IGS-E-EL-030(0)	آذر 1401
Approved	مصوب

شرکت ملی گاز ایران

مدیریت پژوهش و فنآوری

امور تدوین استانداردها

IGS

دستورالعمل

الزامات طراحی،بازرسی و اجراءسیستم های زمین

Requirements For Earthing Systems

GasPlus.ir

دفترمدیرعامل

شرکت ملی گازایران

تاریخ : ۱۴۰۱/۱۲/۰۱

شماره : گ۰/دب۰/۴۱۲-۲۱۲۶۷

ابلاغ مصوبه هیأت مدیره

مدیر محترم پژوهش و فناوری

باسلام،

به استحضار می‌رساند در جلسه ۱۹۹۸ مورخ ۱۴۰۱/۱۱/۰۹ هیات مدیره، نامه شماره گ۹/۱۸۳۹۴۳/۰۰۰ مورخ ۱۴۰۱/۱۱/۰۵ مدیر پژوهش و فناوری درمورد تصویب نهایی مقررات فنی شرکت ملی گاز ایران به شرح زیر مطرح و مورد تصویب قرار گرفت.

۱-الزامات طراحی، بازرسی و اجرا سیستم های زمین

IGS-E-EL-030(0)

سیدمحمد پیشوایی
دبیر هیات مدیره

GasPlus.ir

رونوشت : مدیرعامل محترم شرکت ملی گاز ایران و رئیس هیات مدیره
اعضای محترم هیات مدیره
مشاور و رئیس دفتر محترم مدیرعامل
رئیس محترم امور حقوقی
رئیس محترم حسابرسی داخلی
رئیس محترم امور مجامع

پیشگفتار

۱. این استاندارد/ دستورالعمل به منظور استفادهٔ اختصاصی در شرکت ملی گاز ایران و شرکت های فرعی وابسته تهیه شده است.

۲. شرکت ملی گاز ایران در مورد نیازهای عمومی از استانداردهای وزارت نفت (IPS) و در مورد نیازهای تخصصی از استانداردهای اختصاصی خود (IGS) استفاده می‌کند.

۳. استانداردهای شرکت ملی گاز ایران (IGS) با نظارت کمیته‌های تخصصی استاندارد، متشکل از کارشناسان و مشاوران بخش های مختلف تهیه و پس از تائید شورای استاندارد (منتخب هیأت مدیره شرکت ملی گاز ایران) به تصویب هیأت مدیره شرکت ملی گاز می‌رسند.

۴. در تنظیم متن استانداردهای (IGS)، از همهٔ منابع شناخته شده و معتبر علمی، اطلاعات فنی تخصصی مربوط به صنایع گاز دنیا، مشخصات فنی تولیدات سازندگان معتبر جهانی و نیز از نتیجه پژوهش ها و تجارب کارشناسان داخلی بر حسب مورد استفاده می‌شود. همچنین به منظور استفاده از هر چه بیشتر از تولیدات ملی، قابلیت های سازندگان داخلی نیز مورد توجه قرار می‌گیرد.

۵. استانداردها به طور متوسط هر ۵ سال یک بار و یا در صورت ضرورت، زودتر، بازنگری و به روز رسانی می‌شود. بنابراین کاربران باید همیشه آخرین نگارش را مورد استفاده قرار دهند.

۶. هرگونه نظر و یا پیشنهاد اصلاح در مورد استانداردها مورد استقبال و بررسی قرار خواهد گرفت و پس از تأیید، استاندارد مربوطه نیز بازنگری خواهد شد.

تعاریف عمومی

در متن این استاندارد (IGS) از تعاریف و اصطلاحات زیر استفاده می‌شود:

۱. "شرکت" (COMPANY): منظور، "شرکت ملی گاز ایران" و یا شرکت های فرعی وابسته می‌باشد.

۲. "فروشنده" (SUPPLIER/VENDOR): به فرد یا مؤسسه ای گفته می‌شود که نسبت به شرکت متعهد شده است.

۳. "خریدار" (PURCHASER): منظور، "شرکت ملی گاز ایران" و یا شرکت های فرعی وابسته می‌باشد.

۴. " SHALL" : درمواردی بکار برده می شود که انجام خواسته مورد نظر اجباری است.

۵. " SHOULD": در مواردی بکار برده می شود که انجام خواسته مورد نظر ترجیحی و درعین حال اختیاری است.

۶. " MAY": در مواردی بکار برده می شود که انجام کار به شکل مورد بحث نیز قابل قبول می باشد.

GasPlus.ir

فهرست

عنوان **صفحه**

۱- هدف و دامنهٔ کاربرد ۷

۲- منابع ۷

۳- تعاریف و اصطلاحات ۹

۴- الزامات ایمنی ۱۷

۴-۱- الزامات ایمنی در اندازه گیری ۱۷

۵- الزامات طراحی سیستم زمین ۱۹

۵-۱- الزامات طراحی سیستم زمین ولتاژ پایین ۱۹

۵-۱-۱- طراحی سیستم زمین ۱۹

۵-۱-۲- آرایش سیستم زمین ولتاژ پایین جریان متناوب ۱۹

۵-۲- طراحی سیستم زمین ولتاژ بالا ۲۰

۵-۳- آرایش سیستم زمین منابع تغذیه بدون وقفه ۲۰

۵-۳-۱- AC UPS ۲۰

۵-۳-۲- DC UPS ۲۲

۵-۴- الزامات سیستم زمین از دیدگاه هماهنگی الکترومغناطیس EMC ۲۲

۵-۵ - معیار پذیرش مقدار مقاومت الکتریکی سیستم زمین ۲۲

۵-۶- سیستم زمین یکپارچه ۲۳

۵-۶-۱- سیستم زمین رینگ اصلی ۲۳

۵-۶-۲- طراحی سیستم زمین یکپارچه ۲۳

۵-۷- طراحی و بازرسی همبندی بین سیستم زمین ولتاژ بالا و سیستم زمین ولتاژ پایین ۲۵

۵-۷-۱- کلیات ۲۵

GasPlus.ir

۵- ۷ –۲- اضافه ولتاژ در سیستمهای فشار ضعیف در حین خطای زمین فشار قوی ۲۵
۵-۷-۳ – همبندی بین سیستم زمین ولتاژ بالا و سیستم زمین ولتاژ پایین ۲۷
۵-۷-۳-۱- متصل بودن سیستم زمین فشار قوی (RE) به سیستم زمین فشار ضعیف(RB) ۲۷
۵-۷-۳-۲- مجزا بودن سیستم زمین فشار قوی (RE) از سیستم زمین فشار ضعیف(RB) ۲۹
۵-۷-۳-۲-۱- الزامات اضافه ولتاژ موقت استرس فرکانس قدرت ۳۰
۵-۷-۳-۲-۲- بررسی صحت جدایی سیستم زمین فشار قوی از سیستم زمین ولتاژ پایین ۳۰
۵-۷-۳-۲-۲-۱- تجهیزات آزمون ۳۱
۵-۷-۳-۲-۲-۲-روش آزمون ۳۱
۵-۷-۳-۲-۲-۳- تحلیل نتایج ۳۲
۵-۷-۴- الزامات همبندی سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف ۳۳
۵-۷-۴-۱- متصل بودن سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف ۳۳
۵-۷-۴-۲- مجزا بودن سیستم زمین فشار قوی از سیستم زمین ولتاژ پایین ۳۳
۵-۷-۴-۲- ۱- سمت فشار قوی ۳۳
۵-۷-۴-۲- ۲- سمت فشار ضعیف ۳۳
۵-۷-۵- بازرسی همبندی سیستم زمین ولتاژ بالا و ولتاژ پایین ۳۳
۵-۸- اتصال به زمین و همبندی فنس ها و دروازه های فلزی ۳۴
۵-۹- طراحی الکترود زمین فوندانسیون ۳۴
۵-۱۰- نوع اتصالات رو زمینی و دفنی ۳۴
۵-۱۱- جدا سازی بین مدارها (کابل ها) به منظور کاهش اثرات الکترومغناطیسی ۳۵
۵-۱۱-۱- کلیات ۳۵
۵-۱۱-۲- الزامات طراحی ۳۵
۵-۱۱-۲-۱- فاصله جداسازی برای کابل ها ۳۵

GasPlus.ir

۵-۱۱-۲-۲- فاصله بین کابلها با توجه به شکل نگهدارنده کابل (سینی، کاندویت و....) ۳۶
۵-۱۱-۳- شرایط برای فاصله نداشتن بین کابلها ۳۷
۵-۱۲- سیستم های مدیریت کابل ۳۷
۵-۱۲-۱- کلیات ۳۷
۵-۱۲-۲- راهنمای طراحی ۳۷
۵-۱۲-۳- راهنمای نصب ۳۸
۵-۱۳- الزامات سیستم ارتینگ ابزاردقیق ۴۱
۵-۱۳-۱- الزامات ارتینگ تجهیزات ذاتا ایمن (I.S) ۴۱
۵-۱۳-۲- الزامات سیستم ارتینگ برای تجهیزات ابزاردقیق (Non-I.S) ۴۲
۵-۱۴- نحوه صحیح ارت نمودن آرمور، شیلد کلی کابل و شیلد زوج سیم کابل‌های ابزاردقیق ۴۶
۶- الزامات مواد و تجهیزات ۵۳
۶-۱- جنس هادی و الکترود سیستم زمین ۵۳
۶-۲- انتخاب معیار خورندگی خاک ۵۵
۶-۳- دریچه چاهک ارت ۵۶
۶-۴- ترکیبات بهسازی بمنظور کاهش مقاومت الکتریکی سیستم زمین ۵۷
۷- الزامات اجرا و نصب ۵۶
۸- الزامات پیش راه اندازی، تست و تحویل ۵۶
۸-۱- الزامات پیش راه اندازی ۵۷
۸-۲- ملاحظات عمومی در ارتباط با مشکلات اندازه گیری ۵۶
۹- الزامات بازرسی ۶۰
۹-۱- تست و اندازه گیری و بازرسی سیستم زمین ۶۰
۹-۲- بازرسی از تجهیزات سیستم زمین ۶۰

GasPlus.ir

۹-۳- شاخص پذیرش مقاومت الکترود منفرد از شبکه ۶۰

۱۰- الزامات نگهداری و تعمیرات ۶۰

پیوست الف - معیار حفاظتی قطع خودکار مدار ۶۱

الف-۱- کلیات ۶۱

الف-۲- الزامات حفاظت پایه‌ای ۶۱

الف-۲-۱- الزامات حفاظت خطا ۶۱

الف-۲-۲- اتصال زمین حفاظتی ۶۱

الف-۲-۳- همبندی هم‌پتانسیل کننده حفاظتی ۶۱

الف-۲-۴- قطع خودکار هنگام بروز خطا ۶۲

الف-۲-۵- الزامات سیستم های توزیع نیرو TN ۶۳

الف-۲-۶- الزامات سیستم های توزیع نیرو TT ۶۴

الف-۲-۷- الزامات سیستم IT ۶۴

پیوست ب - الزامات طراحی و نصب سیستم زمین تاسیسات الکتریکی در محیط های قابل انفجار ۶۶

ب-۱- حفاظت از جرقه‌زنی خطرناک (آتش‌زا) ۶۶

ب-۱-۱- خطر ناشی از قطعات برق‌دار ۶۶

ب-۱-۲- خطر ناشی از بدنه هادی و بدنه هادی بیگانه ۶۶

ب-۱-۲-۱- کلیات ۶۶

ب-۱-۲-۲- سامانه اتصال به زمین نوع TN ۶۶

ب-۱-۲-۳- سامانه اتصال به زمین نوع TT ۶۷

ب-۱-۲-۴- سامانه اتصال به زمین نوع IT ۶۶

ب-۱-۲-۵- سامانه‌های SELV و PELV ۶۷

ب-۱-۲-۶- جداسازی الکتریکی ۶۷

GasPlus.ir

ب-۱-۲-۷- تجهیزات الکتریکی غیر ضد انفجار در بالادست مناطق خطرناک ۶۷
ب-۱-۳- هم پتانسیل سازی ۶۸
ب-۱-۳- ۱- کلیات ۶۸
ب-۱-۳- ۲- همبندی موقت ۷۰
ب-۱-۴- قطعات فلزی با حفاظت کاتدی ۷۰
ب-۲- محافظت الکتریکی ۷۰
ب-۳- الزامات اضافی برای نوع حفاظت EX i – ایمنی ذاتی ۷۰
ب-۳-۱- کابلها ۷۰
ب-۳-۱- ۱- اتصال به زمین حفاظ های هادی ۷۰
ب-۳-۱- ۲- همبندی زره کابل ۷۳
ب-۳-۱-۳- اتصال به زمین مدارهای به‌طور ذاتی ایمن ۷۴

GasPlus.ir

۱– هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از این دستورالعمل ارائه‌ی حداقل الزامات طراحی سیستم‌های زمین به منظور ایمنی افراد و حفاظت از تجهیزات و تاسیسات الکتریکی واحدهای ثابت و متحرک مستقر درخشکی می باشد.

دامنه کابرد این دستورالعمل تمامی شرکت های زیر مجموعه سطح شرکت ملی گاز ایران می باشد.

- یادآوری۱: طراحی و پیاده سازی سیستم زمین مراکز دیتا شامل این استاندارد نمی شود.
- یادآوری۲: طراحی و پیاده سازی سیستم زمین مخازن ذخیره سیالات قابل اشتعال شامل این استاندارد نمی شود.

۲– منابع

در تهیه این استاندارد منابع زیر مورد استفاده قرار گرفته اند:

1- BS 7430:2011-A1, “Code of practice for protective earthing of electrical installations“

2- BS 7671:2018, “Requirements for Electrical Installations“

3- BS EN 50522,“ Earthing of power installations exceeding 1kV a.c“

4- BS EN 12501-2, “Protection of metallic materials against corrosion“

5-IEC 62561-2, “lightning Protection System Components (LPSC)–Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes

6- IEC 62561-5, “Lightning protection system components (LPSC) – Part 5: Requirements for earth electrode inspection housings and earth electrode seals“

7- IEC 62561-7, “Lightning protection system components (LPSC) – Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds”

8- IEC 61000-5-2, “ Electromagnetic compatibility “

9- IEC 61558-2-6, “Particular requirements and test for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers for general applications.“

10- IEC 61156, “Specifies the definition, requirements and test method of multicore, symmetrical pair and quad cables“

11- IEC 61196-7, “Coaxial communication cables- part7: sectional specification for BTC cabling “

12- IEC 61936-1, “Power installation exceeding”

13- IEC 62561-2 “Lightning protection system components (LPSC) – Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes“

14-IEC 62561-5 “Lightning protection system components (LPSC) – Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes“

15-IEC 62305-3 “Protection against lightning Part 3: Physical damage to structures and life hazard“

GasPlus.ir

16- **IEC 60364-4-41,** " Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock"

17- **IEC 60364-4-44**,"Protection for safety–protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances"

18- **IEC 60364-5-54**, " Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors"

19- **IEC 60364- 5-52**, "Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems"

20- **IEC 60079-14**, "Electrical Installations In Hazardous Area"

21- **IEC BS EN 62305**, "Protection against Lightning"

22- **IEEE std 1100**, " Recommended practice for powering and grounding electronic equipment"

23- **IEEE std 1050**, "Guide for instrumentation and control equipment grounding in generating station"

24- **IEEE 142,** "Grounding of Industrial and Commercial Power Systems"

25- **IEEE 80,** "Guide for Safety in AC Substation Grounding"

26- **IEEE std 81,** "Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System"

27- **UL 467**, "Standard for Safety Grounding and Bonding Equipment"

28-**Total,** "GS EP ELE 032, Design of earthing and bonding systems and lightning protection for Onshore Installations"

29- **Total,** "GS EP INS 115, Instrument Earthing"

30- **SHELL.33.64.10.30** "Electromagnetic compatibility (EMC)"

31- **ISO 609** "Solid mineral fuels - Determination of carbon and hydrogen - High temperature combustion method"

32- **ANSI/ISA RP 12.06.1: 2003** "Recommended Practice for Wiring Methods for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation Part 1: Intrinsic Safety"

33- **IPS-E-EL-100**, "Engineering Standard for Electrical System Design (Industrial And Nonindustrial)"

34- **IPS-E-TP-820**, "Engineering Standard for Cathodic Protection"

35- **IPS-D-EL-401,** "Grounding Instalation Details"

36-**IPS-M-EL-176**, "Material And Equipment Standard For Uninterruptible Power Supply System"

37- **IPS-I-EL-217,** "Inspection Standard For Precommissioning Electrical Tests"

38- **INSO 23064,** " الکترود زمین فوندانسیون – طرح ریزیری،اجرا ومستندسازی"

39- **IGS-E-EL-032**, " جانمایی تجهیزات الکتریکی ضد انفجار در مناطق مستعد خطر ایستگاه های تقلیل فشار و اندازه گیری"

40- **IGS-I-EL-001,** " ترکیبات بهسازی بمنظور کاهش مقاومت الکتریکی سیستم زمین"

41- **IGS-I-EL-007,** " دستورالعمل بازرسی سیستم زمین"

GasPlus.ir

۳– تعاریف و اصطلاحات

۳-۱- زمین مرجع / دور (Reference/Remote Earth)

یک مفهوم تئوری است که به الکترود زمین امپدانس صفر که در فاصلهٔ بی نهایت از زمین تحت تست قرار گرفته اشاره دارد. در عمل، زمین دور زمانی در دسترس است که مقاومت متقابل بین زمین تحت تست و الکترود تست قابل چشم پوشی باشد. پتانسیل زمین دور، بطور طبیعی صفر لحاظ می‌گردد.

۳-۲- الکترود زمین(Earth Electrode)

یک قطعه یا قسمت هادی گروهی که در تماس بسیار نزدیک با زمین بوده و با آن اتصال الکتریکی دارد. الکترود زمین می تواند شامل انواع سیم، نوار، تسمه، ارت، راد، صفحه،... باشد که یا بصورت تکی یا مجموعه ای متصل به یکدیگرند.

۳-۳- سیستم زمین محلی(Local Earth)

بخشی از زمین که در تماس با الکترود زمین بوده و پتانسیل الکتریکی آن الزاما صفر نمی باشد.

۳-۴- سیستم زمین رینگ اصلی (Plant Earth Grid)

کابل یا تسمه از جنس مس که سیستم های زمین محلی به آن وصل می شوند و همبند می شوند.

۳-۵- سیستم زمین یکپارچه (Single Integrated Earth Grid)

سیستم زمین معادل که از اتصال سیستم های زمین محلی به سیستم زمین رینگ اصلی حاصل می شود و باعث حذف ولتاژ تماس خطرناک خواهد شد.

۳-۶- الکترود زمین مستقل (Electrically Independent Earth Electrode)

از نظر الکتریکی، الکترودهای زمین مستقل الکترودهایی هستند که فاصله آنها از همدیگر بقدری است که در صورت عبور جریان بین یکی از آنها و زمین، پتانسیل سایر الکترودها بطور قابل ملاحظه ای تغییر نکند.

۳-۷- مقاومت سیستم زمین (Earth Resistance)

مقاومت الکترود یا شبکه زمین نسبت به زمین مرجع می‌باشد.

۳-۸- پتانسیل زمین (Earth Potential)

پتانسیل الکتریکی نسبت به جرم کلی زمین که در داخل زمین یا روی سطح زمین اطراف الکترود زمین، هنگامی که جریان الکتریکی به زمین برقرار است، ایجاد می‌شود.

۳-۹- امپدانس زمین (Ground Impedance)

جمع برداری مقاومت و راکتانس بین یک الکترود، شبکه یا سیستم زمین و زمین دور است.

۳-۱۰- افزایش پتانسیل زمین (Earth Potential Rise)

اختلاف پتانسیل بین سیستم زمین و زمین مرجع اصطلاحا" افزایش پتانسیل زمین (EPR) گفته می شوند.

GasPlus.ir

۳-۱۱- تجهیزات الکتریکی(Electrical Equipment)

وسایل، تجهیزات، لوازم، دستگاهها و مصالحی اند که برای تولید، انتقال و توزیع مصرف انرژی بکار می روند. از قبیل ترانسفورماتورها، مولدها، تجهیزات حفاظتی، تابلو فشار متوسط و ضعیف، تجهیزات اندازه گیری و...

۳-۱۲- تاسیسات الکتریکی(Electrical Installation)

مجموعه ای است از تجهیزات الکتریکی به هم پیوسته برای انجام هدف یا اهداف معین که دارای مشخصه های هماهنگ و مرتبط باشند.

۳-۱۳- پست ترانسفورماتور (Transformer Substation)

قسمتی از یک سیستم قدرت، متمرکز در محلی خاص، که اساسا" شامل پایانه های خطوط انتقال و توزیع، سوئیچگیر و ساختمان/ محفظه و ترانسفورماتورها می‌باشد. بطور معمول یک پست برق شامل امکانات مورد نیاز جهت ایمنی و کنترل می باشد (بعنوان مثال تجهیزات حفاظتی). در پست ترانسفورماتور زمینی، سوئیچگیرهای HV وLV و ترانسفورماتورها یا بصورت متمرکز در یک ساختمان/ محفظه و یا بصورت مجزا قرار داده شده اند.

۳-۱۴- قسمت برقدار(Live Part)

هرسیم یا هادی که با نیت برق دار شدن آن در بهره برداری عادی مورد استفاده قرار می گیرد و شامل هادی خنثی نیز می باشد. ولی بطور قراردادی هادی مشترکی حفاظتی - خنثی (PEN) را شامل نمی شود.

۳-۱۵ - بدنه هادی (Exposed – Conductive Part)

بدنه هادی (فلزی) و اجزای دیگر تجهیزات الکتریکی که هادی می باشند و می توان آنها را لمس نمود و بطور عادی برق دار نیستند اما در حالت وجود اتصالی ممکن است برقدار شوند.

۳-۱۶- بدنه هادی بیگانه (Extraneous Conductive Part)

بدنه هادی است که جزء تاسیسات الکتریکی نمی باشد ولی قادر است پتانسیلی که معمولاً پتانسیل زمین است در معرض تماس قرار دهد (در اثر بروز اتصالی برقدار گردد).

یادآوری : مصادیق هادی بیگانه را می توان به موارد ذیل اشاره کرد :

- اسکلت فلزی ساختمان
- قسمتهای فلزی ساختمان درب، پنجره
- کف ودیوارهای غیرعایق مثل کف های بتونی

۳-۱۷- هادی (Conductor)

المانی است که جهت عبور دادن جریان الکتریکی در نظر گرفته میشود. مثلا هادی های یک خط یا یک کابل.

۳-۱۸- هادی فاز

هادی است مربوط به سیستم جریان متناوب برای انتقال انرژی الکتریکی که غیر از هادی خنثی می باشد.

GasPlus.ir

۳-۱۹- هادی خنثی (Neutral Conductor)

هادی است که به نقطه خنثی سیستم وصل بوده و می تواند در انتقال انرژی الکتریکی از آن استفاده کرد.

۳-۲۰- هادی حفاظتی (PE)

هادی است که برای حفاظت در برابر برق گرفتگی لازم می باشد و هریک از اجزای زیر را به هم وصل می کند:

بدنۀ هادی، ترمینال اصلی اتصال به زمین، الکترود زمین، نقطه زمین شده منبع تغذیه، قسمتهای هادی بیگانه و نقطۀ خنثی مصنوعی (ترانس کمکی).

۳-۲۱- هادی مشترک حفاظتی – خنثی (PEN)

هادی است زمین شده که به صورت اشتراکی هر دو وظیفه هادی های خنثی و حفاظتی را برعهده دارد.

۳-۲۲- ولتاژ تماس(Touch Voltage: U_{TP})

ولتاژی است که به هنگام بروز خرابی در عایق بندی، بین قسمت هایی که همزمان قابل لمس می باشند ظاهرشود.

۳-۲۳- ولتاژ گام (Step Voltage)

ولتاژ بین دو نقطه از سطح زمین که از یکدیگر ۱ متر فاصله دارند. این فاصله، طول گامهای بلند یک شخص در نظر گرفته می شود.

۳-۲۴- ولتاژ خطا (Fault Voltage : U_f)

اختلاف پتانسیلی که بین بدنه هادی تجهیزات فشار ضعیف و زمین ناشی از خطای اتصال کوتاه بدنه به زمین در سمت فشار قوی بوجود می آید.

۳-۲۵ - ولتاژ تنش(Stress Voltage)

ولتاژی است با فرکانس قدرت که در مدت زمان اتصال به زمین، بین یک بخش یا محفظه تجهیزات و سایر قسمتهای آن بوجود می آید و به عایق اعمال می شود و می تواند بر عملکرد عادی و ایمنی آن اثرگذار باشد.

U_1: ولتاژ تنش که در مدت زمان اتصال به زمین در سیستم ولتاژ بالا، بین هادی خط و بدنه هادی تجهیزات ولتاژ پایین در پست ترانسفورماتور بوجود می آید.

U_2: ولتاژ تنش که در مدت زمان اتصال به زمین در سیستم ولتاژ بالا، بین هادی خط و بدنه هادی تجهیزات ولتاژ پایین در تاسیسات ولتاژ پایین بوجود می آید.

۳-۲۶- ولتاژ پایین[1] (Low Voltage)

ولتاژ متناوب ۱۰۰۰ ولت و کمتر

[1] فشار ضعیف

GasPlus.ir

۳-۲۷- ولتاژ خط ولتاژ پایین (U)

اختلاف پتانسیل بین دو فاز غیر هم نام سیستم ولتاژ پایین می‌باشد.

۳-۲۸- ولتاژ فاز ولتاژ پایین (U_0):

- در سیستمهای TN و TT: مقدار نامی موثر اختلاف ولتاژ بین هادی فاز و زمین است.

- در سیستمهای IT: مقدار نامی موثر اختلاف ولتاژ بین هادی فاز و هادی نول یا هادی نقطه میانی، با توجه به کاربرد، می باشد.

۳-۲۹- ولتاژ بالا [۲] (High Voltage)

ولتاژ متناوب بیشتر از ۱۰۰۰ ولت.

۳-۳۰- تماس مستقیم (Direct Contact)

تماس افراد با قسمتهای برقدار را شامل می شود.

۳-۳۱- تماس غیر مستقیم(Indirect Contact)

تماس اشخاص با بدنه هادی که در شرایط بروز اتصالی برق‌دار شده اند.

۳-۳۲- جریان نامی(Continuous Current)

حداکثر جریانی است که بطور مداوم در شرایط تعیین شده بدون اینکه دمای وضعیت تعادل از میزان معینی تجاوز نماید می تواند از آن عبور کند.

۳-۳۳- اضافه جریان (Over Current)

هر جریانی که بیش از جریان اسمی باشد.

۳-۳۴ - جریان اتصال کوتاه (Short Circuit Current)

اضافه جریانی است که در نتیجه بروز اتصالی با امپدانسی بسیار کوچک بین هادی های برق دار و هادی حفاظتی که در شرایط عادی دارای اختلاف پتانسیل هستند، ایجاد شود.

۳-۳۵- برق گرفتگی(Electric Shock)

پدیده ای است پاتوفیزولوژیکی که در نتیجه عبور جریان الکتریکی از بدن انسان بوجود می آید.

۳-۳۶ - جریان برق گرفتگی(Shock Current)

جریانی است که از بدن انسان عبور کند و مشخصه آن به نحوه ای باشد که احتمالاً موجب برق گرفتگی شود.

[۲] فشار قوی

GasPlus.ir

۳-۳۷- ترمینال اصلی زمین(Main Earthing Terminal)

ترمینال یا شینه ای(ارت بار) است که برای اتصال هادی های حفاظتی شامل هادی های همبندی برای هم ولتاژ کردن، پیش بینی و نصب می شود.

۳-۳۸- همبندی برای هم ولتاژ کردن(Equipotential Bonding)

اتصالات الکتریکی است که پتانسیل بدنه های هادی و قسمتهای هادی بیگانه مختلف را اساساً به یک سطح می آورد.

۳-۳۹- هادی همبندی برای هم ولتاژ کردن(Equipotential Bonding Conductor)

هادی حفاظتی است که همبندی برای هم ولتاژ کردن را تضمین می کند.

۳-۴۰- زره کابل (Armour)

پوششی است متشکل از نوار یا نوارهای فلزی یا مفتول های فلزی که بطور کلی از آن برای حفاظت کابل در برابر اثرهای مکانیکی خارجی استفاده می شود.

۳-۴۱- شیلد کابل (shield)

شیلد کابل یک لایه هادی است که در اطراف عایق رشته های کابل قرار می گیرد و جهت حفاظت در برابر اغتشاشات الکترومغناطیسی به کار می رود.

۳-۴۲- تابلو (Switch Board)

مجموعه ای از تجهیزات قطع و وصل، اندازه گیری، حفاظت، کنترل و مانیتورینگ که بطور کامل نصب شده و شامل کلیه اتصالات الکتریکی یا مکانیکی بین آنها باشد.

۳-۴۳- سیستم زمین ولتاژ بالا (HV Earth System)

عبارت است از سیستم زمینی که برای حفاظت اشخاص در مقابل ولتاژ اختلاف سطح تماس ناشی از اتصال بدنه در سمت ولتاژ بالا به کار برده می شود. در صورت مجزا بودن، مستقل از زمین فشار ضعیف استفاده شود. کلیه قطعات فلزی تاسیسات الکتریکی که در ارتباط مستقیم با مدار الکتریکی قرار ندارند به این زمین وصل می شوند.

۳-۴۴- سیستم زمین ولتاژ پایین (LV Earth System)

عبارت است از سیستم زمینی که مرکز ستاره کلیه دستگاه های الکتریکی و ادوات برقی (مثل مرکز ستاره سیم پیچی ترانسفورماتور و یا ژنراتور) به آن وصل می شود و باعث عملکرد صحیح دستگاه ها و جلوگیری از ازدیاد ولتاژ الکتریکی فازهای سالم نسبت به زمین در موقع تماس یکی از فازها به زمین می باشد و درصورت مجزا بودن، مستقل از زمین ولتاژ بالا استفاده شود.

GasPlus.ir

۳-۴۵- سیستم زمین ولتاژ بالا و سیستم زمین ولتاژ پایین متصل (Common/Combined HV & LV Earth)

عبارت است از یک سیستم زمین مشترک در پست که وظیفه سیستم زمین حفاظتی در بخش های ولتاژ بالا و ولتاژ پایین و هم چنین سیستم زمین الکتریکی ولتاژ پایین را برعهده دارد.

۳-۴۶- سیستم زمین ولتاژ بالا و سیستم زمین ولتاژ پایین مجزا (Separated HV & LV Earth)

عبارت است از دو سیستم زمین مستقل که یکی وظیفه سیستم زمین حفاظتی در بخشهای ولتاژ بالا و دیگری وظیفه سیستم زمین حفاظتی و سیستم زمین الکتریکی در بخشهای ولتاژ پایین را برعهده دارد.

۳-۴۷- سطح عایقی (Insulation Level)

ویژگی که برای یک آیتم خاص از تجهیزات با یک یا دو مقدار مشخص می شود و نشان دهنده ولتاژهای تحملی عایق می باشد.

۳-۴۸- اضافه ولتاژ موقتی (Temporary Over Voltage)

اضافه ولتاژ با فرکانس قدرت با زمان نسبتا طولانی است. (این اضافه ولتاژ، میرائی ندارد یا میرائی آن ضعیف است. در بعضی شرایط، فرکانس آن می تواند چندین برابر بزرگتر یا کوچکتر از فرکانس قدرت باشد).

۳-۴۹- جریان خطا (IE)

قسمتی از جریان خطای زمین در سیستم ولتاژ بالا که در سیستم زمین پستهای ترانسفورمری جاری می باشد.

۳-۵۰- مقاومت سیستم زمین ولتاژ بالا (RE)

مقاومت سیستم زمین ولتاژ بالا (پست های ترانسفورمری) است.

۳-۵۱- مقاومت بدنه تجهیزات (RA)

مقاومت بدنه هادی تجهیزات ولتاژ پایین تاسیسات نسبت به سیستم زمین می باشد.

۳-۵۲- مقاومت نقطه خنثی (RB)

مقاومت زمین خنثی سیستم ولتاژ پایین، برای سیستمهای ولتاژ پایینی که در آن سیستم زمین پستهای ترانسفورمری و خنثی سیستم های ولتاژ پایین از لحاظ الکتریکی مستقل می باشند.

۳-۵۳- جریان خطا (Ih)

جریان خطایی که از طریق سیستم زمین بدنه هادی تجهیزات ولتاژ پایین در طول یک دوره زمانی که خطای ولتاژ بالا و اولین خطای ولتاژ پایین وجود دارد، جاری می شود. (به جدول ۴۴.۱ استاندارد BS 7671 مراجعه شود)

GasPlus.ir

۳-۵۴- جریان (Id)

جریان خطای منطبق با قوانین ۴۱۱.۶.۲ استاندارد BS 7671 (RA× Id ≤50 v)که از طریق سیستم زمین بدنه هادی تاسیسات ولتاژ پایین در طول اولین خطا در سیستم ولتاژ پایین جاری می شود. (به جدول ۴۴.۱ استاندارد BS 7671 مراجعه شود)

۳-۵۵- امپدانس(Z)

یک امپدانس(به عنوان مثال، یک امپدانس داخلی یا امپدانس خنثی مصنوعی) بین سیستم ولتاژ پایین و سیستم زمین می باشد.

۳-۵۶- سیستم زمین مستقل

از نظر الکتریکی سیستم زمین مستقل، سیستم هایی هستند که فاصله آنها از همدیگر به اندازه ای است که در صورت عبور حداکثر جریان از یکی از آنها پتانسیل(گرادیان ولتاژ) سایر سیستم های زمین به نحوی قابل ملاحظه تغییر نکند. (بر روی هم تاثیر نگذارند)

۳-۵۷- هماهنگی الکترومغناطیسی[3] (EMC)

قابلیت سازگاری و عملکرد تجهیزات و سیستم های الکترونیکی در برابر انتشار امواج الکترومغناطیسی.

۳-۵۸- اغتشاشات الکترومغناطیسی[4] (EMI)

اغتشاش حاصل از انتشار امواج الکترومغناطیسی در محیط که می تواند باعث ایجاد نویز و خطای دستگاه های حساس شود.

۳-۵۹- منطقه خطرناک (Hazardous Area)

منطقه‌ای که در آن یک محیط قابل‌انفجار وجود دارد، یا انتظار می‌رود چنین محیطی در آن منطقه وجود داشته باشد؛ مقادیر این قابلیت انفجار طوری است که نیازمند اقدامات احتیاطی خاص برای ساخت، نصب و استفاده از تجهیزات می‌باشد.

یادآوری- برای مقاصد این استاندارد، یک منطقه، یک ناحیه یا فضای سه بعدی است.

۳-۶۰- منطقه غیر خطرناک (non- hazardous area)

منطقه‌ای که در آن انتظار نمی‌رود محیط قابل‌انفجار در کمیت‌هایی موجود باشد که نیازمند اقدامات احتیاطی خاص برای ساخت، نصب و استفاده از تجهیزات است.

[3] Electromagnetic compatibility
[4] Electromagnetic interference

GasPlus.ir

۳-۶۱- ناحیه صفر (zone0)

مکانی که در آن یک محیط قابل‌انفجار متشکل از مخلوطی از هوای قابل اشتعال به شکل گاز یا بخار به‌طور پیوسته یا برای بازه های زمانی تناوب طولانی وجود دارد.

۳-۶۲- ناحیه ۱ (zone1)

مکانی که در آن احتمال وقوع یک محیط قابل‌انفجار متشکل از مخلوطی از هوای قابل اشتعال به شکل گاز یا بخار در عملیات عادی در برخی موارد وجود دارد.

۳-۶۳- ناحیه ۲ (zone2)

مکانی که در آن احتمال وقوع یک محیط قابل‌انفجار متشکل از مخلوطی از هوای قابل اشتعال به شکل گاز یا بخار در عملیات عادی وجود دارد، اما در صورت وقوع، فقط برای بازه زمانی کوتاه باقی خواهد ماند.

۳-۶۴- ایمنی ذاتی (Intrinsic Safety)

نوعی محافظت بر اساس محدودسازی انرژی الکتریکی درون دستگاه و سیم‌کشی اتصال قرارگرفته در معرض محیط قابل‌انفجار تا سطحی پایین‌تر از سطحی که می‌تواند باعث اشتعال از طریق جرقه زنی یا تأثیرات حرارتی شود.

۳-۶۵- دستگاه همراه (Associated Apparatus)

دستگاه الکتریکی که شامل مدارهایی است که هم به‌طور ذاتی و هم غیرذاتی ایمن هستند و طوری ساخته‌شده که مدارهایی که به‌طور غیرذاتی ایمن هستند، امکان تأثیرگذاری قابل توجه روی مدارهای به‌طور ذاتی ایمن را نداشته باشند.

۳-۶۶- دستگاه به‌طور ذاتی ایمن (intrinsically safe apparatus)

دستگاه الکتریکی که در آن تمامی مدارهای به‌طور ذاتی ایمن هستند.

۳-۶۷- مدار به‌طور ذاتی ایمن (intrinsically safe circuit)

مداری که در آن جرقه یا تأثیر حرارتی ایجادشده در شرایط مشخص‌شده در استاندارد IEC 60079-11، که شامل شرایط عملیات عادی و شرایط خطای مشخص‌شده است، قادر به ایجاد اشتعال در یک محیط قابل انفجار معین نمی‌باشد.

یادآوری- مدار می‌تواند شامل دستگاه همراه نیز باشد.

۳-۶۸- سامانه الکتریکی به‌طور ذاتی ایمن (intrinsically safe electrical system)

مجموعه‌ای از اقلام به هم مرتبط از تجهیزات الکتریکی، که در یک سند توصیفی سامانه شرح داده‌شده و درآن مدارها یا قطعات مدارهای در نظر گرفته‌شده برای استفاده در محیط قابل‌انفجار، به‌طور ذاتی ایمنی هستند.

GasPlus.ir

۳-۶۹- سامانه الکتریکی به‌طور ذاتی ایمن (intrinsically safe electrical system)

مجموعه‌ای از اقلام به هم مرتبط از تجهیزات الکتریکی، که در یک سند توصیفی سامانه شرح داده‌شده و در آن مدارها یا قطعات مدارهای در نظر گرفته شده برای استفاده در محیط قابل انفجار، به‌طور ذاتی ایمنی هستند.

۳-۷۰- بریر ایمنی(Safety Barrier)

بریرهای ایمنی ما بین سیستم کنترل و تجهیزات ذاتا ایمن درسایت نصب می شوند و از انتقال انرژی اضافی سیستم کنترل به منطقه خطرناک جلوگیری می کنند.

۳-۷۱- سامانه محافظتی ولتاژ بسیار پایین (Protective extra-low voltage system)

سامانه الکتریکی که در آن ولتاژ نمی‌تواند از مقدار ولتاژ بسیار پایین در شرایط زیر بیشتر باشد: تحت شرایط عادی و تحت شرایط خطای تکی، به‌جز در مورد خطاهای اتصال به زمین در سایر مدارهای الکتریکی.

۳-۷۲- سامانه ایمنی ولتاژ بسیار پایین (Safety extra-low voltage system)

سامانه الکتریکی که در آن ولتاژ نمی‌تواند از مقدار ولتاژ بسیار پایین در شرایط زیر بیشتر باشد: تحت شرایط عادی و تحت شرایط خطای تکی، شامل خطاهای اتصال به زمین در سایر مدارهای الکتریکی.

۴- الزامات ایمنی

۴-۱- الزامات ایمنی در اندازه گیری

هنگام بازرسی سیستم زمین باید اقدامات احتیاطی و ایمنی انجام گیرد. زیرا یک ولتاژ مهلک می تواند بین الکترود زمین تحت تست و زمین دور بوجود آید. قطع برق یک تاسیسات، لزوماً سیستم زمین آن را بی خطر نمی کند، پتانسیل زمین می تواند تا چندین هزار ولت ناشی از بروز خطا و عملیات کلید زنی در تاسیسات مجاور، افزایش پیدا کند. ولتاژهای گام و تماس حول الکترود زمین تحت تست، تجهیزات تست و زمین دور نیز می تواند مهلک باشد. از اینرو اقدامات احتیاطی که جهت ایمنی و کاهش خطرات برق گرفتگی، حین بازرسی از سیستم زمین باید لحاظ گردد در (پیوست۱) ارائه شده و رعایت آن الزام آور است.

اقدامات احتیاطی که جهت ایمنی و کاهش خطرات حین بازرسی از سیستم زمین باید لحاظ گردد شامل موارد زیر است:

- صلاحیت

تمامی کار بایستی تحت کنترل و هدایت شخص ذیصلاح انجام گیرد. تمامی پرسنل درگیر در روند تست بایستی اشخاص آموزش دیده باشند. از تماس مستقیم با سیم های ارتباطی دستگاه و میله ها در طول تست خودداری شود (مگر موارد خاص که آموزش لازم در این ارتباط برای پرسنل ذیربط برگزار شده باشد) توجه ویژه شود که سیم های ارتباطی دستگاه از میان زمین های قابل دسترس عموم و یا احشام عبور داده نشود.

GasPlus.ir

- آذرخش

اگر رخداد آذرخش (قابل رؤیت یا شنیدن) محتمل بوده و اعلان خطر صاعقه صادر شده باشد، کار نبایستی شروع و یا ادامه پیدا کند، چرا که احتمال تحت تأثیر قرار گرفتن شبکه ای که به سیستم زمین متصل است وجود دارد. اگر در شبکه های متصل به سیستم زمین، کلید زنی ناشی از اتصالی رخ دهد، کار نباید انجام شود.

- تجهیزات حفاظتی شخصی

ارتباط میله های دستگاه ارت تستر (اجزای هادی بیگانه) با آرایش سیستم زمین می تواند باعث ولتاژ تماس بالایی شود. در نتیجه باید کفش عایقی مناسب، لباس ضد حریق و دستکش عایق (۷/۵ کیلو ولت) در طول انجام تست پوشیده شود.

- تجهیزات تست

برای اطمینان از ایمنی کاربر و سازگاری عملکرد روی سیستم زمین، تمامی تجهیزات تست انتخاب شده بایستی در راستای ایمنی مطابق با دستهٔ IV استاندارد BS EN 61010 و در راستای عملکرد مطابق با استاندارد BS EN61557 باشد. اگر تجهیز دیگری استفاده گردد نبایستی درجهٔ ایمنی و عملکرد پایینی را فراهم نماید .رابط های تست عایق دار بایستی بطور مناسب ارزیابی شده و از طول و استحکام کافی برای کشیده شدن در طول مسیر برخوردار باشد .

رابط های جریان و ولتاژ بایستی از رنگهای متفاوت باشد تا اینکه از سردرگمی موقع اتصال به دستگاه تست جلوگیری شود. پیوستگی رابط ها بایستی قبل از استفاده بررسی شود و یک کفپوش عایقی که به اندازهٔ کافی بزرگ باشد برای تجهیزات تست و اپراتور در دسترس بوده و موقع تست استفاده شود.

- مسیر تست

مسیر تست بایستی طوری انتخاب شود که تا حد امکان مستقیم بوده ضمن اینکه هر گونه خطری را کاهش دهد تا آنجائیکه ممکن است مسیر نبایستی از جاده ها و یا پیاده روهای پر رفت و آمد عبور کند مگر اینکه اقدام احتیاطی مناسب و علامتهای مقتضی در محل در نظر گرفته شود .جائیکه رابط ها بصورت حلقه جمع شده باشد بایستی قبل از شروع تست بطور کامل باز شود تا اینکه اندوکتانس رابط و خطای اندازه گیری پتانسیل را کاهش دهد. رابط های تست نبایستی ترجیحاً موازی با خطوط برق هوایی برای یک طول قابل ملاحظه امتداد یابد. بمنظور مقایسه های آتی می بایست مسیر تست و محل میله ها ثبت گردد.

- ارتباط

در زمان تست مقاومت زمین، شخص با صلاحیت که مسئولیت انجام کار با او می باشد، می بایست در مسیرهای طولانی، ارتباط دائمی با نفراتی داشته باشد که در نقطه ای دور از محل تست، وظیفه جابجایی سیم ها(وایرها و پرابها) و میله های تست را دارند.

GasPlus.ir

- تست وجود ولتاژها روی سیستم زمین

قبل از هر گونه تست زمین، لازمست از عدم وجود ولتاژهای سرگردان روی زمین تحت تست مطمئن شد. یک آشکار ساز ولتاژ تأیید شده بمنظور انجام این کار ترجیح داده می شود.

یادآوری:علاوه بر رعایت الزامات این بخش، الزامات دستورالعمل ایمنی پیمانکاران شرکت ملی گاز ایران رعایت شود.

۵– الزامات طراحی سیستم زمین

۵-۱- الزامات طراحی سیستم زمین ولتاژ پایین

۵-۱-۱- طراحی سیستم زمین

طراحی سیستم زمین ولتاژ پایین مطابق با استاندارد BS EN7430 می باشد.

نقطه ستاره زمین ولتاژ پایین جریان متناوب در نقطه منبع باید به صورت مستقیم توسط یک الکترود مستقل زمین شده و به سیستم زمین رینگ اصلی متصل شود.

یادآوری: طراحی سیستم زمین و همبندی ساختمان های مخابراتی بر اساس استانداردهای IGS-E-IT-006 و ITU-T K-112, ITU -T- K56 می باشد.

۵-۱-۲- آرایش سیستم زمین ولتاژ پایین جریان متناوب

مطابق با استاندارد IEC 61000-5-2 و استاندارد IEC 60364-4-44 جهت رعایت الزامات هماهنگی الکترومغناطیسی باید از سیستم نیروی برق TN-S یا TN-C-S استفاده شود. مگر در مواردی که با توجه به نوع کاربری و بر اساس الزامات استاندارد معتبر با ضوابط و مقررات نافذی که به تایید مرجع ذیصلاح (کارفرما) رسیده باشد، استفاده از سایر انواع سیستمهای نیرو مجاز یا لازم باشد.

در صورت استفاده از سیستم TN-C-S نقطه جدایی هادی حفاظتی از هادی خنثی باید درنزدیکترین نقطه عملیاتی ممکن به مبدا تاسیسات الکتریکی و خارج از منطقه مستعد آتش سوزی و انفجار باشد.

نقطه خنثی سیستم برق ولتاژ پایین باید از طریق الکترود زمین مستقل و به صورت مستقیم با امپدانس اتصال پایین، به سیستم زمین رینگ اصلی متصل شود.

امپدانس مسیر عبور جریان خطای زمین در تجهیزات ولتاژ پایین ثابت باید تا حدی کم باشد که در صورت وقوع خطای مذکور، مدار در کمتر از یک ثانیه قطع شود.

امپدانس بین الکترود زمین یا ترمینال زمین و هر نقطه روی بدنه تجهیز (هادی اتصال به زمین، هادی حفاظتی) در فرکانس تغذیه، درمناطق ایمن، باید زیر یک اهم باشد.

GasPlus.ir

۵-۲- طراحی سیستم زمین ولتاژ بالا

- نقاط نوترال سیستم زمین ولتاژ بالا و متوسط باید در سمت منابع به صورت TN-S زمین شود.

- نوترال ترانس های ولتاژ بالا و متوسط با ولتاژ ثانویه کمتر از ۳۶ کیلو ولت باید توسط مقاومت به زمین متصل شود. مقدار هر مقاومت باید بصورتی باشد که جریان خطای زمین تقریبا به اندازه جریان نامی سمت ثانویه محدود شود.

- در شرایطی که ژنراتورها بصورت مستقیم به تابلو اصلی ولتاژ بالا متصل می شوند می بایست هرکدام توسط مقاومت زمین مختص به خودشان زمین شوند. البته این مساله منوط به این است که مقاومت زمین به گونه ای طراحی و انتخاب شود که جریان توالی صفر و هارمونیک های فرد ضریب سه (سوم، نهم، پانزدهم،...) که می توانند از طریق این مقاومت به گردش درآیند، در شرایط مختلف بارگیری ژنراتور، منجر به آسیب دیدن مقاومت ها نشود.

- مقدارنامی هر مقاومت باید بگونه ای باشد که دامنه خطای جریان زمین به مقدار جریان نامی یا مقدار مشخص شده توسط کارخانه سازنده ژنراتوری که به آن متصل شده، محدود شود. مقاومت می بایست بنحوی انتخاب شود که تحمل جریان خطای مربوطه به مدت حداقل ۱۰ ثانیه را دارا باشد.

- در شرایطی که ژنراتورها مشخصه مشابهی ندارند و یا بصورت موازی به گونه ای وارد مدار می شوند که باعث افزایش مقدار جریان های گردشی هارمونیک های فرد ضریب ۳ می شوند، این مجموعه تنها می بایست با یک مقاومت به سیستم زمین متصل شود. در این حالت هر ژنراتور باید توسط یک تجهیز کلیدزنی مناسب (کلید) به مقاومت زمین تکی متصل شود.

- برای شبکه در سیستم توزیع با ولتاژ بالاتر از ۳۶ کیلو ولت، نقطه نوترال ترانس ها باید بصورت مستقیم[5] زمین شوند. در این شرایط جریان خطای زمین بزرگ، می تواند در زمین نزدیکی پست جاری شود، بنابراین می بایست آرایش سیستم زمین بگونه ای باشد که از بروز ولتاژ گام و تماس خطرناک جلوگیری کند. برای جزییات بیشتر به استاندارد IEEE 80 مراجعه کنید.

- سیستم زمین در پست های HV-MV مطابق استاندارد IEC 61936-1 می باشد.

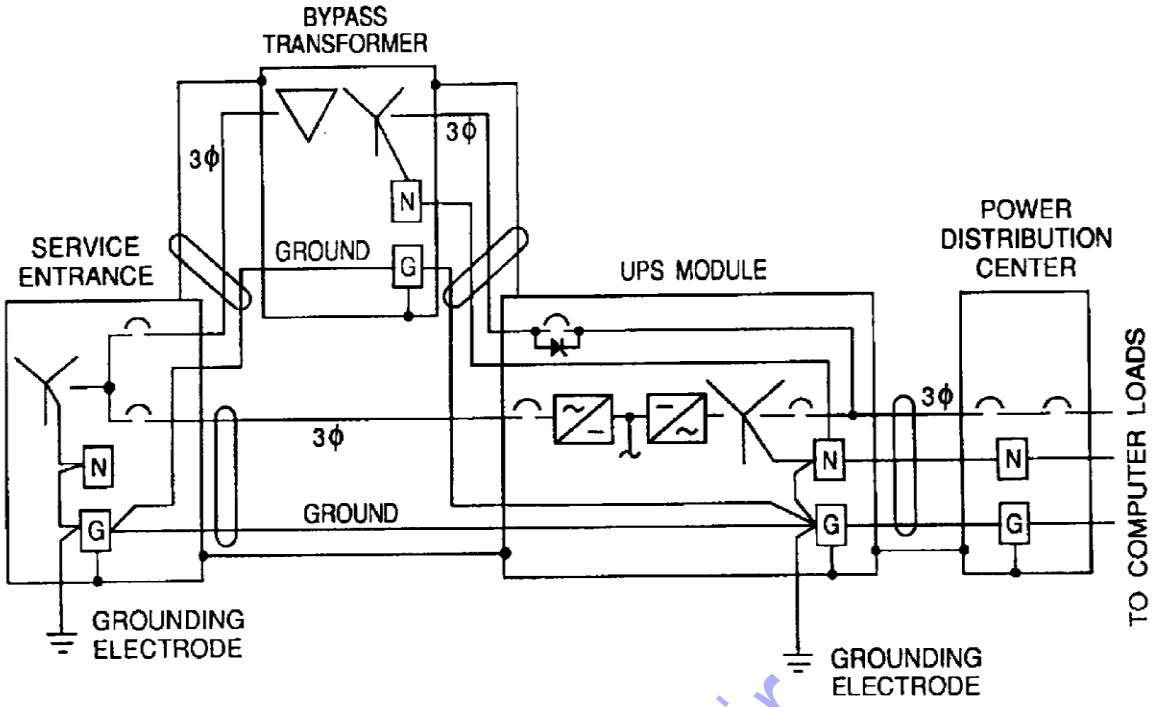
۵-۳- آرایش سیستم زمین منابع تغذیه بدون وقفه

۵-۳-۱- AC UPS

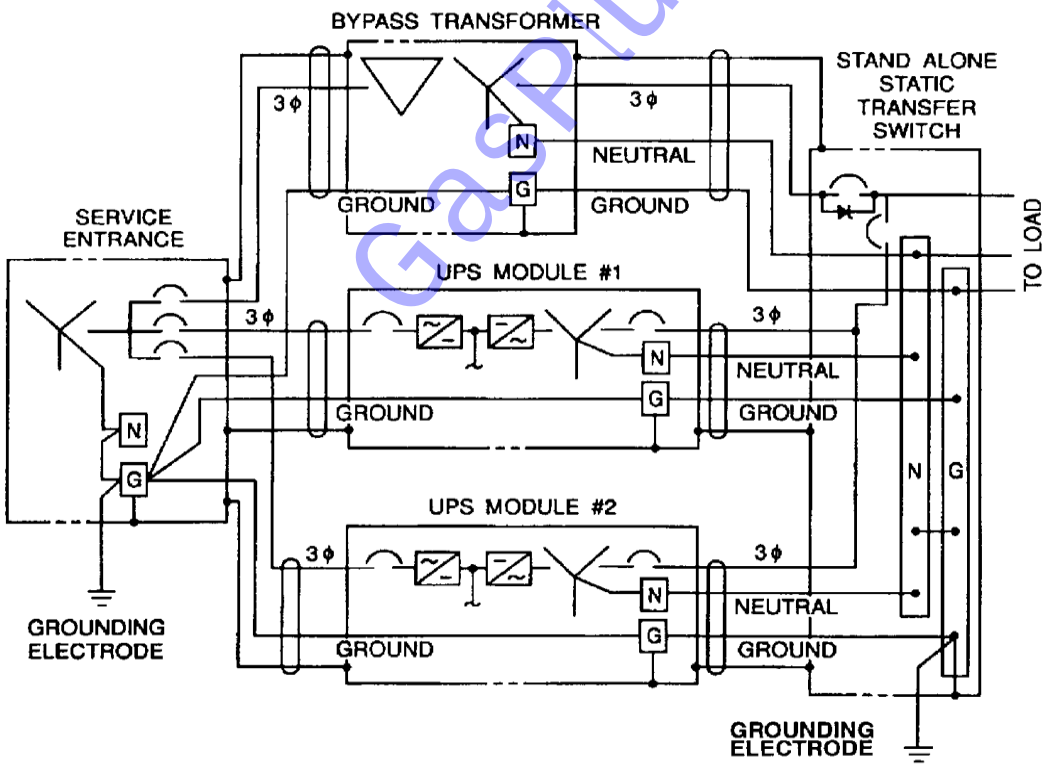
مطابق استاندارد IPS- M- EL- 176 نقطه نول ولتاژ خروجی منبع تغذیه بدون وقفه جریان متناوب باید مستقیما زمین(TNS) شود. لازم به ذکر است شینه نول و شینه زمین در داخل ماژول UPS به هم متصل شوند و علاوه بر آن بوسیله یک سیستم الکترود زمین محلی، مستقیما به زمین متصل شوند[6]. (شکل ۱ و ۲)

[5] Solid
[6] IEEE 1100 - 8.5.2.1.2 & 8.5.2.1.6

GasPlus.ir



شکل ۱- آرایش زمین ups تکی



شکل ۲- آرایش زمین ups دوبل

GasPlus.ir

۵-۳-۲- DC UPS

نوع آرایش سیستم نیروی منابع تغذیه مستقیم و بدون وقفه برای بارهای حساس به قطع تغذیه باید از نوع IT باشد و باید مجهز به دستگاه آشکار کننده خطای زمین باشد.

منبع تغذیه DC با توان خروجی بیش از ۱۵۰ وات باید بصورت زمین شده باشد.[۷]

۵-۴- الزامات سیستم زمین از دیدگاه هماهنگی الکترومغناطیسEMC

الزامات سیستم زمین از دیدگاه هماهنگی الکترومغناطیسEMC مطابق استاندارد (IEC 61000) می باشد.

۵-۵ - معیار پذیرش مقدار مقاومت الکتریکی سیستم زمین

معیار پذیرش مقدار مقاومت الکتریکی سیستم زمین مطابق (جدول ۱) می باشد.

جدول۱- مقدار مقاومت قابل قبول برای سیستم زمین

نوع سیستم زمین	حداکثر مقدار مقاومت قابل قبول (اهم)
سیستم زمین یکپارچه (Single Integrated Earth Grid)	<1 IPS-EL-100
سیستم زمین رینگ اصلی (Plant Earth Grid)	<4 SHEL 33.64.10.30
سیستم زمین پست های برق ولتاژ بالا و متوسط (MV & HV Substation)	<1 (IEEE 80, BS7430)
سیستم زمین نیروگاه های برق (MV Power Generation)	<1 (IEEE 80, ANSI)
سیستم زمین برق ولتاژ پایین (الکتریکی) (LV Distribution System)	<2 IPS-EL-100
سیستم زمین حفاظت در برابر صاعقه (Lightning Protection System)	<10 (IEC 62305-3)
سیستم زمین ابزاردقیق (Instrumentation earth)	<1 IPS-EL-100
سیستم زمین مخابرات (حفاظتی)	<4 ITU

[۷] IEEE 1100 9.9.18

GasPlus.ir

۵-۶- سیستم زمین یکپارچه

یک سیستم زمین یکپارچه مجموعه سیستم زمین رینگ اصلی و سیستم زمین محلی (مش های داخلی) شامل سیستم زمین ولتاژ پایین، سیستم زمین ولتاژ بالا، سیستم زمین حفاظت در برابر صاعقه، سیستم زمین ابزار دقیق، سیستم زمین مخابرات و مراکز داده و فن آوری اطلاعات است.

کاربرد سیستم زمین یکپارچه شامل موارد زیر می باشد:

- ایمنی الکتریکی
- سیستم حفاظت در مقابل صاعقه و الکتریسیته ساکن
- ایمنی ذاتی
- هماهنگی الکترومغناطیسی

۵-۶-۱- سیستم زمین رینگ اصلی

سیستم زمین پیرامونی سایت بوده که تمامی سیستم های زمین محلی شامل سیستم زمین ولتاژ پایین و سیستم زمین ولتاژ بالا، زمین سیستم حفاظت در مقابل صاعقه، سیستم زمین ابزار دقیق، مخابرات و مراکز داده و فن آوری اطلاعات و مش های داخلی را به هم متصل می کند. (شکل ۳)

یاد آوری۱: انتخاب سطح مقطع هادی رینگ اصلی بر اساس استاندارد BS EN -7430 است.

یادآوری۲: حداقل ضخامت سطح مقطع هادی سیستم زمین رینگ اصلی ۷۰ میلی متر مربع باشد.[8]

یادآوری۳: بر اساس ولتاژ و جریان استفاده در ایستگاه های گازرسانی سطح مقطع سیستم زمین مشترک باید حداقل ۵۰ میلی متر مربع باشد.

۵-۶-۲- طراحی سیستم زمین یکپارچه

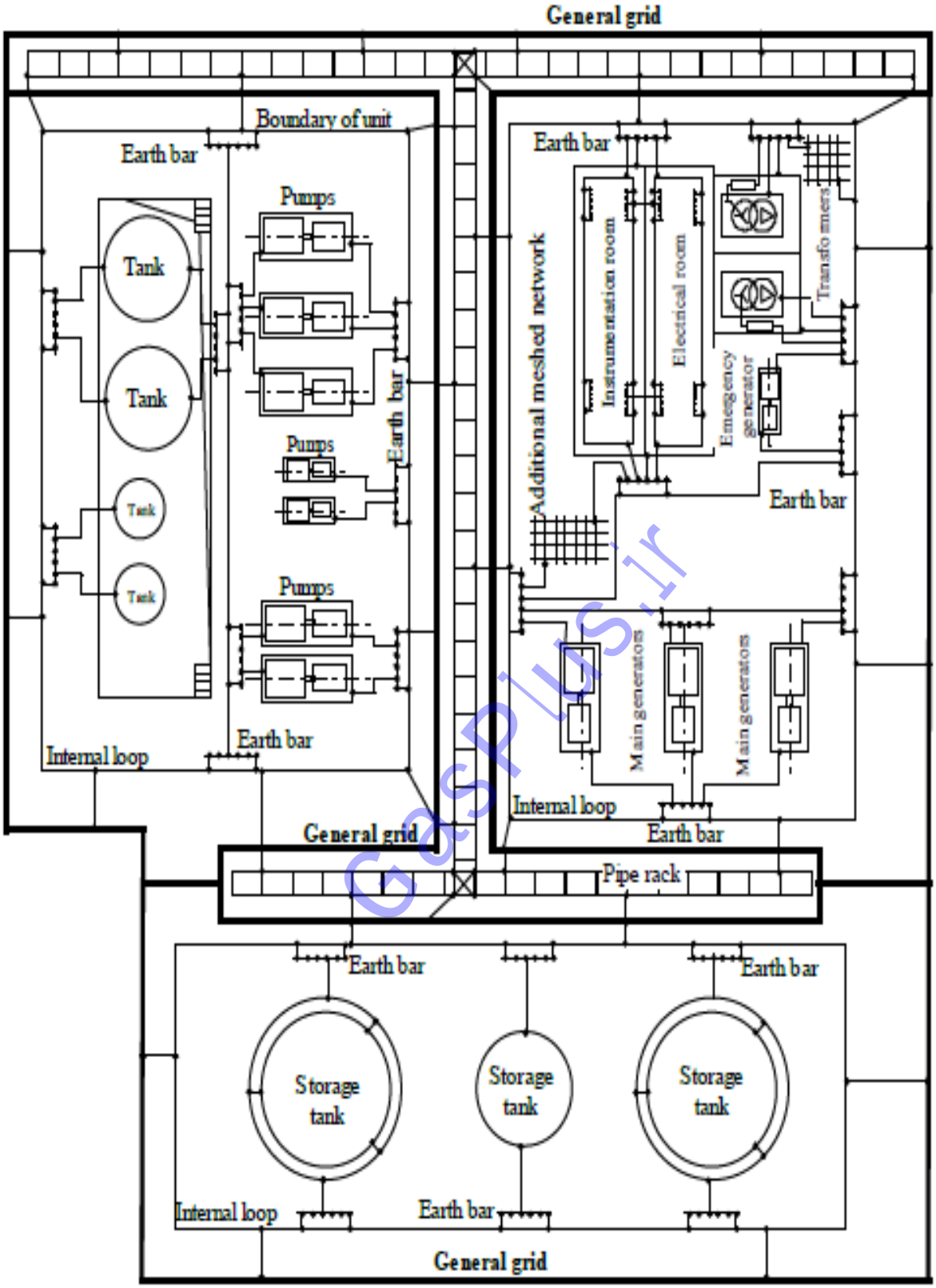
ابتدا سیستم زمین رینگ اصلی، طراحی و نصب و اندازه گیری شود. سپس سیستم های زمین محلی باید به صورت مجزا طراحی، نصب و اندازه گیری شده و مقدار مقاومت الکتریکی آنها مطابق (جدول ۱) باشد. در ادامه بدون هیچگونه جدا کننده ای حداقل در دو نقطه و دو مسیر مختلف به همدیگر و به سیستم زمین رینگ اصلی متصل شوند.

یادآوری: در ایستگاه هایی که ابعاد به گونه ای است[9] که رعایت الزامات ۵-۶-۱ و ۵-۶-۲ امکان پذیر نیست، بنابر نظر طراح نصب یک سیستم زمین (به عنوان مثال یک چاه ارت و ...) به عنوان سیستم زمین یکپارچه امکان پذیر است. در این حالت باید الزامات همبندی این استاندارد رعایت گردد.

[8] IPS-E-EL-100 TABLE 18

[9] این مورد فقط در مدیریت گازرسانی کاربرد دارد.

GasPlus.ir



شکل۳- شماتیک سیستم زمین رینگ اصلی

GasPlus.ir

۵-۷- طراحی و بازرسی همبندی بین سیستم زمین ولتاژ بالا و سیستم زمین ولتاژ پایین

۵-۷-۱- کلیات

با توجه به آرایش سیستم زمین فشار ضعیف و بدلیل یکی از موارد ذیل، شاهد اضافه ولتاژ موقت تماس و بهره برداری (تنش) خواهیم بود که این موارد عبارتند از :

- خطا بین سیستم (سیستم‌ها) فشار قوی و زمین
- از دست دادن نول در سیستم ولتاژ پایین
- زمین شدن تصادفی آرایش IT سیستم ولتاژ پایین
- اتصال کوتاه در تاسیسات ولتاژ پایین

یکی از این مواردی که منجر به ایجاد شدیدترین اضافه ولتاژ موقت در تاسیسات فشار ضعیف می شود، ایجاد خطا بین سیستم فشار قوی و سیستم زمین فشار قوی در پستهای ترانسفورمری که تاسیسات فشار ضعیف را تغذیه می کند، است.

به منظور فراهم کردن ایمنی تاسیسات فشار ضعیف در مقابل این رخدادها، باید الزاماتی را رعایت کرد.

۵- ۷ –۲- اضافه ولتاژ در سیستمهای فشار ضعیف در حین خطای زمین فشار قوی

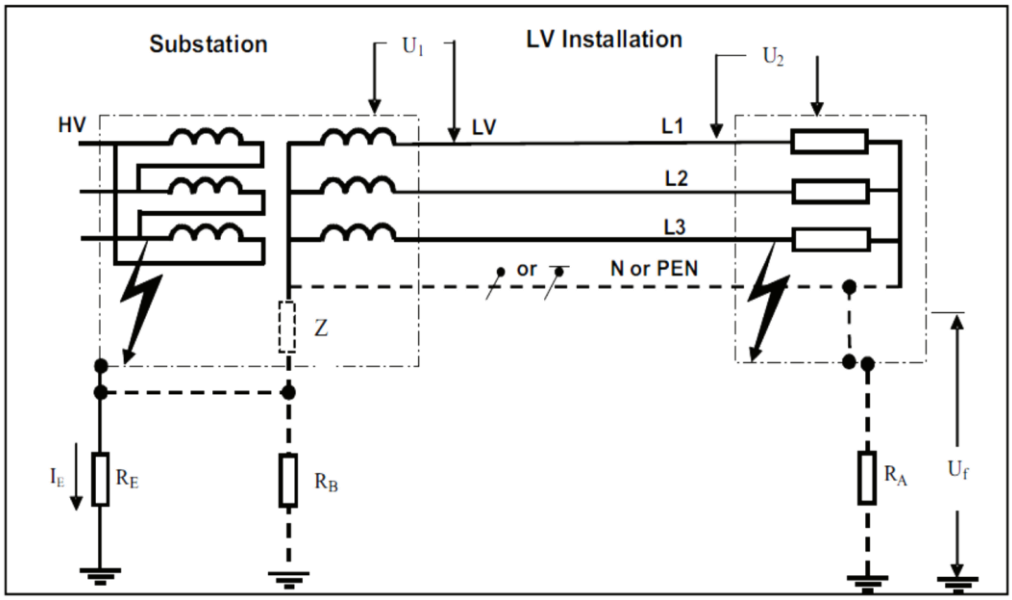
در هنگامی که خطای اتصال زمین در سمت پستهای فشار قوی رخ می‌دهد، پتانسیل سیستم زمین فشار قوی افزایش یافته و به سمت تاسیسات فشار ضعیف منتقل می‌شود. این ولتاژ انتقالی ضمن افزایش سطح ولتاژ تماس در تاسیسات فشار ضعیف، منجر به تحمیل اضافه ولتاژ بر روی ولتاژهای فاز به زمین یا فاز به نول (با توجه به آرایش سیستم زمین فشار ضعیف) خواهد شد.

آرایش مختلف سیستم‌های زمین در پست ترانسفورماتوری و تاسیسات فشار ضعیف، مطابق (شکل ۴) می باشد.

مواردی که خطای اتصال زمین در سمت پستهای فشار قوی رخ می‌دهد، اضافه ولتاژهای زیر ممکن است بر روی تاسیسات فشار ضعیف اثر بگذارد:

- ولتاژ خطای فرکانس قدرت (ولتاژ تماس)
- ولتاژ تنش (استرس) فرکانس قدرت

GasPlus.ir



شکل۴ - انواع آرایش سیستم های زمین در پست ترانسفورماتور[10]

(جدول ۲) محاسبات اضافه ولتاژ موقت خطای فرکانس قدرت و اضافه ولتاژهای موقت استرس(تنش) در حالت های مختلف توزیع شبکه های فشار ضعیف ارائه شده است.

جدول ۲- محاسبات ولتاژهای Uf، U1 و U2 در حالت های مختلف توزیع شبکه های ولتاژ پایین[11]

نوع سیستم زمین	نوع اتصالات زمین	U_1	U_2	U_f
TT	RE و RB متصل	U_0	$R_E \times I_E + U_0$	0
	RE و RB جدا	$R_E \times I_E + U_0$	U_0	0
TN	RE و RB متصل	U_0	U_0	$R_E \times I_E$
	RE و RB جدا	$R_E \times I_E + U_0$	U_0	0
IT	RE و Z متصل	U_0	$R_E \times I_E + U_0$	0
	RE و RA جدا	$U_0 \times \sqrt{3}$	$R_E \times I_E + U_0 \times \sqrt{3}$	$R_A \times I_h$
	RE و Z متصل	U_0	U_0	$R_E \times I_E$
	RE و RA اتصال داخلی	$U_0 \times \sqrt{3}$	$U_0 \times \sqrt{3}$	$R_E \times I_E$
	RE و Z جدا	$R_E \times I_E + U_0$	U_0	0
	RE و RA جدا	$R_E \times I_E + U_0 \times \sqrt{3}$	$U_0 \times \sqrt{3}$	$R_A \times I_d$

[10] IEC 60364-4-44
[11] IEC 60364-4-44

GasPlus.ir

توجه ۱: کادر خاکستری رنگ تاثیر خطای اتصال زمین در سمت فشار ضعیف روی محاسبات اضافه ولتاژها، همزمان با رخداد خطا در سمت فشار قوی را نشان می دهد.

یک نوع دیگر از اضافه ولتاژهای موقت، اضافه ولتاژ ناشی از زمین شدن اتفاقی هادی فاز در سیستم فشار ضعیف IT با نول توزیع شده می باشد. در این وضعیت، ولتاژ بین هادی‌های فاز و نول (U0) می تواند موقت تا ولتاژ فاز به فاز (U) افزایش داشته باشد. ولتاژ استرس تا مقدار ولتاژ فاز به فاز (U) می تواند برسد. ($U=\sqrt{3}\ U0$)[۱۲]

توجه ۲: در سیستمهای TT و TN عبارت "متصل" و "مجزا" به اتصال الکتریکی بین RE و RB اشاره دارد. برای سیستمهای IT عبارت "متصل" و "مجزا" به اتصال الکتریکی بین RE و Z و اتصال الکتریکی بین RE و RA اشاره دارد.

اضافه ولتاژهای موقت خطا و استرس فرکانس قدرت (Uf، U1 وU2) به منظور متصل نمودن سیستم زمین فشار ضعیف به سیستم زمین فشار قوی یا مجزا نمودن سیستم زمین فشار ضعیف از سیستم زمین فشار قوی در آرایشهای مختلف سیستم زمین فشار ضعیف باید در محدوده مجاز قرار داشته باشد.

۵-۷-۳ – همبندی بین سیستم زمین ولتاژ بالا و سیستم زمین ولتاژ پایین

در تاسیساتی که دو سیستم زمین فشار قوی (HV) و سیستم زمین فشار ضعیف (LV) در مجاورت یکدیگر قرار می گیرند، دو شیوه در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

- اتصال تمامی سیستم‌های زمین فشار قوی (RE) به سیستم‌های زمین فشار ضعیف (RB)
- جداسازی سیستم‌های زمین فشار قوی (RE) از سیستم‌های زمین فشار ضعیف (RB)

۵-۷-۳-۱- متصل بودن سیستم زمین فشار قوی (RE) به سیستم زمین فشار ضعیف (RB)

برای همبندی سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف در حالت متصل و با توجه به آرایشهای مختلف سیستم زمین ولتاژ پایین و افزایش پتانسیل زمین ایجاد شده ناشی از خطای فاز به زمین در سمت فشار قوی برای عدم تخطی از ولتاژ تماس و ولتاژ استرس مجاز باید الزامات جدول سه رعایت شود.[۱۳]

برای این منظور در ابتدا باید با استعلام مقدار جریان محدود کننده[۱۴] و اندازه‌گیری مقدار مقاومت سیستم زمین فشار قوی، حداکثر افزایش پتانسیل سیستم زمین فشار قوی محاسبه شود، سپس زمان عملکرد رله حفاظتی خطای زمین سمت فشار قوی بر مبنای جریان محدود کننده به دست آمده سپس ولتاژ تماس مجاز به هنگام خطای اتصال زمین در سمت فشار قوی بر حسب زمان کل قطع رله حفاظتی از منحنی (شکل ۵) استخراج شود. آنگاه باید الزامات (جدول ۳) رعایت گردد.[۱۵]

[12] IEC 60364-4-44-442.4
[13] BS EN 50522, IEC 61936-1
[14] I_{NGR}
[15] BS EN 50522-TABLE 2

GasPlus.ir

سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف در مواردی که از هم قابل تفکیک نباشند باید به هم متصل باشند. حالت دیگری رخ می دهد که سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف از هم قابل تفکیک هستند لیکن بر اساس شرایط طراحی به هم همبند می گردند.

جدول ۳- حداقل الزامات همبندی سیستم های زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف

نوع سیستم ولتاژ پایین		الزامات EPR		
		ولتاژ تماس(شرط ۱)	ولتاژ تنش(شرط ۲)	
			زمان خطا $t_f \leq 5\ (s)$	زمان خطا $t_f > 5\ (s)$
TT		غیر کاربردی	$EPR \leq 1200$ v	$EPR \leq 250$ v
TN		$EPR \leq F.\ U_{TP}$	$EPR \leq 1200$ v	$EPR \leq 250$ v
IT	هادی زمین حفاظتی توزیع شده است	مشابه سیستم TN	$EPR \leq 1200$ v	$EPR \leq 250$ v
	هادی زمین حفاظتی توزیع نشده است	غیر کاربردی	$EPR \leq 1200$ v	$EPR \leq 250$ v

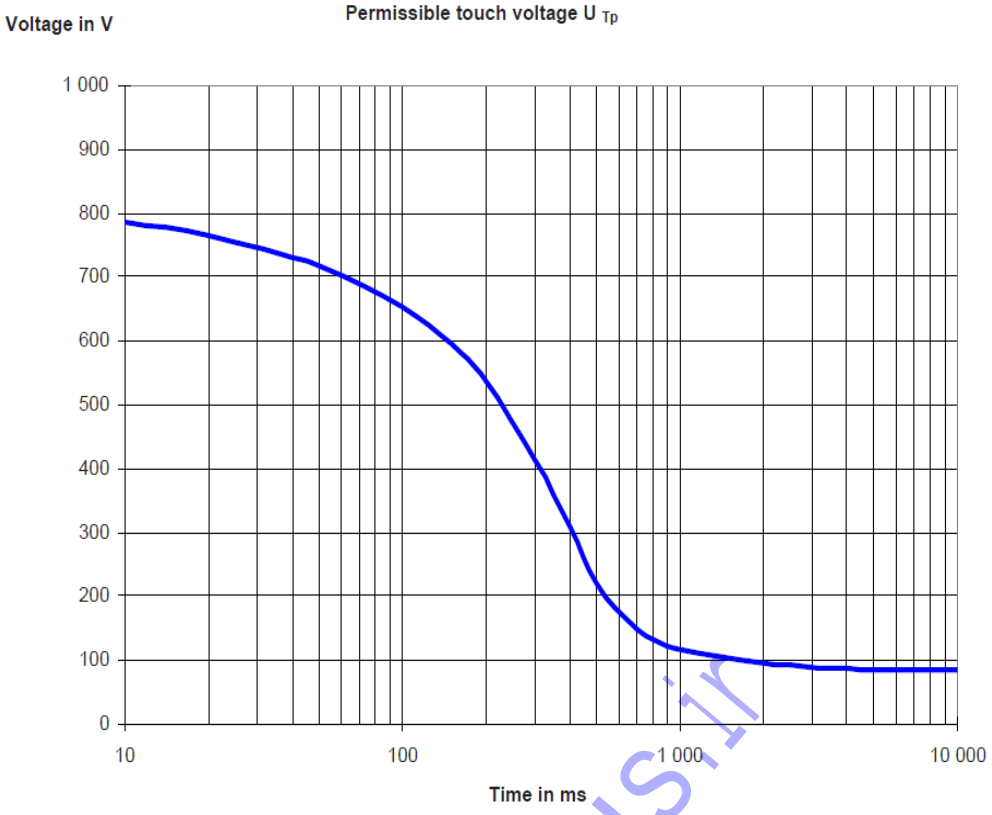
GasPlus.ir

توجه ۱- اگر هادی مشترک حفاظتی- خنثی یا هادی خنثی سیستم فشار ضعیف فقط از طریق سیستم زمین فشار قوی به زمین متصل شده باشد، مقدار F باید ۱ در نظر گرفته شود.

توجه ۲- مقدار F در حالت معمولی، ۲ در نظر گرفته شود.

مقادیر بالاتر F ممکن است جایی که اتصالات اضافی هادی حفاظتی- خنثی به زمین وجود دارد، به کار برده شود.

برای خاکهای با ساختار خاص، مقدار F تا ۵ می تواند برسد. زمانی که این قانون در خاکهای با اختلاف مقاومت ویژه بالا جایی که لایه های بالاتر، مقاومت ویژه بالاتری دارد به کار برده می شود، توجه ویژه ای نیاز است. ولتاژ تماس در این موارد می تواند بیش از ٪۵۰ افزایش پتانسیل زمین باشد.



شکل ۵ - ولتاژ تماس مجاز

(شکل ۵) مقدار ولتاژ تماس مجاز بر حسب زمان کل قطع رله حفاظتی وبریکر قطع کننده نشان می دهد. درصورتی که زمان قطع حفاظت بزرگتر از ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شود، مقدار ولتاژ تماس مجاز ۸۰ ولت در نظر گرفته شود.

در مواردی که تفکیک تابلوها و تاسیسات فشار قوی از فشار ضعیف ممکن نباشد مانند پست های تمام فلزی یا بتن مسلح که تابلوهای فشار قوی و فشار ضعیف آن از طریق اجزای فلزی ساختمان آن، یا میلگردهای بتن، به همدیگر وصل شده اند از یک سیستم زمین مشترک استفاده می شود و به دلیل مجاورت تجهیزات، امکان جداسازی سیستمهای زمین وجود ندارد.

توجه۳ : شرط حداکثر مقاومت زمین مشترک یک اهم[16] یک شرط لازم بوده و کافی نمی باشد.

۵-۷-۳-۲- مجزا بودن سیستم زمین فشار قوی (RE) از سیستم زمین فشار ضعیف(RB)

داشتن دو اتصال زمین مستقل دارای این مزیت است که خطر برق گرفتگی به علت اتصال فاز به بدنه در طرف فشارقوی وجود نخواهد داشت اما تابلوهای ولتاژ پایین باید دارای عایق بندی بالاتری نسبت به بدنه باشند.

به منظور طراحی و بازرسی از همبندی سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف در حالت مجزا و با توجه به آرایشهای مختلف سیستم زمین ولتاژ پایین، باید الزامات مربوط به اضافه ولتاژ موقت استرس(تنش) فرکانس قدرت

[16] BS EN 7430

GasPlus.ir

سمت فشار ضعیف ناشی شده از اتصال فاز به سیستم زمین فشار قوی رعایت گردد. همچنین باید صحت جدایی موثر سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف مجزا مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد و در صورتی که تمامی الزامات ارائه شده در زیر برقرار بود، دو سیستم زمین از هم مجزا گردند.

۵-۷-۳-۲-۱- الزامات اضافه ولتاژ موقت استرس فرکانس قدرت

اضافه ولتاژهای استرس باید مطابق با (جدول ۴) محاسبه شده و مقدار آنها از مقادیر ارائه شده کمتر باشد.

جدول ۴- حداکثر ولتاژ تنش بر حسب زمان عملکرد سیستم حفاظتی ولتاژ بالا

ولتاژ تنش مجاز قابل اعمال روی تجهیزات ولتاژ پایین **(ولتاژ)**	مدت زمان خطای اتصال زمین در سیستم ولتاژ بالا **(زمان)**
$U1\&U2 \leq U_0 + 250$	$> 5\ s$
$U1\&U2 \leq U_0 + 1200$	$\leq 5\ s$

۵-۷-۳-۲-۲- بررسی صحت جدایی سیستم زمین فشار قوی از سیستم زمین ولتاژ پایین[17]

وقتی که تاسیسات دارای دو سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف مجزا باشد، دو سیستم زمین باید به نحو موثری از یکدیگر جدا باشند. جدایی مؤثر بین دو سیستم زمین ممکن است در اثر عوامل زیر بطور کامل از بین رفته و یا ناکافی باشد:

- اتصال سهوی بین دو سیستم زمین در زمان نصب و یا در زمان تعمیرات و اصلاحات.
- کافی نبودن فاصله بین دو سیستم زمین بدلیل اشتباه در طراحی، عدم وجود فضای کافی، وجود سازه یا تجهیزات فلزی مدفون در حد فاصل دو سیستم زمین.
- ممکن است دو سیستم زمین، کاملا مستقل باشند ولی از هادی هایی جهت ارتباط این دو سیستم با نقاط و تجهیزات مربوطه استفاده گردد که بدون عایق بوده و از نزدیکی یکدیگر عبور کند.
- ممکن است دو سیستم زمین، کاملا مستقل باشند و در نقاط مورد نیاز از هادیهای عایق دار جهت اتصال یا همبندی استفاده شده باشد ولی خود تجهیزات مرتبط به دو سیستم، در نزدیکی یکدیگر قرار داده شده باشند یا بدلیل شرایط محلی از طریق اجزا فلزی محل نصب، به یکدیگر وصل شده باشند.

[17] Separation Integrity Check

GasPlus.ir

توجه: به استناد بند 6.1.3 استاندارد BS EN 50522:2010، برای تاسیسات زیر50KV، در بسیاری موارد یک فاصلهٔ ۲۰ متری بین سیستم های ارت مستقل بکار برده شده است. برای خاکهای با ساختار خاص، ممکن است مقادیر دیگری مناسب باشد.

توجه: فاصله مورد نیاز بین دو سیستم زمین مجزای فشار قوی و فشار ضعیف در تاسیسات، تابعی از عوامل مختلفی از جمله افزایش پتانسیل زمین روی سیستم زمین ولتاژ بالا، مقاومت مخصوص خاک، ولتاژ مجاز روی سیستم زمین فشار ضعیف است و حداقل فاصله های گفته شده در استانداردها(۲۰، ۹،۸ متر،...) ممکن است در برخی شرایط مناسب نبوده و دو سیستم را بطور مؤثر از یکدیگر جدا نکند. (مثلا زمانیکه مقاومت مخصوص خاک بسیار بالا باشد)
در صورتیکه در اثر یکی از عوامل یاد شده در بالا، جدایی مؤثر بین دو سیستم زمین مستقل وجود نداشته باشد، عملا جداسازی کاری بی حاصل است.

لذا در طراحی باید صحت جدایی موثر دو سیستم زمین مستقل فشار قوی و فشار ضعیف را به روش زیر مورد بررسی و ارزیابی قرار دهد.

۵-۷-۳-۲-۲-۱- تجهیزات آزمون

به منظور انجام این آزمون تجهیزات زیر مورد نیاز می باشد:

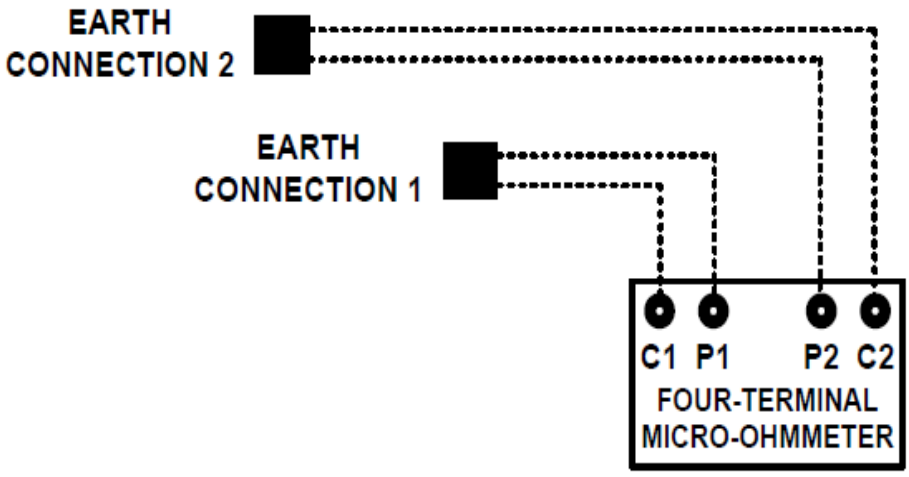
- دستگاه اندازه‌گیری مقاومت زمین ۴ ترمیناله
- سیم های رابط و اتصال دهنده‌های مناسب به تعداد ۴ عدد
- دستکش و کفش دی‌الکتریک عایق فشار قوی کلاس یک
- میکرو اهم‌متر ۴ ترمیناله
- سیم‌های رابط و گیره‌های مناسب به تعداد ۴ عدد

۵-۷-۳-۲-۲- روش آزمون

- مقاومت الکتریکی سیستم زمین فشار قوی (RHV) و مقاومت الکتریکی سیستم زمین فشار ضعیف (RLV) به صورت مستقل با استفاده از روش افت پتانسیل٪ ۶۱.۸ اندازه‌گیری شود.
- مقاومت حلقه زمین[۱۸] (RS) بین سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف با استفاده از میکرو اهم‌متر به روش زیر اندازه‌گیری شود. (شکل ۶) نشان دهنده روش آزمون می باشد.
- ترمینالهای C1 و P1 میکرو اهم‌متر با گیره‌های مناسب به سیستم زمین فشار قوی متصل شود.
- ترمینالهای C2 و P2 میکرو اهم‌متر با گیره‌های مناسب به سیستم زمین فشار ضعیف متصل شود.
- مقاومت بین سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف (RS) اندازه‌گیری شود.

[18] Earth Loop

GasPlus.ir



شکل۶- اندازه‌گیری مقاومت بین دو سیستم زمین (حلقه) با میکرو اهم‌متر

۵-۷-۳-۲-۲- ۳- تحلیل نتایج

اگر مقاومت الکتریکی سیستم زمین فشار قوی (RHV) و مقاوت الکتریکی سیستم زمین فشار ضعیف (RLV) دو الکترود توسط فاصله بزرگی جدا شده باشند آنگاه مقاومت الکتریکی بین سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف (RS) از سری کردن مقاومت الکتریکی سیستم زمین فشار قوی (RHV) و مقاومت الکتریکی سیستم زمین فشار ضعیف (RLV) حاصل خواهد شد.

در صورتی که مقدار مقاومت الکتریکی بین سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف (RS) کمتر از شاخص در نظر گرفته شده در زیر باشد، نشان دهنده درجه‌ای از کوپلینگ هدایتی از طریق خاک می‌باشد.

(RHV) : مقاومت الکتریکی سیستم زمین فشار قوی

(RLV): مقاوت الکتریکی سیستم زمین فشار ضعیف

(RS): مقاومت الکتریکی بین سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین ولتاژ پایین

یادآوری۱: در ارزیابی یاد شده، صحت اندازه گیری مقاومت الکتریکی سیستم زمین فشار قوی و مقاومت الکتریکی سیستم زمین فشار ضعیف نسبت به زمین، بویژه زمانی که مقاومت آنها کم باشد، بسیار مهم است.

یادآوری۲: دلیل اتصال دو سیستم زمین مستقل یا کافی نبودن فاصله جدایی آنها می بایست شناسایی و رفع گردد. در صورت عدم امکان، مشکل بودن و یا صرف هزینه بالا جهت جداسازی، هرگونه اقدام اصلاحی و تغییر می بایست با نظر و تایید واحدهای مهندسی صورت پذیرد.

GasPlus.ir

۵-۷-۴- الزامات همبندی سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف

۵-۷-۴- ۱- متصل بودن سیستم زمین فشار قوی و سیستم زمین فشار ضعیف

در این حالت همبندی بین تمامی تجهیزات ذیل به زمین مشترک الزامی است :

- بدنه ترانسفورماتور
- شیلد فلزی کابل های MV
- شیلد فلزی کابلهای LV
- بدنه های هادی تجهیزات HV (بدنه تابلوهای MV و...)
- بدنه های هادی بیگانه
- بدنه های هادی تجهیزات LV (بدنه تابلوهای LV سمت مصرف کننده)
- نقطه نول ترانسفورماتور

۵-۷-۴- ۲- مجزا بودن سیستم زمین فشار قوی از سیستم زمین ولتاژ پایین

۵-۷-۴- ۲-۱- سمت فشار قوی

در این مرحله اطمینان از برقراری همبندی بین تمامی تجهیزات ذیل به سیستم زمین فشار قوی الزامی است :

- بدنه ترانسفورماتور
- شیلد فلزی کابل های MV
- بدنه های هادی تجهیزات HV (بدنه تابلوهای MV و...)
- بدنه های هادی بیگانه

۵-۷-۴- ۲-۲- سمت فشار ضعیف

در این شرایط اطمینان از برقراری همبندی بین تمامی تجهیزات ذیل به سیستم زمین فشار ضعیف الزامی است:

- شیلد فلزی کابلهای LV
- بدنه های هادی تجهیزات LV (بدنه تابلوهای LV سمت مصرف کننده)
- نقطه نول ترانسفورماتور

۵-۷-۵- بازرسی همبندی سیستم زمین ولتاژ بالا و ولتاژ پایین

بازرسی سیستم زمین ولتاژ بالا و سیستم زمین ولتاژ پایین باید مطابق استاندارد IGS-I-EL007 باشد.

GasPlus.ir

۵-۸- اتصال به زمین و همبندی فنس ها و دروازه های فلزی[19]

فنس های فلزی و دیگر سازه های فلزی محصور کننده پستهای با هادی برقدار و تجهیزات الکتریکی باید به منظور محدود کردن ولتاژهای تماس،گام و انتقالی به سیستم زمین متصل شده و همبندی صورت گیرد.

جایی که فنس های فلزی در فاصله ۵ متری یا کمتر از هادی های برقدار یا تجهیزات الکتریکی واقع شده اند، فنس باید توسط اتصالات همبند کننده سیمی مطابق با موارد زیر به سیستم الکترود زمین متصل شود.

- اتصالات همبندی باید در تمامی گوشه های فنس و حداکثر در فواصل ۵۰ متری نصب گردند.
- جایی که هادی هوایی لخت از بالای فنس عبور می کند، باید در دو سمت محل عبور اتصالات همبندی نصب گردد.
- گیت های ورودی باید به چارچوب آن همبند شده و چارچوب آن باید به سیستم الکترود زمین متصل شود.
- هر گیت یا دیگر قسمت های بازشونده در فنس باید در طول بازشونده توسط اتصالات دفنی همبند شوند.
- شبکه زمین یا سیستم الکترود زمین می بایست در مسیر باز شدن گیت ها گسترش داده شود.
- سیم خاردارهای بالای فنس باید به سیستم الکترود زمین متصل شوند.

طراحی های جایگزین انجام شده تحت نظارت مهندسی باید اجازه زمین کردن و همبند کردن فنس ها را بدهد.

یادآوری : برای اطلاعات بیشتر به آخرین ویرایش استاندارد IEEE 80 مراجعه کنید.

۵-۹- طراحی الکترود زمین فوندانسیون

طرح ریزی، اجرا و مستند سازی الکترود زمین فوندانسیون باید مطابق با استاندارد INSO 23064 باشد

۵-۱۰ - نوع اتصالات رو زمینی و دفنی

- نوع اتصالات روی زمین و دفنی باید مطابق استاندارد IEC 62305-3 باشد.
- اتصالات دفنی باید از نوع جوش احتراقی (Welding, Crimping, Brazing) باشد.
- اتصالات روی زمینی به منظور اندازه گیری و بازرسی باید نوع پیچی و کلمپی (منظور از کلمپی، کلمپ پیچ و مهره ای می باشد.) (Clamping, Screwing, Bolting) باشد ولی در سایر محل ها می تواند اتصال از نوع جوش احتراقی باشد.
- اتصالات دریچه چاهک از نوع اتصالات رو زمینی محسوب می شود.

[19] NFPA 70:250-194

GasPlus.ir

۵-۱۱- جدا سازی بین مدارها (کابل ها) به منظور کاهش اثرات الکترومغناطیسی

۵-۱۱-۱- کلیات

کابل های قدرت (هادی ها) و کابل های داده و کابل های مخابراتی که با یک سیستم آرایش کابل کشی مشابه یا در یک مسیر مشترک قرار می گیرند باید مطابق با الزامات زیر نصب شوند.

یادآوری : منظور از سیستم آرایش کابل کشی در این بند، باس بار تراکینگ و power tracking می باشد.

ازجهت الزامات ایمنی برق و تداخل امواج الکترومغناطیسی جداسازی کابلها ضروری می باشد که البته الزامات ایمنی برق در اولویت می باشد.

جداسازی کابل ها طبق استاندارد IEC 60364-4-44 2018 و استاندارد IEEE-1050 می باشد که به شرح ذیل است.

۵-۱۱-۲- الزامات طراحی

۵-۱۱-۲-۱- فاصله جداسازی برای کابل ها[۲۰]

ابتدا کابل ها بشرح ذیل دسته بندی می شوند و مطابق (جدول ۵) فاصله آنها تعیین می گردد.

M: کابلهای ولتاژ متوسط

P: کابلهای ولتاژ پایین 120- 480 V AC و 125V DC

C: کابلهای کنترل که عبارتند از:

- 48-125V DC, 24-120V AC

L: کابلهای ابزار دقیق

- 24VDC و پایین تر برای سیگنالهای دیجیتال
- 4-20mA برای سیگنالهای آنالوگ

جدول ۵ - فاصله بین کابلها

	m	p	c	L
Medium voltage(m)	-	70CM	100CM	120CM
Low voltage(p)	70CM	-	25CM	50CM
Control cable(c)	100CM	25CM	-	20CM
Instrument cable(L)	120CM	50CM	20CM	-

[20] Std IEEE 1050

GasPlus.ir

۵-۱۱-۲-۲- فاصله بین کابلها با توجه به شکل نگهدارنده کابل (سینی، کاندویت و....)

کابلهای قدرت و ابزار دقیق و کابلهای مخابراتی که در یک محل کشیده می شوند باید مطابق الزامات ذیل فاصله مناسب از هم داشته باشند و جداسازی شوند[۲۱]:

- در مواردی که مشخصات کابلهای دیتا و مخابراتی موجود نباشد، حداقل ۲۰ سانتی متر از هم فاصله داشته باشند به شرطی که جریان کابلهای ولتاژ پایین از ۶۰۰ آمپر بیشتر نشود.
- در مواردی که کابلهای شیلد دار و کابل کواکسیال استفاده شده باشد که شیلد کابل از دو انتها ارت شده باشد فاصله بین کابلها کاهش پیدا می کند.

خلاصه جداسازی کابلها در (جدول ۶) آورده شده است.

جدول ۶ - فاصله بین کابلها با توجه به نگهدارنده کابل

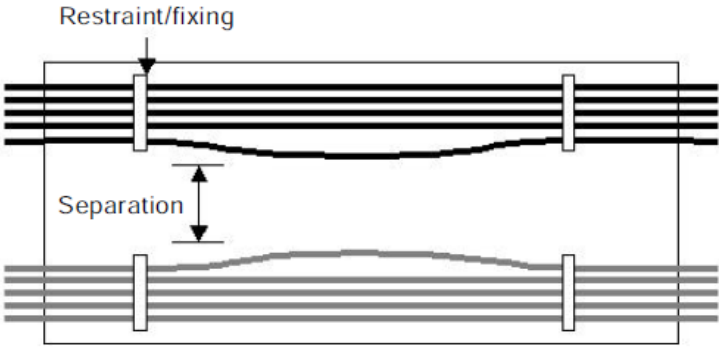
فواصل کابل ها			
جداسازی بدون برير الکترومغناطیسی	نگهدارنده فلزی با درپوش باز A	نگهدارنده فلزی سوراخ دار B	کاندویت فلزی C
200mm	150mm	100mm	0mm
A : کابلها ی شیلد دار و داخل لدر بدون در پوش با ابعاد 50*100mm هستند و ضخامت لدر کمتر از 1mm نباشد و ۲۰ در صد از فضای لدر خالی باشد. B: کابلهای شیلد دار که داخل لدر در پوش دار که ضخامت آن کمتر از 1mm نباشد و ۲۰ درصد فضای آن آزاد باشد. C :کابلها داخل کاندوییت فلزی می باشند که حداقل ضخامت 1.5mm دارد.			

حداقل فاصله جداسازی بین کابل های ارتباطی و اطلاعاتی و کابل های تغذیه باید در تمامی وضعیت های اجرا و نصب در نظر گرفته شود. در (شکل ۷)کابل بعد از محل بست نگهدارنده دچار انحنا شده است و حداقل فاصله از آن نقاط اندازه گیری می شود.

درصورتیکه کابل ها از روی هم عبور کنند و حداقل فاصله بین آنها ایجاد نشود، باید زاویه ۹۰ درجه داشته باشند.

[21] IEC 60364-4-44

GasPlus.ir



شکل ۷- اندازه گیری فاصله بین کابلها

۵-۱۱-۳- شرایط برای فاصله نداشتن بین کابلها

درصورتیکه الزامات استاندارد IEC 60364-5-52 رعایت شده باشد و کابل های داده و ارتباطی مطابق استاندارد IEC 61156 تهیه شده باشند و کابل کواکسیال هم مطابق استاندارد IEC61196-7 تهیه شده باشند و جریان کل کابلهای قدرت در کانال مشترک کمتر از 100A باشد فاصله جداسازی می تواند به صفر برسد و نیازی به جداسازی کابلها نمی باشد.

۵-۱۲- سیستم های مدیریت کابل[۲۲]

۵-۱۲-۱- کلیات

منظور از سیستم مدیریت کابل سینی و نردبان کابل و کلیه تجهیزاتی که کابل بر روی آن نصب می شود، می باشد. سیستم های مدیریت کابل به فرم های فلزی یا غیر فلزی دسته بندی می شوند. سیستم های فلزی به شرط رعایت الزامات بند ۵-۱۱-۲-۱ در برابر اغتشاشات الکترومغناطیسی حفاظت بهتری را نشان می دهند.

۵-۱۲-۲- راهنمای طراحی

انتخاب جنس و شکل سیستم مدیریت کابل به شرایط زیر وابسته است.

قدرت میدانهای الکترومغناطیس در طول مسیر کابلها (مجاورت با منابع اغتشاش الکترومغناطیسی بصورت هدایتی[۲۳] و انتشاری[۲۴])

سطح مجاز اغتشاشات هدایتی و انتشاری

نوع کابل (اسکرین دار، به هم پیچیده، فیبر نوری)

مصونیت تجهیزات متصل به کابل های سیستم داده[۲۵]

سایر محدودیت های محیطی (شیمیایی، مکانیکی، اقلیمی، آتش و غیره)

هرگونه توسعه سیستم کابل داده در آینده

[22] Cable management systems
[23] Conducted
[24] Radiated
[25] Information technology

GasPlus.ir

یادآوری : به کارگیری سیستم مدیریت کابل غیر فلزی در موارد زیر مجاز است:

- در مواردی که محیطی که کابلها قرار دارند دارای انتشار امواج کمی باشد وکابل ها دارای سطوح انتشار کم باشند.
- استفاده از کابل نوری.

برای اجزا فلزی سیستم های نگهدارنده کابل، (شکل ۸) (مسطح[۲۶]، U شکل، لوله ای و غیره) به جای سطح مقطع[۲۷]ویژگی های امپدانس، سیستم مدیریت کابل را تعیین می کند. شکل های بسته برای کاهش اتصال حالت مشترک[۲۸]بهترین گزینه است.

سینی کابل می بایست دارای فضای کافی برای نصب کابل های اضافی توافق شده در آینده باشد.

ارتفاع کابل های نصب شده در سینی باید کمتر از ارتفاع دیواره های جانبی سینی باشد. استفاده از درپوش قابلیت سازگاری الکترومغناطیسی سینی کابل را افزایش می دهد.

برای سینی کابل U شکل میدان مغناطیسی نزدیک دو گوشه آن کاهش می یابد. به همین دلیل سینی کابل با دیواره - های با عمق زیاد ترجیح دارد.

یادآوری : عمق می بایست حداقل دو برابر سطح مقطع بزرگترین کابل نصب شده باشد.

شکل۸- نحوه چیدمان کابلها در سینی یا لدر

GasPlus.ir

۵-۱۲-۳- راهنمای نصب

۵-۱۲-۳-۱- سیستم های مدیریت کابل فلزی و کامپوزیتی که بطور خاص برای سازگاری الکترومغناطیسی طراحی شده اند.

سیستم های مدیریت کابل فلزی و کامپوزیتی که بطور خاص برای سازگاری الکترومغناطیسی طراحی شده اند باید همیشه از دو طرف به سیستم همبند سازی تجهیزات محلی متصل باشند. برای فواصل طولانی، بعنوان مثال برای بیشتر از ۵۰ متر، اتصالات اضافی به سیستم همبند سازی تجهیزات توصیه می شود. تمامی اتصالات باید تا حد امکان کوتاه باشند.

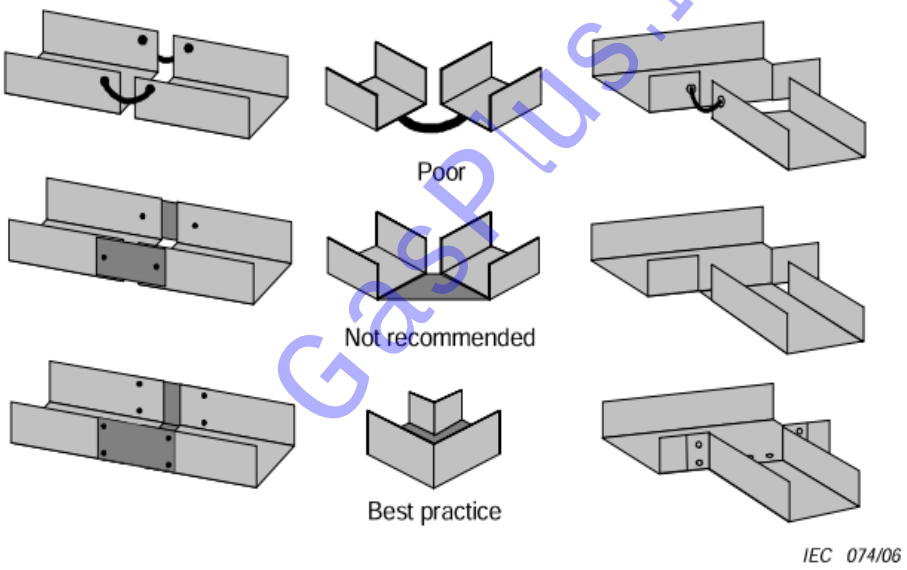
[26] Flat
[27] Cross section
[28] Common mode coupling

در مواردی که سیستم مدیریت کابل از اجزای مختلفی ساخته شده باشد، لازم است توجه کافی به همبندی موثر بین اجزای مجاور جهت اطمینان از پیوستگی داده شود. ترجیحا، این اجزا می بایست در کل پیرامون مشترک به یکدیگر جوش داده شوند. اتصالات پرچی و پیچ و مهره هم به شرطی که سطح تماس هدایتی مناسبی بوجود آورند، بعنوان مثال رنگ شدگی یا پوشش عایقی نداشته باشند و در عین حال در برابر خوردگی مقاوم بوده و تماس الکتریکی مناسبی بین دو جز مجاور فراهم آورند، مجاز هستند.

در (شکل ۹) بخش فلزی در کل طول مسیر می بایست حفظ شود. تمامی اتصالات داخلی می بایست امپدانس کم و پایینی داشته باشند. یک اتصال تک مسیره بین دو بخش سیستم مدیریت کابل منجر به امپدانس محلی بالا و در نتیجه پایین آمدن کارایی سازگاری الکترومغناطیسی آن می شود.

از فرکانس های در حد مگاهرتز به بالا، یک تسمه مشبک به طول ۱۰ سانتی متر بین دو بخش سینی کابل، تاثیر شیلد کردن را با ضریب ۱۰ و بیشتر کاهش خواهد داد.

هر جایی که توسعه یا اصلاحی صورت گرفت، بسیار مهم است که این کار از نزدیک و با دقت نظارت شود که با توصیه های سازگاری الکترومغناطیسی سازگار باشد. بعنوان مثال هیچ کاندوییت فلزی با پلاستیکی جایگزین نگردد.



شکل ۹- پیوستگی اجزا سیستم فلزی

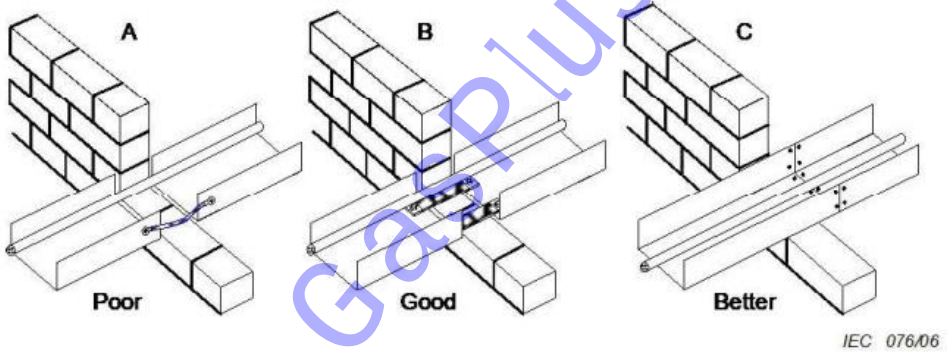
اجزای فلزی سازنده ساختمان می توانند بخوبی بعنوان اجزا سازگاری الکترمغناطیسی بکار گرفته شوند. تیرآهن های L، H، U و T شکل اغلب یک سازه پیوسته زمین شده را تشکیل می دهند که دارای سطح مقطع بزرگ و سطح بزرگ با اتصالات میانی زیاد به زمین هستند. کابل ها می توانند روی سطح این تیرآهن ها قرار گیرند. قرار دادن کابل ها در گوشه های داخلی تیرآهن ها مناسب تر از سطوح بیرونی آن است. (شکل ۱۰)

GasPlus.ir

شکل ۱۰- موقعیت کابل ها داخل اجزا فلزی ساختمان

درپوش برای سینی های کابل فلزی با رعایت ملزومات مربوطه همراه باشد. اتصالات در پوش به سینی کابل به اندازه کافی در طول مسیر تعبیه گردد، در صورتی که این کار ممکن نباشد، لازم است درپوش در ابتدا و انتها با اتصالات حداکثر ۱۰ سانتی متری به سینی کابل متصل گردد. بعنوان مثال بوسیله تمسه های مشبک بافته شده.

وقتی سیستم مدیریت کابل فلزی یا کامپوزیتی که به منظور اهداف سازگاری الکترومغناطیسی طراحی شده است جهت عبور از دیوار، به بعنوان مثال دیوار مانع آتش، به دو بخش تقسیم می شود، دو بخش فلزی جدا شده لازم است توسط اتصالات امپدانس پایین مانند تمسه های مشبک یا بافته شده به یکدیگر متصل گردند. (شکل ۱۱)



شکل ۱۱- اتصال بخش های فلزی

۵-۱۲-۳-۲- سیستم مدیریت کابل غیر فلزی

جایی که سیستم مدیریت کابل غیر فلزی استفاده می شود و کابل غیر شیلددار بین تجهیزی که ازاغتشاشات فرکانس پایین اثر نمی پذیرد استفاده شده است، به منظور افزایش کارایی سیستم مدیریت کابل غیر فلزی باید از یک هادی به منظور همبندی دو قسمت فلزی در ابتدا و انتهای سیستم مدیریت کابل استفاده شود.

این هادی همبند کننده باید برای تحمل حداکثر جریانهای حالت مشترک و خطای انتشاری[۲۹] طراحی گردد.

[29] Diverted fault current

۵-۱۳- الزامات سیستم زمین ابزاردقیق

۵-۱۳-۱- الزامات سیستم زمین تجهیزات ذاتا ایمن (I.S)

بخش 16.2.3 استاندارد IEC 60079-14:2013 به موضوع زمین کردن مدارات ذاتا ایمن می‌پردازد. بر اساس مطالب این بخش، مدارات ذاتا ایمن یا نسبت به زمین با ولتاژ عایقی ۵۰۰ ولت باید ایزوله باشند و یا بدلایل عملکردی یا ایمنی باید فقط در یک نقطه زمین شوند.

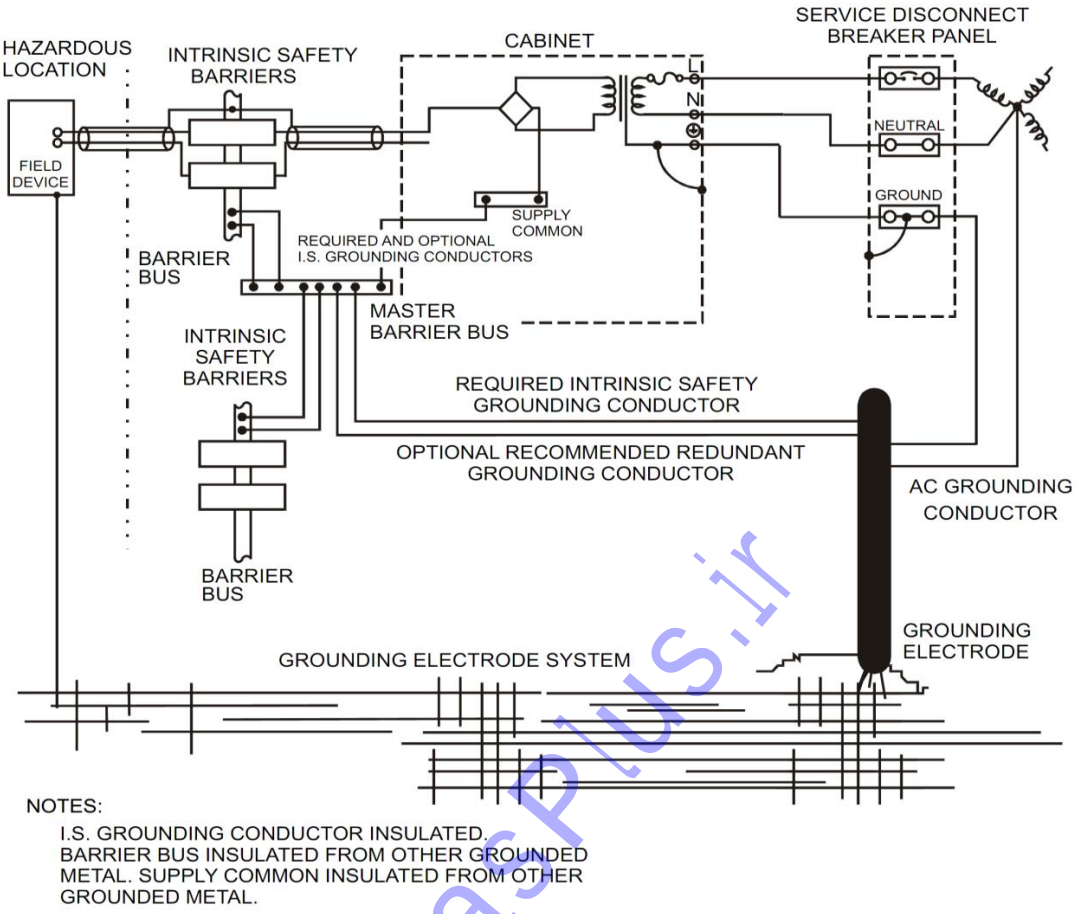
بر اساس استاندارد فوق ترمینال زمین بریرهای ایمنی غیر ایزوله (مانند انواع دیود زنری) باید به یکی از دو طریق زیر زمین شوند:

- به سیستم همبندی بمنظور هم پتانسیل‌سازی توسط کوتاهترین مسیر عملیاتی متصل شوند.
- تنها برای سیستم‌های TN-S، به نقطه‌ای از یک زمین با کیفیت متصل شود به گونه‌ای که امپدانس نقطه اتصال نسبت به نقطه‌ای که منبع تغذیه اصلی سیستم زمین شده است کمتر از ۱ اهم باشد. تامین این شرط ممکن است از طریق اتصال به شینه ارت پست برق یا اتصال به رادهای زمین مستقل بدست آید.

برای اتصال فوق یا باید حداقل از دو رشته هادی روکشدار با سطح مقطع حداقل ۱/۵ میلیمتر مربع بهره برد یا حداقل یک رشته هادی روکشدار با سطح مقطع حداقل ۴ میلی متر مربع باید استفاده شود. برای آگاهی از جزییات بیشتر به پیوست ب مراجعه شود.

بر اساس بخش 504.50 استاندارد ANSI/ISA RP 12.06.1:2003 توصیه شده است که مطابق شکل زیر ترمینال زمین بریرهای غیر ایزوله توسط دو هادی روکشدار مستقیما به نقطه نول منبع تغذیه درست در جایی که به سیستم زمین متصل شده است، همبند شود. (شکل ۱۲)

GasPlus.ir



شکل ۱۲- هادی‌های زمین مدارات ذاتا ایمن که به همراه تجهیزات مستقر در سایت به یک سیستم الکترود زمین همبند شده‌اند

GasPlus.ir

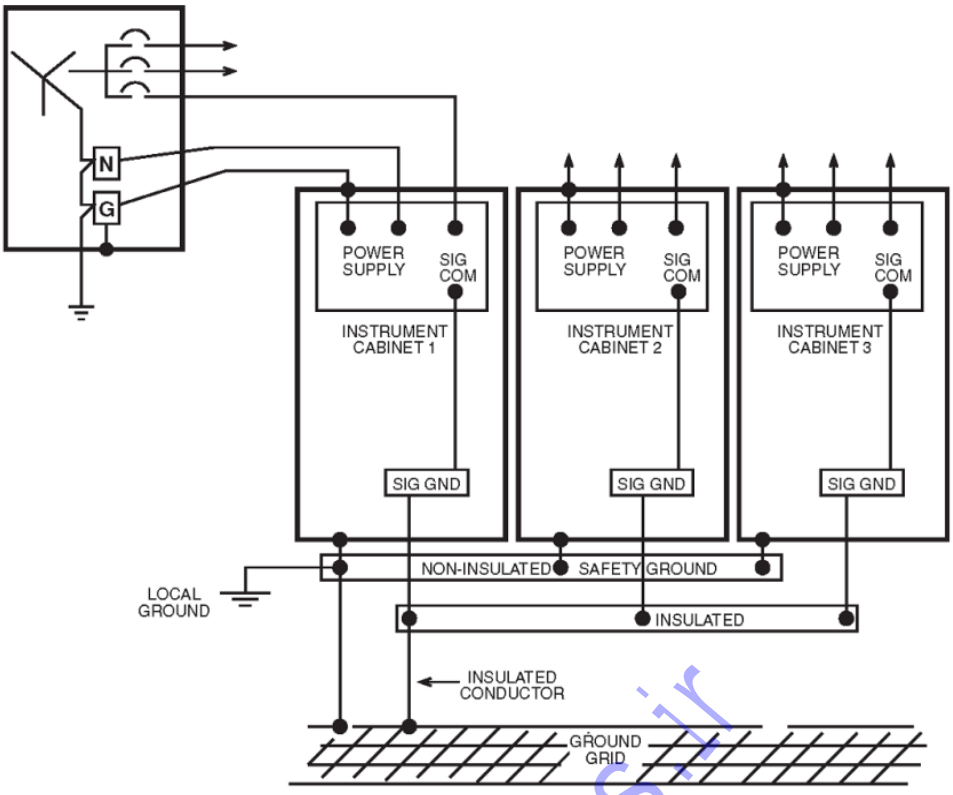
۵-۱۳-۲- الزامات سیستم زمین برای تجهیزات ابزاردقیق (Non-I.S)[۳۰]

سیستم زمین ابزاردقیق می‌تواند آرایش‌های مختلفی به قرار زیر داشته باشد:

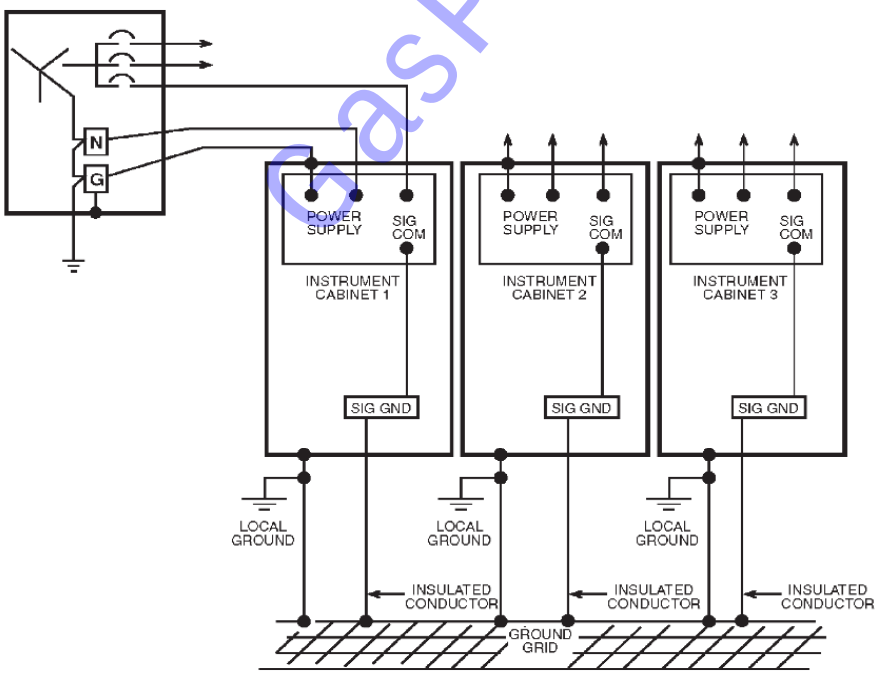
- سیستم زمین تک نقطه‌ای
- سیستم زمین چند نقطه‌ای
- سیستم زمین شناور

هر یک از سیستم‌های فوق در (شکل های ۱۳ الی ۱۶) نمایش داده شده‌اند.

[30] Std IEEE 1050

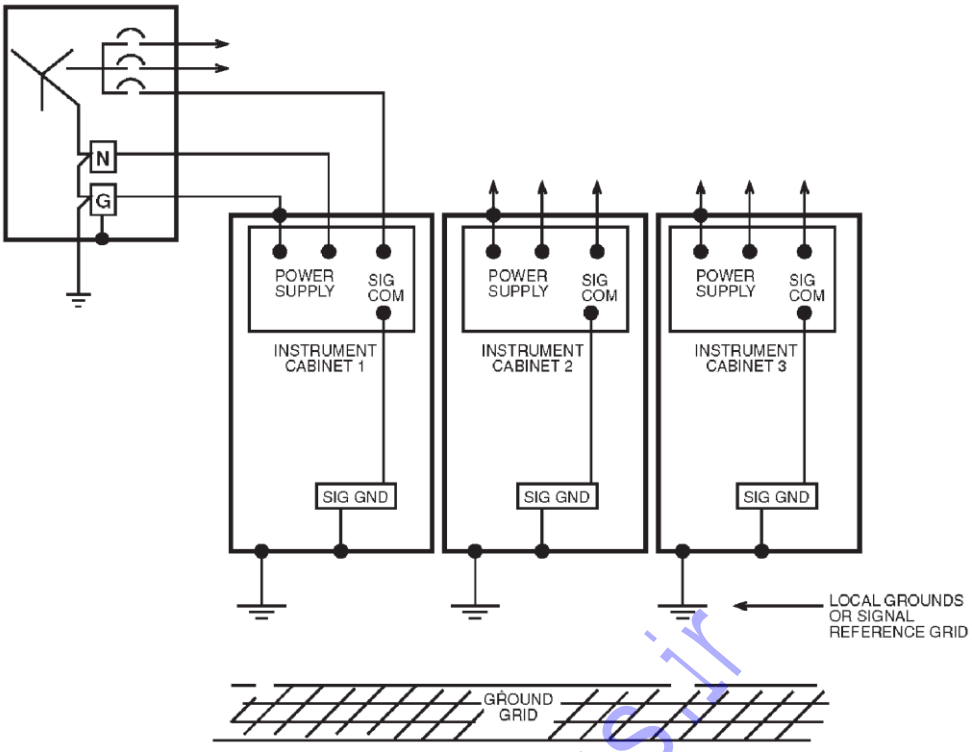


شکل ۱۳- سیستم زمین تک نقطه‌ای برای سیگنال‌های فرکانس پایین در شرایطی که کابینت‌های ابزاردقیق در مجاورت یکدیگر قرار گرفته‌اند.

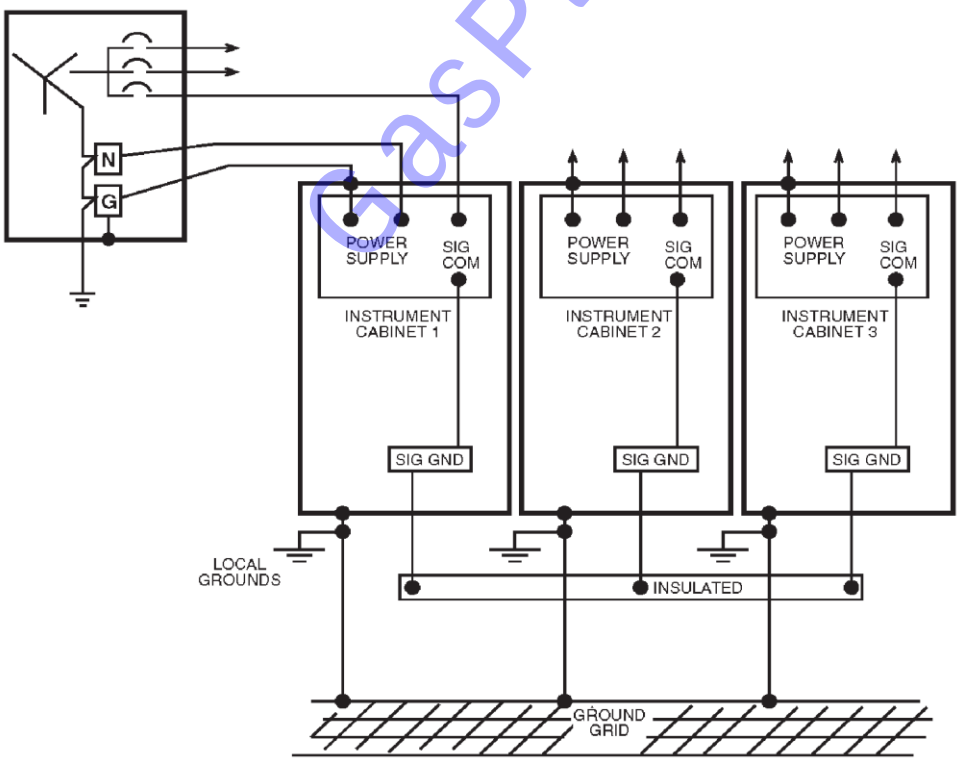


شکل ۱۴- سیستم زمین تک نقطه‌ای برای سیگنال‌های فرکانس پایین در شرایطی که کابینت‌های ابزاردقیق به طور گسترده‌ای توزیع شده و از یکدیگر فاصله دارند.

GasPlus.ir



شکل ۱۵- سیستم زمین چند نقطه‌ای برای سیگنال‌های فرکانس بالا



شکل ۱۶- سیستم زمین شناور

GasPlus.ir

در تمامی اشکال فوق دقت شود که واژه Insulated به معنای عایق بودن شینه‌ها و هادی‌های سیستم ابزاردقیق از بدنه پنل‌ها به منظور جلوگیری از تشکیل حلقه زمین است، اما نهایتا به سیستم ارتینگ سایت همبند می‌شوند.

در ادامه به گزیده‌ای از نکات مهم در رابطه با انتخاب و طراحی آرایش زمین اشاره می‌شود. مطالعه بیشتر در این زمینه می‌تواند از طریق مراجعه به استانداردهای IEEE Std 1100، IEEE Std 142 و IEEE Std 1050 صورت گیرد.

۱) باید توجه شود هرچند یک دستگاه PLC دارای پردازنده‌های فرکانس بالاست ولی ترانسدیوسرها و تجهیزات انتهایی متصل با آن عموما DC یا فرکانس پایین هستند. در چنین کاربردهایی معمولا استفاده از سیستم زمین تک نقطه‌ای پیشنهاد می‌شود.

۲) یکی از اهداف بسیار مهم در اجرای روش زمین تک نقطه‌ای، جلوگیری از تشکیل هرگونه حلقه جریان گردشی ناخواسته است که می‌تواند نویزهای مد مشترک در محدوده فرکانسی صفر تا شش کیلو هرتز ایجاد کند.

۳) روش زمین تک نقطه‌ای برای مدارات با فرکانس کار کمتر از ۳۰ کیلو هرتز که به هیچ عنوان از فرکانس ۳۰۰ کیلوهرتز تجاوز نمی‌کنند، موثر خواهد بود.

۴) نقطه یا شین مرجع زمین سیگنال باید در داخل محفظه تابلو یا اطاق تجهیزات ابزاردقیق به نقطه یا شینه زمین قدرت و ایمنی همبند شود. این اتصال تنها باید در یک نقطه و توسط یک هادی منفرد روکشدار و افشان انجام شود به گونه‌ای که اختلاف ولتاژ بین تجهیزات مستقر در تابلوهای مختلف کمتر از ۱ ولت شود.

۵) برای هادی‌های زمین سیگنال از یک رنگ بندی استاندارد و مجزا از رنگ هادی زمین حفاظتی (سبز با نوار زرد رنگ) استفاده شود.

۶) کابینت‌های نزدیک به هم علاوه بر اینکه توسط پیچ و مهره به هم وصل می‌شوند باید توسط گروهی از هادی‌ها به نقطه مرجع زمین نیز همبند شوند و توسط یک سیستم الکترود زمین محلی تقویت شوند.

۷) توصیه می‌شود هادی‌های مربوط به سیستم زمین ابزاردقیق از هادی‌های تغذیه و زمین تجهیزات قدرت دور نگه داشته شود.

۸) استفاده از هادی‌های بلند و طولانی برای همبندی و اتصال شبکه زمین ابزاردقیق به یکدیگر و همچنین همبندی با سایر زمین‌ها توصیه نمی‌شود.

۹) کابل‌های ابزاردقیق باید از ۳ گروه کابل به شرح زیر فاصله مجاز خود را همواره حفظ کند:

- کابل‌های ولتاژ متوسط تک کور
- کابل‌های برق فشارضعیف با ساختار نامتقارن
- کابل‌های کنترلی غیرشیلددار دیجیتال با ولتاژ ۴۸ الی ۱۲۵ ولت DC یا تغذیه تجهیزات کنترلی با ولتاژ ۲۴ الی ۱۲۵ ولت DC و ۱۲۰ ولت AC.

۱۰) توصیه می‌شود از یک سیستم توزیع برق زمین شده از نوع TN-S به جای سیستم توزیع زمین نشده IT استفاده شود.

GasPlus.ir

۵-۱۴- نحوه صحیح زمین کردن آرمر، شیلد کلی کابل و شیلد زوج سیم کابل‌های ابزاردقیق[۳۱]

۵-۱۴-۱-زمین کردن تجهیز ابزاردقیق در سایت[۳۲]

بدنه تجهیز ابزار دقیقی در سایت باید از طریق کابل ۶ میلیمتر مربع قابل انعطاف که در برابر لرزش و خوردگی گالوانیکی مقاوم باشد به زمین محلی وصل شود.

تداوم اتصال بین ارت PE تجهیز ابزار دقیق در سایت و ارت PE تابلو کنترل از طریق آرمر کابل تضمین می شود.

شیلد های کابل های ابزار دقیق باید از یک سمت ودر انتهای کابل واقع در تابلو ابزاردقیق در اتاق کتنرل زمین شوند.

شیلد کابلهای ابزار دقیق I.S باید به شینه زمین I.S در داخل تابلو متصل شود.

شیلد کابلهای ابزار دقیق Non-I.S باید به شینه زمین Non-I.S در داخل تابلو متصل شود.

شیلد در انتهای کابل واقع در تجهیز ابزار دقیق در سایت باید از طریق ترمینال جدا و عایق گردد و استفاده از نوار چسب برای عایق سازی مجاز نمی باشد. (شکل۱۸و ۱۹)

۵-۱۴-۲- زمین کردن جعبه اتصال[۳۳]

زره کابل های ابزار دقیقی باید از طریق گلند فلزی به جعبه اتصال متصل گردد.

بدنه جعبه اتصال باید از طریق کابل روکش دار PVC با سطح مقطع ۱۶ میلیمتر مربع سبز و زرد زمین شود.

شیلد کابل ابزار دقیق باید بصورت پیوسته از تجهیز ابزار دقیق سایت تا تابلو اتاق کنترل ادامه داشته باشد و در این جعبه اتصال، شیلد هر کابل ورودی باید به ترمینال مشخص وصل گردد و شیلد متناظر آن در رشته کابل خروجی هم به همان ترمینال وصل گردد و از بدنه جعبه اتصال عایق گردد.

شیلد کلی کابل خروجی باید عایق شده و به زمین وصل نشود. (شکل ۱۹)

۵-۱۴-۳- زمین کردن تابلو ابزار دقیق در اتاق کنترل

- این تابلو باید مجهز به شینه زمین (PE) و شینه زمین(I.S) و شینه زمین(Non-I.S) گردد.
- شینه زمین(I.S) و شینه زمین(Non-I.S) باید نسبت به بدنه تابلو ایزوله (عایق) باشند.
- به منظور جلوگیری از ایجاد جریان‌های القایی خطرناک در حلقه‌های زمین، شیلد کابل‌های کنترلی (شیلد کلی و شیلد هر زوج) باید از یکدیگر عایق بوده و فقط از یک سمت(انتهای کابل واقع در اتاق کنترل)، به قرار زیر، زمین شوند: (شکل ۲۰)
- در مدارهای ذاتا ایمن، در سمت شینه زمین(I.S)
- برای مدارهای ابزاردقیق و کنترلی که ذاتا ایمن نیستند، در سمت شینه ارت (Non-I.S)

[31] SHELL & TOTAL
[32] Field Instrument
[33] Junction Box (JB)

GasPlus.ir

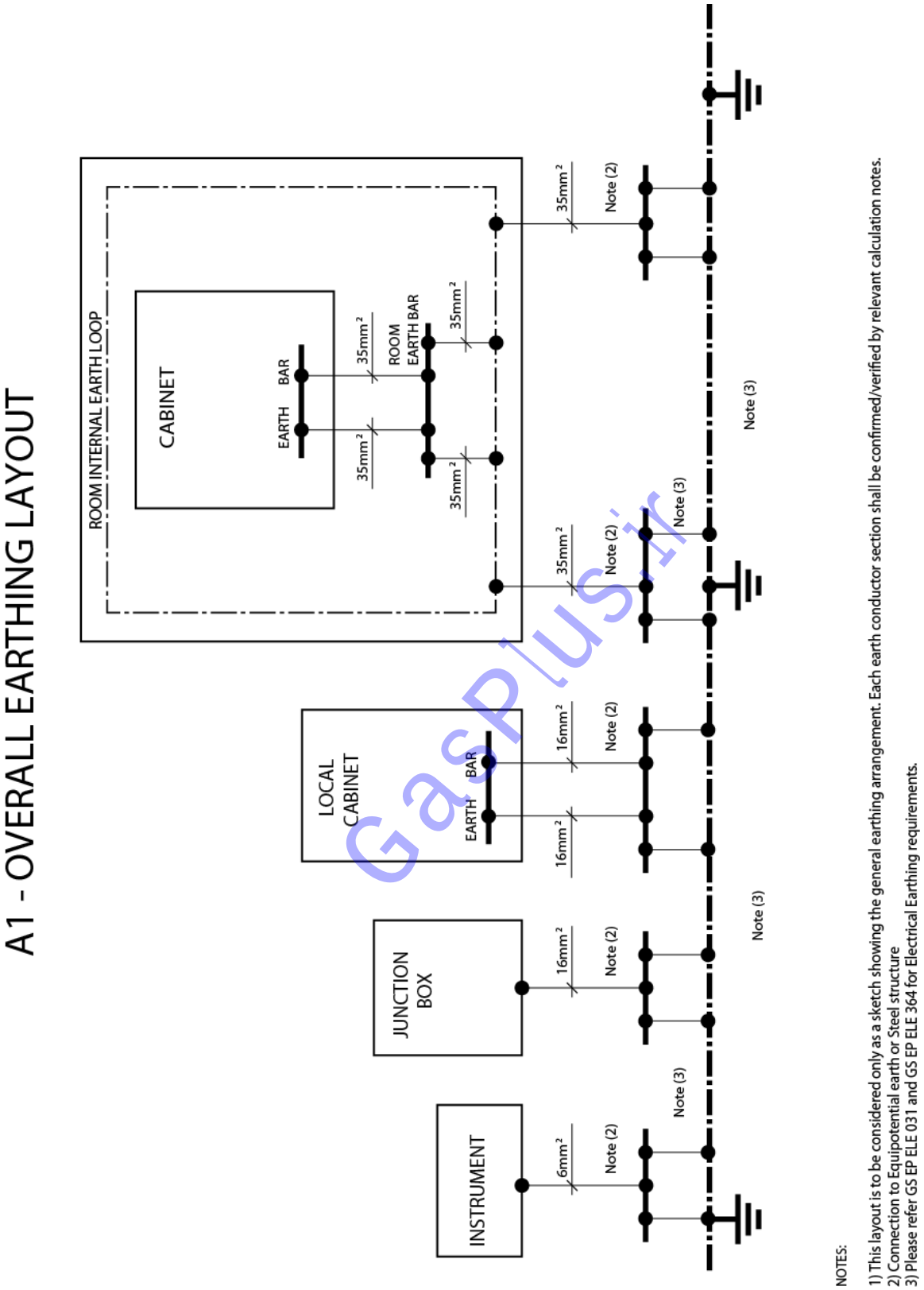
- کلیه اتصالات زمین باید مستقیما به شینه مخصوص خودش وصل شود و روی هم بستن اتصالات بر روی شینه ها[۳۴] ممنوع میباشد.
- دو انتهای شینه ارت (I.S) باید توسط دو عدد کابل روکش دار زرد با نوار آبی با حداقل سطح مقطع ۱۶ میلیمتر مربع به شینه ارت اصلی (PE) داخل تابلو وصل گردد.
- دو انتهای شینه ارت (Non-I.S) باید توسط دو عدد کابل روکش دار زرد و سبز با حداقل سطح مقطع ۱۶ میلیمتر مربع به شینه ارت اصلی (PE) داخل تابلو وصل گردد.
- شینه ارت PE هر تابلو ابزار دقیق واقع در اتاق کنترل باید توسط ۲ هادی با سطح مقطع حداقل ۳۵ میلیمتر مربع از ۲ نقطه انتهایی خود به شینه ارت اتاق کنترل متصل گردد.
- شینه ارت PE اتاق کنترل باید از طریق دو هادی با سطح مقطع حداقل ۳۵ میلیمتر مربع از دو نقطه انتهایی خود به رینگ داخلی ارت اتاق کنترل وصل گردد.
- رینگ داخلی اتاق کنترل باید توسط دو هادی با حداقل سطح مقطع ۳۵ میلیمتر مربع به شبکه ارت یکپارچه متصل گردد.
- بدنه هر تابلو ابزار دقیق واقع در اتاق کنترل باید به شینه PE تابلو متصل گردد.
- کلیه اتصالات به عنوان مثال اتصال به سیستم زمین یکپارچه، شیلد های متصل به شینه IS و یا Non- IS باید در کوتاهترین مسیر ممکن اجرا گردد. استفاده از شینه های ارت عمودی به منظور جلوگیری از در هم آمیختن شیلدها و دیگر هادی های ارت در تابلو پیشنهاد می گردد.
- امپدانس بین شینه زمین(I.S) و نقطه اتصال به زمین یکپارچه، نباید بیشتر از یک اهم باشد. برای توضیحات بیشتر به (شکل ۱۲) رجوع شود.
- تمامی قسمت های فلزی بدنه تابلو و رک ها و غیره باید به شینه ارت (PE) داخل تابلو وصل شوند.
- جایی که تابلو دارای درب لولایی می باشد آن درب باید به بدنه اصلی تابلو با تسمه ارت بافته شده قابل انعطاف لخت وصل گردد.
- آرمرکابل های ابزار دقیقی واقع در تابلو باید به شینه ارت PE واقع در تابلو وصل گردد. شایان ذکر است تابلو مربوطه باید علاوه بر داشتن کفی تابلو دارای صفحه گلند نیز باشد.
- هر رشته سیم درون کابل IS که بعنوان رزرو در نظر گرفته شده است باید به شینه ارت IS متصل گردد.
- هر رشته سیم درون کابل Non- IS که بعنوان رزرو در نظر گرفته شده است باید به شینه ارت Non- IS متصل گردد.
- شینه های ارت باید بصورت دائمی و بر اساس نوع عملکردش علامت گذاری شود.
- شیلد کابل IS که به عنوان رزو در نظر گرفته شده است باید به شینه ارت IS متصل گردد.
- شیلد کابل Non- IS که به عنوان رزو در نظر گرفته شده است باید به شینه ارت Non- IS متصل گردد.

[34] Daisy chaining

GasPlus.ir

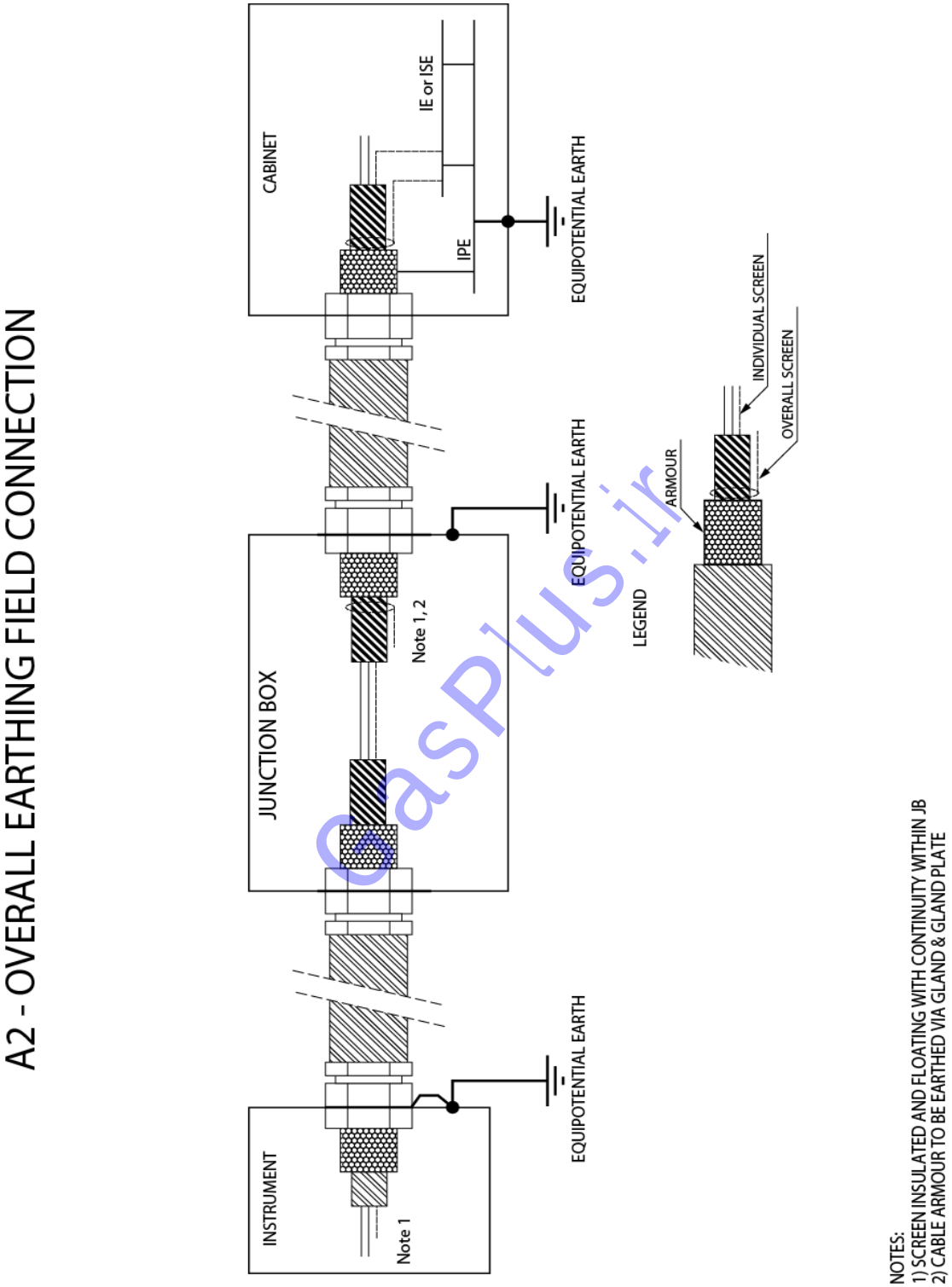
- ترمینال زمین بریر ها (I.S) از بدنه تابلو کنترلی عایق و توسط دو رشته سیم روکشدار به شینه (I.S) تابلو وصل شود.
- اتصال به زمین (گراند) بردهای الکترونیکی تجهیزات Non- IS واقع در تابلو ابزار دقیق باید به شینه زمین Non- IS متصل شود .
- بدنه رک PLC باید به شینه ارت PE تابلو ابزار دقیق وصل گردد.
- ترمینال زمین تغذیه ورودی دستگاه PLC نیز باید به شینه ارت PE متصل شود.
- برای توضیحات بیشتر به شکل های ۱۷ تا ۲۰ مراجعه شود.

GasPlus.ir



GasPlus.ir

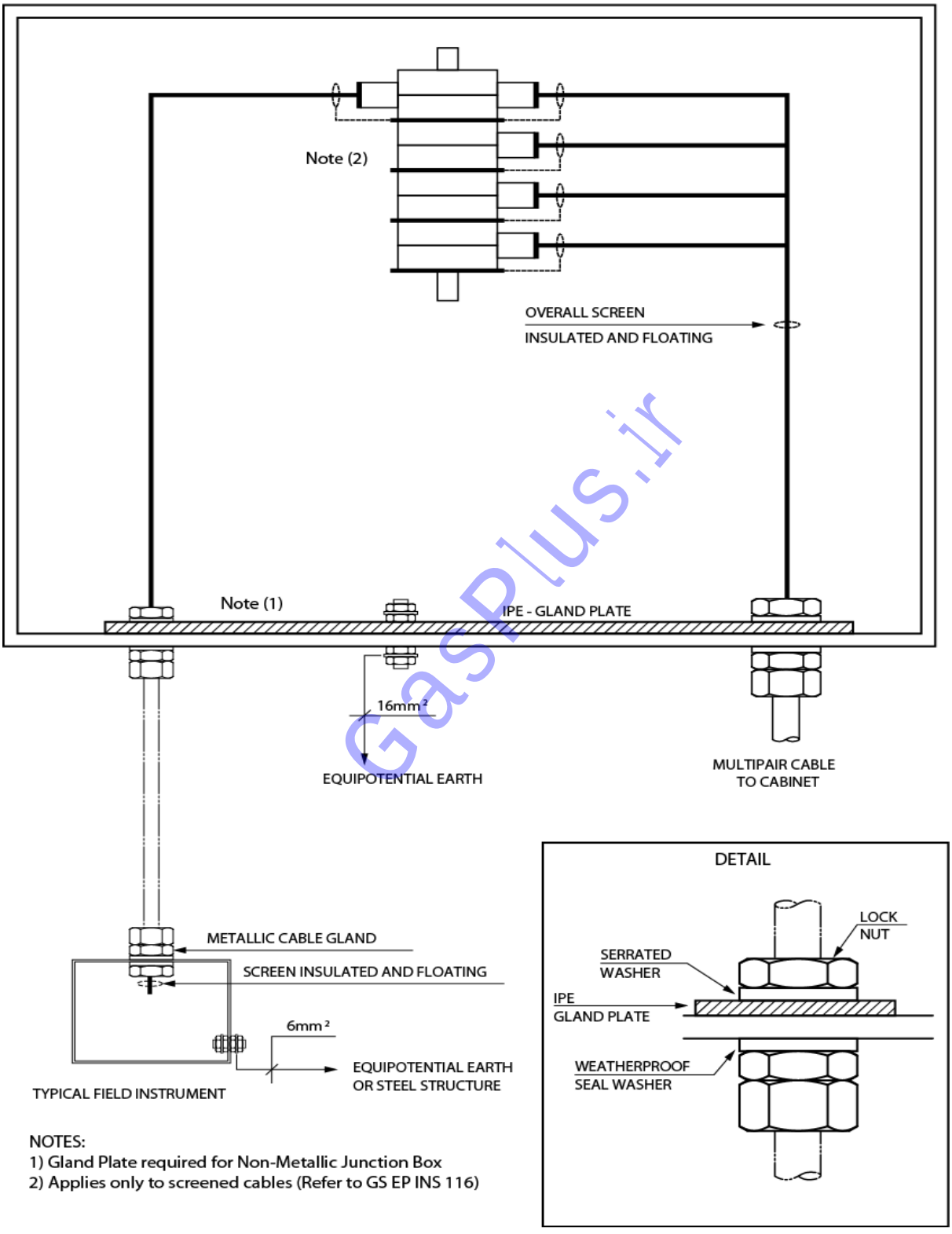
شکل ۱۷- شماتیک ارت کلی تابلوهای برق و ابزار دقیق



شکل ۱۸- شماتیک ارت کابل ابزار دقیق

GasPlus.ir

A3 - TYPICAL JUNCTION BOX

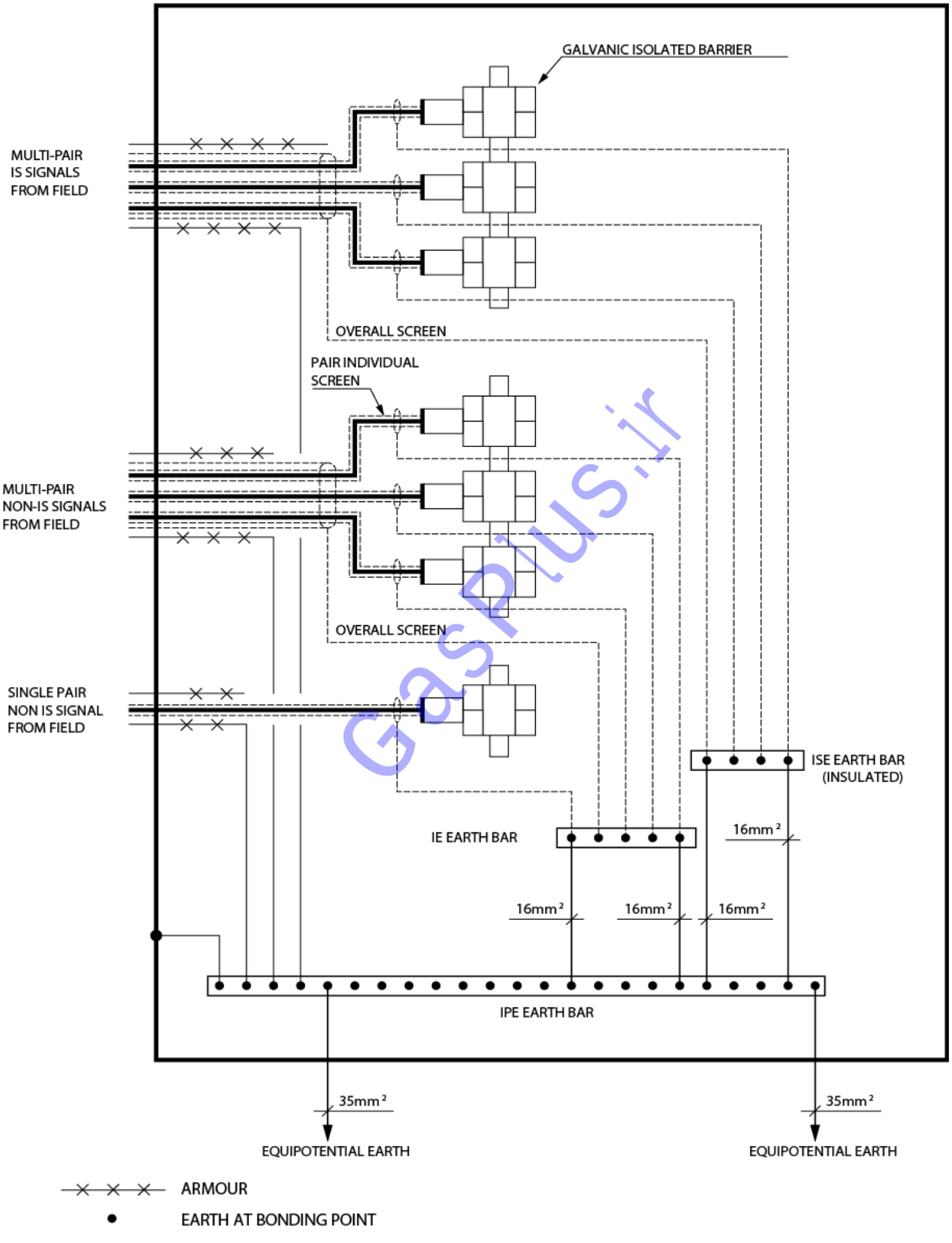


NOTES:
1) Gland Plate required for Non-Metallic Junction Box
2) Applies only to screened cables (Refer to GS EP INS 116)

GasPlus.ir

شکل ۱۹- شماتیک ارت جعبه اتصالات ابزار دقیق

A4 - CABINET



GasPlus.ir

شکل ۲۰- شماتیک ارت تابلو ابزار دقیق

۶– الزامات مواد و تجهیزات

۶-۱- جنس هادی و الکترود سیستم زمین

نوع، جنس، حداقل سطح مقطع هادی و الکترود سیستم زمین از نقطه نظر خوردگی و استحکام مکانیکی، هنگام تعبیه در خاک یا بتن باید مطابق استاندارد IEC 60364-5-54 باشد. (جدول ۷)

GasPlus.ir

جدول ۷ – سطح مقطع هادی و الکترود سیستم زمین

Material and surface	Shape	Diameter mm	Cross-sectional area mm^2	Thickness mm	Weight of coating g/m^2	Thickness of coating/ sheathing µm
Steel embedded in concrete (bare, hot galvanized or stainless)	Round wire	10				
	Solid tape or strip		75	3		
Steel hot-dip galvanized[c]	Strip[b] or shaped strip/plate – Solid plate – Lattice plate		90	3	500	63
	Round rod installed vertically	16			350	45
	Round wire installed horizontally	10			350	45
	Pipe	25		2	350	45
	Stranded (embedded in concrete)		70			
	Cross profile installed vertically		(290)	3		
Steel copper-sheathed	Round rod installed vertically	(15)				2 000
Steel with electro-deposited copper coating	Round rod installed vertically	14				250[e]
	Round wire installed horizontally	(8)				70
	Strip installed horizontally		90	3		70
Stainless steel[a]	Strip[b] or shaped strip/plate		90	3		
	Round rod installed vertically	16				
	Round wire installed horizontally	10				
	Pipe	25		2		
Copper	Strip		50	2		
	Round wire installed horizontally		(25)[d] 50			
	Solid round rod installed vertically	(12) 15				
	Stranded wire	1,7 for individual strands of wire	(25)[d] 50			
	Pipe	20		2		
	Solid plate			(1,5) 2		
	Lattice plate			2		

NOTE Values in brackets are applicable for protection against electric shock only, while values not in brackets are applicable for lightning protection and for protection against electric shock.

[a] Chromium ≥16 %, Nickel ≥5 %, Molybdenum ≥2 %, Carbon ≤0,08 %.

[b] As rolled strip or slit strip with rounded edges.

[c] The coating shall be smooth, continuous and free from flux stains.

[d] Where experience shows that the risk of corrosion and mechanical damage is extremely low, 16 mm^2 can be used.

[e] This thickness is provided to withstand mechanical damage of copper coating during the installation process. It may be reduced to not less than 100 µm where special precautions to avoid mechanical damage of copper during the installation process (e.g. drilled holes or special protective tips) are taken according to the manufacturer's instructions.

GasPlus.ir

یادآوری: نوع،جنس،حداقل سطح مقطع هادی سیستم زمین حفاظت در برابر صاعقه باید مطابق با جدول استاندارد IEC 62305-3 باشد. الکترودهای اشاره شده در (جدول ۷) استاندارد IEC 60364-5-54 از لحاظ رعایت الزامات خوردگی باید مطابق با (جدول ۸) باشد. اولویت استفاده از مواد مجاز با در نظر گرفتن مشخصات مکانیکی و شرایط اجرایی و ملاحظات اقتصادی تعیین می گردد.

جدول ۸- الزامات خوردگی

محیط / جنس مواد	خوردگی پایین	خوردگی متوسط	خوردگی بالا
فولاد تعبیه شده در بتن(لخت، گالوانیزه گرم یا زنگ نزن) Steel embedded in concrete (bare, hot galvanized or stainless)	مجاز	مجاز	مجاز
فولاد با گالوانیزه غوطه وری گرم hot dip galvanized steel	مجاز	مجاز	غیر مجاز
فولاد با غلاف مسی copper sheathed steel	غیر مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
فولاد با روکش مس رسوب داده شده به روش الکتریکی Steel with electro deposit copper coating	مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز
فولاد زنگ نزن Stainless steel (ST 316)	مجاز	مجاز	مجاز
مس Copper	مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز

GasPlus.ir

۶-۲- انتخاب معیار خورندگی خاک

انتخاب معیار خورندگی خاک مطابق با استاندارد IEC 62561-7 و BS EN 12501-2 مطابق (جدول ۹) می باشد.

جدول ۹- معیار خورندگی خاک

pH / ρ (Ω.m)	کمتر از ۵۰	بین ۵۰ تا ۱۰۰	بیش از ۱۰۰
کمتر از ۴.۵	خورندگی بالا	خورندگی بالا	خورندگی بالا
۴.۵ تا ۶	خورندگی بالا	خورندگی متوسط	خورندگی متوسط
۶ تا ۹.۵	خورندگی بالا	خورندگی متوسط	خورندگی پایین
بیش از ۹.۵	خورندگی بالا	خورندگی متوسط	خورندگی متوسط

محیط های با سولفاید کمتر از 10mg/Kg، محیط با خورندگی پایین محسوب شده و با سولفاید بیشتر از 10mg/Kg با خورندگی متوسط و بالا محسوب می گردد.

۶-۳ - دریچه چاهک ارت

به منظور اندازه گیری مقاومت الکتریکی سیستم زمین، باید دریچه چاهک مطابق با استاندارد IPS-D-EL- 401 نصب گردد.

یادآوری : در مواردی که فضا محدود است ابعاد حداقل ۳۰*۳۰ باشد.

الزامات طراحی و بازرسی دریچه چاهک باید مطابق با استاندارد IEC 62561-5 باشد.

دریچه چاهک مجاز باید از نوع Medium Duty وHeavy Duty با تشخیص طراح باشد.

۶-۴ - ترکیبات بهسازی بمنظور کاهش مقاومت الکتریکی سیستم زمین

ترکیبات بهسازی بمنظور کاهش مقاومت الکتریکی سیستم زمین باید مطابق با استاندارد IGS-I-EL-001 باشد.

یادآوری : در صورت استفاده از مواد کاهنده پایه کربنی، با حداقل ۷۵ درصد کربن و مطابق روش تست استاندارد ISO 609 یا IS0 625 باشد.

۷- الزامات اجرا و نصب

الزامات اجرا و نصب سیستم زمین در مناطق مستعد خطر انفجار و آتش سوزی باید مطابق با الزامات استاندارد IEC 60079-14 و IEC 60364 و IEC 61936 باشد. جزئیات در پیوست ب اشاره شده است.

۸- الزامات پیش راه اندازی، تست و تحویل

۸-۱- الزامات پیش راه اندازی

الزامات پیش راه اندازی باید مطابق استاندارد IPS-I-EL- 217 باشد.

۸-۲- ملاحظات عمومی در ارتباط با مشکلات اندازه گیری[۳۵]

برای اندازه‌گیری صحیح و دقیق مقاومت الکتریکی سیستم زمین باید ملاحظاتی از قبیل پیچیدگی، الکترودهای تست، جریانهای مستقیم سرگردان، جریان های متناوب سرگردان، تزویج بین رابط های تست، اشیاء فلزی مدفون و مؤلفهٔ راکتیو امپدانس سیستم زمین بزرگ لحاظ گردد.

ملاحظات عمومی در ارتباط با مشکلات اندازه‌گیری شامل موارد زیر است:

[35] IEEE Std 81, IGS-I-El-007

GasPlus.ir

- پیچیدگی‌ها: اندازه‌گیری‌های مقاومت خاک، امپدانس زمین و گرادیان پتانسیل زمین شامل یک تعداد پیچیدگیهایی است که در دیگر اندازه‌گیری‌های مقاومت، امپدانس و پتانسیل با آن مواجه نمی‌شویم. در بعضی شرایط، لازمست که چندین اندازه‌گیری انجام شود تا منحنی‌ها رسم و شرایط تحلیل بشود. جریانهای سرگردان و دیگر فاکتورها می‌تواند با اندازه‌گیری‌ها تداخل ایجاد کنند. با توسعه و رشد صنعت در مجاور پستهای برق، انتخاب یک الگو و محل مناسب برای پروبهای تست بمنظور انجام آزمون مقاومت مشکل شده است. اتصال سیمهای رو زمینی، لوله‌های آب مدفون، غلافهای کابل، مسیرهای راه‌آهن مجاور، سیستمهای انتقال و غیره می‌تواند همگی روی مدار الکتریکی تأثیر گذاشته و خطاهای قابل ملاحظه‌ای را وارد نماید.

- الکترودهای تست: چندین روش اندازه‌گیری امپدانس زمین نیاز به استفاده از الکترودهای تست جریان و ولتاژ دارد. امپدانس الکترودهای تست می‌تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی دقت اندازه‌گیریهای امپدانس داشته باشد. اگر آزمون زمین با استفاده از روش آزمون دو نقطه‌ای انجام گیرد، در صورتیکه امپدانس الکترود تست در مقایسه با زمین مورد تست قابل چشم پوشی باشد آنگاه خطای اندازه‌گیری به حداقل می‌رسد. برعکس، برای روش آزمون سه نقطه‌ای، در صورتیکه امپدانس الکترود تست هم اندازه با دامنهٔ امپدانس زمین تحت تست باشد آنگاه خطای اندازه گیری حداقل می‌شود.

در اندازه‌گیری امپدانس با استفاده از روش افت پتانسیل، الزامات الکترودهای تست چندان بحرانی نیست.
دستگاهها نیاز به جاری کردن جریان کافی در مدار تست دارند تا اینکه اندازه‌گیری‌های آزمون صحیح و نتایج آن معتبر باشد. آگاهی از مدار آزمون به این دلیل لازمست که اگر مقاومت الکترود تست خیلی بالا باشد ممکن است جریان تولیدی توسط دستگاه تست ناکافی باشد. جریان آزمون ناکافی بصورت زیر تعریف می‌شود:
الف) جریان از حساسیت دستگاه پایین‌تر باشد.
ب) جریان هم مرتبه به لحاظ دامنه، از جریانهای سرگردان در زمین باشد.
ج) هر دو مورد الف و ب.
در نوع الف، تنها اقدام اصلاحی قابل دسترس در سایت اندازه‌گیری افزایش جریان تست است. این می‌تواند بوسیلهٔ افزایش ولتاژ منبع توان یا بوسیلهٔ کاهش مقاومت الکترودهای درگیر شده در مدار جریان انجام شود. افزایش ولتاژ منبع توان بعلت محدودیت‌ها در دستگاه اندازه‌گیری گزینهٔ ممکن نیست. اگر یک دستگاه با ولتاژ بالاتر استفاده بشود باید مراقب بود تا از پتانسیل های خطرناک روی الکترودها و رابط های تست اجتناب گردد. اغلب دستگاههای تست ولتاژ ۵۰ ولت یا کمتر تامین می‌کنند.

اخطار: اگر ولتاژ تست از ۵۰ ولت تجاوز کند، خطر شوک به هر شخصی که با هادی‌های برق دار تماس پیدا کند وجود دارد.

اغلب مواقع یک روش بسیار مؤثر برای افزایش جریان تست، کاهش مقاومت الکترود جریان است. مقاومت الکترود تست بوسیلهٔ عمیق فرو بردن میله در داخل خاک، ریختن آب حول میله، یا اضافه کردن میله‌ها و اتصال آنها بصورت

GasPlus.ir

موازی می‌تواند کاهش یابد. افزودن نمک به آبی که دور الکترود تست ریخته می‌شود به مقدار بسیار کم خواهد بود، رطوبت یک الزام اصلی است. اگر الکترود جریان از میله‌های زمین موازی تشکیل شده باشد، فاصله گذاری مناسب (نزدیکتر از طول الکترود جریان فرو رفته در خاک نباشد) بین میله‌های زمین می‌تواند اثر مقاومتهای متقابل را به حداقل برساند.

بیشینه مقادیر مقاومتهای الکترود پتانسیل و جریان به نوع دستگاهی که استفاده می‌شود بستگی دارد.

اگر جریانهای سرگردان موقع انجام تستهای جریان مستقیم (dc) وارد شوند، تداخل بوسیلهٔ تنظیم کردن جریان تست به مقدار قابل ملاحظه‌ای بالاتر از جریانهای سرگردان dc زمین تخفیف می‌یابد. وقتی تست با جریان متناوب یا ac بجای سیگنال dc انجام شود، تداخل بوسیلهٔ تنظیم نمودن فرکانس سیگنال تست به فرکانسی که در جریانهای سرگردان موجود نمی‌باشد یا با استفاده از سیگنال نویز تصادفی تخفیف می‌یابد.

پروب پتانسیل با مقاومت بالا نسبت به زمین دور همچنین باعث تداخل ولتاژ اندازه‌گیری شده توسط دستگاه می‌شود. اگر این مقاومت در مرتبهٔ یکسانی از بزرگی امپدانس ورودی دستگاه باشد، ولتاژ واقعی بین ولتاژ اندازه‌گیری شده و ولتاژ دو سر مقاومت الکترود پتانسیل تقسیم می‌شود. در حالتی که مقاومت خاک کم باشد، خطای ایجاد شده بوسیلهٔ این خطا قابل صرفنظر کردن است اما در نوع محیط خاک شنی یا سنگلاخ کاربر می‌تواند مقاومت الکترود را کاهش دهد تا این خطا تقلیل یابد. بعبارت دیگر، اگر این تداخل غالب شود مقاومت نشان داده شده کمتر از مقاومت واقعی خواهد شد.

- جریان های مستقیم سرگردان: خاک رسانای الکتریسیته و الکترولیت است و جریان مستقیم در واکنش‌های شیمیایی و اختلاف پتانسیل حاصل می‌شود. پتانسیل‌های مستقیم بین انواع متفاوتی از خاک و بین خاک و فلز بوسیلهٔ عملیات گالوانیک تولید می‌شود. سیستم‌های حفاظت کاتدیک خطوط لوله، مسیرهای راه‌آهن dc، و خطوط انتقال dc نمونه هایی از منابع جریانهای مستقیم در خاک هستند. پتانسیل های گالوانیک، پلاریزاسیون و جریان های مستقیم سرگردان می‌توانند بطور جدی با اندازه‌گیریهای جریان مستقیم تداخل پیدا کنند. بنابراین در اندازه‌گیری بجای جریان های مستقیم از جریانهای متناوب یا بعضی مواقع از جریانهای پالسی منظم استفاده می‌شود.

- جریان های متناوب سرگردان: جریانهای متناوب سرگردان در زمین، در سیستم زمین تحت تست و در الکترودهای تست پیچیدگی دیگری را اضافه می‌کند. تأثیرات جریان متناوب در اندازه‌گیری مقاومت زمین بوسیلهٔ بکارگیری فرکانسی که در جریان سرگردان موجود نمی‌باشد یا بوسیلهٔ سیگنال نویزی تصادفی تخفیف می‌یابد. اغلب دستگاههای اندازه‌گیری از فرکانس های بین ۵۰ الی ۳۴۰۰ هرتز استفاد می‌کنند. استفاده از فیلترها یا دستگاه های اندازه‌گیری باند باریک، یا هردو، برای فائق آمدن بر تأثیرات جریان های متناوب سرگردان در اغلب مواقع نیاز است.

- تزویج بین رابطهای تست: تزویج القایی می‌تواند بین مؤلفه‌های دو یا چند مدار ac بوسیلهٔ اندوکتانس متقابل که دو مدار را به هم مرتبط می‌سازد رخ بدهد. تأثیر تزویج بین رابط های تست زمانی مهم می‌شود که مقادیر کمی از امپدانس زمین اندازه‌گیری شود. هرگونه ولتاژ تولید شده در رابط پتانسیل بعلت تزویج ناشی از جریان جاری در رابط جریان

GasPlus.ir

بطور مستقیم روی ولتاژ واقعی اضافه شده و خطای اندازه گیری را باعث می‌شود. در فرکانس ۵۰ و ۶۰ هرتز تزویج متقابل بین دو رابط تست موازی ممکن است حدود 0.1Ω/100m بشود. در نتیجه، خطا می‌تواند محسوس باشد برای اینکه زمین با مقدار امپدانس پایین معمولاً در شبکه‌های زمین که سطح بزرگی را پوشش می‌دهد اتفاق می‌افتد و معمولاً رابط های تست طویل لازم می‌شود تا به زمین دور دسترسی پیدا کرد. بدین ترتیب، تزویج بین رابطهای تست می‌تواند خطای بزرگی را وقتیکه شبکه زمین سطح بزرگی را پوشش می‌دهد و بطور نسبی امپدانس پایینی دارد، وارد کند. برعکس، شبکهٔ زمین که سطح کوچکی را پوشش می‌دهد بطور نسبی امپدانس زمین بالایی دارد، و رابط های تست کوتاهتری را برای دسترسی به زمین دور اجازه می‌دهد. بدین ترتیب می‌توان انتظار داشت تأثیر تزویج روی اندازه‌گیری زمینهای وسیع و امپدانس پایین وخیم‌تر شود.

تزویج رابط تست معمولاً روی اندازه‌گیری زمینهایی که مقاومت ۱۰ اهم یا بزرگتر دارند قابل چشم پوشی است، تقریباً همیشه روی اندازه‌گیری‌های ۱ اهم یا کمتر مهم است و می‌تواند در بین بازهٔ ۱ الی ۲۰ اهم قابل ملاحظه باشد.

تزویج رابط می‌تواند بوسیلهٔ مسیرگزینی مناسب رابطهای پتانسیل و جریان به حداقل برسد. وقتی امکان تزویج رابط تست وجود دارد، مسیر گزینی مناسب می‌تواند شامل جداسازی رابطها یا قرار دادن رابطها در موقعیت ۹۰ درجه از هم باشد.

- اشیاء فلزی مدفون: اشیاء فلزی مدفون شده، از قبیل ریل و خطوط لولهٔ فلزی در مجاورت زمین تحت تست تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی نتایج تست خواهد داشت. وقتی اندازه‌گیری روی اشیاء فلزی مدفون شده انجام شود خطوط پتانسیل زمین کج شده و گرادیان افزایش می‌یابد.

هر موقع که وجود ساختارهای فلزی مدفون شده در سطحی که اندازه‌گیری‌های مقاومت خاک انجام می‌شود مورد شک باشد و محل این ساختارها شناخته شده باشد، با در یک ردیف قرار دادن پروبهای تست در راستای عمود بر مسیر این ساختارها تأثیر این ساختارها روی اندازه‌گیری مقاومت می‌تواند به حداقل برسد. پروبهای تست تا حد ممکن دورتر از ساختارهای فلزی قرار گیرد.

- مؤلفهٔ راکتیو امپدانس سیستم زمین بزرگ: اندازهٔ امپدانس سیستم زمین بزرگ می‌تواند کم باشد (کمتر از 1 Ω)، اما می‌تواند دارای مؤلفهٔ راکتیو قابل ملاحظه‌ای باشد. برای چنین اندازه‌گیری هایی، در صورتیکه فرکانس تست دستگاه های تست قدری بیشتر یا کمتر از فرکانس سیستم قدرت باشد، اندازه‌گیری ها با دقت بالایی حاصل می شود.

GasPlus.ir

۹– الزامات بازرسی

۹-۱-تست و اندازه گیری و بازرسی سیستم زمین

تست و اندازه گیری و بازرسی سیستم زمین باید مطابق استاندارد IGS-I-EL-007 باشد.

۹-۲- بازرسی از تجهیزات سیستم زمین

الکترود و هادی های سیستم زمین در هنگام خرید ونصب باید مطابق استاندارد IEC 62561-2 باشد.

بازرسی مواد کاهنده در هنگام خرید باید مطابق استاندارد IGS-I-EL-001 باشد.

بازرسی دریچه چاهک هنگام خرید باید مطابق استاندارد IEC 62561-5 باشد.

۹-۳- شاخص پذیرش مقاومت الکترود منفرد از شبکه

برای تایید مقاومت الکتریکی الکترود منفرد از شبکه در صورت وجود اطلاعات طراحی، مقدار اندازه گیری شده با مقدار طراحی مقایسه شده و در صورت اختلاف کمتر از۱۰درصد و رعایت الزامات مقاومت الکتریکی شبکه محلی، الکترود تحت تست مورد تائید می باشد.

در صورت عدم دسترسی به اطلاعات طراحی، مقدار اندازه گیری شده با مقدار اندازه گیری شده در سال قبل در شرایط اندازه گیری یکسان و بازه زمانی مشابه مقایسه و بررسی گردد. در صورت اختلاف زیاد اقدامات اصلاحی برای الکترود منفرد انجام گردد.

۱۰– الزامات نگهداری و تعمیرات

نگهداری و تعمیرات باید بر اساس دستورالعمل درون سازمانی انجام پذیرد.

GasPlus.ir

پیوست الف – معیار حفاظتی قطع خودکار مدار

الف-۱- کلیات

قطع خودکار مدار در زمان مشخص یک معیار لازم جهت حفاظت و جلوگیری از برق گرفتگی می‌باشد که در لحظه وقوع خطا ایجاد می‌شود و معیارهای دیگر عبارتند از :

- حفاظت پایه از طریق عایق‌بندی کلیه قسمت‌های برق‌دار یا از طریق ایجاد حصارها و موانع و محفظه‌ها
- همبندی جهت هم ولتاژکردن

یادآوری۱- درجایی که این معیار حفاظتی به کار می‌رود، تجهیزات کلاس II نیز می‌تواند استفاده شود.

درجایی که لازم باشد، حفاظت تکمیلی توسط یک کلید محافظ جان (RCD) با جریان باقیمانده اسمی عامل تا حداکثر 30 mA ایجاد شود.

یادآوری۲- پایشگرهای جریان باقیمانده (RCM)، وسایل حفاظتی نیستند ولی می‌توانند جهت پایش جریان‌های باقیمانده در تأسیسات الکتریکی استفاده شوند. هنگامی‌که جریان باقیمانده از مقدار پیش‌فرض تجاوز نماید، RCMها یک علامت شنیداری یا دیداری شنیداری ایجاد می‌نمایند.

الف-۲- الزامات حفاظت پایه‌ای

تمامی تجهیزات الکتریکی باید با یکی از تمهیدات حفاظت پایه‌ای (حفاظت در برابر تماس مستقیم) که در پیوست A یا به تناسب در پیوست B استاندارد IEC 60364-4-41 شرح داده شده است مطابقت داشته باشند.

الف-۲-۱- الزامات حفاظت خطا

اتصال زمین حفاظتی و همبندی هم‌پتانسیل کننده حفاظتی

الف-۲-۲- اتصال زمین حفاظتی

قسمت‌های رسانای در معرض تماس ، باید تحت شرایط مشخص توسط یک هادی حفاظتی به سامانه های زمین تعریف شده، متصل شود.

همچنین قسمت‌های رسانای در معرض تماس می تواند به طور مجزا، گروهی یا تجمعی به سامانه زمین متصل شود.

هادی‌ها برای اتصال زمین حفاظتی باید با استاندارد IEC 60364-5-54 مطابقت داشته باشد. هر مدار باید دارای یک هادی حفاظتی متصل به پایانه اتصال زمین مرتبط باشد.

الف-۲-۳- همبندی هم‌پتانسیل کننده حفاظتی

در هر تأسیسات، هادی اتصال زمین، پایانه اتصال زمین اصلی و قسمت‌های رسانای زیر باید به همبندی هم پتانسیل کننده حفاظتی متصل شوند:

- لوله‌های فلزی ارائه خدمات به ساختمان، مانند گاز، آب.

GasPlus.ir

- قسمت‌های رسانای بیرونی سازه، درصورتی‌که در هنگام استفاده عادی در دسترس باشند، مانند سامانه‌های فلزی گرمایش مرکزی و تهویه هوا.

- در صورت عملی بودن، تقویت‌کننده‌های فلزی بتون تقویت‌شده تأسیسات و ساختمان‌ها.

درصورتی‌که منشا چنین قسمت‌های رسانایی از خارج تأسیسات و ساختمان باشند، باید تا حد امکان در نزدیکترین نقطـه ورود، همبند شوند.

هادی‌ها مورداستفاده در همبندی هم‌پتانسیل کننده حفاظتی باید مطابق استاندارد IEC 60364-5-54 باشند.

هرگونه غلاف فلزی کابلهای مخابراتی باید با در نظرگرفتن الزامات مالکان یا کاربران این کابلها، به هـمبنـدی هم‌پتانسیل کننده حفاظتی متصل شود.

الف-۲-۴- قطع خودکار هنگام بروز خطا

- یک وسیله حفاظتی باید هنگامی‌که بین هادی خط و یک قسمت رسانای در معرض تماس یا هادی حفاظتی مدار یا تجهیز، یک خطا با امپدانس ناچیز رخ دهد، در مدت‌زمان قطع ذکرشده در (جدول الف-۱) تغذیه مدار یا تجهیز را به‌طور خودکار قطع نماید.

یادآوری۱- مقادیر بیشتر مدت زمان قطع نسبت به الزامات این زیر بند، می‌تواند در سامانه‌هایی که برای توزیع برق به عموم یا تولید برق و انتقال به چنین سامانه‌هایی می‌باشد، استفاده شود.

یادآوری۲- مقادیر کمتر مدت‌زمان قطع می‌تواند برای تأسیسات یا مکان‌های خاص مطابق آنچه در قسمت ۷ مرتبط استاندارد ملی ایران شماره 1937 یا استاندارد IEC 60364 ذکرشده، مورد استفاده قرار گیرد.

یادآوری۳- برای سامانه‌های IT، معمولاً قطع خودکار در هنگام بروز نخستین خطا الزامی نیست.

مقدار بیشینه مدت‌زمان قطع ذکرشده در (جدول الف-۱) باید در مدار نهایی اعمال‌شود و جریان بریکر مربوطه از 32A بیشتر نگردد.

جدول الف-۱- زمان قطع بریکر

System	50V<U0≤120V		120V<U0≤230V		230V<U0≤400V		U0>400V	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0.8S	*	0.4S	5S	0.2S	0.4S	0.1S	0.1S
TT	0.3S	*	0.2S	0.4S	0.07S	0.2S	0.04S	0.1S
ولتاژ نامی U0								
* قطع کننده (سکسیونر) جهت جلوگیری از شوک الکتریکی باید استفاده شود.								

- در سامانه‌های TN، مدت‌زمان قطع بیشتر از پنج ثانیه برای مدارهای توزیع مجاز نمی باشد.

GasPlus.ir

-در سامانه‌های TT، مدت‌زمان قطع بیشتر از یک ثانیه برای مدارهای توزیع مجاز نمی باشد.

- در سامانه‌های با ولتاژ نامی U0 بیشتر از 50 V a.c. یا 120 V d.c.، اگر هنگام بروز خطای اتصال زمین، ولتاژ خروجی منبع در کمتر از پنج ثانیه تا مقدار 50 V a.c. یا 120 V d.c. یا کمتر، کاهش یابد، در این صورت نیازی به قطع خودکار در مدت‌زمان الزام شده در (جدول الف-۱) نمی باشد. در چنین شرایطی باید ملاحظات قطع کردن برای مواردی غیر از برق‌گرفتگی مدنظر قرار گیرد.

- اگر قطع خودکار در زمان مقررشده قابل انجام نباشد، همبندی هم‌پتانسیل کننده حفاظتی مکمل مطابق با استاندارد IEC 60364-4-41 ایجاد شود.

الف-۲-۵- الزامات سیستم های توزیع نیرو TN :

- در سامانه TN یکپارچگی اتصال زمین تأسیسات بستگی به اتصال مطمئن و مؤثر هادی‌های PEN یا PE به زمین دارد. درجایی که اتصال زمین، از یک سامانه تغذیه عمومی یا سایر سامانه‌های تغذیه گرفته‌شده باشد، انطباق با شرایط ضروری بیرون از تأسیسات، بر عهده کاربر شبکه تغذیه می‌باشد.

- نقطه خنثی یا نقطه میانی سامانه تغذیه توان باید به زمین متصل شود. اگر نقطه خنثی یا نقطه میانی، موجود یا در دسترس نباشد، هادی خط باید به زمین متصل شود.

قسمت‌های رسانای در معرض تماس مربوط به تأسیسات، باید توسط هادی حفاظتی به پایانه اتصال زمین اصلی تأسیسات متصل شوند، این در حالی است که پایانه اتصال زمین اصلی باید به نقطه زمین شده سامانه تغذیه توان متصل شده باشد.

یادآوری۱- توصیه می‌شود، در صورت وجود سایر اتصالات زمین مؤثر، هادی‌های حفاظتی هر جا که ممکن باشد به چنین نقاطی نیز متصل شوند. اتصال زمین در نقاط تکمیلی که تا حد امکان توزیع‌شده باشند ممکن است ضروری باشد تا اطمینان حاصل شود که ولتاژهای هادی‌های حفاظتی، هنگام بروز خطا، تا حد ممکن نزدیک ولتاژ اتصال به زمین باقی می‌مانند.

یادآوری۲- توصیه می‌شود با در نظر گرفتن هر جریان خنثی برگشتی، هادی‌های حفاظتی (PE یا PEN) در محل ورود به تأسیسات به زمین متصل شوند.

توجه : هیچ‌گونه وسیله کلید زنی یا ایزوله کننده نباید در هادی PEN قرار گیرد.

-در سامانه‌های TN، وسایل حفاظتی زیر می‌تواند جهت حفاظت خطا (حفاظت در برابر تماس مستقیم) استفاده شوند:

۱- وسایل حفاظتی اضافه جریان

۲- کلیدهای محافظ جان (RCDها)

GasPlus.ir

یادآوری - هنگامی‌که یک RCD به منظور حفاظت خطا استفاده شود، بهتر است مدار مطابق با استاندارد IEC 60364-4-43 توسط یک وسیله حفاظتی اضافه جریان نیز حفاظت شود.

توجه: کلید محافظ جان (RCD) نباید در سامانه TN-C استفاده شود.

-در صورت استفاده از RCD در یک سامانه TN-C-S، از هادی PEN نباید در سمت بار استفاده شود. اتصال هادی حفاظتی به هادی PEN باید در سمت منبع RCD برقرار شود.

الف-۲-۶- الزامات سیستم های توزیع نیرو TT

تمام قسمت‌های رسانای در معرض تماس که به‌طور دسته‌جمعی توسط یک وسیله حفاظتی حفاظت می شوند باید توسط هادی‌های حفاظتی، به یک الکترود زمین مشترک با تمام آن قسمت‌ها متصل شود. اگر از چندین وسیله حفاظتی به صورت سری بهره برداری شود، این الزامات به‌طور جداگانه برای تمام قسمت‌های رسانای در معرض تماس حفاظت شده توسط هر وسیله، اعمال می‌شود.

- نقطه خنثی یا نقطه میانی سامانه تغذیه توان باید به زمین متصل شود. اگر نقطه خنثی یا نقطه میانی، موجود یا در دسترس نباشد، هادی خط باید به زمین متصل شود.

- در سامانه‌های TT، باید از RCDها جهت حفاظت خطا استفاده شود. به‌طور جایگزین می‌توان از وسایل حفاظتی اضافه جریان برای حفاظت خطا استفاده کرد، این به شرطی است که مقدار مناسب کم امپدانس حلقه خطا را به‌طور پایدار و قابل‌اطمینان ایجاد کند.

یادآوری- درصورتی‌که از یک RCD به منظور حفاظت خطا استفاده شود، توصیه می‌شود مدار همچنین توسط یک وسیله حفاظتی اضافه جریان مطابق استاندارد IEC 60364-4-43 حفاظت شود.

الف-۲-۷- الزامات سیستم IT

در سیستم IT، سیستم باید نسب به اتصال زمین عایق شوند یا از طریق یک امپدانس به‌اندازه کافی بزرگ، به زمین متصل شوند. این اتصال می‌تواند در نقطه خنثی یا نقطه میانی سامانه یا در یک نقطه خنثی مصنوعی برقرار شود. در مورد آخر اگر در فرکانس سامانه، امپدانس ایجادشده در نقطه خنثی مصنوعی نسبت به زمین، مقدار قابل‌توجهی باشد، این نقطه می‌تواند مستقیماً به زمین متصل شود. درصورتی‌که هیچ‌گونه نقطه خنثی یا نقطه میانی وجود نداشته باشد، یکی از هادی های فاز می‌تواند از طریق یک امپدانس بزرگ به زمین متصل شود.

- قسمت‌های رسانای در معرض تماس بدنه هادی تجهیزات،باید به‌طور مجزا، گروهی یا دسته‌جمعی به زمین متصل شوند.

GasPlus.ir

- در سامانه‌های IT، وسایل پایش و وسایل حفاظتی زیر می‌تواند به کار رود:

۱- وسایل پایش عایق‌بندی[۳۶].

۲- وسایل پایش جریان باقیمانده[۳۷].

۳- سامانه‌های محل یابی خطای عایق‌بندی.

۴- وسایل حفاظتی اضافه جریان.

۵- کلیدهای محافظ جان[۳۸] .

یادآوری - در صورت استفاده از کلید محافظ جان، به دلیل جریان‌های نشت خازنی، از فرمان قطع آن هنگام بروز اولین خطا می‌توان چشم‌پوشی کرد.

- در مواردی که به دلیل پیوستگی تغذیه، از یک سامانه IT استفاده می‌شود، یک وسیله پایش عایق‌بندی باید فراهم شود تا بروز اولین خطا از یک قسمت برق‌دار به قسمت‌های رسانای در معرض یا به اتصال زمین را مشخص کند. عملکرد این وسیله باید با یک علامت شنیداری ویا دیداری آغاز شود که تا زمانی که خطا وجود دارد ادامه یابد.

- درصورتی‌که هر دو علامت شنیداری و دیداری وجود داشته باشند، قطع علامت شنیداری مجاز است ولی علامت دیداری باید تا زمانی که خطا وجود دارد، ادامه پیدا کند.

یادآوری - توصیه می‌شود که اولین خطا با کوتاه‌ترین تأخیر ممکن برطرف شود.

- به‌استثنای جایی که در آن‌یک وسیله حفاظتی برای ایجاد وقفه در تغذیه در هنگام بروز اولین خطای اتصال به زمین نصب‌شده است، می‌توان یک سامانه محل یابی خطای عایق‌بندی را برای مشخص کردن بروز اولین خطا از یک قسمت برق‌دار به قسمت‌های رسانای متصل به زمین به کاربرد. عملکرد این وسیله باید با یک علامت شنیداری و یا دیداری آغاز شود که تا زمان وجود خطا ادامه یابد.

GasPlus.ir

[36] Insulation Monitor Device (IMD)
[37] Residual Current Monitor (RCM)
[38] Residual Current Device (RCD)

پیوست ب – الزامات طراحی و نصب سیستم زمین تاسیسات الکتریکی در محیط های قابل انفجار

ب-۱- حفاظت از جرقه‌زنی خطرناک (آتش‌زا)

ب-۱-۱- خطر ناشی از قطعات برق‌دار

برای جلوگیری از تشکیل جرقه‌هایی که باعث احتراق در محیط قابل‌انفجار هستند، از تماس ناخواسته احتمالی با قطعات برق‌دار لخت، غیر از قطعات تکی به‌طور ذاتی ایمن یا قطعات با انرژی محدود باید ممانعت به عمل آید.

یادآوری- وقتی تماس با بیش از یک مدار به‌طور ذاتی ایمن بتواند به‌طور هم‌زمان امکان‌پذیر باشد، جرقه حاصله می‌تواند قابلیت ایجاد احتراق را داشته باشد.

ب-۱-۲- خطر ناشی از بدنه هادی و بدنه هادی بیگانه

ب-۱-۲-۱- کلیات

محدودسازی جریان‌های خطای زمین (مقدار و یا مدت‌زمان) در بدنه ها یا محفظه‌ها و جلوگیری از پتانسیل‌های افزایش یافته روی هادی های با همبندی هم پتانسیل، برای ایمنی ضروری است.

گرچه پوشش دادن تمامی سامانه‌های الکتریکی ممکن، عملی نیست، موارد زیر برای سامانه‌های الکتریکی، به‌جز مدارهای به‌طور ذاتی ایمن یا انرژی محدود، با ولتاژهای تا 1000 V a.c. r.m.s / 1500 V d.c. مورداستفاده قرار می‌گیرد.

ب-۱-۲-۲- سامانه اتصال به زمین نوع TN

در صورت استفاده از سامانه اتصال به زمین نوع TN، در منطقه خطر باید از نوع TN-S (با هادی خنثی N و هادی حفاظتی PE بصورت مجزا) استفاده شود، یعنی هادی خنثی و هادی حفاظتی نباید در منطقه خطر به هم وصل باشند، یا در یک هادی تکی در منطقه خطرناک باهم ادغام شوند. در هر نقطه از گذار از TN-C تا TN-S، هادی حفاظتی باید به سامانه همبندی هم‌پتانسیل در منطقه غیر خطرناک وصل شود.

ب-۱-۲-۳- سامانه اتصال به زمین نوع TT

در صورت استفاده از سامانه اتصال به زمین نوع TT (زمین‌های مجزا برای سامانه قدرت و قطعات بدنه هادی)، محافظت از طریق تجهیزات جریان باقیمانده باید انجام شود.

یادآوری- در مواردی که مقاومت ویژه زمین زیاد است، چنین سامانه هایی نمی‌تواند قابل‌قبول باشد.

ب-۱-۲-۴- سامانه اتصال به زمین نوع IT

در صورت استفاده از سامانه اتصال به زمین نوع IT (خنثی جداسازی شده از زمین یا زمین شده با استفاده از امپدانس به اندازه کافی زیاد)، تجهیز نظارت بر عایق‌بندی باید برای نشان دادن اولین خطای زمین تهیه شود.

یادآوری۱: در صورت از بین نرفتن اولین خطا، خطای متعاقب روی همان فاز شناسایی نخواهد شد و می‌تواند منجر به موقعیت خطرناک شود.

GasPlus.ir

یادآوری۲: همبندی موضعی، که با عنوان همبندی هم‌پتانسیل مکمل نیز شناخته می‌شود، می‌تواند ضروری باشد (به استاندارد IEC 60364-4-41 مراجعه شود).

ب-۱-۲-۵- سامانه‌های SELV و PELV

سامانه‌های ولتاژ بسیار پایین ایمنی (SELV) باید مطابق با زیر بند 414 استاندارد IEC 60364-4-41 باشد. قطعات جریان دار از مدارهای SELV نباید به زمین، یا قطعات برق‌دار یا هادی‌های حفاظتی که بخشی از سایر مدارها را تشکیل می‌دهند متصل شوند. هادی بدنه را می‌توان به زمین متصل کرد یا نکرد (به‌طور مثال برای سازگاری الکترومغناطیسی).

سامانه‌های ولتاژ بسیار پایین حفاظتی (PELV) باید مطابق با زیر بند 414 استاندارد IEC 60364-4-41 باشد. مدارهای PELV به زمین متصل می‌شوند. هادی بدنه باید به سامانه اتصال به زمین مشترک (و تعادل پتانسیل) وصل شوند.

ترانسفورماتورهای جداسازی ایمنی برای SELV و PELV باید مطابق با استاندارد IEC 61558 -2-6 باشند.

ب-۱-۲-۶- جداسازی الکتریکی

جداسازی الکتریکی باید مطابق با زیر بند 413 از استاندارد IEC 60364-4-41 برای منبع تغذیه یک قلم از تجهیزات باشد.

ب-۱-۲-۷- تجهیزات الکتریکی غیر ضد انفجار در بالادست مناطق خطرناک

در موقعیت‌هایی که تجهیزات غیر Ex و مدارهای الکتریکی مربوطه در بالای مناطق خطرناک قرار دارند وبدلیل اتصال کوتاه، امکان تبدیل به منبع اشتعال، یا تولید ذرات داغ یا سطوح داغ رادارند، باید ملاحظات ویژه در دستور کار قرارگیرد. چنین تجهیزاتی یا باید به‌طور کامل درون محفظه قرارگرفته یا مجهز به حفاظ‌ها یا غلاف‌های مناسب برای جلوگیری از این امر یا افتادن ذرات داغ درون منطقه خطرناک باشند.

ارزیابی ریسک باید احتمال افتادن این تجهیزات یا قطعات آن، شامل مدارهای الکتریکی اتصالی درون منطقه خطرناک و ایجاد مبنع اشتعال ناشی از آسیب یا خطا را مد نظر قرار دهد.

یادآوری: چنین اقلامی شامل موارد زیر است:

- فیوزهایی که می‌توانند قوس، جرقه یا ذرات داغ ایجاد کنند.
- کلیدها، دوشاخه‌ها و پریزهایی که می‌توانند قوس، جرقه یا ذرات داغ ایجاد کنند.
- موتورها یا مولدهایی که دارای کنتاکتها یا برسهای لغزشی هستند.
- گرم‌کن‌ها، اجزای گرمایشی یا سایر تجهیزاتی که می‌توانند قوس، جرقه یا ذرات داغ ایجاد کنند.
- تجهیزات جانبی مانند بالا ست‌ها، خازن‌ها و کلیدهای راه‌اندازی برای تمامی انواع نورافکن‌های تخلیه.

GasPlus.ir

- تمامی لامپ‌های بدون پوشش.

- تمامی کابل‌های پشتیبانی نشده.

لامپ‌های تخلیه بخار سدیم فشار پایین نباید بالای یک منطقه خطرناک نصب شوند.

ب-۱-۳- هم پتانسیل سازی

ب-۱-۳- ۱- کلیات

هم پتانسیل سازی برای تأسیسات در مناطق خطرناک مورد نیاز است. برای سامانه‌های TN، TT، IT تمامی بدنه هادی و بدنه هادی بیگانه باید به سامانه همبندی هم‌پتانسیل متصل شوند. سامانه همبندی می‌تواند شامل هادی‌های حفاظتی، کاندویت فلزی، غلاف‌های کابل فلزی، زره دار کردن سیم فولادی و قطعات فلزی سازه‌ها باشد، اما نباید شامل هادی‌های خنثی باشد. اتصالات باید در برابر شل شوندگی[39] ایمن شده و باید خطر خوردگی که ممکن است اثربخشی اتصال را کاهش دهد، به حداقل برسد.

- ازیک صفحه فلزی پیوسته[40] می توان برای اتصال زمین گلندهای کابل که به آن وصل می شوند استفاده کرد. جنس و ابعاد صفحه پیوسته زمین داخلی بهتر است با جریان خطای پیش‌بینی‌شده تناسب داشته باشد.

- درصورتی‌که زره یا حفاظ‌های کابل فقط به خارج از منطقه خطرناک زمین شده باشند (به‌طور مثال در اتاق کنترل)، در این صورت این نقطه از اتصال به زمین باید به سامانه همبندی منطقه خطر متصل شود.

- اگر زره یا شیلد در سامانه TN فقط در خارج از منطقه خطرناک زمین شده باشد احتمال ایجاد جرقه‌های خطرناک در انتهای زره یا شیلد در منطقه خطرناک وجود دارد. بنابراین، این زره یا شیلد بهتر است به‌صورت سیم‌های استفاده نشده در نظر گرفته شود (به زیر بند 9.6.3 استاندارد IEC 60079-14 مراجعه شود).

- درصورتی‌که بدنه هادی با قطعات ساختاری یا لوله‌کشی متصل به سامانه تعادل پتانسیل، به کنتاکت هادی محکم شده و درون آن قرار داشته باشند، نیازی به اتصال مجزای آن‌ها به سامانه همبندی هم‌پتانسیل وجود ندارد. نیازی به متصل کردن بدنه هادی بیگانه که بخشی از ساختار تأسیسات الکتریکی نیستند (به‌طور مثال چارچوب‌های درب‌ها یا پنجره) به سامانه همبندی هم‌پتانسیل وجود ندارد، به شرطی که خطر جابجایی ولتاژ وجود نداشته باشد.

- حداقل سطح مقطع برای هادی‌های همبندی برای اتصالات اصلی به شینه ارت حفاظتی باید ۶ میلیمتر مربع بوده و حداقل سطح مقطع برای هادی‌های همبندی برای اتصالات فرعی به شینه ارت حفاظتی باید ۴ میلیمتر مربع باشد.

- نیازی به اتصال محفظه‌های مکانیکی دستگاه به‌طور ذاتی ایمن یا انرژی محدودشده به سامانه همبندی هم‌پتانسیل وجود ندارد، به‌جز در مواردی که این کار بر اساس مستند سازی تجهیزات یا برای جلوگیری از انباشت بار ساکن الزام شده باشد.

[39] Loose Connection
[40] Gland Plate

GasPlus.ir

- تأسیسات با حفاظت کاتدی نباید به سامانه همبندی هم‌پتانسیل وصل شوند، به‌جز در مواردی که سامانه به‌طور خاص برای این منظور طراحی‌شده باشد.

- تعادل پتانسیل بین وسایل نقلیه و تأسیسات ثابت می‌تواند نیازمند چیدمان‌های خاص، به‌طور مثال در مواردی باشد که فلنج‌های عایق‌کاری شده برای اتصال خطوط لوله مورداستفاده قرار می‌گیرند.

ب-۱-۳- ۲- همبندی موقت

همبندی موقت شامل اتصالات به زمینی است که برای اقلام قابل جابجایی مانند قرقره‌ها، وسایل نقلیه و تجهیزات قابل‌حمل برای کنترل الکتریسیته ساکن یا هم پتانسیل سازی انجام می‌شود.

توصیه می‌شود اتصال نهایی یک اتصال همبندی موقت تحت شرایط زیر انجام شود:

- در یک منطقه غیر خطرناک؛ یا

- با استفاده از اتصالی که الزامات سطح حفاظتی تجهیزات[۴۱] محل را برآورده می‌کند؛ یا

- با استفاده از رویه مستندسازی شده‌ای که ریسک جرقه‌زنی را تا سطح قابل‌قبولی کاهش می‌دهد.

برای همبندی موقت، مقاومت بین قطعات فلزی باید کمتر از ۱مگا اهم باشد. حصول اطمینان از این مهم باید از طریق اندازه‌گیری یا نظارت بر مقدار انجام شود. هادی‌ها و اتصالات باید بادوام، انعطاف‌پذیر و با استحکام مکانیکی کافی برای مقاومت در برابر حرکت در حین کار باشند. استحکام مکانیکی هادی باید حداقل معادل با مس ۴ میلیمتر مربع یا بخشی از یک سامانه کابل‌کشی انعطاف‌پذیر شامل یک سامانه نظارت و واپایش باشد.

در استفاده از سامانه نظارتی دائمی برای نشان دادن این‌که سامانه اتصالی همیشه کمتر از یک مگا اهم است، بهتر است ملاحظات خاصی مد نظر قرار گیرد.

ب-۱-۴- قطعات فلزی با حفاظت کاتدی

قطعات فلزی با حفاظت کاتدی که در مناطق خطرناک قرار دارند، بدنه هادی بیگانه برق داری هستند که باید علیرغم پتانسیل منفی پایین آن‌ها، به‌طور بالقوه خطرناک در نظر گرفته شوند (به‌ویژه اگر مجهز به سامانه جریان تزریقی قرارگرفته باشند). عدم حفاظت کاتدی باید برای قطعات فلزی در محلهایی با الزام EPL " Ga " یا "Da " فراهم شود، به‌جز در مواردی که طراحی به طور خاص برای این کاربرد در نظر گرفته شده باشد.

توصیه می‌شود در صورت امکان، اجزای عایق‌بندی موردنیاز برای حفاظت کاتدی، به‌طور مثال اجزای عایق‌بندی در لوله ها و مسیرها، خارج از منطقه خطرناک قرار داشته باشند.

در صورت عدم وجود استانداردهای IEC برای حفاظت کاتدی، توصیه می‌شود از استانداردهای ملی یا سایر استانداردها استفاده شود.

[41] Equipment Protection Level (EPL)

GasPlus.ir

ب-۲- محافظت الکتریکی

الزامات بند ب-۲ برای مدارهای به‌طور ذاتی ایمن و انرژی محدود کاربرد ندارد.

مدارها و تجهیزات الکتریکی باید در برابر تأثیرات خطرناک اتصال کوتاه، اضافه‌بار و خطاهای زمین محافظت شوند. تجهیزات حفاظتی باید طوری باشند که از بسته شدن مجدد خودکار تحت شرایط خطا جلوگیری شود.

مقادیر کمتر زمان قطع اتصال از مقادیر داده‌شده در استاندارد IEC 60364-4-41 ممکن است برای تأسیسات در مناطق با الزام EPL " Ga" , " Gb", " Da" و " Db" مورد نیاز باشد.

محافظت در برابر اضافه بار برای تجهیزات الکتریکی در صورت عدم توانایی برای جلوگیری از اضافه بار شدن آنها موردنیاز خواهد بود.

اقدام احتیاطی برای جلوگیری از اضافه حرارت در صورت ازدست دادن یکی از فازها برای تجهیزاتی که بصورت چند فازه کار می کنند انجام گیرد.

در مواردی که ممکن است قطع خودکار تجهیزات الکتریکی باعث بروز ریسک ایمنی خطرناک‌تر از آن ریسکی باشد که فقط از جرقه ایجاد می‌شود، می‌توان از یک زنگ هشدار به‌عنوان جایگزینی برای قطع خودکار استفاده کرد، به شرطی که زنگ هشدار بلافاصله وارد عمل شود تا اقدام سریع اتخاذ شود.

ب-۳- الزامات اضافی برای نوع حفاظت EX i – ایمنی ذاتی

ب-۳-۱- کابلها

ب-۳-۱- ۱- اتصال به زمین شیلدکابل های ابزار دقیق I.S

در مواردی که کابل مربوط به تجهیزات I.S شیلد دار باشد ، به‌جز موارد الف تا پ که در ادامه شرح داده می‌شود، شیلد باید فقط در یک نقطه، که معمولاً در انتهای منطقه غیر خطرناک است (شینه مربوط به I.S در اتاق کنترل) به‌طور الکتریکی به زمین متصل شود.

این الزام برای جلوگیری از امکان ایجاد جریان گردشی توسط شیلد در صورت وجود اختلاف محلی در پتانسیل زمین بین نقاطی است که ممکن است برای اتصال به زمین وجود داشته باشد.

درصورتی‌که یک مدار به‌طور ذاتا ایمن زمین شده با کابل شیلد دار اجرا شود، شیلد برای آن مدار باید در همان نقطه ای که مدار به‌طور ذاتا ایمن شیلد دار شده، به زمین متصل شود.

اگر یک مدار یا یک مدار فرعی به‌طور ذاتی ایمن که از طریق شیلد کابل از سیستم زمین ایزوله شده این شیلد باید در یک نقطه به سیستم همبندی متصل شود.

موارد ویژه:

الف- درصورتی‌که حالت خاصی وجود داشته باشد (به‌طور مثال در مواردی که شیلد دارای مقاومت بالا است، یا درصورتی‌که شیلد دار کردن در برابر تداخل القائی به‌صورت تکمیلی موردنیاز است) برای اینکه در طول مسیر

GasPlus.ir

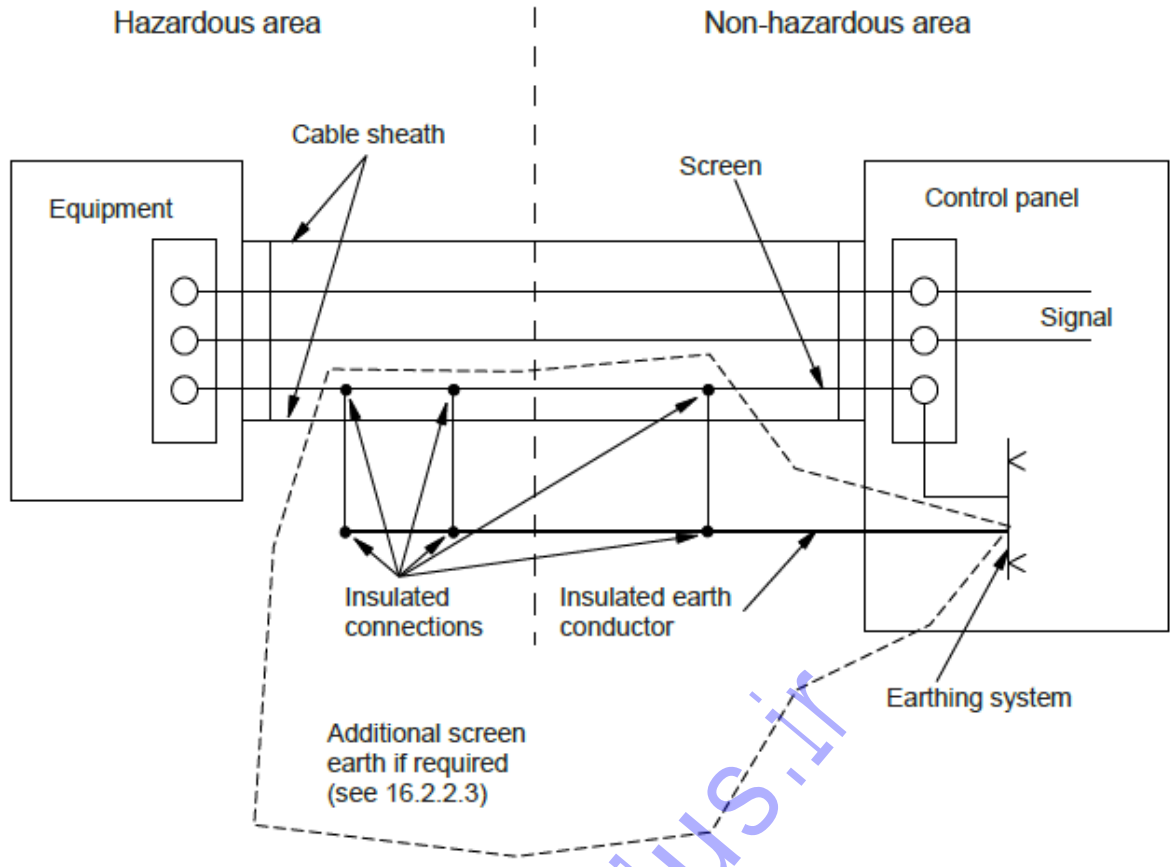
کابل بتوان شیلد را در چند نقطه به زمین متصل کنیم، آرایش (شکل ب-۱) ممکن است تحت شرایط زیر استفاده شود :

- درصورتیکه هادی اتصال به زمین عایق دار (روکش دار) دارای ساختار قوی باشد (معمولاً با سطح مقطع حداقل ۴ میلیمتر مربع اما ۱۶ میلیمتر مربع برای اتصالات نوع کلمپی می‌تواند مناسب‌تر باشد).
- با انجام آزمون مقاومت عایقی، هادی اتصال به زمین روکش دار به اضافه شیلد باید از همه هادی های درکابل و آرمر کابل در برابر ولتاژ مؤثر .500 V a.c یا 700 V d.c عایق بندی شده باشد.
- هادی اتصال به زمین عایق‌بندی شده و شیلد فقط باید در یک نقطه به زمین متصل شوند که باید برای هادی زمین عایق‌بندی شده و شیلد یک نقطه مشترک باشد، و بطور معمول باید در انتهای مسیر کابل در منطقه غیر خطرناک (اتاق کنترل) باشد.
- هادی زمین عایق‌بندی شده با زیر بند9-3-7 استاندارد IEC 60079 مطابقت داشته باشد.
- نسبت ضریب خودالقایی/ مقاومت (L/R) برای کابل، نصب‌شده همراه با هادی زمین عایق‌بندی شده، باید برای مطابقت با الزامات زیر بند 16-2-2-5، استاندارد IEC 60079 مطابق باشد.

ب- اگر نصب طوری انجام و نگهداری شود که سطح بالایی از اطمینان برای وجود تعادل پتانسیل بین هر انتهای مدار (یعنی بین منطقه خطرناک و منطقه غیر خطرناک) وجود داشته باشد، در این صورت، شیلد کابل را می‌توان در هر دو انتهای کابل و در صورت نیاز در هر نقطه میانی به زمین متصل کرد.

پ- اتصال به زمین متعدد از طریق خازن‌های کوچک (به‌طور مثال سرامیک 1 nF، 1500 V) به شرطی قابل‌قبول است که کل ظرفیت از 10 nF بیشتر نشود.

GasPlus.ir



شکل ب-۱- اتصال به زمین شیلد کابل IS در چند نقطه- استاندارد IEC 60079-14

ب-۳-۱- ۲- همبندی زره[۴۲] کابل

زره باید به سامانه همبندی هم‌پتانسیل از طریق تجهیزات ورود کابل یا معادل آن، در دو انتهای کابل وصل شود. در مواردی که جعبه های اتصال میانی یا سایر تجهیزات وجود دارند، زره معمولاً در این نقاط، به‌طور مشابه به سامانه همبندی هم‌پتانسیل وصل خواهد شد. در مواردی که همبندی زره به سامانه همبندی هم‌پتانسیل در نقاط میانی مورد نیاز نیست، برای تضمین این‌که پیوستگی الکتریکی زره از انتها تا انتهای اجرای کابل کامل حفظ شده، احتیاط لازم باید در دستور کار قرار گیرد.

در مواردی که همبندی زره در نقطه ورودی کابل عملی نیست، یا در مواردی که الزامات طراحی این کار را غیرمجاز می‌کند، برای جلوگیری از اختلاف پتانسیل احتمالی بین زره و سامانه همبندی هم‌پتانسیل که می‌تواند منجر به جرقه آتش‌زا شود، احتیاط لازم باید در دستور کار قرار گیرد. در هر رویدادی، حداقل باید یک اتصال همبندی الکتریکی از زره به سامانه همبندی هم‌پتانسیل وجود داشته باشد. تجهیزات ورودی کابل برای جداسازی زره از زمین باید در منطقه غیر خطرناک یا محلهایی با الزام EPL "Gc" یا "Dc" نصب شود.

[42] Armour

ب-۳-۱-۳- اتصال به زمین مدارهای به‌طور ذاتی ایمن

مدارهای بطور ذاتی ایمن باید :

الف- از زمین مجزا باشند یا

ب- در صورت وجود سامانه همبندی هم‌پتانسیل روی کل منطقه‌ای که مدارهای به‌طور ذاتی ایمن در آن نصب شده اند، در یک نقطه به این سامانه متصل شود.

روش نصب باید با توجه به الزامات کارکردی مدارها و مطابق با دستورالعمل‌های سازنده انتخاب شود.

بیش از یک اتصال به زمین روی یک مدار زمانی مجاز است که مدار به طور گالوانیک به مدارهای فرعی تقسیم‌بندی شده باشد که هر یک فقط دارای یک نقطه اتصال به زمین هستند.

در مدارهای به‌طور ذاتی ایمن، که از زمین جدا شده‌اند، توجه ویژه‌ای به خطر بارداری الکترواستاتیک باید معطوف شود. به‌طور مثال اتصال به زمین در راستای مقاومتی بزرگ‌تر از ۰/۲ مگا اهم برای اتلاف بارهای الکترواستاتیک، نیازنیست. شایان ذکر است مقاومت بزرگتر از ۰/۲ مگا اهم شرط ایزوله بودن تجهیز از زمین است.

مدارهای به‌طور ذاتی ایمن باید در صورت الزام بر اساس دلایل ایمنی، به‌طور مثال در تأسیسات با بریر های ایمنی[۴۳] بدون جداسازی گالوانیک، به زمین متصل شوند. این مدارها را می‌توان در صورت الزام بر اساس دلایل کارکردی به‌طور مثال با استفاده از ترموکوپل‌های جوش داده‌شده به زمین متصل کرد. اگر دستگاه به‌طور ذاتی ایمن نتواند آزمون استقامت الکتریکی با حداقل 500 V a.c. r.m.s. نسبت به زمین مطابق با استاندارد IEC 60079-11 را تحمل کند، در این صورت اتصال به زمین برای تجهیزات، مفروض خواهد بود.

در مواردی که تجهیزات به زمین متصل شده است (به‌طور مثال با استفاده از روش نصب) و یک هادی همبندی بین تجهیزات و نقطه اتصال زمینِ دستگاه همراه مورداستفاده قرارگرفته است، مطابقت با موارد الف و ب مورد نیاز نیست. توصیه می‌شود در مورد چنین موقعیت هایی فرد دارای صلاحیت ملاحظات لازم را برای جلوگیری از خطر ناشی از جریان‌های خطای در حال گردش مدنظر قرار دهد. توصیه می‌شود در مواردی که الزامات دستگاه EPL " Ga" باید برآورده شوند، احتیاط ویژه در دستور کار قرار گیرد. در صورت استفاده از هادی‌های همبندی، این هادی‌ها بهتر است به میزان کافی برای آن موقعیت، دارای سطح مقطعی کمتر از ۴ میلیمتر مربع برای هادی مسی نباشد، به‌طور دائمی بدون استفاده از دوشاخه‌ها و پریزها، نصب شوند، به میزان کافی از نظر مکانیکی محافظت شوند، و دارای ترمینال‌هایی باشند که با الزامات نوع محافظت "e " به‌جز مقدار اسمی IP ، مطابقت دارد.

[43] Safety Barriers

در مدارهای به‌طور ذاتی ایمن، پایانه‌های اتصال به زمین بریرهای ایمنی بدون جداسازی گالوانیک (به طور مثال بریرهای زنر[۴۴]) باید:

۱) با کوتاهترین مسیر ممکن به سامانه همبندی هم‌پتانسیل متصل شوند، یا

۲) فقط در مورد سامانه‌های TN-S، طوری به نقطه زمین با یکپارچگی بالا متصل شوند که بتوان اطمینـــان حاصل کرد امپدانس از نقطه اتصال به نقطه زمین سامانه منبع تغذیه اصلی کمتر از یک اهم است. با اتصال به یک شینه زمین در اتاق کنترل یا با استفاده از میله های زمین مجزا می‌توان به این مهم دست یافت.

هادی استفاده شده باید برای جلوگیری از ورود جریان های خطای زمین که ممکن است از طریق تماس با قسمتهای فلزی (به‌طور مثـال چارچوب‌های تـابلوی کنترل) ایجاد شوند، عایق‌بندی شود (روکش دار باشد) و در محل هایی که ریسک آسیب در آنها زیاد است محافظت مکانیکی باید فراهم شود .

سطح مقطع اتصال به زمین باید شامل موارد زیر باشد:

حداقل دو هادی، با حداقل سطح مقطع مس ۱/۵ میلیمتر مربع، یا یک هادی با حداقل سطح مقطع مس ۴/۵ میلیمتر مربع.

توصیه می‌شود تهیه دو اتصال به زمین برای تسهیل انجام آزمون مدنظر قرار گیرد.

درصورتی‌که جریان اتصال کوتاه موردانتظار سامانه تأمین متصل به پایانه‌های ورودی حائل طوری باشـد که اتصال به زمین قابلیت حمل چنین جریانی را نداشته باشد، در این صـورت مسـاحت سـطح مقطـع بایـد مطابق با این الزام افزایش‌یافته یا از هادی های بیشتر استفاده شود.

اگر اتصال به زمین از طریق جعبه های اتصال به دست آید، یکپارچگی وپیوسـتگی اتصـال، رعایت شود.

GasPlus.ir

[44] Zener barriers