



Namatek
True Education

Earthing System Road Map

www.namatek.com

سیستم زمین

فهرست مطالب

۱. سیستم زمین الکتریکی چیست؟
۲. انواع سیستم اتصال به زمین
۳. مفاهیم پایه سیستم ارتینگ حفاظتی
۴. انواع سیستم زمین حفاظتی
۵. الکتروود زمین در سیستم ارتینگ
۶. مقاومت ویژه خاک سیستم زمین
۷. همبندی و هادی حفاظتی سیستم ارتینگ
۸. سیستم های حفاظت صاعقه
۹. سیستم حفاظت صاعقه خارجی از سیستم زمین

سیستم زمین یا همان سیستم ارتینگ از مهم ترین سیستم هایی است که برای حفاظت از افراد و تجهیزات در هر سازه ای بکار می رود. هر مهندس سازه ای باید با انواع سیستم های اتصال به زمین آشنا باشد تا نوع صحیح آن را برای سیستم خود انتخاب کند. در مقاله جامع زیر قصد داریم تا تمام نکات مربوط به سیستم های زمین را بررسی کنیم، تا انتها همراه ما باشید تا به تمامی سوال های شما در این حوزه پاسخ داده شود.

سیستم زمین الکتریکی چیست؟

سیستم زمین یک مجموعه به هم پیوسته از هادی های فلزی است که در زیر فونداسیون ساختمان به کار می رود. تعدادی الکترود را در عمق چند متری زمین دفن می کنند و تمام هادی های ساختمان و بدنه تجهیزات را به این سیستم متصل می کنند. اگر بدنه تجهیزات برق دار شود در این صورت جریان اتصال کوتاه وارد زمین می شود و مانع از برق گرفتگی افراد می شود.

هدف سیستم زمین چیست؟

- شبکه های زمین برای چندین هدف طراحی شده اند. از جمله این اهداف می توان به موارد زیر اشاره کرد:
۱. ایمنی اشخاص با توجه خطرات الکتریکی
 ۲. حفاظت از تجهیزات در برابر خطرات الکتریکی

به طور کلی اجرای سیستم زمین برای رسیدن به مقاومت کم طراحی می شود تا جریان های خطا و جریان های فرکانس بالا را از افراد و تجهیزات الکترونیکی دور کند.

محاسبات فنی سیستم زمین

برای سایزینگ هادی ارت و نول استانداردهای مختلفی وجود دارد؛ اما آنچه که در مبحث ساختمان اهمیت دارد، مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۳ است. مقررات ملی ساختمان نحوه سایزینگ کابل ارت در ساختمان را مشخص کرده است.

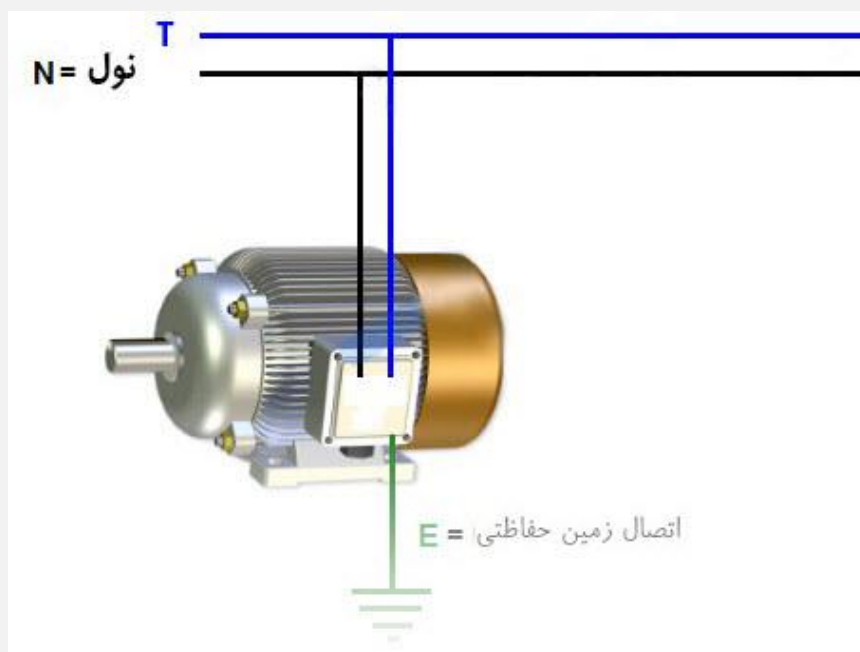
انواع سیستم اتصال به زمین

اتصال به زمین برای حفاظت جان انسان و حیوان، تامین شرایط کارکرد صحیح تاسیسات برقی و حفاظت آن ها به کار می رود.



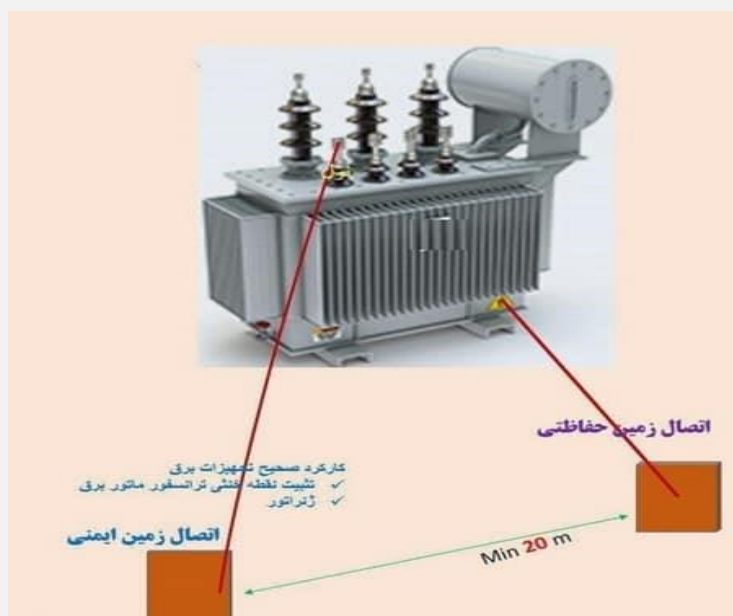
سیستم زمین حفاظتی

گاهی بدنه فلزی تجهیزات الکتریکی را زمین می کنیم با هدف حفاظت از برق گرفتگی افرادی که در تماس با آن تجهیز هستند.



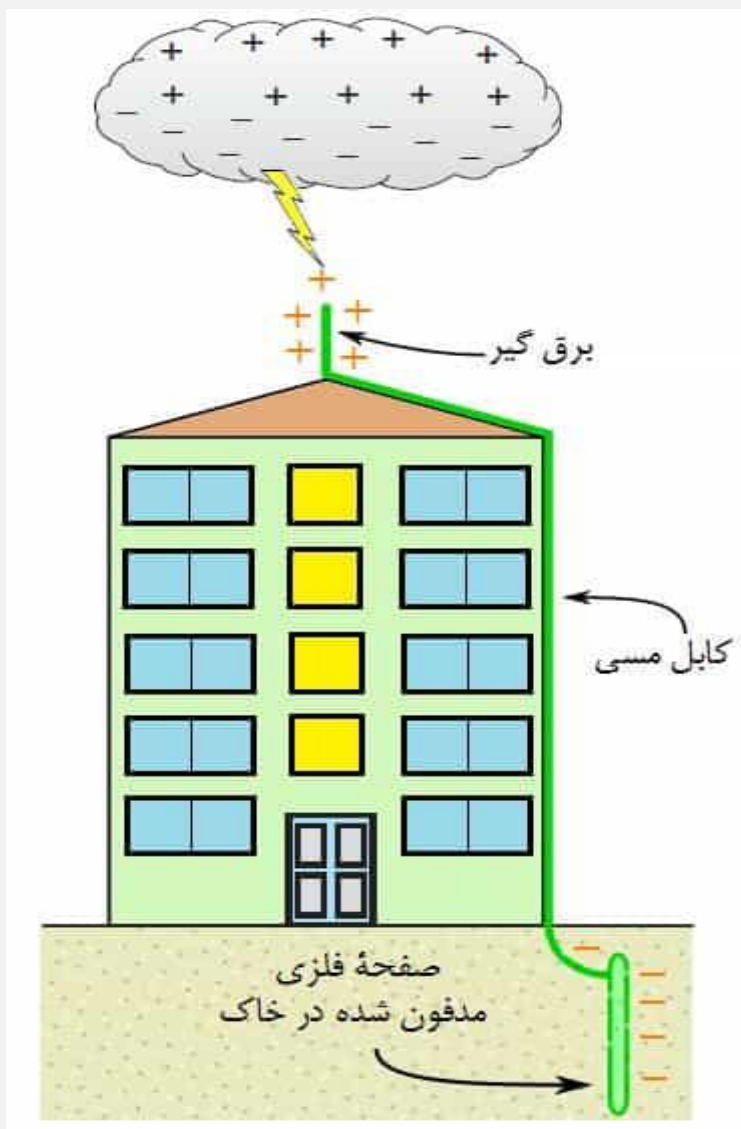
اتصال زمین ایمنی

ممکن است گاهی نقطه خنثی تجهیزات پست های برق به زمین وصل شود. این تجهیزات می تواند ترانسفورماتور و ژنراتور باشد.



اتصال زمین صاعقه گیر

در قسمت بالایی ساختمان از برق گیر استفاده می شود که برای جلوگیری از آسیب رساندن صاعقه به سازه است.



اتصال زمین عملیاتی

اتصال نقاطی از سیستم برای اطمینان از کار دائم برخی از تجهیزات است. هدف از این اتصال به زمین ایمنی و حفاظت در برابر برق گرفتگی نیست. مثلا تجهیزات سیگنالینگ و اتوماسیون شامل این مورد می شوند.

مفاهیم پایه سیستم ارتینگ حفاظتی

امروزه تاسیسات فنی در تمام صنایع پیشرفت های زیادی کرده است. در طول قرن گذشته استانداردهای ایمنی الکتریکی به سیستم های بسیار توسعه یافته تبدیل شده اند که تمام جنبه های اصلی یک نصب ایمن، از جمله سیستم های ارتینگ را پوشش می دهند. در تاسیسات الکتریکی استاندارد مرجع IEC 60364 برای اقداماتی که باید برای تضمین حفاظت از پرسنل و اموال اجرا شود، استفاده می شود.

دسته بندی

استاندارد IEC 60364 سه نوع سیستم ارتینگ یعنی سیستم های TT ، IT و TN را تعریف کرده است.

IEC استانداردهای بین المللی را برای کلیه فناوری های الکتریکی، الکترونیکی و مرتبط منتشر می کند و سازمان بین المللی پیشرو در زمینه خود است.

IEC 60364 سند سطح بالایی است که استانداردهای تاسیسات الکتریکی LV را در سراسر جهان اعلام می کند.

سه نوع سیستم ارتینگ تعریف شده در استاندارد IEC 60364 نیز در استانداردهای ملی به رسمیت شناخته شده است.

نام گذاری

روش نام گذاری سیستم های ارتینگ حفاظتی به این صورت است:

- حرف اول نشان دهنده نحوه زمین شدن مدار الکتریکی است.

برای حرف اول ما دو حالت داریم یا حرف T که از کلمه Earthed گرفته شده است و زمانی که سیستم ما زمین شده است آن را با T نشان می دهیم و یا از حرف I که از کلمه Isolated گرفته شده است و زمانی که مدار الکتریکی کاملاً از زمین عایق باشد یا با مقاومت خیلی بزرگی به زمین وصل شده باشد از حرف I استفاده می کنیم.

• دومین حرف نشان دهنده نحوه زمین شدن تجهیز الکتریکی است. برای حرف دوم نیز دو حالت داریم یا از N یا T اگر از N استفاده شود به این معنی است که بدنه فلزی تجهیزات الکتریکی از طریق یک مسیر هادی به نقطه خنثی منبع تغذیه متصل شده اند. و در حالت دوم اگر از T استفاده شود به این معنی است که بدنه تجهیزات به الکترود زمین مستقیماً وصل می باشند.

• حرف سوم برای سیستم های TN استفاده می شود که دو حالت دارد S یا C. اگر S باشد به معنای مجزا بودن هادی نول از هادی حفاظتی PE است و اگر C باشد به این معنی است که از یک هادی مشترک هم به عنوان هادی خنثی و هم به عنوان هادی حفاظتی استفاده می کنیم.

استانداردهای سیستم زمین

استانداردهای مختلفی در زمینه نحوه اجرا و نظارت بر سیستم زمین وجود دارد که ما در زیر همه آن ها را معرفی می کنیم:

• IEC 60364

• IEC 61936.1

• IEEE std80

• IEEE std 142

• NFPA 70

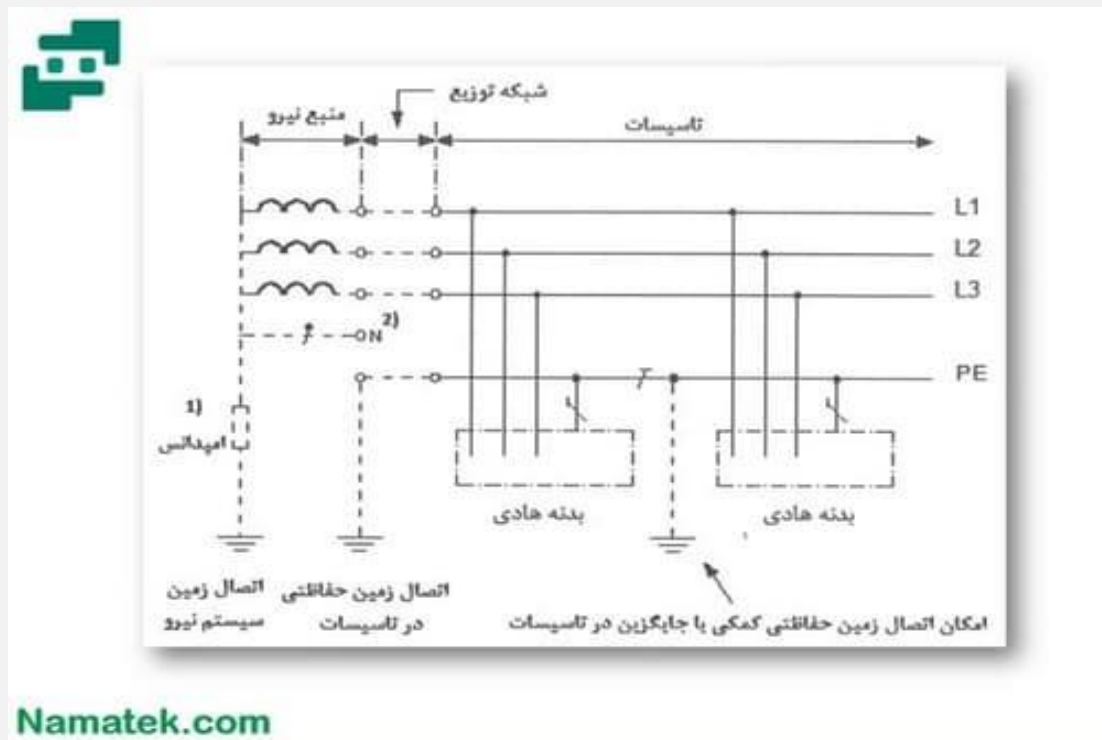
• DIN 18014

• BS 7430

#4 انواع سیستم زمین حفاظتی

در این بخش از مقاله جامع سیستم زمین قصد داریم به معرفی انواع سیستم های IT، TT و TN پردازیم و مشخصات هر یک را بررسی کنیم.

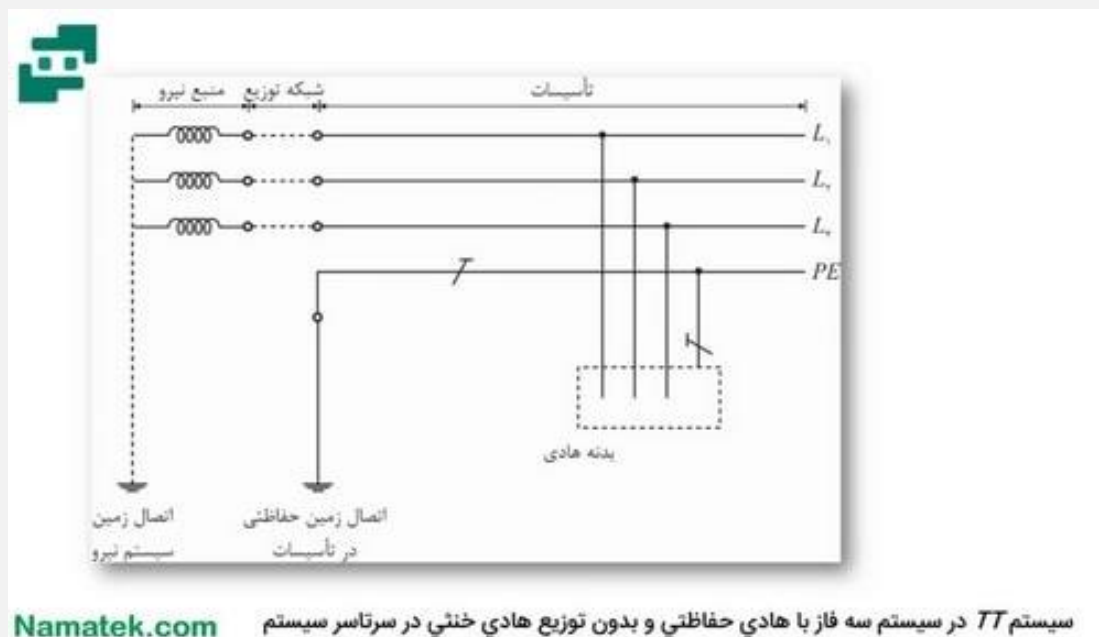
بررسی سیستم IT



در این قسمت از سیستم های ارتینگ به سیستم های IT می پردازیم. در این سیستم حرف اول I به معنای این است که هیچ اتصالی با زمین ندارد و حرف دوم T به معنی سرچشمه گرفته شده است. سیستم IT سیستمی است که توزیع کننده هیچ گونه اتصالی به زمین ندارد یا فقط دارای یک اتصال امپدانس بالا است.

ویژگی اساسی سیستم ارتینگ IT این است که در صورت بروز خطا بین فازها و زمین، سیستم می تواند بدون وقفه به کار خود ادامه دهد. به چنین خطایی "نقص اول" گفته می شود. بنابراین، حفاظت از زمین معمولی برای این سیستم موثر نیست و این نوع برای منبع تغذیه مصرف کننده در نظر گرفته نشده است. سیستم زمین IT برای سیستم های توزیع برق مانند پست ها یا ژنراتورها استفاده می شود.

بررسی سیستم TT



در این قسمت از سیستم های ارتینگ به سیستم های TT می پردازیم. در این نوع سیستم ارتینگ، منبع تغذیه و انتهای بار یا قسمت های فلزی تأسیسات مستقیماً به زمین متصل می شود. بنابراین در صورت وجود یک خط هوایی، جرم زمین مسیر برگشت خط خواهد بود.

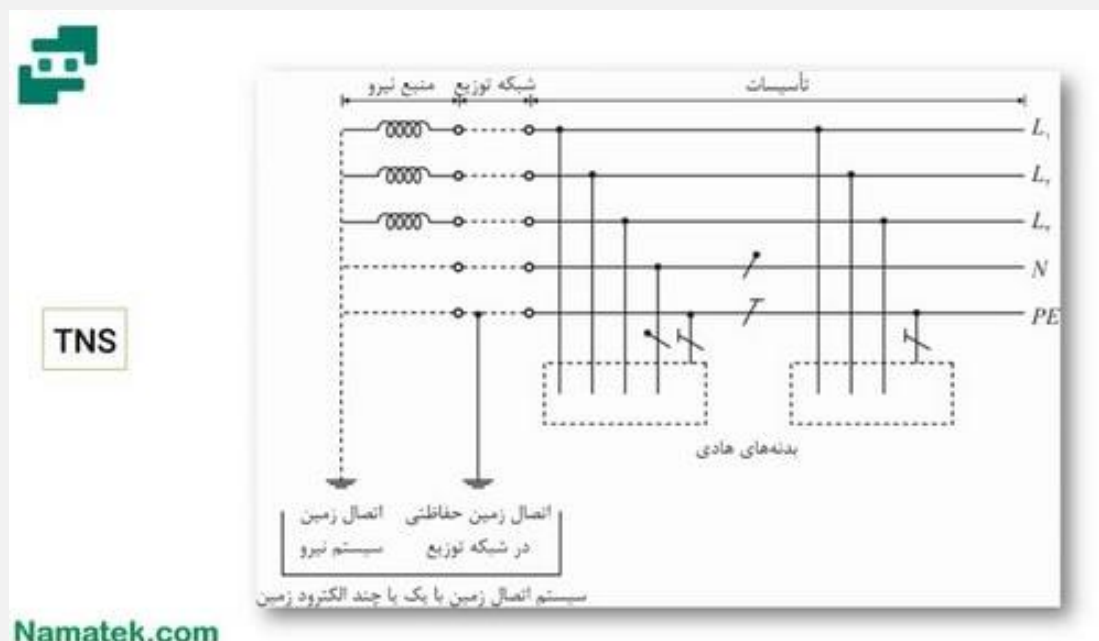
هادی خنثی و ارتینگ باید از طریق نصب از هم جدا شوند؛ زیرا توزیع کننده برق فقط هادی خنثی یا محافظ تغذیه را برای اتصال به مصرف کننده فراهم می کند.

بررسی سیستم TN

در این قسمت از سیستم های ارتینگ به سیستم های TN می پردازیم که خود به ۳ نوع تقسیم می شود.

1) سیستم زمین TN-S

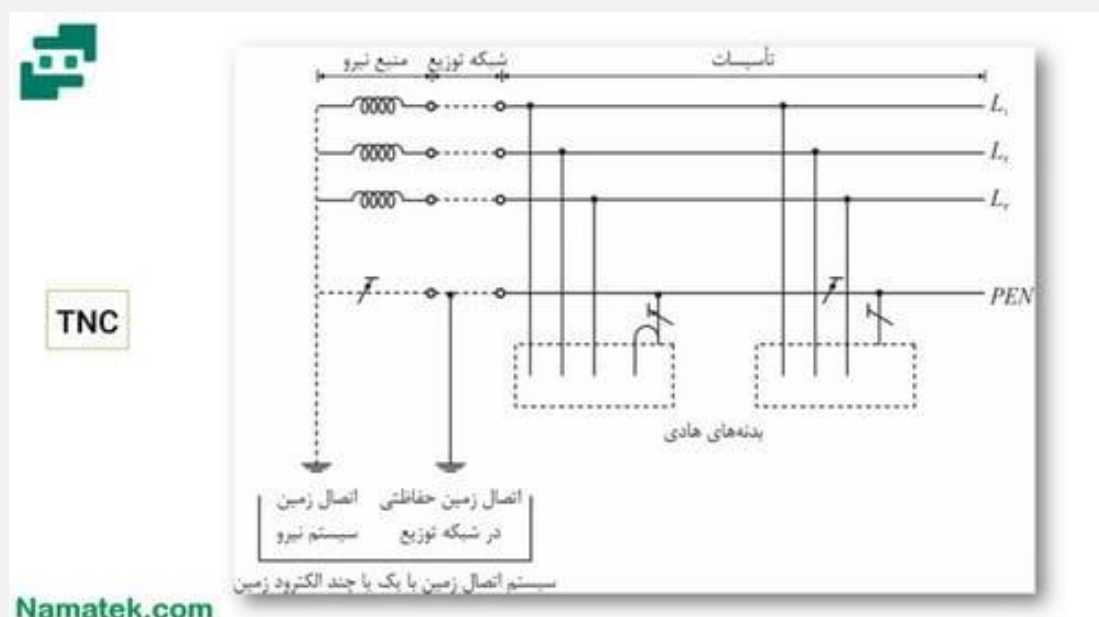
در این سیستم هادی های نول N و زمین PE از یکدیگر جدا هستند. نقطه نول منبع و بدنه فلزی تاسیسات و نقطه زمین سیستم هر سه به یکدیگر متصل اند و مستقیماً به زمین وصل شده اند. الکتروود سیستم زمین یک یا چند قطعه هادی است که به منظور برقراری ارتباط الکتریکی با جرم کلی زمین در خاک مدفون شده باشند.



2) سیستم زمین TN-C

در اتصال زمین TN-C هادی نول N و ارت PE به یکدیگر متصل هستند و به آن ها اتصال PEN گفته می شود.

سیم PEN مستقیماً وارد چاه ارت می شود و از آن به عنوان سیم خنثی استفاده می شود که به بدنه تجهیزات متصل می شود.



3) سیستم زمین TNCS

می توان سیستم زمین TN-S و TN-C را به صورت همزمان در یک تاسیسات استفاده کرد.

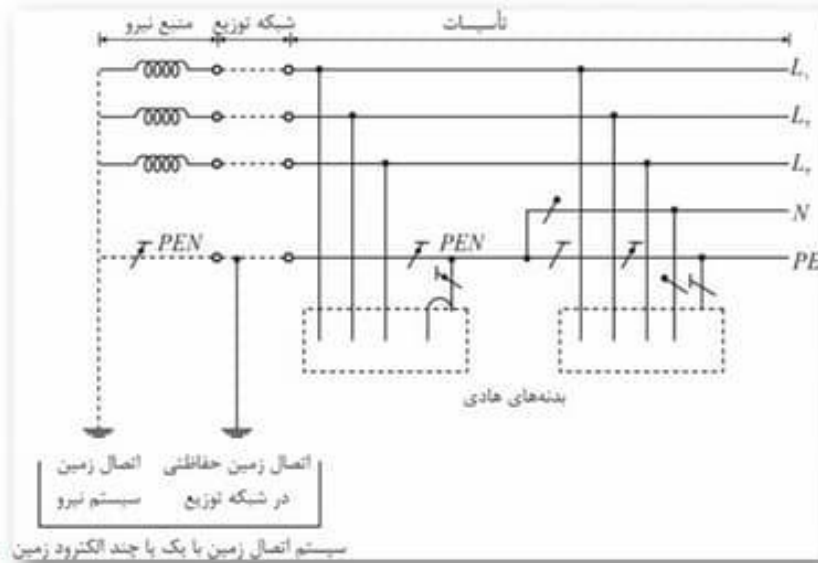
یعنی در بخش از تاسیسات الکتریکی ساختمان سیم نول و ارت جدا از هم باشند و در بخشی دیگر به صورت مشترک.

فقط این نکته مهم باید توجه شود که اتصال زمین TNC نباید در پایین دست اتصال زمین TNS قرار بگیرد؛ چون قطعی سیم نول در بالا دست منجر به قطع هادی های حفاظتی در بخش پایین دست می شود.



TNCS

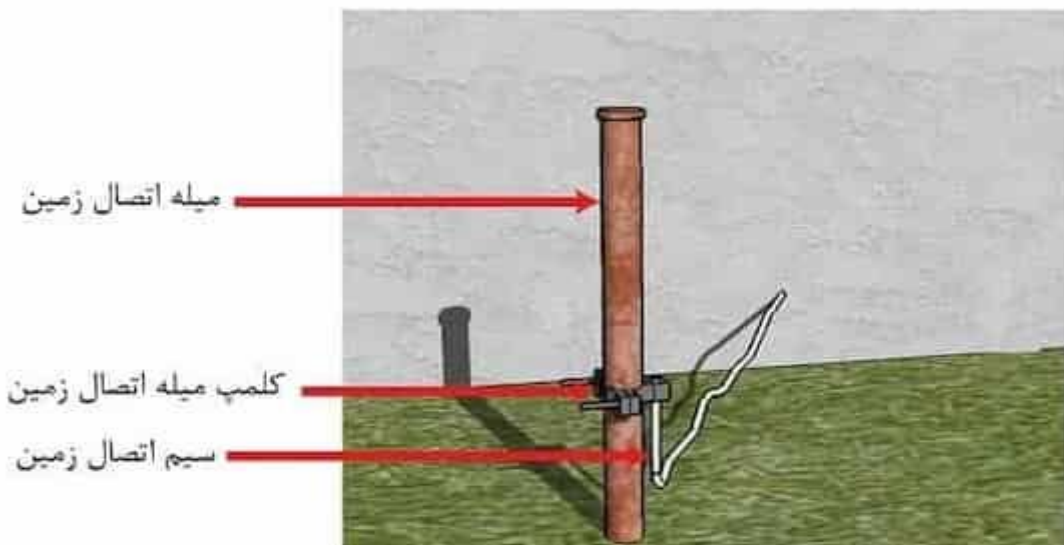
Namatek.com



الکترود زمین در سیستم ارتینگ

قسمت های مختلف میله اتصال زمین (Earth Rod)

میله اتصال زمین



حال در سیستم زمین به موضوع الکترود زمین رسیدیم. الکترود زمین هادی لختی است که متصل به خاک است و به شینه و هادی و تجهیزات الکتریکی وصل می باشد.

خاک خیلی تاثیر مهمی در انتخاب الکترود زمین و جنس الکترود دارد در مطالعات خاک مواردی را بررسی می کنیم که عبارت است از:

۱. آنالیز خاک
۲. پتانسیل کاهش خاک
۳. اندازه گیری pH خاک
۴. اندازه گیری رطوبت خاک
۵. تعیین عمق یخ زدگی خاک
۶. اندازه گیری مقاومت ویژه خاک

انواع الکترود زمین

انواع مختلف الکترودها به شرح زیر است:

۱. Earth rods (میله یا لوله زمین)
۲. Buried horizontal conductors (هادی افقی مدفون در خاک)
۳. Grids (مش)
۴. Plates (صفحه)
۵. Metal framework of building (اسکلت فلزی ساختمان ها)
۶. Concrete-encased electrodes (الکترود مدفون در بتن)
۷. Water pipes (لوله فلزی آب)
۸. Incidental metals (فلزات اتفاقی)
۹. Well-casings (جداره فلزی چاه های آب)

جنس الکتروود زمین



1) مس

راد ها جنس های مختلفی دارند از جمله مدل های تماماً مسی با روکش و بی روکش ولی بزرگترین مشکل مس این است که نرم است و باعث خم شدن هادی در کوبیدن در زمین می شود.

به جای رادهای مسی می توان از رادهای مغز فولاد روکش مس که به copper-clad steel معروف هستند، استفاده کرد.

از مزیت های این مدل راد می توان ارزان تر بودن نسبت به مس به علت حجم کمتر مس موجود در آن و مقاوم تر بودن به علت داشتن مغز فولاد اشاره کرد.

اینکه این نوع راد روکش مس دارد باعث می شود فولاد حفاظت بهتری در برابر خوردگی داشته باشد.

(2) آلومینیوم

فلز دیگری که می توان از آن استفاده کرد آلومینیوم است، آلومینیوم ۶۰ درصد نسبت به مس هدایت الکتریکی پایین تری دارد پس مقاومت الکتریکی بالاتری دارد و نسبت به مس سه برابر جرم حجمی کمتری دارد یعنی با یک سطح مقطع مشترک آلومینیوم یک سوم وزن مس را دارد و در برابر خوردگی و اکسیداسیون بسیار مقاوم است.

ولی در استاندارد های مختلف استفاده از آلومینیوم به عنوان راه در داخل زمین منع شده، در استاندارد IEEE دو علت برای استفاده نکردن از آلومینیوم آمده است:

۱. ماده ای به شدت آندی است و باعث خوردگی می شود.

۲. در شرایط خاص نشت جریان AC موجب خوردگی می شود.

(3) هادی مغز آلومینیوم روکش مس (Copper-Clad Aluminium)

این هادی ها را CCA نیز می نامند و نسبت به مس و آلومینیوم مزیت هایی دارند:

۱. نسبت به هادی های تمام مسی ارزان تر هستند

۲. نسب به هادی های مسی سبک تر هستند

۳. هدایت الکتریکی این هادی ها از آلومینیوم خالص بهتر است

مقاومت ویژه خاک سیستم زمین

از آن جایی که کارایی الکترودهای زمین به شکل، ابعاد و همچنین شرایط خاک منطقه (مقاومت مخصوص خاک) وابسته است، شناخت ما نسبت به

خاک منطقه بسیار مهم است و ما باید جایی را برای احداث سیستم زمین انتخاب کنیم که مقاومت ویژه خاک پایینی داشته باشد.

مقاومت مخصوص خاک چیست؟

با واحد اهم متر بیان می شود و نشانگر این است که خاک منطقه تا چه حد در برابر عبور جریان از خود مقاومت نشان می دهد. هر چقدر مقاومت مخصوص خاک کمتر باشد شرایط بهتری برای ایجاد سیستم زمین در منطقه است.

اندازه گیری مقاومت ویژه خاک

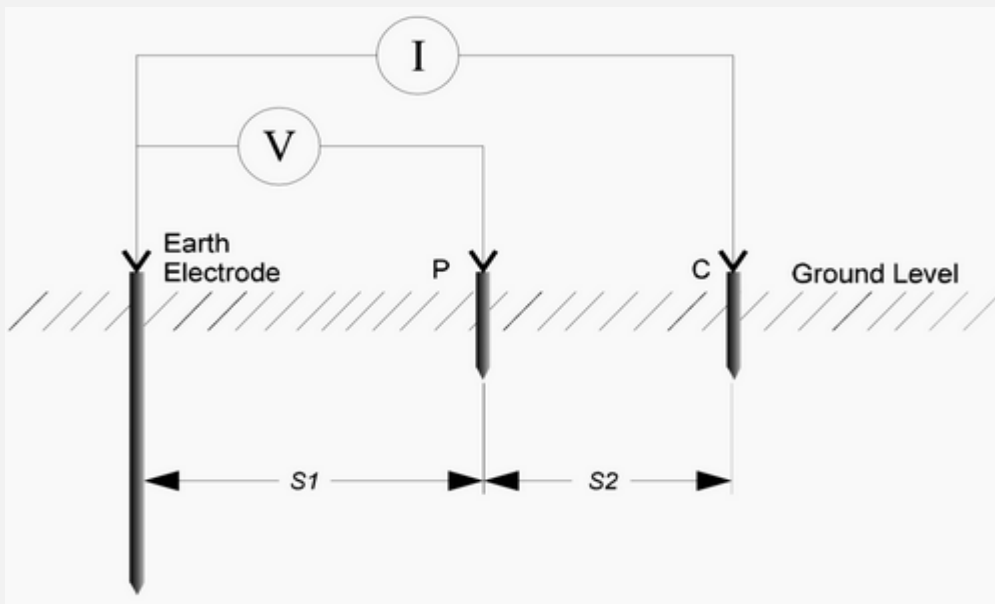
دو روش اصلی برای اندازه گیری مقاومت ویژه خاک در منطقه وجود دارد.

- روش سه نقطه ای یا تک راد
- روش چهار نقطه ای یا روش ورنر



1) اندازه گیری مقاومت ویژه خاک به روش سه نقطه

در این روش یک الکتروود میله ای تا عمق معینی در زمین کوبیده شده و مقاومت آن به یکی از روش های مورد تایید استانداردها اندازه گیری می شود.



سپس الکتروود مورد نظر را تا عمق بیشتری در خاک فرو برده و مجدداً اندازه گیری انجام می شود.

این کار برای همه عمق های مورد نظر تکرار شده و در هر عمق با جایگذاری مقاومت اندازه گیری شده در رابطه زیر مقدار مقاومت ویژه محاسبه می شود.

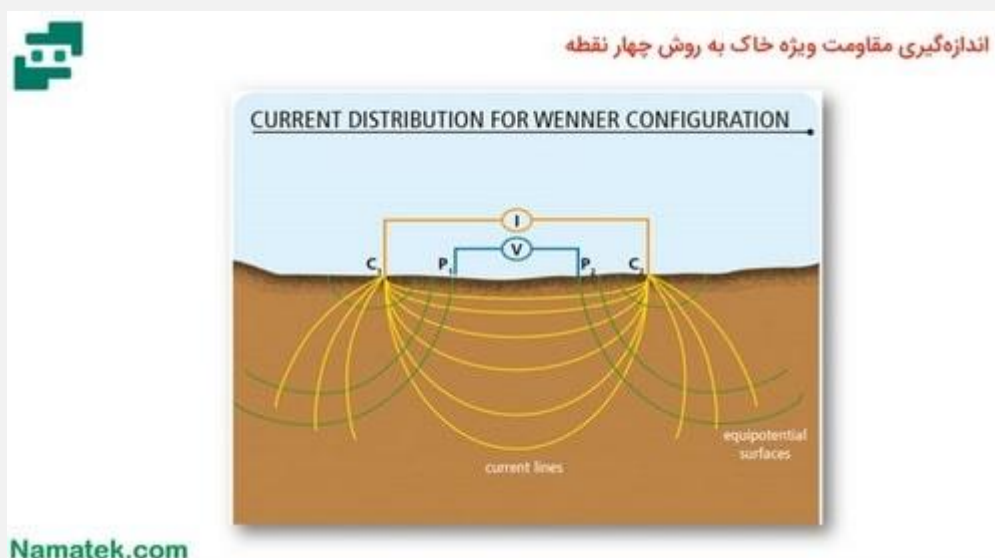
$$\rho = \frac{2\pi RL}{\left[\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1\right]}$$

R	مقاومت الکتروود میله ای بر حسب اهم
L	طول الکتروود میله ای بر حسب متر
d	قطر الکتروود میله ای بر حسب متر
ρ	مقاومت ویژه خاک بر حسب اهم-متر

2) اندازه گیری مقاومت ویژه خاک به روش چهار نقطه ای

در این روش چهار میله در امتداد یک خط راست در زمین کوبیده می شود که همگی با فاصله معین و برابری از یکدیگر قرار گرفته اند. جریان تستی بین دو میله بیرونی گذرانده می شود و ولتاژ بین دو میله درونی به کمک

یک ولت متر اندازه گیری می شود. سپس از روی نسبت ولتاژ به جریان مقاومت به دست می آید.



در این روش هر چهار میله اندازه گیری در امتداد یک خط راست، با فاصله مساوی از یکدیگر (a) و در عمق مشخصی (b) کوبیده می شوند. فرمول زیر نحوه محاسبه دقیق و تقریبی مقاومت ویژه خاک در این روش را نمایش می دهد.



$$\rho = \frac{4\pi aR}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$$

می‌توان در رابطه فوق از b در برابر a چشم پوشی نمود و از رابطه ساده شده زیر استفاده کرد:

$$\rho = 2\pi aR$$

در این رابطه rho مقاومت ویژه متوسط خاک از سطح تا عمق a می‌باشد.

همبندی و هادی حفاظتی سیستم ارتینگ



در سیستم ارتینگ به موضوع همبندی و هادی حفاظتی می‌رسیم همبندی به زبان ساده به این مفهوم است که اگر فردی به قسمت فلزی وسیله برقی تماس برقرار کند نقطه تماس فرد با قسمت فلزی آن وسیله و ولتاژ پای شخص با زمین هم پتانسیل می‌شود.

در این صورت ولتاژ تماس صفر شده و جریان الکتریکی از بدن فرد عبور نمی‌کند.

هادی حفاظتی هادی است که با هدف ایمنی اجرا می‌شود. که به سه قسمت هادی همبندی حفاظتی و هادی اتصال زمین حفاظتی (PE) و هادی اتصال زمین تقسیم می‌شود.

بررسی انواع همبندی هادی‌های حفاظتی

انواع هادی‌های حفاظتی که در استاندارد IEC در تاسیسات الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت‌اند از:

- رشته‌هایی از یک کابل چند رشته

- هادی های روکش دار یا بدون روکش که در یک محفظه ای مشترک با هادی های زنده قرار دارند
 - هادی های عایق دار یا بدون روکشی که به صورت ثابت نصب شده است
 - کاور و فویل فلزی یا آلومینیومی موجود روی سیم ها
 - لوله های فلزی
- یک قسمت هایی از تاسیسات وجود دارد که نمی توان از آن به عنوان هادی حفاظتی استفاده کرد و جزء ممنوعیات است که عبارت اند از:
- لوله های فلزی آب
 - هرگونه لوله فلزی تاسیسات حاوی مواد قابل اشتعال
 - قسمت های سازه ای که در شرایط عادی استرس مکانیکی روی آن است
 - استفاده از لوله های فلزی قابل انعطاف
 - استفاده از ساپورت سیم و کابل و سینی کابل
- بر اساس استاندارد IEC 60364 موضوعی به عنوان پیوستگی الکتریکی تعریف می شود که بیان می کند: هادی های حفاظتی باید به شکل مناسبی در برابر خرابی های مکانیکی مقاوم باشند و در برابر هرگونه آسیب و لطمه الکتروشیمیایی، نیروهای ترمودینامیک و نیروهای الکترودینامیکی نیز دوام بیاورند.
- هرگونه اتصال بین هادی حفاظتی باید یک پیوستگی الکتریکی کاملاً قابل اعتماد داشته باشند.

هادی اتصال زمین حفاظتی (Protective earth conductor)

هادی های اتصال زمین به عنوان خطوط زمین نیز شناخته می شوند و با حروف PE که مخفف "زمین محافظ" است مشخص می شوند.

آن ها همچنین دارای ترکیب رنگ سبز و زرد هستند که به موجب آن هر دو رنگ برای این نوع هادی محفوظ است و ارت حفاظتی را برای افراد و حیوانات و همچنین تاسیسات الکتریکی ارائه می دهد.

هادی های زمین در تاسیسات الکتریکی به گونه ای تعبیه شده اند که محفظه فلزی بیرونی به زمین متصل شود.

اگر در صورت بروز خطا، ولتاژ تغذیه بتواند به قسمت های بیرونی یک قطعه الکتریکی تجهیزات عملیاتی برسد، تجهیزات باید فوراً از ولتاژ جدا شوند.

این امر از طریق دستگاه های جریان باقیمانده یا دستگاه های محافظ جریان اضافه (مثلاً فیوز) بسته به نوع منبع رخ می دهد.

زمان مورد نیاز برای غیرفعال سازی بین ۰/۱ تا ۵ ثانیه متناسب با شدت وضعیت است.

بر اساس استاندارد IEC یکی از روش های حفاظت در برابر برق گرفتگی استفاده از قطع کننده های خودکار است.

اگر حفاظت در برابر برق گرفتگی بر پایه وسایل حفاظتی اضافه جریان باشد.

هادی حفاظتی باید در یک سیستم سیم کشی مشابه هادی فاز یا در مجاورت هادی های زنده اجرا شود.

هادی اتصال زمین (Earthing Conductors)

در سیستم ارتینگ هادی اتصال زمین هادی است که یک مسیر رسانا را بین قسمت های رسانا از تاسیسات یا تجهیزات به نقطه ای از شبکه الکترو د زمین وصل می کند.

در استاندارد IEC 60364 منظور از هادی اتصال زمین هادی است که از الکترو د زمین شروع می شود و به یک سیستم همبندی هم پتانسیل کننده می رسد.

هادی اتصال زمین بر اساس قواعدی که در استاندارد آمده است تعیین می شود.

از طرفی سطح مقطع هادی اتصال زمین اگر مسی باشد نباید از ۶ میلی متر مربع کوچکتر باشد و اگر فولادی باشد نباید از ۵۰ میلی متر مربع کوچکتر باشد.

بر اساس استاندارد در سیستم های TN و IT که مقدار جریان اتصال کوتاه که جاری می شود در سیستم الکترو د زمین بسیار ناچیز است.

در این نوع سیستم ها مقدار سطح مقطع اتصال زمین نباید از ۶ میلی متر مربع مسی کمتر باشد.

و اگر ساختمان دارای سیستم حفاظت صاعقه است و به سیستم الکترو د زمین وصل شده است. سطح مقطع اتصال زمین نباید از ۵۰ میلی متر مربع کمتر باشد.

همبندی اصلی (equipotential bonding)

همبندی اصلی در سیستم ارتینگ به معنی همبندی هم پتانسیل کننده یا همبندی به منظور هم پتانسیل سازی است. در واقع فراهم کردن یک سری اتصالات الکتریکی بین قسمت های رسانا است که بین آن ها هم پتانسیل سازی را ایجاد کنیم. کارایی همبندی هم پتانسیل وابسته به فرکانس و مقدار جریانی است که قرار است در آن هادی همبندی جاری شود. در استاندارد IEC 60364 در هر تاسیساتی که در آن همبندی هم پتانسیل کننده حفاظتی به کار گرفته شده، باید شینه MET یا ترمینال اصلی زمین برای اتصال هادی های زیر فراهم شود.

۱. هادی های همبندی حفاظتی

۲. هادی های اتصال زمین

۳. انواع هادی های حفاظتی

۴. هادی های اتصال زمین عملیاتی

بر اساس استاندارد هر هادی متصل به شینه MET باید قادر باشد که به صورت مجزا جدا شود.

بند ۴ استاندارد IEC 60364 که در استاندارد مقررات ملی ساختمان هم استفاده شده است بیان می کند که در هر ساختمان کلیه قسمت های فلزی ورودی که ممکن است اختلاف پتانسیل خطرناکی در آن ها اعمال شود باید به شینه اصلی اتصال زمین توسط هادی های همبندی حفاظتی متصل شوند.

همبندی تکمیلی در سیستم ارتینگ



در سیستم ارتینگ همبندی تکمیلی مکمل همبندی اصلی است که برای هم ولتاژ کردن قسمت هایی که هم زمان در دسترس هستند اجرا می شود. در فضاهایی که مثل سونا و جکوزی و استخر و کلا فضاهایی که دارای درصد رطوبت بالایی دارد، استفاده از همبندی تکمیلی اجباری است چنانچه کمترین شکی نسبت به کارایی وسایل قطع خودکار مدار (فیوزها و انواع کلیدهای خودکار) وجود داشته باشد باید از همبندی تکمیلی برای هم ولتاژ کردن استفاده کرد.

همبندی تکمیلی برای هم ولتاژ کردن باید کلیه قسمت های هادی یا فلزی را که به طور همزمان در آن محل در دسترس اند در برگیرد؛ از جمله:

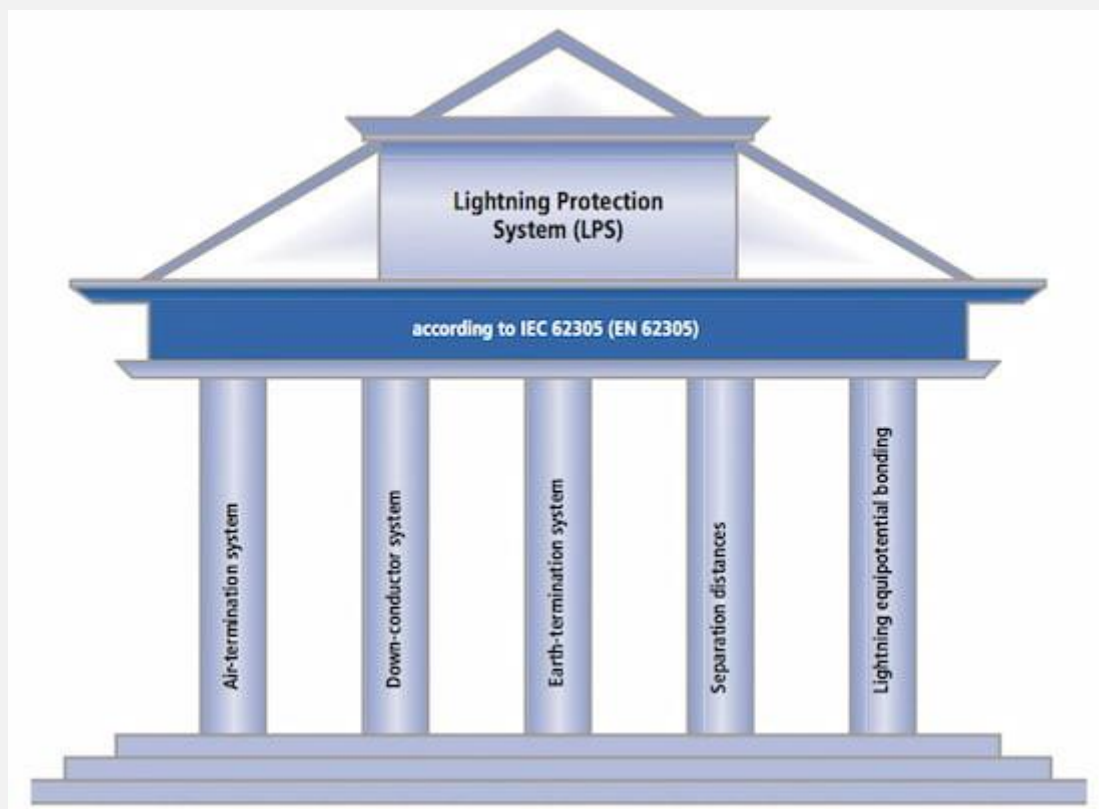
۱. کلیه بدنه های هادی دستگاه و لوازم نصب ثابت

۲. قسمت های هادی بیگانه از هر نوع

۳. مناطقی که امکان دسترسی به آن وجود دارد به عنوان مثال اسکلت فلزی ساختمان

در صورت نیاز به ایجاد همبندی اضافی در هر قسمت از ساختمان، ترمینال یا شینه همبندی اضافی آن قسمت توسط هادی همبندی اضافی به ترمینال یا شینه حفاظتی (PE) تابلو برق تغذیه کننده مدارهای آن قسمت متصل می گردد.

سیستم های حفاظت صاعقه



یکی از قسمت های سیستم های حفاظت صاعقه در سیستم ارتینگ سیستم حفاظت صاعقه ترمینال های هوایی است که در بام نصب می شوند و یکی از اهداف آن ها دریافت صاعقه است که به وسیله هادی های نزولی آن ها را به سیستم زمین یا ترمینال زمین منتقل می کنند.

سیستم ترمینال هوایی حفاظت صاعقه در حالت کلی به دو گروه مستقل تقسیم می شود:

۱. ترمینال پسیو

۲. صاعقه گیرهای اکتیو

ترمینال ها یا صاعقه گیر های پسیو یک نوع عناصری هستند که هیچ تاثیر مثبت و منفی روی استریمری که از سمت زمین ایجاد می شود ندارند و در نقاطی و به گونه ای جایگذاری می شوند که صاعقه دیگر به ساختمان برخورد نمی کند و به آن ها برخورد می کند.

در مقابل صاعقه گیرهای پسیو صاعقه گیرهای اکتیو قرار دارد که علاوه بر گرفتن صاعقه به خود می توانند روی جهت برخورد صاعقه نیز تاثیر بگذارد و به عبارتی شعاع پوشش حفاظتی گسترده تری را نسبت به میله های معمولی ایجاد کنند.

بر اساس استاندارد IEEE 998 صاعقه گیرهای اکتیو به سه دسته کلی تقسیم می شود:

۱. صاعقه گیر اکتیو با سر رادیواکتیویته

۲. صاعقه گیر ESE

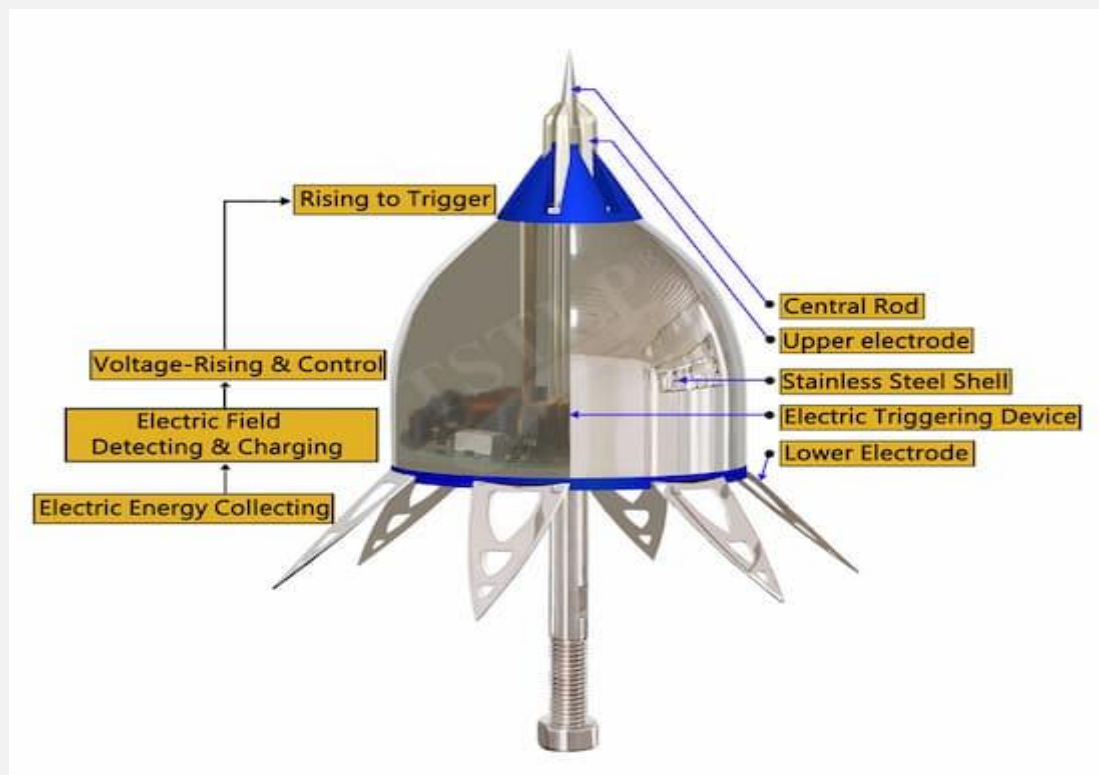
۳. وسایل جلوگیری کننده از صاعقه (صاعقه نگیر)

صاعقه گیرهای اکتیو با سر رادیواکتیویته

بر اساس استاندارد IEEE 998 این نوع صاعقه گیرهای اکتیو ادعا می کنند، می توانند هوای اطراف خود را همواره در حالت یونیزه نگه دارند و در نتیجه صاعقه را سمت خود جذب کنند و پوشش صاعقه گیر اکتیو را افزایش دهند. در این صاعقه گیرها دو نوع رادیواکتیو استفاده می شده.

دسته اول این مواد رادیوم ۲۲۶ (Radium-226) که فلزی به رنگ سفید بوده و طول عمر ۱۶۰۰ سال داشت و دسته دوم امرسیوم ۲۴۱ (Americium-241) که فلزی نقره ای رنگ بوده که طول عمر ۴۳۲ سال داشت. ولی از زمانی به بعد اعلام شد به علت اینکه این صاعقه گیرها دارای مواد رادیواکتیو هستند و به علت تشعشعاتی که دارند و برای سلامتی مضر بوده استفاده از آن ها ممنوع شد و در جاهایی که استفاده شده بود جمع آوری شدند.

صاعقه گیرهای (ESE (Early Streamer Emission



این صاعقه گیرها به طوری که ادعا می کنند یک مکانیز تیریگرینگ یا آتش دارند که یک سری مدارات سلفی خازنی دارد که هنگام باردار شدن ابر و در نتیجه باردار شدن سطح زمین شروع می کنند به شارژ و دشارژ شدن و این

عمل می تواند باعث یونیزه شدن هوای اطراف شده و صاعقه را به سمت خود کشانده و یک شعاع پوشش اضافه تری را ایجاد می کند.

صاعقه گیرهای صاعقه نگیر (Lightning Prevention Device)

این صاعقه گیرها به این صورت هستند که تعداد نقاط نوک تیز را افزایش داده یعنی به جای اینکه در یک نقطه یک عدد راد قراردهیم در همان نقطه به تعداد ۱۰۰ عدد از نقاط نوک تیز ایجاد می کنیم.

این افزایش نقاط نوک تیز، باری که قرار هست در نوک راد تجمع کند، ولتاژ را بالا ببرد و باعث ایجاد یک استریمر شود را با این افزایش نقاط پخش می کنیم و به این شکل میزان بار در هر نقطه کاهش می یابد و استریمر به وجود نمی آید و باعث می شود برخورد مستقیم به ساختمان کاهش پیدا کند.

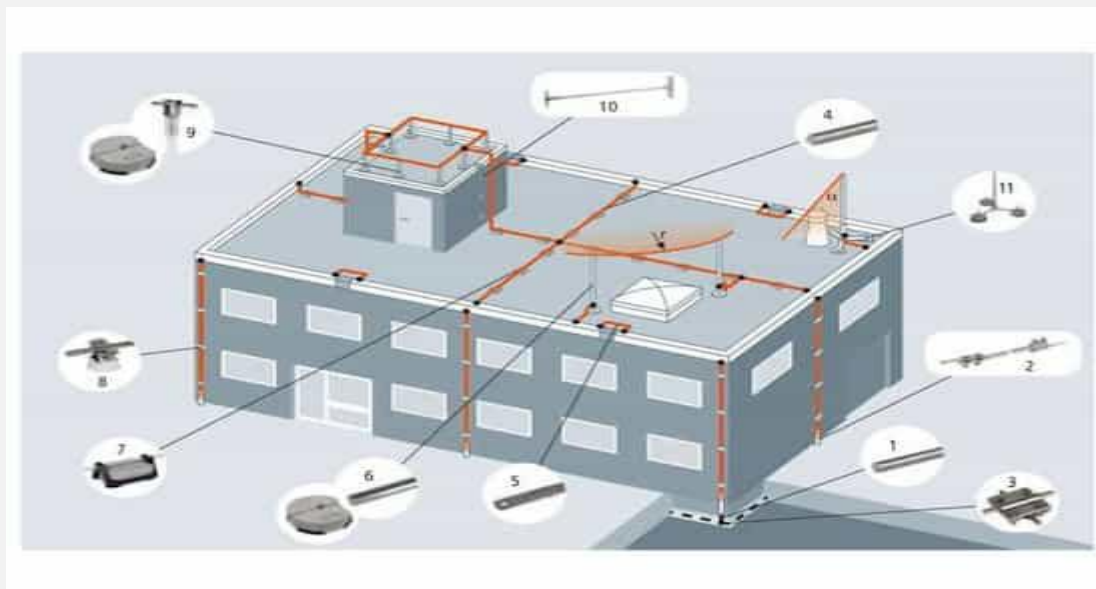
سیستم حفاظت صاعقه خارجی از سیستم زمین

سیستم های حفاظت صاعقه در سیستم ارتینگ به دو قسمت سیستم های حفاظت صاعقه خارجی (External Lps) و سیستم حفاظت صاعقه داخلی (Internal Lps) تقسیم می شوند.

ما در این قسمت به سیستم حفاظت صاعقه خارجی می پردازیم:
حفاظت صاعقه خارجی سه بخش دارد:

۱. ترمینال هوایی (ATS)
۲. هادی نزولی (DCS)
۳. ترمینال زمینی (ETS)

سیستم ترمینال هوایی (Air-Termination System)



سیستم ترمینال ها در سیستم های حمل و نقلی به این صورت است که ما یک ترمینال ورودی و یک ترمینال خروجی داریم. در سیستم های حفاظت صاعقه هم به این شکل است. در اینجا هم سیستم ترمینال هوایی، قسمت هوایی مسیر هادی نزولی و انتقال صاعقه است که هدف آن دریافت صاعقه است. ما ترمینال های هوایی را در جاهایی از بام نصب می کنیم که می دانیم در آن نقاط احتمال برخورد صاعقه بیشتر است.

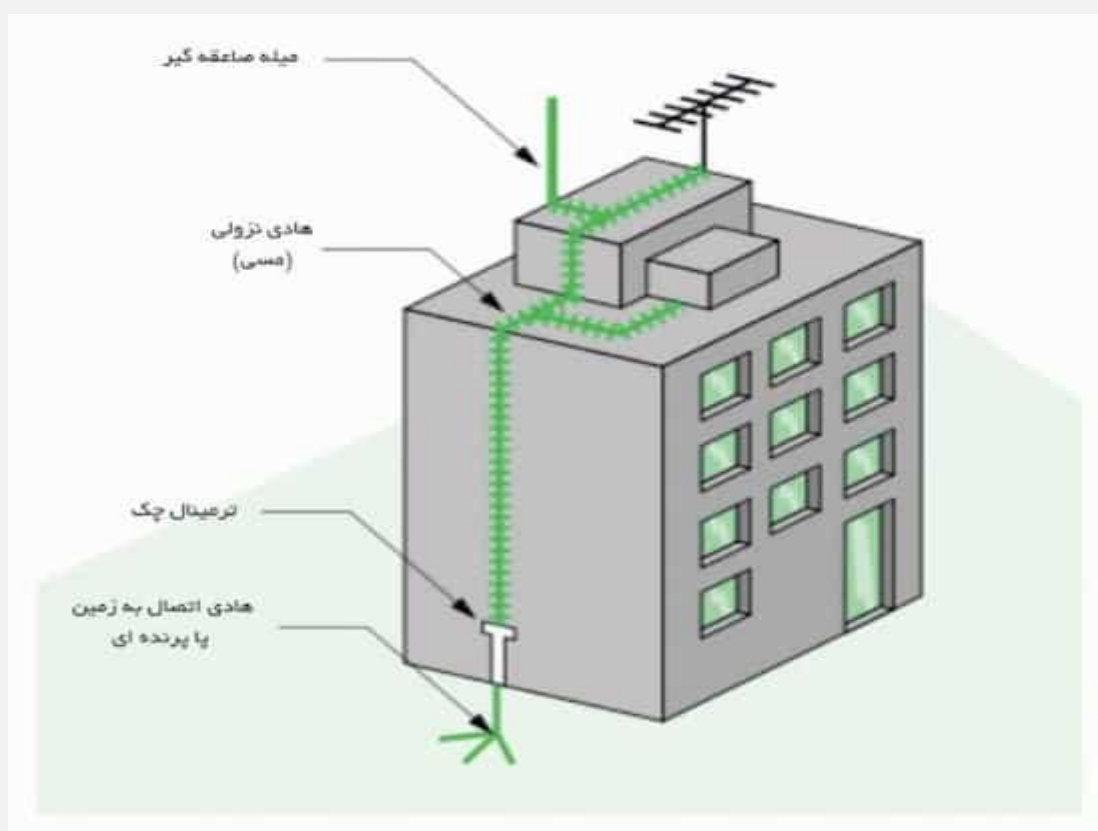
سیستم های ترمینال هوایی سه مدل دارند که به صورت زیر هستند:

۱. میله ها (rods): نام دیگر آن میله های فرانکلین است که در بام در فاصله های مشخص نصب می شود. اندازه میله ها از نیم متر تا ۲۰ متر موجود است و نوعی خاص هم وجود دارد که برای سکوهایی فضاییما استفاده می شود که بسیار مرتفع است.

۲. سیم های معلق (catenary wires): سیم هایی هستند در سیستم های انتقال نیرو دیده می شوند. گارد وایرها سیم هایی هستند که مقره ندارند و مستقیم به بدنه دکل ها وصل می شوند و در قسمت های صنعتی در فضاهای آزاد گاهی مجبور هستیم از این نوع سیستم استفاده کنیم.

۳. شبکه مش بندی (meshed conductors): مش به شبکه فلزی مشبک که با میلگرد های ساده و آجدار هستند می گویند که با هادی هایی روی بام ایجاد می کنیم.

سیستم هادی نزولی (Down-Conductor System)

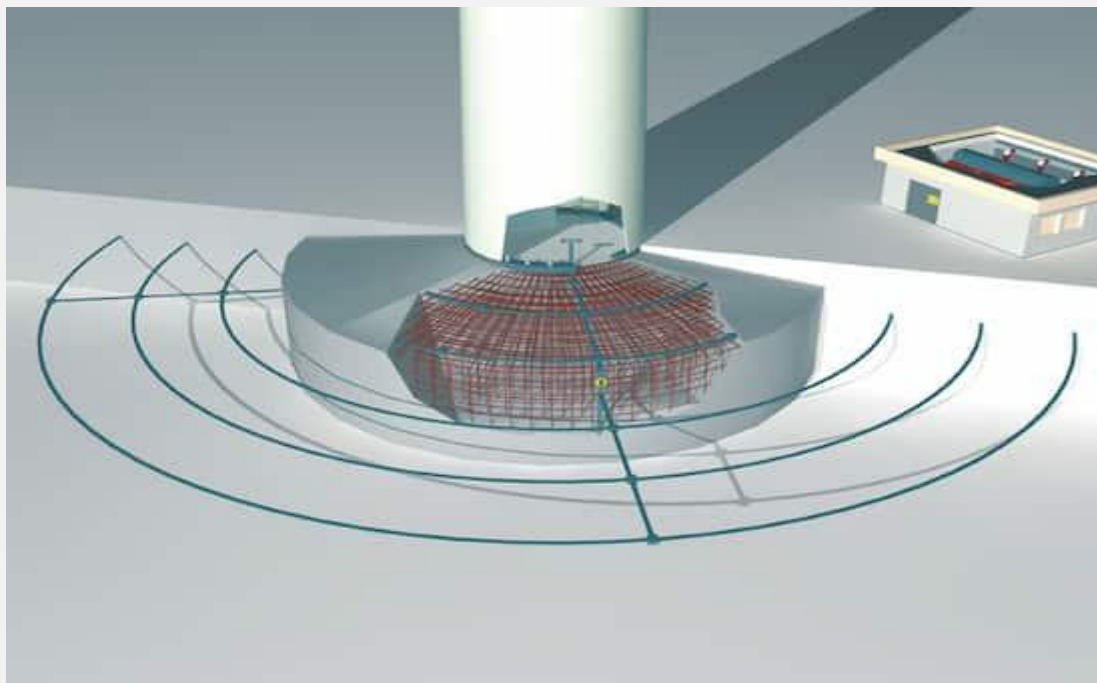


سیستم هادی نزولی روی نمای ساختمان ها انجام می شود که جریان صاعقه ای که به ترمینال هوایی برخورد کرده به سیستم ترمینال زمین انتقال یابد.

در استاندارد EN 62305 3 سه شرط برای سیستم هادی نزولی گفته شده است که عبارت است از:

۱. استفاده از چندین مسیر هادی نزولی به صورت موازی با یکدیگر
 ۲. طول هادی های نزولی در کمترین حالت ممکن ساخته شود
 ۳. باید بین سیستم هادی نزولی و قسمت های رسانای سازه همبندی صورت گیرد
- در سیستم هادی نزولی هر چقدر هم سازه و ساختمان کوچک باشد باید حداقل ۲ عدد هادی نزولی در نمای ساختمان استفاده کرد.
- در سیستم توصیه می شود فاصله بین هادی های نزولی مختلف، فاصله ای برابر باشد.
- مقدار فاصله بر اساس استاندارد به این شرح است:
- در تراز اول و دوم حفاظت صاعقه رادها به صورت فشرده است و به همین علت تعداد رادهای ما باید هر ۱۰ متر باشد، در تراز سوم هر ۱۵ متر و در تراز ۴ هر ۲۰ متر یک هادی نزولی قرار گیرد.

سیستم ترمینال زمینی (Earth-Termination System)



سیستم ترمینال زمینی همان سیستم ارتینگ صاعقه است که در زمین دفن می شود و برای پراکنده کردن صاعقه مورد استفاده قرار می گیرد. در استاندارد IEC 62305 درباره سیستم ترمینال زمینی گفته شده است که وقتی هدف ما در ترمینال زمینی پراکنده کردن صاعقه ای است که ماهیت فرکانس بالا دارد، و همزمان می خواهیم اضافه ولتاژهای خطرناک را هم کم کنیم، در اینجا مقدار راکتانس مدنظر است. در این صورت ابعاد و شکل زمین بر مقدار راکتانس تاثیر دارد پس انتخاب زمین مهم است. از دیدگاه حفاظت صاعقه داشتن یک زمین یکتا و یکپارچه برای همه کاربردها از جمله سیستم حفاظت صاعقه، سیستم های قدرت و سیستم های مخابراتی مناسب است.

• انواع آرایش سیستم حفاظت صاعقه

۱. Type A

۲. Type B

آرایش Type A آرایشی است که به صورت حلقه بسته نباید باشد و تعداد ترمینال های زمینی نباید کمتر از ۲ عدد باشد.

طول هر یک از ترمینال های زمین نباید از ۱ L کمتر باشد ولی اگر هادی را به صورت عمودی در زمین خاک کنیم طول آن نباید از ۵/۵ L کمتر باشد.

آرایش Type B یک حلقه بسته دور ساختمان است که حداقل باید ۸۰ درصد آن مستقیم با خاک در ارتباط باشد.

اگر نوع سیستم به این شکل بسته نباشد Type A محسوب می شود.

سیستم حفاظت صاعقه داخلی

در سیستم ارتینگ بر اساس استاندارد IEC 62305 هدف از سیستم حفاظت صاعقه داخلی جلوگیری از جرقه های خطرناک در اثر عبور از سیستم حفاظت صاعقه خارجی است.

به بیان دیگر ما سیستم حفاظت صاعقه داخلی را طراحی می کنیم که اگر اضافه ولتاژ از سیستم حفاظت صاعقه خارجی عبور کرد، به وسیله سیستم حفاظت صاعقه داخلی از آن حفاظت کنیم.

این جرقه های خطرناک در بین external LPS و اجزای زیر امکان دارد به وجود آید:

• تاسیسات فلزی داخل ساختمان

• اجزای رسانای قسمت های رسانای خارجی (لوله های فلزی گاز و آب

که از خارج ساختمان وارد می شود)

- تجهیزات و تاسیسات الکتریکی داخل ساختمان
 - کابل های برق و دیتا که از بیرون ساختمان وارد می شود
- پس سیستم حفاظت صاعقه داخلی به این شکل است که ما بین سیستم حفاظت صاعقه خارجی و اجزا و تجهیزاتی گفته شد دو راه بیشتر نداریم، یک اینکه این دو را یا به یکدیگر کاملاً وصل کنیم و همبندی هم پتانسیل کنیم و راه دوم اینکه از یکدیگر کاملاً جدا و عایق الکتریکی کنیم.
- برای هم پتانسیل کردن این دو یعنی سیستم حفاظت صاعقه خارجی و ۴ اجزایی که بالا گفته شده ۳ راه وجود دارد:
۱. Bonding Conductors: در جایی که بین این دو هم بندی طبیعی وجود ندارد ما به وسیله هادی های هم بندی این دو راه به هم دیگر وصل می کنیم.
 ۲. Surge Protective Device (SPDs): در حالت هایی که امکان هم بندی بین این دو امکان پذیر نبود مثل هادی های فاز در این شرایط از SPD استفاده می کنیم.
 ۳. Isolating Spark gaps (ISGs): به این مورد ایزوله کننده های قوسی می گویند و در جایی از آن باید استفاده کرد که استفاده از همبندی هم پتانسیل مجاز نباشد.