین می باشد. سه مؤلفه اصلی مقاومت در میله های زمین عبارتند از:

- مقاومت الکتروود: مقاومت مربوط به اتصال فیزیکی سیم زمین به میله زمین

- مقاومت تماس میله - زمین: مقاومت مربوط به تداخل بین خاک و میله. این مقاومت با عکس مسافت جانبی میله متناسب است (یعنی هرچه سطح تماس بیشتر باشد این مقاومت کمتر خواهد بود).

- مقاومت زمین: مربوط به مقاومت ویژه خاک مجاور میله زمین بوده و بسته به نوع خاک و مقدار رطوبت آن مقاومت ویژه خاک در محدوده وسیعی تغییر می کند.

دلیل اصلی اهمیت مقاومت میله زمین، تأثیر آن روی سطوح ولتاژهای گذرا ناشی از کلیدزنی و صاعقه است. وجود جریان های با دامنه بالا در طی صاعقه ولتاژی را روی مقاومت می اندازد که پتانسیل شبکه زمین را بالا می برد. در این حالت اختلاف ولتاژی بین زمین شبکه و زمین واقعی در محل تجهیزات زمین شده بوجود می آید که می تواند ولتاژهای تماس خطرناکی ایجاد کند.



شکل ۲- عناصر اصلی یک سیستم الکتریکی زمین شده مناسب

الکترودهای زمین می توانند بصورت زیر باشند:

۱-۲-۲-۴ الکترودهای موجود

منظور اجسام هادی هستند که با هدفی دیگر غیر از ایجاد اتصال زمین برای سیستم های الکتریکی نصب شده اند. از قبیل:

الف - سیستم های آبرسانی با لوله های فلزی

از لوله کشی های زیرزمینی موجود که مربوط به سیستم های آب سرد می باشند می توان بعنوان الکتروود زمین استفاده نمود.

ب - میلگردهای فولادی بتون مسلح در پی ساختمانها

میلگردهای فولادی بتن در پی هایی که نسبت به زمین عایق بندی نشده و حداقل عمق آن ها از سطح زمین یک متر باشد، یک الکتروود زمین مؤثر به حساب می آیند. در مواردی که از سازه های فولادی قرار داده شده بر این پی ها (برج ها، اسکلت های فولادی و نظایر آن) به عنوان هادی اتصال

زمین استفاده شود باید به کمک وصل میلگردهای فولادی پی به بولت های نگهدارنده سازه همبندی به عمل آید.

۴-۲-۲-۲-۴ الکترودهای مصنوعی

در هنگام استفاده از الکترودهای مصنوعی، الکترودها باید تا جایی که امکان دارد از سفره نم دائمی خاک عبور کنند. الکترودهای مصنوعی باید از فلز یا ترکیبی از فلزات مختلف ساخته شده باشند که در شرایط موجود و در طول عمر مفید آنها دچار خوردگی بیش از حد نشوند. کلیه سطوح خارجی الکترودها باید هادی جریان برق بوده و به عبارت دیگر این سطوح نباید پوشیده از رنگ، وارنیش، لعاب یا هرگونه پوشش عایقی دیگر باشد.

۴-۲-۳-۲-۴ اتصالات در تابلوی اصلی

نقطه نوترال شبکه تغذیه کننده مشترک در محل ترانسفورماتور تغذیه به هادی زمین شده (سیم نوترال) متصل است. تابلوی اصلی تنها محلی از شبکه است که نوترال از طریق جامپرها به هادی زمین (سیم زرد- سبز) اتصال می یابد. سیم زرد- سبز بایستی در همین محل از طریق یک هادی به الکترودهای زمین کننده تأسیسات مشترکین متصل گردد. برای داشتن یک زمین مؤثر، این هادی باید در دو انتهای خود جوش داده شود.

در کل سیستم، کلیه بدنه تابلوها بدنه های فلزهای تجهیزات در معرض تماس باید دارای یک پتانسیل ثابت باشند تا ایمنی کاملی را پدیدآورند. این اتصالات همچنین مسیر برگشتی را برای جریان اتصال کوتاه ایجاد می کنند که تا نوترال منبع تغذیه که زمین شده است ادامه دارد.

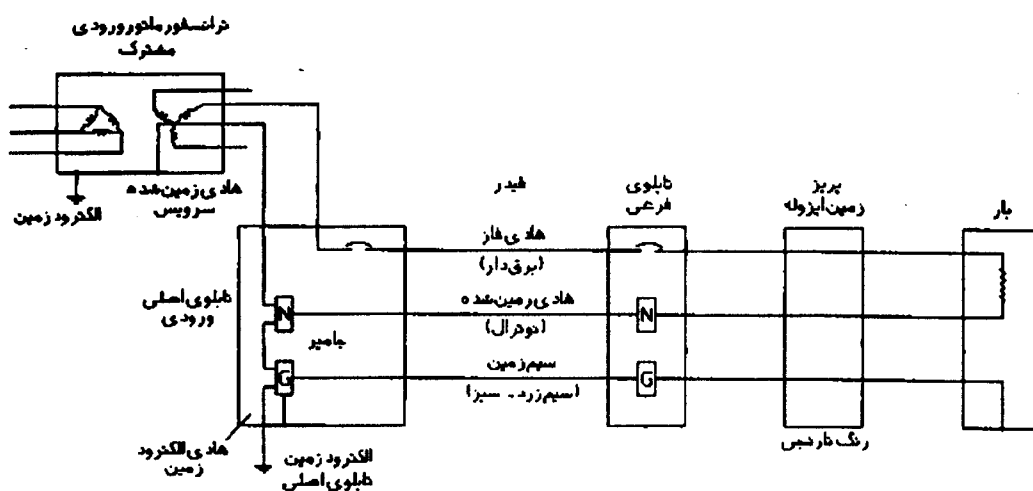
۴-۲-۴-۲-۴ تابلوهای فرعی

در تابلوهای فرعی، کلیدها به صورت سری با هادی های فاز قرار گرفته اند. باید توجه داشت که در این تابلوها نباید یک اتصال نوترال- زمین ایجاد کرد. در صورت انجام این عمل، جریان های برگشتی بار در مسیر زمین بین تابلوی فرعی و ترانسفورماتور تغذیه جریان می یابند. برای اینکه بتوان به یک سیستم زمین هم پتانسیل رسید نباید در مسیر زمین هیچگونه جریان برگشتی بار وجود داشته

باشد. همچنین در این حالت جریان های اتصالی بین هادی نوترال و مسیر برگشتی زمین تقسیم می گردند.

۴-۲-۵ زمین ایزوله

تأثیر نویزهای ایجاد شده توسط منبع تغذیه بر روی بارهای حساس را گاهی اوقات می توان با ایجاد یک زمین ایزوله برای آن بار بهبود بخشید. این کار با استفاده از پریزهای زمین ایزوله انجام می گیرد. اگر از پریز زمین ایزوله پس از تابلوهای فرعی استفاده شود، هادی زمین ایزوله به بدنه تابلوی اصلی وصل نمی شود و تنها اتصال در فیدر تغذیه انجام می گیرد (رجوع شود به شکل ۳).

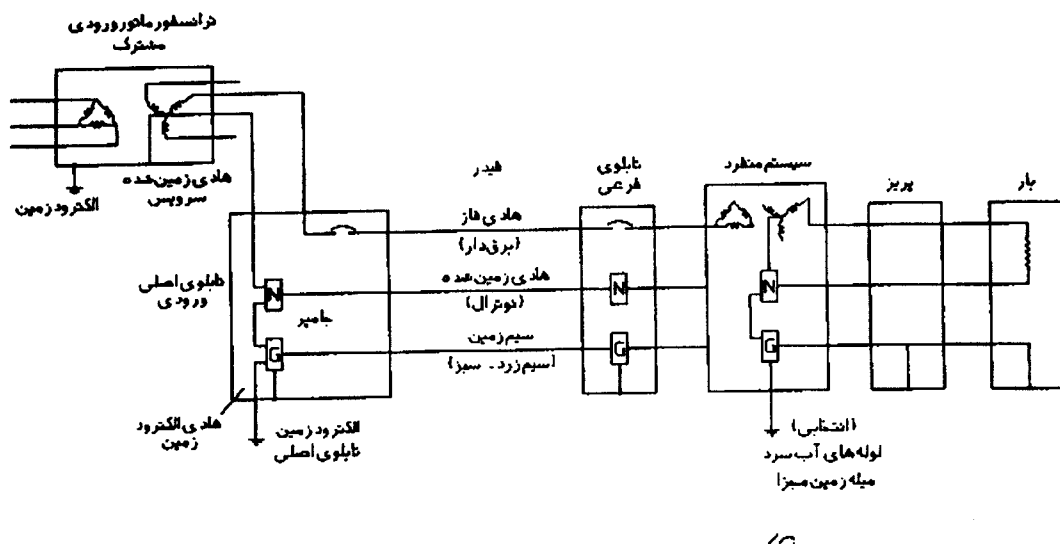


شکل ۳- آرایش زمین کردن برای یک زمین ایزوله

جهت شناسایی، پریز زمین ایزوله باید به رنگ نارنجی باشد. این پریز دارای هادی زمینی که به بدنه یا سینی کابل آن متصل باشد نیست. هادی مربوط به زمین ایزوله ممکن است از کلیه تابلوها عبور کرده و به زمین محلی متصل نشود تا در انتها در ورودی سرویس زمین شود. حالتی خاص از زمین های ایزوله برای تعدادی از تجهیزات بیمارستانی بکار می رود.

۴-۲-۶ سیستم های منفرد

یک سیستم منفرد دارای زمین مرجعی است که مستقل از دیگر سیستم ها می باشد. مثال مرسوم در این زمینه استفاده از یک ترانسفورماتور مثلث - ستاره می باشد (رجوع شود به شکل ۴). نوترال ثانویه به زمین محلی متصل می شود تا زمین مرجع جدیدی بسازد که از سیستم زمین اصلی مستقل است. سیستم های منفرد یک مرجع زمین محلی برای بارهای حساس ایجاد می کنند. در این حالت مقدار نویز در دستگاه های متصل به این سیستم زمین به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. مزیت دیگر کاهش دامنه جریان نوترال در سیستم توزیع اصلی است.



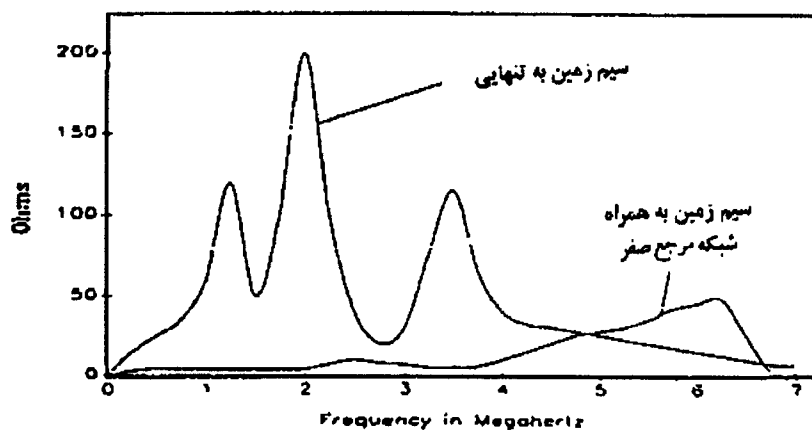
شکل ۴- استفاده از سیستم های منفرد

۴-۲-۷ زمین کردن برای ایجاد نقطه مرجع

اکثر مطالب ارائه شده در بخش های قبلی در رابطه با ایمنی و عملکرد مناسب وسایل حفاظتی بود. زمین کردن همچنین می تواند در ایجاد یک نقطه مرجع برای وسایلی که در تبادل سیگنال ها در مدارهای کنترلی و مخابراتی استفاده می شوند دارای اهمیت باشد. نیازهای زمین کردن برای ایجاد نقطه مرجع با نیازهای یک زمین ایمنی متفاوت است. به هر حال نیازهای مربوط به زمین ایمنی باید همواره در درجه اول اهمیت قرار داده شود.

مهمترین مشخصه یک زمین مرجع، داشتن امپدانس پایین در محدوده وسیعی از فرکانس است. برای داشتن این مشخصه (حداقل در فرکانس های پایین) باید از یک هادی زمین با اندازه مناسب استفاده کرد. استفاده از کاندویت برای این منظور مناسب نیست چون دارای امپدانس بالایی نسبت به هادی های فاز و نوترال است. برای کاهش مشکلات مربوط به کیفیت برق، هادی زمین باید حداقل هم اندازه با هادی فاز و نوترال باشد.

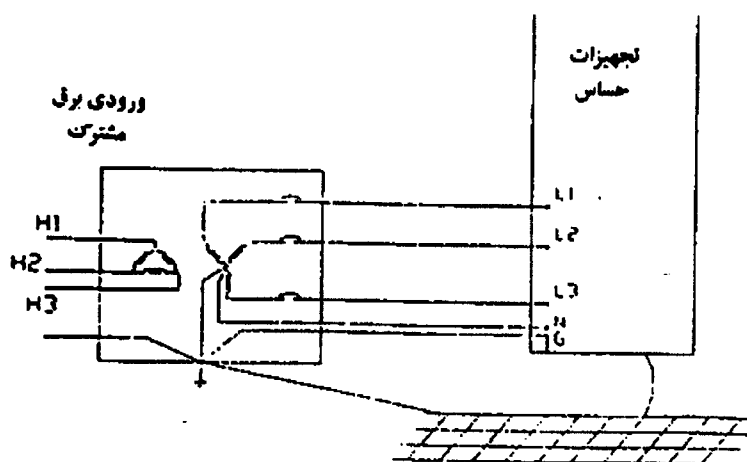
اگر فرکانس بالا رود طول موج کوچکتر شده، تا جایی که برای طول های نسبتاً کوتاهی از سیم، احتمال ایجاد تشدید نیز وجود دارد. به عنوان یک قانون سرانگشتی اگر طول سیم زمین بزرگتر از $\frac{1}{20}$ طول موج سیگنال باشد سیم زمین در آن فرکانس فعال نخواهد شد. به هر حال به دلیل پیچیدگی شبکه زمین، منحنی امپدانس برحسب فرکانس آن به شکل ساده و خطی نخواهد بود (رجوع شود به شکل ۵).



شکل ۵- تأثیر شبکه مرجع صفر روی تغییرات امپدانس

روشی که امکان ایجاد یک زمین مرجع را برای تجهیزات حساس (در محدوده فرکانسی ۰ تا ۳۰ مگاهرتز) فراهم می آورد، استفاده از یک "شبکه مرجع صفر" است (رجوع شود به شکل ۶). این روش از یک شبکه مستطیلی که از سیم مسی تشکیل شده است بهره برده و اغلب در سالن های

بزرگ با تجهیزات مخصوص رایانه ای استفاده می شود. حتی اگر قسمتی از سیستم در یک فرکانس مشخص در تشدید باشد، هنوز هم مسیرهای دیگری از شبکه وجود دارد که در آن تشدید وجود نداشته و جریان می تواند از آن عبور کند.



شکل ۶- شبکه مرجع صفر

۳-۴ توصیه های فنی در مورد شبکه های زمین

شبکه زمین باید طوری طراحی شود که حداقل اهداف زیر را برآورده سازد:

- تحت شرایط عملکرد نرمال، جریان باری در سیستم زمین جاری نشود. به هر حال ممکن است بدلیل اتصال وسایل حفاظتی و کویلینگ بین هادی های فاز و زمین مقدار کمی جریان در سیستم وجود داشته باشد ولی به هر حال این جریان ها باید در مقایسه با جریان های بار قابل صرف نظر کردن باشد.
- تا حد ممکن کلیه نقاط شبکه زمین هم پتانسیل باشند.
- برای اجتناب از ولتاژهای تماس بالا، کلیه بدنه فلزی تجهیزات و تابلوها باید به شبکه زمین هم پتانسیل متصل شوند.

- تنها یک اتصال نوترال - زمین برای هر زیر سیستم وجود داشته باشد. از یک سیستم منفرد می توان برای داشتن یک اتصال نوترال - زمین دیگر استفاده نمود.
- هیچ تابلو یا بدنه دستگاه محفظه زمین نشده ای نباید در مجاورت مدارهای الکتریکی وجود داشته باشد. در زمان خرابی عایق تابلو و یا تجهیزات یا مسائل دیگر، هر بار الکتریکی که روی تابلو یا بدنه هادی دستگاهها ظاهر می شود باید به زمین تخلیه شود.
- مسیر زمین باید:
- دائم و پیوسته باشد (احتمال قطع آن وجود نداشته باشد).
- ظرفیت هدایت جریان خطا را داشته باشد.
- امپدانس آن به حد کافی کوچک باشد تا مقدار ولتاژ زمین را محدود کند. همچنین عملکرد وسایل حفاظتی مدار را تسهیل کند.

۴-۴ توصیه های فنی در زمین کردن تجهیزات حساس

- نکات زیر را در مورد تجهیزاتی که نسبت به نویز یا اعوجاج حساس است می توان بکار برد:
- هر جا که ممکن است از سیستم های منفرد جهت تغذیه تجهیزات حساس استفاده شود. این مدارها ایزولاسیون خوبی را در مقابل حالات گذرای با فرکانس بالا و نویز ایجاد می کنند.
- کاندویت نباید هرگز به عنوان تنها مرجع زمین کردن تجهیزات حساس انتخاب شود. جریان های عبوری از کاندویت می تواند سبب تداخل با مدارهای مخابراتی و الکترونیکی شود.
- اندازه سیم زمین (سیم زرد- سبز) باید با هادی های فاز برابر باشد.
- ایجاد یک شبکه مرجع صفر.
- این کار اغلب در اطاق های کامپیوتر انجام می گیرد، جایی که پاسخ فرکانسی سیستم زمین، بدلیل نیازهای مخابراتی بین قسمت های مختلف یک سیستم کامپیوتری دارای اهمیت بیشتری است.
- ولتاژ نقطه نول (نوترال - زمین) باید در محدوده میلی ولت باشد (در شرایط عادی عملکرد).

پیوست الف

زمین کردن

(اطلاعاتی)

الف - ۱ کلیات

در انواع مختلف شبکه های الکتریکی، وصل قسمتهایی از سیستم و بدنه هادی دستگاههای الکتریکی به زمین را زمین کردن می گویند و از دودیدگاه مورد توجه می باشد:

- حفظ عایق بندی و تأمین صحت کار لوازم و دستگاههای الکتریکی و محدود کردن اضافه ولتاژها و کمک به کار صحیح لوازم و مدارها با قطع مدارهای معیوب . به این نوع اتصال زمین ، اتصال زمینی الکتریکی یا اتصال زمین سیستم گفته می شود (اتصال نوترال به زمین).

- نوع دیگر اتصال زمین ، اتصال زمین ایمنی یا حفاظتی است. از این نوع سیستم حفاظتی در ایجاد ایمنی برای افرادی که بنابه وظیفه شغلی در تماس با تجهیزات سیستم های الکتریک و نیز برای افراد جامعه که مصرف کننده نهایی انرژی برق می باشند استفاده می شود. هدف دیگر از این نوع سیستم زمین ، محدود کردن خطر آتش سوزی از راه قطع سریع مدار معیوب به کمک وصل بدنه های فلزی به هادی خنثی یا زمین است.

در برخی موارد تفکیک دو نوع اتصال زمین برای دو هدف بالا ممکن نیست و به همین دلیل ایجاد یک اتصال زمین برای هر دو منظور کافی است. ولی در بعضی شرایط تفکیک دو سیستم زمین لازم و ضروری است و گاهی مسائل مربوط به نوع دیگری اتصال زمینی یعنی زمینسی که برای تخلیه بار صاعقه لازم است موضوع را پیچیده تر می کند.

بطور کلی منظور از زمین کردن نوترال رسیدن به اهداف زیر است:

الف - کاهش تنش الکتریک ناشی از اثرات کلیدزنی و صاعقه

ب - تأمین و کنترل جریان اتصالی در حد قابل قبول

ج - کاهش عدم تعادل ولتاژ

د - محدود کردن ولتاژ نقطه نول

روشهای مختلف زمین کردن نوترال عبارتند از :

الف - زمین کردن به شکل مستقیم

ب - زمین کردن از طریق مقاومت

ج - زمین کردن از طریق راکتانس

د - زمین کردن از طریق ترانسفورماتور زمین

ایجاد یک سیستم زمین مطلوب حتی تا همین سال های اخیر صرفاً به مفهوم داشتن شبکه زمینی با مقاومت هرچه کمتر بوده است اما با ایجاد شبکه های برق وسیع با ظرفیت بالا، طبعاً جریان های اتصال کوتاه فوق العاده روبرو هستیم که با وجود مقاومت کم سیستم زمین، پتانسیل آن ممکن است از حد مجاز ایمنی تجاوز کند. به همین جهت تحقیقات بعدی مفاهیم جدیدی از لحاظ ایمنی راتحت عنوان کلی کنترل گرادیان پتانسیل، در شرایط بروز خطا معرفی کرده است.

بطور کلی، سیستم زمین می بایستی دارای سه ویژگی عمده زیر باشد:

الف) سیستم زمین دارای مقاومت کمی باشد. این کار سبب می شود امپدانس مؤلفه صفر دیده شده در نقطه اتصالی مقدار کوچکی داشته باشد تا هم عملکرد مطمئن و سریع رله های تشخیص خطای فاز به زمین تضمین گردد و هم اضافه ولتاژهای ایجاد شده در فازهای سالم، کمتر از مقادیر پیش بینی شده و مجاز باشند.

ب) سیستم زمین در محل اتصال برآیند به زمین، مقاومت موجی کم در نتیجه سطح محافظت مناسبی را برای برآیند بوجود می آورد. برآیند به منظور تخلیه ولتاژهای موجی به زمین در نظر گرفته می شود و بنابراین جریان های موجی با دامنه و شیب قابل ملاحظه از طریق آن به زمین وارد می شود. چنانچه مقاومت موجی سیستم زمین در محل اتصال برق گیر به آن، مقدار زیادی باشد، تخلیه کامل و سریع جریان های موجی صورت نمی پذیرد و ولتاژ موجی قابل ملاحظه ای در طرف زمین برق گیر ظاهر می شود و بنابراین سطح حفاظت برآیند افزایش می یابد و احتمال است احتمال آسیب دیدگی تجهیزات پیش آید.

ج) سیستم زمین باید بتواند افراد و تجهیزات را تأمین نماید.

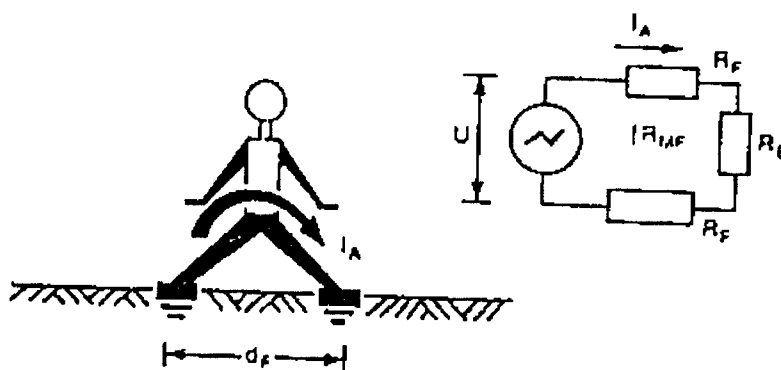
سیستم زمین باید به گونه ای طرح شود تا با ایجاد مسیر مناسب برای عبور جریان به زمین، چه در حالت عادی و چه در شرایط خطا تضمین نماید که اشخاص حتی اگر با تجهیزات زمین شده تماس داشته باشند در معرض شوک الکتریکی خطرناک واقع نشوند.

شخصی که در نزدیکی و یا تماس مستقیم با قسمت های مختلف تجهیزات الکتریکی قرار دارد. در معرض شوک الکتریکی خواهد بود. علت شوک، اعمال ولتاژهای زیر به بدن است:

الف - ۱-۱ ولتاژ گام

عبور جریان شدید اتصالی در پای یک سازه یا دستگاه فلزی زمین و یا ازالکتروود اتصال زمین آن سبب می شود که ولتاژ زمین در این نقطه به مقدار قابل توجهی برسد و در نقاط مجاور محل عبور جریان به زمین به علت پخش جریان در مقطع بزرگتر زمین، ولتاژ بتدریج کاهش می یابد و در فاصله دور مقدر آن تقریباً به صفر می رسد. هنگامی که کسی به نقطه ورود جریان به زمین نزدیک می شود اختلاف ولتاژ زیر دو پای او (ولتاژ گام) کم کم افزایش می یابد بطوری که اگر فرد بدون کفش باشد خیلی زودتر این اختلاف را احساس خواهد کرد. فاصله گام های یک فرد (d_f) در حال راه رفتن بطور متوسط یک متر فرض می شود.

در شکل ۱ مدار معادل شرایط اتصالی رسم شده که در آن R_B مقاومت بدن، R_F مقاومت خودی هر پا نسبت به یک زمین دور و R_{MF} مقاومت متقابل بین دو پا برحسب اهم را نشان می دهند. I_A جریان جاری شده در بدن شخص است.



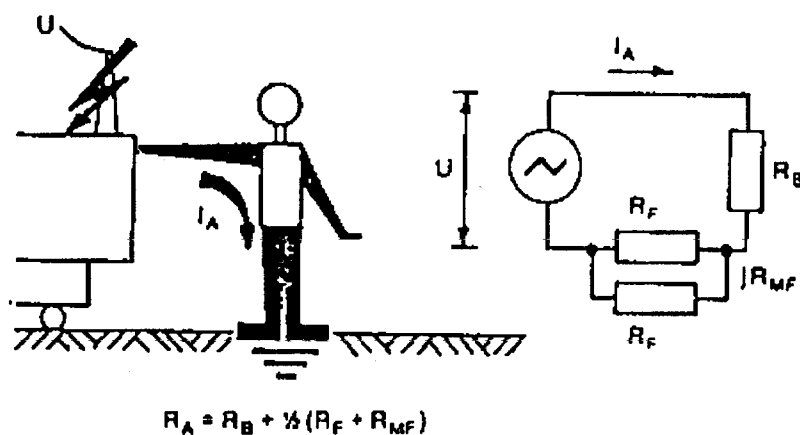
$$\begin{aligned}
 d_f &= 1 \text{ m} \\
 R_A &= R_B + 2R_F - 2R_{MF} \\
 I_A &= U/R_A \\
 R_B &= 1000 \Omega
 \end{aligned}$$

شکل ۱- مدار ولتاژ گام

مقاومت R_B در این حالت شامل مقاومت داخل بدن از یک کف پا تا کف پای دیگر است. مقاومت بدن (R_B) در ولتاژهای مختلف متفاوت است. در آزمایشاتی که با جریان قابل تحمل ۹ میلی آمپر روی افراد زیادی صورت گرفته ۹۹/۵ درصد آنان مقاومتی در حدود ۲۳۳۰ اهم بین دو دست و ۱۱۳۰ اهم بین دست به پا در فرکانس ۵۰ از خود نشان داده اند. در ولتاژهای بالاتر مقاومت بدن کمتر می شود. معمولاً در محاسبات ایمنی مقاومت بدن ۱۰۰۰ اهم بین دست به هر یک از دو پا و یا بین یک پا و پای دیگر فرض می شود.

الف-۱-۲ ولتاژ تماس

اگر شخصی به بدنه دستگاه یا سازه برقدار شده دست بزند، تحت ولتاژ تماس قرار خواهد گرفت (رجوع شود به شکل ۲). در حالت ساده که دستگاه یا سازه دارای اتصال زمین است شکل شیب ولتاژ مانند حالت ولتاژ گام خواهد بود. با توجه به مقاومت کم فلز سازه در مقایسه با مقاومت زمین، بدنه سازه همه جا هم پتانسیل بوده و حداکثر ولتاژ اتصالی نسبت به زمین را خواهد داشت. حداکثر فاصله شخص در این حالت نیز یک متر از سازه فرض می شود. بدین ترتیب ولتاژ تماس عبارت است از اختلاف ولتاژ بین هر نقطه که شخص ایستاده، با هر نقطه فلزی متصل به شبکه زمین که بتواند لمس شود.



شکل ۲- مدار ولتاژ تماس

الف - ۱-۳ ولتاژ انتقالی

ولتاژ انتقالی حالت خاصی از ولتاژ تماس است. در این حالت شخص که در روی زمین با ولتاژ بالا ایستاده یک هادی را که در دوردست به پتانسیل صفر زمین متصل است لمس می نماید. یا برعکس ممکن است شخص در روی زمین با پتانسیل صفر و دور از ایستگاه ایستاده و یک هادی را که با پتانسیل زیاد شبکه زمین در ارتباط است لمس نماید. در این دو حالت شخص تحت اثر حداکثر ولتاژ شبکه زمین قرار می گیرد و خطر آن خیلی بیشتر است و اغلب حوادث مرگبار از این نوع می باشند. مقدار قابل تحمل آن نظیر ولتاژ تماس است.

بطور کلی می توان اشاره نمود که برای تأمین شرایط ایمنی، سیستم زمین باید به گونه ای طراحی گردد که در اثر عبور جریان زمین از آن گرادیان سطحی پتانسیل در محوطه، بیش از حدود مجاز نباشد و همچنین کل سیستم زمین مقدار کوچکی باشد تا افزایش ولتاژ زمین در اثر عبور جریان از آن در حد مجاز باشد.

الف - ۲ اندازه گیری مقاومت زمین

تنها روش مطمئن و خوب برای آزمایش مقاومت اتصال زمین اندازه گیری آن است. معمولاً مقدار دقیق مقاومت مورد نظر نیست بلکه مقدار تقریبی آن مورد نظر می باشد. به عبارت دیگر باید دانست که مقاومت زمین در حدود یک اهم، صد اهم یا هزار اهم است. برای اطمینان از پیوستگی شبکه زمین، باید مقاومت همه اتصال زمین ها را اندازه گیری نمود. خاصیت هدایت خاک، به خصوص طبقات زیرین عامل مهمی در تعیین مقاومت زمین می باشد و اندازه گیری، یک روش علمی برای تعیین قابلیت هدایت خاک می باشد.

اندازه گیری مقاومت در زمان نصب الکترودهای زمین برای تعیین تعداد الکترودهای اضافی مورد لزوم و یا دیگر اقدامات ضروری می باشد چون با سفت شدن خاک و تغییرات فصلی رطوبت، مقدار مقاومت نیز تغییر می کند.

پیوست ب
واژگان
(اطلاعاتی)

Grounded electrode	الکتروود زمین
Grounded effectively	به طور مؤثر زمین شده
Panel board	تابلوی اصلی
Safety ground	زمین ایمنی
Isolated ground	زمین ایزوله
Derived system	سیستم منفرد
Service entrance	ورودی سرویس
Transfer voltage	ولتاژ انتقالی
Touch voltage	ولتاژ تماس
Grounded conductor	هادی زمین شده

- 1- IEEE Std – 1100, IEEE recommended practice for powering and grounding of sensitive electronic equipment , 1992.
- 2- IEEE Std – 42, IEEE recommended practice for grounding of industrial and power systems , 1991. commercial
- 3- R.C. Dugan, M. McGranham , “ Electrical power systems quality” , McGraw – Hill , Newyork, 1996.