



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

فهرست مطالب

- ۱- مقدمه ۳
- ۲- معرفی مراجع و استانداردها در سیستم ارتینگ و حفاظت در برابر صاعقه ۳
- ۳- معرفی مبانی طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه (حفاظت خارجی) ۴
- ۴- معرفی مبانی طراحی سیستم حفاظت در برابر اضافه ولتاژهای گذرا و سوئیچینگ (حفاظت داخلی) ۱۷
- ۵- معرفی مبانی طراحی سیستم ارتینگ و هم پتانسیل سازی ۲۲
- ۶- انواع روش های اندازه گیری مقدار مقاومت ویژه خاک ۳۰



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

۱- مقدمه

به منظور حفاظت انسانها، حیوانات و تجهیزات در برابر اصابت مستقیم صاعقه و اثرات ناشی از تخلیه جریان صاعقه و همچنین حفاظت در برابر خطای ناشی از اتصال بدنه تجهیزات به برق و عملکرد مناسب تجهیزات حفاظتی در هنگام خطا، نصب و اجرای سیستم حفاظت در برابر صاعقه، ارتینگ و هم پتانسیل سازی لازم و ضروری بوده و بررسی سیستم حفاظت در برابر صاعقه، تست و اندازه گیری سیستم ارتینگ، بررسی هم پتانسیل سازی و اتصال تجهیزات به سیستم ارتینگ ضمن اجرا و بعد از نصب و بصورت دوره ای به منظور اطمینان از عملکرد صحیح سیستم حفاظت در برابر صاعقه و عملکرد تجهیزات حفاظتی در مواقع خطا لازم و ضروری می باشد.

۲- معرفی مراجع و استانداردها در سیستم ارتینگ و حفاظت در برابر صاعقه

مراجع و استانداردهای سیستم ارتینگ، حفاظت در برابر صاعقه، حفاظت در برابر اضافه ولتاژهای گذرا و سوئیچینگ (حفاظت داخلی)، تست و اندازه گیری سیستم ارتینگ به شرح ذیل می باشد:

• طراحی سیستم ارتینگ

IEEE 80, BS 7430, IEEE 665, IEEE 142, IEEE 1100, IEC 60364-4-44, IEC 60364-5-54, IEC 61000-5-2, DIN 18014, TIA 942, ITU-T, ANSI/BICSI 002, IPS-E-EL-100

- مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی ساختمان، نشریه ۱۱۰-۱

- مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث ۱۳ طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمانها

• طراحی سیستم صاعقه گیر

IEC 62305-1~4, NFPA 780, BS 6651, NFC17-102

• طراحی سیستم حفاظت در برابر اضافه ولتاژهای گذرا و سوئیچینگ

IEC 61643-11, IEC 61643-12, IEC 62305-1, IEC 62305-4

• تست و اندازه گیری سیستم زمین

IEEE 81, BS 7430, IEEE 80



گروه فنی و مهندسی
پیش‌تازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

۳- معرفی مبانی طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه (حفاظت خارجی)

سیستم حفاظت در برابر صاعقه برای حفاظت از سازه ها، تجهیزات و انسان ها در برابر ولتاژ و جریان شدید صاعقه که تا ۲۰۰ کیلو آمپر می رسد، طراحی می شود. در واقع سیستم حفاظت در برابر صاعقه برای ساختمان ها، همانند قفس فارادی عمل می کند و فضای خارجی ساختمان و تمام اجزای داخل آن را در برابر میدان الکتریکی ایجاد شده توسط صاعقه حفاظت می کند. سیستم حفاظت در برابر صاعقه در واقع راهی برای تخلیه جریان صاعقه به داخل زمین ایجاد می کند و صاعقه به عنوان یک منبع آسیب رسان، پدیده ای با انرژی بسیار زیاد است و برخوردهای صاعقه باعث آزاد سازی چند صد مگا ژول انرژی می شود و وقتی با چند میلی ژول انرژی که سبب آسیب به تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی حساس می شود، مقایسه می گردد، نیاز به تدابیر حفاظتی مختلف جهت حفاظت تجهیزات و تاسیسات الزامی می شود.

۳-۱ سیستم حفاظت در برابر صاعقه:

سیستم حفاظت در برابر صاعقه شامل دو بخش می باشد:

۳-۱-۱ سیستم حفاظت خارجی:

۳-۱-۲ سیستم حفاظت داخلی:

۳-۱-۱ سیستم حفاظت خارجی:

سیستم حفاظت خارجی به منظور حفاظت سازه در برابر اصابت مستقیم صاعقه بکار می رود و شامل:

- نصب و اجرای سیستم صاعقه گیر
- نصب و اجرای هادی نزولی
- نصب و اجرای سیستم ارتینگ

۳-۱-۲ سیستم حفاظت داخلی (ثانویه):

سیستم حفاظت داخلی به منظور حفاظت تجهیزات داخل سازه در برابر اثرات ناشی از تخلیه جریان صاعقه و اضافه ولتاژهای گذرای ایجاد شده در حین تخلیه جریان صاعقه، بکار می رود و شامل:

- هم پتانسیل سازی و اتصال تجهیزات داخلی به سیستم ارتینگ
- نصب تجهیزات سرج ارستر (SPD)



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

۳-۲ مراحل طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه:

۳-۲-۱ تعیین کلاس حفاظتی

۳-۲-۲ انتخاب نوع سیستم صاعقه گیر و محاسبه شعاع حفاظتی

۳-۲-۱ تعیین کلاس حفاظتی

ارزیابی احتمال خطر و تعیین کلاس حفاظتی مطابق استانداردهای BS 6651، NFPA 780، IEC 62305،

NFC 17-102 صورت می گیرد و یکی از ساده ترین روش ها به منظور بررسی میزان حفاظت سازه و آسیب پذیری

تجهیزات، بررسی پارامترها به شرح ذیل می باشد:

- تراکم صاعقه در هر کیلومتر مربع در سال در ناحیه تحت بررسی Ngmax

- ابعاد و جنس ساختمان

- موقعیت قرارگیری ساختمان نسبت به سایر ساختمانها

- محتویات درون ساختمان

- میزان تراکم تجهیزات

- فراوانی حضور مردم

- خطر بروز رعب و وحشت



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

جدول شماره ۱: تعیین الزامات و سطح حفاظت در برابر صاعقه

Data input Equations	Computation	Result
Equivalent collector area: $A_e = LW + 6H(L + W) + 9\pi H^2$ (for a rectangular volume)	L = W = H = H ² =	A _e =
Expected direct lightning stroke frequency on a structure: $N_d = N_{g \max} \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6}$	N _{g max} = A _e = C ₁ =	N _d =
Accepted direct lightning stroke frequency on a structure: $N_c = 5.5 \cdot 10^{-3} / C$ where $C = C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5$	C ₂ = C ₃ = C ₄ = C ₅ = C =	N _c =
- If $N_d \leq N_c$: THE PROTECTION IS OPTIONAL. - If $N_d > N_c$: THE PROTECTION IS REQUIRED: .Determine the required protection level by computing the effectiveness $E = 1 - N_c/N_d$. .Install an ELPI with a protection level corresponding to computed E using table 10 below.		



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

جدول شماره ۲: انواع کلاس های حفاظتی سیستم صاعقه گیر

Computed Effectiveness E	Associated Protection level	Peak Current I (kA)	Initiation Distance D (m)
$E > 0.99$	Level I ⁺⁺ additional measures	200	20
$0.98 < E \leq 0.99$	Level I ⁺ additional measures	200	20
$0.95 < E \leq 0.98$	Level I	200	20
$0.90 < E \leq 0.95$	Level II	150	30
$0.80 < E \leq 0.90$	Level III	100	45
$0 < E \leq 0.80$	Level IV	100	60

۲-۲-۳ انتخاب نوع سیستم صاعقه گیر و محاسبه شعاع حفاظتی

انواع سیستم حفاظت در برابر صاعقه شامل:

۱-۲-۲-۳ سیستم صاعقه گیر پسیو

۲-۲-۲-۳ سیستم صاعقه گیر اکتیو (ESE)

۱-۲-۲-۳ سیستم صاعقه گیر پسیو:

سیستم صاعقه گیرهای پسیو مطابق استانداردهای IEC 62305-3 و NFPA 780 و BS 6651 روش سنتی به

منظور حفاظت سازه در برابر اصابت مستقیم صاعقه می باشد و شامل:

- میله های ساده فرانکلین (شکل ۱)

- شبکه مش (شکل ۲)

- سیم هوایی (شکل ۳)

- ترکیبی از شبکه مش و میله های ساده (قفس فارادی) (شکل ۴)



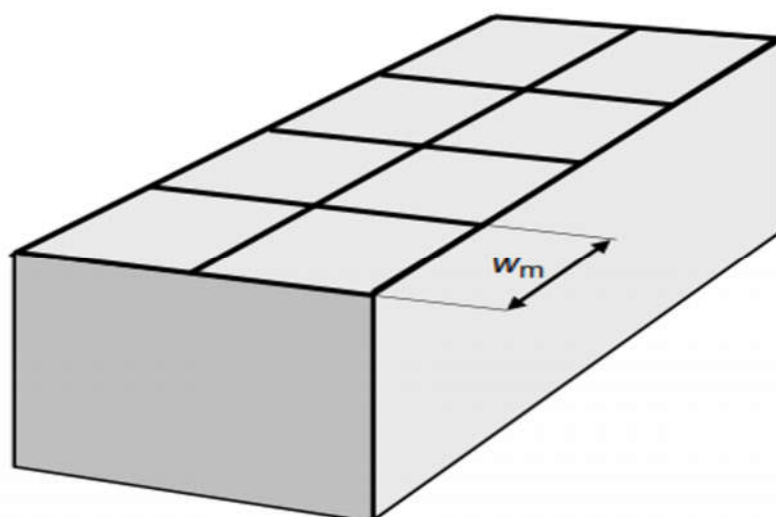
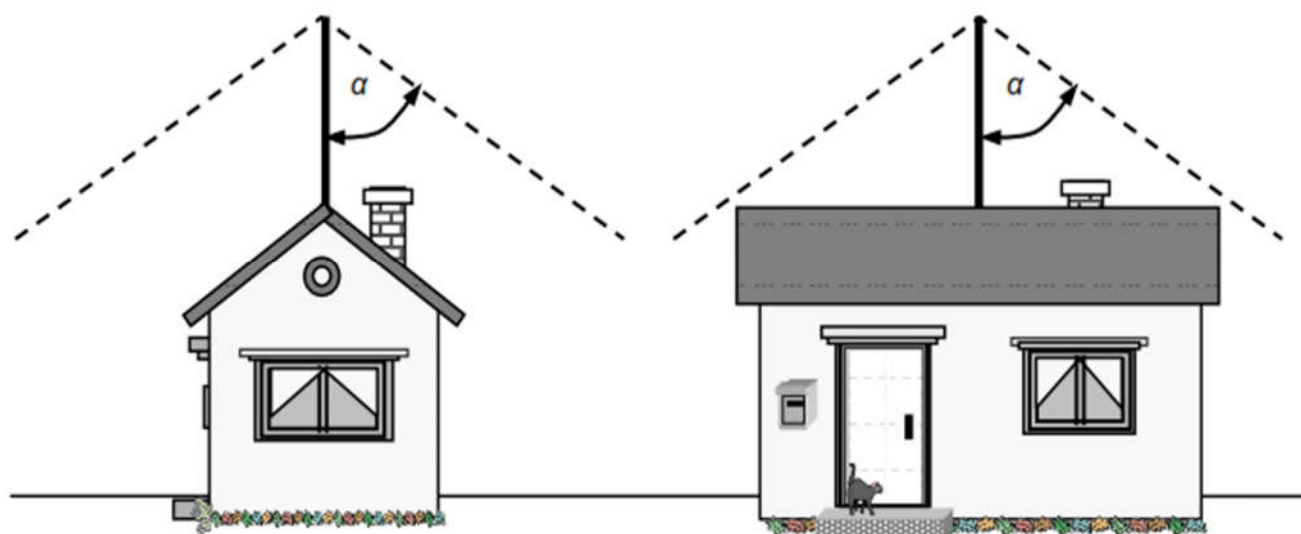
گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

شکل شماره ۱: روش استفاده از میله ساده (فرانکلین)



شکل شماره ۲: روش استفاده از شبکه مش در سازه با بام مسطح

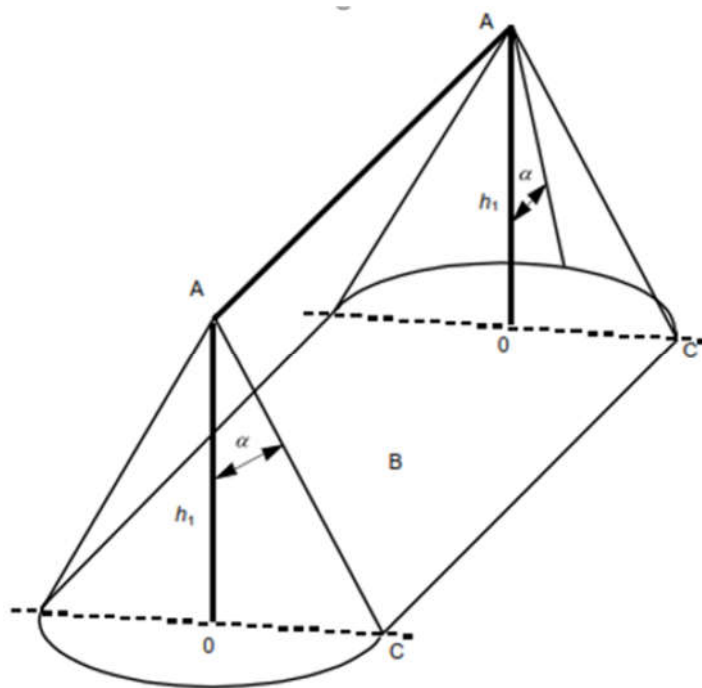


گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰



شکل شماره ۳: روش استفاده از سیم هوایی

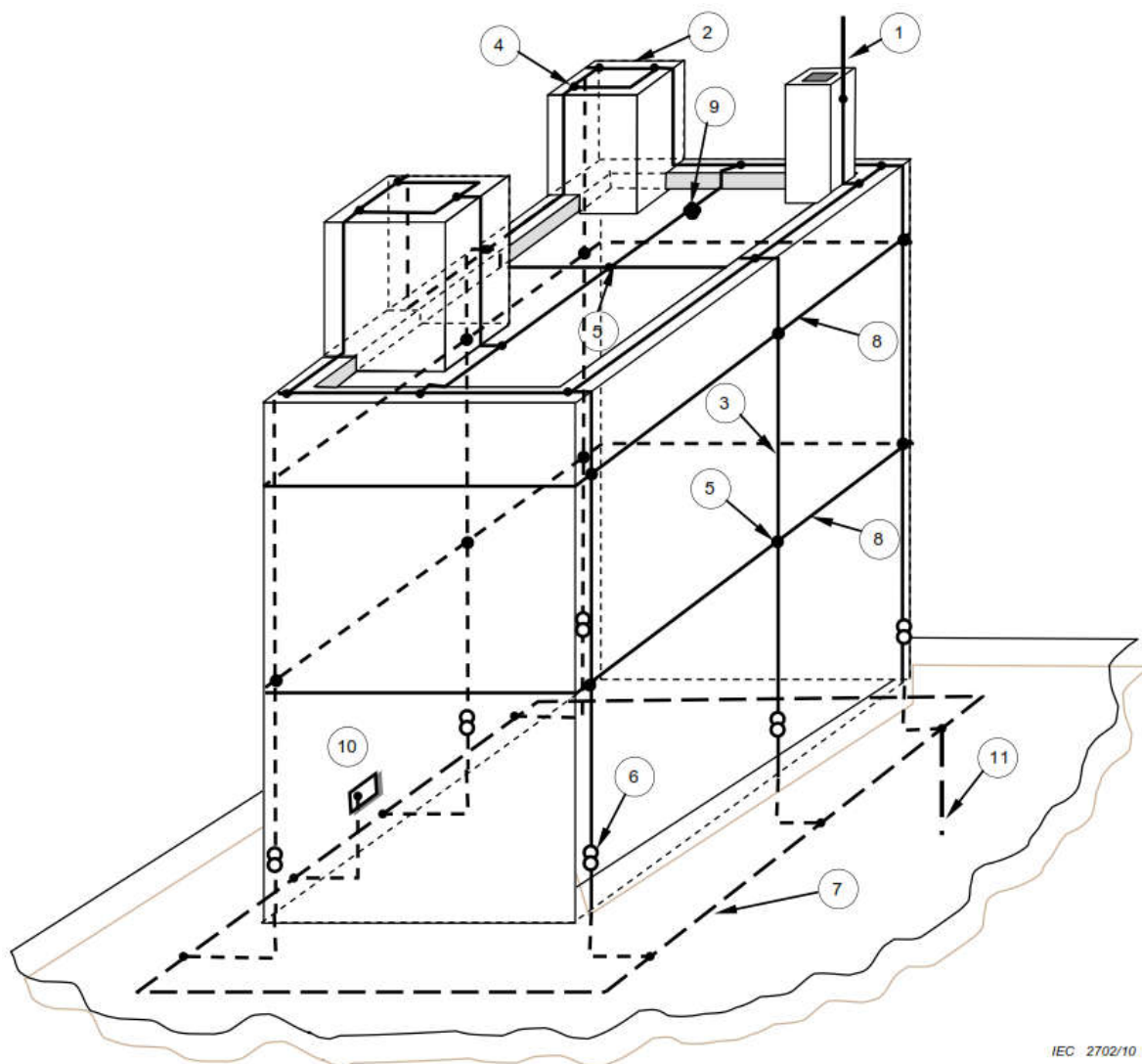


گروه فنی و مهندسی
پشتازان نوین ایمن

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

ویرایش: ۰۰



IEC 2702/10

Key

- | | |
|--|---|
| 1 air-termination rod | 7 B-type earthing arrangement, ring earth electrode |
| 2 horizontal air-termination conductor | 8 equipotentialization ring conductor |
| 3 down-conductor | 9 flat roof with roof fixture |
| 4 T-type joint | 10 terminal for connecting the equipotentialization bar of the internal LPS |
| 5 cross-type joint | 11 vertical earth rod |
| 6 TEST joint | |

شکل شماره ۴: روش ترکیبی از شبکه مش و میله های ساده (قفس فارادی)



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

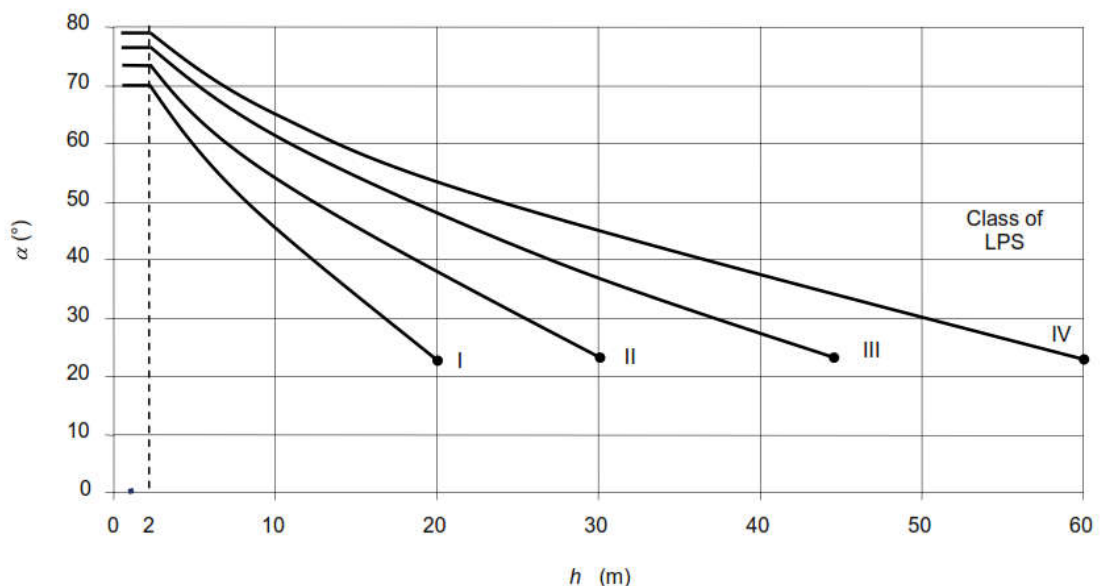
ویرایش: ۰۰

• روش های محاسبه پوشش حفاظتی شامل:

- روش زاویه حفاظتی
- روش گوی غلطان
- روش مش

- روش زاویه حفاظتی:

در این روش مطابق استاندارد IEC62305-3 هر میله با توجه به کلاس حفاظتی سازه و ارتفاع میله، دارای زاویه حفاظتی بوده که از طریق آن شعاع پوششی قابل محاسبه می باشد.



IEC 2646/10

NOTE 1 Not applicable beyond the values marked with •. Only rolling sphere and mesh methods apply in these cases.

NOTE 2 h is the height of air-termination above the reference plane of the area to be protected.

NOTE 3 The angle will not change for values of h below 2 m.

شکل شماره ۵: زاویه حفاظتی با توجه به کلاس سیستم حفاظت در برابر صاعقه

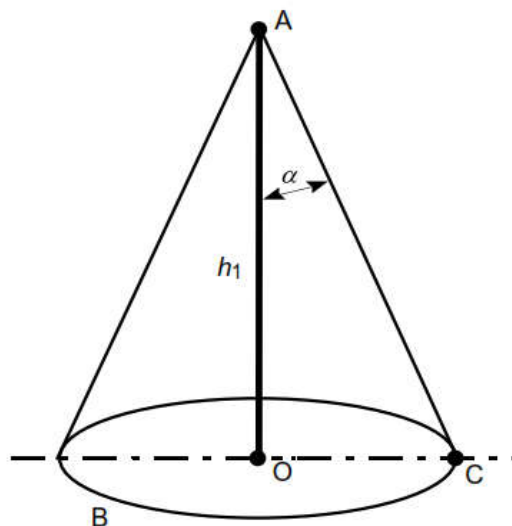


گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰



IEC 2649/10

Key

- A tip of an air-termination rod
- B reference plane
- OC radius of protected area
- h_1 height of an air-termination rod above the reference plane of the area to be protected
- α protection angle according to Table 3

شکل شماره ۶: مقدار شعاع پوشش داده شده توسط یک میله صاعقه گیر

- روش گوی غلطان:

در این روش با توجه به کلاس حفاظتی تا ۴ گوی هایی با شعاع ۲۰، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ متر بر روی سازه حرکت داده شده و در محل برخورد گوی با سازه بایستی حفاظت صورت گیرد.

جدول شماره ۳: ماکزیمم مقادیر برای شعاع گوی غلطان، سائز مش و زاویه حفاظتی با توجه به کلاس سیستم حفاظت در برابر صاعقه

Class of LPS	Protection method		
	Rolling sphere radius r m	Mesh size w_m m	Protection angle α°
I	20	5 × 5	See Figure 1 below
II	30	10 × 10	
III	45	15 × 15	
IV	60	20 × 20	

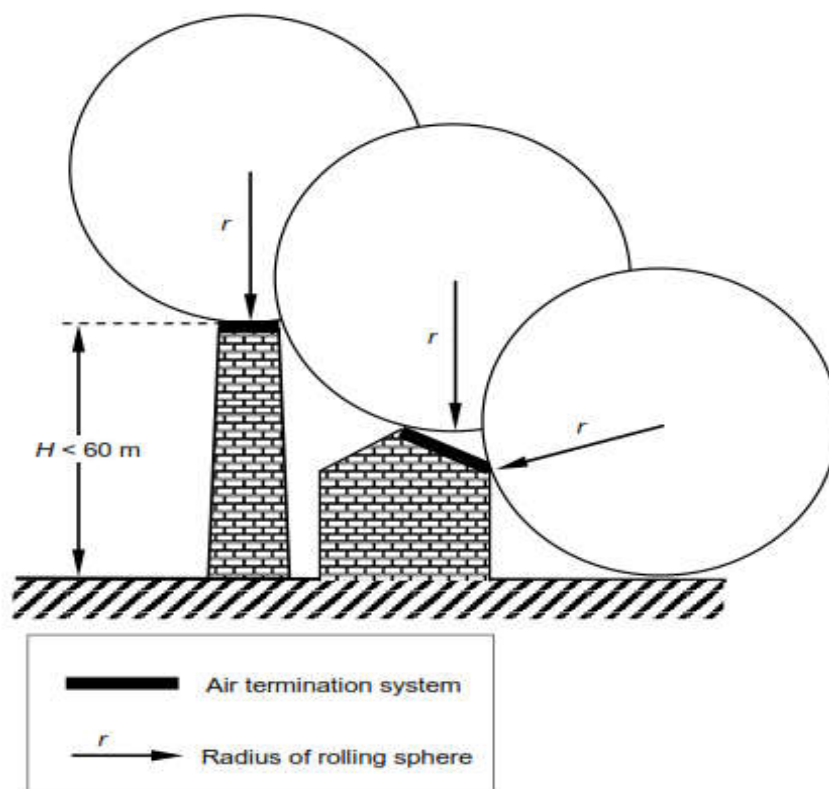


گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰



NOTE The rolling sphere radius, r , should comply with the selected class of LPS (see Table 3).

شکل شماره ۷: نحوه حفاظت ساختمان در برابر صاعقه به روش گوی غلطان

- روش مش:

در این روش با توجه به کلاس حفاظتی ۱ تا ۴ شبکه مش به ابعاد ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر بر روی سطح بام مطابق شکل شماره ۲ و جدول شماره ۳ ایجاد می گردد و این روش برای سطوح مسطح کاربرد دارد.



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

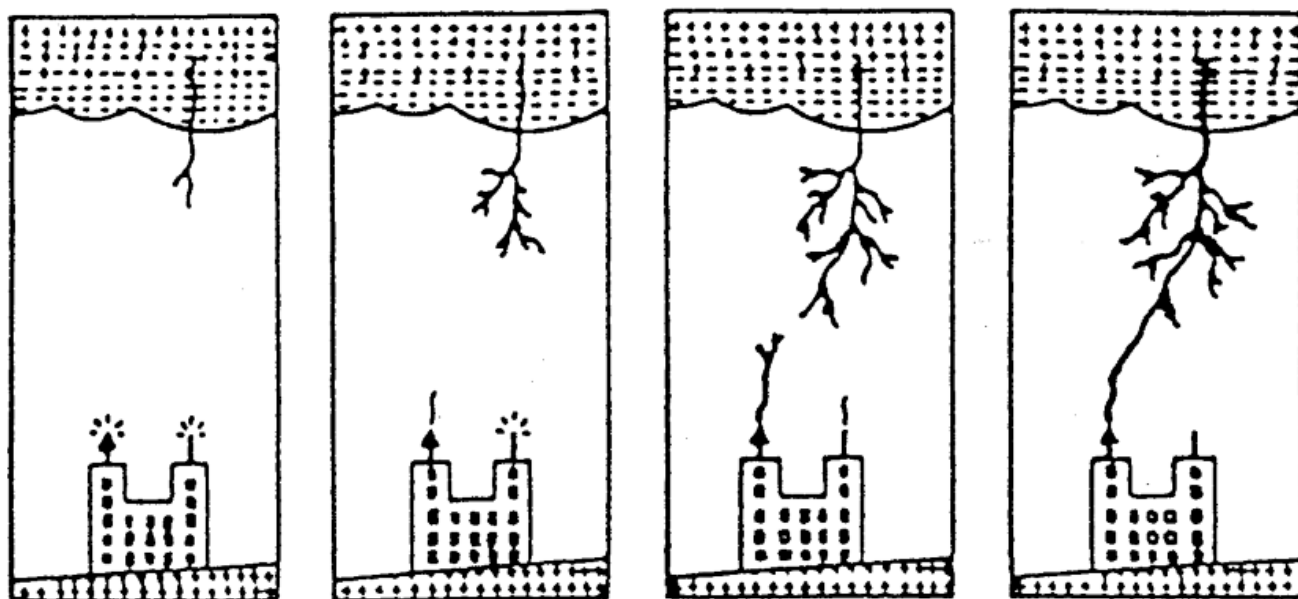
تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

۳-۲-۲ سیستم صاعقه گیر اکتیو (ESE):

صاعقه گیر اکتیو یا الکترونیکی مطابق استاندارد NFC 17-102 ساخته می شود و این نوع از صاعقه گیرها با داشتن زمان فعال سازی و دریافت انرژی از محیط اطراف خود و بر اساس میدان الکتریکی بزرگی که قبل از وقوع صاعقه ایجاد می شود، صاعقه را جذب و تخلیه می کنند. در واقع قبل از وقوع صاعقه، صاعقه گیر فعال می شود و با ایجاد شعاع پوششی مناسب، صاعقه را به سمت خود می کشاند و جریان آن را در سیستم زمین تخلیه می کند. صاعقه گیرهای اکتیو بر خلاف صاعقه گیرهای پسیو، خود به استقبال خطر می روند، این در حالیست که صاعقه گیرهای پسیو منتظر برخورد صاعقه هستند. صاعقه گیرهای اکتیو در مقایسه با صاعقه گیر پسیو دارای مزایایی به شرح ذیل می باشند:

- واکنش سریع و مناسب به صاعقه
- تعیین مسیر جریان تخلیه و محل تلاقی صاعقه در فضایی دور تر از سازه و ساختمان
- افزایش ایمنی بدلیل دارا بودن شعاع پوششی
- نصب آسان



شکل شماره ۸- نحوه عملکرد صاعقه گیر اکتیو نشان داده شده است.



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

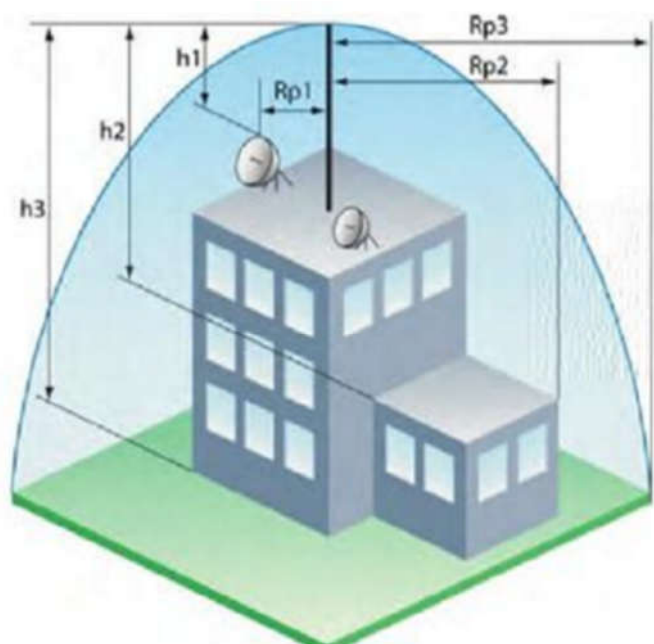
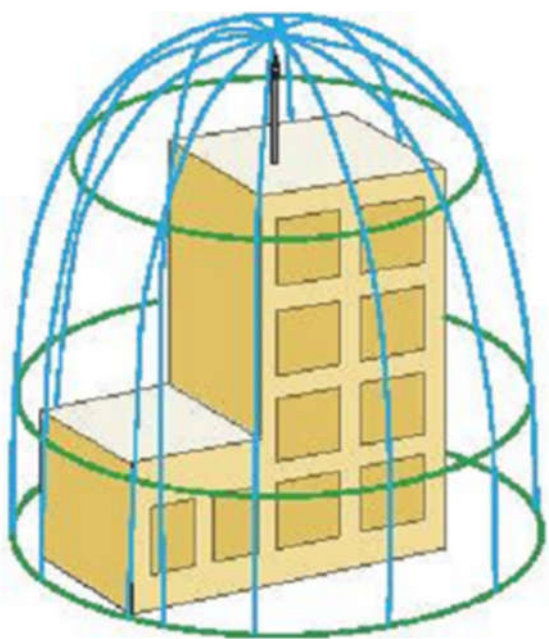
مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

• روش های محاسبه پوشش حفاظتی

مطابق استاندارد NFC17-102 بعد از تعیین کلاس حفاظتی، محاسبه شعاع حفاظتی صاعقه گیر از طریق روابط ذیل و یا جداول سازندگان صاعقه گیرها امکان پذیر خواهد شد.



$$R_p = \sqrt{h(2D-h) + \Delta L(2D + \Delta L)}$$

R_p شعاع پوششی صاعقه گیر اکتیو

h ارتفاع صاعقه گیر از سطح مورد حفاظت

D شعاع گوی قلطان با توجه به کلاس حفاظتی شامل:

۲۰ متر برای سطح حفاظتی I

۳۰ متر برای سطح حفاظتی II

۴۵ متر برای سطح حفاظتی III

۶۰ متر برای سطح حفاظتی IV

ΔT : زمان فعال سازی

ΔL عبارتست از:

$$\Delta L (m) = V (m / \mu s) \cdot \Delta T (\mu s)$$



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

این محاسبات توسط شرکت های تولید کننده صاعقه گیر اکتیو انجام شده و نتایج آن توسط آزمایشاتی که انجام می شود در جداولی ارائه می گردد.

زمان فعال سازی یا ΔT : مدت زمانی است که صاعقه گیر قبل از شکل گیری صاعقه، شروع به یونیزاسیون هوای اطراف خود می کند و هر چقدر این عدد بزرگتر باشد، یعنی صاعقه گیر مدت زمان بیشتری فرصت دارد که هوای اطراف خود را یونیزه کند، بنابراین شعاع پوششی صاعقه گیر نیز بیشتر می شود.

تعیین مدل صاعقه گیر: بعد از تعیین کلاس حفاظتی و شعاع پوششی مورد نیاز جهت حفاظت سازه، می توانیم به جداول سازندگان مراجعه و مدل صاعقه گیرها را مشخص نماییم.

ارتفاع نصب صاعقه گیر: مطابق با استاندارد NFC17-102 صاعقه گیرهای الکترونیکی بایستی حداقل ۲ متر بالاتر از سطح مورد نظر نصب شوند. در جدول شعاع پوششی صاعقه گیر، با بررسی دقیق متوجه می شویم که پس از ارتفاع ۵ الی ۶ متر (اختلاف ارتفاع)، تغییرات شعاع پوششی صاعقه گیر بسیار اندک می باشد. لذا معمولاً در پروژه ها از دکل های ۵ الی ۶ متری برای نصب صاعقه گیر استفاده می شود چرا که با افزایش ارتفاع دکل، شعاع پوششی آنچنان تغییر نمی کند و به همین دلیل افزایش ارتفاع دکل در مقابل افزایش بسیار کم شعاع پوششی، توجیه اقتصادی ندارد.



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

جدول شماره ۴- نمونه ای از جداول سازندگان صاعقه گیر را نشان می دهد.

Protection Level	Level I (99% D=20M)				Level II (97% D=30M)				Level III (91% D=45M)				Level IV (84% D=60M)			
TSTLP® Model	SMT-ESE				SMT-ESE				SMT-ESE				SMT-ESE			
	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60
(ΔT)	30 μ s	40 μ s	50 μ s	60 μ s	30 μ s	40 μ s	50 μ s	60 μ s	30 μ s	40 μ s	50 μ s	60 μ s	30 μ s	40 μ s	50 μ s	60 μ s
h (m)	Radius Protection (m)															
2	19	23	27	32	22	26	30	34	25	30	34	39	28	34	38	43
3	29	35	41	47	33	39	46	52	38	45	52	58	43	50	57	64
4	38	46	54	63	44	52	61	69	50	60	69	78	57	67	76	86
5	48	58	68	79	55	65	76	86	63	75	86	97	71	84	95	107
6	48	58	69	79	55	66	76	87	64	76	87	97	72	84	96	107
8	49	59	69	79	56	66	77	87	65	77	87	98	73	86	97	108
10	49	59	69	79	57	67	77	88	66	77	88	99	75	87	98	109
12	49	59	70	80	57	68	78	88	67	78	89	100	76	88	99	110
20	50	60	70	80	59	69	79	89	71	81	92	102	81	92	102	113
30	/	/	/	/	60	70	80	90	73	84	94	104	85	95	106	116
45	/	/	/	/	/	/	/	/	75	85	95	105	89	99	109	119
60	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	90	100	110	120



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

۴- معرفی مبانی طراحی سیستم حفاظت در برابر اضافه ولتاژهای گذرا و سوئیچینگ (حفاظت داخلی)

هدف از حفاظت داخلی، حفاظت تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی داخل ساختمان، در برابر اضافه ولتاژهای گذرا (*surge*) ناشی از جریانهای هدایتی و القایی می باشد. این جریانها می توانند بر اثر تخلیه جریان صاعقه و یا سوئیچینگ بوجود آیند.

۴-۱ مراحل طراحی سیستم حفاظت داخلی (حفاظت ثانویه)

مراحل طراحی سیستم حفاظت داخلی (حفاظت ثانویه) مطابق استاندارد IEC 61643-11,12 و IEC 62305-1,4

شامل تعیین نواحی حفاظتی و انتخاب سرج ارستر مناسب می باشد. نواحی حفاظتی شامل:

- **LPZ0A**: ناحیه ای که در معرض اصابت مستقیم صاعقه قرار داشته و بیشترین میدان مغناطیسی در آن وجود دارد و تجهیزات موجود در این ناحیه در معرض بیشترین جریان سرج قراردارند.

- **LPZ0B**: ناحیه ای که در برابر اصابت مستقیم صاعقه حفاظت شده است ولی در معرض بیشترین میدان مغناطیسی قرار دارد و تجهیزات موجود در این ناحیه در معرض بخشی از جریان سرج قراردارند.

- **LPZ01**: ناحیه ای که جریان سرج بواسطه تقسیم جریان و نصب سرج ارسترها محدود می شود و همبندی، اثرات میدان مغناطیسی را کاهش می دهد.

- **LPZ02...n**: نواحی که جریان سرج ممکن است بواسطه تقسیم جریان و اضافه نمودن سرج ارسترها بیشتر محدود شود و همبندی بیشتر در این ناحیه باعث کاهش هر چه بیشتر اثرات الکترومغناطیسی خواهد شد. در شکل شماره ۹ نواحی حفاظتی نشان داده شده است.

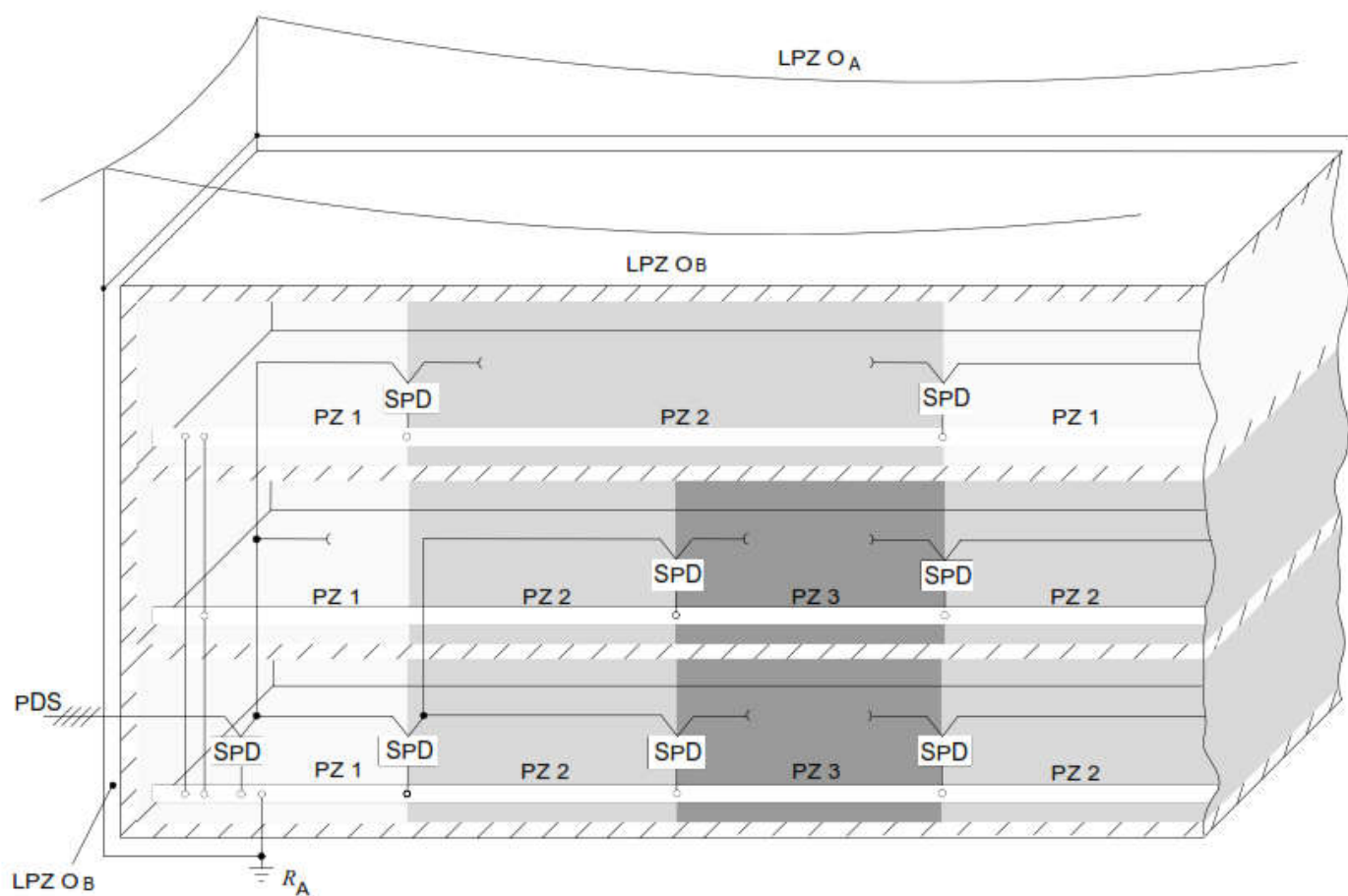


گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

ویرایش: ۰۰



IEC 392/02

Key

- LPZ Lightning protection zone
- PZ Protection zone
- PDS Power distribution system
- SPD Surge protective device

شکل شماره ۹- نمونه ای از نحوه تعیین نواحی حفاظتی در ساختمان

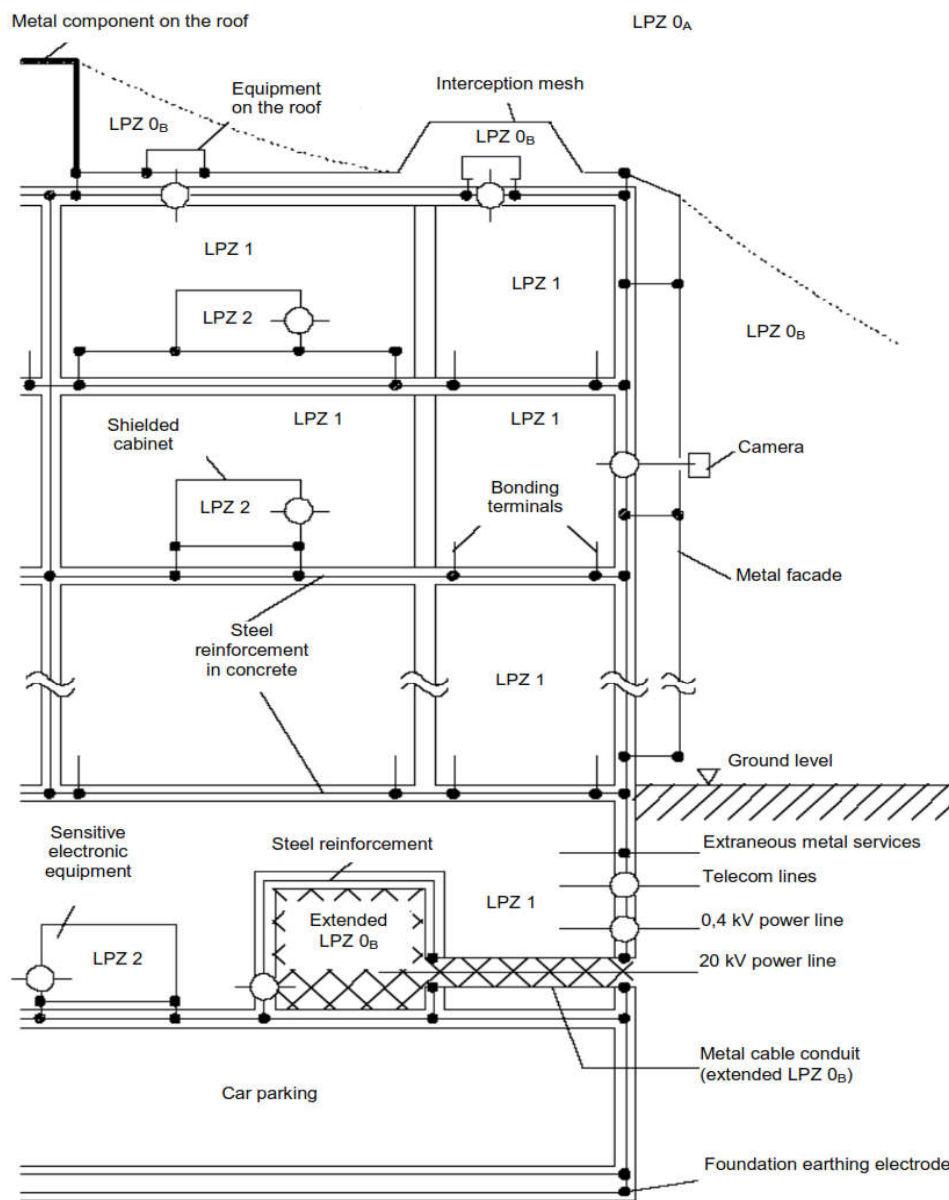


گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰



Key

- equipotential bonding
- surge protective device (SPD)

شکل شماره ۱۰- نمونه ای از نحوه حفاظت ساختمان اداری در برابر سرج

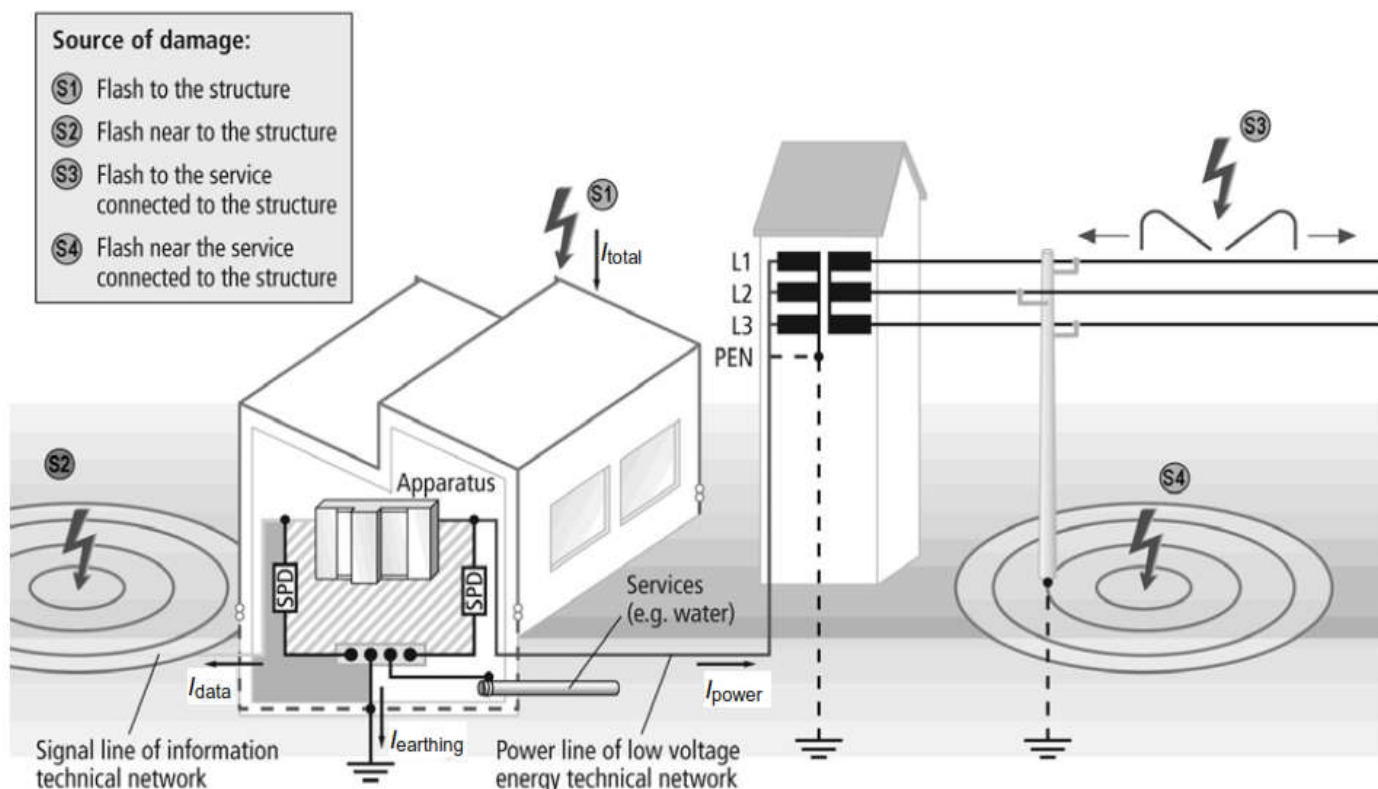


گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰



شکل شماره ۱۱- نمونه ای از منابع آسیب به سازه و توزیع جریان صاعقه درون یک سیستم

۴-۲ انتخاب ارستر

جهت انتخاب ارستر باید با توجه به نواحی حفاظتی و آسیب پذیری تجهیزات، کلاس ارستر تعیین گردد. مطابق استاندارد IEC 62305-1 و جدول ۵، در سازه هایی که امکان اصابت صاعقه به سرویس برق وجود دارد و در محل ورود به تاسیسات برق ساختمان (LPZ1) باید از ارسترهایی با شکل موج تست شده $10/350\mu s$ که در کلاس حفاظتی ۱ می باشند، استفاده نمود و برای سایر نواحی حفاظتی از ارسترهایی با شکل موج تست شده $8/20\mu s$ که در کلاس حفاظتی ۲ و ۳ می باشند، استفاده نمود. جهت انتخاب نوع و مشخصات فنی ارسترها می توان به جداول سازندگان سرچ ارستر مراجعه نمود.



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

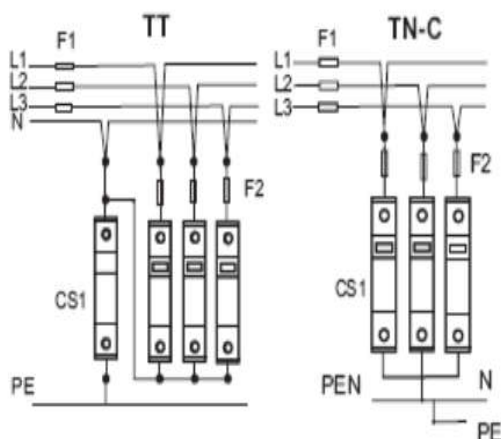
مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

جدول شماره ۵- افزایش جریان سرج بدلیل اصابت صاعقه

LPL	Low voltage systems			Telecommunication lines		
	Flash to the service	Flash near the service	Near to, or on the structure	Flash to the service	Flash near the service	Near to, or on the structure
	Source of damage S3 (direct flash) Waveform: 10/350 μ s (kA)	Source of damage S4 (indirect flash) Waveform: 8/20 μ s (kA)	Source of damage S1 or S2 (induced current only for S1) Waveform: 8/20 μ s (kA)	Source of damage S3 (direct flash) waveform: 10/350 μ s (kA)	Source of damage S4 (indirect flash) measured: 5/300 μ s (estimated: 8/20 μ s) (kA)	Source of damage S2 (induced current) Waveform: 8/20 μ s (kA)
III-IV	5	2,5	0,1	1	0,01 (0,05)	0,05
I-II	10	5	0,2	2	0,02 (0,1)	0,1



Fusible previo máximo.

F1: fusible previo de la instalación

F2: fusible de corte para protector

Back-up fuse.

F1: installed back-up fuse

F2: short fuse for the protector



CT 10 N



Serie DIN-2C

شکل ۱۲- نمونه ای از ارسترهای تجهیزات پاور، مخابراتی، دیتا و نحوه نصب آنها



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

۵- معرفی مبانی طراحی سیستم ارتینگ و هم پتانسیل سازی

به منظور حفاظت انسانها، حیوانات و تجهیزات در برابر خطای ناشی از اتصال جریان برق به بدنه تاسیسات، تخلیه جریان صاعقه و کاهش نویز در مدارات سیگنال و ایجاد مسیری با امپدانس پایین جهت تخلیه بارهای ساکن، نصب و اجرای سیستم ارتینگ و هم پتانسیل سازی لازم و ضروری می باشد.

۵-۱ انواع سیستم زمین:

- اتصال زمین حفاظتی:

اتصال زمین حفاظتی شامل اتصال کلیه تجهیزات اعم از حامل جریان و غیرحامل جریان، از کوتاهترین مسیر ممکن به سیستم ارت می باشد.

- اتصال زمین سیستم نیرو یا عملیاتی:

اتصال زمین سیستم نیرو یا عملیاتی شامل ایجاد مسیر الکتریکی جهت عملکرد کلیدهای حفاظتی می باشد و شامل اتصال نقطه نوترال ترانسفورماتورها به سیستم زمین می باشد.

- سیستم زمین صاعقه گیر:

سیستم زمین صاعقه گیر به منظور هدایت انرژی صاعقه به زمین بکار می رود.

- سیستم زمین مرجع سیگنال:

سیستم زمین مرجع سیگنال به منظور کاهش نویز در مدارات سیگنال و ایجاد مسیری با امپدانس پایین جهت تخلیه بارهای ساکن به زمین بکار می رود و این سیستم زمین جهت عملکرد مناسب تجهیزات الکترونیکی حساس و با فرکانس بالا مورد استفاده قرار می گیرد.

۵-۲ مراحل طراحی سیستم زمین:

به منظور طراحی سیستم زمین مراحل ذیل بایستی در نظر گرفته شود:

۵-۲-۱ اندازه گیری مقدار مقاومت ویژه خاک

۵-۲-۲ بررسی کاربری سازه ، تجهیزات درون سازه و انتخاب استاندارد های مربوطه

۵-۲-۳ تعیین مقدار مقاومت سیستم زمین مطابق استانداردهای مربوطه

۵-۲-۴ انتخاب طرح سیستم زمین باتوجه به شرایط سایت و طراح های پیشنهادی استاندارد



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

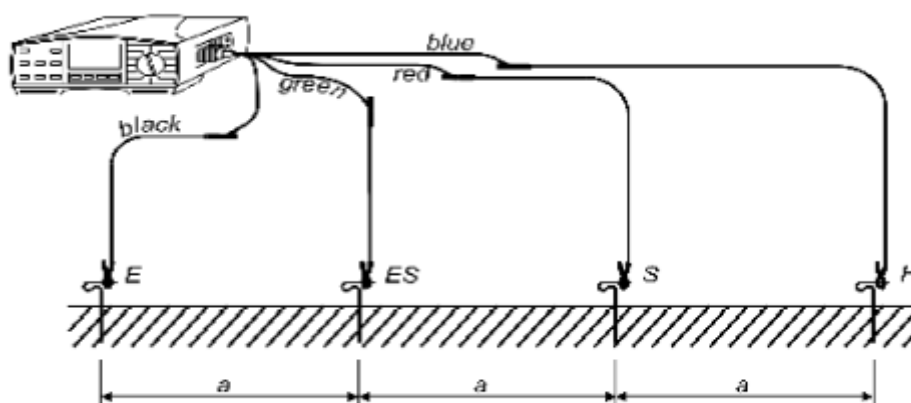
مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

۵-۲-۱ اندازه گیری مقدار مقاومت ویژه خاک:

اولین گام در طراحی سیستم زمین تعیین مقدار مقاومت ویژه خاک می باشد که مطابق روش ویر و استانداردهای IEEE80 و IEEE 81 در عمق های مختلف قابل اندازه گیری می باشد. در این روش با تزریق جریان به دو الکتروود جریان و اندازه گیری ولتاژ در دو الکتروود ولتاژ، مقدار مقاومت ویژه خاک بر مبنای اهم متر بدست می آید.



۵-۲-۲ بررسی کاربری سازه و تجهیزات درون سازه و انتخاب استاندارد های مربوطه:

بعد از تعیین مقدار مقاومت ویژه خاک دومین مرحله در طراحی سیستم زمین تعیین استاندارد مربوطه با توجه به کاربری سازه می باشد.

۵-۲-۳ تعیین مقدار مقاومت سیستم زمین مطابق استاندارد مربوطه:

جهت عملکرد تجهیزات حفاظتی در زمان خطای اتصال کوتاه، تخلیه جریان صاعقه و تخلیه نویز های الکترومغناطیسی احراز مقدار مقاومت مناسب مطابق استانداردهای مربوطه لازم و ضروری می باشد.

- مطابق استانداردهای IEEE 80 و IEEE 142 مقدار مقاومت سیستم زمین پست های برق براساس اندازه و بزرگی آن مقدار زیر ۱ الی ۵ اهم می باشد.

- مطابق استاندارد IEEE-1100 و TIA 942 حداکثر مقدار مقاومت سیستم زمین جهت تجهیزات الکترونیکی حساس (مراکز داده) زیر ۵ اهم می باشد و مطابق استاندارد IPS-E-EL-100 مقدار مقاومت جهت تجهیزات ابزار دقیق زیر ۱ اهم می باشد.

- مطابق استاندارد BS 6651، NFPA 780، IEC 62305، NFC 17-102 حداکثر مقدار مقاومت سیستم زمین صاعقه گیر ۱۰ اهم می باشد.



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

- مطابق مقررات ملی ساختمان ایران (مبحث ۱۳)، نشریه ۱-۱۱۰ و آیین نامه ایمنی حفاظت فنی و بهداشت کار حداکثر مقدار مقاومت سیستم زمین زیر ۲ اهم می باشد.

- مطابق استانداردهای IEC 60364-44، IPS-E-EL-100، مقررات ملی ساختمان ایران (مبحث ۱۳) و نشریه ۱-۱۱۰، مقدار مقاومت سیستم زمین تجهیزات MV و LV در صورت اتصال با یکدیگر بایستی زیر ۱ اهم باشد.

۴-۲-۵ انتخاب طرح سیستم زمین باتوجه به شرایط سایت و طراح های پیشنهادی استاندارد

بعد از تعیین مقدار مقاومت ویژه خاک محل پروژه و با توجه به کاربری سازه و جهت احراز مقدار مقاومت مورد نیاز، طرح سیستم زمین مشخص می گردد که شامل:

- سیستم زمین با الکترودهای صفحه ای و یا بصورت پنج حلقه
- سیستم زمین با الکترودهای میله ای و یا لوله ای
- سیستم زمین با الکترودهای افقی با سیم و یا تسمه
- سیستم زمین ترکیبی بصورت مثلثی یا پنجه کلاغی (غازی)
- سیستم زمین ترکیبی بصورت رینگ و راد پیرامون سازه
- سیستم زمین ترکیبی بصورت شبکه مش با راد یا بدون راد زمین

الکترودهای صفحه ای بدلیل تاثیرگذاری کم در کاهش مقدار مقاومت و همچنین بدلیل وجود امپدانس موجی در زمان تخلیه جریان صاعقه توصیه نمی گردند. الکترودهای میله ای بدلیل دسترسی به لایه های پایین تر خاک و رطوبت بیشتر در فصول خشک سال مانع از افزایش مقدار مقاومت می شوند، ولی مشکل امپدانس موجی در زمان تخلیه جریان صاعقه در این الکترودها نیز وجود دارد. بهترین سیستم زمین به لحاظ کاهش هر چه بیشتر مقدار مقاومت و کاهش GPR در زمان تخلیه جریان خطا و در زمان تخلیه جریان صاعقه، سیستم زمین با شبکه مش و یا رینگ و راد پیرامون سازه می باشد.



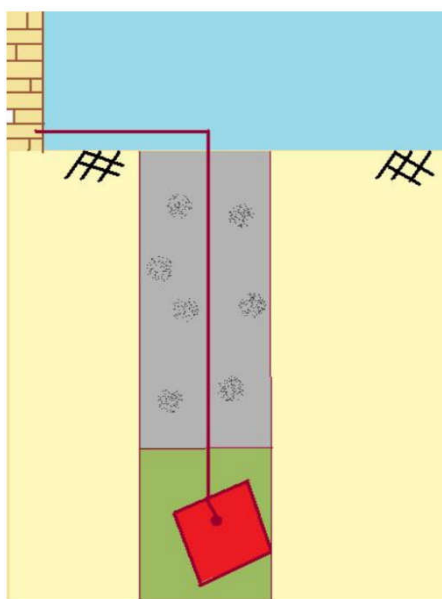
گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

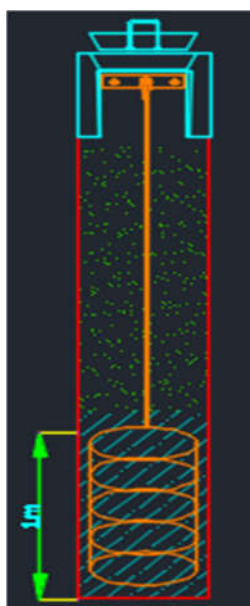
تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

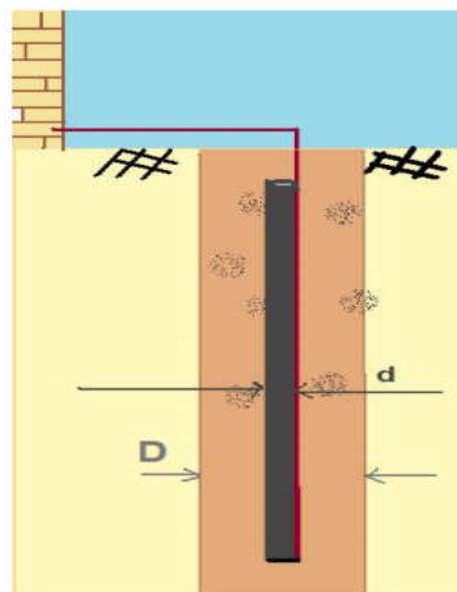
شکل شماره ۱۳- نمونه هایی از طرح های سیستم زمین



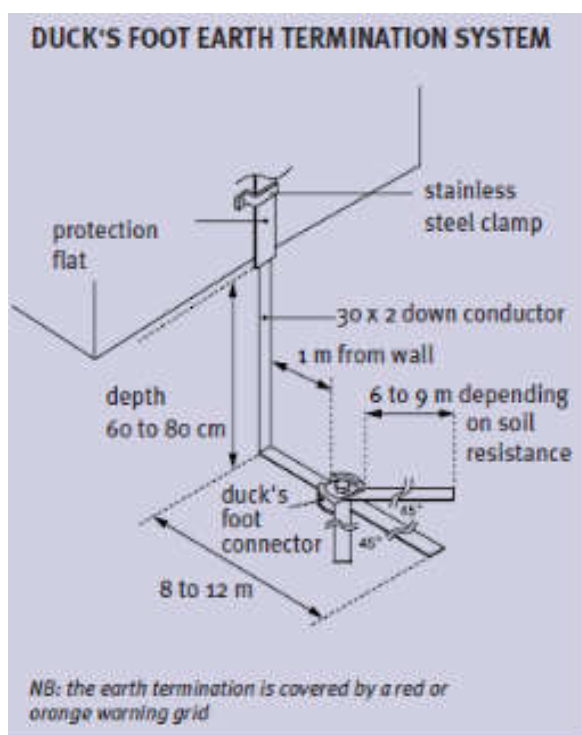
چاه ارت با الکتروود صفحه ای



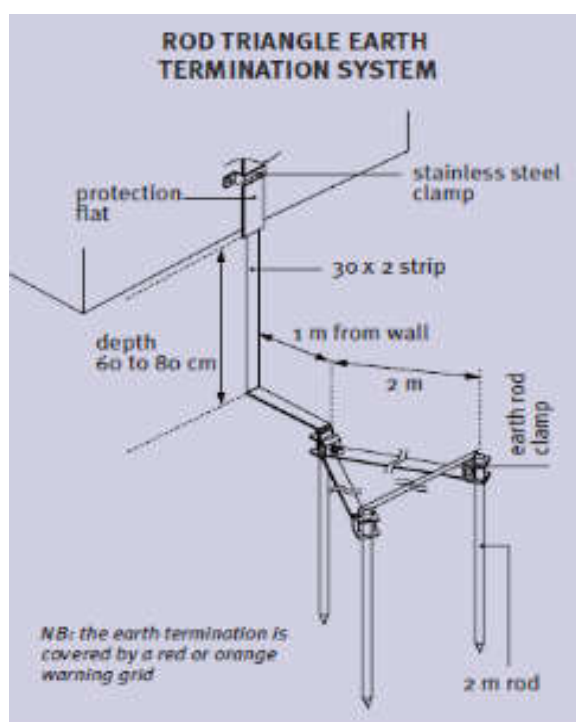
چاه ارت به روش پنج حلقه



چاه ارت با الکتروود لوله ای



پنجه کلاغی



مثلثی

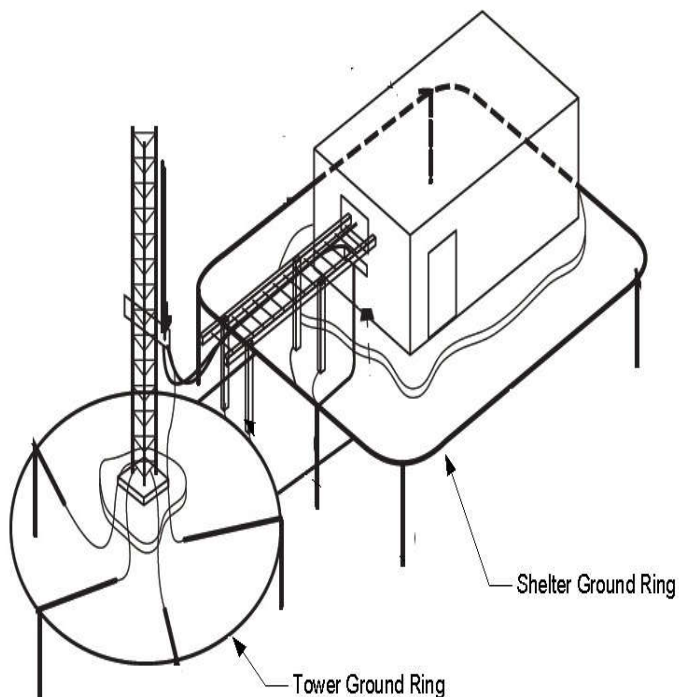


گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

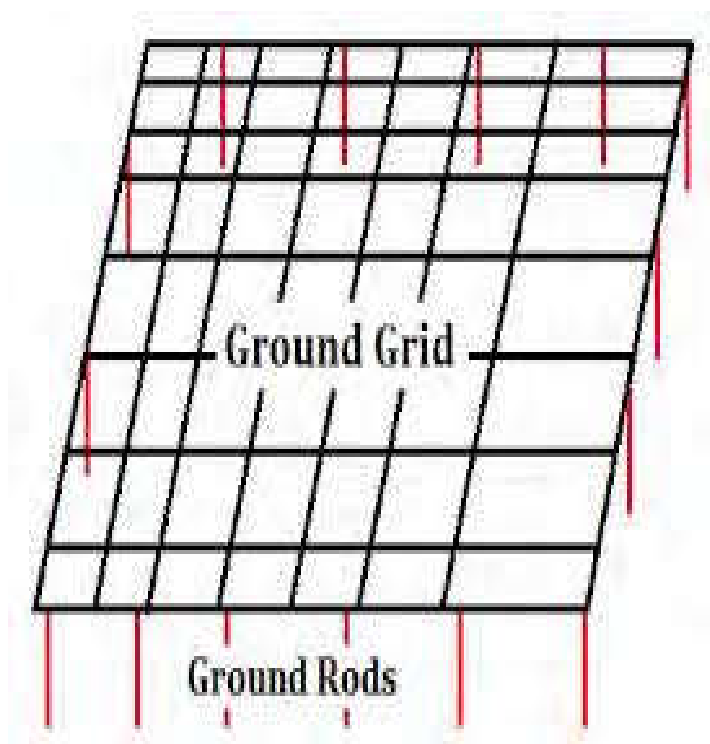
مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰



شبکه ترکیبی رینگ با راد زمین پیرامون سازه



شبکه ترکیبی مش با راد زمین



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

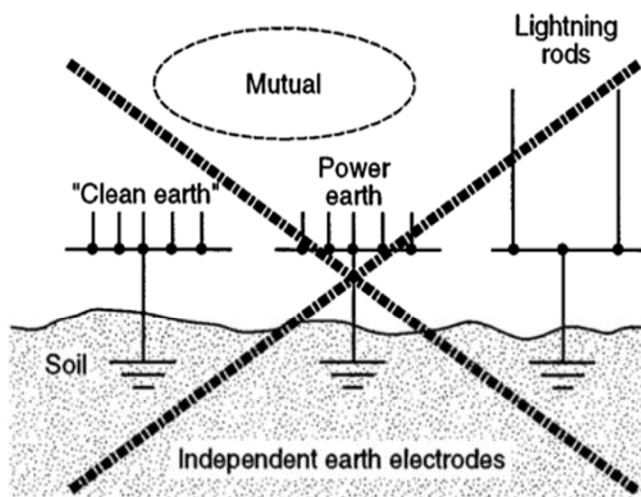
مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

۳-۵ نحوه همبندی کلیه سیستم های زمین با یکدیگر

به منظور جلوگیری از ایجاد اختلاف ولتاژ بین سیستم های زمین مختلف و آسیب به تجهیزات الکترونیکی حساس در زمان تخلیه جریان صاعقه و خطای اتصال کوتاه مطابق استاندارد IEC 61000-5-2 در صورت اجرای سیستم زمین بصورت موضع ای (گره ای مانند چاه های ارت) بایستی جهت هر بخش شامل سیستم صاعقه گیر، تجهیزات پاور، تجهیزات الکترونیکی حساس، سیستم ارت مستقل اجرا شده و بعد از کسب مقدار مقاومت مورد نیاز مطابق استاندارد، کلیه سیستم های زمین با یکدیگر همبند گردند که در شکل های ۱۴، ۱۵، ۱۶ نحوه ایجاد همبندی مطلوب نشان داده شده است. همچنین در صورت اجرای شبکه گسترده ارتینگ مانند شبکه مش و رینگ مطابق استاندارد مذکور می توان از کوتاهترین نقطه تجهیزات مختلف را به شرط رعایت فواصل مناسب از یکدیگر به یک سیستم زمین متصل کرد که در شکل شماره ۱۷ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که انتخاب و اجرای سیستم توزیع انرژی مناسب (TN-S یا TNC-S) به منظور کاهش اثرات الکترومغناطیسی و ایجاد تطابق الکترومغناطیسی (EMC) لازم و ضروری می باشد.



IEC 1418/97

NOTE – In an attempt to obtain a "clean" earthing network, for example to be used as a reference for signals, the earth electrodes have not been bonded. This approach is not suitable for EMC, and is a safety hazard; in fact, regulatory codes prohibit this practice in some countries.

شکل شماره ۱۴- تصور غلط از الکترودهای زمین اختصاصی، مستقل یا ایزوله

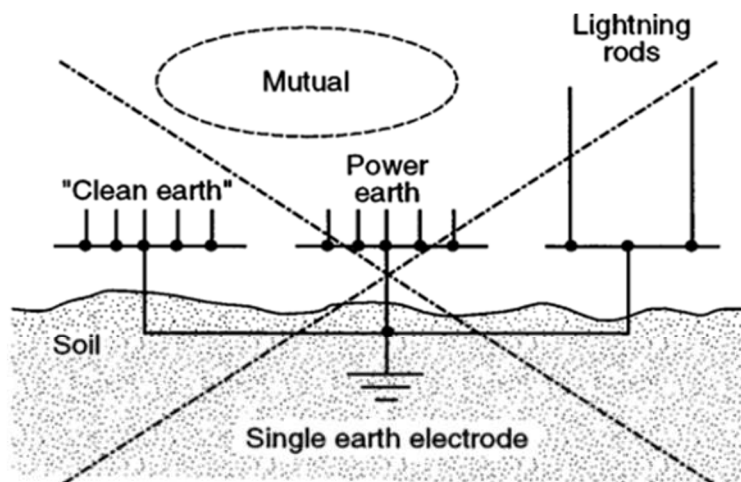


گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

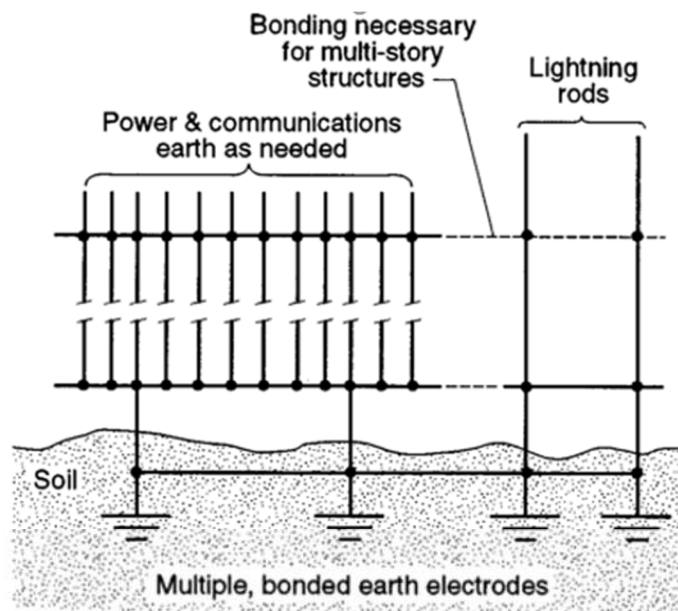
ویرایش: ۰۰



IEC 1 419/97

NOTE – In an attempt to obtain a so-called "clean" or "instrument" earthing network, for example to be used as a reference for signals, the earthing network is separated into a signal and a power earthing network. When properly installed **and the topology maintained**, this approach has been found satisfactory, but it is not recommended for general use. It is suitable for safety (at power frequencies); it is generally not suitable for high-frequency EMC concerns.

شکل شماره ۱۵- مفهوم یک الکتروود زمین تنها



IEC 1 420/97

NOTE – This two-dimensional conceptual representation, similar in format to figures 3 and 4, is actually a three-dimensional network, as shown in figure 7. It is the recommended approach in the general case, for safety as well as for EMC. As noted for figure 4, this recommendation does not exclude other, well-demonstrated and well-maintained special configurations.

شکل شماره ۱۶- ساختار توصیه شده برای الکتروودها و شبکه زمین

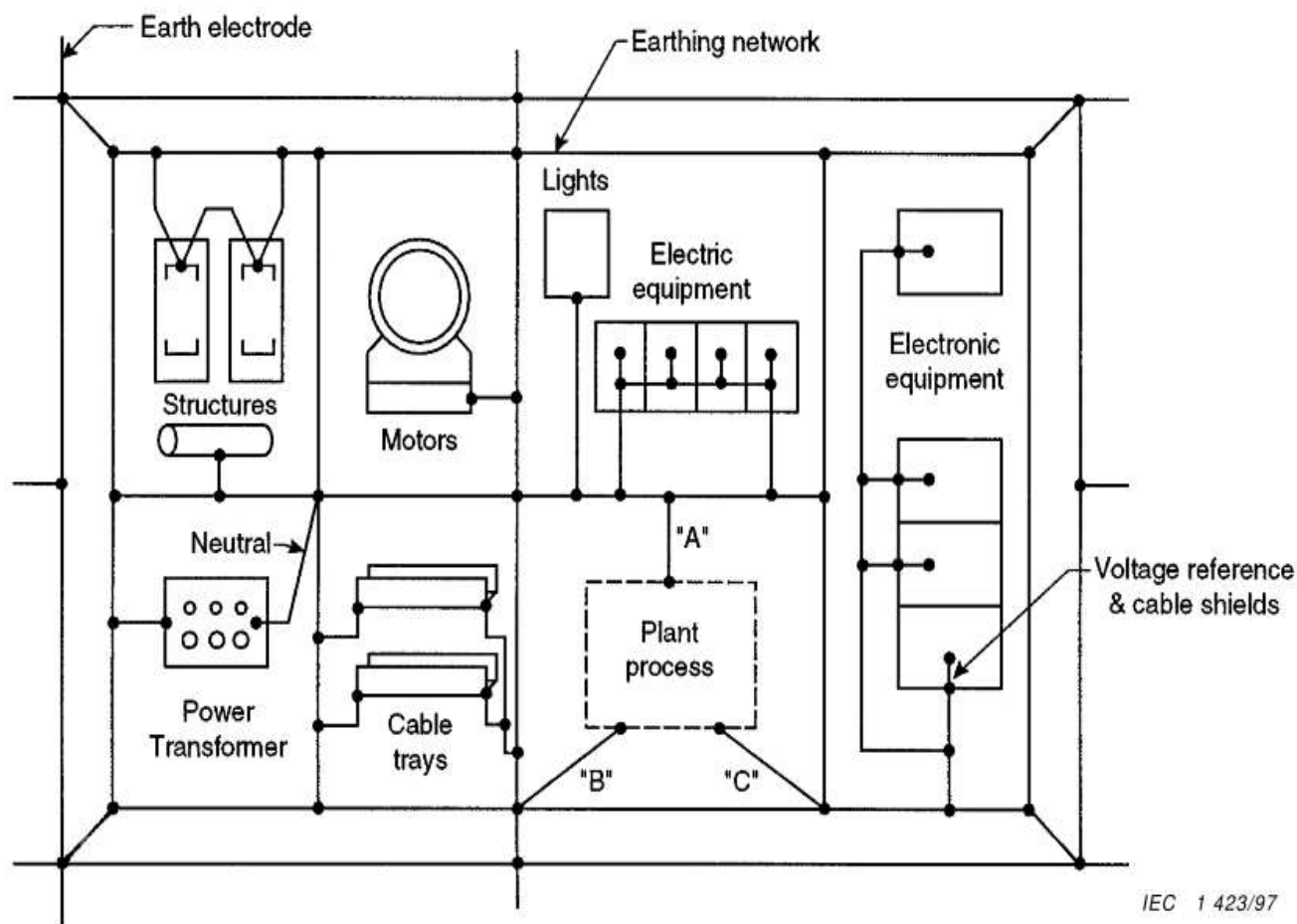


گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰



NOTE – The topology of connections "B" and "C" provides better EMC performance than the topology "A". Details of connections may vary with specific cases.

شکل شماره ۱۷- اصول کلی برای اتصال تجهیزات یا سیستم های مختلف به شبکه ارت



گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

۶- انواع روش های اندازه گیری مقدار مقاومت ویژه خاک

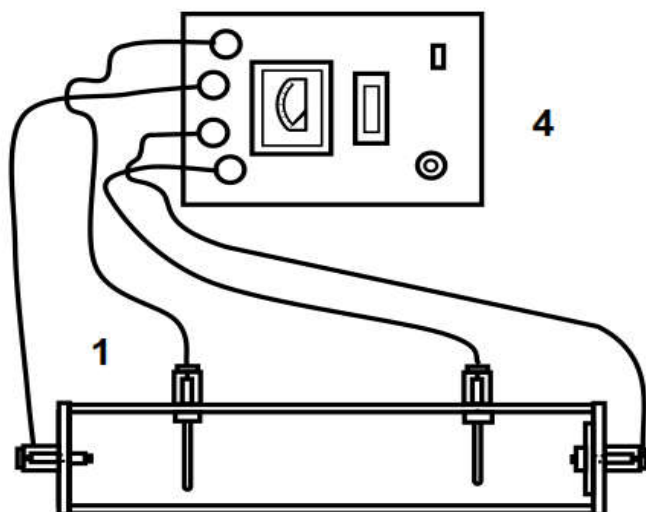
یکی از پارامترهای مهم جهت طراحی سیستم زمین، مقدار مقاومت ویژه خاک می باشد که متداول ترین روش های اندازه گیری مقدار مقاومت ویژه خاک شامل:

۱-۶ روش جعبه تست یا Soil Box

۲-۶ روش چهار نقطه ای Wenner four-Pin Method

۱-۶ روش جعبه تست یا Soil Box

در این روش از خاک منطقه در اعماقی که می خواهیم مقاومت را اندازه گیری کنیم نمونه برداری کرده و درون جعبه اندازه گیری می ریزیم و با تزریق جریان از طریق دو الکترود کناری و اندازه گیری پتانسیل در محل دو الکترود وسطی و با تقسیم پتانسیل بر جریان تزریق شده می توان مقدار مقاومت ویژه خاک را اندازه گیری کرد. لازم به ذکر است که این روش دارای دقت اندازه گیری پایینی بوده و همچنین امکان اندازه گیری مقاومت ویژه خاک در اعماق مختلف زمین بدلیل مشکلات ناشی از حفاری به سختی میسر می باشد.





گروه فنی و مهندسی
پیشازان نوین ایمن

مقدمه ای بر نحوه طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه و ارتینگ

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

ویرایش: ۰۰

۶-۲ روش چهار نقطه ای Wenner four-Pin Method

یکی از معتبرترین روش اندازه گیری مقدار مقاومت ویژه خاک روش ونر می باشد که در این روش چهار الکتروود باید در فواصل مساوی و روی یک امتداد کوبیده شوند، دو الکتروود کناری الکتروود جریان و دو الکتروود وسطی الکتروود ولتاژ می باشد که با تزریق جریان به دو الکتروود جریان و اندازه گیری پتانسیل از طریق الکتروود های ولتاژ و تقسیم پتانسیل بر جریان تزریق شده می توان مقدار مقاومت ویژه خاک را اندازه گیری نمود. لازم به ذکر است که با تغییر در فاصله الکتروود ها از یکدیگر، مقدار مقاومت ویژه خاک در آن عمق قابل اندازه گیری می باشد.

