IGS-E-EL-029(0)	خرداد 1402
Approved	مصوب

شرکت ملی گاز ایران

مدیریت پژوهش و فنآوری

امور تدوین استانداردها

IGS

الزامات

طراحی،بازرسی و اجراء حفاظت در برابر صاعقه

Requirements For Protection against Lightning

GasPlus.ir

ابلاغ مصوبه هیأت مدیره

مدیر محترم پژوهش و فناوری

باسلام،

به استحضار می‌رساند در جلسه ۲۰۱۷ مورخ ۱۴۰۲/۰۴/۱۸ هیات مدیره، نامه شماره گ۹/۰۰۰/۶۲۰۱۹ مورخ ۱۴۰۲/۰۴/۱۳ 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 اجرای حفاظت در برابر صاعقه

IGS-E-EL-029(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
سرپرست 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.

- آدرس اینترنتی (http://igs.nigc.ir) ، آدرس الکترونیکی (igs@nigc.ir)

GasPlus.ir

فهرست

عنوان **صفحه**

۱-هدف و دامنهٔ کاربرد ۶
۲-منابع ۶
۳-تعاریف ۸
۴- سیستم حفاظت در برابر صاعقه ۱۴
۴-۱- طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه ۱۴
۴-۲- ارزیابی ریسک ۱۶
۴-۳- سیستم حفاظت صاعقه ۱۷
۴-۳-۱- سیستم حفاظت خارجی در برابر صاعقه ۱۹
۴-۳-۲- سیستم حفاظت داخلی در مقابل صاعقه ۲۴
۴-۳-۳- حفاظت در برابر صدمات وارد شده ناشی از ولتاژ تماس و ولتاژ گام ۳۰
۴-۴- اجزا ۳۱
۴-۴-۱- کلیات ۳۱
۴-۴-۲-محکم کردن ۳۲
۴-۴-۳- اتصالات ۳۲
۴-۴-۴- متریال و ابعاد ۳۳
۵-حفاظت تجهیزات الکترونیکی و الکتریکی داخل سازه ۳۶
۵-۱- ناحیه های حفاظتی صاعقه (LPZ) ۳۷
۵-۱-۲- نواحی خارجی ۳۷
۵-۱-۳ - نواحی داخلی (محافظت شده در برابر برخورد های مستقیم صاعقه) ۳۸
۵-۲ - مفاهیم پایه اقدامات حفاظت در برابر موج ضربه صاعقه SPM ۴۱
۶-زمین کردن و همبندی ۴۲
۶-۱-عمومی ۴۲
۶-۲- سیستم پایانه زمین ۴۳
۶-۳- شبکه همبندی ۴۴
۶-۴- میله های هم بندی ۴۹
۶-۵- هم بندی در مرز یک LPZ ۴۹
۶-۶- مواد و ابعاد تجهیزات همبندی ۵۰
۷-شیلد کردن مغناطیسی و مسیریابی خطوط ۵۱
۷-۱- عمومی ۵۱
۷-۲- شیلد کردن فضایی ۵۱
۷-۳- شیلد کردن خطوط داخلی ۵۱
۷-۴- مسیریابی خطوط داخلی ۵۲
۷-۵- شیلد کردن خطوط خارجی ۵۲
۷-۶- مواد و ابعاد شیلدهای مغناطیسی ۵۲
۸- انتخاب، نصب و هماهنگی سیستم SPD ۵۳

GasPlus.ir

۸-۱- مقدمه ۵۳
۸-۲- انتخاب SPD ها ۵۵
۸-۲-۱- انتخاب با توجه به سطح حفاظت ولتاژ ۵۵
۸-۲-۲- انتخاب با توجه به مکان و جریان تخلیه ۵۸
۸-۳- محل نصب و هماهنگی سیستم SPD ۵۹
۸-۳-۱- محل نصب SPD ۵۹
۸-۳-۲- هماهنگی SPDها ۶۰
۸-۳-۳- پروسه نصب و هماهنگی سیستم SPD ۶۰
۸-۴- فاکتورهای مربوط به انتخاب SPDها ۶۰
۸-۴-۱- مقدمه ۶۰
۸-۴-۲- فاکتور های استرس SPD ۶۱
۹- سیستم ارتینگ، حفاظت صاعقه و همبندی سایت مخابراتی ۶۴
۹-۱- سیستم حفاظت صاعقه (LPS) ۶۳
۹-۱- ۱- دکل مخابراتی ۶۳
۹-۱- ۲- ساختمان مخابراتی ۶۴
۹-۲- همبندی در دکل ۶۴
۹-۲-۱- کابل فیدر ۶۴
۹-۲-۲ - سینی کابل ۶۵
۹-۳ - سیستم زمین ۶۶
۹-۳-۱- پیکربندی سیستم زمین ۶۶
۹-۴- پوشش سطح ایستگاه ۶۷
۹-۵- حصار (فنس) ۶۷
۹-۶- تابلو اندازه‌گیری ۶۸
۹-۷-تابلو برق ۶۸
۹-۸- نصب SPD در تابلو برق ۶۸
۹-۹-بدنه تابلو توزیع ۶۹
۹-۱۰- سیستم زمین و همبندی المان‌های فلزی ۷۰
۱۰- سیستم حفاظت صاعقه در مناطق مستعد خطر ۷۴
۱۰-۱ - تراز حفاظت صاعقه ۷۴
۱۰-۲- سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه ۷۴
۱۰-۳- برقگیر حفاظتی ضد انفجار ۷۵
۱۰-۴- الزامات اجرا و نصب ۷۵
۱۱- الزامات بازرسی سیستم حفاظت در مقابل صاعقه ۷۵
۱۱-۱- ملاحظات عمومی ۷۵
۱۱-۲- بازرسی ۷۵
۱۱-۲-۱- محدوده بازرسی ۷۶
۱۱-۳- الزامات بازرسی مواد و تجهیزات ۸۰
۱۲- نگهداری و تعمیرات ۸۱

GasPlus.ir

۱۲-۱- ملاحظات عمومی ۸۱
۱۲-۲- فرآیند تعمیر و نگهداری ۸۲
۱۲-۳- مستندات نگهداری سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه ۸۲
پیوست الف - ارزیابی ریسک ۸۳
الف-۱- خسارت و آسیب ها ۸۳
الف-۱-۱- منبع آسیب ۸۳
الف-۱-۲- انواع آسیب ۸۳
الف-۱-۳- انواع خسارت ۸۳
الف-۲-ریسک و مؤلفه های ریسک ۸۵
الف-۲-۱-ریسک ۸۵
الف-۲-۲-مؤلفه های ریسک برای یک سازه ناشی از برخورد صاعقه به آن ۸۵
الف-۲-۳-مؤلفه ریسک برای یک سازه ناشی از برخورد صاعقه در نزدیکی آن ۸۶
الف-۲-۴-مؤلفه های ریسک برای یک سازه ناشی از برخورد صاعقه به یک خط متصل به سازه ۸۶
الف-۲-۵- مؤلفه ریسک برای یک سازه ناشی از برخورد صاعقه در نزدیکی یک خط متصل به سازه ۸۶
الف-۳- ترکیب مؤلفه های ریسک ۸۷
الف-۴-مدیریت ریسک ۸۸
الف-۴-۱- رویه پایه ۸۸
الف-۴-۲- سازه ای که برای ارزیابی ریسک در نظر گرفته می شود ۸۹
الف-۴-۳- ریسک قابل قبول R_T ۸۹
الف-۴-۴- رویه ویژه برای برآورد نیاز به حفاظت ۸۹
الف-۴-۵- رویه برآورد اقتصادی بودن سیستم حفاظت در برابر صاعقه ۹۰
الف-۴-۶- تجهیزات حفاظتی ۹۴
الف-۴-۷- انتخاب تجهیزات حفاظتی ۹۴
الف-۵- ارزیابی مؤلفه های ریسک ۹۴
الف-۵-۱- رابطه پایه ۹۴
الف-۵-۲- ارزیابی ریسک مؤلفه های ناشی از برخورد صاعقه به سازه (S1) ۹۵
الف-۵-۳- ارزیابی ریسک مؤلفه ناشی از برخورد صاعقه در نزدیکی یک سازه ۹۵
الف-۵-۴- ارزیابی ریسک مؤلفه های ناشی از برخورد صاعقه به خطوط متصل به سازه ۹۵
الف-۵-۵- ارزیابی ریسک مؤلفه های ناشی از برخورد صاعقه نزدیک به خطوط متصل به سازه ۹۶
الف-۵-۶-خلاصه مؤلفه های ریسک ۹۷
الف-۶-۱- بخش بندی یک سازه به نواحی Z_S ۹۸
الف-۶-۲- بخش بندی یک خط به بخش های S_L ۹۹
الف-۷- ارزیابی مؤلفه های ریسک در یک سازه با نواحی ZS ۹۹
پیوست ب مشخصات فنی و طبقه بندی spdها ۱۰۰
ب-۱- طبقه بندی spdها ۱۰۰
ب-۲-طراحی و توپولوژی های معمولی ۱۰۰
ب-۳-لیست پارامترها برای انتخاب spd ۱۰۱
ب-۴- حداقل مقدار U_C مربوط به SPDها با توجه به آرایش های سیستم قدرت ۱۰۲

GasPlus.ir

ب-۵- انتخاب فیوز جهت حفاظت spd ۱۰۴
پیوست پ - انواع آرایش اتصال SPD و Sprk Gap و نحوه انتخاب آنها ۱۰۵
پ ۱ - انواع آرایش اتصال SPD ۱۰۵
پ ۳ - انواع آرایش اتصال Sprk Gap ۱۰۵
پیوست ج- اتصال به زمین و همبندی فنس ها و دروازه های فلزی ۱۱۵
ج-۱- فنس های فلزی ۱۱۵
ج-۱-۱ زمین کردن ۱۱۵
ج-۱-۲-همبند سازی ۱۱۵
ج-۱-۳- گیت ها و پست های گیت ۱۱۵
پیوست د - نحوه تکمیل فرم بازرسی سیستم حفاظت خارجی در برابر صاعقه ۱۱۶
پیوست ه - فرم بازرسی سیستم حفاظت در برابر صاعقه ۱۲۱

GasPlus.ir

۱–هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از این دستورالعمل ارائه‌ی حداقل الزامات طراحی، اجرا، بهره برداری، بازرسی و نگهداری سیستم‌های حفاظت در برابر خطرات صاعقه به منظور ایمنی افراد و حفاظت از تجهیزات و تاسیسات الکتریکی واحدهای ثابت و متحرک مستقر در خشکی می باشد.

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

- یادآوری۱ : حفاظت مخازن ذخیره سیالات قابل اشتعال یا احتراق در برابر صاعقه شامل این استاندارد نمی گردد.

۲–منابع

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

1- **IEC 62305-1**, “Protection against lightning – Part 1: General principles“
2- **IEC 62305-2** , “Protection against lightning- Part 2: Risk management“
3- **IEC 62305-3**, “Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard“
4- **IEC 62305-4**, “ Protection against lightning- Part 4: Electrical and electronic systems within structures “
5- **IEC 61643-12**, “ Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power systems – Selection and application principles“
6- **IEC 61643-11**, “Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems – Requirements and test methods“
7- **BS 7430:2011-A1:2015**, “Code of practice for protective earthing of electrical installations
8- **BS 7671:2018** “Requirements for Electrical Installations“
9- **BS EN 62561-2:2012**, “Lightning Protection System Components (LPSC) – Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes“
10- **IEC BS EN 60079:2012**, “Explosive atmospheres“
11- **IEC BS EN 62305:2011**, “Protection against Lightning“
12- **IPS-E-EL-100:2012**, “Engineering Standard for Electrical System Design (Industrial And NonIndustrial) “
13- **IPS-E-TP-820:2005**, “Engineering Standard for Cathodic Protection“
14- **NFPA 780:2017**, “Standard for the Installation of Lightning Protection Systems“
15- **UL 467:2013**, “Standard for Safety Grounding and Bonding Equipment“
16- **IGS-E-EL-030**
17- **IEC 62561-1**, “Lightning protection system components (LPSC) –Part 1: Requirements for connection components“
18- **IEC 62561-2**, “Lightning protection system components (LPSC)–Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes IEC 62561-3: Lightning protection“
19- **IEC 62561-4**. “Lightning protection system components (LPSC) Part 4: Requirements for conductor fasteners"
20- **IEC 62561-5**, “Lightning protection system components (LPSC) –Part 5: Requirements for earth electrode inspection housings and earth electrode seals“

GasPlus.ir

21- **IEC 62561-6**: "Lightning protection system components (LPSC) –Part 6: Requirements for lightning strike counters (LSC) "

22- **IEC 62561-7**: "Lightning protection system components (LPSC)–Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds"

23- **IEC TS 62561-8**: "Lightning protection system components (LPSC) –Part 8: Requirements for compounds for Isolated LPS"

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

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

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

27- **IGS E- EL- 030.** " الزامات طراحی، بازرسی‌واجرای سیستم‌های زمین"

GasPlus.ir

۳–تعاریف

۳-۱- صاعقه به زمین (lightning flash to earth)

تخلیه الکتریکی جوی بین ابر و زمین، شامل یک یا چند نقطه‌ی برخورد.

۳-۲- صاعقه رو به پایین (downward flash)

صاعقه‌ای که از ابر به سمت زمین زده می‌شود.

توجه: صاعقه رو به پایین شامل یک ضربه اولیه است که می‌تواند ضربات بعدی را در پی داشته باشد.

۳-۳- صاعقه رو به بالا (upward flash)

صاعقه‌ای که از پایین (نزدیک به سطح زمین) به طرف ابر زده می‌شود.

توجه: صاعقه رو به بالا شامل یک ضربه اولیه بلند با یا بدون ضربات چندگانه بعدی است.

۳-۴- ضربه صاعقه (lighting stroke)

تخلیه‌ی الکتریکی (تک ضربه ای) صاعقه با زمین.

۳-۵- ضربه کوتاه (short stroke)

بخشی از صاعقه که به جریان ضربه‌ای (impulse current) مربوط است.

توجه: این جریان برابر نصف پیک مقدار نهایی است که معمولا در زمان کمتر از ۲ میلی ثانیه اتفاق می‌افتد.
(شکل IEC 62305-1 A-1 مشاهده شود)

۳-۶- ضربه بلند (long stroke)

بخشی از صاعقه که به جریان پیوسته صاعقه مربوط است.

توجه: مدت زمان این جریان مداوم (از ۱۰ درصد مقدار ابتدایی تا ۱۰ درصد مقدار نهایی) معمولا بیشتر از ۲ میلی ثانیه و کمتر از ۱ ثانیه است . (شکل IEC 62305-1 A-2 مشاهده شود)

۳-۷- ضربه چندگانه (multiple strokes)

صاعقه‌ای است که شامل ۳ تا ۴ ضربه می باشد و زمان بین آن‌ها حدود ۵۰ میلی ثانیه است.

توجه: البته مواردی از زمان بین ضربه‌ای ۱۰ تا ۲۵۰ میلی ثانیه نیز گزارش شده است.

۳-۸- نقطه‌ی برخورد (point of strike)

نقطه‌ای که صاعقه به زمین یا یک سازه (مثلا LPS، خط، درخت و ...) برخورد می‌کند.

توجه: صاعقه ممکن است بیش از یک نقطه‌ی برخورد داشته باشد.

۳-۹- جریان صاعقه (lightning current)

جریان وارد شده در نقطه‌ی برخورد.

۳-۱۰- مقدار پیک جریان (peak value(i))

حداکثر مقدار جریان صاعقه.

۳-۱۱-سازه ای که باید حفاظت شود(structure to be protected)

سازه یا ساختاری که مطابق این استاندارد در برابر صاعقه نیاز به حفاظت دارد.

۳-۱۲- خط (line)

خطوط برق یا مخابرات که به سازه تحت حفاظت اتصال دارند.

۳-۱۳- برخورد صاعقه به یک ساختار (lightning flash to an object)

صاعقه‌ای که مستقیما به ساختاری که باید محافظت شود برخورد می‌کند.

GasPlus.ir

۳-۱۴- صاعقه در نزدیک یک ساختار (lightning flash near an object)

صاعقه‌ای که به نزدیکی ساختاری که باید محافظت شود برخورد می‌کند. این صاعقه می‌تواند باعث ایجاد اضافه ولتاژهای خطرناک شود.

۳-۱۵- سیستم الکتریکی (electrical system)

سیستمی که در آن ازمنبع تغذیه با ولتاژ پایین استفاده شده است.

۳-۱۶- سیستم الکترونیکی (electronic system)

سیستمی که از قطعات الکترونیکی حساس نظیر تجهیزات ارتباطی، کامپیوتر و سیستم‌های اندازه‌گیری و کنترل، سیستم‌های رادیویی و قطعات الکترونیک قدرت تشکیل شده است.

۳-۱۷- سیستم‌های داخلی (internal system)

سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی در یک سازه.

۳-۱۸- صدمات فیزیکی (physical damage)

آسیب به یک ساختار (یا اجزای آن)، بخاطر اثرات مکانیکی، حرارتی، شیمیایی و انفجاری صاعقه.

۳-۱۹- آسیب‌های زیستی (injury of living beings)

جراحات یا تلفات ناشی از اعمال شوک الکتریکی صاعقه در اثر ولتاژتماس یا ولتاژ گام به موجودات زنده.

۳-۲۰- خرابی سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی

صدمات دائمی سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی بخاطر LEMP.

۳-۲۱- ضربه الکترومغناطیسی صاعقه (LEMP)[1]

تمام اثرات الکترومغناطیسی جریان صاعقه که میدان‌های مغناطیسی دوار، بزرگ و لحظه‌ای را ایجاد می‌کنند.

۳-۲۲- سرج (surge)

اثرات گذرای ایجاد شده توسط توسط LEMP که بصورت اضافه ولتاژ یا اضافه جریان ظاهر می شود.

۳-۲۳- ناحیه حفاظتی صاعقه (LPZ)[2]

ناحیه‌ای که بعنوان محیط الکترومغناطیسی صاعقه تعریف می‌شود.

توجه: LPZ لزوما دارای مرزهای فیزیکی (مثل دیوار، کف و سقف) نیست.

۳-۲۴- ریسک (R)

مقدار میانگین احتمالی تلفات سالانه (انسان یا دارایی ها) ناشی از صاعقه که به تعداد کل افراد (انسانها یا دارایی ها) موجود در محلی که باید حفاظت شود بستگی دارد.

۳-۲۵- ریسک قابل تحمل (RT)

حداکثر ریسکی که می‌تواند توسط ساختاری که باید محافظت گردد، تحمل شود.

۳-۲۶- سطح حفاظت صاعقه (LPL)[3]

مقدار حاصله از مجموعه‌ای از پارامترهای جریان صاعقه که میزان آن‌ها از یک مقدار حداقل یا حداکثر در جریان صاعقه طراحی شده، تجاوز نمی‌کند.

توجه: سطح حفاظت صاعقه برای طراحی اقدامات حفاظتی مطابق با پارامترهای جریان صاعقه، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

[1] lightning electromagnetic impulse
[2] lightning protection zone
[3] lightning protection level

GasPlus.ir

۳-۲۷- اقدامات حفاظتی (protection measures)

اقداماتی که برای حفاظت از ساختار باید انجام گیرد تا ریسک کاهش یابد.

۳-۲۸- سیستم حفاظت صاعقه (LPS)[4]

سیستم کاملی که برای کاهش صدمات فیزیکی ناشی از برخورد صاعقه به یک ساختار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

توجه: این سیستم شامل سیستم‌های داخلی و خارجی حفاظت صاعقه است.

۳-۲۹- سیستم خارجی حفاظت صاعقه (external lightning protection system)

بخشی از LPS که شامل یک سیستم پایانه هوایی، هادی نزولی و سیستم زمین است.

۳-۳۰- سیستم حفاظت صاعقه خارجی ایزوله شده از سازه تحت حفاظت

(External LPS isolated from the structure to be protected)

سیستم حفاظت خارجی به همراه پایانه هوایی و هادی نزولی به گونه ای جانمایی شده که مسیر عبور جریان صاعقه هیچ گونه تماسی با سازه تحت حفاظت نداشته باشد.

۳-۳۱- سیستم حفاظت صاعقه خارجی ایزوله نشده از سازه تحت حفاظت

(External LPS not isolated from the structure to be protected)

سیستم حفاظت خارجی به همراه پایانه هوایی و هادی نزولی به گونه ای جانمایی شده که مسیر عبور جریان صاعقه می تواند با سازه تحت حفاظت تماس داشته باشد.

۳-۳۲- سیستم داخلی حفاظت صاعقه (Internal lightning protection system)

بخشی از LPS است که شامل همبندی برای هم پتانسیل سازی و عایق سازی سیستم حفاظت خارجی می شود.

۳-۳۳- سیستم پایانه هوایی (air-termination system)

بخشی از LPS خارجی است که از عناصر فلزی نظیر میله، هادی مش یا سیم‌های گارد برای جذب و دریافت صاعقه استفاده می‌شود.

۳-۳۴- هادی نزولی (down-conductor system)

بخشی ازLPS خارجی است که به منظور عبور جریان صاعقه از سیستم پایانه هوایی به سیستم زمین استفاده می شود.

۳-۳۵- هادی رینگ (حلقه)

هادی به شکل حلقه بسته دور تادور سازه تحت حفاظت و متصل به هادی های نزولی برای توزیع جریان صاعقه بین آنها .

۳-۳۶- سیستم پایانه زمین (earth-termination system)

بخشی از سیستم LPS خارجی است که به منظور هدایت و پراکنده کردن جریان صاعقه به زمین بکار می رود.

۳-۳۷- الکترود زمین (earth electrode)

بخشی از پایانه زمین که مستقیما با زمین در تماس است و جریان صاعقه را در زمین پخش می کند.

۳-۳۸- الکترود زمین بصورت رینگ (ring earth electrode)

الکترود ارت بصورت حلقه بسته در زیر یا روی زمین و در اطراف سازه تحت حفاظت

۳-۳۹- الکترود زمین فوندانسیون(foundation earth electrode)

بخشی فلزی، مدفون در خاک زیر فوندانسیون ساختمان یا ترجیحا در جاسازی شده در بتن فوندانسیون ساختمان، به شکل حلقه بسته .

[4] Lightning Protection System

GasPlus.ir

۳-۴۰- بخش‌های هدایت خارجی (external conductive parts)

اقلام فلزی در ورودی یا خروجی سازه تحت حفاظت از قبیل خطوط لوله، عناصر فلزی کابل‌ها، داکت‌های فلزی که ممکن است بخشی از جریان صاعقه را حمل کنند.

۳-۴۱- همبندی به منظور هم پتانسیل سازی (lightning equipotential bonding)

همبندی بخش های فلزی مجزا از هم در یک سیستم حفاظت صاعقه بوسیله اتصال مستقیم یا از طریق برقگیر های حفاظتی (SPD) به منظور کاهش اختلاف پتانسیل ناشی از جریان صاعقه.

۳-۴۲- شینه همبندی (bonding bar)

جهت همبندی شیلد کابلهای برق و مخابرات و دیگر کابل ها مجاز به LPS

۳-۴۳- هادی همبندی

هادی جهت همبندی بخش های هادی که جدا هستند به LPS

۳-۴۴- جرقه خطرناک (dangerous sparking)

جرقه خطرناک در اثر صاعقه که باعث خسارت فیزیکی به ساختمان تحت حفاظت می شود.

۳-۴۵- فاصله جداسازی (separation distance)

فاصله مناسب بین دو قسمت هادی که جرقه خطرناک بین آنها ایجاد نشود.

۳-۴۶- عایق تجهیزاتی (EB)[5]

شامل عایق‌سازی بخش‌های فلزی مجزا با استفاده از اتصالات رسانای مستقیم یا دستگاه‌های حفاظت جریان‌های لحظه‌ای است که اختلاف پتانسیل حاصل از جریان صاعقه را کاهش می‌دهد.

۳-۴۷- امپدانس زمین

نسبت مقدار پیک ولتاژ و جریان قطع زمین است که در حالت کلی بطور همزمان اتفاق نمی‌افتند.

۳-۴۸- اقدامات حفاظتی LEMP (SPM)

اقداماتی که برای حفاظت از سیستم‌های داخلی در برابر اثرات LEMP انجام می‌گیرد.

توجه: این کار بخشی از اقدامات کلی حفاظت صاعقه است.

۳-۴۹- حفاظ مغناطیسی (magnetic shield)

صفحات فلزی یکپارچه یا مشبکی که سازه تحت حفاظت یا بخشی از آن را پوشش می‌دهند تا خرابی‌های سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی را کاهش دهند.

۳-۵۰- دستگاه حفاظت از جریان‌های لحظه‌ای (SPD)[6]

دستگاهی که برای محدود کردن اضافه ولتاژهای گذرا و انتقال جریان‌های لحظه‌ای بکار گرفته می‌شود که حداقل دارای یک المان غیرخطی است.

۳-۵۱- سیستم SPD هماهنگ شده (coordinated SPD system)

SPDهایی که به دقت انتخاب، هماهنگ و نصب شده تا سیستمی تشکیل شود که خرابی‌های سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی را کاهش دهد.

۳-۵۲- کلاس سیستم حفاظت صاعقه (class of LPS)

[5] equipotential bonding
[6] surge protective device

GasPlus.ir

اعدادی که نشان دهنده طبقه بندی یک سیستم حفاظت صاعقه مطابق با ترازی از حفاظت صاعقه است که طراحی LPS بر اساس آن تراز انجام شده است.

۳-۵۳- Isolating Spark Gap

تجهیزی مجهز به یک فاصله با امکان تخلیه الکتریکی، با هدف ایزوله کردن بخش های هادی تاسیسات.

یادآوری: در هنگام وقوع صاعقه دو قسمت هادی بین اسپارک گپ موقتا به هم وصل می شوند.

۳-۵۴- تحمل ولتاژ ضربه‌ای (rated impulse withstand voltage(UW))

ولتاژ ضربه‌ای توسط کارخانه سازنده به یک تجهیز یا بخشی از آن اعمال می‌شود و عایق این تجهیز باید بتواند اضافه ولتاژ را تحمل کند و تخریب نشود .

توجه: در این استاندارد، تنها مقاومت عایقی بین هادی‌ها و زمین مد نظر است.

۳-۵۵- واسطهای جداسازی (isolating interfaces)

تجهیزاتی که قادر به کاهش سرج های هدایت شده بر روی خطوط ورودی به ناحیه حفاظت صاعقه هستند.

توجه ۱: این دستگاه‌ها شامل ترانسفورمرهای ایزوله با صفحه فلزی محافظ زمین شده مابین سیم پیچ ها، فیبر نوری بدون پوشش فلزی و ایزولاتورهای نوری هستند.

توجه ۲: مشخصات مقاومتی ایزوله سازی این دستگاه‌ها، بطور ذاتی یا با استفاده از SPD برای این کاربرد مناسب هستند.

- ولتاژ خطای فرکانس قدرت(ولتاژ تماس)[7]
- ولتاژ تنش (استرس) فرکانس قدرت[8]

۳-۵۶- SPD تست شده با جریان (I_{IMP})

SPD باید بدون آسیب حداکثر جریان لحظه ای صاعقه با شکل موج 10/350 را ازخود عبور دهد.

۳-۵۷- SPD تست شده با جریان (In)

SPD باید بتواند جریان ضربه با شکل موج 8/20 میکرو ثانیه را از خود عبور دهد.

۳-۵۸- 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.

۳-۵۹- منطقه غیر خطرناک (non- hazardous area)

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

۳-۶۰- ناحیه صفر (zone0)

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

[7] U_f IGS-E-EL-30(0)
[8] U_1 &U_2

۳-۶۱- ناحیه 1(zone1)

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

۳-۶۲- ناحیه 2 (zone2)

مکانی که در آن احتمال وقوع یک محیط قابل انفجار 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.

۳-۶۳- سازه با خطر انفجار (structures with risk of explosion)

سازه هایی که شامل مواد قابل انفجار هستند یا در ناحیه ای که این مواد منتشر می شوند (زون خطر) مطابق استاندارد IEC 60079-10-1 and IEC 60079-10-2 قرار دارند.

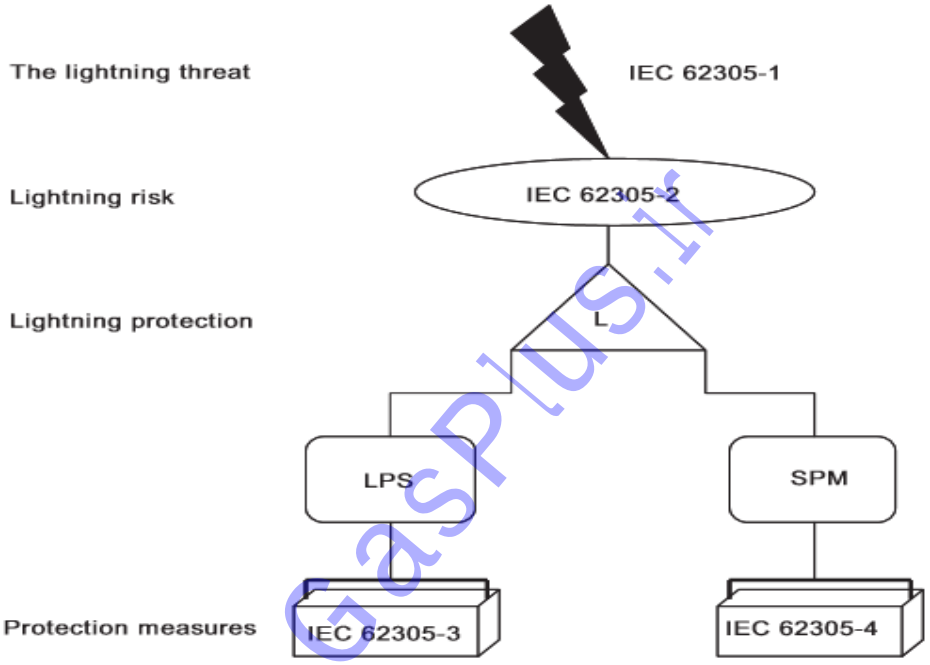
GasPlus.ir

۴– سیستم حفاظت در برابر صاعقه[۹]

این سیستم از دو بخش تشکیل شده است بخش اول مربوط به اقدامات حفاظتی برای کاهش آسیب فیزیکی و خطرات جانی در سازه می باشد[۱۰] و بخش دوم در مورد اقدامات حفاظتی برای کاهش خرابی سیستم های الکتریکی و الکترونیکی در یک سازه[۱۱] می باشد.

۴-۱- طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه

طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه براساس نوع سازه و محل قرار گرفتن آن و سطح حفاظت در برابر صاعقه انجام می گیرد. (شکل ۱و ۲)



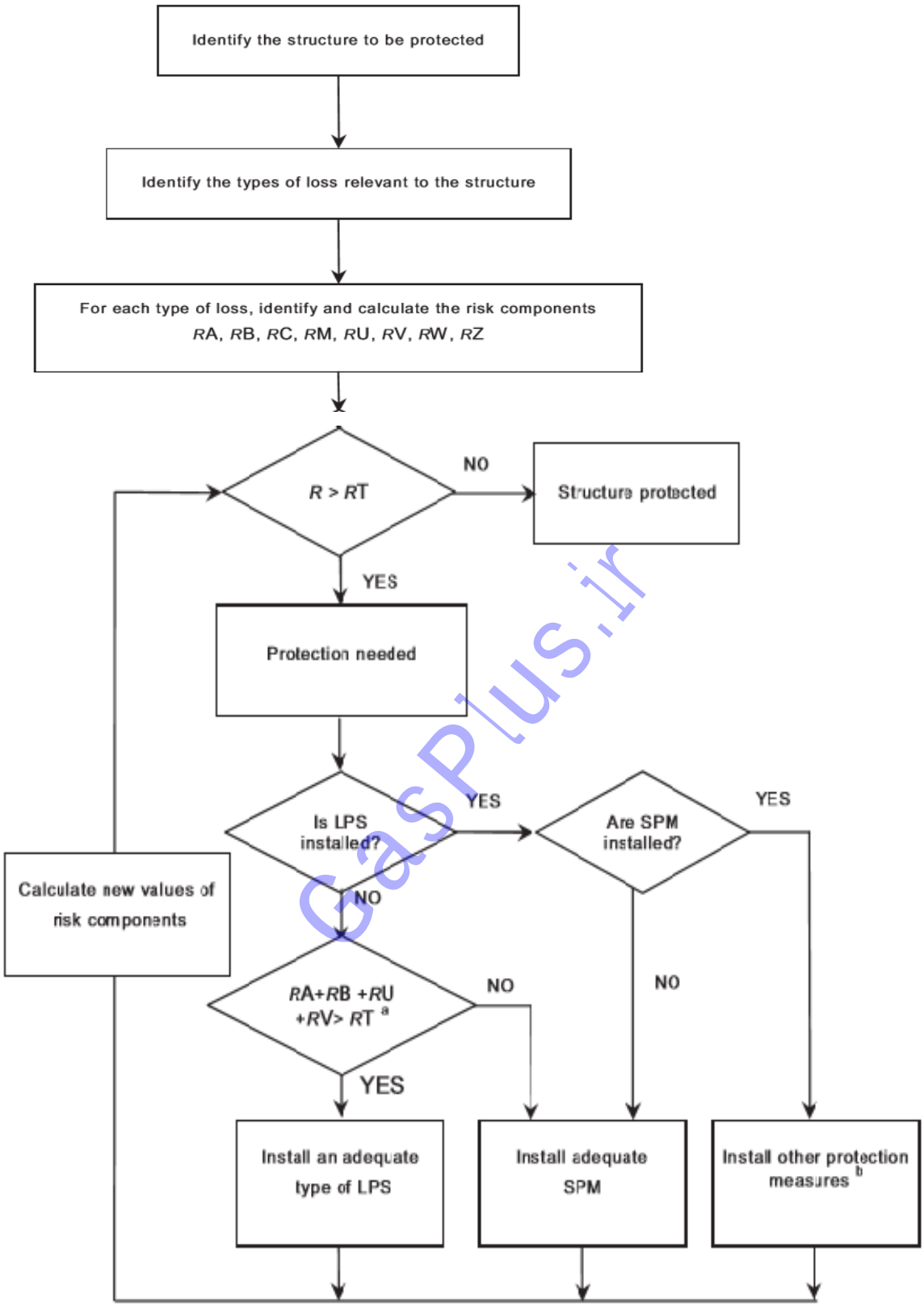
شکل ۱ - شماتیک کلی حفاظت در برابر صاعقه

GasPlus.ir

[۹] رعایت الزامات استانداردهای سری IEC 62305 الزامی است ، برای اطلاعات بیشتر به استاندارد مذکور مراجعه شود.

[10] LPS (IEC 62305-3)

[11] SPM (IEC 62305-4)



GasPlus.ir

شکل ۲ - فلوچارت طراحی حفاظت در مقابل صاعقه

۴-۲- ارزیابی ریسک[12]

ارزیابی ریسک سیستم حفاظت در برابر صاعقه باید مطابق با استاندارد IEC62305-2 باشد.(پیوست الف مشاهده شود) بر اساس ارزیابی ریسک، کلاس حفاظتی و سطح حفاظتی[13] و نوع حفاظت مورد نیاز تعیین می گردد.

مقادیر حداقل پارامتر جریان صاعقه متناظر با سطح حفاظتی صاعقه مطابق جدول ۱ می باشد :

کلاس حفاظت در مقابل صاعقه متناسب با جدول شماره ۲ می باشد.

جدول۱- حداکثر جریان صاعقه متناسب با LPL

First positive impulse			LPL			
Current parameters	Symbol	Unit	I	II	III	IV
Peak current	I	kA	200	150	100	
Impulse charge	Q_{SHORT}	C	100	75	50	
Specific energy	W/R	MJ/Ω	10	5,6	2,5	
Time parameters	T_1 / T_2	µs / µs	10 / 350			

جدول ۲- کلاس حفاظت با توجه به سطح حفاظت

LPL	Class of LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

کارایی سیستم حفاظت در مقابل صاعقه با توجه به جدول ۳ می باشد.

جدول ۳ - کارایی سیستم حفاظت در مقابل صاعقه

LPL	کارآیی سیستم حفاظت در برابر صاعقه (E)
I	E بیشتر از ۰,۹۷ و کوچکتر مساوی۰,۹۹
II	E بیشتر از ۰,۹۱ و کوچکتر مساوی۰,۹۷
III	E بیشتر از ۰,۸۴ و کوچکتر مساوی۰,۹۱
IV	E بیشتر از ۰ و کوچکتر مساوی۰,۸۴
حفاظت در برابر صاعقه نیاز نمی باشد.	E کوچکتر مساوی ۰

*مقدار E کارآیی سیستم حفاظت در برابر صاعقه که بر اساس ارزیابی ریسک بدست می آید.

یادآوری: مطابق استاندارد IEC 62305-2 حداقل LPL برای مناطق مستعد انفجار، سطح ۲ در نظر گرفته شود.

[12] Lightning Risk
[13] Lightning protection levels (LPL)

GasPlus.ir

۴-۳- سیستم حفاظت صاعقه[۱۴]

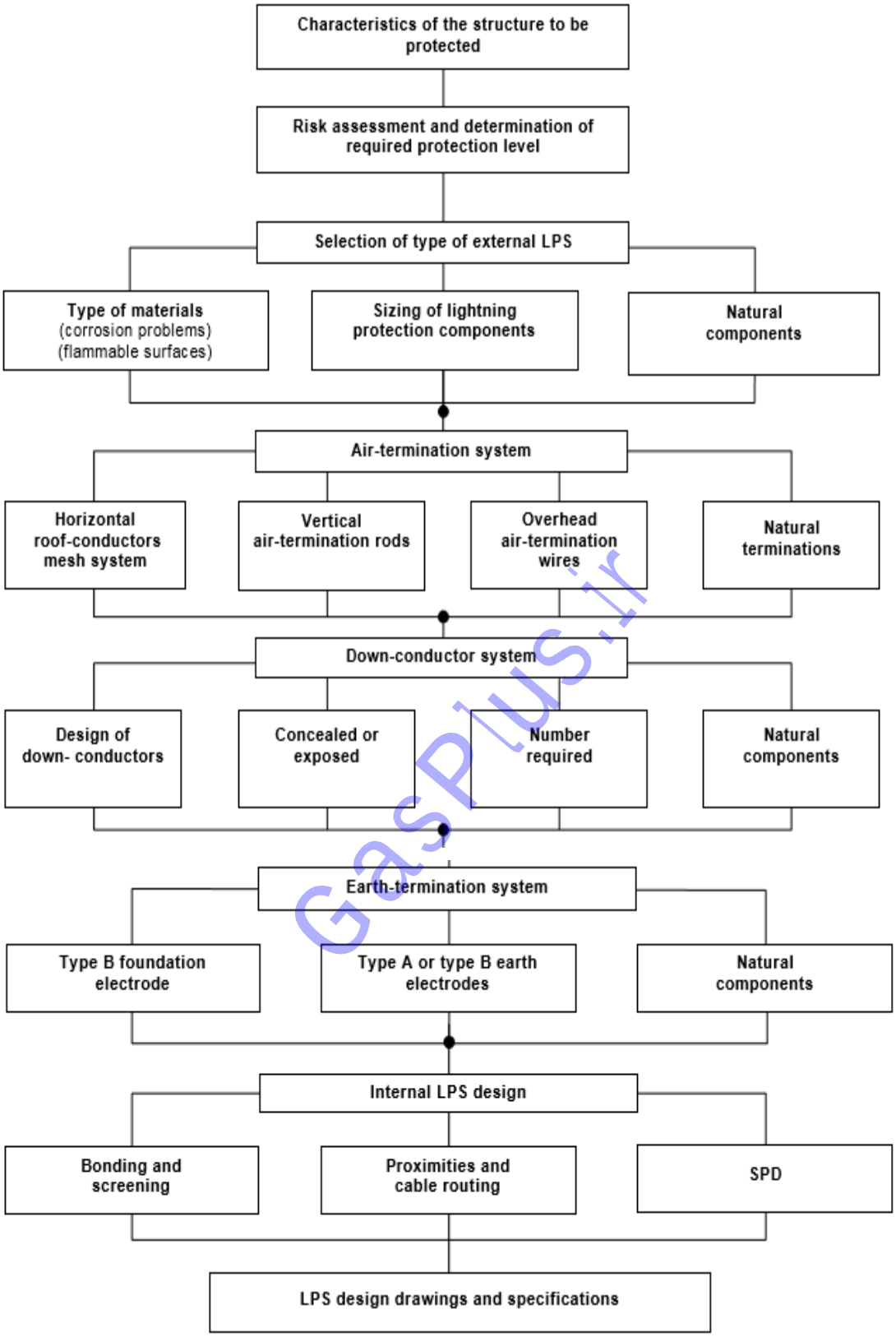
اصلی ترین و موثرترین اقدام برای حفاظت سازه ها در برابر آسیب های فیزیکی، سیستم حفاظت در برابر صاعقه (LPS) می باشد. معمولاً از هر دو سیستم حفاظت از صاعقه خارجی و داخلی تشکیل شده است.

نوع و محل یک LPS باید در طراحی اولیه یک سازه جدید به دقت در نظر گرفته شود، وحداکثر استفاده از قسمت های رسانای الکتریکی سازه انجام شود. با انجام این کار، طراحی و ساخت و نصب یکپارچه آسان تر می شود، جنبه های کلی زیبایی شناسی را می توان بهبود بخشید و اثربخشی LPS را با حداقل هزینه و تلاش افزایش داد.

دسترسی به زمین و استفاده مناسب از فونداسیون به منظور تشکیل یک پایانه زمین موثر ممکن است پس از شروع کار ساخت و ساز در یک سایت غیرممکن باشد. بنابراین، مقاومت خاک و ماهیت زمین باید در اولین مرحله ممکن از یک پروژه در نظر گرفته شود. این اطلاعات برای طراحی یک سیستم پایانه زمینی اساسی است و ممکن است بر نحوه طراحی فونداسیون سازه تأثیر بگذارد. مشاوره منظم بین طراحان و نصابان، معماران و سازندگان LPS برای دستیابی به بهترین نتیجه با حداقل هزینه ضروری است. طراحی سیستم LPS بر اساس فلوچارت شکل ۳ انجام می گیرد.

GasPlus.ir

[14] LPS



شکل ۳- فلوچارت طراحی LPS

GasPlus.ir

۴-۳-۱- سیستم حفاظت خارجی در برابر صاعقه

۴-۳-۱-۱- کلیات

سیستم حفاظت خارجی جهت جلوگیری از برخورد مستقیم صاعقه به سازه تحت حفاظت می باشد و باید به گونه ای باشد که بدون ایجاد حرارت و انفجار جریان صاعقه را به زمین هدایت کند.

یادآوری: این سیستم به دو نوع ایزوله و غیر ایزوله تقسیم می شود.

۴-۳-۱-۲- اجزا سیستم حفاظت خارجی

سیستم حفاظت خارجی از اجزا زیر تشکیل می شود.

- سیستم پایانه هوایی
- هادی نزولی
- سیستم ارت

۴-۳-۱-۲-۱- سیستم پایانه هوایی

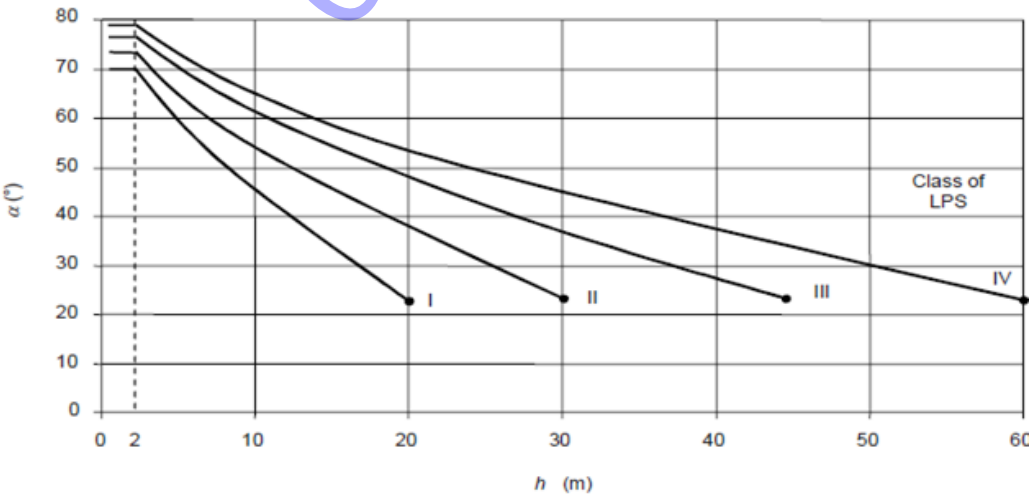
سیستم پایانه هوایی شامل راد، سیم گارد هوایی و سیستم مش می شود.

نصب سیستم پایانه هوایی به سه روش زیر طراحی می شود.

- روش زاویه حفاظتی
- روش گوی غلطان
- روش مش

در روش زاویه حفاظتی باتوجه به ارتفاع و کلاس حفاظت مقدار زاویه حفاظتی مطابق شکل ۴ مشخص می گردد.

روش گوی غلطان درتمام حالت ها کاربرد دارد، روش مش برای سطوح صاف طراحی می گردد.



شکل ۴ - مقدار زاویه حفاظت در مقابل صاعقه

GasPlus.ir

درجدول ۴ شعاع گوی غلطان و ابعاد مش را با توجه به کلاس حفاظت صاعقه مشخص شده است.

جدول ۴ - شعاع گوی غلطان و ابعاد مش

Protection method		
Class of LPS	Rolling sphere radius r m	Mesh size w_m m
I	20	5 × 5
II	30	10 × 10
III	45	15 × 15
IV	60	20 × 20

یادآوری: مشخصات فنی والزامات مواد و سازه های دکل نگهدارنده پایانه هوایی از نوع میله ای و سیم هـای معلـق بـه کار برده شده در سیستم حفاظت صاعقه از نظر بارهای وارده بر سازه باید مطابق با مبحث ششم و از نظر طرح واجرای سازه های فولادی مطابق با مبحث دهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۴-۳-۱-۲- ۲- سیستم پایانه هوایی ایزوله

برای استراکچر هایی که از مواد آتش زا ساخته شده اند پایانه هوایی باید از سازه تحت حفاظت فاصله داشته باشد[۱۵].

یادآوری: اگر سازه در زون خطر قرار داشته باشد پایانه هوایی باید خارج از زون خطر نصب شود[۱۶] .

۴-۳-۱-۲- ۳- سیستم پایانه هوایی غیر ایزوله

برای سازه هایی که در منطقه خطر نیستند پایانه هوایی به یکی از روشهای زیر می باشد:

- اگر سقف از مواد آتش زا ساخته نشده باشد پایانه هوایی می تواند بر روی سقف قرار گیرد.

یادآوری۱: استفاده از اجزا طبیعی بعنوان پایانه هوایی مطابق بند 5.2.5 استاندارد IEC 62305-3 می باشد.

یادآوری ۲: از خطوط لوله تحت فشار که حاوی مواد قابل اشتعال هستند برای پایانه هوایی استفاده نگردد.

۴-۳-۱-۳- هادی نزولی

۴-۳-۱-۳- ۱- کلیات

این هادی جهت انتقال جریان صاعقه از نقطه برخورد به LPS به زمین می باشد و برای جلوگیری از خسارت در اثر جریان خروجی صاعقه از LPS، هادی نزولی باید در مسیر مشخص از محل برخورد صاعقه تا زمین قرار گیرد و دارای شرایط زیر باشد:

- دارای چندین مسیر موازی باشد.
- طول مسیر عبور جریان در کوتاه ترین حالت باشد.
- همبندی برای اجزا هادی سازه انجام شود. مطابق با الزامات بند ۴-۳-۲-۲ باشد.

[15] IEC 62305-3 5.2.4
[16] IEC 62305-3 ANEX D

GasPlus.ir

۴-۳-۱-۳- ۲- جانمایی هادی نزولی در سیستم ایزوله حفاظت در برابر صاعقه

این سیستم باید دارای شرایط زیر باشد:

- اگر پایانه هوایی از میله های نصب شده بر روی دکل های مجزا از سازه(یا یک دکل) غیر فلزی یا از آهن تقویت شده بهم متصل نباشد، حداقل یک هادی میانی برای هر دکل نیاز است.
- با توجه به اینکه استاندارد منبع، استفاده از دکل های فلزی و دکل های ساخته شده از آهن تقویت شده متصل به هم (اجزا طبیعی) بعنوان هادی نزولی را با شروط زیر مجاز کرده است، اما استفاده از بدنه دکل های نگهدارنده پایانه هوایی از نوع میله ای و سیم های معلق به عنوان اجزای طبیعی سازه برای هادی نزولی مجاز نمی باشد و باید از هادی نزولی مطابق با الزامات استاندارد IEC 62305-3 و IEC 62561- 2 استفاده شود.
- در صورت استفاده از هادی روکش دار رعایت الزامات استاندارد IEC 62561-8 انجام شود.

استفاده از اجزای طبیعی سازه به عنوان هادی نزولی باید بر اساس تامین کننده الزامات زیر باشد:

- سطح مقطع و جنس مطابق با استاندارد IEC 62305-3 باشد.
- کل سازه همبند باشد و مقاومت الکتریکی از بالاترین تا پایین ترین نقطه سازه کمتر از ۰/۲ اهم باشد.

یادآوری :

- درصورتی که سیستم پایانه هوایی، سیم های معلق باشد در محل اتصال سیم های معلق به دکل حداقل یک هادی نزولی اجرا شود.
- در صورتیکه سیستم پایانه هوایی، مش باشد حداقل یک هادی نزولی در محل هر ساپورت انتهایی (در محل اتصال سیم های پیرامون مش) لازم است.

۴-۳-۱-۳- ۳- جانمایی هادی نزولی در سیستم غیر ایزوله حفاظت در برابر صاعقه

برای هر LPS غیر ایزوله تعداد هادی نزولی نباید کمتر از ۲ باشد و باید پیرامون سازه تحت حفاظت، توزیع شده باشد.

برای جانمایی هادی نزولی درسیستم ایزوله و غیر ایزوله یک فاصله مساوی بین هادیهای نزولی ترجیح داده می شود. (جدول۵)

جدول۵- حداکثر فاصله بین هادی های نزولی

Class of LPS	Typical distances m
I	10
II	10
III	15
IV	20

GasPlus.ir

۴-۳-۱-۳-۴- اجرای هادی نزولی

- هادی نزولی باید در کوتاهترین مسیر ممکن و تا حد امکان بصورت مستقیم نصب شود و از ایجاد لوپ جلوگیری شود. در صورتیکه شرایط اجرا به گونه ای باشد که در مسیر حلقه ایجاد شود، رعایت الزامات فاصله جداسازی مطابق استاندارد الزامی است.
- هادی های نزولی حتی اگر دارای روکش عایق باشند نباید در مسیر عبور باران باشند. (ناودان خروجی آب، فواره)

هادی نزولی در شرایط زیر می تواند از سازه تحت حفاظت ایزوله نباشد:

- اگر دیوار از مواد غیر آتش زا ساخته شده باشد.
- اگر مواد آتش زا در ساختمان دیوار باشد و هادی نزولی در سطح دیوار باشد باید حرارت ایجاد شده در هادی نزولی باعث آتش سوزی دیوار نشود.
- اگر مواد آتش زا در ساختمان دیوار باشد و حرارت ایجاد شده در هادی نزولی خطرناک باشد باید حداقل فاصله 10CM بین هادی نزولی و دیوار ایجاد شود و هادی نزولی در براکت قرار گیرد.

۴-۳-۱-۴- سیستم ارت

۴-۳-۱-۴- ۱- کلیات

با توجه به اینکه جریان صاعقه به زمین هدایت می شود جهت جلوگیری از اضافه ولتاژهای خطرناک شکل و ابعاد سیستم ترمینال زمین از اهمیت زیادی برخوردار است. مقاومت سیستم ارت مربوطه کمتر از ۱۰ اهم پیشنهاد می شود.

برای حفاظت در برابر صاعقه یک سیستم ارت یکپارچه پیشنهاد می شود که برای موارد دیگر(سیستم قدرت، سیستمهای مخابراتی) نیز مناسب است. سیستم ارت باید همبند شود. (مطابق بند ۴-۳-۲-۲)

یادآوری۱: شرایط ارت جداگانه و همبندی سیستم های ارت بوسیله دستورات ملی مشخص می شود.

یادآوری۲: اگر سیستم های ارت با متریال مختلف به همدیگر وصل شوند، مشکل خوردگی ایجاد می شود.

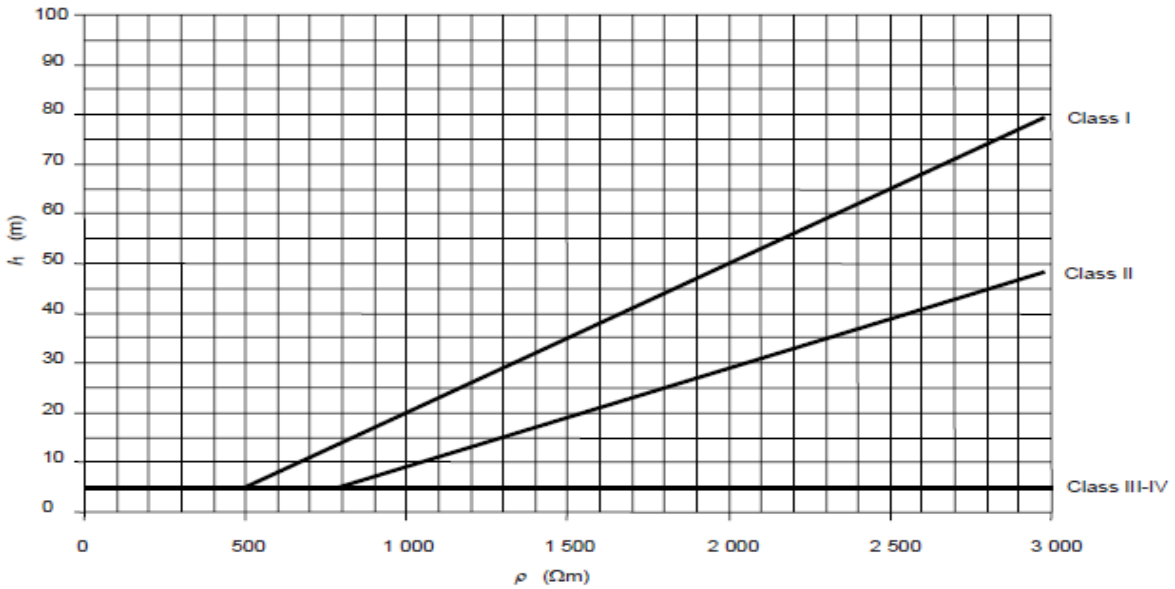
۴-۳-۱-۴- ۲- آرایش سیستم ارت در شرایط معمول

بصورت اساسی دو نوع آرایش الکترودهای زمین در سیستم ارت استفاده می شود.

۴-۳-۱-۴- ۳- Type A

در این تیپ شامل الکترود افقی یا عمودی که در خارج سازه نصب می شود و به هادی نزولی یا الکترود فوندانسیون وصل می شود. تعداد کل الکترودها نباید کمتر از دو باشد. حداقل طول الکترودها باید طبق شکل۵ باشد .

GasPlus.ir



شکل ۵ - حداقل طول الکترود

یادآوری ۱: حداقل طول در شکل باتوجه به مقاومت حداکثر ۱۰ اهم باشد.

یادآوری۲: اگر الزامات بالا برآورده نشود از سیستم ارت نوع B استفاده شود.

یادآوری۳: کاهش مقاومت زمین با گسترده کردن الکترودها حداکثر به طول 60m انجام شود و در صورت فراهم نشدن مقاومت مورد نظر استفاده از نوع B، یا اضافه کردن مواد کاهنده پیشنهاد می شود.

TYPE B -۴ -۴-۱-۳-۴

در این نوع آرایش سیستم زمین ، از یک حلقه هادی بیرون از ساختمان تحت حفاظت که حداقل در ۸۰ درصد طول خود با خاک در تماس باشد استفاده می شود یا از الکترود زمین فوندانسیون که تشکیل حلقه بسته می دهد، استفاده می شود این قبیل الکترودها به صورت مش هم ممکن است اجرا شوند.

یادآوری۱: اگرچه ۲۰ درصد الکترود از خاک بیرون است ولی الکترود در تمام طول خود پیوسته و یکپارچه است.

برای الکترود زمین مقدار شعاع متوسط re سطح محصور بوسیله الکترود زمین حلقه (یا الکترود زمین فوندانسیون) می بایست از مقدار l1 در شکل۵ کمتر نباشد. re > l1

اگر مقدار l1 بزرگتر از مقدار مناسب re است، الکترودهای افقیlr و عمودیlv بصورت اضافی باید در طول l1 افزوده شوند.

lr = l1 – re
lv = (l1 – re) / 2

- پیشنهاد می شود تعداد الکترودها کمتر از تعداد هادی های نزولی نباشد و حداقل ۲ عدد باشد.
- توصیه می شود الکترودهای اضافه به الکترود زمین درست در نقطه ای که هادی نزولی به آن متصل است باشد و تا آنجا که ممکن است در فواصل یکسان متصل شوند.

GasPlus.ir

۴-۳-۲- سیستم حفاظت داخلی در مقابل صاعقه

۴-۳-۲- ۱- کلیات

سیستم حفاظت صاعقه داخلی باید از بروز جرقه های خطرناک در داخل سازه تحت حفاظت، که ناشی از جاری شدن جریان صاعقه در سیستم حفاظت خارجی یا سایر بخش های سازه می باشد جلوگیری نماید.

احتمال بروز جرقه های خطرناک بین سیستم حفاظت صاعقه خارجی و اجزا زیر وجود دارد:

- تاسیسات فلزی
- سیستم های داخلی
- بخش های هادی خارجی و خطوط (برق و مخابرات و...) متصل به سازه تحت حفاظت

یادآوری۱: جرقه های رخ داده در داخل سازه های با خطر انفجار، همیشه خطرناک هستند. در این شرایط تمهیدات حفاظتی خاصی باید به کار رود که در پیوست D استاندارد IEC62305-3 به آنها اشاره شده است.

یادآوری۲: برای حفاظت سیستم های داخلی در برابر اضافه ولتاژ، به استاندارد IEC62305-4 مراجعه شود.

به منظور جلوگیری از بروز جرقه های خطرناک بین اجزاء مختلف می توان از روشهای زیر استفاده نمود:

- همبندی به منظور هم پتانسیل سازی
- عایق سازی الکتریکی بین اجزا مختلف

۴-۳-۲- ۲- همبندی به منظور هم پتانسیل سازی صاعقه

۴-۳-۲- ۲- ۱ - کلیات

هم پتانسیل سازی در یک سازه بوسیله اتصال اجزاء سیستم حفاظت صاعقه با قسمتهای زیر حاصل می شود:

- تاسیسات فلزی
- سیستمهای داخلی
- بخش های هادی خارجی و خطوط (برق، مخابرات و ...) متصل به ساختمان

هنگامی که همبندی به منظور هم پتانسیل سازی صاعقه با سیستم های داخلی ایجاد می شود، احتمال جاری شدن بخشی از جریان صاعقه به این قبیل تجهیزات وجود دارد که این امر باید مد نظر قرار گیرد.

برای ایجاد این اتصالات می توان از روش های زیر استفاده نمود:

- استفاده از هادی های همبندی، در جاهایی که پیوستگی الکتریکی بصورت طبیعی وجود نداشته باشد.
- استفاده از برقگیر حفاظتی (SPD) در جاهایی که اتصال مستقیم با استفاده از هادی های همبندی ممکن نباشد.
- استفاده از اسپارک گپ (ISG) در جاهایی (مانند خطوط لوله که حفاظت کاتدی می شوند) که اتصال مستقیم با استفاده از هادی های همبندی مجاز نباشد.

چگونگی انجام همبندی به منظور هم پتانسیل سازی سیستم حفاظت صاعقه بسیار حائز اهمیت بوده، به گونه ای که باید موضوع همبندی با بهره بردار سیستم شبکه مخابرات، شبکه برق، خطوط لوله و سایر بهره برداران و مراجع

GasPlus.ir

ذیصلاح به جهت هماهنگی های فنی لازم و عدم تداخل کاری احتمالی مورد بحث و تبادل نظر قرار گیرد. برقگیرهای حفاظتی (SPD) بایستی در مکان هایی نصب شوند که امکان بازرسی دوره ای وجود داشته باشد.

یادآوری۱: در صورت نصب سیستم حفاظت صاعقه، امکان تاثیرپذیری قسمت های فلزی خارج ساختمان وجود دارد، این امر بایستی در طراحی مد نظر قرار گیرد. در برخی موارد اجرای همبندی برای هم پتانسیل سازی با قسمت های فلزی خارج از ساختمان الزامی می باشد.

یادآوری۲: همبندی به منظور هم پتانسیل سازی سیستم حفاظت صاعقه بایستی با سایر همبندیهای هم پتانسیل ساز درون ساختمان هماهنگ و یکپارچه باشد.

۴-۳-۲-۲-۲- همبندی به منظور هم پتانسیل سازی صاعقه با تاسیسات فلزی

در صورت استفاده از سیستم حفاظت صاعقه ایزوله، همبندی برای هم پتانسیل سازی سیستم حفاظت صاعقه باید فقط در سطح زمین صورت پذیرد.

در صورت استفاده از سیستم حفاظت صاعقه غیرایزوله، همبندی به منظور هم پتانسیل سازی باید در مکان های زیر صورت پذیرد :

- در زیرزمین یا در نزدیکی سطح زمین هادیهای همبندی باید به شینه همبندی موجود به گونه ای متصل گرددکه امکان دسترسی آسان و بازرسی دوره ای آن وجود داشته باشد. شینه های همبندی باید به سیستم پایانه زمین متصل گردند. در ساختمان های بزرگ (به طور معمول با طول بیشتر از ۲۰ متر در یکی از اضلاع ساختمان)، شینه همبندی می تواند به صورت یک رینگ پیرامون ساختمان با چندین شینه همبندی در نقاط مختلف ساختمان که به یکدیگر متصل شده اند، مورد استفاده قرار گیرد.

در جایی که الزامات عایقی رعایت نشده باشد مطابق 6.2 IEC 62305-3 اجرا گردد.

اتصالات همبندی به منظور هم پتانسیل سازی حفاظت باید تا حد امکان به صورت مستقیم (بدون پیچ و تاب) اجرا گردد.

یادآوری: زمانی که همبندی به منظور هم پتانسیل سازی صاعقه با اجزا داخلی ایجاد می شود، بخشی از جریان صاعقه ممکن است وارد این اجزا گردد. بنابراین آثار و نتایج آن را نیز باید در نظر گرفت.

حداقل سطح مقطع هادی همبندی برای اتصال شینه های همبندی مختلف به یکدیگر و یا اتصال به سیستم پایانه زمین باید مطابق جداول ۶ و۷ باشد.

GasPlus.ir

جدول ۶ - حداقل سطح مقطع هادیهای همبندی به سیستم زمین

Class of LPS	Material	Cross-section mm²
I to IV	Copper	16
	Aluminium	25
	Steel	50

جدول ۷- حداقل سطح مقطع هادی های همبندی داخلی

Class of LPS	Material	Cross-section mm²
I to IV	Copper	6
	Aluminium	10
	Steel	16

اگر یک قطعه عایق در ساختمان لوله های فلزی گاز و آب قرار گرفته باشد (در قسمت فلنج)، بـه منظـور حفاظـت در داخل سازه، با کسب مجوز از اداره گاز و اداره آب، بایستی دو طرف آن قطعه عـایق، توسـط اسـپارک گـپ کـه بـدین منظور طراحی شده متصل گردند. اسپارک گپ ها (ISG) باید براساس استاندارد IEC62561-3 تسـت گردنـد و دارای مشخصات فنی بر اساس پیوست C از استاندارد 62305-3 باشند.

یادآوری: برای همبندی خطوط لوله که از طریق ایزولاتور از هم جدا می شوند از اسپارک گپ استفاده می شود.

برای اطلاعات بیشتر پیوست پ مشاهده شود.

۴-۳-۲-۲-۳- همبندی به منظور هم پتانسیل سازی صاعقه برای بخش های هادی خارجی

به منظور ایجاد همبندی هم پتانسیل سازی برای بخش های هادی خارجی، این امر باید تا حد امکان نزدیک به نقطه ورود تاسیسات به ساختمان مورد حفاظت صورت پذیرد. هادی های همبندی باید توانایی تحمل عبور جریان IF از کل جریان صاعقه، که مطابق با پیوست E از استاندارد IEC 62305-1 مورد ارزیابی قرار می گیرد، را داشته باشند.

اگر همبندی مستقیم قابل قبول نباشد، باید از ISG ها با مشخصات فنی استاندارد IEC 62305-3 استفاده گردد.

یادآوری: زمانی که همبندی به منظور هم پتانسیل سازی ضروری بوده اما نصب سیستم حفاظت صـاعقه الزامـی نمـی باشد، می توان از پایانه زمین تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف بدین منظور استفاده نمود. بـه منظـور بررسـی نیـاز بـه نصب سیستم حفاظت صاعقه به بخش ۴-۲ مراجعه شود.

GasPlus.ir

۴-۳-۲-۲-۴- همبندی به منظور هم پتانسیل سازی صاعقه برای سیستمهای داخلی

اجرای همبندی به منظور هم پتانسیل سازی صاعقه باید براساس بندهای ۱ و ۲ بخش۴-۳-۲-۲ صورت پذیرد.

- اگر کابل های سیستم های داخلی شیلددار باشند و یا از داخل لوله های فلزی عبور کرده باشند کافیست تا شیلد این کابل ها و یا لوله های فلزی همبند شوند (پیوست B در استاندارد IEC 62305-3)

یادآوری: این امکان وجود دارد که همبندی شیلد کابل ها و لوله ها، مانع از بروز ایراد در تجهیزات متصل به این کابلها، در اثر اضافه ولتاژها نگردد. برای حفاظت این قبیل تجهیزات به استاندارد IEC 62305-4 مراجعه نمایید.

- اگر کابل های سیستم های داخلی فاقد شیلد بوده و از داخل لوله فلزی نیز عبور نکرده باشند، باید همبندی آنها از طریق SPD ها صورت پذیرد. در سیستم TN، هادی های حفاظتی (PE) و حفاظتی خنثی (PEN) باید به صورت مستقیم یا از طریق برقگیر حفاظتی (SPD) به سیستم حفاظت صاعقه متصل گردند.

- هادی های همبندی باید دارای تحمل جریانی یکسان با ISG ها باشند.

برقگیرهای حفاظتی (SPD) می بایست مطابق با استانداردهای IEC 61643-1 و IEC 61643-21 باشند و دارای مشخصات زیر باشند:

- $I_{imp} \geq I_{kc}$ که در آن I_{kc} جریان صاعقه عبوری از قسمتهای خارجی مربوط به سیستم LPS می باشد.

یادآوری: برای اطلاعات بیشتر به Annex c استاندارد 62503-3 مراجعه شود.

- سطح حفاظتی (U_P) آنها پایینتر از سطح تحمل جربان ضربه اجزاء عایق[17] بین دو بخش باشد.
- اگر نیاز به حفاظت سیستم داخلی در برابر سرج باشد هماهنگی حفاظتی مابین SPD ها مطابق الزامات بخش۷ از IEC62305- 4 ضروری می باشد.

۴-۳-۲-۲-۵- همبندی به منظور هم پتانسیل سازی صاعقه برای خطوط متصل به ساختمان تحت حفاظت

- همبندی به منظور هم پتانسیل سازی صاعقه برای خطوط الکتریکی و مخابراتی باید مطابق با بخش ۴-۳-۲-۲ صورت پذیرد. تمام هادی ها در هر یک از خطوط باید از طریق برقگیر حفاظتی[18] به شینه همبندی متصل شوند.

- هادی های برقدار باید الزاما با استفاده برقگیر حفاظتی به شینه همبندی متصل گردند. در سیستم TN هادی های حفاظتی (PE) و حفاظتی خنثی (PEN) باید به صورت مستقیم یا از طریق برقگیر حفاظتی به شینه همبندی متصل شوند.

[17] Impulse Withstand Level
[18] SPD

GasPlus.ir

- اگر خطوط شیلددار باشند و یا مسیر عبور آنها از لوله های فلزی باشد، شیلد یا لوله ها باید همبند شوند. همبندی به منظور هم پتانسیل سازی صاعقه برای هادی ها در صورتی که سطح مقطع این شیلدها یا لوله های فلزی، از حداقل سطح مقطع تعیین شده در پیوست B استاندارد IEC 62305-3 کمتر نباشد ضروری نیست.

- همبندی شیلد کابل ها یا لوله های فلزی، به منظور ایجاد هم پتانسیل سازی صاعقه، باید در نزدیکترین نقطه ورود آنها به ساختمان اجرا گردد .

- هادی های همبندی باید دارای تحمل جریانی یکسان با ISG ها باشند و برقگیرهای حفاظتی باید مطابق استانداردهای IEC61643-1 و IEC61643-21 بوده و دارای مشخصات فنی زیر باشند:

- (limp > IF) تست شده باشد که در آن IF جریان صاعقه است که درخطوط جاری می شود (پیوست E از استاندارد IEC62305-1 را ملاحظه نمایید).

- سطح حفاظتی (U_P) آنها پایینتر از سطح تحمل جربان ضربه اجزاء عایق بین دو بخش باشد.

اگر سیستم های الکتریکی و الکترونیکی متصل به خطوط ورودی به ساختمان، نیاز به حفاظت در برابر سرج داشته باشند، هماهنگی حفاظتی مابین SPD ها مطابق الزامات بخش ۷ از IEC62305- 4 ضروری می باشد.

یادآوری: زمانی که همبندی به منظور هم پتانسیل سازی ضروری بوده اما نصب سیستم حفاظت صاعقه الزامی میباشد، می توان از پایانه زمین تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف بدین منظور استفاده نمود. به منظور بررسی نیاز به نصب سیستم حفاظت صاعقه (بر اساس مطالعات مدیریت ریسک) به استاندارد IEC 62305-2 مراجعه شود.

۴-۳-۲-۲-۶- عایق سازی الکتریکی سیستم حفاظت صاعقه خارجی

۴-۳-۲-۲-۶-۱- کلیات

عایق سازی الکتریکی بین پایانه هوایی یا هادی نزولی با بخش های فلزی سازه، تاسیسات فلزی و سیستم های داخلی، از طریق رعایت فاصله جداسازی، S، بین این قسمت ها فراهم می گردد، رابطه کلی برای محاسبه و به صورت زیر می باشد.

$$s = \frac{k_i}{k_m} \times k_c \times l \quad (m)$$

K_i : بستگی به کلاس سیستم حفاظت صاعقه منتخب دارد. (جدول ۸)

K_m: بستگی به جنس ماده عایق موجود در فاصله جداسازی دارد . (جدول ۹)

K_c : بستگی به مقدار جریان عبوری از پایانه هوایی و هادی نزولی دارد (جدول ۱۰ و پیوست E)

l : طول بر حسب متر، در امتداد پایانه هوایی و هادی نزولی از نقطه ای که فاصله جداسازی باید مورد محاسبه قرار گیرد تا نزدیکترین نقطه همبندی با پایانه زمین می باشد (پیوست E بخش6.3 از استاندارد IEC 62305-3)

GasPlus.ir

جدول۸- عایق سازی بخش خارجی سیستم حفاظت صاعقه، مقادیر مختلف ضرایب K

Class of LPS	k_i
I	0,08
II	0,06
III and IV	0,04

جدول۹- عایق سازی بخش خارجی سیستم حفاظت صاعقه - مقادیر مختلف ضرایب Km

Material	k_m
Air	1
Concrete, bricks, wood	0,5
NOTE 1 When there are several insulating materials in series, it is a good practice to use the lower value for k_m. NOTE 2 In using other insulating materials, construction guidance and the value of k_m should be provided by the manufacturer.	

یادآوری۱: در صورتی که چندین ماده عایقی به صورت سری قرار داشته باشند، بهترین کار استفاده از کمترین مقدار km می باشد.

یادآوری۲: در صورتی که از مواد خاصی جهت عایق سازی استفاده شده باشد. مقدار ضریب km بایستی توسط سازنده ارائه گردد.

۴-۳-۲- ۲- ۶- ۲- روش ساده

در سازه‌های معمولی برای اجرای معادله (۱) ، شرایط زیر باید در نظر گرفته شود:

- kc به جریان صاعقه (جزئی) که بر روی آرایش رسانای پایین جریان می‌یابد بستگی دارد.[۱۹]

- l طول عمودی، بر حسب متر، در امتداد رسانای پایینی، از نقطه ای که فاصله جداسازی در نظر گرفته می شود تا نزدیک ترین نقطه اتصال هم پتانسیل است.

[۱۹] جدول ۱۲ و ضمیمه C استاندارد 62305-3

GasPlus.ir

جدول ۱۰- عایق سازی بخش خارجی سیستم حفاظت صاعقه - مقادیر مختلف ضرایب Kc

Number of down-conductors *n*	k_c
1 (only in case of an isolated LPS)	1
2	0,66
3 and more	0,44
NOTE Values of Table 12 apply for all type B earthing arrangements and for type A earthing arrangements, provided that the earth resistance of neighbouring earth electrodes do not differ by more than a factor of 2. If the earth resistances of single earth electrodes differ by more than a factor of 2, k_c = 1 is to be assumed.	

- در شرایطی که خطوط و هادی های خارجی به ساختمان وارد می شوند، همواره باید از همبندی به منظور هم پتانسیل سازی در نقطه ورود به ساختمان مطمئن بود (خواه اتصال مستقیم، خواه اتصال از طریق برقگیر حفاظتی(SPD) باشد.
- در ساختمانهای دارای اسکلت فلزی یا بتن مسلح که پیوستگی الکتریکی بین این بخشها وجود دارد، رعایت فاصله جداسازی الزامی نیست.
- ضریب Kc مربوط به جریان صاعقه گذرنده از پایانه هوایی و هادیهای نزولی به کلاس سیستم حفاظت صاعقه، به تعداد کل هادیهای نزولی ، به موقعیت هادیهای نزولی، هادیهای ارتباطاتی رینگها و نوع سیستم پایانه زمین وابسته است. فاصله جداسازی مورد نیاز، به افت ولتاژ در کوتاه‌ترین مسیر از نقطه‌ای که فاصله جداسازی باید در آن مد نظر قرار گیرد تا الکترود زمین یا نزدیکترین نقطه همبندی به منظور هم پتانسیل سازی بستگی دارد.

یادآوری: برای اطلاعات بیشتر به استاندارد IEC62305-3 مراجعه گردد.

۴-۳-۳- حفاظت در برابر صدمات وارد شده ناشی از ولتاژ تماس و ولتاژ گام

۴-۳-۳-۱- حفاظت در برابر صدمات وارد شده ولتاژ تماس

در شرایط مختلف، مجاورت با هادی های نزولی یک سیستم LPS ممکن است برای زندگی خطرناک باشد حتی اگر LPS بر اساس الزامات این استاندارد طراحی و اجرا شده باشد.

در صورتی که هریک از شرایط زیر ایجاد شود خطر در سطح قابل قبولی کاهش پیدا می کند:

الف) در شرایط عادی بهره برداری اشخاص در فاصله ۳ متری از هادی های نزولی نباشند.

ب) اجرای سیستم با حداقل ۱۰ هادی نزولی و با رعایت بند 5.3.5 استاندارد IEC 62305 -3 انجام شود.

ج) مقاومت تماس لایه سطحی خاک از هادی نزولی تا شعاع ۳ متری کمتر از ۱۰۰ کیلو اهم نباشد.

یادآوری: یک لایه از مواد عایق مثل آسفالت با ضخامت ۵ سانتی متر یا گراول با ضخامت ۱۵ سانتی متر معمولا در کاهش خطر موثر است.

GasPlus.ir

اگر هیچکدام از شرایط بالا انجام نشود جهت کاهش خطرات ولتاژ تماس موارد زیر انجام شود:

- عایق کردن هادی نزولی در محل های در دسترس بطوریکه در برابر ولتاژ ضربه ۱۰۰کیلو ولت 1.2/50 µs ایستادگی کند. عایق باید حداقل ۳ میلیمتر ضخامت داشته باشد و ازجنس پلی اتیلن کراس لینک شده باشد.
- ایجادموانع فیزیکی و نصب علایم خطرجهت کاهش احتمال دسترسی افراد به هادی نزولی

حفاظت های انجام شده باید مطابق با استانداردهای مربوطه باشد. (رجوع شود به ISO 3864-1)

۴-۳-۳-۲-حفاظت در برابر صدمات وارد شده ولتاژ گام

در شرایط مختلف، مجاورت با هادی های نزولی یک سیستم LPS ممکن است برای زندگی خطرناک باشد حتی اگر LPS بر اساس استاندارد طراحی و اجرا شده باشد.

اگر هریک از شرایط زیربنا به موقعیت محل انجام شود خطر در سطح قابل قبول کاهش پیدا می کند:

الف) در شرایط عادی بهره برداری اشخاص در فاصله ۳ متری از هادی های نزولی نباشند.

ب) اجرای سیستم با حداقل ۱۰ هادی نزولی و با رعایت بند 5.3.5 استاندارد IEC 62305 -3 انجام شود.

ج) مقاومت تماس لایه سطحی خاک از هادی نزولی تا شعاع ۳ متری کمتر از ۱۰۰ کیلو اهم نباشد.

یادآوری: یک لایه از مواد عایق مثل آسفالت با ضخامت ۵ سانتی متر یا گراول با ضخامت ۱۵ سانتی متر معمولا در کاهش خطر موثر است.

اگر هیچکدام از شرایط بالا انجام نشود جهت کاهش خطرات ولتاژ گام موارد زیر انجام شود:

- یکسان سازی ولتاژ با انجام مش‌بندی سیستم زمین
- قرار دادن موانع فیزیکی و یا علائم هشدار دهنده برای به حداقل رساندن احتمال دسترسی به ناحیه خطر، در فاصله ۳ متری از هادی نزولی.

حفاظت های انجام شده باید مطابق با استانداردهای مربوطه باشد. (رجوع شود به ISO 3864-1)

۴-۴-اجزا

۴-۴-۱- کلیات

اجزای LPS باید در برابر اثرات الکترومغناطیسی جریان صاعقه و تنش های تصادفی قابل پیش بینی بدون آسیب مقاومت کنند، با انتخاب قطعاتی که مطابق با سری IEC 62561 با موفقیت آزمایش شده اند می توان به این منظور دست یافت.

اجزای یک LPS باید از مواد ذکر شده در جدول ۱۱ یا از مواد دیگر با ویژگی های عملکرد مکانیکی، الکتریکی و شیمیایی (خوردگی) معادل ساخته شوند.

GasPlus.ir

جدول ۱۱- ویژگی های عملکرد مکانیکی، الکتریکی و شیمیایی مواد

Material	Use			Corrosion		
	In open air	In earth	In concrete	Resistance	Increased by	May be destroyed by galvanic coupling with
Copper	Solid Stranded	Solid Stranded As coating	Solid Stranded As coating	Good in many environments	Sulphur compounds Organic materials	–
Hot galvanized steel[c, d, e]	Solid Stranded[b]	Solid	Solid Stranded[b]	Acceptable in air, in concrete and in benign soil	High chlorides content	Copper
Steel with electro-deposited copper	Solid	Solid	Solid	Good in many environments	Sulphur compounds	
Stainless steel	Solid Stranded	Solid Stranded	Solid Stranded	Good in many environments	High chlorides content	–
Aluminium	Solid Stranded	Unsuitable	Unsuitable	Good in atmospheres containing low concentrations of sulphur and chloride	Alkaline solutions	Copper
Lead[f]	Solid As coating	Solid As coating	Unsuitable	Good in atmosphere with high concentration of sulphates	Acid soils	Copper Stainless steel

[a] This table gives general guidance only. In special circumstances more careful corrosion immunity considerations are required (see Annex E).

[b] Stranded conductors are more vulnerable to corrosion than solid conductors. Stranded conductors are also vulnerable where they enter or exit earth/concrete positions. This is the reason why stranded galvanized steel is not recommended in earth.

[c] Galvanized steel may be corroded in clay soil or moist soil.

[d] Galvanized steel in concrete should not extend into the soil due to possible corrosion of the steel just outside the concrete.

[e] Galvanized steel in contact with reinforcement steel in concrete should not be used in coastal areas where there may be salt in the ground water

[f] Use of lead in the earth is often banned or restricted due to environmental concerns.

Gasplus.ir

۴-۴-۲-محکم کردن[20]

سیستم پایانه هوایی و هادی نزولی باید بطور محکم ثابت شوند تا نیروهای الکترودینامیکی یا تصادفی مکانیکی(به عنوان مثال ارتعاشات، انبساط حرارتی و غیره) باعث شکستن یا شل شدن هادی‌ها نشوند. (IEC 62305-1).

۴-۴-۳- اتصالات

تعداد اتصالات در امتداد هادی‌ها باید به حداقل برسد. اتصالات باید با وسایلی مانند لحیم کاری، جوشکاری، گیره، پیچ یا پیچ و مهره محکم[21] شوند تا از اتصالات ضعیف[22] جلوگیری شود .

[20] FIXING
[21] Secure
[22] Poor Connection

۴-۴-۴- متریال و ابعاد

۴-۴-۴-۱- متریال

مواد و ابعاد آن باید با در نظر گرفتن احتمال خوردگی سازه تحت حفاظت یا LPS انتخاب شود.

۴-۴-۴-۱-۱- الزامات مواد و تجهیزات

انتخاب مواد سیستم زمین حفاظت خارجی در برابر صاعقه مطابق جدول ۱۲ می باشد.

جدول ۱۲ - انتخاب مواد بر اساس استانداردهای IEC 62305-3 و IEC 62561-2

محیط / جنس مواد	خوردگی پایین	خوردگی متوسط	خوردگی بالا
مس و مس قلع اندود شده Copper, tin plated copper	مجاز	غیرمجاز	غیرمجاز
فولاد با گالوانیزه غوطه وری گرم hot dip galvanized Steel	مجاز	مجاز	غیر مجاز
فولاد لخت Bare Steel	مجاز	غیرمجاز	غیرمجاز
فولاد با روکش مس Copper coated steel	مجاز	غیرمجاز	غیرمجاز
فولاد زنگ نزن Stainless steel	مجاز	مجاز	مجاز

اولویت استفاده از مواد مجاز در جدول فوق با در نظر گرفتن مشخصات مکانیکی و شرایط اجرایی، ملاحظات اقتصادی تعیین می گردد.

۴-۴-۴-۱-۲- انتخاب معیار خورندگی خاک

انتخاب معیار خورندگی خاک به صورت جدول ۱۳می باشد.

جدول ۱۳- معیار خورندگی خاک مطابق با استاندارد IEC 62561-7 و BS EN 12501-2

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 ۱۰mg/Kg، محیط با خورندگی پایین محسوب شده و با سولفاید بیشتر از ۱۰mg/Kg با خورندگی متوسط و بالا محسوب می گردد.

GasPlus.ir

۴-۴-۴- ۲- ابعاد

پیکربندی ها و حداقل سطح مقطع هادی های سیستم پایانه هوایی، میله های پایانه هوایی و هادی های نزولی در جداول ۱۴و۱۵ آورده شده است و باید مطابق با الزامات و آزمایشات مطابق با سری IEC 62561 باشد.

جدول ۱۴- ابعاد و حداقل سطح مقطع مواد مربوط به پایانه هوایی و هادی نزولی

Material	Configuration	Cross-sectional area mm^2
Copper, Tin plated copper	Solid tape	50
	Solid round[b]	50
	Stranded[b]	50
	Solid round[c]	176
Aluminium	Solid tape	70
	Solid round	50
	Stranded	50
Aluminium alloy	Solid tape	50
	Solid round	50
	Stranded	50
	Solid round[c]	176
Copper coated aluminium alloy	Solid round	50
Hot dipped galvanized steel	Solid tape	50
	Solid round	50
	Stranded	50
	Solid round[c]	176
Copper coated steel	Solid round	50
	Solid tape	50
Stainless steel	Solid tape[d]	50
	Solid round[d]	50
	Stranded	70
	Solid round[c]	176

[a] Mechanical and electrical characteristics as well as corrosion resistance properties shall meet the requirements of the future IEC 62561 series.

[b] 50 mm^2 (8 mm diameter) may be reduced to 25 mm^2 in certain applications where mechanical strength is not an essential requirement. Consideration should in this case, be given to reducing the spacing between the fasteners.

[c] Applicable for air-termination rods and earth lead-in rods. For air-termination rods where mechanical stress such as wind loading is not critical, a 9,5 mm diameter, 1 m long rod may be used.

[d] If thermal and mechanical considerations are important then these values should be increased to 75 mm².

GasPlus.ir

جدول ۱۵- ابعاد و حداقل سطح مقطع مواد مربوط به سیستم زمین

Material	Configuration	Dimensions		
		Earth rod diameter mm	Earth conductor mm^2	Earth plate mm
Copper Tin plated copper	Stranded		50	
	Solid round	15	50	
	Solid tape		50	
	Pipe	20		
	Solid plate			500 × 500
	Lattice plate[c]			600 × 600
Hot dipped galvanized steel	Solid round	14	78	
	Pipe	25		
	Solid tape		90	
	Solid plate			500 × 500
	Lattice plate[c]			600 × 600
	Profile	[d]		
Bare steel[b]	Stranded		70	
	Solid round		78	
	Solid tape		75	
Copper coated steel	Solid round	14[f]	50	
	Solid tape		90	
Stainless steel	Solid round	15[f]	78	
	Solid tape		100	

[a] Mechanical and electrical characteristics as well as corrosion resistance properties shall meet the requirements of the future IEC 62561 series.

[b] Shall be embedded in concrete for a minimum depth of 50 mm.

[c] Lattice plate constructed with a minimum total length of the conductor of 4,8 m.

[d] Different profiles are permitted with a cross-section of 290 mm^2 and a minimum thickness of 3 mm, e.g. cross profile.

[e] In case of a Type B arrangement foundation earthing system, the earth electrode shall be correctly connected at least every 5 m with the reinforcement steel.

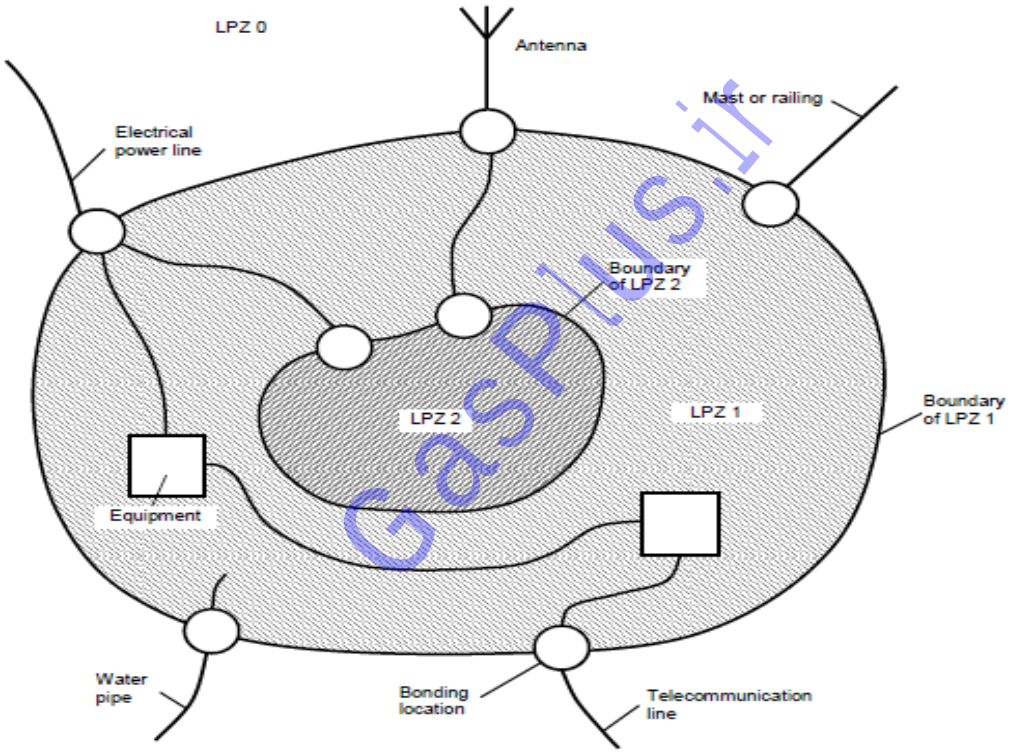
[f] In some countries the diameter may be reduced to 12,7 mm.

GasPlus.ir

۵–حفاظت تجهیزات الکترونیکی و الکتریکی داخل سازه[۲۳]

سیستم های الکتریکی و الکترونیکی داخل سازه، تجهیزاتی هستند که در معرض آسیب امواج الکترومغناطیس صاعقه هستند بنابراین نیاز به یک سیستم حفاظت برای جلوگیری از آسیب این تجهیزات داخلی می باشد.

حفاظت در برابرموج الکترومغناطیس صاعقه[۲۴]بر پایه ناحیه بندی حفاظت صاعقه[۲۵]می باشد. ناحیه شامل سیستم هایی است که می بایست حفاظت شوند و بر این اساس به نواحی مختلف تقسیم بندی می شوند این نواحی به صورت تئوری به بخشی از فضا (یا یک سیستم داخلی) در جایی که شدت LEMP مطابق با سطح قابل تحمل سیستم های داخلی بسته می باشد، اطلاق می شود. نواحی متوالی بر اساس تغییرات قابل ملاحظه در شدت LEMP تفکیک می شود، مرز هر LPZ با تجهیز حفاظتی به کار گرفته شده تعیین می گردد. (شکل ۶)



شکل۶- همبندی سرویس ورودی بوسیله SPD مناسب◯

یادآوری: این شکل نشان دهنده یک مثال برای تقسیم بندی به LPZ های داخلی است. تمام قسمتهای فلزی سرویس های ورودی[۲۶] به سازه باید از طریق شینه های مربوطه LPZ1 همبند شوند. علاوه بر این قسمت فلزی سرویس های ورودی به LPZ2 (مثل اتاق کامپیوتر و ...) هم از طریق شینه های این ناحیه در مرز LPZ2 همبند می شوند.

[23] SPM
[24] LEMP
[25] LPZ

[۲۶] خطوط لوله آب، گاز، سینی کابل، کاندویت و غیره ...

۵-۱- ناحیه های حفاظتی صاعقه (LPZ)

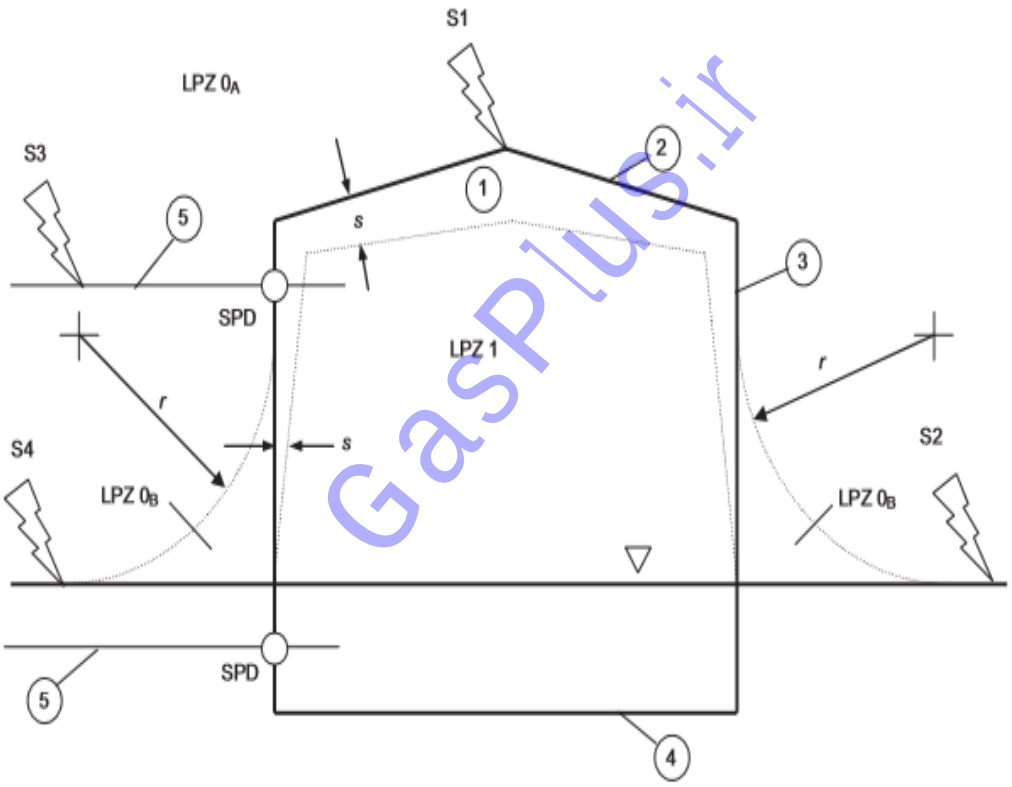
با توجه به خطرات صاعقه، نواحی حفاظتی به شرح زیر تعریف می شوند. (شکل ۷)

۵-۱-۲- نواحی خارجی

LPZ 0: ناحیه ای است که درآن خطر موج الکترو مغناطیس صاعقه تضعیف نشده است و سیستم های داخلی ممکن است در معرض جریان کامل یا جزیی ضربه صاعقه قرار گیرند. LPZ 0 خود به دو ناحیه تقسیم می شود:

$LPZ\ 0_A$: ناحیه ای است که احتمال خطر مستقیم صاعقه و میدان الکترومغناطیسی کامل آن وجود دارد و سیستم های داخلی ممکن است در معرض جریان کامل سرج قرار گیرند.

$LPZ\ 0_B$: ناحیه ای است که در برابر برخورد مستقیم صاعقه حفاظت شده است ولی خطر میدان الکترو مغناطیسی کامل آن وجود دارد و سیستم های داخلی ممکن است در معرض تخلیه جزئی جریان صاعقه قرار گیرند.



شکل ۷ - نواحی خارجی حفاظت صاعقه

GasPlus.ir

Key

1	structure	S1	flash to the structure
2	air-termination system	S2	flash near to the structure
3	down-conductor system	S3	flash to a line connected to the structure
4	earth-termination system	S4	flash near a line connected to the structure
5	incoming lines	*r*	rolling sphere radius
		s	separation distance against dangerous sparking

▽ ground level

◯ lightning equipotential bonding by means of SPD

LPZ 0_A	direct flash, full lightning current
LPZ 0_B	no direct flash, partial lightning or induced current
LPZ 1	no direct flash, limited lightning or induced current
	protected volume inside LPZ 1 must respect separation distance *s*

ادامه شکل۷- نواحی خارجی حفاظت صاعقه

۵-۱-۳ - نواحی داخلی (محافظت شده در برابر برخورد های مستقیم صاعقه)

LPZ 1: ناحیه ای که جریان ضربه صاعقه بوسیله تقسیم جریان و یا بوسیله SPDها در مرزهای ناحیه محدود می شود. شیلد حفاظتی می تواند میدان الکترومغناطیسی صاعقه را میرا کند.

LPZ 2…n: ناحیه ای است که جریان صاعقه ممکن است بوسیله تقسیم جریان و یا بوسیله SPDهای اضافی در مرزهای ناحیه محدودتر شود. شیلدهای حفاظتی اضافی می تواند برای میرا سازی بیشتر میدان های الکترو مغناطیسی صاعقه استفاده شود.

ناحیه بندی LPZ ها بوسیله نصب LPMS ها پیاده سازی می شوند، به عنوان مثال توسط نصب SPD های هماهنگ شده و یا شیلد کردن مغناطیسی بسته به تعداد و نوع و سطح ایستادگی تجهیزات تحت حفاظت، LPZ مناسب می تواند تعیین شود. این ممکن است شامل نواحی محلی کوچک (به عنوان مثال بدنه تجهیزات) یا نواحی مجتمع بزرگ (به عنوان مثال کل حجم یک سازه) باشد. (شکل ۸)

GasPlus.ir

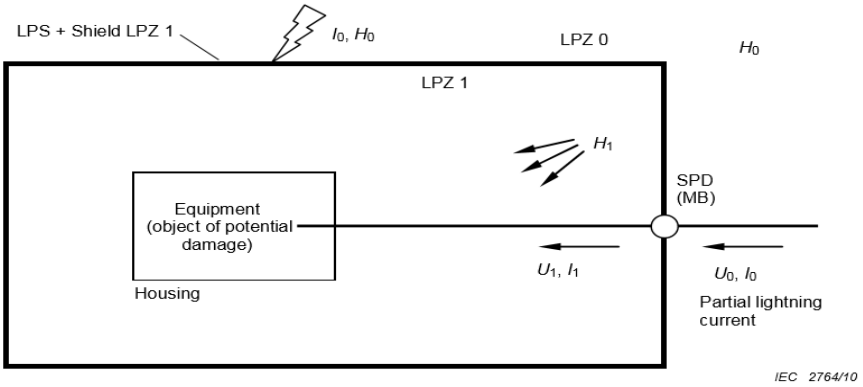


Figure 2b – SPM using spatial shield of LPZ 1 and SPD protection at entry of LPZ 1 – Equipment protected against conducted surges (U_1<U_0 and I_1<I_0) and against radiated magnetic fields (H_1<H_0)

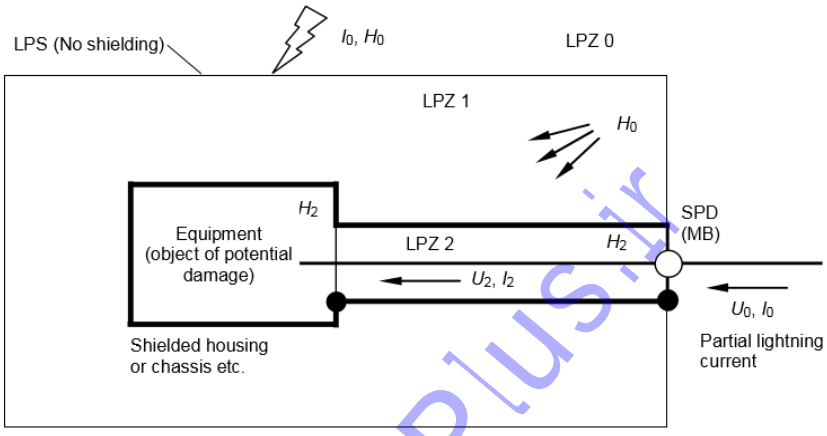


Figure 2c – SPM using internal line shielding and SPD protection at entry of LPZ 1 – Equipment protected against conducted surges (U_2<U_0 and I_2<I_0) and against radiated magnetic fields (H_2<H_0)

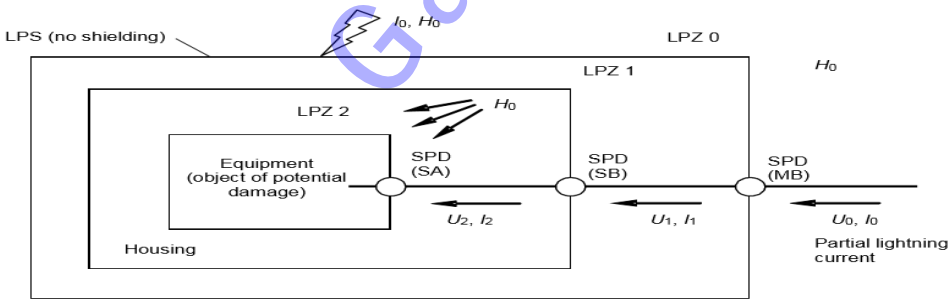


Figure 2d – SPM using a coordinated SPD system only –Equipment protected against conducted surges (U_2<<U_0 and I_2<<I_0), but not against radiated magnetic field (H_0)

Key

shielded boundary
non-shielded boundary

NOTE 1 SPDs can be located at the following points:
– at the boundary of LPZ 1 (e.g. at main distribution board MB);
– at the boundary of LPZ 2 (e.g. at secondary distribution board SB);
– at or close to equipment (e.g. at socket outlet SA).

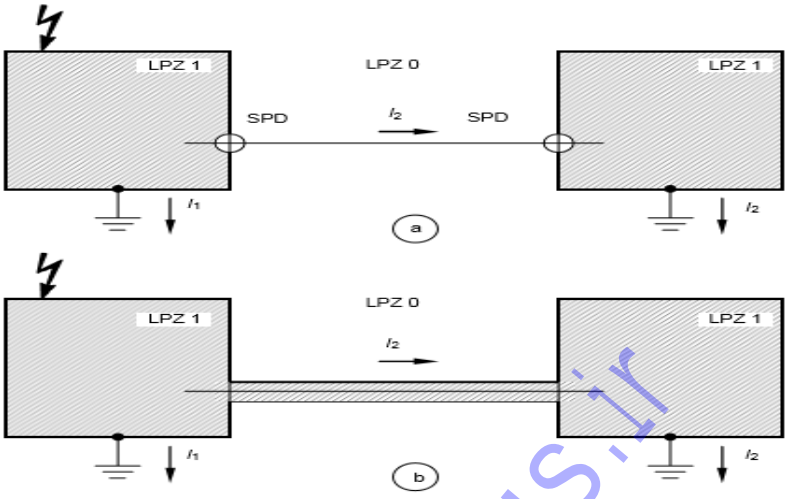
NOTE 2 For detailed installation rules see also IEC 60364-5-53.

شکل ۸- چیدمان SPD ها در شرایط مختلف

GasPlus.ir

اتصال داخلی LPZ های هم درجه ممکن است لازم گردد در صورتی که دو سازه مجزا که توسط خطوط برق یا سیگنال به یکدیگر متصل شده اند یا در حالتی بخواهیم تعداد SPD های مورد نیاز را کاهش دهیم.

در LPZ های هم درجه مجزا که توسط خطوط برق یا سیگنال به هم وصل شده اند، می توان با برقرار کردن اتصال داخلی بین دو یا چند LPZ هم درجه، توسط شیلد کابلها یا داکت های فلزی که توان عبور جریان تخلیه جزیی صاعقه را دارد، SPD های بکار گرفته شده را کاهش داد یا حذف نمود. (شکل ۹)



NOTE Figure 3a shows two LPZ 1 connected by electrical or signal lines. Special care should be taken if both LPZ 1 represent separate structures with separate earthing systems, spaced tens or hundreds of metres from each other. In this case, a large part of the lightning current can flow along the connecting lines, which are not protected.

Key

I_1, I_2 partial lightning currents

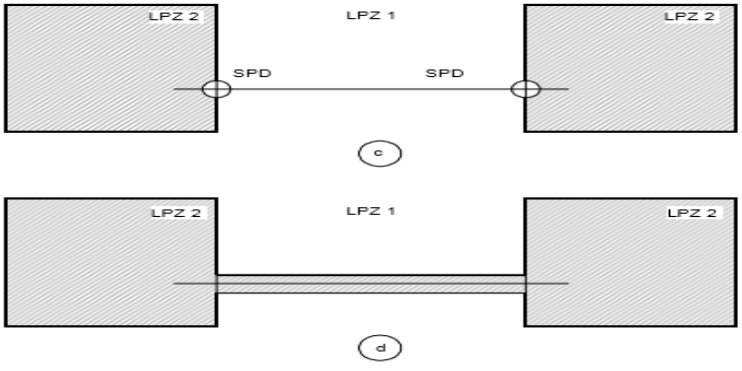
Figure 3a – Interconnecting two LPZ 1 using SPDs

NOTE Figure 3b shows, that this problem can be solved using shielded cables or shielded cable ducts to interconnect both LPZ 1, provided that the shields are able to carry the partial lightning current. The SPD can be omitted, if the voltage drop along the shield is not too high.

Key

I_1, I_2 partial lightning currents

Figure 3b – Interconnecting two LPZ 1 using shielded cables or shielded cable ducts



NOTE Figure 3c shows two LPZ 2 connected by electrical or signal lines. Because the lines are exposed to the threat level of LPZ 1, SPDs at the entry into each LPZ 2 are required.

Figure 3c – Interconnecting two LPZ 2 using SPDs

NOTE Figure 3d shows that such interference can be avoided and the SPDs can be omitted, if shielded cables or shielded cable ducts are used to interconnect both LPZ 2.

Figure 3d – Interconnecting two LPZ 2 using shielded cables or shielded cable ducts

شکل ۹- مثالهایی برای اتصالات داخلی LPS و کاهش تعداد SPD

GasFus.ir

گسترش یک LPZ به LPZ دیگر در حالات خاص و یا برای کاهش تعداد SPD های مورد نیاز، ممکن است بکار گرفته شود.

- برای مشاهده جزییات ارزیابی محیط الکترومغناطیسی LPZ به پیوست A از استاندارد IEC 62305-4 مراجعه شود.

۵-۲ - مفاهیم پایه اقدامات حفاظت در برابر موج ضربه صاعقه SPM

اقدامات حفاظت پایه در برابر LEMP شامل موارد زیر می شود:

- ارتینگ و همبندی (بند ۶ استاندارد)

سیستم ارت جریان صاعقه را پراکنده و به سمت زمین هدایت می کند.

شبکه همبندی اختلاف پتانسیل ها را حداقل کرده و می تواند میدان مغناطیسی را کاهش دهد.

- شیلد کردن مغناطیسی و مسیریابی خطوط(بند ۶ استاندارد)

شیلد کردن فاصله ای، میدان های مغناطیسی درون LPZ ، که منجر به برخورد صاعقه به سازه های نزدیک می شوند، را میرا نموده و جریانهای هجومی داخلی را کاهش می دهد.

شیلد کردن خطوط داخلی با استفاده از کابل های شیلد دار و یا داکت های کابل، جریان های هجومی داخلی را به حداقل می رساند.

مسیر یابی درست خطوط داخلی با به حداقل رساندن حلقه های القایی می تواند جریان های هجومی داخلی را کاهش دهد.

یادآوری ۱: شیلد کردن فاصله ای، شیلد کردن و مسیر یابی خطوط داخلی می توانند در ترکیب با یکدیگر و یا به صورت جداگانه مورد استفاده واقع شوند.

شیلد کردن خطوط خارجی که به یک سازه وارد می شوند، جریان های هجومی که به سیستم های داخلی هدایت می شوند را کاهش می دهد.

- سیستم SPD هماهنگ (بند ۷)

یک سیستم SPD هماهنگ تاثیرات جریان های هجومی ناشی از سیستم های درونی و بیرونی را کاهش می دهد.

- واسط های مجزا کننده (بند ۸)

واسط های مجزا کننده تاثیرات جریان های هجومی هدایتی از خطوط ورودی به LPZ را محدود می کنند.

زمین کردن و همبند سازی همیشه باید مد نظر واقع شود. به عنوان مثال همبند سازی قسمت های هادی سرویس ها به صورت مستقیم یا توسط SPD های همبند ساز تجهیزات در نقاط ورودی به سازه صورت پذیرد.

سایر SPM ها می توانند به صورت منفرد و یا ترکیبی مورد استفاده واقع شوند.

GasPlus.ir

SPM می بایست در برابر تنش های عملیاتی مورد انتظار در مکان نصب مقاومت داشته باشد. (به عنوان مثال تنش های دمایی، رطوبتی، محیط های خورنده، لرزش و ولتاژ و جریان)

انتخاب مناسب ترین نوع SPM باید بر اساس ارزیابی ریسک مطابق با استاندارد IEC 62305-2 با در نظر گرفتن عوامل اقتصادی و فنی صورت پذیرد.

اطلاعات عملی در رابطه با پیاده سازی SPM برای سیستم های داخلی در سازه های موجود در پیوست B از استاندارد IEC 62305-4 آورده شده است.

یادآوری۲: همبند سازی تجهیزات صاعقه (EB) مطابق با استاندارد IEC 62305-3 تنها از بروز جرقه های خطرناک پیشگیری می کند. حفاظت تجهیزات داخلی در برابر جریان های هجومی نیازمند یک سیستم SPD هماهنگ مطابق با الزامات این استاندارد می باشد.

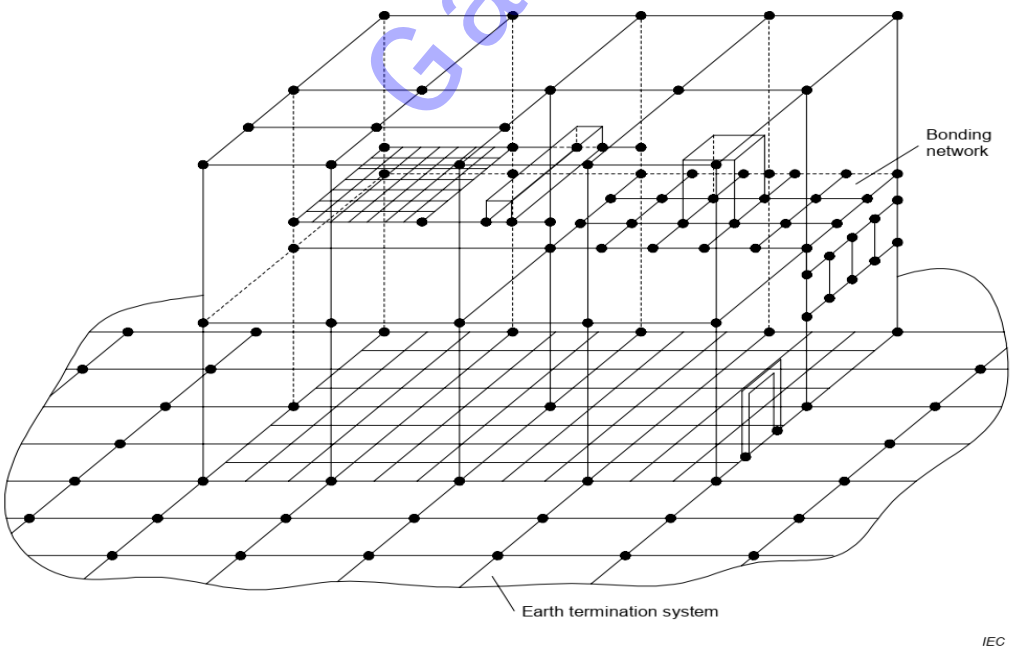
یادآوری۳: برای اطلاعات بیشتر در خصوص پیاده سازی SPM به استاندارد IEC 60364-4-44 مراجعه کنید.

۶–زمین کردن و همبندی

۶-۱-عمومی

زمین کردن و همبندی مناسب بر پایه یک سیستم زمین کامل بوده و از ترکیب موارد زیر (شکل ۱۰) در آن استفاده می شود:

- پایانه های سیستم زمین (که جریان صاعقه را به درون خاک پراکنده می کند)
- شبکه همبندی (که اختلاف پتانسیل ها را به حداقل رسانده و میدان مغناطیسی را کاهش می دهد)



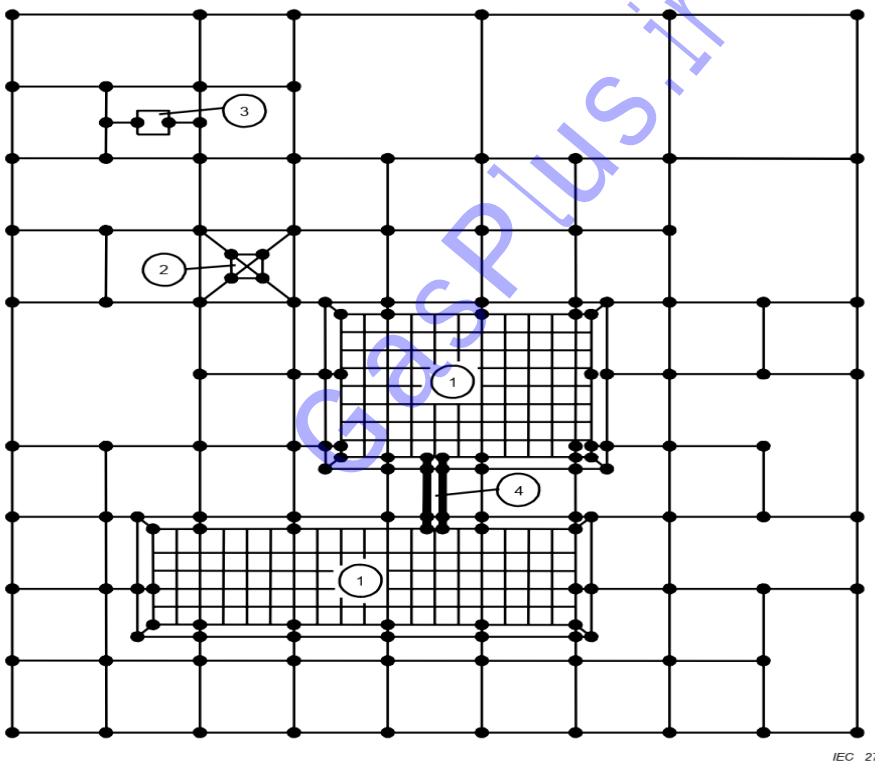
شکل ۱۰- نمونه ای از یک سیستم ارت سه بعدی متشکل از شبکه متصل به سیستم پایانه زمین

GasPlus.ir

یادآوری: همه هادی های کشیده شده یا به اجزای فلزی سازه یا به هادی های همبند کننده، همبند می شوند. بعضی از این هادی ها ممکن است برای جلوگیری، هدایت و یا پراکنده کردن جریان صاعقه به سیستم زمین استفاده شوند.

۶-۲- سیستم پایانه زمین

سیستم پایانه زمین سازه باید مطابق با IEC 62305-3 باشد. در سازه های که فقط سیستم های الکتریکی تعبیه گردیده است، آرایش زمین نوع A می تواند استفاده شود ولی با این حال بکارگیری آرایش نوع B ارجح می باشد. در سازه های با سیستم های الکترونیکی، بکارگیری آرایش زمین نوع B توصیه می گردد. الکترود زمین حلقه ای حول سازه یا الکترود زمین حلقه ای درون بتن در پیرامون سازه، باید با یک شبکه مش بندی[۲۷] شده، با حداقل عرض مش ۵متری، در زیر یا حول سازه یکپارچه گردد. این روش، کارایی سیستم پایانه زمین را به مقدار زیادی بهبود می بخشد. اگر بتن تقویت شده کف زیر زمین یک شبکه مش بندی شده مناسب را تشکیل دهد و به سیستم پایانه زمین متصل شود، به عنوان نمونه هر ۵ متر، کارایی مناسبی خواهد داشت. یک نمونه از سیستم پایانه زمین مش بندی شده در شکل ۱۱ نمایش داده شده است.



Key

1 building with meshed network of the reinforcement
2 tower inside the plant
3 stand-alone equipment
4 cable tray

Figure 6 – Meshed earth-termination system of a plant

شکل ۱۱- سیستم پایانه زمین مش بندی شده

[27] Meshed network

GasPlus.ir

برای کاهش اختلاف پتانسیل بین دو سیستم داخلی، که ممکن است در بعضی موارد خاص دارای سیستم های زمین مجزا باشند از روش های زیر می توان استفاده نمود:

- قرار دادن چندین هادی همبند کننده موازی در مسیر کابل های الکتریکی یا کابل های درون داکتهای بتنی (یا لوله های فلزی پیوسته همبند)، که با هر دو سیستم پایانه زمین یکپارچه شده اند.
- استفاده از کابل های شیلد دار که شیلد آنها دارای سطح مقطع کافی بوده و در هر انتها به یکی از سیستم های زمین همبند شده باشد.

۶-۳- شبکه همبندی

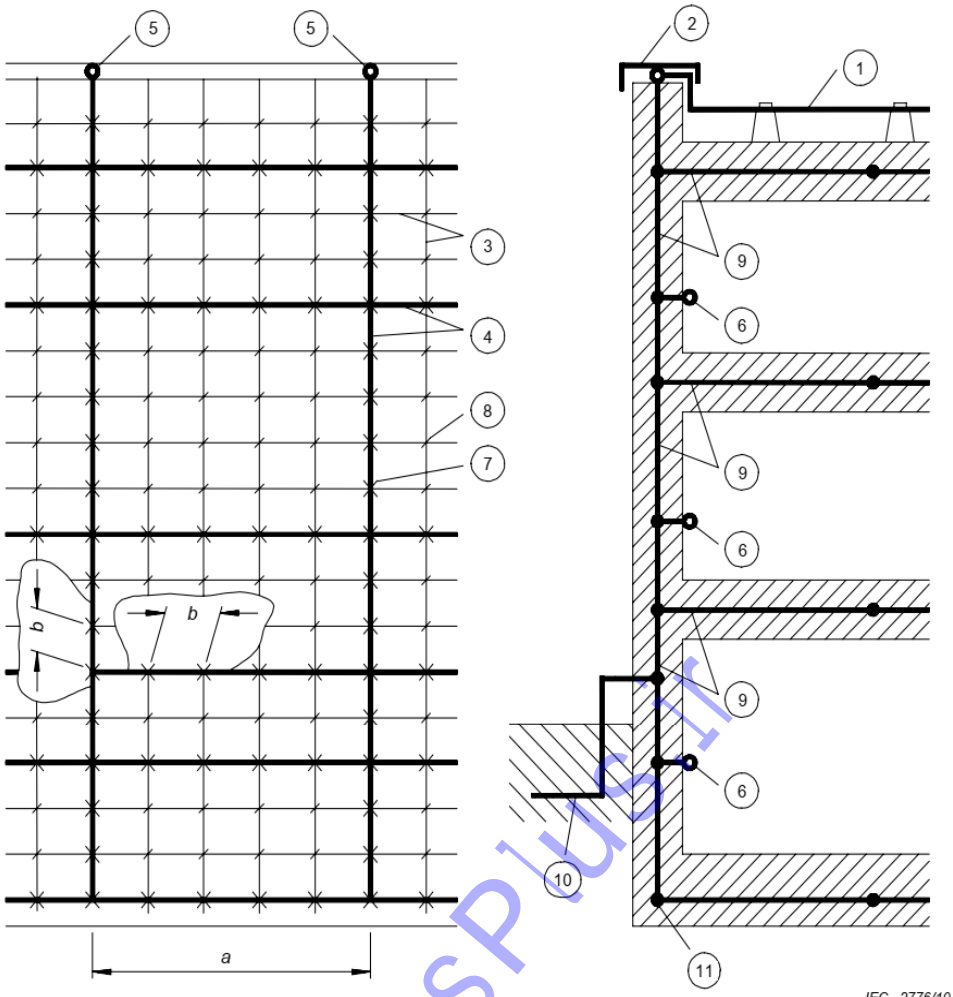
یک شبکه همبندی با امپدانس کم لازم است تا از اختلاف پتانسیل های خطرناک بین همه تجهیزات درون LPZ جلوگیری شود. علاوه بر این، چنین شبکه همبندی میدان مغناطیسی را نیز کاهش می دهد. (پیوست A از استاندارد IEC 62305-4)

با استفاده از شبکه همبندی مش شده که در آن از یکپارچه سازی بخش های هادی سازه، بخش های سیستم های داخلی، بخش های فلزی همبند شده یا سرویس های هادی (لوله های آب و ...) در مرز هر LPZ به صورت مستقیم یا با استفاده از SPD های مناسب، می توان این سیستم را ایجاد کرد.

شبکه همبندی می تواند به صورت سازه مش بندی شده سه بعدی با عرض مش ۵ متر، انجام شود (شکل ۱۰). برای این منظور نیاز به اتصالات داخلی چندگانه تجهیزات فلزی درون و یا روی یک سازه می باشد (مثل بتن تقویت شده، ریل های آسانسور، جرثقیل ها، سقف های فلزی، نماهای فلزی، چارچوب های فلزی در و پنجره ها، چارچوب های فلزی کف، لوله ها و سینی کابل ها).

میله های همبند کننده و حفاظ های مغناطیسی LPZ نیز باید به صورت یکسانی یکپارچه گردند. مثال هایی از شبکه های همبندی در شکل های۱۲ و ۱۳ آورده شده است.برای همبندی فنس های دروازهای پیوست ج مشاهده شود.

GasPlus.ir



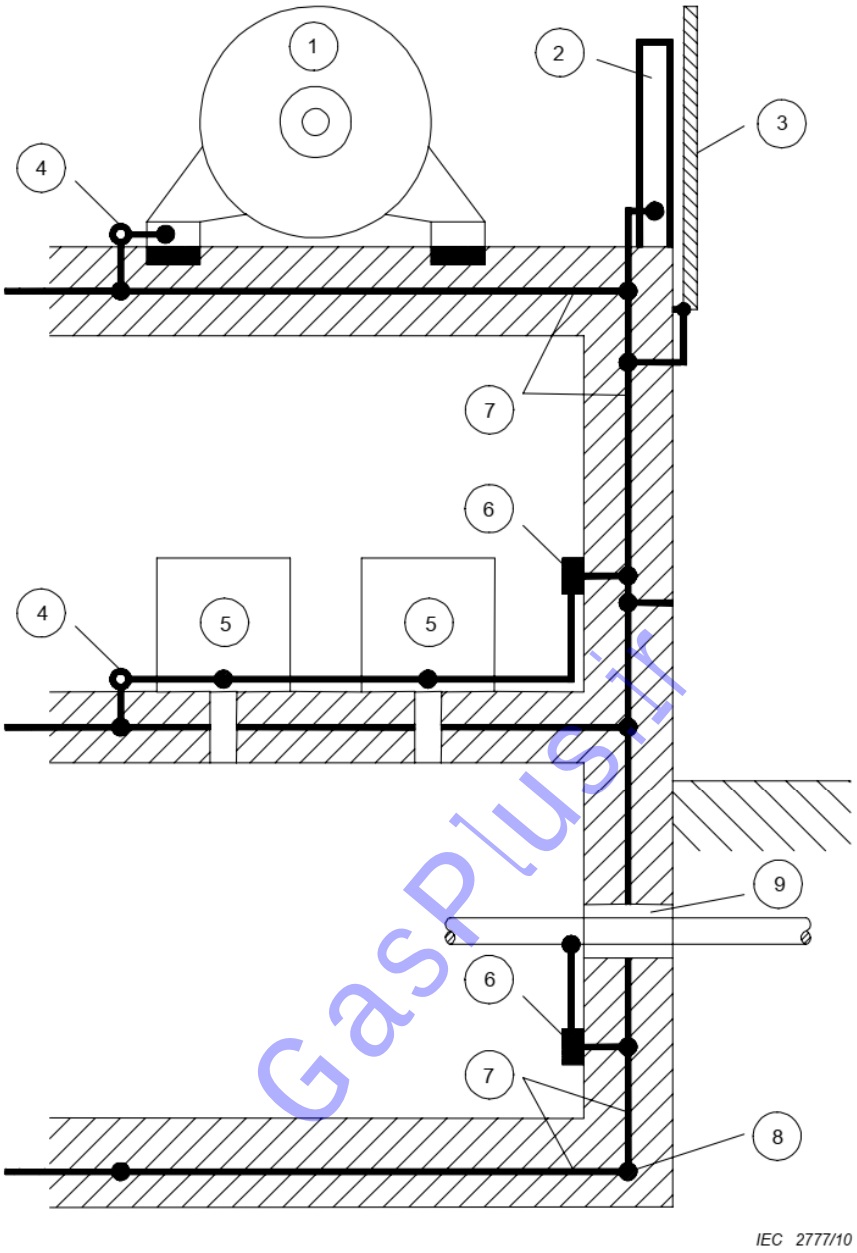
Key

1	air-termination conductor
2	metal covering of the roof parapet
3	steel reinforcing rods
4	mesh conductors superimposed on the reinforcement
5	joint of the mesh conductor
6	joint for an internal bonding bar
7	connection made by welding or clamping
8	arbitrary connection
9	steel reinforcement in concrete (with superimposed mesh conductors)
10	ring earthing electrode (if any)
11	foundation earthing electrode
a	typical distance of 5 m for superimposed mesh conductors
b	typical distance of 1 m for connecting this mesh with the reinforcement

Figure 7 – Utilization of reinforcing rods of a structure for equipotential bonding

شکل ۱۲- بکار گیری میله های تقویتی یک سازه برای همبند سازی تجهیزات

GasPlus.ir



GasPlusIT

Key

1 electrical power equipment
2 steel girder
3 metal covering of the facade
4 bonding joint
5 electrical or electronic equipment
6 bonding bar
7 steel reinforcement in concrete (with superimposed mesh conductors)
8 foundation earthing electrode
9 common entry point for different services

Figure 8 – Equipotential bonding in a structure with steel reinforcement

شکل ۱۳- همبندی تجهیزات در یک سازه با میله گرد

بخش های هادی (به عنوان مثال کابینت ها، محفظه ها و رک ها) و هادی زمین حفاظتی (PE) سیستم های داخلی باید با توجه به پیکربندی های زیر به شبکه همبندی متصل گردند.(شکل ۱۴)

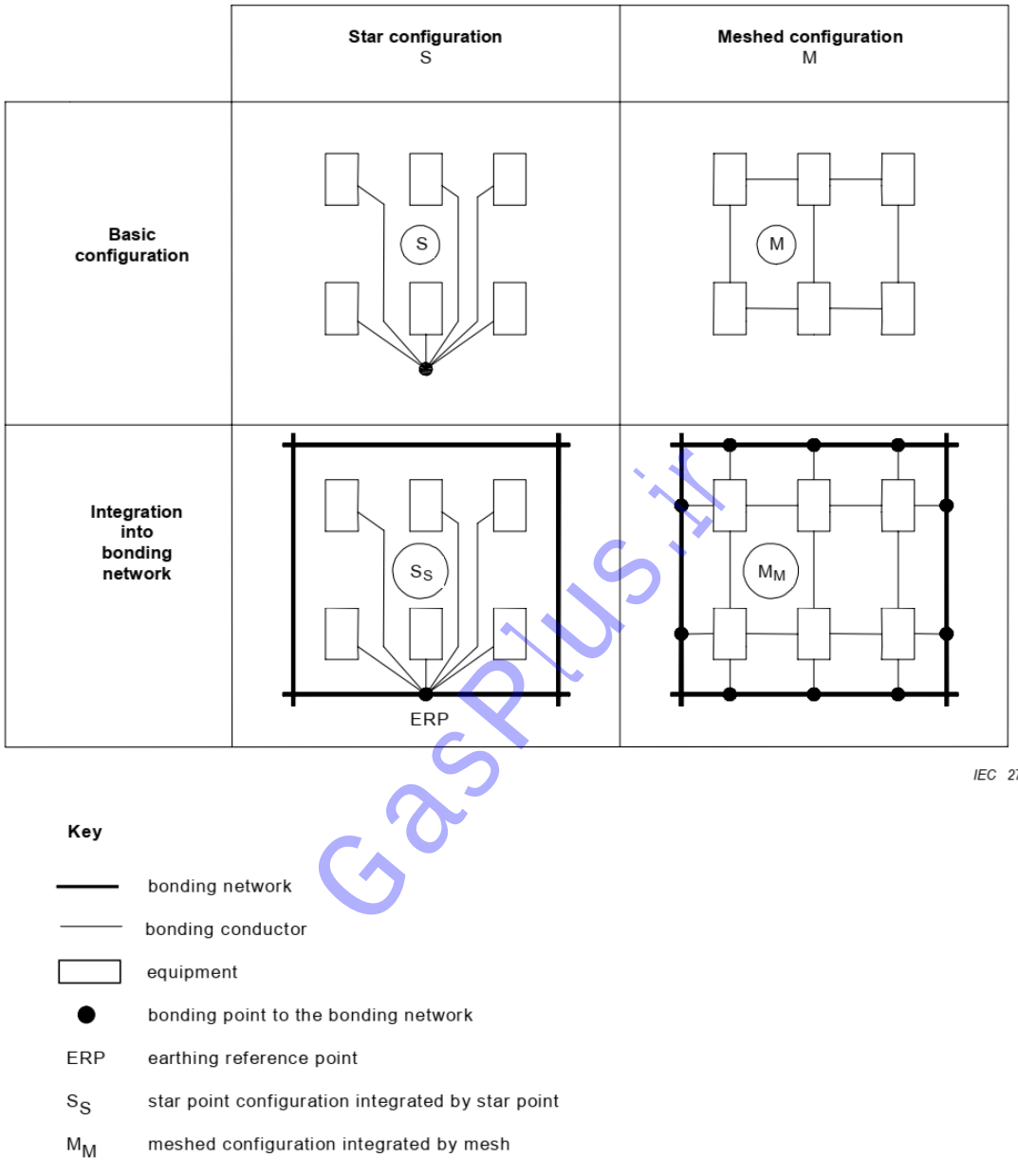


Figure 9 – Integration of conductive parts of internal systems into the bonding network

شکل ۱۴- یکپارچه سازی بخش های هادی سیستم های داخلی با شبکه همبندی

اگر پیکربندی S مورد استفاده واقع گردد، تمامی تجهیزات فلزی (به عنوان مثال کابینت ها، محفظه ها و رک ها) سیستم های داخلی باید از سیستم زمین ایزوله باشند. پیکربندی S باید تنها توسط یک میله همبندی تکی که به عنوان نقطه زمین مرجع عمل می کند و آرایش Ss را ایجاد می کند، به سیستم زمین متصل می گردد.

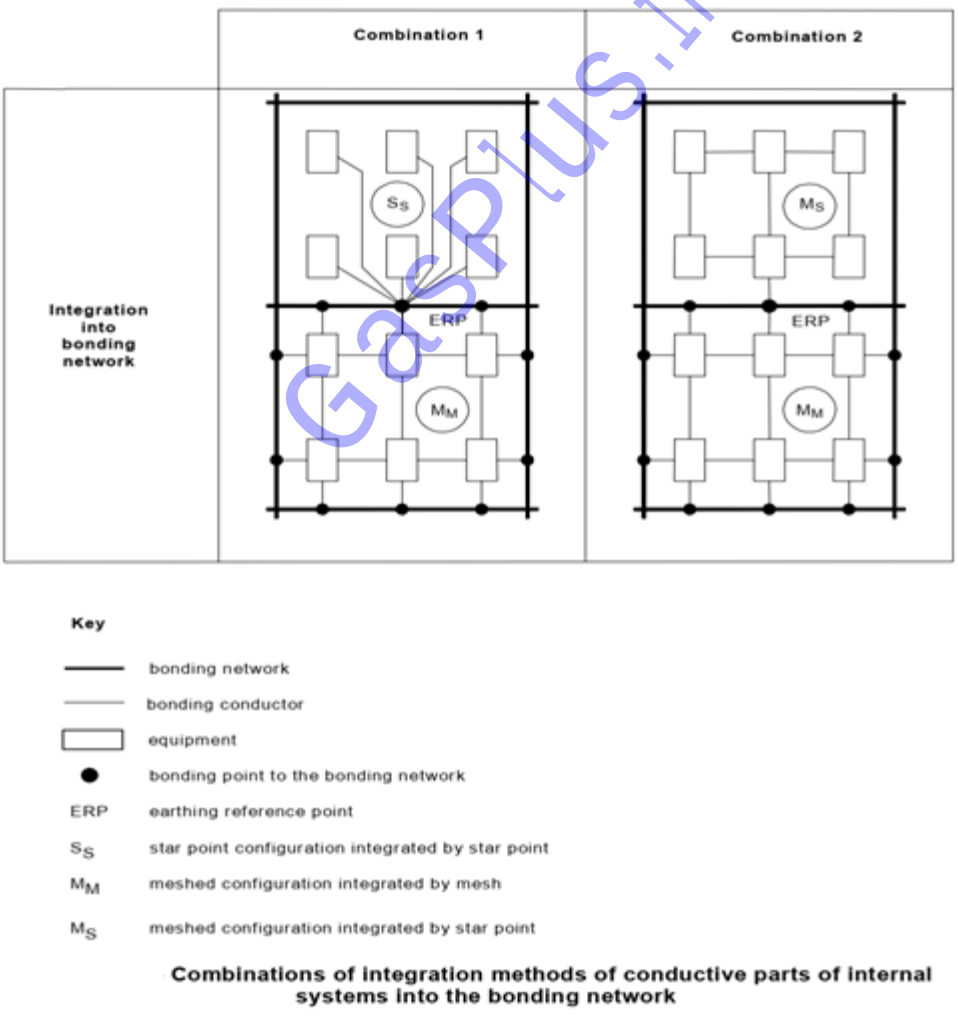
GasPlus.ir

هنگامی که پیکربندی S استفاده می شود، همه خطوط بین تجهیزات مجزا باید به موازات و نزدیک به هادی های همبند کننده با در نظر گرفتن الزامات پیکربندی ستاره جهت جلوگیری از ایجاد حلقه های القایی، کشیده شوند.

پیکربندی S جایی که سیستم ها در نواحی کوچک واقع شده اند و همه خطوط تنها در یک نقطه به ناحیه وارد می شوند، قابل استفاده می باشد

اگر پیکربندی M استفاده شود، اجزای فلزی (به عنوان مثال کابینت ها، محفظه ها و رک ها) داخلی سیستم ها نباید از سیستم زمین ایزوله باشند، اما اگر هم بندی با سیستم زمین در نقاط متعدد انجام شود، نتیجه آن پیکربندی M_M خواهد شد. پیکربندی M در شرایطی که سیستم های داخلی در نواحی نسبتا" وسیع یا کل یک سازه توسعه داده شده اند، جایی که خطوط بسیاری بین بخش های مستقل تجهیز عبور می کند و جایی که خطوط در نقاط مختلف به سازه وارد می شوند، ترجیح داده می شود.

در سیستم های پیچیده، مزایای هر دو پیکربندی M و S به گونه ای که در شکل ۱۵ نشان داده شده می توانند ترکیب شوند که نتیجه آن پیکربندی ۱ (S_S ترکیب شده با M_M) یا پیکربندی ۲ (M_S ترکیب شده با M_M) می شود.



شکل ۱۵- ترکیب های روش های یکپارچه سازی بخش های هادی سیستم های داخلی در شبکه همبندی

GasPlus.ir

۶-۴- میله های هم بندی

میله های هم بندی باید برای همبند کردن موارد زیر نصب شوند.

- تمامی سرویس های هادی ورودی به یک LPZ (به صورت مستقیم یا با استفاده از SPD های مناسب)
- هادی زمین حفاظتی PE
- اجزای فلزی سیستم های داخلی (به عنوان مثال کابینت ها، محفظه ها و رک ها)
- شیلد های مغناطیسی LPZ در پیرامون و داخل سازه.

برای هم بندی موثر قوانین زیر مهم می باشند:

- اساس و پایه برای هم بندی یک شبکه هم بندی با امپدانس کم می باشد
- میله های هم بندی باید در کوتاهترین مسیر ممکنه به سیستم زمین متصل شوند
- جنس و ابعاد میله های هم بندی و هادی های هم بندی باید مطابق با بند 5.6 از استاندارد IEC 62305-4 باشد.
- SPDها باید به گونه ای نصب شوند که کوتاهترین اتصالات ممکن به میله های هم بندی و همین طور هادی های برقدار را، برای به حداقل رساندن افت ولتاژ های القایی، فراهم آورند.
- در سمت تحت حفاظت مدار (پایین دست یک SPD)، اثرات القای متقابل باید با به حداقل رساندن سطح حلقه یا استفاده کردن از کابل های شیلد دار یا داکت های کابل، کاهش داده شود.

۶-۵- هم بندی در مرز یک LPZ

جایی که یک LPZ قرار می گیرد، باید همبندی برای همه بخش های فلزی و سرویس های ورودی به مرز LPZ فراهم شود (به عنوان مثال لوله های فلزی، خطوط قدرت و سیگنال).

یادآوری: برای هم بندی سرویس های ورودی به LPZ 1 باید به شرکت سرویس دهنده اطلاع داده شود و از این مساله اطمینان حاصل کرد که همبندی باعث بروز مشکل در سرویس ها نشود (به عنوان مثال شرکت های مخابرات و نیرو)

همبندی باید توسط میله های همبندی که در نزدیکترین مکان ممکن در نقطه ورود به مرز نصب شده است، صورت پذیرد.

در صورت امکان، سرویس های ورودی باید در یک مکان به LPZ وارد شده و به یک میله همبندی متصل شوند. اگر سرویس ها در مکان های مختلف به LPZ وارد شوند، هر سرویس باید به یک میله همبندی متصل شده و در نهایت این میله ها باید به یکدیگر متصل شوند. برای رسیدن به این مقصود، اتصال به یک حلقه همبندی (هادی حلقه ای[۲۸]) توصیه می گردد. SPDهای همبندی تجهیزات اغلب در ورودی LPZ برای همبند کردن خطوط ورودی که به سیستم های داخلی LPZ متصل هستند به میله همبندی، مورد نیاز هستند.

[28] Ring conductor

GasPlus.ir

استفاده از LPZ های بسط داده شده یا متصل به یکدیگر می تواند تعداد SPD های مورد نیاز را کاهش دهد.

کابل های شیلد دار یا داکتهای به هم پیوسته فلزی کابل، که در مرز LPZ همبند شده اند، همچنین می توانند برای اتصال داخلی چندین LPZ هم درجه به یک نقطه اتصال در LPZ و یا برای توسعه دادن یک LPZ به مرز بعدی استفاده شوند.

۶-۶- مواد و ابعاد تجهیزات همبندی

مواد، ابعاد و شرایط استفاده باید مطابق با IEC 62305-3 باشد. حداقل سطح مقطع تجهیزات همبندی باید مطابق با جدول ۱۶ که در زیر آورده شده باشد.

ابعاد کلمپ ها باید متناسب با مقدار جریان صاعقه LPL (رجوع شود به IEC 62305-1) و آنالیز جریان اشتراکی[۲۹] (رجوع شود به IEC 62305-3) ابعاد SPD ها باید با توجه به بند ۷ باشد.

جدول ۱۶- حداقل سطوح مقطع برای تجهیزات همبندی

Bonding component		Material [a]	Cross-section [b] mm²
Bonding bars (copper, copper coated steel or galvanized steel)		Cu, Fe	50
Connecting conductors from bonding bars to the earthing system or to other bonding bars (carrying the full or a significant part of lightning current)		Cu Al Fe	16 25 50
Connecting conductors from internal metal installations to bonding bars (carrying a partial lightning current)		Cu Al Fe	6 10 16
Earthing conductors to the SPD (carrying the full or a significant part of lightning current) [c]	Class I Class II Class III Other SPDs [d]	Cu	16 6 1 1

[a] Other material used should have cross-sections ensuring equivalent resistance.

[b] In some countries, smaller conductor sizes may be used, provided that they fulfil the thermal and mechanical requirements – see Annex D of IEC 62305-1:2010.

[c] For SPDs used in power applications, additional information for connecting conductors is given in IEC 60364-5-53 and IEC 61643-12.

[d] Other SPDs include SPDs used in telecommunication and signalling systems.

[29] Current sharing analysis

GasPush.ir

یادآوری: جهت جلوگیری از خوردگی ، مواد مناسب جهت همبندی در جدول ۱۷ ارائه شده است.

جدول ۱۷- متریال مناسب جهت همبندی با هم [30]

Suitability of materials for bonding together

Material assumed to have the larger surface area	Electrode material or item assumed to have the smaller surface area			
	Steel	Galvanized steel	Copper	Tinned copper
Galvanized steel	✓	✓	✓	✓
Steel in concrete	✘	✘	✓	✓
Galvanized steel in concrete	✓	✓ A)	✓	✓
Lead	✓	✓ A)	✓	✓

Key
✘ = not suitable for bonding
✓ = suitable for bonding
A) The galvanizing on the smaller surfaces might suffer.

۷–شیلد کردن مغناطیسی و مسیریابی خطوط

۷-۱- عمومی

شیلد کردن مغناطیسی می تواند میدان های الکترومغناطیسی و به همین ترتیب دامنه سرج های داخلی القایی را کاهش دهد. مسیریابی مناسب خطوط داخلی می تواند دامنه سرج های داخلی القایی را کاهش دهد. هر دو راهکار برای کاهش خرابی های دایمی سیستم های داخلی موثر هستند.

۷-۲- شیلد کردن فضایی

شیلد های فضایی نواحی حفاظت شده ای ایجاد می کند که می تواند کل یک سازه، بخشی از آن، یک اتاق و یا تنها محفظه یک تجهیز را پوشش دهد. این نوع شیلد می تواند به صورت شبکه ای یا شیلدهای پیوسته فلزی یا شامل تجهیزات طبیعی خود سازه باشد (رجوع شود به IEC 62305-3).

شیلدهای فضایی باید در مراحل ابتدایی طراحی یک سازه جدید یا یک سیستم داخلی جدید در نظر گرفته شوند. پیاده سازی این سیستم در سازه های موجود می تواند منجر به قیمت بالاتر و مشکلات فنی پیچیده تری شود.

۷-۳- شیلد کردن خطوط داخلی

شیلد کردن ممکن است به کابل کشی و تجهیزات سیستم تحت حفاظت محدود باشد. شیلدهای فلزی کابل ها، داکت های بسته فلزی و محفظه های فلزی تجهیزات برای این هدف استفاده می شوند.

[30] Bs 7430 2015 table-9

GasPlus.ir

۷-۴- مسیریابی خطوط داخلی

مسیریابی مناسب خطوط داخلی حلقه های القایی را حداقل کرده و ایجاد ولتاژ ضربه القایی داخلی در سازه را کاهش می دهد. ناحیه حلقه می تواند با مسیریابی کابل ها نزدیک به اجزای طبیعی سازه که زمین شده اند و یا مسیریابی همزمان خطوط برق و سیگنال، حداقل شود.

یادآوری: ممکن است ایجاد فاصله بین خطوط قدرت و خطوط سیگنال شیلد نشده برای جلوگیری از ایجاد تداخل مورد نیاز باشد.

۷-۵- شیلد کردن خطوط خارجی

شیلد کردن خطوط خارجی وارد شونده به سازه شامل شیلدهای کابل، داکت های بسته فلزی کابل و داکت های سیمانی کابل دارای فولاد تقویت کننده به هم پیوسته می باشد. شیلد کردن خطوط خارجی کمک کننده است اما اغلب وظیفه طراح SPM نمی باشد.

۷-۶- مواد و ابعاد شیلدهای مغناطیسی

در مرز $LPZ\ 0_A$ و LPZ 1، مواد و ابعاد شیلدهای مغناطیسی (به عنوان مثال شیلدهای فضایی شبکه ای، شیلدهای کابل و محفظه تجهیزات) باید مطابق با الزامات IEC 62305-3 برای هادی های پایانه های هوایی و یا هادی های پایین رونده باشد.

در عمل:

- حداقل ضخامت بخش های دارای صفحه فلزی، داکت های فلزی، لوله ها و شیلدهای کابل ها باید مطابق با جدول۳ از IEC 62305-3: 2010 باشد.
- طرح بندی شیلدهای فضایی به شکل شبکه و حداقل سطح مقطع هادی های آنها باید مطابق با جدول ۶ از IEC 62305-3:2010 باشد.

ابعاد شیلد های مغناطیسی که برای عبور جریان صاعقه در نظر گرفته نشده اند، لازم نیست مطابق با جداول ۳ و ۶ از IEC 62305-3:2010 باشد در صورتی که:

- در مرز LPZهای ۱ و ۲ و یا بالاتر، که فاصله جداسازی[31] s بین شیلدهای مغناطیسی را فراهم نموده و LPS تکمیل باشد.
- در مرزهای هر LPZ، تعداد رخدادهای خطرناک N_D در اثر برخوردهای صاعقه به سازه قابل چشم پوشی باشد. به عنوان نمونه $N_D<0.01$ در سال باشد.

[31] Separation Distance

GasPlus.ir

۸– انتخاب، نصب و هماهنگی[۳۲] سیستم SPD

۸-۱- مقدمه

برخورد موج صاعقه به سازه (منبع خسارت S1)، نزدیک سازه(S2)، به سرویس متصل به سازه(S3) و نزدیک سرویس متصل به سازه (S4) می تواند باعث خسارت یا عملکرد بد سیستم های داخلی گردد. (به بند 1-5 از استاندارد IEC 62305-1:2010 مراجعه شود) در این استاندارد اطلاعاتی درباره انتخاب ونصب و هماهنگی سیستم SPD داده میشود. اطلاعات بیستر ممکن است در استاندارد IEC 61643-12 و IEC 60364-5-53 که در مورد حفاظت اضافه جریان و خرابی SPD می باشد یافت شود.

به هرحال موج صاعقه مکررا" باعث شکست عایق الکتریکی و آسیب به تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی می شود.

اگر ولتاژ عایقی قابل تحمل در برابر ولتاژ ضربه در ترمینال تجهیزات، U_W از ولتاژ سرج صاعقه بین هادی و ارت بیشتر باشد تجهیز محافظت می شود و گرنه باید SPD نصب شود.

در صورتی یک SPD تجهیز را حفاظت می کند که سطح ولتاژ موثر تحت حفاظت آن $U_{P/F}$ (سطح حفاظت ولتاژ U_P وقتی بدست می آید که ولتاژ القایی ناشی از جریان نامی تخلیه In در هادی های وصل شده به آن اضافه شود) پایین تر از ولتاژ U_W باشد. باید توجه شود که اگر جریان تخلیه صاعقه در نقطه نصب SPD بیشتر از In (جریان نامی SPD) گردد ولتاژ U_P ممکن است افزایش یابد و $U_{P/F}$ بیشتر از ولتاژ U_W گردد و تجهیز حفاظت نشود.

بنابراین باید جریان نامی SPD مساوی یا بیشتر از جریان تخلیه صاعقه مورد انتظار در نقطه نصب SPD باشد.

احتمال اینکه یک SPD با $U_{P/F} \leq U_W$ به اندازه کافی تجهیز را حفاظت نکند مساوی است با احتمال اینکه جریان تخلیه SPD بیشتر از جریانی باشد که بر اساس آن UP بدست آمده است.

ارزیابی از جریان مورد انتظار در نقطه نصب با مراجعه به پیوست E از استاندارد IEC 62305-1: 2010 بدست می آید و بر پایه LPL تعیین شده بر اساس استاندارد 62305-2 می باشد. (جداول ۱۸و۱۹)

[32] Coordination

GasPlus.ir

جدول ۱۸- جریان صاعقه با توجه به منبع خسارت [۳۳]

LPL (class)	Low-voltage systems			
	Direct and indirect flashes to the service		Flash near the structure[a]	Flash to the structure[a]
	Source of damage S3 (direct flash)[b] Current shape: 10/350 µs kA	Source of damage S4 (indirect flash)[c] Current shape: 8/20 µs kA	Source of damage S2 (induced current) Current shape:[d] 8/20 µs kA	Source of damage S1 (induced current) Current shape:[d] 8/20 µs kA
III - IV	5	2,5	0,1	5
II	7,5	3,75	0,15	7,5
I	10	5	0,2	10

NOTE All values refer to each line conductor.

[a] Loop conductors routing and distance from inducing current affect the values of expected surge overcurrents. Values in Table E.2 refer to short-circuited, unshielded loop conductors with different routing in large buildings (loop area in the order of 50 m^2, width = 5 m), 1 m apart from the structure wall, inside an unshielded structure or building with LPS (k_c = 0,5). For other loop and structure characteristics, values should be multiplied by factors K_{S1}, K_{S2}, K_{S3} (see Clause B.4 of IEC 62305-2:2010).

[b] Values relevant to the case of the strike to the last pole of the line close to the consumer and multiconductor (three phase + neutral) line.

[c] Values referred to overhead lines. For buried lines values can be halved.

[d] Loop inductance and resistance affect the shape of the induced current. Where the loop resistance is negligible, the shape 10/350 µs should be assumed. This is the case where a switching type SPD is installed in the induced circuit.

جدول ۱۹- جریان صاعقه در سیستم های مخابراتی [۳۴]

LPL (class)	Telecommunication systems[a]			
	Direct and indirect flashes to the service		Flash near the structure[b]	Flash to the structure[b]
	Source of damage S3 (direct flash)[c] Current shape: 10/350 µs kA	Source of damage S4 (indirect flash)[d] Current shape: 8/20 µs kA	Source of damage S2 (induced current) Current shape 8/20 µs kA	Source of damage S1 (induced current) Current shape: 8/20µs kA
III - IV	1	0,035	0,1	5
II	1,5	0,085	0,15	7,5
I	2	0,160	0,2	10

NOTE All values refer to each line conductor.

[a] Refer to ITU-T Recommendation K.67 [6] for more information.

[b] Loop conductors routing and distance from inducing current affect the values of expected surge overcurrents. Values in Table E.3 refer to short-circuited, unshielded loop conductors with different routing in large buildings (loop area in the order of 50 m^2, width = 5 m), 1 m apart from the structure wall, inside an unshielded structure or building with LPS (k_c = 0,5). For other loop and structure characteristics, values should be multiplied by factors K_{S1}, K_{S2}, K_{S3} (see Clause B.4 of IEC 62305-2:2010).

[c] Values referred to unshielded lines with many pairs. For an unshielded drop wire, values could be 5 times higher.

[d] Values referred to overhead unshielded lines. For buried lines values can be halved.

[33] IEC 62305-1: 2010-E.2
[34] IEC 62305-1: 2010-E.3

GasPlus.ir

همچنین باید توجه شود، که انتخاب یک SPD با سطح ولتاژ U_P کمتر از U_W تجهیز نه تنها موجب وارد شدن استرس کمتری به تجهیز می شود بلکه عمر عملکرد تجهیز نیز بیشتر می شود.

مقادیر احتمال P_{SPD} به عنوان تابعی از LPL مطابق جدول B.3 از IEC 62305-1 : 2010 بدست می آید. (جدول ۲۰)

جدول ۲۰- مقادیر احتمال P_{SPD} به عنوان تابعی از LPL

LPL	P_{SPD}
No coordinated SPD system	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTE 2	0,005 – 0,001

توجه: مقادیر P_{SPD} برایSPDها با توجه به مشخصات حفاظتی آنها (ولتاژ VS) راحت تر بدست می آید.

نهایتا در کاربرد SPD برای هر دو مدار سیگنال و قدرت هماهنگی سیستم SPD امری مهم و اساسی است.

یادآوری : ارایه مستندات هماهنگی بین SPD ها مطابق با استاندارد IEC-61643-12 الزامی است.

۸-۲- انتخاب SPD ها

اطلاعات عمومی مربوط به SPDها باید در محل هایی که به شرح ذیل می باشد استفاده شوند.

الف) در خط ورودی

۸-۲-۱- انتخاب با توجه به سطح حفاظت ولتاژ

انتخاب سطح حفاظت مناسب SPD به موارد زیر بستگی دارد :

- ولتاژ ضربه قابل تحمل U_W تجهیزی که باید مورد حفاظت قرار گیرد.
- طول هادی های متصل به SPD
- طول و مسیر مدار بین تجهیزات و SPD

ولتاژ ضربه قابل تحمل U_W تجهیزات تحت حفاظت باید برای موارد زیرتعریف شود :

- تجهیزات وصل شده به خطوط برق مطابق استاندارد IEC 60664-1 و IEC 61643-12
- تجهیزات متصل به خطوط تلفن مطابق استاندارد IEC 61643-22, ITU-T K.20[3], K.21[4] and K45 [5],
- دیگر خطوط و ترمینالهای تجهیز مطابق با اطلاعات بدست آمده از سازنده.

یادآوری۱: سطح حفاظتی U_P از یک SPD به ولتاژ باقیمانده[35] در جریان نامی In وابسته است. برای جریانهای پایین تر یا بالاتر عبوری از SPD، مقدار ولتاژ ترمینال SPDها متناسب با این جریان تغییرخواهد کرد.

[35] Residual

GasPlus.ir

یادآوری۲: سطح حفاظتی ولتاژ U_P باید با ولتاژ ضربه قابل تحمل U_W تجهیز، تحت شرایط یکسان تست SPD، مقایسه شود.(شکل موج اضافه ولتاژ و اضافه جریان و انرژی، تجهیز در حال کار، غیره)

یادآوری۳: تجهیز می تواند شامل SPD های داخلی باشد. مشخصه SPDهای داخلی می تواند همانگی را تحت تاثیر قراردهد.

وقتی که یک SPD به تجهیز تحت حفاظت متصل می شود، افت ولتاژ القایی ΔU هادی های متصل، به سطح حفاظتی UP مربوط به SPD اضافه خواهد شد. سطح حفاظتی موثر بدست آمده UP/F، بعنوان ولتاژ خروجی حاصل شده از سطح حفاظتی SPD و افت ولتاژ سیم بندی در ترمینالها یا اتصالات تعیین می گردد. (شکل ۱۶)

که روابط بصورت زیر تعریف می شود:

$U_{P/F} = U_P + \Delta U$ for voltage limiting type SPD(s);
$U_{P/F} = \max(U_P, \Delta U)$ for voltage switching type SPD(s).

یادآوری۴: برای SPDهای نوع سوئیچینگ ممکن است اضافه کردن ولتاژ قوس[۳۶] به ΔU لازم شود. ولتاژ قوس می تواند در حد چند صد ولت باشد. برای SPDهای نوع ترکیبی روابط پیچیده تری به کار برده می شود.

وقتی که SPD درخط ورودی به سازه نصب می شود، $\Delta U = 1\ kV$ به ازای هر مترطول، باید در نظر گرفته شود.

وقتی طول (£) هادی های متصل 0.5 متر باشد، $UP/F = 1.2 \times UP$ در نظر گرفته می شود.

هنگامی که SPD فقط نوسانات القایی را حمل می کند، ΔU را می توان نادیده گرفت. درمدت حالت عملکرد یک SPD، ولتاژ بین پایانه های SPD به UP/F در محل SPD محدود می شود.

اگر طول مدار بین SPD و تجهیزات بیش از حد طولانی باشد، انتشار سرج می تواند منجر به پدیده نوسانی[۳۷] شود.

در حالتی که ترمینال تجهیزات مدار باز باشد، اضافه ولتاژ می تواند تا $2 \times UP/F$ برسد و باعث خرابی تجهیزات گردد. حتی اگر $UP/F \leq UW$ باشد.

اطلاعات مربوط به هادی های اتصال، تنظیمات اتصال و سطوح مقاومت فیوز برای SPD ها را می توان در استانداردهای IEC 61643-12 و IEC 60364-5-53 یافت.

علاوه بر این، برخورد رعد و برق به سازه یا زمین نزدیک سازه ، می‌تواند باعث ایجاد اضافه ولتاژ UI در حلقه مدار بین SPD و تجهیزات شود که به UP/F اضافه می شود و در نتیجه کارایی حفاظتی SPD را کاهش می‌دهد. اضافه ولتاژهای القایی با ابعاد حلقه (مسیریابی خط: طول مدار، فاصله بین PE و هادی فعال، حلقه بین خطوط برق و داده) افزایش می یابد و با کاهش قدرت میدان مغناطیسی (شیلد مخصوص و/یا شیلد کردن خط) کاهش می یابد.

یادآوری۵: برای ارزیابی اضافه ولتاژ القایی U1 ، بند A.4 از استاندارد IEC 62305-4 ملاحظه شود.

سیستم های داخلی حفاظت می شوند اگر آنها از لحاظ انرژی باSPDهای بالادست هماهنگ شده باشند ویکی از سه شرط زیر برآورده شود:

[36] Arc Voltage
[37] Oscillation Phenomenon

GasPlus.ir

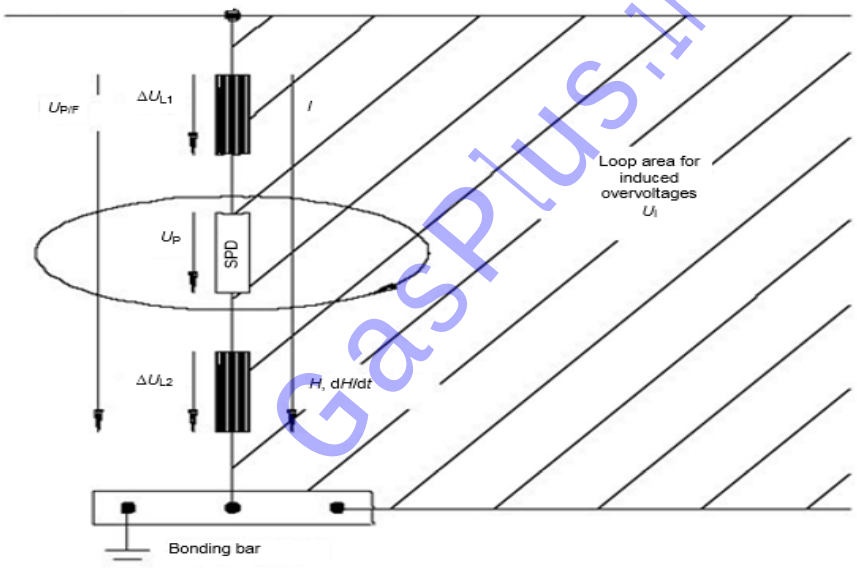
- UP/F ≤ UW: هنگامی که طول مدار بین SPD و تجهیزات ناچیز است (در این حالت معمولا SPD در ترمینال تجهیزات نصب می شود).

- UP/F ≤ 0.8UW: وقتی که طول مدار از ۱۰ متر بزرگتر نیست. (در این حالت معمولا SPD در ثانویه برد توزیع یا در یک سوکت نصب می شود).

یادآوری ۶: در جایی که خرابی در سیستم های داخلی ممکن است منجر به از دست رفتن جان انسان شود یا از دست دادن سرویس به تجهیزات عمومی شود باید UP/F ≤ UW /2 در نظر گرفته شود.

- UP/F ≤ (UW - UI) / 2: وقتی که طول مدار بیشتر از ۱۰ متر است (حالتی که SPD در خط ورودی به سازه نصب می شود یا در بعضی حالتها در ثانویه برد توزیع).

یادآوری ۷: برای خطوط مخابراتی شیلد دار، الزامات مختلفی با توجه به پیشانی شیب شکل موج ممکن است اعمال شود. اطلاعات مربوط به این اثر در فصل ۱۰ هند بوک راهنمای رعد و برق [7] ITU-T ارائه شده است. اگر شیلد محافظ سازه (یا اتاق ها) و یا شیلد خط (استفاده از کابل های محافظ یا کانال های کابل فلزی) انجام شود، اضافه ولتاژهای القایی U_I معمولا ناچیز است و در بیشتر موارد می توان آنها را نادیده گرفت.



I	partial lightning current
U_I	induced overvoltage
UP/F =UP+ ΔU	surge voltage between live conductor and bonding bar
UP	limiting voltage of SPD
ΔU= ΔUL1+ ΔUL2	inductive voltage drop on the bonding conductors
H, dH/dt	magnetic field and its time derivative

شکل ۱۶- ولتاژ ضربه[38] بین هادی اصلی و هادی هم بندی[39]

[38] UP/F
[39] IEC62305-4 Figure c.1

GasPlus.ir

۸-۲-۲- انتخاب با توجه به مکان و جریان تخلیه

SPD ها باید جریان تخلیه مورد انتظار در نقطه نصب خود را مطابق با پیوست E استاندارد IEC 62305-1:2010 تحمل کنند. استفاده از SPD ها به قابلیت تحمل، آنها بستگی دارد که در IEC 61643-11 برای سیستم قدرت و برای سیستمهای مخابراتی در IEC 61643-21 طبقه بندی شده‌اند. انتخاب مقدار جریان تخلیه SPD تحت تأثیر نوع پیکربندی اتصال و نوع شبکه توزیع برق است. اطلاعات بیشتر در این مورد در IEC 61643-12 و IEC 60364-5-53 یافت می شود.

SPD ها باید مطابق با محل نصب مورد نظرشان به شرح زیر انتخاب شوند:

الف) در ورودی خط به سازه (در مرز LPZ 1، به عنوان مثال در تابلوی توزیع اصلی MB)

- SPD تست شده با I_{imp}[40] (class I test)

جریان ضربه مورد نیاز I_{imp} باید متناسب با جریان تخلیه صاعقه در نقطه نصب SPD که مطابق LPL و بند E2 (منبع خسارت S1) و یا E.3.1 (منبع خسارت S3) از استاندارد IEC 62305-1 می باشد، تهیه شود. .

یادآوری۱: اگر کل ضربات صاعقه به سازه (ND) و به خطوط (NL) مطابق $ND + NL \leq 0,01$ باشد خطر خرابی spd ها در اثر منابع خسارت S1 و S3 را می توان در نظر نگرفت.

SPD تست شده با In[41] (class II test)

این نوع SPD را می توان زمانی استفاده کرد که خطوط ورودی کاملاً در محدوده LPZ 0B باشند یا زمانی که احتمال خرابی SPD به دلیل منابع آسیب S1 و S3 را می توان نادیده گرفت. جریان نامی مورد نیاز در SPD باید سطح موج مورد انتظار را در نقطه نصب بر اساس LPL انتخابی و جریان های اضافه مربوطه مطابق با E.3.2 از IEC 62305-1:2010 فراهم کند.

یادآوری۲ : یک SPD که با مشخصات کلاس یک و کلاس دو تست می شود ممکن است در این محل استفاده شده باشد.

- SPD آزمایش شده با موج ترکیبی UOC (کلاس III تست)

این نوع SPD را می توان زمانی که خطوط ورودی کاملاً در محدوده LPZ 0B قرار دارند یا زمانی که خطر خرابی SPD به دلیل منابع آسیب S1 و S3 نادیده گرفته می شود، استفاده کرد. مقدار ولتاژ مدار باز[42](که با آن جریان اتصال کوتاه I_{SC} ایجاد می شود)، با استفاده از یک ژنراتور موج ترکیبی با امپدانس ۲ اهم تولید می شودکه باید سطح موج مورد انتظار را در نقطه نصب، بر اساس LPL انتخابی و اضافه جریان های مرتبط، مطابق با بند E.4 از استاندارد IEC 62305-1:2010 فراهم کند.

[40] Typical Current Shape 10/350
[41] Typical Current Shape 8/20
[42] UOC SPD

GasPlus.ir

۸-۳- محل نصب و هماهنگی سیستم SPD

کارایی یک سیستم SPD هماهنگ نه تنها به انتخاب صحیح SPD ها، بلکه به نصب صحیح آنها نیز بستگی دارد.

جنبه هایی که باید در نظر گرفته شوند عبارتند از:

- محل نصب SPD

- هادی های متصل به SPD

۸-۳-۱- محل نصب SPD

محل نصب SPDها باید با رعایت بند ۸-۲-۲ باشد و اساساً تحت تأثیر موارد زیر است:

- منبع خاص خسارت به عنوان مثال رعد و برق به یک سازه (S1)، به یک خط(S3)، به زمین نزدیک یک سازه (S2) یا به زمین نزدیک یک خط (S4) می باشد.
- نزدیکترین موقعیت برای منحرف کردن جریان سرج به زمین(تا حد امکان نزدیک به نقطه ورودی یک خط به سازه)

اولین معیاری که باید در نظر گرفته شود این است:

- هر چه SPD به نقطه ورود، خط ورودی نزدیکتر باشد، مقدار بیشتری از تجهیزات داخل سازه توسط این SPD محافظت می شود (مزیت اقتصادی).

سپس معیار دوم باید بررسی شود:

- هر چه SPD به تجهیزات محافظت شده نزدیکتر باشد، محافظت از آنها مؤثرتر خواهد بود (مزیت فنی).

۸-۳-۱-۱- هادی های متصل به SPD

هادی های اتصال SPD باید دارای حداقل سطح مقطع (همانطور که در جدول ۲۱ آمده است) باشند.

جدول ۲۱- حداقل سطح مقطع برای تجهیزات همبندی[۴۳]

Bonding component		Material [a]	Cross-section [b] mm²
Bonding bars (copper, copper coated steel or galvanized steel)		Cu, Fe	50
Connecting conductors from bonding bars to the earthing system or to other bonding bars (carrying the full or a significant part of lightning current)		Cu Al Fe	16 25 50
Connecting conductors from internal metal installations to bonding bars (carrying a partial lightning current)		Cu Al Fe	6 10 16
Earthing conductors to the SPD (carrying the full or a significant part of lightning current) [c]	Class I Class II Class III Other SPDs [d]	Cu	16 6 1 1

[a] Other material used should have cross-sections ensuring equivalent resistance.

[b] In some countries, smaller conductor sizes may be used, provided that they fulfil the thermal and mechanical requirements – see Annex D of IEC 62305-1:2010.

[c] For SPDs used in power applications, additional information for connecting conductors is given in IEC 60364-5-53 and IEC 61643-12.

[d] Other SPDs include SPDs used in telecommunication and signalling systems.

[43] IEC 62305-4

GasPlus.ir

۸-۳-۲- هماهنگی SPDها

در یک سیستم SPD هماهنگ، SPDهایی که در یک ناحیه نصب می شوند باید مطابق با IEC 61643-12 و یا IEC 61643-22 هماهنگی انرژی داشته باشند. برای این منظور، سازنده SPD باید اطلاعات کافی در مورد چگونگی دستیابی به هماهنگی انرژی بین SPD های مختلف خود ارائه دهد.

۸-۳-۳- پروسه نصب و هماهنگی سیستم SPD

در ورودی خط به سازه (در مرز LPZ 1، به عنوان مثال در نقطه تابلو اصلی) SPD1 با رعایت الزامات ۸-۲-۲ نصب شود.
ولتاژ ضربه قابل تحمل(U_W) سیستم داخلی که باید محافظت شود مشخص گردد.
انتخاب سطح ولتاژ مورد حفاظت (UP1) از SPD1 با توجه به الزامات بند ۸-۲-۱- انجام شود.
اگر این الزام برآورده شود، تجهیزات به اندازه کافی توسط SPD 1 محافظت می شود. در غیر این صورت، SPD 2 اضافی مورد نیاز است.

در صورت نیاز، نزدیکتر به تجهیزات (در مرز LPZ 2، به عنوان مثال در نقطه نصب SB یا SA)، SPD 2 را با الزامات ۸-۲-۲ و انرژی هماهنگ با SPD 1 بالادست نصب شود (بند ۸-۳-۲ مشاهده شود)

- سطح حفاظت UP2 از SPD 2 را انتخاب کنید.
- الزامات ۸-۲-۱- را بررسی کنید.

اگر این الزام برآورده شود، تجهیزات به اندازه کافی توسط SPD 1 و SPD 2 محافظت می شود.

- در غیر این صورت، نزدیک به تجهیزات (به عنوان مثال در محل نصب سوکت SA) SPD 3 اضافی برای برآوردن الزامات ۸-۲-۲- و انرژی هماهنگ با بالادست SPD 1 و SPD2 مورد نیاز است.
- بررسی کنید که شرایط UP/F3 ≤ UW برآورده شده است (بند ۸-۲-۱)

۸-۴- فاکتورهای مربوط به انتخاب SPDها

۸-۴-۱- مقدمه

Iimp، Imax و In، پارامترهای آزمایشی هستند که در تست وظیفه عملیاتی برای آزمون‌های کلاس I و کلاس II استفاده می‌شوند. آنها مربوط به حداکثر مقادیر جریان تخلیه هستند که انتظار می رود در سطح احتمال LPL در محل نصب SPD در سیستم رخ دهد. Imax با تست های کلاس II و Iimp با تست های کلاس I مرتبط است.
مقادیر ترجیحی برای Iimp، Q، W/R، مطابق با[8] IEC 61643-11 در جدول۲۲ آورده شده است.

جدول ۲۲- مقادیر ترجیحی برای I_{imp} [a] (IEC62305-4)

I_{imp} kA [b]	1	2	5	10	12,5 [c]	20	25
Q (C)	0,5	1	2,5	5	6,25 [c]	10	12,5
W/R (kJ/Ω)	0,25	1	6,25	25	39 [c]	100	156

a refers to SPDs connected line to neutral (CT1 connection).

b In general I_{imp} is associated with longer waveshapes (for example 10/350 µs) than I_{max}.

c See IEC 60364-5-53:2001.

GasPlus.ir

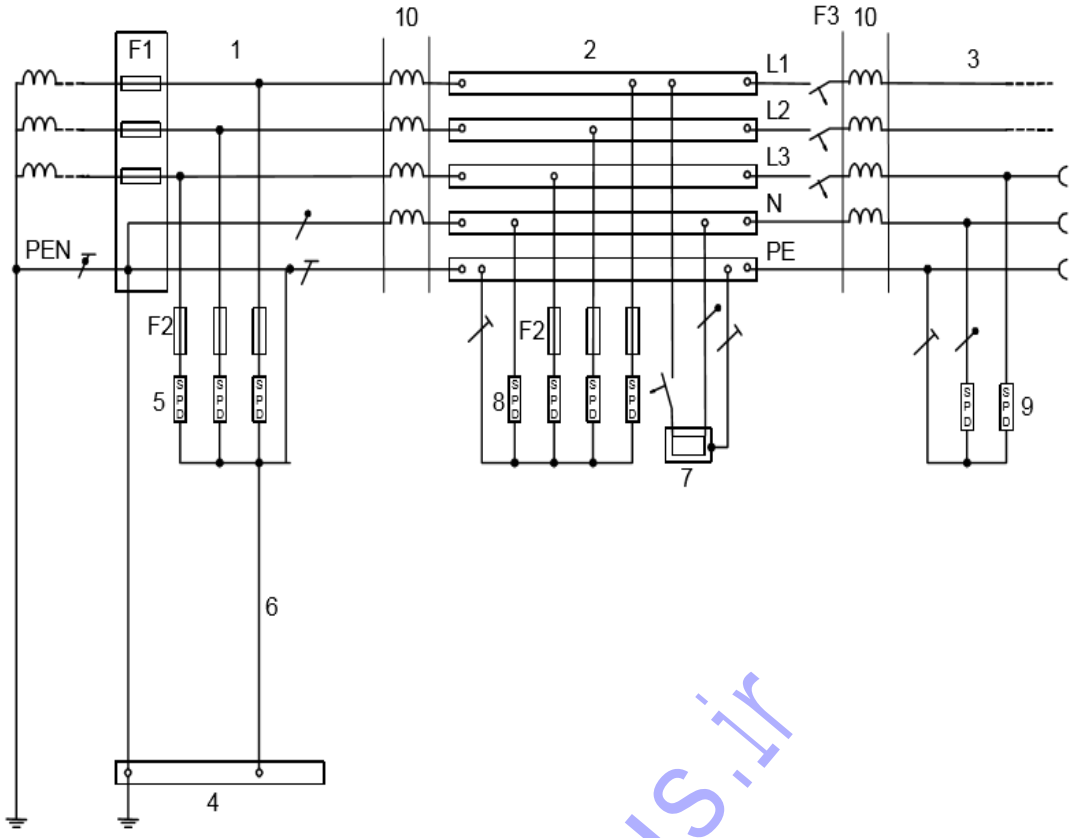
۸-۴-۲- فاکتور های استرس SPD

استرسی که یک SPD تحت شرایط سرج تجربه خواهد کرد، تابعی از پارامترهای پیچیده و مرتبط با یکدیگر است. این شامل:

- محل SPDها در سازه (شکل۱۷)
- روش برخورد صاعقه به سازه (شکل۱۸) - برای مثال، از طریق برخورد مستقیم به سازه (S1)، یا از طریق القا به سیم‌کشی ساختمان به دلیل برخورد نزدیک سازه (S2)، یا برخورد با خطوط تاسیسات سازه (S3,S4)
- توزیع جریان های صاعقه در سازه - به عنوان مثال، چه بخشی از جریان صاعقه وارد سیستم ارتینگ می شود و چه بخش باقی مانده از طریق سرویس هایی که وارد سازه می شوند مانند سیستم توزیع برق، لوله های فلزی، خدمات مخابراتی و غیره مسیری را به زمین های دوردست جستجو می کند(با توجه به SPDهای همبندی هم پتانسیل مورد استفاده شده در آن قسمت)
- مقاومت و اندوکتانس سرویس‌هایی که وارد ساختار می‌شوند زیرا این مولفه‌ها بر مقدار پیک فعلی جریان و نسبت توزیع شارژ تأثیر می‌گذارند.
- خدمات رسانای اضافی متصل به تاسیسات که بخشی از جریان مستقیم صاعقه را حمل می کنند و بنابراین بخشی از جریان صاعقه را که از طریق سیستم توزیع برق از طریق SPDهای همبند شده با پتانسیل صاعقه وارد می شود را کاهش می دهند. به دلیل جایگزینی احتمالی قطعات نارسانا با آنها به ماندگاری چنین سرویس هایی باید توجه شود.
- حداکثر جریان ضربه ای را که SPD از خود عبور میدهد و شکل موج آن. (مثلاً ۱۰/۳۵۰ میلی ثانیه که صاعقه مستقیم و جزئی را پوشش می دهد و جریان، ۸/۲۰ میلی ثانیه که جریان صاعقه القایی را پوشش می دهد).
- هر سازه اضافی که از طریق سرویس برق به سازه اولیه اتصال داخلی پیدا می کند، چون می تواند بر توزیع و تقسیم جریان صاعقه تاثیر بگذارد.

یادآوری : برای جزئیات بیشتر نحوه اتصال به پیوست پ مراجعه شود.

GasPlus.ir



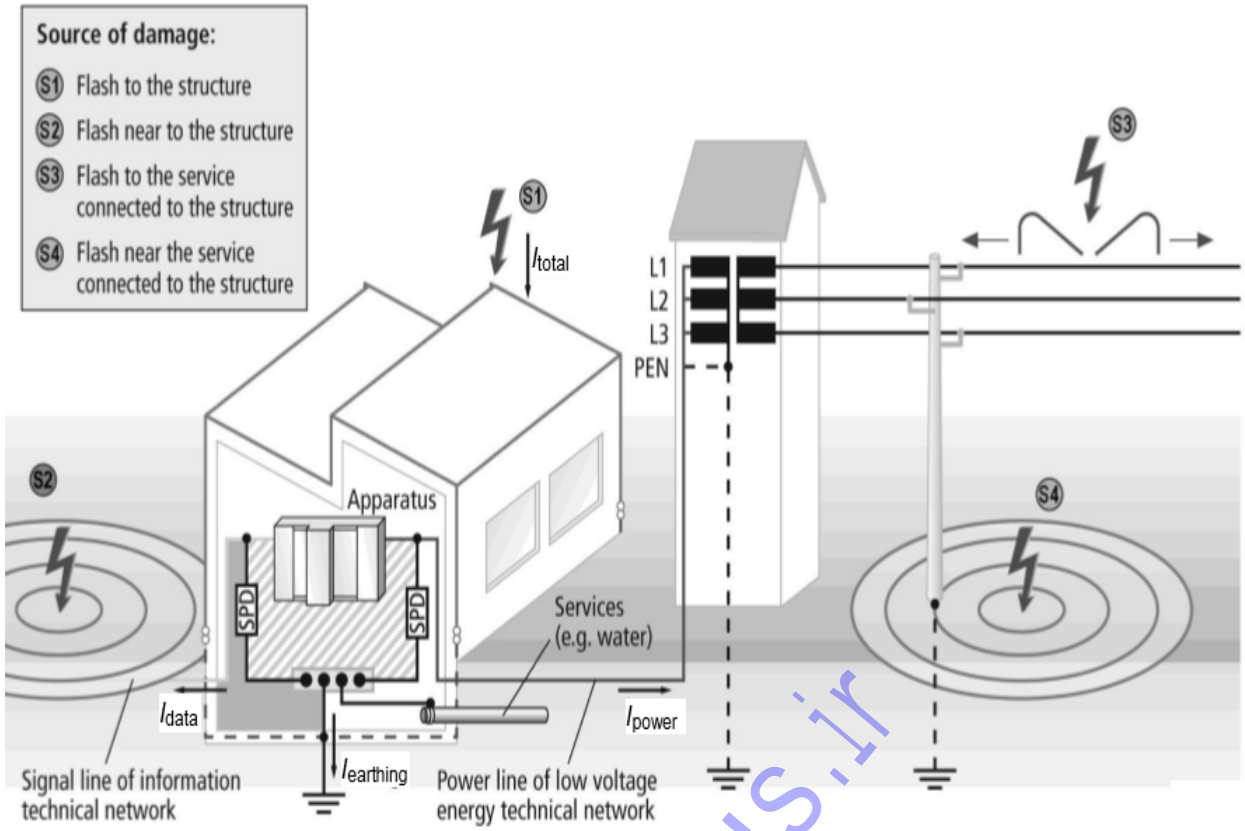
Key

1 origin of the installation
2 distribution board
3 distribution outlet
4 main earthing terminal or bar
5 surge protective device, class I or II tested
6 earthing connection (earthing conductor) of the surge protective device
7 fixed equipment to be protected
8 surge protective device, class II tested
9 surge protective device, class II or class III tested
10 decoupling element or line length
F1, F2, F3 overcurrent protective disconnectors

NOTE Refer to IEC 61643-12 for further information.

شکل ۱۷ - نمونه نصب SPDهای کلاس I، کلاس II و کلاس III (IEC62305-4)

GasPlus.ir



شکل۱۸- مثال اساسی برای منابع مختلف آسیب به سازه و جریان صاعقه(IEC62305-4)

۹– سیستم ارتینگ، حفاظت صاعقه و همبندی سایت مخابراتی

۹-۱- سیستم حفاظت صاعقه (LPS)

ارزیابی ریسک به منظور تعیین سطح حفاظت در برابر صاعقه مطابق بند ۴-۲ و سیستم LPS مطابق الزامات بند ۴-۳ طراحی می شود.

۹-۱- ۱- دکل مخابراتی

به منظور حفاظت از آنتن‌ها و یا اجزای دیگری که در یک ایستگاه مخابراتی قرار دارند، ممکن است نیاز به نصب سیستم حفاظت صاعقه بر روی دکل باشد. در دکل‌های فلزی، رادهای مربوط به سیستم حفاظت صاعقه باید به طور مستقیم به سازه دکل متصل شوند. این رادها به وسیله جوش شدن و یا پیچ شدن به دکل متصل می‌شوند. پیشنهاد می‌شود از میله‌های فولادی توپر با قطر ۱۰ میلی‌متر و یا بیشتر برای این رادها استفاده شود. می نیمم طول این رادها باید ۱ متر باشد.

در ایستگاه فامنین با توجه به اینکه سطح مقطع بدنه دکل از ۱۲۵ میلی‌متر مربع کمتر نیست، لذا مطابق با بند 6.1 استاندارد ITU-T-K56 می‌توان از بدنه فلزی دکل مخابراتی بعنوان هادی نزولی استفاده کرده و دیگر نیازی به تعبیه هادی جداگانه‌ای به این منظور نمی‌باشد.

GasPlus.ir

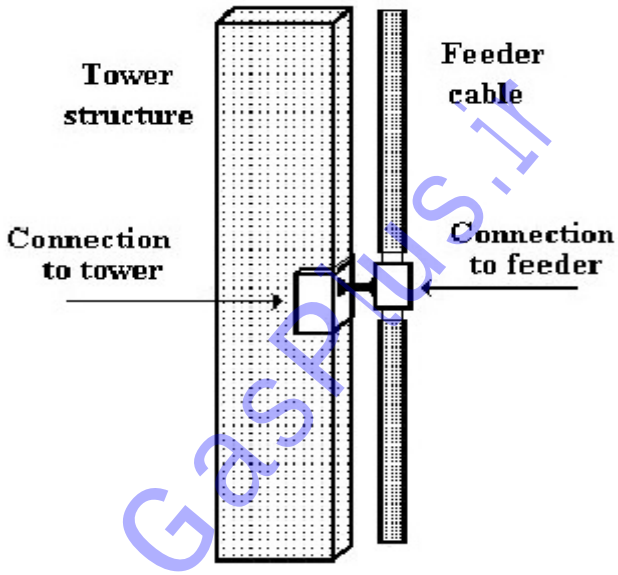
۹-۱- ۲- ساختمان مخابراتی

در بیشتر موارد ساختمان‌های اطراف دکل به وسیله دکل از برخورد مستقیم صاعقه حفاظت می‌شوند. در غیر این صورت برای حفاظت از این ساختمان‌ها در برابر برخورد مستقیم صاعقه باید بر مبنای استاندارد IEC 62305-3 عمل شود. لازم به ذکر است که استاندارد شرکت ملی گاز به شماره IGS-E-IT-006(0)-1392 بیان می‌دارد که تراز حفاظت صاعقه دکل‌های مخابراتی واقع در ایستگاه‌های گاز برابر با I در نظر گرفته شود.

۹-۲- همبندی در دکل

۹-۲-۱- کابل فیدر

شیلد کابل‌های کواکسیال (کابل فیدر) باید به بدنه فلزی دکل یا سینی کابل همبند شوند. این اتصال باید به وسیله کانکتورهای‌های ضد آب انجام شود. در شکل ۱۹ شماتیکی از این اتصال نشان داده شده است.



شکل ۱۹: اتصال شماتیک بین کابل فیدر و بدنه دکل

مطابق با استاندارد ITU-T K.56 پیشنهاد می‌شود که شیلد فیدرها در اولین نقطه تماس، نزدیک به آنتن و در نقطه‌ای که دکل را ترک می‌کند (محل خم شدن کابل) به بدنه فلزی دکل مخابراتی همبند شود. فارغ از همبندی در این نقطه، کابل‌های فیدر باید به شینه نصب شده در محل ورود کابل به ساختمان مخابراتی، همبند شوند. (این شینه باید توسط دو هادی مجزا به الکترود زمین دور ساختمان متصل گردد)

با توجه به تصاویر موجود در سایت مخابراتی تحت بررسی شیلد کابل های انتقالی از دکل به سمت سازه مخابرات به دکل و در لحظه ورود به سازه تجهیزات به شینه مستقر در قسمت خارجی ساختمان مخابراتی همبند نشده است. شینه مستقر بر روی دیواره خارجی ساختمان مخابراتی باید با امپدانس پایین به رینگ سازه تجهیزات همبند شود که می‌توان از دو هادی روکش دار مسی با حداقل سطح مقطع ۵۰ میلی متر مربع بدین منظور استفاده کرد.

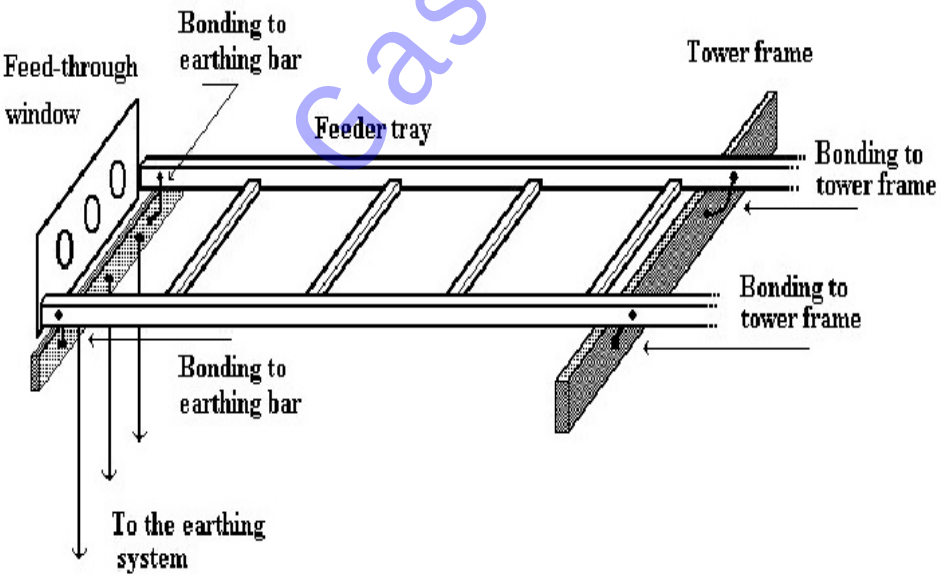
GasPns.ir

کابل‌های انتقال دهنده توان به روشنایی‌های نصب شده بر روی دکل‌ها نیز باید در برابر اصابت مستقیم صاعقه حفاظت شوند. اگر این کابل‌ها شیلدار باشند، باید این شیلد پیوستگی الکتریکی در کل مسیر داشته باشد و در انتهای به دکل همبند شود. انتهای شیلد کابل باید تا آنجا که ممکن است به تجهیزات روشنایی نزدیک باشد و به شینه زمین همبند شود.

اگر کابل شیلدار نباشد، باید در داخل یک داکت فلزی قرار گیرد و داکت از لحاظ الکتریکی در کل مسیر پیوسته باشد. این داکت باید حداقل در انتهای بالایی به دکل همبند شده و تا آنجا که ممکن است کابل در داخل این داکت فلزی قرار گیرد. داکت می‌تواند از جنس فولاد گالوانیزه با حداقل سطح مقطع ۱۶ میلی‌متر مربع باشد. این داکت فلزی نیز باید در شینه زمین در محل ورود به ساختمان تجهیزات زمین شود. در صورت عدم استفاده از داکت فلزی باید از SPD هایی نزدیک به تجهیزات روشنایی و بین هادی‌ها و بدنه دکل وصل شود. همچنین در محل ورود هادی روشنایی به ساختمان نیز باید SPD هایی نصب شوند که به شینه زمین همبند شوند.

۹-۲-۲ - سینی کابل

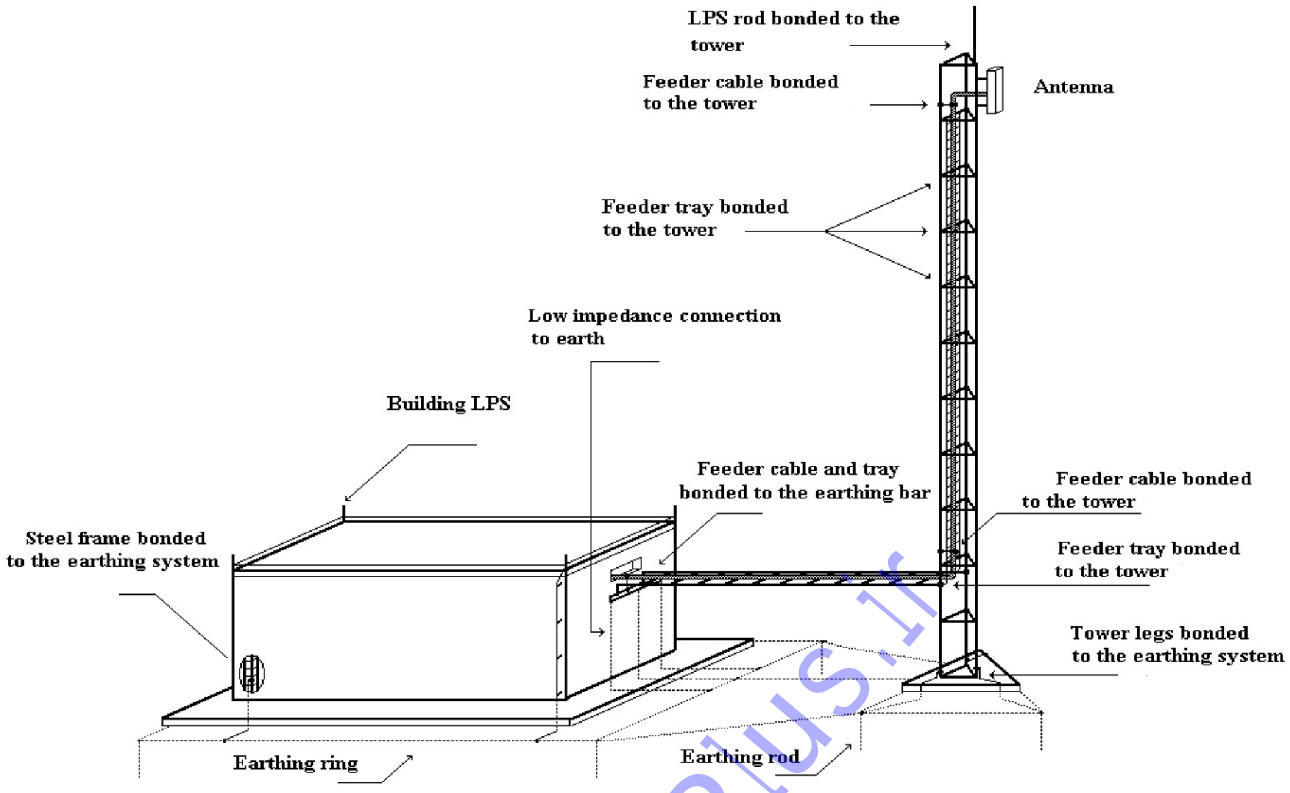
سینی کابل باید پیوستگی الکتریکی در تمام طول خود داشته باشد وبه دکل همبند شود. در فاصله بین دکل و ساختمان تجهیزات نیز سینی کابل باید پیوستگی خود را حفظ کند و به شینه زمین در محل ورودی به ساختمان تجهیزات همبند شود. حداقل سطح مقطع هادی همبندی مطابق با استاندارد IEC62305-3 و برای هادی مسی برابر با ۱۶ میلی متر مربع در نظر گرفته می‌شود. در شکل ۲۰، همبندی سینی کابل نمایش داده شده است.



شکل ۲۰- همبندی سینی کابل

GasPlus.ir

در شکل ۲ نمایی کلی از همبندی و سیستم زمین آمده است.



شکل ۲۱ - نمای کلی سیستم همبندی و زمین دکل‌های مخابراتی

۹-۳ - سیستم زمین

۹-۳-۱- پیکربندی سیستم زمین

سیستم زمین باید یک مسیر امن برای جریان صاعقه به زمین و کاهش گرادیان ولتاژ ایجاد کند. در شکل ۲۲ پیکربندی سیستم زمین برای یک ایستگاه رادیویی (RBS[۴۴]) آمده است.

در سیستم زمین RBS:

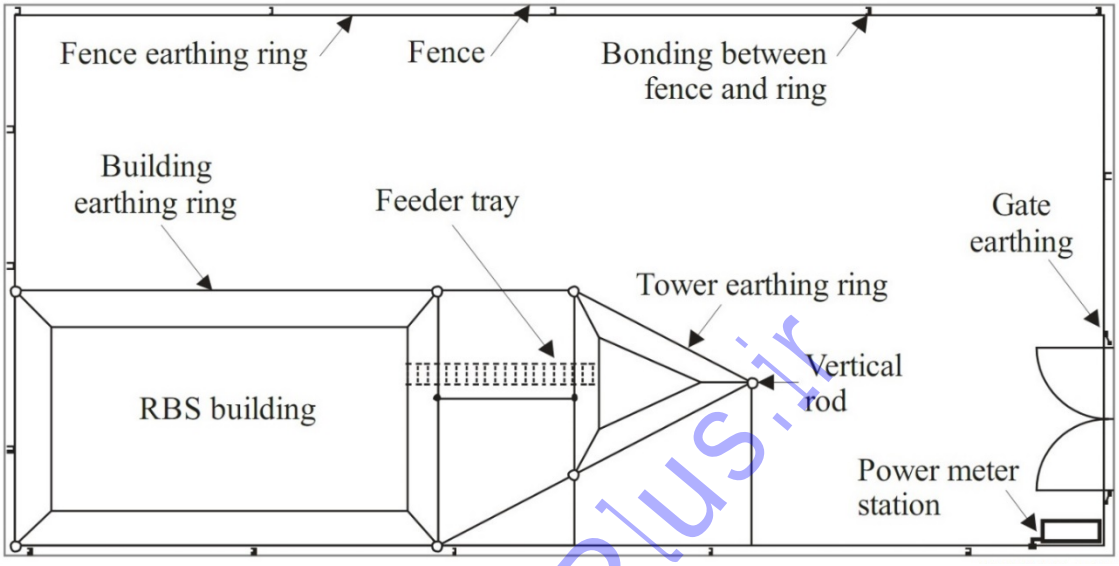
- یک هادی لخت در دور ساختمان و یکی در دور دکل کشیده شده است.
- فاصله هادی لخت تا ساختمان باید در حدود یک متر و عمق آن باید حداقل نیم متر باشد.
- باید رادهایی در محل اتصال هادی نزولی به رینگ به زمین کوبیده شوند. این رادها باید از جنس فولاد با پوشش مس یا فولاد گالوانیزه یا فولاد زنگ نزن باشند. طول رادها مطابق با استاندارد IEC 62305-3 قابل محاسبه بوده و برای پروژه تحت بررسی برابر با ۳ متر توصیه می‌گردد.
- پایه‌های دکل باید با کوتاهترین مسیر به رینگ زمین متصل شوند.
- استراکچر[۴۵] ساختمان RBS باید حداقل در چهار گوشه به رینگ زمین متصل شود.

[44] Radio Base Station

GasPlus.ir

- رینگ زمین باید به شینه اصلی زمین داخل ساختمان متصل شود (شینه زمین ترجیحا روی دیوار روبه روی دکل باشد). هادی زمین باید تا حد امکان کوتاه و سطح مقطع آن حداقل ۵۰ میلی‌مترمربع باشد.

- تمام هادی‌های که در سیستم حفاظتی زمین استفاده می‌شوند باید از جنس مس یا فولاد با روکش مس باشند و سطح مقطع آن‌ها حداقل ۵۰ میلی‌متر باشد. فولاد گالوانیزه نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که در این صورت سطح مقطع آن نباید کمتر از ۹۰ میلیمتر مربع باشد.



شکل ۲۲- سیستم زمین ایستگاه رادیویی

تمام اجسام فلزی (تانک سوخت، لوله‌ها، تهویه‌های هوا و غیره) که در نزدیکی (در فاصله ۳ متری) سیستم زمین قرار دارند، باید به آن همبند شوند. این همبندی باید به وسیله هادی مسی (فولاد مس‌پوش یا گالوانیزه هم می‌تواند استفاده شود) و به نزدیکترین الکترود زمین متصل شود.

۹-۴- پوشش سطح ایستگاه

پیشنهاد می‌شود سطح ایستگاه مخابراتی به وسیله یک لایه سنگ ریزه پوشیده شود.حداقل سطح مقطع این لایه نباید کمتر از 0.08 متر باشد. این لایه باید به اندازه کافی وسیع باشد و حداقل تا یک متر از اطراف ایستگاه کشیده شود.

۹-۵- حصار (فنس)

اگر حصار فلزی باشد، باید اقدامات احتیاطی برای کاهش خطر انتقال ولتاژ در نظر گرفته شود. الکترود زمین باید در طول فنس نصب شود و فنس و الکترود زمین به هم همبند شوند. اگر در ورودی نیز فلزی باشد باید به الکترود رینگ زمین همبند شود. این الکترود زمین باید به سیستم زمین همبند شود.(شکل ۲۲)

[45] structure

۹-۶- تابلو اندازه‌گیری[۴۶]

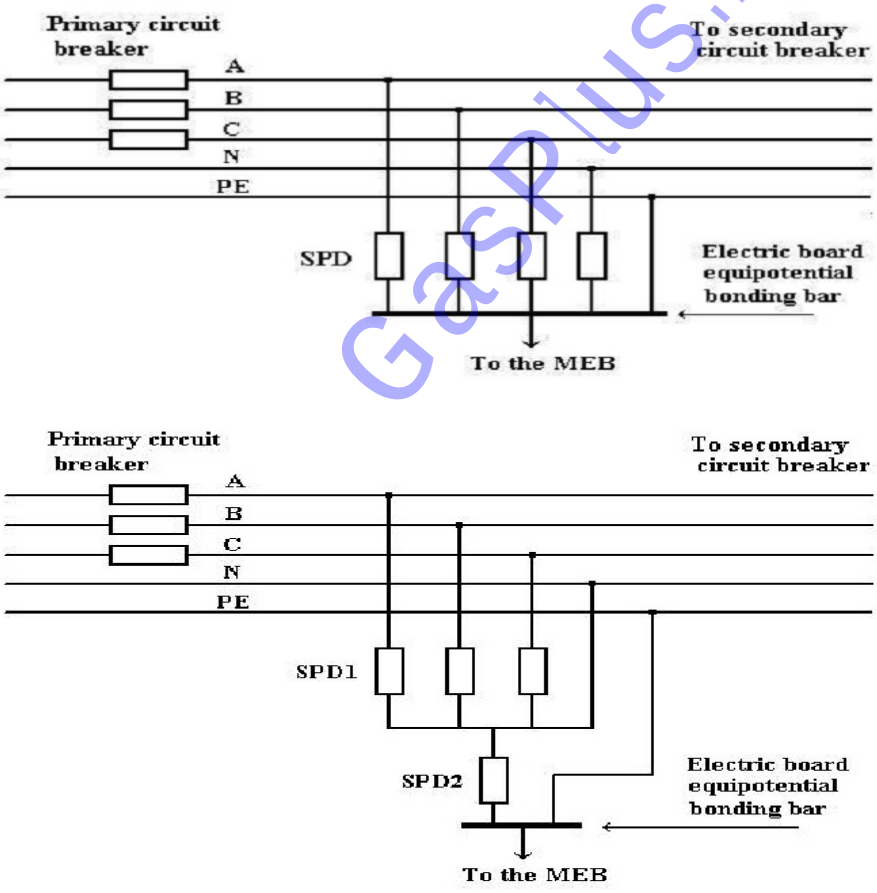
شینه زمین این تابلو (که معمولا اندازه‌گیرها و کلیدها در آن قرار دارند) باید به زمین RBS همبند شود. SPD باید در سمت ساختمان RBS در تابلو اندازه‌گیری نصب شوند و مطابق IEC 61643-1 باشد.

۹-۷-تابلو برق[۴۷]

تابلو برق شامل کلیدها، SPD ها و یک شینه زمین می‌باشد. شینه زمین باید به الکترود رینگ ساختمان به وسیله یک هادی زمین کوتاه و با حداقل سطح مقطع ۵۰ میلی‌متر مربع، همبند شود. بدنه تابلو برق و SPD باید به شینه زمین وصل شود. شینه زمین تابلو برق باید به شینه زمین اصلی به وسیله یک هادی همبندی با حداقل سطح مقطع ۱۶ میلی‌متر مربع متصل شود.

۹-۸- نصب SPD در تابلو برق

نصب SPD ها در تابلو برق بسته به نوع سیستم الکتریکی متفاوت است. با توجه به اینکه سیستم زمین مورد نظر در اینجا TN-S می‌باشد، در شکل ۲ نحوه قرارگیری SPD در تابلو برق برای این نوع سیستم زمین آمده است.



شکل ۲۳- نحوه قرارگیری SPD در سیستم TN-S

[46] Power meter station
[47] Electric Pnel

GasPlus.ir

در پروژه تحت بررسی SPD های قرار گرفته در تابلوی توزیع در مسیر فاز به نول قرار گرفته و توصیه می‌شود که مطابق با استاندارد ITU-T K.56:2010، SPD ها مطابق آرایش فوقانی شکل ۲۳ نصب شوند.

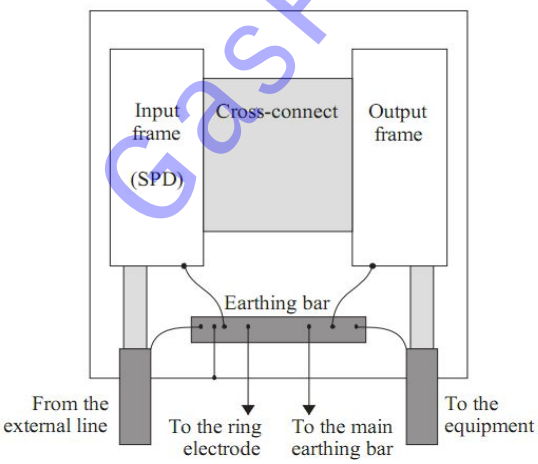
۹-۹-بدنه تابلو توزیع[۴۸]

کابل‌های مخابراتی در داخل RBS باید نزدیک به بدنه توزیع باشند. بدنه توزیع یک شینه زمین دارد که باید به وسیله یک هادی با حداقل سطح مقطع ۵۰ میلی‌متر مربع به الکترود رینگ ساختمان متصل شود. این شینه همچنین باید به شینه اصلی زمین به وسیله سیمی با حداقل سطح مقطع ۱۶ میلی‌مترمربع متصل شود. در داخل هر کابینت اجزای زیر باید به شینه زمین بدنه تابلو توزیع متصل شوند:

- شیلد فلزی کابل‌های مخابراتی
- المان استقامت فلزی[۴۹] کابل‌های مخابراتی
- SPD های متصل به جفت‌های متقارن فلزی[۵۰]
- بدنه فلزی تابلو توزیع

کابل داخلی که تابلو توزیع را به سمت تجهیزات ترک می‌کند، بهتر است به وسیله یک سینی فلزی که به شینه زمین تابلو توزیع همبند شده، همراه باشد. (شکل ۲۴) دیاگرام اتصال به زمین تابلو توزیع مخابراتی را نشان می‌دهد.

لازم به ذکر است که باید فیدرهای ورودی از دکل در بدو ورود به سازه مخابراتی، کابل‌های کواکسیال، کابل‌های سیگنال ورودی و خروجی توسط SPD زمین شوند.



شکل ۲۴: دیاگرام تابلو توزیع مخابراتی

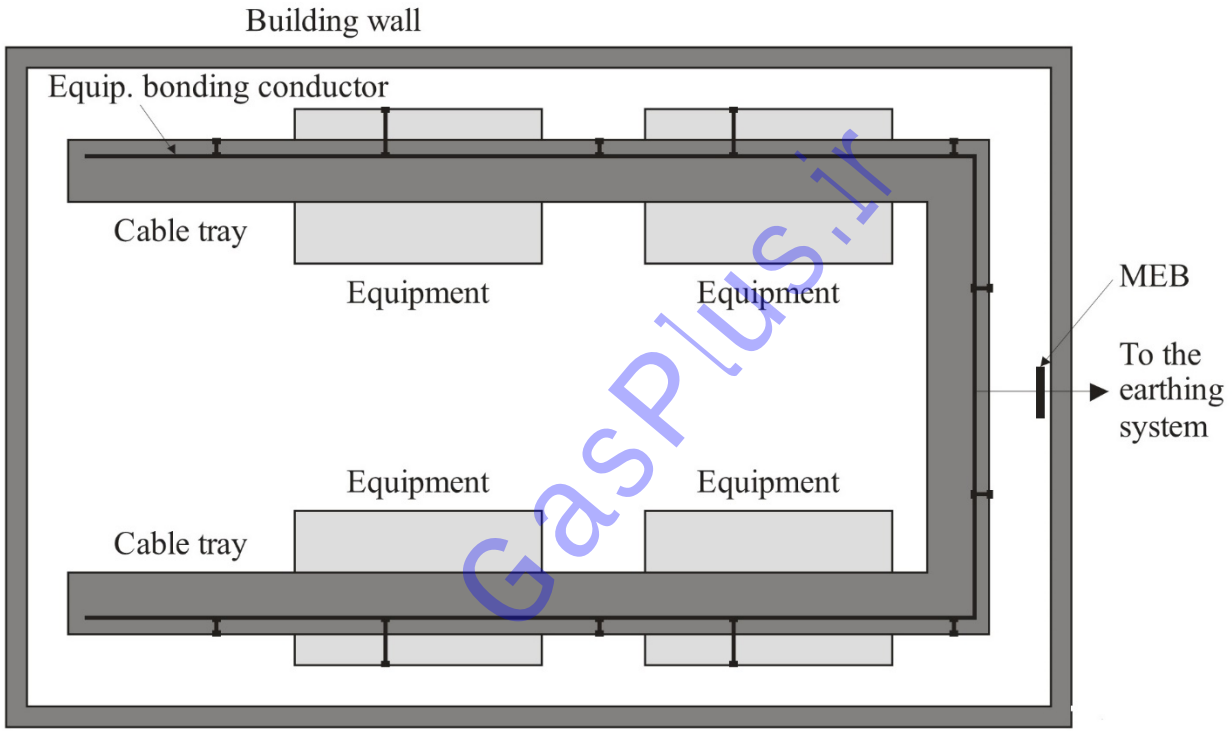
GasPlus.ir

[48] Distribution frame
[49] metallic strength element
[50] Metallic symmetric pairs

۹-۱۰- سیستم زمین و همبندی المان‌های فلزی

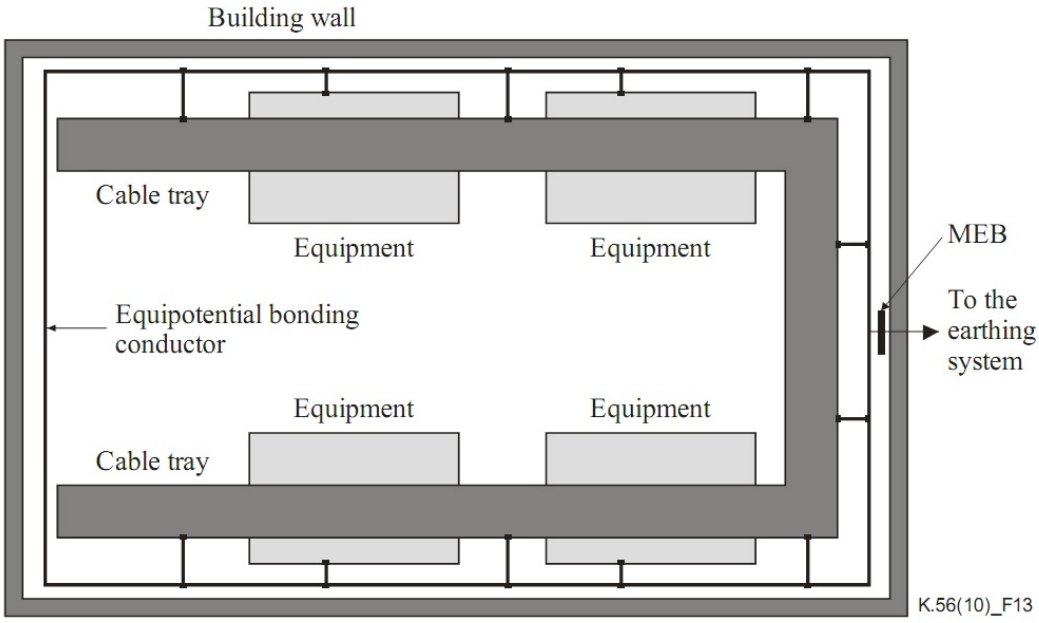
سیستم زمین و همبندی برای تجهیزات فلزی به منظور کاهش ولتاژ بین قسمت‌های فلزی (برای امنیت کارکنان) و کاهش امپدانس انتقالی تجهیزات می‌باشد. برای رسیدن به این اهداف ضروریست که تجهیزات فلزی به صورت زیر به هم متصل شوند:

- یک هادی همبندی باید داخل یا بیرون سینی کابل نصب شود و بدنه تجهیزات را با سینی کابل همبند کند. این هادی باید به شینه اصلی سیستم زمین متصل شود. همچنین این هادی همانند یک رینگ می‌تواند در دور اتاق کشیده شود و به بدنه تجهیزات و سینی کابل با کوتاهترین فاصله مانند شکل ۲۵ و ۲۶ متصل شود. این هادی همبندی می‌تواند از سقف (ITU-T K.35) یا از کف (ITU-T K.27) اتاق عبور کند.



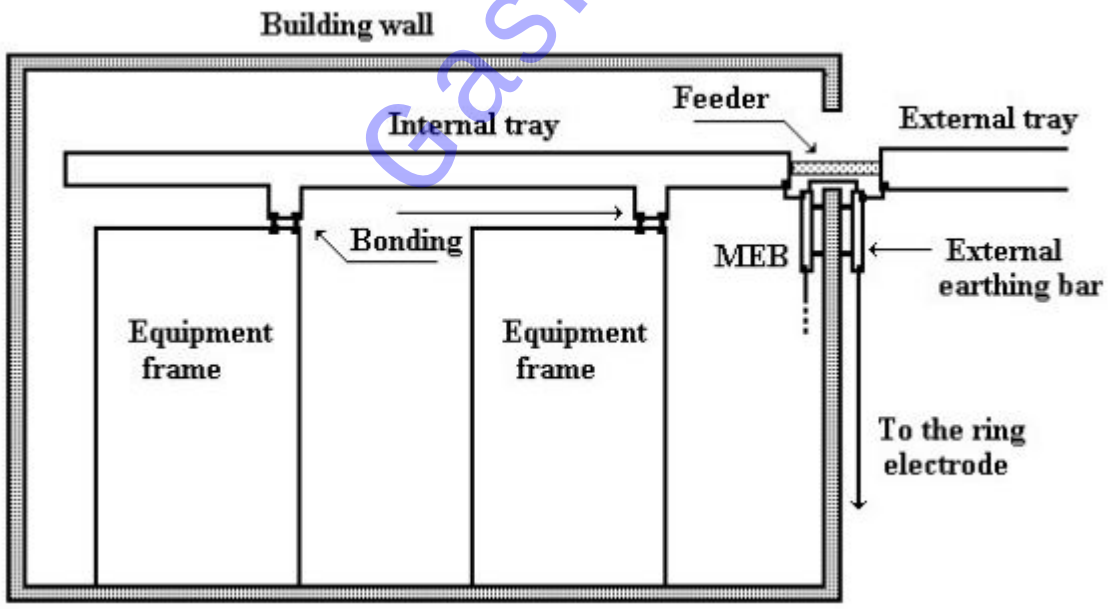
شکل ۲۵: هادی همبندی اضافی در سینی‌های کابل

GasPlus.ir



شکل ۲۶: هادی همبندی اضافی در اطراف تجهیزات

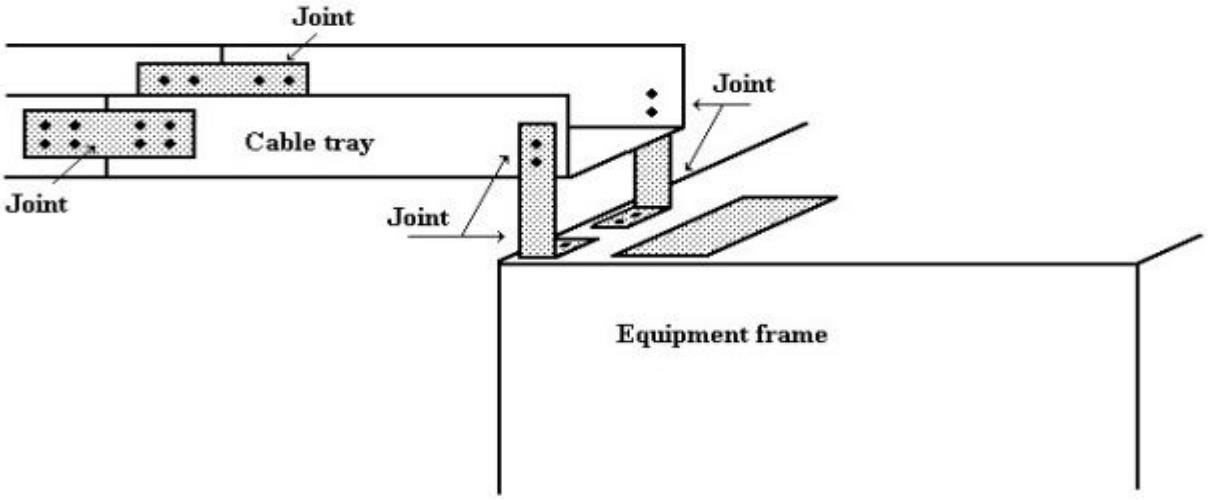
- شیلد فلزی، هادی‌های شیلد باید به بدنه فلزی تجهیزات در دو سر آن متصل شود.
- سینی و یا داکت‌های فلزی که کابل‌ها در داخل آن‌ها قرار می‌گیرند باید در دو سر مانند شکل ۲ به بدنه فلزی تجهیزات وصل شوند.



شکل ۲۷: نمای جانبی RBS از همبندی بین سینی کابل و بدنه تجهیزات

- داکت‌های فلزی و سینی‌ها باید پیوستگی الکتریکی داشته باشند و در نقاط اتصال نیز حداقل در دو نقطه متقارن مانند شکل ۲۸ به هم وصل شوند.

GasPlus.ir

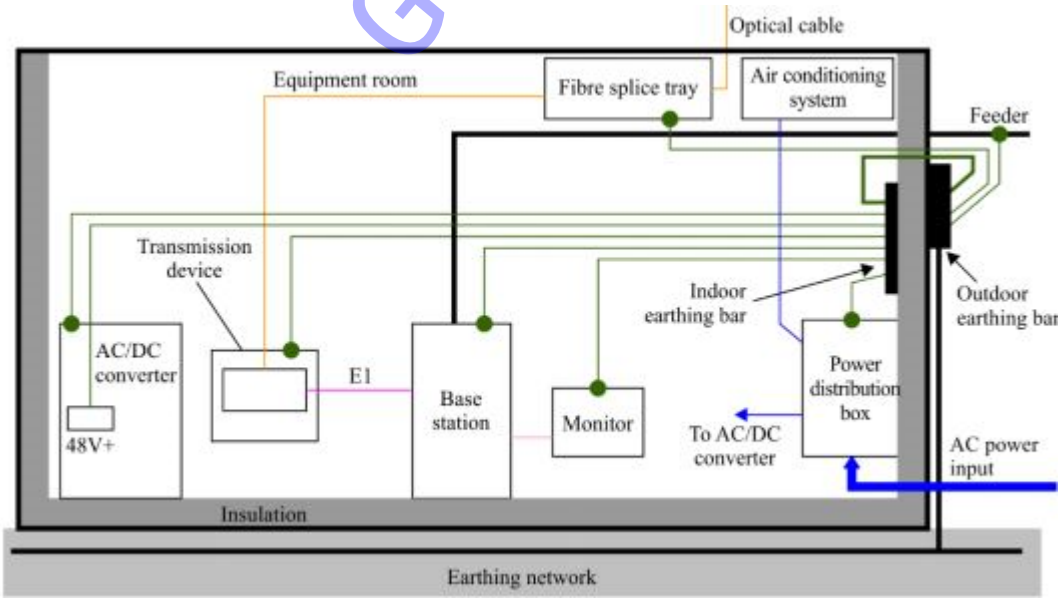


شکل ۲۸: دیتایل پیوستگی الکتریکی سینی کابل و داکت در نقاط اتصال

در استاندارد ITU-T-K.112 برای همبندی اتاق تجهیزات در بند 6.4 دو تایپ مختلف A و B پیشنهاد شده است. در تایپ A:

- منبع تغذیه AC و کابل‌های فیدر از یک محل به اتاق تجهیزات وارد می‌شوند.
- همبند شدن تابلو توزیع توان[51] و تجهیزات دیگر داخلی در شینه زمین داخلی (داخل اتاق تجهیزات) انجام می‌شود.
- شینه زمین داخلی و خارجی به هم متصل می‌شوند. شینه زمین خارجی به عنوان شینه زمین اصلی در نظر گرفته می‌شود.
- شینه زمین داخلی و همه تجهیزات باید از کف دیوارها و سقف ایزوله باشند. ضخامت لایه ایزوله‌کننده نباید از ۲ میلی‌متر کمتر باشد.

در شکل ۲۹ همبندی نوع A آورده شده است.



شکل ۲۹- همبندی نوع A تجهیزات داخل اتاق

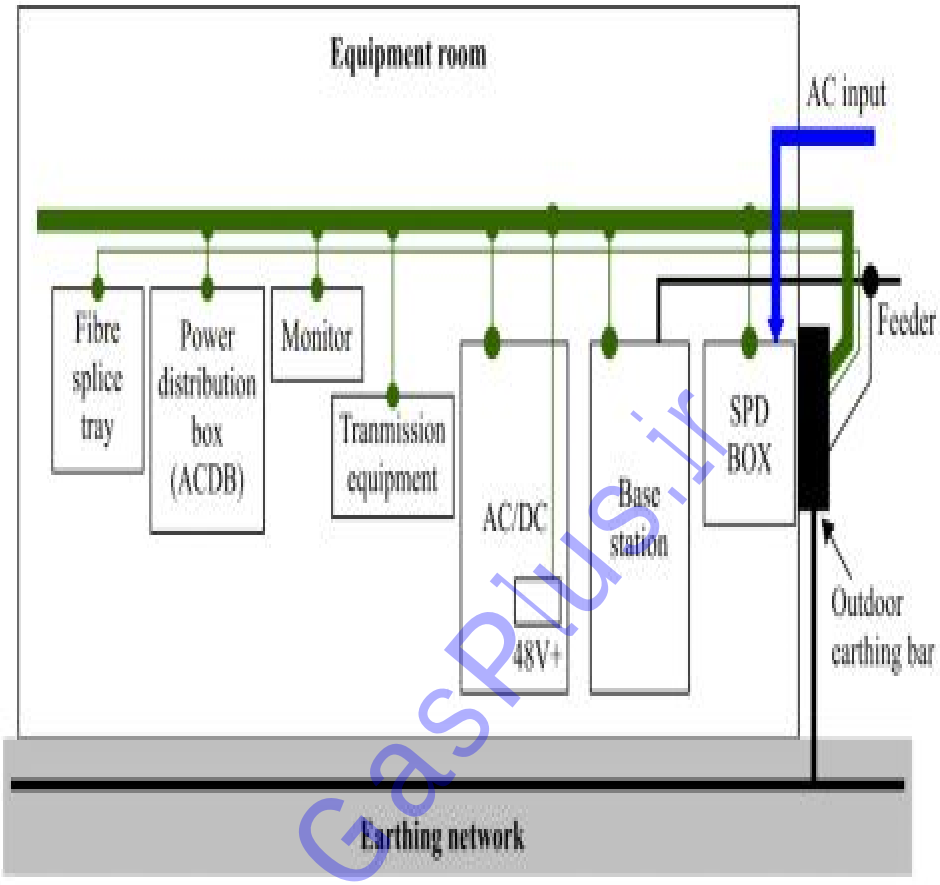
[51] .power distribution box

GasPlus.ir

نوع دوم همبندی تجهیزات داخل اتاق نوع B می‌باشد و درآن:

- از رینگ همبندی به جای شینه زمین داخلی استفاده می‌شود.
- تمام تجهیزات با استفاده از هادی همبندی به رینگ همبندی وصل می‌شوند.
- بیشتر تجهیزات زیر سطح سینی کابل نصب می‌شوند.

در شکل ۳۰ همبندی نوع B آورده شده است.



شکل ۳۰- همبندی نوع B تجهیزات داخل اتاق

مطابق با هندبوک Motorola توصیه می‌شود هادی همبندی به وسیله کابلشوهای دو سوراخه به شینه MEB واقع در اتاق تجهیزات نصب و از قرار دادن دو کابلشو روی هم خودداری شود. مطابق با استاندارد ISO IEC 30129 سطح مقطع هادی همبندی با فرض حداکثر فاصله ۱۰ متر بین شینه MEB و تجهیزات برابر با ۳۵ میلی‌متر مربع و از جنس هادی مسی روکش‌دار انتخاب می‌شود

GasPlus.ir

۱۰– سیستم حفاظت صاعقه در مناطق مستعد خطر

۱۰-۱ – تراز حفاظت صاعقه

مطابق بند 4-5 از استاندارد بین‌المللی IEC 62305-2:2010 داریم:

- در صورتیکه توسط مراجع صلاحیت‌دار تعبیه حفاظت صاعقه برای سازه‌های حاوی فضاهای قابل انفجار الزام شود، باید حداقل تراز حفاظت صاعقه II برای آن در نظر گرفته شود. ترازهای بالاتر زمانی ممکن خواهد بود که توجیهات فنی برای آن ارائه و تایید آن توسط مراجع صلاحیت دار صادر شده باشد. مثلا در مناطق با نرخ اصابت صاعقه پایین ممکن است از تراز III استفاده شود.

همچنین بر اساس بخش 7.3.2 استاندارد NFPA 780:2017 داریم:

- زون حفاظتی برای سازه‌هایی که حاوی بخارات قابل اشتعال، گازهای قابل اشتعال یا مایعاتی که از آن‌ها بخارات قابل اشتعال خارج می‌شود باید الزاما باید بر اساس فاصله اصابت حداکثر ۳۰ متر باشد.

۱۰-۲– سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه

مطابق پیوست D از استاندارد بین‌المللی IEC 62305-3:2010 اصول زیر در طرح و اجرای سیستم حفاظت صاعقه برای مناطق با خطر انفجار می‌بایست رعایت شود:

- برای تخلیه الکتریسیته ساکن و جلوگیری از خطرات آن، کلیه اجزای فلزی در مناطق خطر باید به هم همبند شده و نهایتا به سیستم ارتینگ متصل شوند. استاندارد API RP 2003:2015 جزئیات این اتصالات را بیان می‌کند.
- سیستم حفاظت صاعقه باید به گونه‌ای طراحی و نصب شود که در صورت اصابت مستقیم صاعقه به آن، بجز در نقطه اصابت هیچ اثری از ذوب شدگی یا اسپری شدن در اجزای آن رخ ندهد.
- در مواردی که امکان اجرای هادی نزولی خارج از زون انفجار وجود نداشته باشد، سطح مقطع آن باید به گونه‌ای انتخاب شود که عبور جریان صاعقه باعث افزایش دمای سطح هادی به مقداری بیش از دمای اشتعال خود به خودی فضای قابل انفجار نرسد.
- برای پایانه زمین صاعقه‌گیر در مناطق خطر ترجیحا نوع B یعنی رینگ بسته طراحی و اجرا شود. مقاومت زمین این پایانه تا حد ممکن باید پایین و در هیچ صورتی نباید بزرگتر از ۱۰ اهم باشد.
- تمامی اجزای فلزی سازه، تاسیسات و تجهیزات باید به منظور هم پتانسیل‌سازی به یکدیگر به شکلی موثر همبند شوند.
- در جایی که مقدور باشد، تمامی اجزای سیستم حفاظت صاعقه باید حداقل یک متر خارج از زون انفجار باشد. در مواردی که رعایت این امر ممکن نباشد باید از پیوسته بودن هادی‌ها و محکم بودن اتصالات اطمینان حاصل شود.
- باید از هرگونه شل‌شدگی اتفاقی اتصالات در مناطق خطر اکیدا جلوگیری شود.
- در صورتیکه فضای قابل انفجار زیر یک صفحه فلزی قرار داشته باشد به گونه‌ای که اصابت مستقیم صاعقه باعث سوراخ شدن آن صفحه شود، پایانه هوایی حفاظت صاعقه باید برای چنین سازه‌ای در نظر گرفته شود.
- در صورت عملیاتی بودن، برقگیرهای حفاظتی SPD باید خارج از زون انفجار مکان یابی شود. در غیر اینصورت باید از انواع ضد انفجار Ex برای نصب در این مناطق استفاده گردد.
- لوله‌های فلزی رو زمینی که خارج از مناطق عملیاتی هستند باید هر ۳۰ m زمین شوند.

GasPlus.ir

- همبندی سیستم حفاظت صاعقه با سازه‌ها، تجهیزات و تاسیسات تنها در صورت موافقت کارفرمای سیستم[۵۲] انجام شود. همبندی غیر مستقیم توسط اسپارک‌گپ نیز بدون موافقت کارفرمای سیستم ممکن نخواهد بود.
- سازه‌ای که محتوی آن زون ۲ انفجار محسوب می‌شود نیاز به تمهیدات اضافی دیگری ندارد. برای تاسیسات فلزی مستقر در فضای آزاد (نظیر برج‌ها، راکتورها و غیره) در صورتیکه ضخامت آن بیش از مقدار مشخص شده در جدول۳ استاندارد[۵۳] باشد. (مثلا برای جنس فولاد بیش از ۵ mm) نیازی به در نظر گرفتن پایانه هوایی نبوده و تنها باید به شکل مناسبی زمین گردد.
- سازه‌ای که محتوی آن زون ۱ انفجار محسوب می‌شود علاوه بر در نظر گرفتن موارد مطرح شده در بند قبلی برای زون ۲، در صورتی که در چنین سازه‌ای بخشی از تاسیسات یا لوله توسط عایق جدا شده‌اند باید به کمک اسپارک‌گپ ضد انفجار توسط بهره‌بردار به هم همبند شوند.
- سازه‌ای که محتوی آن زون صفر انفجار محسوب می‌شود علاوه بر در نظر گرفتن موارد مطرح شده در دو بند قبلی برای زون‌های ۱ و ۲، در صورتیکه ضخامت پوشش فلزی سازه به اندازه‌ای نباشد که افزایش دمای ناشی از اصابت صاعقه باعث جلوگیری از انفجار شود، یک پایانه هوایی صاعقه‌گیر می‌بایست برای آن تعبیه گردد.

۱۰-۳- برقگیر حفاظتی ضد انفجار

برای حفاظت تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در برابر اثرات ثانویه (اضافه ولتاژ گذار) صاعقه در مناطق مستعد خطر باید از همبندی و همینطور برقگیر حفاظتی استفاده نمود. برقگیرهایی که در این مناطق نصب می‌شوند همانند سایر تجهیزات الکتریکی باید گواهینامه متناسب با فضایی که در آن نصب می‌شوند داشته باشند

۱۰-۴- الزامات اجرا و نصب

الزامات اجرا و نصب سیستم حفاظت در مقابل صاعقه در مناطق مستعد خطر انفجار و آتش سوزی باید مطابق با الزامات استاندارد IEC 60079-14 و IEC 62305-3 باشد.

۱۱– الزامات بازرسی سیستم حفاظت در مقابل صاعقه

۱۱-۱- ملاحظات عمومی

این بخش اصول مهم در بازرسی، سیستم‌های زمین و حفاظت در برابر صاعقه را بر اساس استانداردهای مدون و معتبر بیان می‌دارد.

کارایی سیستم حفاظت صاعقه به نحوه نصب، نگهداری و روش‌های تست آن بستگی دارد.

انجام بازرسی، تست و نگهداری نباید در هنگام وجود خطر طوفان صورت پذیرد.

۱۱-۲- بازرسی

بازرسی‌ها به منظور ایجاد اطمینان از موارد زیر صورت می‌پذیرد:

۱) سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه مطابق با طراحی و بر اساس استاندارد می‌باشد.

[52] Operator system باتوافق بین طراح سیستم حفاظت در برابر صاعقه و مقام ذیصلاح شرکت بهره بردار

[53] IEC 62305-3 2010 Table3

GasPlus.ir

۲) تمامی اجزاء سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه در شرایط مطلوبی قرار داشته و قادر به ایفای عملکردهای طراحی شده بوده و همچنین دارای مشکل خوردگی نمی‌باشند.

۳) تمامی سرویس‌ها و توسعه‌های جدید ساختمان مورد نظر، در محدوده حفاظتی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه قرار دارند.

۱۱-۲-۱- محدوده بازرسی

گزارش طراحی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه مشتمل بر اطلاعات لازم در مورد سیستم حفاظت صاعقه مانند معیارهای طراحی، شرح و توضیحات لازم در مورد طراحی و نقشه‌های سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه می‌بایست در اختیار بازرس سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه قرار گیرد.

تمامی سیستم‌های ارتینگ و حفاظت صاعقه را باید در مواقع زیر مورد بررسی قرار داد:

- در هنگام نصب سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه، به خصوص در زمان نصب تجهیزاتی که در ساختمان پنهان می‌گردند و در آینده دسترسی به آن‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد.
- پس از نصب کامل سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه
- در فواصل زمانی معین مطابق جدول ۲۳.

جدول ۲۳- حداکثر فواصل زمانی بازرسی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه

مکان‌های خاص [a b] بازرسی کامل (سال)	بازرسی کامل (سال)	بازرسی چشمی (سال)	مکان‌های مورد نظر
۱	۲	۱	تراز حفاظتی ۱ و ۲
۱	۴	۲	تراز حفاظتی۳ و ۴

[a] سیستم‌های ارتینگ و حفاظت صاعقه ساختمان‌های حاوی مواد قابل انفجار می‌بایست هر ۶ ماه یکبار، به صورت چشمی مورد بازرسی قرار گیرند. تست تاسیسات به صورت الکتریکی (به طور مثال تست پیوستگی مسیر، مقاومت زمین و ...) باید به صورت سالیانه صورت پذیرد.

به جای تست سیستم به صورت سالیانه، می‌توان در بازه‌های ۱۴ یا ۱۵ ماهه، به منظور بررسی اثرات تغییرات در زمان‌های مختلف سال (تابستان، زمستان و ...) تست‌ها را انجام داد.

[b] منظور از مکان‌های خاص، ساختمان‌های حاوی سیستم‌های حساس (به طور مثال تجهیزات الکترونیکی) داخلی، ساختمان‌های اداری، ساختمان‌های تجاری یا مکان‌هایی که در آن افراد زیادی حضور دارند می‌باشد.

جدول ۲۳ در زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که الزامات خاصی از سوی مراجع ذیصلاح برای بازرسی دوره‌ای سیستم ارائه نشده باشد.

سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه باید حداقل به صورت سالیانه مورد بازرسی چشمی قرار گیرد. در برخی از مناطق که شرایط خاص آب هوایی وجود دارد، پیشنهاد می‌گردد تا فواصل زمانی بازرسی کمتر از مقادیر ارائه شده در جدول باشد. در جایی که سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه بخشی از برنامه نگهداری پیش‌بینی شده می‌باشد و یا یکی از الزامات شرکت‌های بیمه می‌باشد، سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه بایستی هر سال مورد بازرسی کامل (تست الکتریکی) قرار گیرد.

GasPlus.ir

فواصل بین بازرسی‌های سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه تحت تاثیر عوامل زیر می‌باشد:

- ساختمان مورد حفاظت در کدام دسته‌بندی قرار می‌گیرد، به خصوص با توجه به پیامدهای خسارت[۵۴] ناشی از برخورد صاعقه یا وقوع خطا در سیستم ارتینگ.
- کلاس سیستم حفاظت صاعقه
- شرایط محیطی، به طور مثال در جایی که محیط خورنده باشد، فواصل زمانی بین بازرسی‌ها می‌بایست کوتاهتر در نظر گرفته شود.
- جنس اجزاء سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه
- نوع سطحی که اجزاء سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه بر روی آن نصب می‌گردند.
- جنس خاک و میزان خوردگی

علاوه بر موارد اشاره شده، سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه باید در هر زمان که تغییرات و تعمیرات اساسی در ساختمان صورت می‌پذیرد و همچنین در مواردی که اطمینان از برخورد صاعقه به سیستم حفاظت صاعقه وجود دارد مورد بازرسی قرار گیرد.

در بسیاری از مکان‌های جغرافیایی، به خصوص در اماکنی که تغییرات فصلی به طور مثال تغییرات دمایی و یا بارندگی قابل توجه می‌باشد، تغییرات مقاومت سیستم زمین با سنجش مقاومت ویژه خاک لایه‌های عمقی در شرایط مختلف آب و هوایی در نظر گرفته شوند.

در زمانی که مقادیر اندازه‌گیری مقاومت، بیشتر از مقاومت در نظر گرفته شده برای طراحی می‌باشد به خصوص در زمانی که میزان مقاومت به صورت پیوسته در فواصل سنجش تغییر می‌کند، احیاء سیستم زمین بایستی مورد توجه قرار گیرد.

۱۱-۲-۲- ترتیب مراحل بازرسی

بازرسی‌ها باید بصورت زیر انجام شود:

- در زمان ساخت ساختمان، به منظور بررسی وضعیت الکترودهای مدفون در بتن و یا اسکلت فلزی.
- پس از نصب سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه
- به صورت دوره‌ای در بازه زمانی مشخص که با توجه به ماهیت ساختمان مورد حفاظت یعنی مشکلات خوردگی و کلاس سیستم حفاظت صاعقه مشخص می‌گردد.
- پس از ایجاد تغییر و تعمیرات یا در زمانی که از برخورد صاعقه با ساختمان برخورد آگاهی وجود داشته باشد.

در بازرسی‌های دوره‌ای، بررسی موارد زیر دارای اهمیت می‌باشد:

- خرابی و خوردگی اجزاء پایانه هوایی، هادی‌ها و اتصالات
- خوردگی الکترودهای زمین
- مقدار مقاومت زمین سیستم ارتینگ و پایانه زمین حفاظت صاعقه
- شرایط اتصالات، همبندی به منظور همبندی بمنظور هم پتانسیل‌سازی و نگهدارنده‌ها

[54] Damage

GasPlus.ir

۱۱-۲-۲- ۱- روند بازرسی

هدف از بازرسی، ایجاد اطمینان خاطر از مطابقت سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه با این دستورالعمل، از هر نظر می‌باشد.

بازرسی شامل بررسی مستندات فنی، بازرسی‌های چشمی، تست و ثبت رویدادها در یک گزارش بازرسی می‌باشد.

۱۱-۲-۲- ۲- بررسی مستندات فنی

مستندات فنی باید از لحاظ کامل بودن، مطابقت با این استاندارد و مطابقت با نحوه اجرا مورد بررسی قرار گیرند.

۱۱-۲-۲- ۳- بازرسی چشمی

بازرسی‌های چشمی باید به منظور اطمینان از موارد زیر صورت پذیرد:

- طراحی مطابق با استانداردهای معتبر ذکر شده باشد.
- سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه در شرایط مناسبی قرار دارد.
- اتصالات شل نیستند و هادی‌های سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه و اتصالات به صورت سهوی قطع نشده‌اند.
- هیچ بخشی از سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه، به خصوص بخش‌هایی که در نزدیکی سطح زمین قرار دارند، در اثر خوردگی ضعیف نشده‌اند.
- تمامی بخش‌های قابل رویت اتصالات زمین، سالم هستند (از لحاظ قابلیت بهره‌برداری)
- تمامی هادی‌های قابل رویت و اجزاء سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه به سطوحی که بر روی آن قرار گرفته‌اند محکم شده‌اند و اجزائی که حفاظت مکانیکی رو بر عهده دارند سالم بوده (از لحاظ قابلیت بهره‌برداری) و در مکان مناسب قرار گرفته‌اند.
- بخش جدیدی به ساختمان اضافه نشده است یا تغییراتی در ساختمان‌های تحت حفاظت بوجود نیامده است که نیاز به حفاظت داشته باشد.
- نشانه‌ای از وارد شدن آسیب به سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه، برقگیرهای حفاظتی یا هر نوع مشکلی در فیوزهای حفاظتی برقگیرهای حفاظتی وجود ندارد.
- همبندی به منظور هم پتانسیل‌سازی صحیح برای هر نوع سرویس یا بخش جدیدی که پس از آخرین بازرسی، به ساختمان اضافه شده، در داخل ساختمان صورت پذیرفته است و تست پیوستگی برای این قبیل بخش‌های اضافه شده انجام شده است.
- هادی‌های همبندی و اتصالات در داخل ساختمان وجود داشته و سالم هستند (از لحاظ قابلیت بهره‌برداری).
- فواصل جداسازی رعایت شده‌اند.
- هادی‌های همبندی، اتصالات، تجهیزات شیلد کردن، مسیر کابل‌ها و برقگیرهای حفاظتی مورد بررسی و تست قرار گرفته‌اند.

GasPlus.ir

۱۱-۲-۲- ۴-انجام تست سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه

بازرسی و تست سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه مشتمل بر بازرسی چشمی بوده و می‌بایست مطابق اقدامات زیر تکمیل گردد:

- انجام تست‌های پیوستگی مسیر، به ویژه پیوستگی بخش‌هایی از سیستم حفاظت صاعقه که در هنگام نصب اولیه قابل رویت نبودند و در آینده نیز برای بازرسی چشمی در دسترس نمی‌باشند.
- سنجش مقاومت سیستم ارتینگ پایانه زمین حفاظت صاعقه، اندازه‌گیرهای ایزوله و ترکیبی و بررسی‌های زیر باید صورت پذیرند و نتایج آن در گزارش بازرسی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه ثبت گردند.

یادآوری ۱: سنجش مقاومت زمین به صورت فرکانس بالا و یا ضربه‌ای به منظور تعیین مقاومت فرکانس بالا و ضربه‌ای سیستم زمین مفید می‌باشد. این اندازه‌گیری‌ها را می‌توان در مراحل نصب و همچنین به صورت دوره‌ای جهت نگهداری سیستم زمین، جهت بررسی کارایی، بین سیستم زمین طراحی شده و مورد نیاز صورت پذیرد.

۱) سنجش مقاومت هر الکترود محلی زمین و در جایی که این کار عملی است مقاومت زمین کل سیستم ارتینگ و پایانه زمین حفاظت صاعقه مورد سنجش قرار گیرد.

سنجش مقاومت الکترود محلی زمین، در زمان قطع اتصال از طریق جداسازی گیره تست[55]، بین هادی نزولی و الکترود زمین (اندازه‌گیری ایزوله شده) بایستی انجام شود.

اگر اندازه‌گیری مقاومت زمین، افزایش یا کاهش قابل توجهی داشته باشد، بررسی‌های بیشتری در مورد علت این تغییرات باید صورت پذیرد.

۲) نتایج بررسی چشمی تمامی هادی‌ها، همبندی‌ها، اتصالات یا سنجش پیوستگی مسیر و ... در گزارش اندازه‌گیری ثبت گردد.

اگر بنا به دلایلی سیستم ارتینگ منطبق بر الزامات فوق نباشد و یا امکان بررسی این الزامات، به دلیل کمبود اطلاعات میسر نمی‌باشد، سیستم ارتینگ می‌بایست با استفاده از نصب الکترودهای بیشتر یا از طریق نصب یک سیستم پایانه زمین جدید بهبود یابد.

۱۱-۲-۲- ۵- مستندسازی گزارشات بازرسی

راهنمای بازرسی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه می‌بایست جهت ایجاد سهولت در انجام بازرسی تهیه گردد. این مستندات باید به منظور راهنمایی بازرس سیستم در انجام فرآیند بازرسی، شامل اطلاعات کافی باشد، به گونه‌ای که تمامی موارد مهم همانند روش نصب سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه، روش‌های تست و نتایج تست صورت پذیرفته در آن ثبت گردد.

گزارش بازرسی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- شرایط عمومی هادی‌های پایانه هوایی و سایر اجزاء پایانه هوایی حفاظت صاعقه
- میزان کلی خوردگی و شرایط حفاظت کاتدیک

[55] Test Joint

GasPlus.ir

- محکم بودن نگهدارنده‌های هادی‌ها و اجزاء سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه
- اندازه‌گیری مقاومت زمین سیستم ارتینگ و پایانه زمین سیستم حفاظت صاعقه
- هر گونه تخلف در رعایت الزامات استاندارد
- مستندسازی تمامی تغییرات و توسعه سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه و همچنین ایجاد هرگونه تغییرات در ساختمان مورد حفاظت. علاوه بر آن، نقشه‌های اجرایی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه و جزئیات طراحی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه می‌بایست مورد بازبینی قرار گیرد.
- تجهیزات اتصال، هادی ها و الکترودهای زمین، جداسازی فواصل جرقه(اسپارک گپ)، محکم کننده های هادی ها، محفظه های بازرسی الکترود زمین و درزگیرهای الکترود زمین ، شمارنده‌های ضربه آذرخش، ترکیبات بهسازی بمنظور کاهش مقاومت الکتریکی سیستم زمین، تجهیزات سیستم حفاظت در مقابل صاعقه جداسازی شده باید مطابق با الزامات سری استانداردهای IEC 62561 بازرسی شده و گواهینامه آزمونهای نوعی توسط بازرس دریافت، بررسی و تایید شود.

۱۱-۳- الزامات بازرسی مواد و تجهیزات

۱۱-۳-۱- الزامات تجهیزات اتصال باید مطابق با استاندارد IEC 62561-1 باشد.

۱۱-۳-۲- الزامات هادی ها و الکترودهای زمین باید مطابق با استاندارد IEC 62561-2 باشد.

۱۱-۳-۳- الزامات جداسازی فواصل جرقه[56] باید مطابق با استاندارد IEC 62561-3 باشد.

۱۱-۳-۴- الزامات محکم کننده های هادی ها باید مطابق با استاندارد IEC 62561-4 باشد.

۱۱-۳-۵- الزامات محفظه های بازرسی الکترود زمین و درزگیرهای الکترود زمین باید مطابق با استاندارد IEC 62561-5 باشد.

۱۱-۳-۶- الزامات شمارنده‌های ضربه آذرخش باید مطابق با استاندارد IEC 62561-6 باشد.

۱۱-۳-۷- الزامات بازرسی ترکیبات بهسازی بمنظور کاهش مقاومت الکتریکی سیستم زمین باید مطابق با استاندارد IEC 62561-7، IGS-I-EL-001 و IGS-E-EL-030 باشد.

یادآوری ۱: طراحی سیستم زمین حفاظت در برابر صاعقه باید بدون استفاده از مواد کاهنده صورت پذیرد و مستندات مربوطه در مدرک محاسبات سیستم زمین و صاعقه گیر ارایه شود و در صورتی که امکان رسیدن به مقادیر مشخص شده برای مقاومت الکتریکی در این سند و استاندارد IGS-E-EL-030 مقدور نباشد، بکارگیری مواد کاهنده مطابق با استانداردهای اشاره شده در این بند مجاز است.

یادآوری ۲: نوع مواد کاهنده پیشنهادی طراح (پایه رسی، پایه کربنی و ...) باید با تایید کارفرما انتخاب شود.

[56] Spark GAP

GasPlus.ir

۱۱-۳-۸- الزامات برای تجهیزات سیستم حفاظت در مقابل صاعقه جداسازی شده باید مطابق با استاندارد IEC 62561-8 باشد.

۱۱-۳-۹- الزامات بازرسی SPD باید مطابق با استاندارد IEC 61643-11 باشد.

۱۱-۳-۱۰- بازرسی از سیستم زمین مطابق استاندارد IGS-E-EL-030 باشد.

یادآوری: فرم بازرسی از سیستم حفاظت در برابر صاعقه و راهنمای آن در پیوست ه و د ارایه گردیده و تکمیل آن الزمی است.

۱۲- نگهداری و تعمیرات

به منظور ایجاد اطمینان از سالم بودن و برآورده کردن الزاماتی که سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه برای آن طراحی شده، این سیستم باید به صورت دوره‌ای نگهداری گردد. در زمان طراحی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه می‌بایست بازه زمانی مورد نیاز جهت بازرسی و انجام تعمیرات معین گردد.

برنامه نگهداری سیستم حفاظت صاعقه باید اطمینان لازم را از بروزرسانی سیستم حفاظت صاعقه با آخرین ویرایش این دستورالعمل ایجاد نماید.

این بخش اصول مهم در سرویس و تعمیر و نگهداری سیستم حفاظت در برابر صاعقه را بر اساس استانداردهای مدون و معتبر بیان می‌دارد.

کارایی سیستم حفاظت صاعقه به نحوه نصب، نگهداری و روش‌های تست آن بستگی دارد.

انجام بازرسی، تست و نگهداری نباید در هنگام وجود خطر طوفان صورت پذیرد.

۱۲-۱- ملاحظات عمومی

اجزاء سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه به مرور زمان کارایی خود را به علت خوردگی، آسیب ناشی از شرایط آب و هوایی، آسیب‌های مکانیکی و آسیب ناشی از برخورد صاعقه از دست خواهند داد. طراحی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه باید بازه زمانی بازرسی و نگهداری مورد نیاز را معین نماید.

اگر چه لازم است که طراح پیش‌بینی‌های لازم در ارتباط با حفاظت در برابر خوردگی و تعیین ابعاد اجزاء سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه را با در نظر گرفتن آسیب ناشی از صاعقه یا شرایط خاص آب و هوایی علاوه بر الزامات این دستورالعمل را انجام دهد اما همچنان نگهداری سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه امری اجتناب ناپذیر می‌باشد.

به منظور مطابقت الزامات طراحی با این دستورالعمل، ویژگی‌های الکتریکی و مکانیکی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه باید کاملاً در تمام طول عمر سیستم حفظ گردد.

اگر تغییراتی در ساختمان یا تجهیزات آن انجام گردد و یا اگر کاربری ساختمان تغییر یابد، ممکن است نیاز باشد تا اصلاحاتی در سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه صورت پذیرد.

اگر فرآیند بازرسی، لزوم انجام تعمیرات را مشخص نماید، این تعمیرات باید بدون تاخیر صورت پذیرد و به نگهداری دوره‌ای سیستم موکول نگردد.

GasPlus.ir

۱۲-۲- فرآیند تعمیر و نگهداری

تعمیرات دوره‌ای باید جهت تمامی سیستم‌های ارتینگ و حفاظت صاعقه صورت پذیرد.

تعداد دفعات تعمیرات و نگهداری وابسته به موارد زیر می‌باشد:

- خرابی‌های سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه در اثر شرایط محیطی و شرایط آب و هوایی
- آسیب‌های ناشی از برخورد صاعقه به سیستم
- سطح حفاظتی ساختمان مورد نظر

فرآیند نگهداری سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه باید برای هر سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه تهیه شود و به عنوان بخشی از برنامه تعمیر و نگهداری کل ساختمان در نظر گرفته شود.

یک برنامه نگهداری باید شامل یک فهرست از اقلام متعارف باشد که به عنوان یک چک لیست مورد استفاده قرار گیرد، به گونه‌ای که فرآیند نگهداری را به صورت منظم در آن مشخص شود و امکان مقایسه نتایج اخیر با نتایج قبلی وجود داشته باشد

برنامه تعمیرات و نگهداری باید شامل اقدامات زیر باشد:

- بررسی تمامی هادی‌ها و اجزاء سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه
- بررسی پیوستگی الکتریکی تاسیسات سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه
- سنجش مقاومت زمین سیستم ارتینگ و پایانه زمین حفاظت صاعقه
- بررسی وضعیت برقگیرهای حفاظتی
- محکم کردن مجدد اجزاء و هادی‌های سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه
- انجام بررسی به منظور ایجاد اطمینان از حفظ کارایی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه بعد از گسترش و یا ایجاد تغییرات در ساختمان و تاسیسات آن.

۱۲-۳- مستندات نگهداری سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه

سوابق کامل تمامی فرآیندهای نگهداری سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه به همراه تمامی اقدامات اصلاحی صورت پذیرفته و مورد نیاز باید نگاه داشته شوند.

سوابق فرآیند نگهداری، باید ابزاری جهت ارزیابی اجزاء و نصب سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه فراهم نماید.

اطلاعات ثبت شده در فرآیند نگهداری، باید مبنای بازنگری فرآیند نگهداری همانند بروزرسانی برنامه نگهداری قرار گیرد. سوابق نگهداری سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه به همراه طراحی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه و گزارش-های بازرسی سیستم ارتینگ و حفاظت صاعقه بایستی نگهداری شود.

GasPlus.ir

پیوست الف

(الزامی)

راهنمای محاسبه ارزیابی ریسک سیستم حفاظت در برابر صاعقه بر اساس استاندارد IEC 62305-2

الف-۱- خسارت و آسیب ها

الف-۱-۱- منبع آسیب

جریان صاعقه منبع اصلی آسیب می باشد. منابع زیر با توجه به نقطه برخورد از یکدیگر متمایز می شوند.

(جدول الف-۱ را مشاهده کنید)

S1- برخورد به یک سازه

S2- برخورد نزدیک یک سازه

S3- برخورد به خط انتقال

S4- برخورد نزدیک خط انتقال

الف-۱-۲- انواع آسیب

صاعقه ممکن است با توجه به مشخصات سازه ای که باید حفاظت شود به آن آسیب برساند. چندی از مهمترین مشخصات عبارتند از:

نحوه ساخت، محتویات، کاربرد، نوع سرویس و نوع تجهیزات حفاظتی به کار گرفته شده.

برای کابردهای عملی ارزیابی ریسک تمایز قائل شدن بین سه نوع اساسی آسیب، که در اثر برخورد صاعقه ایجاد می شود، مفید خواهد بود که به شرح زیر (جدول الف-۱) می باشند:

D1- صدمه به موجودات زنده توسط شوک الکتریکی

D2- آسیب فیزیکی

D3- خرابی سیستم های الکتریکی و الکترونیکی

آسیب به یک سازه در اثر برخورد صاعقه ممکن است به یک بخش از سازه محدود شود یا در کل سازه گسترش یابد. همچنین ممکن است به سازه های اطراف و یا محیط پیرامون نیز آسیب وارد شود. (به عنوان مثال آلودگی شیمیایی یا تشعشع رادیو اکتیو)

الف-۱-۳- انواع خسارت

هر نوع آسیب به تنهایی یا در ترکیب با دیگر انواع، می تواند منتج به خسارات مختلف در سازه ای که باید مورد حفاظت قرار گیرد، شود. نوع خساراتی که ممکن است وارد شود وابسته به مشخصات سازه و محتویات آن دارد.

انواع خساراتی که باید در نظر گرفته شوند به شرح زیر می باشند.

L1- خسارت جانی برای انسان (شامل آسیب های جسمی دائمی نیز می شود)

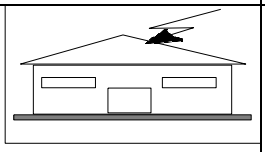
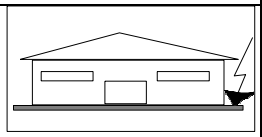
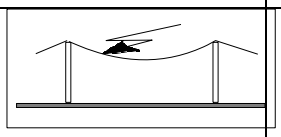
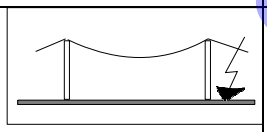
GasPlus.ir

L2- خسارت به سرویس های عمومی (شامل برق، گاز، آب، ...)

L3- خسارت به میراث فرهنگی

L4- خسارت به ارزش های اقتصادی (سازه ها، محتویات و متوقف شدن فعالیت ها)

جدول الف -۱- منابع خسارت منابع آسیب، انواع آسیب و انواع خسارات با توجه به نقطه برخورد صاعقه

سازه		برخورد صاعقه	
نوع خسارت	نوع آسیب	منبع آسیب	نقطه برخورد
L1, L4[a] L1, L2, L3, L4L1[b], L2, L4	D1D2D3	S1	
L1[b], L2 , L4	D3	S2	
L1, L4[a] L1, L2, L3, L4L1[b], L2, L4	D1D2D3	S3	
L1[b], L2, L4	D3	S4	

[a] فقط برای املاکی که در آنها می تواند به حیوانات خسارت جانی وارد شود.

[b] فقط برای سازه هایی که ریسک انفجار دارند و برای بیمارستانها یا ساختمان هایی که در آنها قطعی سیستم های داخلی منجر به مخاطره افتادن زندگی انسان ها می شود.

GasPlus.ir

الف-۲-ریسک و مؤلفه های ریسک

الف-۲-۱-ریسک

ریسک، R، یک مقدار نسبی خسارت متوسط سالیانه احتمالی است. برای هر نوع خسارت که ممکن است در یک سازه رخ دهد، ریسک مربوطه می بایست ارزیابی شود.

ریسک هایی که باید در یک سازه ارزیابی شوند به شرح زیر هستند:

R1- ریسک خسارت به جان یک انسان (شامل جراحات دائمی)

R2- ریسک خسارت به سرویس های عمومی

R3- ریسک خسارت به میراث فرهنگی

R4 - ریسک خسارت به ارزشهای اقتصادی

برای ارزیابی ریسک ها، R، مؤلفه های ریسک مربوطه (ریسک های جزیی وابسته به منبع و نوع آسیب) می بایست مشخص و محاسبه شوند.

هر ریسک، R، مجموع مؤلفه های ریسک است. هنگام محاسبه یک ریسک، مؤلفه های ریسک ممکن است بر اساس منبع و نوع آسیب گروه بندی شوند.

الف-۲-۲-مؤلفه های ریسک برای یک سازه ناشی از برخورد صاعقه به آن

R_A: مؤلفه مرتبط با آسیب به موجودات زنده در اثر شوک الکتریکی ناشی از ولتاژ گام و تماس در داخل سازه و در بیرون آن در حدفاصل ۳ متری حول هادی نزولی است. خسارت نوع L1 و در مورد سازه هایی که برای نگهداری چارپایان استفاده می شود، خسارت نوع L4 با صدمات احتمالی به حیوانات ممکن است رخ دهد.

نکته: در برخی سازه ها احتمال برخورد مستقیم صاعقه به مردم وجود دارد (مانند ورزشگاه ها و یا پارکینگ های غیر مسقف)

R_B: مؤلفه مرتبط با آسیب های فیزیکی در اثر جرقه های خطرناک در داخل سازه که باعث آتش سوزی و یا انفجار شده که حتی ممکن است به محیط اطراف نیز سرایت کند. در این حالت همه انواع خسارات (L1, L2, L3, L4) ممکن است رخ دهد.

R_C: مؤلفه مرتبط با خرابی سیستم های داخلی در اثر LEMP. خسارات نوع L2 و L4 در تمامی موارد و نوع L1 برای سازه هایی که ریسک انفجار دارند و یا بیمارستان ها و دیگر سازه ها که خرابی سیستم های داخلی آنها فورا باعث به خطر افتادن جان انسان ها می شود، می توانند رخ دهند.

GasPlus.ir

الف-۲-۳-مؤلفه ریسک برای یک سازه ناشی از برخورد صاعقه در نزدیکی آن

R_M: مؤلفه مرتبط با خرابی سیستم های داخلی در اثر LEMP. خسارات نوع L2 و L4 در تمامی موارد و نوع L1 برای سازه هایی که ریسک انفجار دارند و یا بیمارستان ها و دیگر سازه ها که خرابی سیستم های داخلی آنها فورا باعث به خطر افتادن جان انسان ها می شود، می توانند رخ دهند.

الف-۲-۴-مؤلفه های ریسک برای یک سازه ناشی از برخورد صاعقه به یک خط متصل به سازه

R_U: مؤلفه مرتبط با آسیب به موجودات زنده در اثر شوک الکتریکی ناشی از ولتاژ گام و تماس در داخل سازه و در بیرون آن در حدفاصل ۳ متری حول هادی نزولی است. خسارت نوع L1 و در مورد سازه هایی که برای نگهداری چارپایان استفاده می شود، خسارت نوع L4 با صدمات احتمالی به حیوانات ممکن است رخ دهد.

R_V: مؤلفه مرتبط با آسیب های فیزیکی در اثر جرقه های خطرناک در داخل سازه که باعث آتش سوزی و یا انفجار شده که حتی ممکن است به محیط اطراف نیز سرایت کند. در این حالت همه انواع خسارات (L1, L2, L3, L4) ممکن است رخ دهد.

R_W: مؤلفه مرتبط با خرابی سیستم های داخلی در اثر LEMP. خسارات نوع L2 و L4 در تمامی موارد و نوع L1 برای سازه هایی که ریسک انفجار دارند و یا بیمارستان ها و دیگر سازه ها که خرابی سیستم های داخلی آنها فورا باعث به خطر افتادن جان انسان ها می شود، می توانند رخ دهند.

نکته۱: خطوط در نظر گرفته شده در این ارزیابی، تنها خطوطی هستند که به سازه وارد می شوند.

نکته ۲: برخورد صاعقه به لوله ها و یا نزدیکی آنها به دلیل همبند کردن لوله ها با شینه همبندی تجهیزات به عنوان منبع آسیب در نظر گرفته نمی شود. در صورتی که همبند کردن صورت نپذیرد، این نوع از مخاطرات نیز باید در نظر گرفته شود.

الف-۲-۵- مؤلفه ریسک برای یک سازه ناشی از برخورد صاعقه در نزدیکی یک خط متصل به سازه

R_Z: مؤلفه مرتبط با خرابی سیستم های داخلی که در اثر اضافه ولتاژ های القایی روی خطوط ورودی و انتقال آنها به درون سازه ایجاد می شود. خسارات نوع L2 و L4 در تمامی موارد و نوع L1 برای سازه هایی که ریسک انفجار دارند و یا بیمارستان ها و دیگر سازه ها که خرابی سیستم های داخلی آنها فورا باعث به خطر افتادن جان انسان ها می شود، می توانند رخ دهند.

نکته۱: خطوط در نظر گرفته شده در این ارزیابی، تنها خطوطی هستند که به سازه وارد می شوند.

نکته ۲: برخورد صاعقه به لوله ها و یا نزدیکی آنها به دلیل همبند کردن لوله ها با شینه همبندی تجهیزات به عنوان منبع آسیب در نظر گرفته نمی شود. در صورتی که همبند کردن صورت نپذیرد، این نوع از مخاطرات نیز باید در نظر گرفته شود.

GasPlus.ir

الف-۳- ترکیب مؤلفه های ریسک

مؤلفه های ریسک برای هر نوع خسارت در یک سازه که باید در نظر گرفته شوند به شرح ذیل می باشد.

R_1: ریسک خسارت به جان انسان

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1} + R_{M1} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1} + R_{Z1}$$

R_2: ریسک خسارت به سرویس های عمومی

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2}$$

R_3: ریسک خسارت به میراث فرهنگی

$$R_3 = R_{B3} + R_{V3}$$

R_4: ریسک خسارت به ارزش های اقتصادی

$$R_4 = R_{A4} + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4}$$

همچنین مؤلفه های ریسک متناظر با هر نوع خسارت در جدول الف- ۲ نشان داده شده است

جدول الف-۲- مؤلفه های ریسک که برای هر نوع خسارت در یک سازه باید در نظر گرفته شوند

منبع آسیب	صاعقه به سازه S1			صاعقه در نزدیکی سازه S2	صاعقه به یک خط متصل به سازه S3			صاعقه به نزدیکی یک خط متصل به سازه S4
مؤلفه ریسک	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
ریسک برای هر نوع خسارت								
R_1	*	*	* a	* a	*	*	* a	* a
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3								
R_4	* b	*	*	*	*b	*	*	*

[a] فقط برای سازه های با ریسک انفجار و بیمارستانهایی که دارای تجهیزات الکتریکی برای حفظ و نجات جان انسانها هستند و دیگر سازه ها که خرابی سیستم های داخلی آنها فورا باعث به خطر افتادن جان انسان ها می شود.

[b] فقط برای املاکی که در آنها امکان خسارت به حیوانات وجود دارد.

ویژگی های سازه و تجهیزات حفاظتی ممکنه آن که روی مؤلفه های ریسک سازه تاثیر می گذارند در جدول الف- ۳ داده شده است.

GasPlus.ir

جدول الف-۳- فاکتورهای تاثیرگذار روی مؤلفه های ریسک

ویژگی های سازه یا سیستم های داخلی آن / تجهیزات حفاظتی	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
سطح جمع آوری	X	X	X	X	X	X	X	X
مقاومت سطح خاک	X							
مقاومت کف	X				X			
موانع فیزیکی، عایق گذاری، علائم هشدار دهنده، هم پتانسیل کننده خاک,	X				X			
LPS	X	X	X	X[a]	X[b]	X[b]		
همبند کننده SPD	X	X			X	X		
اینترفیس های مجزا کننده			X[c]	X[c]	X	X	X	X
سیستم SPD هماهنگ			X	X			X	X
Spatial shield			X	X				
خطوط خارجی استخفاظی					X	X	X	X
خطوط داخلی استحفاظی			X	X				
مسیریابی های پیشگیرانه			X	X				
شبکه همبند کننده			X					
اقدامات احتیاطی برای آتش سوزی		X				X		
حساسیت به آتش		X				X		
مخاطرات ویژه		X				X		
مقاومت ولتاژ ضربه			X	X	X	X	X	X

a فقط برای شبکه های مشابه **LPS** خارجی.

b به دلیل همبند کردن تجهیزات

c تنها در صورتی که متعلق به تجهیز باشد

GasPlus.ir

الف-۴-مدیریت ریسک

الف-۴-۱- رویه پایه

رویه زیر باید بکار گرفته شود:

- شناسایی سازه ای که باید حفاظت شود و ویژگی های آن
- شناسایی انواع خسارات در سازه و ریسک های مرتبط با آن (R_1 تا R_4)
- برآورد ریسک R برای هر یک از خسارات R_1 تا R_4
- برآورد نیاز حفاظتی با مقایسه ریسک های R_1، R_2 و R_3 با ریسک قابل قبول R_T
- برآورد صرفه اقتصادی سیستم حفاظتی با مقایسه هزینه مجموع خسارات با و بدون تجهیزات حفاظتی.

در این مورد، ارزیابی مؤلفه ریسک R_4 برای برآورد مجموع هزینه می بایست صورت پذیرد. (پیوست D از استاندارد IEC 62305-2 مشاهده شود)

الف-۴-۲- سازه ای که برای ارزیابی ریسک در نظر گرفته می شود.

سازه ای که در نظر گرفته می شود متشکل از:

- خود سازه
- تاسیسات درون سازه
- محتویات سازه
- افراد درون سازه و یا در محدوده ۳ متری اطراف سازه
- محیط متاثر از آسیب به سازه
- حفاظت شامل خطوط متصل در خارج از سازه نمی شود.

یادآوری: سازه ای که محافظت می شود ممکن است به محدوده های کوچکتری تقسیم بندی شود.

الف-۴-۳- ریسک قابل قبول R_T

این وظیفه مرجع ذیصلاح است که مقدار ریسک قابل قبول را مشخص کند.

مقادیر گزینشی ریسک قابل قبول R_T برای برخورد صاعقه که شامل خسارات جانی یا اجتماعی یا میراث فرهنگی می شود، در جدول الف- ۴ نشان داده شده است.

جدول الف-۴- مقادیر نوعی ریسک قابل قبول R_T

انواع خسارات		R_T (y^{-1})
L1	صدمات جانی و یا جراحات دائمی	10^{-5}
L2	خسارت به سرویس های عمومی	10^{-3}
L3	خسارت به میراث فرهنگی	10^{-4}

اصولا برای خسارت به ارزش های اقتصادی، L_4، باید مقایسه مقدار هزینه و سود که در پیوست D از استاندارد IEC 62305-2 داده شده است، به عنوان مبنای محاسبه در نظر گرفته شود. اگر داده ای برای آنالیز موجود نبود، مقدار $R_T=10^{-3}$ می تواند در نظر گرفته شود.

الف-۴-۴- رویه ویژه برای برآورد نیاز به حفاظت

با توجه به IEC 62305-1، باید ریسک های R_1، R_2 و R_3 برای برآورد نیاز به سیستم حفاظت در برابر صاعقه در نظر گرفته شوند.

برای هر ریسکی که در نظر گرفته می شود، اقدامات زیر باید صورت پذیرد:

- تعیین مؤلفه های ریسک، R_x، که ریسک را می سازند.
- محاسبه مؤلفه های ریسک R_x تعیین شده
- محاسبه مجموع ریسک R
- تعیین ریسک قابل قبول R_T

GasPlus.ir

- مقایسه مقدار ریسک R با ریسک قابل قبول R_T

اگر $R<R_T$ باشد، حفاظت در برابر صاعقه مورد نیاز نیست.

اگر $R>R_T$ باشد، باید تجهیزات حفاظتی جهت کاهش R به کمتر از R_T برای سازه تحت حفاظت در نظر گرفته شود.

برآورد نیاز به حفاظت در برابر صاعقه در شکل الف-۱ نشان داده شده است.

نکته ۱- در مواردی که امکان کاهش مقدار ریسک، R، به کمتر از ریسک قابل قبول، R_T، وجود نداشته باشد، مورد باید به اطلاع مالک سایت رسیده و بالاترین سطح حفاظتی برای تاسیسات در نظر گرفته شود.

نکته ۲- در مواردی که بکارگیری سیستم حفاظت در برابر صاعقه توسط مرجع ذیصلاح الزام می شود و در سازه مد نظر خطر انفجار وجود دارد، حداقل کلاس حفاظتی ۲ باید در نظر گرفته شود. ممکن است استثنایاتی در بکارگیری سیستم حفاظت در برابر صاعقه کلاس ۲ توسط مرجع ذیصلاح اعمال گردد. به عنوان بکارگیری حفاظت کلاس ۱ در همه موارد مجاز است، بخصوص برای مواردی که محیط و محتویات سازه به اثرات صاعقه بسیار حساس باشند. بعلاوه، مرجع ذیصلاح امکان اجازه بکار گیری حفاظت کلاس ۳، در صورت تضمین کم بودن احتمال وقوع صاعقه و یا غیر حساس بودن سازه و محتویاتش به اثرات صاعقه را دارد.

الف-۴-۵- رویه برآورد اقتصادی بودن سیستم حفاظت در برابر صاعقه

در کنار نیاز سنجی سیستم حفاظتی یک سازه، ممکن است تعیین صرفه اقتصادی تجهیزات حفاظتی نصب شده برای کاهش خسارت اقتصادی، L_4، مفید باشد.

ارزیابی مؤلفه ریسک R_4، به کاربر این امکان را می دهد که هزینه خسارت اقتصادی با و بدون بکارگیری تجهیزات حفاظتی را برآورد نماید. (به پیوست D از استاندارد IEC 62305-2 مراجعه شود)

رویه تعیین اقتصادی بودن تجهیزات حفاظتی به شرح ذیل است:

- تعیین مؤلفه های R_x که R_4 را می سازند
- محاسبه مؤلفه های ریسک تعیین شده، R_x، در غیاب تجهیزات حفاظتی اضافی و یا جدید
- محاسبه هزینه سالیانه خسارت ناشی از هر مؤلفه ریسک R_x
- محاسبه هزینه سالیانه C_L مجموع خسارات در غیاب تجهیزات حفاظتی
- بکارگیری تجهیزات حفاظتی انتخابی
- محاسبه مؤلفه های ریسک R_x با وجود تجهیزات حفاظتی انتخاب شده
- محاسبه مجموع هزینه سالیانه خسارات باقیمانده ناشی از هر مؤلفه ریسک در سازه حفاظت شده
- محاسبه مجموع هزینه سالیانه C_{RL} خسارات باقیمانده با وجود تجهیزات حفاظتی انتخاب شده
- محاسبه هزینه سالیانه C_{PM} تجهیزات حفاظتی انتخابی
- مقایسه هزینه ها

GasPlus.ir

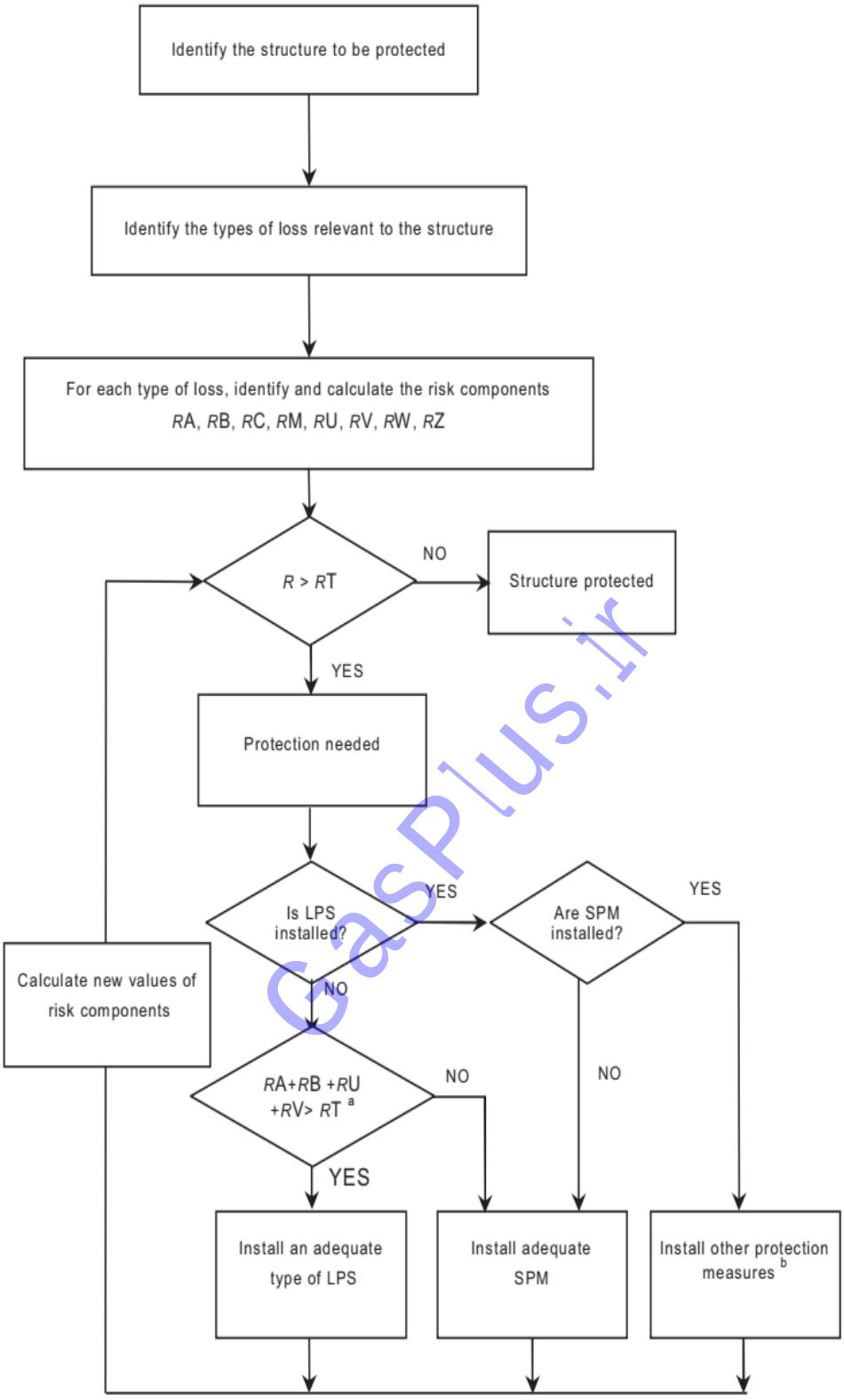
اگر $C_L<C_{RL}+C_{PM}$ ممکن است سیستم حفاظت در برابر صاعقه اقتصادی نباشد.

اگر $C_L>=C_{RL}+C_{PM}$، ممکن است تجهیزات حفاظتی در طول عمر سازه اقتصادی باشند.

رویه برآورد اقتصادی بودن سیستم حفاظتی در شکل الف-۲ به نمایش درآمده است.

ممکن است برای یافتن راه حل بهینه با رویکرد صرفه اقتصادی، بکارگیری ترکیب های مختلف تجهیزات حفاظتی مفید واقع گردد.

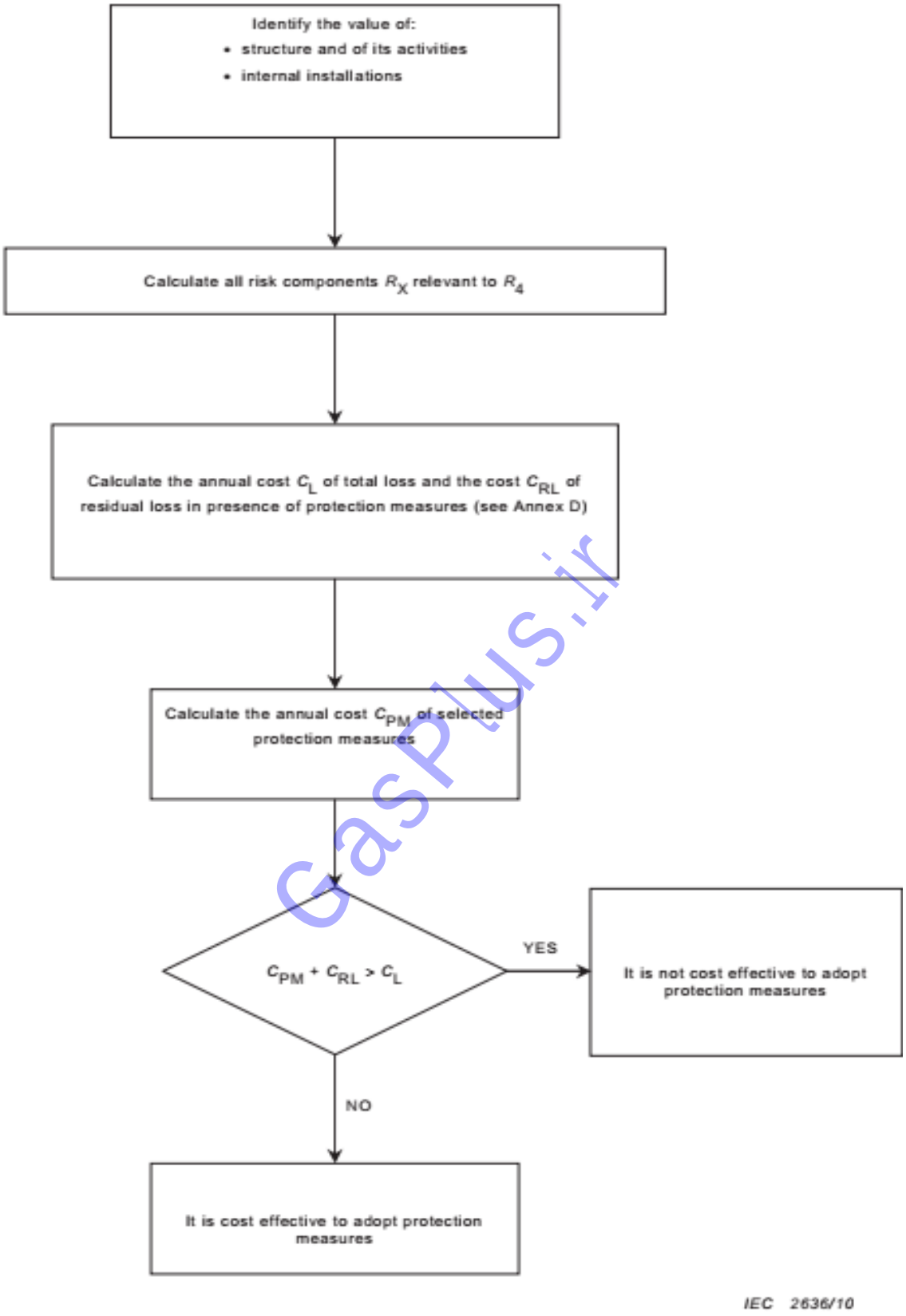
GasPlus.ir



GasPlus.ir

اگر RA+RB < RT، LPS کامل مورد نیاز نمی باشد. در این مورد بکارگیری SPD (s) با توجه به استاندارد IEC 62305-3 کافی می باشد

شکل الف-۱- رویه تصمیم گیری نیاز به سیستم حفاظتی و انتخاب تجهیزات



شکل الف-۲- رویه برآورد صرفه اقتصادی تجهیزات حفاظتی

GasPlus.ir

الف-۴-۶- تجهیزات حفاظتی

تجهیزات حفاظتی برای کاهش ریسک با توجه به نوع آسیب بکار برده می شوند.

تجهیزات حفاظتی تنها در صورتی موثر در نظر گرفته می شوند که با ملزومات استانداردهای مرتبط زیر مطابقت داشته باشند:

- IEC 62305-3 برای حفاظت در برابر صدمات به موجودات زنده و آسیب های فیزیکی به سازه ها
- IEC 62305-4 برای حفاظت در برابر خرابی سیستم های الکتریکی و الکترونیکی

الف-۴-۷- انتخاب تجهیزات حفاظتی

انتخاب مناسب ترین تجهیزات حفاظتی می بایست توسط طراح با توجه به میزان مؤلفه های ریسک در ریسک مجموع و با توجه به جنبه های اقتصادی و فنی تجهیزات حفاظتی مختلف، صورت پذیرد.

پارامترهای بحرانی برای انتخاب بهینه تجهیزات جهت کاهش ریسک، R، می بایست مشخص گردند.

برای هر نوع خسارت، تعدادی از تجهیزات هستند که یا بصورت تکی و یا در ترکیب با دیگر تجهیزات، وضعیت $R<R_T$ را ایجاد می کنند. راه حل انتخاب شده می بایست بر اساس انتخاب بر مبنای هزینه قابل قبول و مجاز برای جنبه های اقتصادی و فنی باشد. یک رویه ساده برای انتخاب تجهیزات حفاظتی در دیاگرام شکل الف- ۱ داده شده است. در همه موارد، نصاب و یا طراح، مؤلفه های ریسک بحرانی را شناسایی و کاهش دهند و در عین حال جنبه های اقتصادی را در نظر بگیرند.

الف-۵- ارزیابی مؤلفه های ریسک

الف-۵-۱- رابطه پایه

هر مؤلفه ریسک R_A، R_B، R_C، R_M، R_U، R_V، R_W و R_Z که در بندهای پیشین شرح داده شد، می تواند به صورت فرمول زیر نمایش داده شوند.

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X$$

N_X تعداد رخدادهای خطرناک در یک سال است (به پیوست A از استاندارد IEC 62305-2 مراجعه شود)

P_X احتمال آسیب به یک سازه است (به پیوست B از استاندارد IEC 62305-2 مراجعه شود)

L_X خسارت حاصله است (به پیوست C از استاندارد IEC 62305-2 مراجعه شود)

عدد N_X مربوط به رخدادهای خطرناک از چگالی برخورد صاعقه به زمین (N_G) و ویژگیهای فیزیکی سازه حفاظت شده، پیرامون آن، خطوط متصل و خاک تاثیر می پذیرد.

احتمال آسیب P_X از ویژگی های سازه ای که باید حفاظت شود، خطوط متصل به آن و تجهیزات حفاظتی فراهم شده تاثیر می پذیرد.

GasPlus.ir

خسارت حاصله Lx با توجه به اینکه چه سازه ای تعیین شده است، تعداد افراد حاضر در آن، نوع سرویسی که توسط آن به عموم داده می شود، ارزش اجناسی که از آسیب تاثیر می پذیرند و تجهیزات فراهم شده برای محدود کردن میزان خسارت، متاثر می شود.

نکته: زمانی که آسیب ناشی از برخورد صاعقه به سازه می تواند باعث آسیب به سازه ها و یا محیط اطراف شود (به عنوان مثال آلودگی های شیمیایی و تشعشعات رادیو اکتیو) خسارت ناشی از آن باید به مقدار Lx اضافه گردد.

الف-۵-۲- ارزیابی ریسک مؤلفه های ناشی از برخورد صاعقه به سازه (S1)

برای برآورد مؤلفه های ریسک مرتبط با برخورد صاعقه به سازه، روابط زیر بکار گرفته می شوند:

- مؤلفه مرتبط با صدمه به موجودات زنده توسط شوک الکتریکی (D1)

$R_A = N_D \times P_A \times L_A$

- مؤلفه مرتبط با آسیب فیزیکی (D2)

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B$$

- مؤلفه مرتبط با خطا در سیستم های داخلی (D3)

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C$$

پارامترهای لازم برای ارزیابی مؤلفه های ریسک اشاره شده در جدول ۵ آورده شده اند.

الف-۵-۳- ارزیابی ریسک مؤلفه ناشی از برخورد صاعقه در نزدیکی یک سازه

برای برآورد مؤلفه ریسک مرتبط با برخورد صاعقه در نزدیکی سازه، رابطه زیر بکار گرفته می شود:

- مؤلفه مرتبط با خطا در سیستم های داخلی (D3)

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M$$

پارامترهای لازم برای ارزیابی مؤلفه ریسک اشاره شده در جدول ۵ آورده شده اند.

الف-۵-۴- ارزیابی ریسک مؤلفه های ناشی از برخورد صاعقه به خطوط متصل به سازه

برای برآورد مؤلفه های ریسک مرتبط با برخورد صاعقه به خطوط ورودی به سازه، روابط زیر بکار گرفته می شوند:

مؤلفه مرتبط با صدمه به موجودات زنده توسط شوک الکتریکی (D1)

$$R_U = (N_L + N_{Dj}) \times P_U \times L_U$$

- مؤلفه مرتبط با آسیب فیزیکی (D2)

$$R_V = (N_L + N_{Dj}) \times P_V \times L_V$$

مؤلفه مرتبط با خطا در سیستم های داخلی (D3)

$$R_W = (N_L + N_{Dj}) \times P_W \times L_W$$

نکته۱: در بسیاری موارد ممکن است از N_{Dj} صرف نظر شود.

GasPlus.ir

پارامترهای لازم برای ارزیابی مؤلفه های ریسک اشاره شده در جدول ۵ آورده شده اند.

در صورتی که خط متصل دارای بیش از یک بخش باشد، مقادیر Ru، Rv و Rw برابر با مجموع مقدار Ru، Rv و Rw برای هر بخش هستند. بخشهایی که باید در نظر گرفته شوند آنهایی هستند که بین سازه و اولین گره واقع شده اند.

برای سازه هایی که بیش از یک خط متصل با مسیرهای متفاوت دارند، محاسبات برای هر یک از خطوط باید انجام شود.

برای سازه هایی که بیش از یک خط متصل با مسیر یکسان دارند، محاسبات باید برای تنها یک خط که دارای بدترین شرایط است انجام شود. به عنوان مثال خط با حداکثر مقادیر N_L و N_I متصل به سیستم داخلی با حداقل مقدار U_W (خطوط تلفن در مقابل خطوط برق، خطوط بدون روکش در مقابل روکش دار، خطوط فشار ضعیف در برابر خطوط فشار قوی)

نکته ۲: برای خطوطی که با یکدیگر همپوشانی سطح جمع آوری دارند، سطح جمع آوری فقط باید یکبار در نظر گرفته شود.

الف-۵-۵- ارزیابی ریسک مؤلفه های ناشی از برخورد صاعقه نزدیک به خطوط متصل به سازه

برای برآورد مؤلفه ریسک مرتبط با برخورد صاعقه نزدیک به خطوط ورودی به سازه، رابطه زیر بکار گرفته می شود:

مؤلفه مرتبط با خطا در سیستم های داخلی (D3)

$$R_D = N_I \times P_D \times L_D$$

پارامترهای لازم برای ارزیابی مؤلفه ریسک اشاره شده در جدول الف- ۵ آورده شده اند.

در صورتی که خط متصل دارای بیش از یک بخش باشد، مقدار Rz برابر با مجموع مقادیر Rz برای هر بخش است. بخشهایی که باید در نظر گرفته شوند آنهایی هستند که بین سازه و اولین گره واقع شده اند.

GasPlus.ir

جدول الف-۵- پارامترهای لازم برای ارزیابی مؤلفه ریسک

مقدار متناظر با بند استاندارد IEC 62305-2	ابعاد	سمبل
مقدار متوسط رخدادهای خطرناک سالیانه ناشی از برخورد صاعقه		
A.2	– به سازه	N_D
A.3	– نزدیک سازه	N_M
A.4	– به خط متصل به سازه	N_L
A.5	– نزدیک به خط متصل به سازه	N_I
A.2	– به ساختمان مجاور (شکل A.5 را ببینید)	N_{DJ}
احتمال برخورد صاعقه به سازه منجر به		
B.2	– صدمه به موجودات زنده با شوک الکتریکی	P_A
B.3	– آسیب فیزیکی	P_B
B.4	– خرابی سیستم های داخلی	P_C
احتمال برخورد صاعقه به نزدیکی ساختمان منجر به		
B.5	– قطعی سیستم های داخلی	P_M
احتمال برخورد صاعقه به یک خط منجر به		
B.6	– صدمه به موجودات زنده با شوک الکتریکی	P_U
B.7	– آسیب فیزیکی	P_V
B.8	– خرابی سیستم های داخلی	P_W
احتمال برخورد صاعقه به نزدیکی یک خط منجر به		
B.9	– خرابی سیستم های داخلی	P_Z
خسارت ناشی از		
C.3	– صدمه به موجودات زنده با شوک الکتریکی	$L_A = L_U$
C.3, C.4, C.5, C.6	– آسیب فیزیکی	$L_B = L_V$
C.3, C.4, C.6	– خرابی سیستم های داخلی	$L_C = L_M = L_W = L_Z$

برای سازه هایی که بیش از یک خط متصل با مسیرهای متفاوت دارند، محاسبات برای هر یک از خطوط باید انجام شود.

برای سازه هایی که بیش از یک خط متصل با مسیر یکسان دارند، محاسبات باید برای تنها یک خط که دارای بدترین شرایط است انجام شود. به عنوان مثال خط با حداکثر مقادیر N_L و N_I متصل به سیستم داخلی با حداقل مقدار U_W (خطوط تلفن در مقابل خطوط برق، خطوط بدون روکش در مقابل روکش دار، خطوط فشار ضعیف در برابر خطوط فشار قوی)

الف-۵-۶-خلاصه مؤلفه های ریسک

مؤلفه های ریسک برای انواع مختلف آسیب و منابع آسیب در جدول الف- ۶ بصورت خلاصه آورده شده اند.

GasPush.ir

جدول الف-۶- مؤلفه های ریسک برای انواع مختلف آسیب و منابع آسیب

آسیب	منبع آسیب			
	S1 برخورد صاعقه به سازه	S2 برخورد صاعقه نزدیک سازه	S3 برخورد صاعقه به خط متصل به سازه	S4 برخورد صاعقه به نزدیکی خط متصل به سازه
D1 صدمه به موجودات زنده توسط شوک الکتریکی	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$		$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	
D2 آسیب فیزیکی	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$		$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	
D3 قطعی سیستم های الکتریکی و الکترونیکی	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$	$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$

در صورتی که سازه به نواحی مختلف Zs بخش بندی شود، هر مؤلفه ریسک برای هر ناحیه می بایست برآورد گردد.

در این حالت ریسک مجموع R عبارت است از مجموع مؤلفه های ریسک مرتبط با هر ناحیه Zs که در سازه تشکیل شده است، می باشد.

الف-۶-۱- بخش بندی یک سازه به نواحی Zs

برای ارزیابی هر مؤلفه ریسک، یک سازه می تواند به نواحی Zs که ویژگی های یکسانی دارند، تقسیم بندی شود. با این حال یک سازه می تواند بصورت تک ناحیه در نظر گرفته شود.

نواحی Zs به صورت کلی توسط موارد زیر تعیین می شوند:

- نوع خاک یا کف (مؤلفه های RA و RU)
- بخش های ضد حریق (مؤلفه های RB و RV)
- شیلد فاصله ای (فضایی) (مؤلفه های RC و RM)

نواحی دیگر می توانند توسط موارد زیر تعیین شوند.

-جانمایی سیستم های داخلی (مؤلفه های RC و RM)

-تجهیزات حفاظتی موجود و آنهایی که باید تهیه شوند (همه مؤلفه ها)

-مقادیر خسارات Lx (همه مؤلفه ها)

بخش بندی یک سازه به نواحی Zs می بایست با در نظر گرفتن امکان بکارگیری مناسب ترین تجهیزات حفاظتی انجام شود.

GasPlus.ir

الف-۶-۲- بخش بندی یک خط به بخش های S_L

برای ارزیابی هر مؤلفه ریسک، ناشی از برخورد صاعقه به و یا نزدیک به یک خط، خط می تواند به بخش های S_L تقسیم بندی شود. با اینحال یک خط می تواند بصورت تک بخش هم در نظر گرفته شود و یا باشد.

برای همه مؤلفه های ریسک، بخش های S_L به صورت کلی توسط موارد زیر تعیین می شوند:

- انواع خط (دفنی و یا هوایی)
- فاکتور هایی که سطح جمع آوری را تحت تاثیر قرار می دهند. (C_D، C_E و C_T)
- ویژگی های خط (شیلد دار یا بدون شیلد، مقاومت شیلد)

اگر بیش از یک مقدار برای یک پارامتر در یک بخش موجود باشد، مقداری که منجر به مقدار بیشتر ریسک می شود باید در نظر گرفته شود.

الف-۷- ارزیابی مؤلفه های ریسک در یک سازه با نواحی ZS

برای برآورد مؤلفه های ریسک و انتخاب پارامترهای مرتبط، قوانین زیر باید بکار گرفته شوند:

پارامتر های مرتبط با تعداد رخداد های خطرناک N می بایست با توجه به پیوست A از استاندارد IEC 62305-2 برآورد شوند.

پارامترهای مرتبط با احتمال آسیبP، می بایست با توجه به پیوست B از استاندارد IEC 62305-2 برآورد شوند.

علاوه بر این:

برای پارامترهای R_A، R_B، R_C، R_U، R_V، R_W و R_Z فقط یک مقدار برای هر پارامتر مشتمل در هر ناحیه در نظر گرفته شود. جایی که بیش از یک مقدار برای یک پارامتر موجود بود، می بایست مقدار بیشتر انتخاب گردد.

برای مولفه های R_C و R_M اگر ناحیه شامل بیش از یک سیستم داخلی باشد، مقادیر P_C و P_M توسط روابط زیر محاسبه می شوند.

$$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3})$$
$$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3})$$

که P_{Ci} و P_{Mi} پارامترهای مرتبط با سیستم های داخلی i=1,2,3,... هستند.

پارامترهای مرتبط با خسارت L، می بایست با توجه به پیوست C از استاندارد IEC 62305-2 برآورد گردند.

با استثنائات در نظر گرفته شده برای P_M و P_C، اگر بیش از یک مقدار برای هر پارامتر دیگری موجود باشد، مقدار پارامتری که باعث مقدار بیشتر ریسک می شود، باید انتخاب شود.

GasPlus.ir

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

مشخصات فنی و طبقه بندی *spd*ها

ب–۱– طبقه بندی *spd*ها

Spdها بر اساس استاندارد IEC 61643-11 به شرح زیر طبقه بندی می شوند

Number of ports:	one or two
Design topology:	voltage-switching, voltage-limiting or combination
SPD Class of test:	I, II, III
Location:	indoor or outdoor
Accessibility:	accessible, inaccessible (out-of-reach)
Mounting method:	fixed or portable
Disconnector:	location (external, internal, both external and internal) and protection functions (thermal, leakage current, overcurrent)
Overcurrent protection:	specified or not
Degree of protection:	provided by the SPD enclosure (IP)
Temperature range:	normal or extended

برخی از انتخاب های فوق به فن آوری استفاده شده مرتبط هستند و توسط سازنده تعریف می شوند

ب–۲–طراحی و توپولوژی های معمولی

- اجزای محدود کننده ولتاژ:

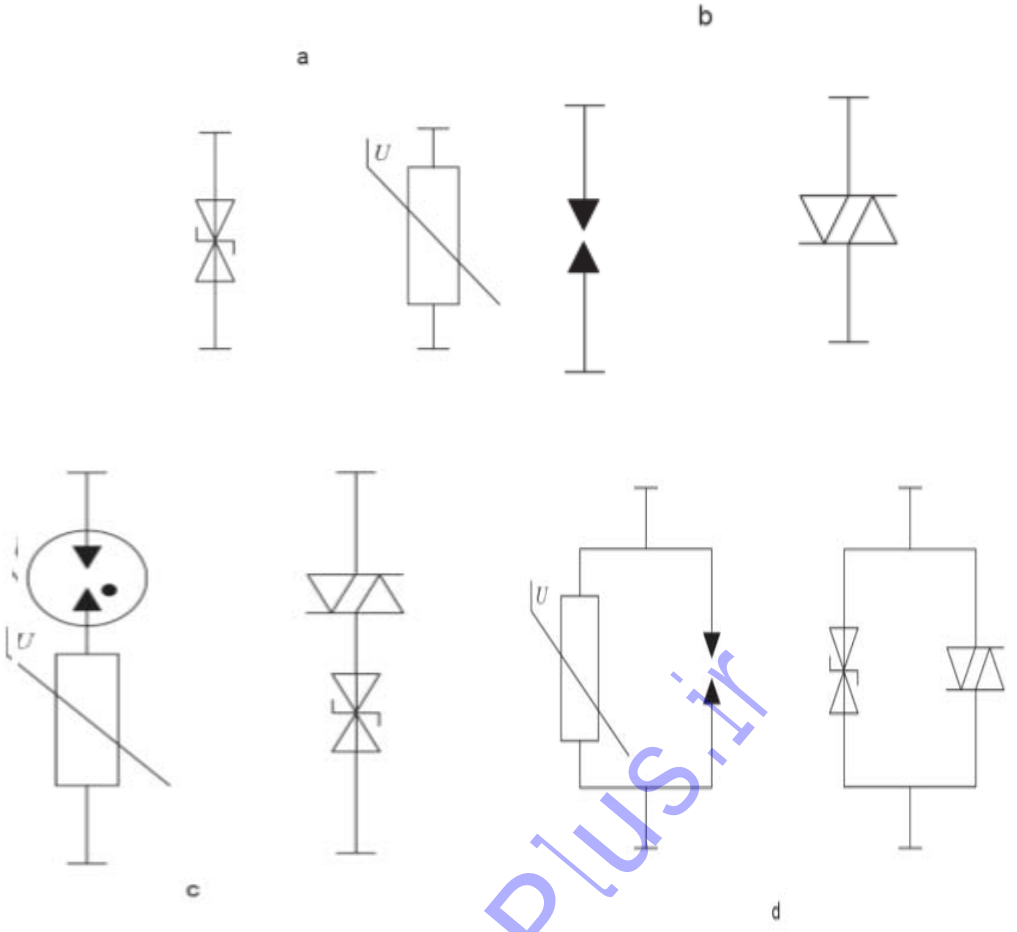
metal oxide varistors (MOV, see IEC 61643-331), avalanche breakdown diodes (ABD, see IEC 61643-321) or suppressor diodes (see IEC 61643-321), etc.;

- اجزای سوئیچینگ ولتاژ :

air gaps, gas discharge tubes (GDT, see IEC 61643-311), thyristors; surge suppressors (TSS, see IEC 61643-341), triacs (see IEC 61643-341) etc.

براساس این اجزا، معمولا spdها بر اساس شکل ب-۱ طراحی می شوند.

GasPlus.ir



Key

a Voltage-limiting components

b Voltage-switching components

c Voltage-limiting components in series with voltage-switching components

d Voltage-limiting components in parallel with voltage-switching components

شکل ب-۱- مدل های طراحی spd

ب-۳-لیست پارامترها برای انتخاب spd

a) Uc Maximum continuous operating voltage

b) UT Temporary overvoltage test value and/or the type(s) of power system(s) the SPD is designed for

c) Iimp for class I tests

d) In Nominal discharge current for class II tests

e) Uoc for class III tests

GasPlus.ir

f) Up Voltage protection level

g) Failure behaviour (if declared by the manufacturer)

h) ISCCR Short-circuit current rating

i) Ifi Follow current interrupting rating (except in the case of voltage-limiting SPDs)

j) IL Rated load current (for two-port SPDs or one-port SPDs with separate input and output terminals)
k) Voltage drop (for two-port SPDs)

l) IPE Residual current (for SPDs with a terminal for the protective conductor) m) Itrans transition surge current (for Short-circuiting SPD) n) Ratings and characteristics for external disconnector(s), if required.
o) Imax maximum discharge current (optional)

p) ITotal Total discharge current for multimode SPDs (if declared by the manufacturer)

q) Load-side surge withstand capability for two-port SPDs (if declared by the manufacturer)

r) Modes of protection (for SPDs with more than one mode of protection)

s) du/dt Voltage rate of rise (if declared by the manufacturer)

برای اطلاعات بیشتر به استاندارد IEC 61643-12 مراجعه شود.

ب-۴- حداقل مقدار Uc مربوط به SPDها با توجه به آرایش های سیستم قدرت[۵۷] مطـابق جـدول ب-۱- و ب-۲ می باشد.

جدول ب-۱- حداقل مقدار U_C مربوط به SPDها

Minimum recommended U_c of the SPD for various power systems

SPDs connected between:	System configuration of distribution network				
	TT	TN-C	TN-S	IT with distributed neutral	IT without distributed neutral
Each line conductor and neutral conductor	1,1 U_o	NA	1,1 U_o	1,1 U_o	NA
Each line conductor and PE conductor	1,1× U_o	NA	1,1 U_o	$\sqrt{3} \times U_o$ (see Note 3)	Line to line voltage (see Note 3)
Neutral conductor and PE conductor	U_o (see Note 3)	NA	U_o (see Note 3)	U_o (see Note 3)	NA
Each line conductor and PEN conductor	NA	1,1 U_o	NA	NA	NA

NA : not applicable

NOTE 2 U_o is the line to neutral voltage of the low voltage system.

NOTE 3 These values are related to worst case fault conditions, therefore the tolerance of 10 % is not taken into account.

NOTE 4 In extended IT systems, higher values of U_c may be necessary.

[۵۷] IEC61643-12-2020

GasPlus.ir

جدول ب-۲- ارتباط بین UC و ولتاژ نامی سیستم [۵۸]

Nominal voltage of the system according to IEC 60664-1		Examples of U_c based on values given in IEC 60364-5-53			
Three-phase, four-wire system, neutral earthed	Three-phase, three-wire or four-wire system, unearthed	U_c min. for SPD installed between phase and PE or PEN in the case of TN systems[a] or between phase and neutral in the case of TT systems[a]	U_c min. for SPD installed between phase and earth or neutral and earth in the case of TT systems[a]	U_c min. for SPD installed between phase and earth or neutral and earth in case of IT systems	U_c min. for SPD installed between phase to phase in case of TT, TN or IT systems
TT and TN systems	IT system	Case where voltage regulation is equal to 10 %	Case where a value of 1,5 × U_0 has been used	Case where a value of $\sqrt{3} \times U_0$ has been used	Case where voltage regulation is equal to 10 %
V	V	V	V	V	V
120/208		132	180		229
127/220	220	140	191	220	242
	230, 240			240	264
	260, 277, 347			347	382
220/380, 230/400	380,400	253	345	400	440
240/415, 260/440	415	286	390	415	484
277/480	440, 480	305	416	480	528
[a] Higher values may be needed under some conditions (for example, the loss of neutral in TT systems).					

GasPlus.ir

[58] IEC 61643-12 B.1

ب-۵- انتخاب فیوز جهت حفاظت spd (جدول ب-۳)

جدول ب- ۳ انتخاب فیوز جهت حفاظت spd

Typical rated current of the fuse	Typical Pre-arcing value, crest current from simplified formula in P.2 and real testing							
	Cyl gG				NH gG			
	Pre-arcing	Calculated	After test	Ratio	Pre-arcing	Calculated	After test	Ratio
	I^2t	8/20	8/20		I^2t	10/350	10/350	
25	800	7,6	5	0,66				
32	1 300	9,6	7	0,73				
40	2 500	13,4	10	0,75				
50	4 200	17,3	15	0,87				
63	7 500	23,1	17	0,73				
80	14 500	32,2	25	0,78				
100	24 000	41,4	30	0,72	20 000	8,8	5	0,57
125	40 000	53,4	40	0,75	33 000	11,3	7	0,62
160					60 000	15,3	10	0,65
200					100 000	19,75	15	0,76
250					200 000	27,93	20	0,72
315					300 000	34,21	25	0,73

$I^2t=256.3\times I_{sc}$ for wave 10/350 µs

$I^2t=14\times I_{sc}$ for wave 8/20 µs

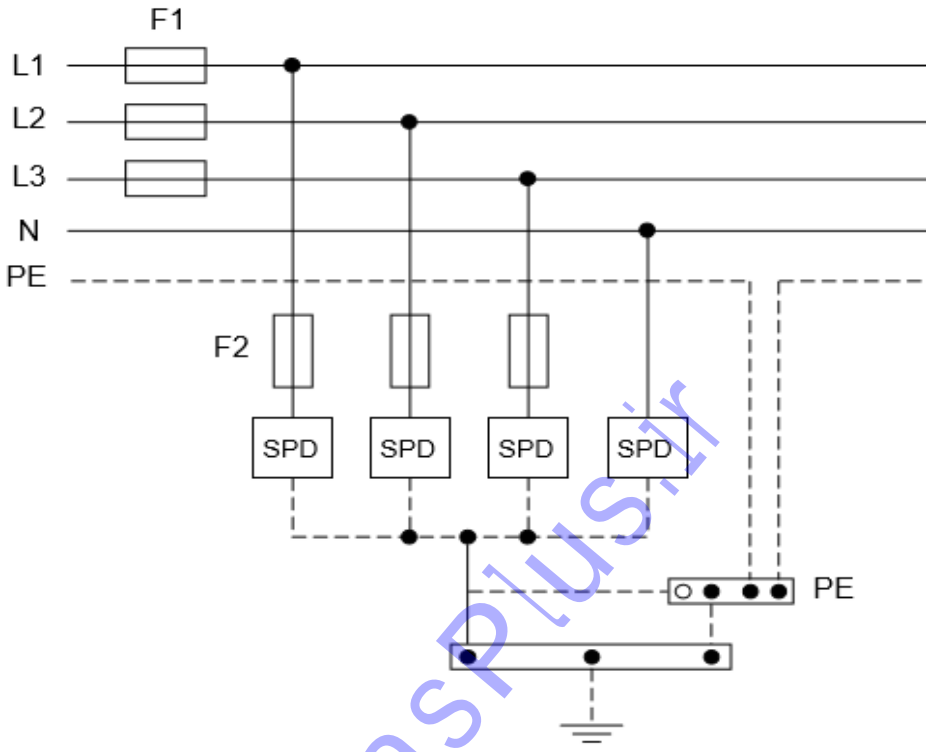
GasPlus.ir

پیوست پ

(آگاهی دهنده)

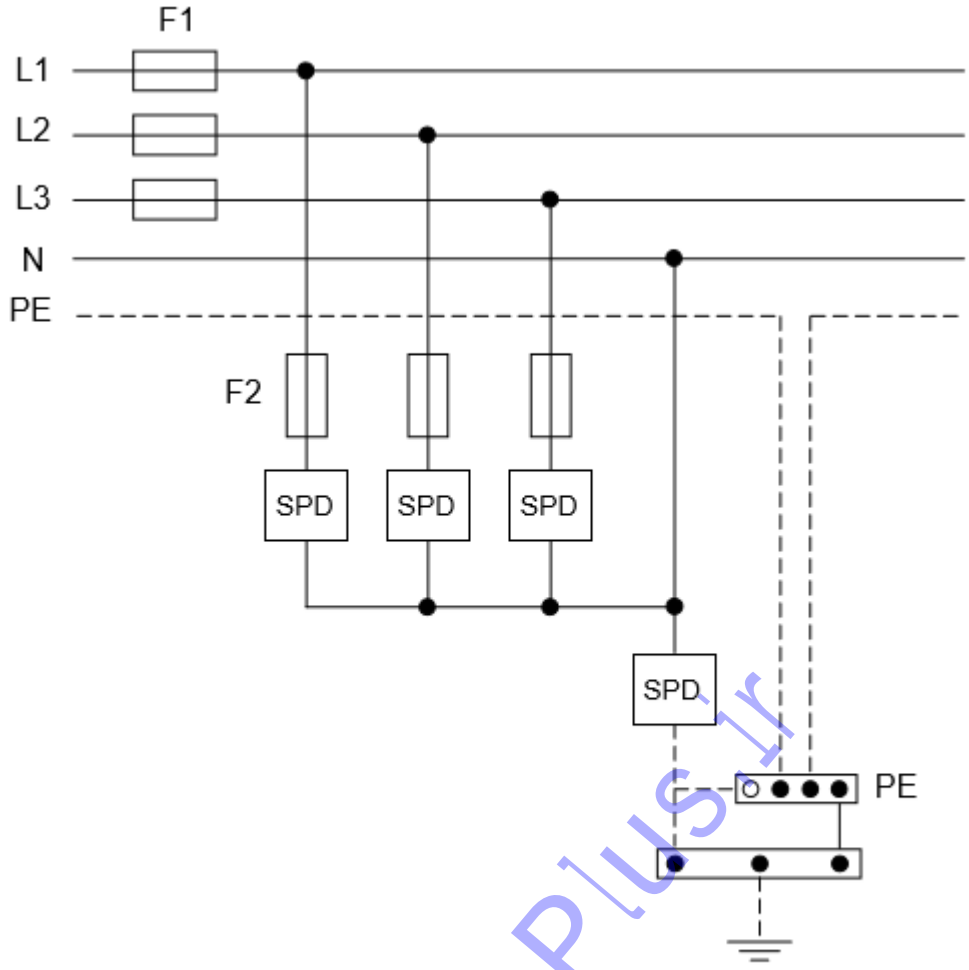
انواع آرایش اتصال SPD و Spark GAP و نحوه انتخاب آنها

پ ۱ - انواع آرایش اتصال SPD و Spark Gap



GasPlus.ir

شکل پ-۱- نحوه اتصال SPD- IEC61643-12 -2020



Connection Type 2 (CT2)

شکل پ-۲ اتصال CT2 - IEC61643-12 -2020

GasPlus.ir

پ-۲- انتخاب آرایش های اصلی spd

با توجه به سیستم نیرو بر اساس جدول پ-۱ می باشد.

جدول پ-۱ انتخاب آرایش های اصلی spd

Possible modes of protection for various LV systems

SPDs connected between:	System configuration at the installation point of SPD							
	TT		TN-C	TN-S		IT with distributed neutral		IT without distributed neutral
	Installation according to			Installation according to		Installation according to		
	CT 1	CT 2		CT 1	CT 2	CT 1	CT 2	
Each line conductor and neutral conductor	+	•	NA	+	•	+	•	NA
Each line conductor and PE conductor	•	NA	NA	•	NA	•	NA	•
Neutral conductor and PE conductor	•	•	NA	• See Note 1	• See Note 1	•	•	NA
Each line conductor and PEN conductor	NA	NA	•	NA	NA	NA	NA	NA
Line conductors	+	+	+		+	+	+	+

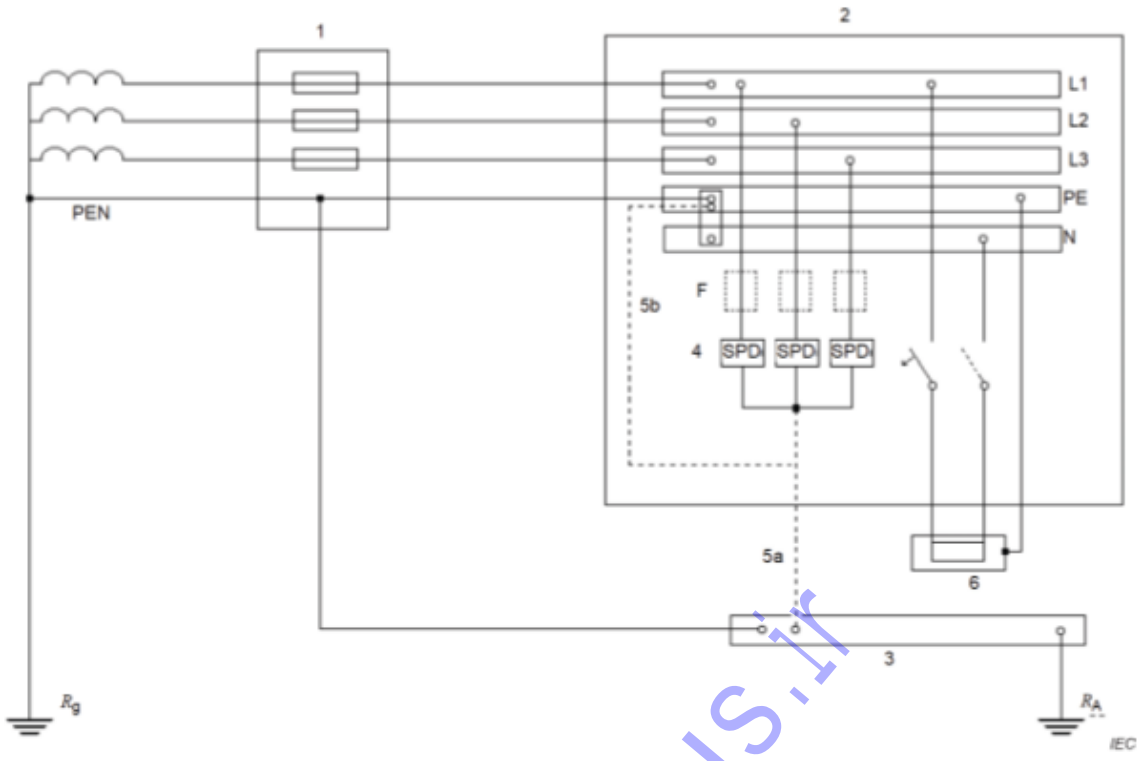
• : required
NA : not applicable
\+ : optional, in addition to required SPDs
CT : connection type

NOTE 1 When distance between SPD location and PE – N bonding point is short (typically less than 10 m) this SPD may not be required

NOTE 2 When CT2 is used the withstand voltage of equipment U_W should be compared to the protective level obtained as the result of two SPDs in series (L-N and N-PE). This may give a different result than the simple addition of the U_P of both SPDs.

GasPlus.ir

IEC 61643-12:2020 © IEC 2020



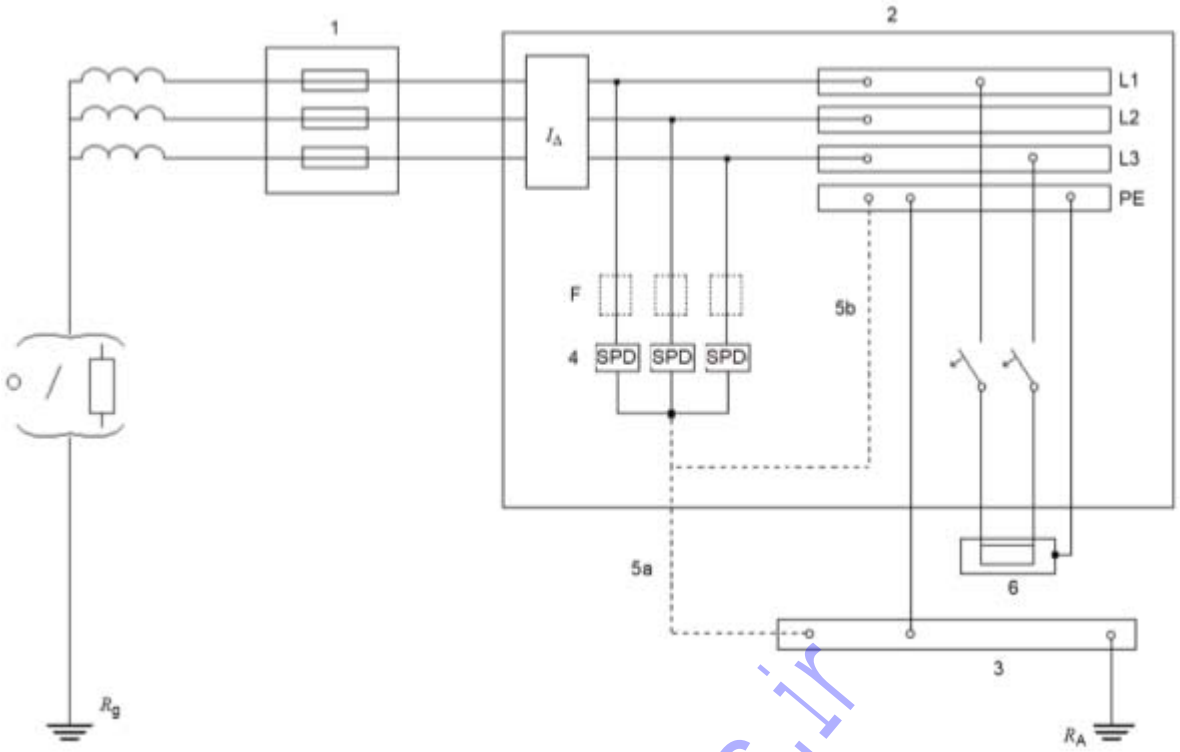
Key

1 Origin of the installation
2 Distribution board
3 Main earthing terminal or bar
4 Surge protective devices
5 Earthing connection of surge protective devices, either location 5a or 5b
6 Equipment to be protected
F Protective device indicated by the manufacturer of the SPD (for example, fuse, circuit-breaker, RCD)
R_A Earthing electrode (earthing resistance) of the installation
R_g Earthing electrode (earthing resistance) of the supply system

- Installation of surge protective devices in TN-systems

شکل پ-۳- نصب spd در سیستم TN

GasPlus.ir



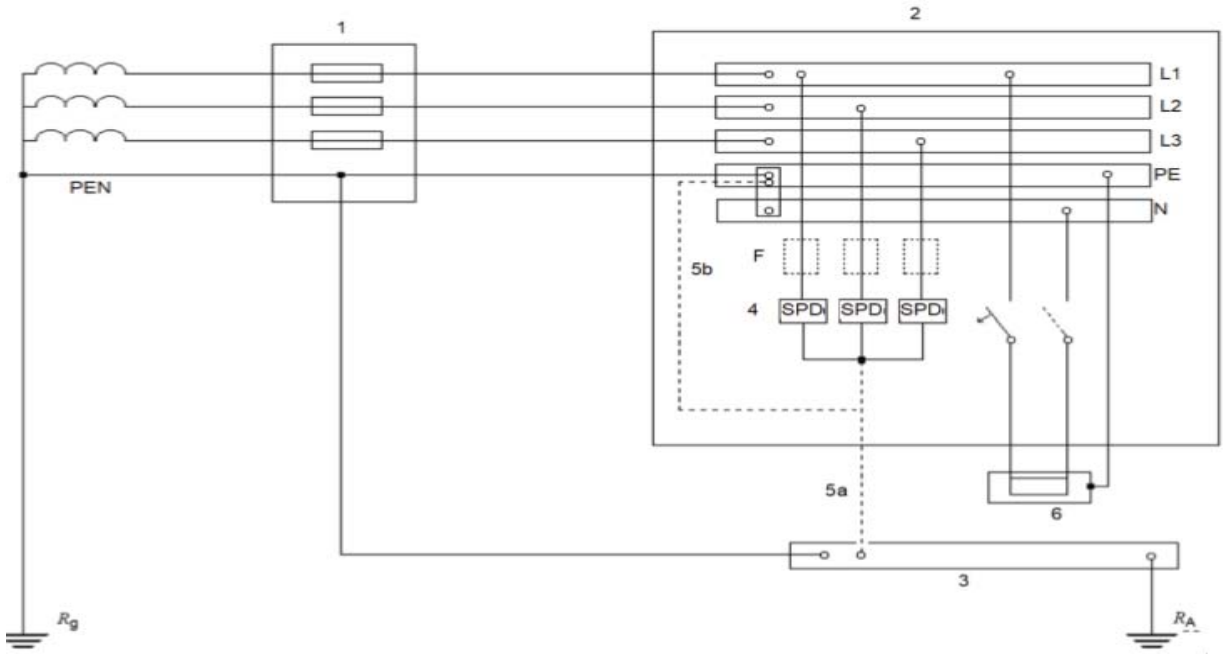
Key

1 Origin of the installation
2 Distribution board
3 Main earthing terminal or bar
4 Surge protective devices
5 Earthing connection of surge protective devices, either location 5a or 5b
6 Equipment to be protected
F Protective device indicated by the manufacturer of the SPD (for example, fuse, circuit-breaker, RCD)
R_A Earthing electrode (earthing resistance) of the installation
R_g Earthing electrode (earthing resistance) of the supply system
O / Open circuit or resistance

– Installation of surge protective devices in IT-systems without distributed neutral

شکل پ-۴- نصب spd در سیستم IT

GasPlus.ir

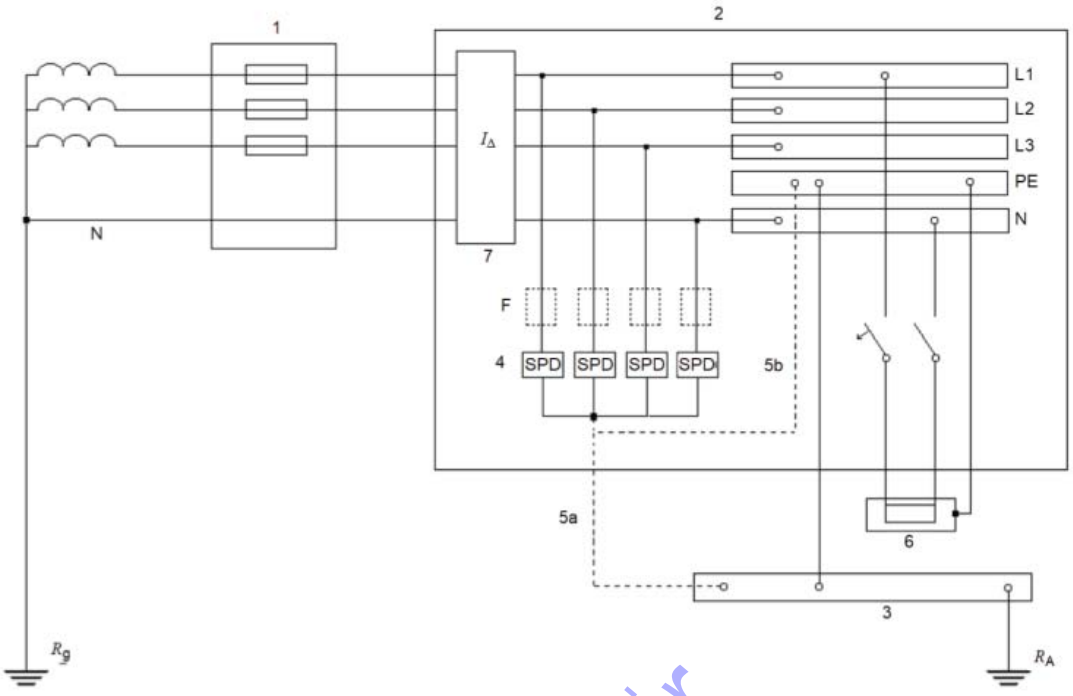


Key

1 Origin of the installation
2 Distribution board
3 Main earthing terminal or bar
4 Surge protective devices
5 Earthing connection of surge protective devices, either location 5a or 5b
6 Equipment to be protected
F Protective device indicated by the manufacturer of the SPD (for example, fuse, circuit-breaker, RCD)
R_A Earthing electrode (earthing resistance) of the installation
R_g Earthing electrode (earthing resistance) of the supply system

شکل پ -۵- نصب SPD در سیستم TN

GasPlus.ir

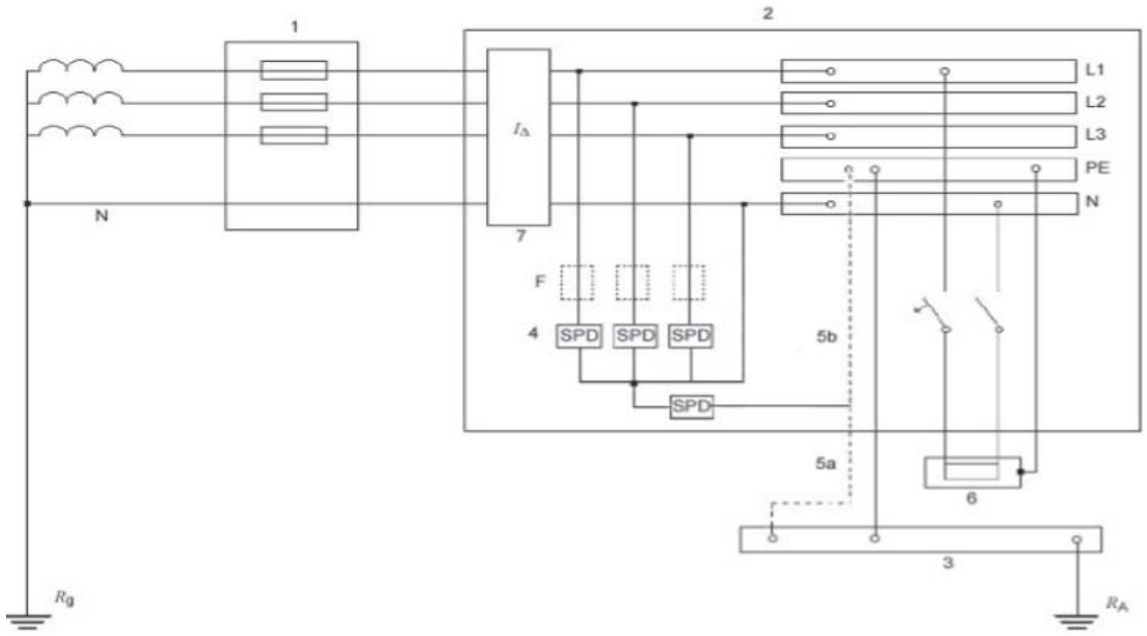


Key

1 Origin of the installation
2 Distribution board
3 Main earthing terminal or bar
4 Surge protective devices
5 Earthing connection of surge protective devices, either location 5a or 5b
6 Equipment to be protected
7 Residual current protective device (RCD)
F Protective device indicated by the manufacturer of the SPD (for example, fuse, circuit-breaker, RCD)
R_A Earthing electrode (earthing resistance) of the installation
R_g Earthing electrode (earthing resistance) of the supply system

شکل پ-۶- اتصال Type1 (CT1)

GasPlus.ir



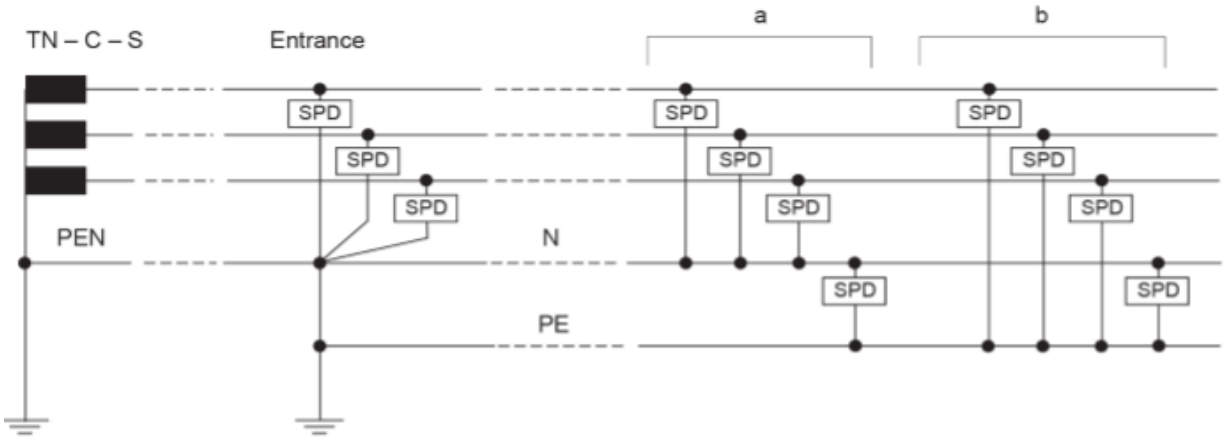
Connection Type 2 (CT2)

Key

1 Origin of the installation
2 Distribution board
3 Main earthing terminal or bar
4 Surge protective devices
5 Earthing connection of surge protective devices, either location 5a or 5b
6 Equipment to be protected
7 Residual current protective device (RCD)
F Protective device indicated by the manufacturer of the SPD (for example, fuse, circuit-breaker, RCD)
R_A Earthing electrode (earthing resistance) of the installation
R_g Earthing electrode (earthing resistance) of the supply system

شکل پ-۷- اتصال CT2

GasPlus.ir

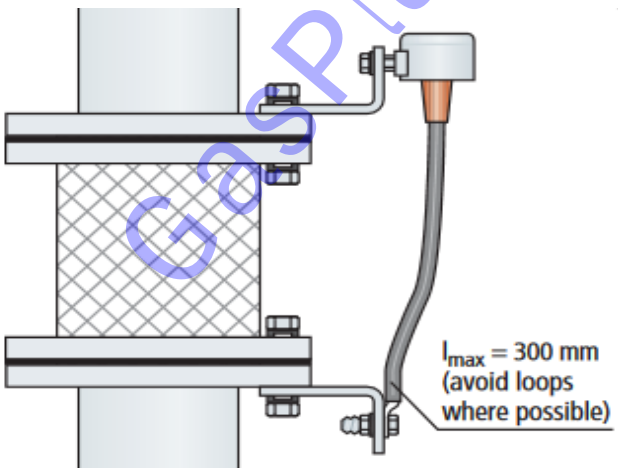


Typical installation of SPD at the entrance of the installation in case of a TN C-S system

شکل پ-۸ نصب spd در سیستم نیروی TNC-S

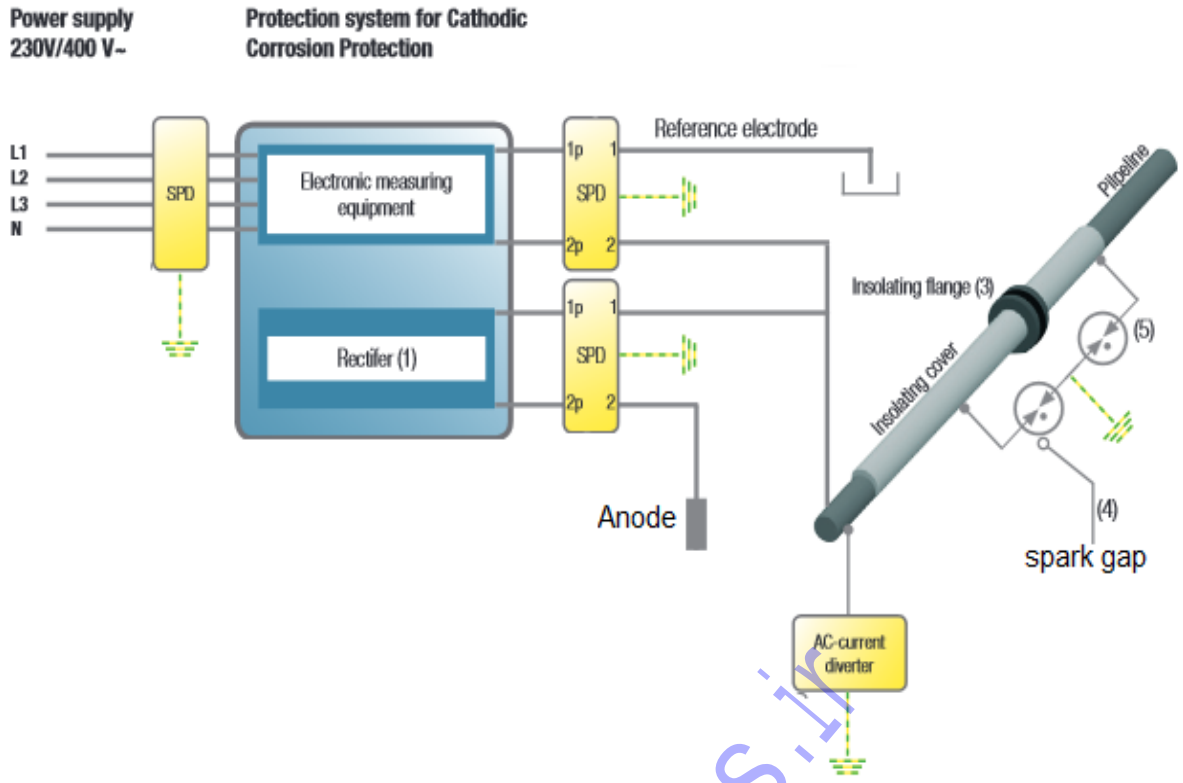
پ-۳ آرایش اتصال Spark Gap

بر اساس شکل های پ-۹تا پ-۱۱ می باشد.

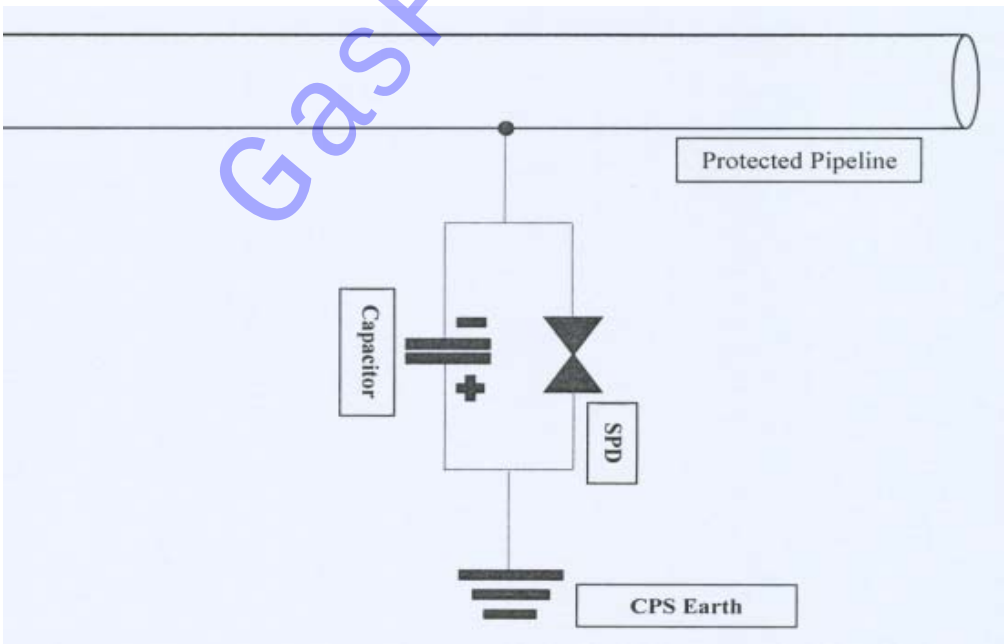


شکل پ-۹ اتصال spark gap بین فلنج دو لوله که با کیت عایقی از هم ایزوله شده است.

GasPlus.ir



شکل پ-۱۰ اتصال spark gap بین فلنج با کیت عایقی و ارت بدنه لوله ای که حفاظت کاتدی می شود با تجهیزی مخصوص بطوریکه فقط جریان AC را ازخود عبور دهد.



شکل پ-۱۱ اتصال spark gap بین لوله ای که حفاظت کاتدی می شود و ارت که با خازن موازی شده است.

GasPlus.ir

پیوست ج

(الزامی)

اتصال به زمین و همبندی فنس ها و دروازه های فلزی

ج-۱- فنس های فلزی

ج-۱-۱ زمین کردن

- فنس هایی که در فاصله ۱/۸ متری یا کمتر از سازه محتوی مواد قابل انفجار واقع شده اند باید به سیستم زمین سازه همبند شوند.
- فنس هایی که وضعیت بند ج-۱-۱ را دارند و خط هوایی از بالای آنها عبور می کند در فاصله حداکثر ۳۰ متری از دو طرف آن باید زمین شوند.
- گیت هایی که از آنها مواد قابل انفجار و یا پرسنل عبور می کنند باید زمین شوند.
- در فنس های فلزی تک رشته با چارچوب غیر فلزی که نیازمند زمین شدن مطابق با الزمات بندج- ۱-۱ هستند باید از هادی با سایز هادی اصلی که در کل ارتفاع چارچوب فنس توزیع شده برای زمین کردن استفاده نمود.
- هادی سایز اصلی که در بند قبل توضیح داده شد باید به هر قسمت تک سیم متصل شود تا مسیر پیوسته زمین ایجاد شود.

ج-۱-۲-همبند سازی

- فنس ها باید در دو سمت گیت یا سایر جدا کننده مطابق با الزامات ۱-۳ همبند شوند.

ج-۱-۳- گیت ها و پست های گیت

- تمامی گیت هایی که از آنها مواد منفجره یا پرسنل عبور می کنند باید توسط الکترود های زمین با هادی با سایز اصلی مطابق با الزامات بند ۴,۱۳ از استاندارد NFPA 780 به سیستم زمین متصل شوند.
- برای اتصال چارچوب های گیت به سیستم زمین باید از هادی های سایز اصلی کلاس یک دفن شده در عمق بیشتر از ۴۵۰ میلیمتر در دو طرف آن استفاده کرد.

GasPlus.ir

پیوست د

نحوه تکمیل فرم بازرسی سیستم حفاظت خارجی در برابر صاعقه

این فرم براساس استانداردهای IEC 62305 & BS EN 62305 تهیه شده و به شرح ذیل تکمیل می گردد.

۱- در قسمت نام و موقعیت سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه می بایست محل نصب سیستم حفاظت همراه با کد CMMS (درصورت وجود) به صورت دقیق و مشخص قید گردد .

تذکر : باتوجه به اینکه فرم برداشت اطلاعات در سه صفحه برای سیستم پایانه هوایی ، سیستم هادی میانی و سیستم پایانه زمین طراحی گردیده است لازم است که جایگاه و ترتیب ردیف و نام و موقعیت در هر سه صفحه رعایت گردد .

۲- کلاس حفاظتی سیستم حفاظت در مقابل صاعقه انتخاب می شود.کلاس حفاظتی براساس سطح حفاظتی درنظر گرفته شده انتخاب می شود و سطح حفاظتی نیز براساس مدیریت ریسک (ارزیابی ریسک) بوده که طراحی براساس آن انجام خواهد شد .

۳- نوع سیستم حفاظت خارجی : نوع سیستم حفاظت خارجی انتخاب می شود .

۴- سیستم ایزوله (جداسازی شده) حالتی از سیستم حفاظت خارجی است که سیستم پایانه هوایی و سیستم هادی میانی با سازه تحت حفاظت در تماس و ارتباط باشد .

۵- سیستم غیرایزوله (غیر جداسازی شده) حالتی از سیستم حفاظت خارجی است که سیستم پایانه هوایی و سیستم هادی میانی با سازه تحت حفاظت در تماس و ارتباط باشد .

۶- نوع پایانه هوایی

دراین حالت باید یکی از حالتهای درنظر گرفته شده انتخاب شود .

۷- ساده (فرانکلین) : دراین قسمت می بایست یکی و یا ترکیبی از پایانه هوایی معمولی انتخاب شود .

۸- میله ای (Rood) : حالتی از پایانه هوایی از نوع فرانکلین است .

۹- سیم های معلق (catenary wire) : حالتی از پایانه هوایی از نوع فرانکلین است .

۱۰- هادی های مش (meshed conductors) حالتی از پایانه هوایی از نوع فرانکلین است .

۱۱- دراین قسمت می بایست ابعاد مش درصورت انتخاب، ذکر گردد .

۱۲- الکترونیکی : پایانه هوایی یونیزه کننده می باشد که با یونیزاسیون کردن هوای اطراف خود نقطه ای دریافت صاعقه را به اندازه ΔL از سازه دور و با ایجاد یک محدوده مجاز براساس تئوری گوی غلطان مانع برخورد صاعقه به سازه می شود .

تذکر : استفاده و بکارگیری از صاعقه گیرهای الکترونیکی براساس دستورالعمل کمیته تدوین استانداردهای شرکت ملی گاز غیر مجاز می باشد .

GasPlus.ir

۱۳- در این قسمت در صورتی که از اجزای طبیعی به عنوان پایانه هوایی استفاده شده است ،انتخاب می گردد .

۱۴- در این قسمت نوع اجزای طبیعی به کاربرده شد ، به عنوان پایانه هوایی انتخاب می گردد.

۱۵- یکی از اجزای طبیعی است که شامل صفحات فلزی پوشش سازه تحت حفاظت می باشد .

۱۶- قطعات فلزی سازه بام (از قبیل خرپاهای فلزی ، آرماتور های فلزی بهم پیوسته و.....) که در زیر پوشش غیر فلزی بام قرار دارند .

۱۷- قطعات فلزی جانبی شامل تزئینات ، ریلها، لوله ها ، قرنیز های پوششی (جانپاه) و ..... میباشد.

۱۸- لوله و تانکهای فلزی مستقر برروی بام می باشد که یکی از انواع پایانه هوایی طبیعی می باشد .

۱۹- در این قسمت می بایست حداقل ضخامت صفحات فلزی پوشش سازه به عنوان پایانه هوایی طبیعی ذکر شود.

۲۰- مشخصات مکانیکی پایانه های هوایی از نوع ساده (فرانکلین) صفحات فلزی پوشش سازه ، قطعات فلزی جانبی و لوله ها و تانک های فلزی مستقر بر روی بام ذکر گردد.

۲۱- منظور از جنس (material) نوع ماده به کار برده شده به عنوان پایانه هوایی ذکر شد ، در بند ۲۰ می باشد .

به عنوان مثال مس، مس قلع اندود شده، آلومینیوم ، آلیاژ آومینیوم و.... که می بایست مطابق با جدول شماره۶ استاندارد IEC 62305-3:2010 انتخاب گردد.

تذکر : برای پایانه هوایی طبیعی از نوع صفحات فلزی پوشش سازه با توجه به ذکر ضخامت در قسمت ۱۹ فقط جنس تکمیل گردد.

۲۲- منظور از وضعیت یا شکل، پایانه هوایی به کاربرده شده می باشد که می بایست مطابق با جدول شماره ۶ استاندارد IEC 62305-3:2010 تکمیل گردد. از قبیل تسمه ، گرد، افشان .

۲۳- منظور از سطح مقطع(Cross-sectional area) ذکر حداقل سطح مقطع پایانه هوایی می باشد.

۲۴- نتیجه بازرسی از پایانه هوایی ، در این قسمت مشخص می شود.

۲۵- در صورت تایید پایانه هوایی ، این قسمت تکمیل می شود.

۲۶- در صورت عدم تایید پایانه هوایی ، این قسمت تکمیل می شود.

۲۷- در این قسمت نوع هادی میانی بر مشخص می شود .

۲۸- در این قسمت با توجه به این نکته که اگر در حالت قبل نوع هادی میانی اجزای طبیعی انتخاب شده است می بایست یکی از گروهبندی های در نظر گرفته انتخاب شود .

۲۹- در صورتی که که هادی میانی طبیعی از نوع تاسیسات فلزی(استراکچرهای فلزی) باشد انتخاب گردد.

۳۰- در صورتی که هادی میانی طبیعی از نوع آرموتورهای ستونهای بتونی که از فلزهای که از لحاظ الکتریکی به هم پیوسته استفاده شده است انتخاب گردد.

GasPlus.ir

۳۱- در صورتی که هادی میانی طبیعی از نوع سازه های ستونهای فلزی به هم پیوسته باشد این قسمت انتخاب شود .

۳۲- در صورتی که هادی میانی طبیعی از نوع پوشش فلزی نمای بیرونی باشد این گزینه انتخاب می شود .

۳۳- تعداد هادی میانی سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه مورد نظر در این قسمت ذکر می شود.

۳۴- فاصله میانگین بین هادی های میانی سیستم حفاظت خارجی غیر ایزوله در مقابل صاعقه مورد نظر در این قسمت ذکر می شود. شایان ذکر است هادی های میانی طبیعی مورد نظر نیست .

۳۵- در این قسمت وضعیت نصب هادی و یا هادی های میانی سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه مورد بررسی قرار می گیرد .

۳۶- در این قسمت نحوه اتصال هادی های میانی غیر طبیعی به بدنه تاسیسات فلزی مورد بررسی قرار می گیرد از قبیل بررسی وضعیت اتصالات نصب هادی میانی به بدنه تاسیسات فلزی، وجود یا عدم وجود حلقه و فاصله بین بدنه تاسیسات فلزی و هادی میانی و.....

۳۷-در این قسمت وضعیت نصب در کوتاهترین مسیر مستقیم و به صورت عمودی مورد بررسی قرار می گیرد .

۳۸-در این قسمت می بایست وجود و یا عدم وجود حلقه برای هادی میانی در انتها و چاهک سیستم زمین مورد بررسی قرار می گیرد .

۳۹- در این قسمت وجود و یا عدم وجود شینه اندازه گیری و بازرسی برای سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه مورد بررسی قرار می گیرد .

۴۰- در این قسمت مشخصات مکانیکی هادی میانی بند ۲۷ و هادی میانی طبیعی بندهای های ۲۹ و ۳۲ ذکر گردد .

۴۱– همانند قسمت ۲۱، برای هادی میانی .

۴۲- همانند قسمت ۲۲، برای هادی میانی.

۴۳- همانند قسمت ۲۳ ، برای هادی میانی.

۴۴- نتیجه بازرسی از هادی میانی ، در این قسمت مشخص می شود.

۴۵- در صورت تایید هادی میانی ، این قسمت تکمیل می شود.

۴۶- در صورت عدم تایید هادی میانی ، این قسمت تکمیل می شود.

۴۷- در این قسمت نوع سیستم پایانه زمین سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه براساس گروهبندی در نظر گرفته شده انتخاب گردد .

۴۸- در این قسمت اگر سیستم پایانه زمین سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه از نوع A باشد انتخاب می گردد.

۴۹- در این قسمت اگر سیستم پایانه زمین سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه از نوع B باشد انتخاب می گردد.

GasPlus.ir

۵۰- در این قسمت در حالتی که سیستم زمین از نوع B باشد و نتواند شرایط و الزامات نصب سیستم زمین نوع B را برآورده نماید نیاز به الکترود های زمین عمودی و افقی برای اصلاح آن میباشد که در این حالت گزینه مذکور انتخاب گردد.

۵۱- در صورت استفاده از الکترود زمین فونداسیون به عنوان سیستم زمین این حالت انتخاب گردد.

۵۲- در این قسمت منظور از اجزای طبیعی برای سیستم پایانه زمین طبیعی سازه های فلزی مناسب مدفون در خاک می باشد .

۵۳- در این قسمت تعداد سیستم پایانه زمین برای سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه درج می شود .

۵۴-در این قسمت تعداد سیستم پایانه زمین برای نوع A ذکر گردد .

۵۵- در این قسمت تعداد سیستم پایانه زمین برای نوع B WITH A که مربوط به قسمت A این نوع می باشد ذکر می گردد .

۵۶-در این حالت نوع هادی رینگ و حلقه از لحاظ روکش دار بودن و یا بدون روکش بودن برای نوع B سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه انتخاب می گردد .

۵۷- اگر هادی رینگ بدون روکش دار باشد ، این قسمت تکمیل شود.

۵۸- اگر هادی رینگ روکش دار باشد ، این قسمت تکمیل شود.

۵۹- در این قسمت مشخصات مکانیکی سیستم پایانه زمین برای سیتم حفاظت خارجی در نظر گرفته شده درج می گردد .

تذکر : براساس جدول شماره ۷ استاندارد IEC 62305-3:2010

۶۰- همانند قسمت ۲۱ ، برای سیستم پایانه زمین

۶۱- همانند قسمت ۲۲، برای سیستم پایانه زمین

۶۲- همانند قسمت ۲۳ ، برای سیستم پایانه زمین

۶۳- در این قسمت نحوه همبندی سیستم پایانه زمین سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه به سیستم زمین اصلی تاسیسات مورد بررسی قرار می گیرد .

۶۴- اگر سیستم پایانه زمین به سیستم زمین اصلی متصل است این قسمت انتخاب گردد.

۶۵- اگر سیستم پایانه زمین به سیستم زمین اصلی متصل نیست این قسمت انتخاب گردد.

۶۶- در این قسمت آخرین مقادیر مقاومت اندازه گیری شده بر حسب اهم درج گردد.

تذکر : با توجه به حداقل تعداد سیستم پایانه زمین درج شده در استاندارد ، دو قسمت برای هریک از سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه در نظر گرفته شده است .

GasPlus.ir

۶۷- در این حالت مقدار/ مقادیر مقاومت هر یک از سیستم پایانه زمین به صورت مجزا از شبکه داخلی و شبکه زمین اصلی به منظور تعمیرات و نگهداری درج گردد .(در صورت امکان)

۶۸- در این قسمت مقدار / مقادیر مقاومت اندازه گیری هریک از سیستم پایانه زمین متصل به شبکه داخلی سیستم پایانه زمین سیستم حفاظت در مقابل صاعقه و جدا از سیستم زمین اصلی درج گردد.(در صورت امکان)

۶۹- در این قسمت مقدار / مقادیر اندازه گیری شده هریک از سیستم پایانه زمین متصل به شبکه زمین اصلی درج گردد.

۷۰- نتیجه بازرسی از سیستم زمین ، در این قسمت مشخص می شود.

۷۱- در صورت تایید سیستم زمین ، این قسمت تکمیل می شود.

۷۲- در صورت عدم تایید سیستم زمین ، این قسمت تکمیل می شود.

۷۳- نتیجه بازرسی سیستم حفاظت در برابر صاعقه خارجی ، در این قسمت مشخص می شود.

۷۴- در صورت تایید سیستم حفاظت در برابر صاعقه خارجی ، این قسمت تکمیل می شود.

۷۵- در صورت عدم تایید سیستم حفاظت در برابر صاعقه خارجی ، این قسمت تکمیل می شود.

۷۶-توضیحات مربوط به پایانه هوایی ، هادی میانی و سیستم زمین در این قسمت در هریک از صفحات مربوطه تکمیل شود.

۷۷- مشخصات بازرس در این قسمت در هر یک از صفحات مربوطه تکمیل شود.

GasPlus.ir

پیوست ه

فرم بازرسی سیستم حفاظت در برابر صاعقه

GasPlus.ir

شرکت ملی گاز ایران	**فرم بازرسی از سیستم حفاظت در برابر صاعقه خارجی بر اساس استاندارد** **IEC 62305 & BS EN 62305**	تاریخ بازرسی: شماره صفحه : ۱ از ۳

شرکت اصلی	Choose an item.
شرکت فرعی	Choose an item.
نام تاسیسات	Choose an item. Choose an item.

ردیف	نام و موقعیت سیستم حفاظت خارجی در مقابل صاعقه CMMS CODE(1)	کلاس حفاظتی (2)				نوع سیستم خارجی(3)		نوع پایانه هوایی(6)					نوع اجزای طبیعی(14)					مشخصات مکانیکی(20)			نتیجه بازرسی(24)	
		I	II	III	IV	ایزوله(4)	غیرایزوله(5)	میله ای(8)	سیم های معلق(9)	ساده (فرانکلین)(7) مش هادی های(10)	الکترونیکی(12)	اجزای طبیعی(13)	صفحات فلزی پوشش سازه(15)	قطعات فلزی سازه بام(16)	قطعات فلزی جانبی(17)	لوله ها و تانک های فلزی مستقر روی بام(18)		جنس(21)	وضعیت(22)	سطح مقطع(23)	تایید(25)	عدم تایید(26)
										ابعاد مش(11)			ضخامت(19)									

توضیحات (76)	مشخصات بازرس(77)	
	نام و نام خانوادگی	امضاء
	شماره شناسایی	
	تاریخ تکمیل	

GasPlus.ir

شرکت ملی گاز ایران	**فرم بازرسی از سیستم حفاظت در برابر صاعقه خارجی بر اساس استاندارد** **IEC 62305 & BS EN 62305**	تاریخ بازرسی: شماره صفحه : ۲ از ۳

شرکت اصلی	Choose an item.
شرکت فرعی	Choose an item.
نام تاسیسات	Choose an item. Choose an item.

ردیف	**نوع هادی میانی**(27)				**نوع اجزای طبیعی**(28)				**تعداد هادی میانی**(33)	**فاصله میانگین بین هادی های میانی**(34)	**بررسی وضعیت نصب**(35)						**شینه اندازه گیری و بازرسی**(39) (Test Joint)		**مشخصات مکانیکی**(40)			**نتیجه بازرسی**(44)	
	بدون روکش	روکش دار فشار ضعیف	روکش دار فشار قوی	اجزای طبیعی	تاسیسات فلزی(29)	آرموتورهای ستونهای بتونی(30)	سازه های ستونهای فلزی(31)	پوشش فلزی نمای بیرونی(32)			نحوه اتصال به بدنه(36)		نصب در کوتاهترین مسیر مستقیم و به صورت عمودی(37)		حلقه(38) (LOOP)		دارد	ندارد	جنس(41)	وضعیت(42)	سطح مقطع(43)	تایید(45)	عدم تایید(46)
											مناسب	نامناسب	مناسب	نامناسب	ندارد	دارد							

GasPlus.ir

توضیحات(76)	**مشخصات بازرس**(77)	
	نام و نام خانوادگی	**امضاء**
	شماره شناسایی	
	تاریخ تکمیل	

شرکت ملی گاز ایران	**فرم بازرسی از سیستم حفاظت در برابر صاعقه خارجی بر اساس استاندارد** **IEC 62305 & BS EN 62305**	تاریخ بازرسی: شماره صفحه : ۳ از ۳

شرکت اصلی	Choose an item.
شرکت فرعی	Choose an item.
نام تاسیسات	Choose an item. Choose an item.

ردیف	نوع سیستم زمین(47)					تعداد سیستم زمین(53)		نوع هادی حلقه به کاررفته برای TYPE B(56)		مشخصات مکانیکی(59)			نحوه همبندی سیستم زمین صاعقه گیر به سیستم زمین اصلی تاسیسات(63)		مقدارمقاومت اندازه گیری شده(66)			نتیجه بازرسی زمین (70)		نتیجه نهایی بازرسی(73)	
	TYPE A(48)	TYPE B(49)	B With A (50)	فونداسیون بتونی (type B)(51)	اجزای طبیعی(52)	TYPE A(54)	B With A(55)	بدون روکش(57)	روکشدار(58)	جنس(60)	وضعیت (شکل)(61)	ابعاد (62) mm/mm²	متصل به شبکه(64)	مجزا از شبکه(65)	مجزا(67)	متصل به شبکه داخلی(68)	متصل به شبکه اصلی(69)	تایید(71)	عدم تایید(72)	تایید(74)	عدم تایید(75)

توضیحات(76)	مشخصات بازرس(77)	
	نام و نام خانوادگی	امضاء
	شماره شناسایی	
	تاریخ تکمیل	

GasPlus.ir