



جزوات آموزشی

صنایع ایمن فراز ارک

عنوان محتوا:

سیستم صاعقه گیر

کد محتوا:

ARK-FO-159-085

تهیه و تدوین: گروه تولید محتوای صنایع ایمن فراز ارک

مقدمه

جهان ما پر از شگفتی‌هاست. برخی از این شگفتی‌ها، بالقوه حادثه‌آفرین هستند که برای سلامت محیط‌زیست و انسان‌ها بسیار خطرناک می‌باشند. انسان‌ها برای در امان ماندن از این حوادث و برای ادامه حیات طی سالیان سال، راه‌های متفاوتی را پیموده‌اند و نحوه غلبه یا کم کردن خطرات ناشی از حوادث را به‌کار برده‌اند.

صاعقه یا رعد و برق، نور شدید به همراه صدای بسیار زیاد، تنها مشخصه‌های تعریف صاعقه می‌باشند که با نام‌های رعد و برق، تندر و ... نیز از آن یاد می‌شود. وقتی که بار الکتریکی ایجاد شده در ابرها بین زمین و ابرها تخلیه می‌شود صاعقه رخ می‌دهد. البته این تخلیه بار الکتریکی بین خود ابرها هم اتفاق می‌افتد. صاعقه یکی از قدرتمندترین و عجیب‌ترین اتفاقات روی زمین است و پدیده‌ای است که با تولید میلیاردها وات انرژی همراه است.



شکل ۱ - صاعقه

صاعقه گیر چیست؟

صاعقه گیرها (واحد‌های جذب) تجهیزاتی هستند که مطابق با استانداردهای روز دنیا جهت حفاظت جلد خارجی ساختمان‌ها، تاسیسات، دکل‌ها، فضاهای باز و ... در برابر ضربه مستقیم صاعقه و جلوگیری از تخریب فیزیکی و آتش‌سوزی ناشی از ضربه مستقیم صاعقه کاربرد دارند. در واقع برخوردهای صاعقه چیزی جز افزایش ناگهانی در اثر ولتاژ گذرا، قوس الکتریکی، جرقه، افزایش ناگهانی جریان و ... را در پی نخواهد داشت.

از صاعقه گیر به منظور حفاظت از سیستم‌های قدرت از طریق انتقال اضافه ولتاژ ناگهانی به سمت زمین، استفاده می‌شود. سیستم‌های قدرت را همچنین می‌توان از طریق کابل زمینی و یا ارتینگ، در برابر برخوردهای مستقیم صاعقه مورد حفاظت قرار داد. صاعقه گیرها را می‌توان بر روی برج‌ها، دکل‌های انتقال و ساختمان‌ها نصب کرد تا یک مسیر ایمن برای ولتاژ و تخلیه جریان ایجاد شود.

کاربردهای صاعقه گیر چیست؟

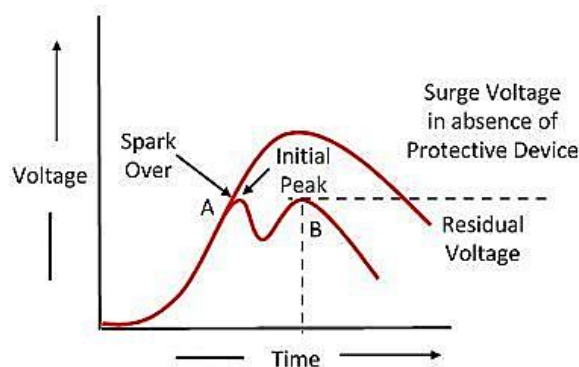
برخی از کاربردهای استفاده از صاعقه گیرها عبارتند از:

- جهت حفاظت ساختمان‌ها
- جهت حفاظت دکل مخابراتی
- جهت حفاظت آپارتمان
- جهت نصب روی برج نوری
- جهت حفاظت نیروگاه خورشیدی
- جهت حفاظت دکل مهاری
- برای حفاظت دوربین مداربسته
- برای حفاظت سوله
- جهت حفاظت مخازن سوخت
- جهت حفاظت مخازن نفت
- جهت حفاظت ایستگاه مترو
- جهت حفاظت تجهیزات هوانوردی
- جهت حفاظت تجهیزات هواشناسی
- جهت حفاظت استادیوم‌های ورزشی و زمین گلف
- جهت حفاظت انبارهای روباز

اصول کلی کار صاعقه‌گیرها

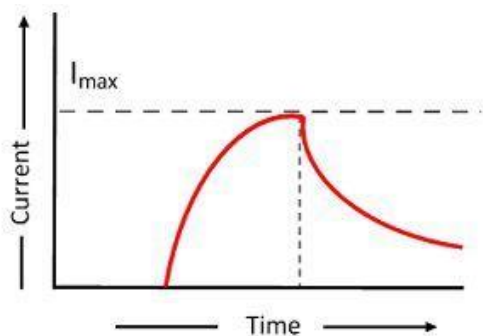
هنگامی که یک موج در حال حرکت به صاعقه‌گیر می‌رسد، جرقه‌های آن با یک ولتاژ پیشوند مشخص مانند شکل زیر می‌چرخد. صاعقه‌گیر یک مسیر رسانا به امواج با امپدانس نسبتاً کم بین خط و زمین فراهم می‌کند. امپدانس موجی خط، دامنه جریان به زمین را محدود می‌کند.

صاعقه‌گیر مسیری با امپدانس کم را تنها زمانی فراهم می‌کند که نوسان در حال حرکت به انحراف‌کننده موج برسد، نه قبل از آن و نه بعد از آن. اگر شکل ولتاژ و جریان در ترمینال منحرف‌کننده مشابه شکل زیر باشد، عایق تجهیزات قابل محافظت است.



Voltage Characteristic

شکل ۲ - مشخصه ولتاژ



Current Characteristic

شکل ۳ - مشخصه جریان

صاعقه به چه چیزی جذب می شود؟

به طور کلی، صاعقه توسط هیچ چیزی جذب نمی شود. صاعقه در یک محدوده بسیار وسیعی رخ می دهد تا توسط چیزهای کوچکتر که دارای بدنه فلزی هستند، فشرده شود.

صاعقه گیر چگونه متصل می شود؟

یک صاعقه گیر به طور موازی با دستگاهها متصل است و در محل های پست، عمل حفاظت را انجام می دهد، بدین معنی که صاعقه گیر بین خط و ارت قرار می گیرد.

جریان صاعقه AC است یا DC؟

نتیجه گیری به خصوصی که بیانگر AC و یا DC بودن یک صاعقه باشد، وجود ندارد و از آن به عنوان دنباله ای از سیگنال های ضربه ای نام برده می شود.

دلیل عمل نکردن یک صاعقه گیر چیست؟

قطع عملکرد ممکن است در اثر شرایطی مانند خطای دی الکتریک و یا زمانی که یک دستگاه قابلیت کار در ولتاژهای بالا را ندارد، اتفاق افتد.

صاعقه گیرها چگونه از سیستم های قدرت حفاظت می کنند؟

وقتی سطح ولتاژ یک سیستم افزایش پیدا می کند، صاعقه گیر مسیری به سمت زمین برای از بین بردن توان به وجود می آورد.

انواع صاعقه گیرها

صاعقه گیرها بسته به نوع عملکرد به دو دسته تقسیم می شوند:

الف) صاعقه گیرهای پسیو (غیرفعال)

صاعقه گیرهای پسیو، مجموعه حفاظتی است، مبتنی بر استفاده از میله های صاعقه گیر ساده و روش قفس فارادی که بر اساس استاندارد بین المللی IEC و تئوری گوی غلطان و زاویه حفاظتی، حفاظت جلد خارجی ساختمان را تامین می کند. صاعقه گیرهای ساده مسی، مسی با پوشش آب گرم، استینلس استیل، گالوانیزه با طول و قطرهای مختلف، انواع بست و هادی های ارتباطی و نزولی با جنس و مقاطع مختلف در این روش کاربرد دارد.



شکل ۴ - صاعقه‌گیر پسیو چهار شاخه

(ب) صاعقه‌گیرهای اکتیو (فعال)

صاعقه‌گیرهای اکتیو، مجموعه حفاظتی است مبتنی بر استفاده از صاعقه‌گیرهای یونیزه کننده هوا^۱ در راستای ایجاد محیطی یونیزه در اطراف محل نصب صاعقه‌گیر فعال جهت جذب ضربه مستقیم صاعقه و هدایت آن به سمت سیستم زمین.

بسته به چگونگی انجام عملیات یونیزاسیون، این گونه صاعقه‌گیرها به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند، از قبیل:

- صاعقه‌گیر الکترونیکی خازنی

این گونه صاعقه‌گیرها با ذخیره‌سازی بارهای الکتریکی موجود در فضا در خازن‌های داخلی خود و سپس تخلیه آنها در زمان وقوع صاعقه باعث یونیزه شدن هوا می‌شوند و بهترین نوع صاعقه‌گیرهای موجود در بازار ایران هستند از قبیل صاعقه‌گیرهای ساخت شرکت INDELEC.



شکل ۵ - صاعقه‌گیر الکترونیکی خازنی

¹ Streamer Emmission Air Terminal

- صاعقه گیر اتمی

این گونه صاعقه گیرها در گذشته کاربرد داشته و بر اساس ارتعاشات اتمهای رادیواکتیو (مثل اتم سزیم) عملیات یونیزاسیون هوا را انجام می داد ولی امروزه به علت اثرات زیست محیطی استفاده از این صاعقه گیرها ممنوع شده است.



شکل ۶ - صاعقه گیر اتمی

- صاعقه گیر بادی یا پیزوالکتریک

این صاعقه گیرها بر اساس ارتعاشات یک سلول پیزوالکتریک که با انرژی باد مرتعش خواهد شد، هوا را یونیزه می کند. به علت وابستگی این صاعقه گیر فعال به انرژی باد، نمی توان به عملکرد آن مطمئن بود.



شکل ۷ - صاعقه گیر پیزوالکتریک

- صاعقه گیر خورشیدی

این صاعقه گیرها با ذخیره انرژی نورانی خورشید در خود و سپس تبدیل آن به الکتریسیته ساکن موجب یونیزه شدن هوا می شوند و عملکرد آنها برای یونیزه کردن هوا قابل اطمینان نیست چرا که به انرژی نورانی خورشید وابسته است.

- صاعقه گیر تابلویی

صاعقه گیرهای تابلویی (سرج ارسترها)، جزء واحدهای جذب طبقه بندی نمی شوند و برای حفاظت تجهیزات الکترونیکی حساس در برابر اثرات ثانویه ناشی از صاعقه و در تابلوهای توزیع انرژی کاربرد دارند.



شکل ۸ - سرچ ارستر

در گونه‌ای دیگر از تقسیم‌بندی‌ها که امروزه رایج‌تر است، انواع مختلفی از صاعقه‌گیرها وجود دارد و انتخاب یکی از آن‌ها به عوامل مختلفی مانند ولتاژ کاربرد، ظرفیت تحمل جریان، هزینه، اندازه قابلیت اطمینان و ... بستگی دارد.

- صاعقه‌گیر الکترولیتی
- صاعقه‌گیر میله شکاف‌گیر
- صاعقه‌گیر از نوع سوپاپ
- صاعقه‌گیر اکسید فلز
- صاعقه‌گیر چندگانه
- صاعقه‌گیر شکاف محافظ ضربه‌ای
- صاعقه‌گیر تیریت
- صاعقه‌گیر خودکار
- صاعقه‌گیر الکترولیتی

صاعقه‌گیر الکترولیتی یک صاعقه‌گیر کارآمد و قابل اعتماد است. این صاعقه‌گیرها صفحات آلومینیومی دارند که یک لایه نازک از هیدروکسید آلومینیوم بر روی آن‌ها رسوب کرده است. این صفحات در یک الکترولیت غوطه‌ور می‌شوند. صفحات یک مسیر مقاومتی بالا برای ولتاژ کاری معمولی زیر ولتاژ بحرانی ایجاد می‌کنند. اگر ولتاژ بحرانی شکسته شود، صفحات یک مسیر مقاومت کم را برای عبور جریان الکتریکی بدون تاثیر بر هیچ یک از اجزای حیاتی سیستم‌های قدرت ایجاد می‌کنند.

صاعقه‌گیر الکترولیتی، مسیری با مقاومت بالا به زمین برای محدوده نرمال ولتاژ کاری را فراهم می‌کند. با این حال، در طول موج صاعقه، ولتاژ به طور قابل توجهی بالا است که باعث می‌شود مقاومت صاعقه‌گیر الکترولیتی کم شود و جریان موج از آن عبور کند. به این ترتیب جزء قدرت محافظت می‌شود.

- صاعقه‌گیر میله شکاف‌گیر

این یکی از ساده‌ترین و موثرترین تجهیزات انحراف موج است. برای مثال، خطوط انتقال توسط بازوهای متقاطع که در پتانسیل زمین باقی‌مانده، پشتیبانی می‌شوند. بنابراین، خط انتقال ولتاژ بالا با استفاده از عایق‌های دیسکی به بازوهای پشتیبانی متصل می‌شود که یک سر آن به بازوهای متقاطع متصل به زمین وصل می‌شود در حالی که سر دیگر آن را پشتیبانی می‌کند.

در هنگام رعد و برق یا حتی در طی یک جهش ناگهانی در ولتاژ خط، شکست دی الکتریک هوای اطراف باعث می‌شود که یک قوس از بالاترین دیسک به پایین، یعنی روی بازوهای متقابل پشتیبان بپرد. این ممکن است یک حادثه فاجعه‌بار در سطوح مختلف ایجاد کند.

بنابراین، در این صورت یک صاعقه‌گیر با شکاف میله‌ای استفاده می‌شود. در این تکنیک دو میله وجود دارد که با یک شکاف هوایی کوچک از هم جدا شده‌اند. یک میله در بالای بالاترین عایق یعنی با خط وصل شده است. در حالی که یکی دیگر در پایین در پتانسیل زمین متصل است. بنابراین، هر موجی مسیر کوتاهی از شکاف میله پیدا می‌کند و از این طریق حفاظت از قطعه و همچنین کل سیستم قدرت تضمین می‌شود.

- صاعقه‌گیر از نوع سوپاپ

صاعقه‌گیر از نوع سوپاپ یک سرکوبگر یا انحراف‌کننده غیر خطی نوسانات است. به آن «غیر خطی» می‌گویند؛ زیرا دارای ویژگی مقاومت غیر خطی است که باعث می‌شود جریان خود را با توجه به ولتاژ تنظیم کند.

صاعقه‌گیر از نوع سوپاپ روشی پرهزینه و کارآمد برای استفاده است. این نوع از صاعقه‌گیرها شامل شکاف‌های جرقه‌ای است که به صورت سری متصل به هم شده‌اند. در شرایط عادی کار، صاعقه‌گیر غیرفعال می‌ماند، اما در هنگام وقوع خطا یا رعد و برق، شکاف‌های سری به وجود می‌آید و مقاومت غیر خطی با تنظیم خود مسیر مقاومت پایینی را فراهم می‌کند. این امر باعث می‌شود که جریان افزایشی سریع از مسیر به سمت زمین عبور کند و جزء سیستم قدرت در امان بماند.

- صاعقه‌گیر اکسید فلز

صاعقه‌گیرهای اکسید فلز حاوی اکسید روی (ZnO) به‌عنوان مقاومت اکسید فلز هستند. از این رو، به‌عنوان یک انحراف‌کننده اکسید روی نیز شناخته می‌شود. اکسید روی، یک ماده نیمه هادی نوع N است که با مقداری پودر ریز از اکسیدهای عایق تشکیل شده است؛ سپس این پودرها به شکل دیسک فشرده می‌شوند و در یک محفظه چینی محصور می‌شوند که با نیتروژن یا هگزا فلوراید گوگرد (SF_6) پر شده است.

مرزهای هر دیسک ZnO به‌عنوان یک مانع عمل می‌کند تا جریان را در شرایط عملیاتی عادی کنترل کند؛ اما در هنگام رعد و برق یا افزایش ولتاژ بالا، این موانع شکسته می‌شوند و ماده به‌جای عایق، به‌عنوان یک رسانا عمل می‌کند و این شرایط اجازه می‌دهد تا جریان ولتاژ بدون تاثیر بر سایر سیستم‌ها به زمین منتقل شود.

- صاعقه‌گیر چندگانه

صاعقه‌گیر چندگانه همانطور که از اسمش پیداست بسته به ماهیت حفاظت از اضافه ولتاژ مورد نیاز از چندین شکاف تشکیل شده است. این موارد شامل استوانه‌های فلزی عایق شده کوچکی است که توسط یک شکاف هوا از یکدیگر جدا شده‌اند. تعداد شکاف‌ها به ولتاژ سیستم بستگی دارد.

- صاعقه‌گیر شکاف محافظ ضربه‌ای

صاعقه‌گیرهای از نوع شکاف محافظ ضربه‌ای دارای نسبت ضربه بسیار کوچک حتی کمتر از یک واحد است. نسبت ضربه یک عایق را می‌توان به‌عنوان نسبت پیک ولتاژ ضربه به ولتاژ پیک تعریف کرد. در طول عملیات عادی، فرکانس توان کم است و بنابراین امپدانس خازنی C1 و C2 در مقایسه با مقاومت اصلی بسیار بیشتر است. شکاف به یک باره از بین می‌رود و بقیه شکاف بین بخش‌های E و S2 بلافاصله به دنبال دارد. به این ترتیب طول شکاف در زمان افزایش به نصف می‌رسد.

- صاعقه‌گیر تیریت

چنین نوع صاعقه‌گیری بیشتر برای محافظت در برابر ولتاژ بالای خطرناک استفاده می‌شود. این ماده از تیریت، یک ماده سرامیکی معدنی تشکیل شده است. مقاومت چنین موادی به سرعت از مقدار زیاد به مقدار کم برای ولتاژهای بالا در طول زمان، کاهش می‌یابد و در این مدت کارکرد عادی مقاومت بالایی ایجاد می‌کند.

- صاعقه‌گیر خودکار

این نوع صاعقه‌گیرها شامل دیسک‌های مسطح از مواد متخلخل هستند که روی هم قرار گرفته و توسط حلقه‌های نازک میکا از هم جدا شده‌اند.

ماده دیسک یک ماده رسانا غیرهمگن است. بنابراین، تخلیه و افت ولتاژ به حدود ۳۵۰ ولت در واحد می‌رسد. دیسک‌ها به گونه‌ای چیده شده‌اند که ولتاژ معمولی ممکن است باعث تخلیه نشود.

تجهیزات و لوازم صاعقه‌گیر

لوازم مورد نیاز برای اجرای سیستم صاعقه‌گیر الکترونیکی فعال علاوه بر دستگاه صاعقه‌گیر شامل ملزومات دیگری هم می‌باشد.

- صاعقه‌گیر یا آنتن صاعقه‌گیر

همان دستگاه صاعقه‌گیر است که بر اساس میزان شعاع حفاظتی درخواستی، سطح حفاظت و برند مورد نظر خریدار انتخاب خواهد شد.

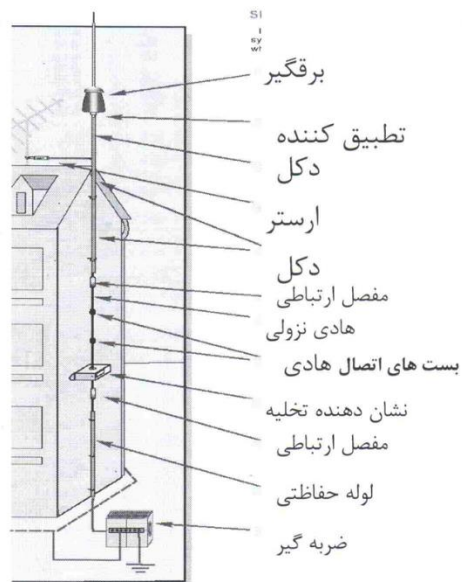
- تستر صاعقه‌گیر

جهت اطمینان از صحت عملکرد صاعقه‌گیر از تستر صاعقه‌گیر استفاده می‌شود. این مورد جزء ضروریات نصب صاعقه‌گیر نیست. (اختیاری)

- چراغ هشداردهنده سیستم صاعقه‌گیر
جهت ساختمان‌های بلند مرتبه می‌توان در یک متری زیر دستگاه صاعقه‌گیر از چراغ هشداردهنده چشمک زن استفاده نمود.
- سیستم ارت و یا سیستم زمین صاعقه‌گیر
هر صاعقه‌گیر الکترونیکی فعال بر اساس استاندارد NFC17_102 نیاز به یک یا دو مجموعه الکتروود زمین (چاه ارت) اختصاصی خود است که پس از اجرا و حصول مقاومت زیر ۱۰ اهم می‌بایست به شبکه ارتینگ کل مجموعه متصل گردد.
- هادی نزولی یا کابل صاعقه‌گیر
جهت اتصال دستگاه صاعقه‌گیر به الکتروود زمین صاعقه‌گیر و هدایت جریان ناشی از برخورد صاعقه با صاعقه‌گیر می‌بایست از هادی نزولی استفاده شود که بر اساس استاندارد NFC17_102 این هادی می‌بایست از مقاطع بدون روکش مسی، استنلس استیل، صفحات آلومینیومی و ... اختیار گردد.
- نقطه تست صاعقه‌گیر
محلی در نزدیکی سطح زمین (۲متری سطح زمین) که هادی نزولی وارد آن می‌شود، نقطه تست صاعقه‌گیر است. این نقطه محل نصب یک مجموعه ارت سوئیچ است که در زمان تست سیستم صاعقه‌گیر و الکتروود ارت مربوط به آن، هادی نزولی صاعقه‌گیر را از الکتروود زمین صاعقه‌گیر جدا می‌کند.
- شمارنده یا کانتر صاعقه‌گیر
جهت شمارش تعداد ضربات صاعقه اصابت شده به صاعقه‌گیر منصوب در هر مجموعه‌ای به کار می‌رود و می‌توان در مسیر هادی نزولی صاعقه‌گیر شمارنده تعداد ضربات صاعقه را نصب نمود. این مورد جزء ضروریات نصب صاعقه‌گیر نیست و بنا به درخواست خریدار قابل عرضه خواهد شد.
- پایه نصب پنج متری صاعقه‌گیر
بهترین شعاع حفاظتی هر دستگاه صاعقه‌گیر بر روی پایه نصب پنج متری حاصل می‌گردد، به طوری که در صورت کاهش ارتفاع شعاع حفاظتی صاعقه‌گیر به شدت افت می‌کند و در صورت افزایش ارتفاع، شعاع حفاظتی صاعقه‌گیر چندان افزایشی نخواهد یافت.

• تکیه‌گاه نصب صاعقه‌گیر

تکیه‌گاهی که در بام ساختمان نصب می‌گردد تا نگهدارنده پایه پنج متری باشد. این تکیه‌گاه متناسب با محل نصب صاعقه‌گیر ساخته خواهد شد. عموماً زمانی از براکت میله به دیوار استفاده می‌گردد که امکان نصب میله ساده صاعقه‌گیر بر روی سطح صاف بام نباشد.



شکل ۹ - تجهیزات و لوازم نصب صاعقه‌گیر

محل نصب صاعقه‌گیر

نحوه قرارگیری یک صاعقه‌گیر می‌تواند در نزدیکی دستگاهی که به حفاظت نیاز دارد، انجام بگیرد. صاعقه‌گیرها به‌طور کلی، درون یک سیستم AC بین فاز و زمین، و درون یک سیستم DC بین قطب و زمین، متصل می‌شوند.

برای هر فازی که درون سیستم AC وجود دارد، یک صاعقه‌گیر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سیستم‌های ولتاژ بالا، می‌توان از دایورتر برای حفاظت از ترانسفورماتور، خطوط، قطع‌کننده مدار، ژنراتورها و ... استفاده کرد. از صاعقه‌گیرهایی مانند سیستم HDVC، بیشتر برای حفاظت از فیلترها و راکتور واحدها استفاده می‌شود.

تفاوت میان برق گیر و صاعقه گیر

تفاوت این دو به شرح جدول زیر است:

جدول ۱ - تفاوت برق گیر و صاعقه گیر

صاعقه گیر	برق گیر
<ul style="list-style-type: none"> می توان آن را بیرون از بورد پنل نصب کرد. کاربرد اصلی صاعقه گیر، حفاظت از دستگاه های برقی از سطح بیرونی است. بیشتر برای حفاظت در برابر برخوردهای صاعقه و افزایش های ناگهانی حاصل از آن، استفاده می شود. حرکت جریان را از طریق وسایل حفاظتی زمینی، به درون زمین هدایت می کند. انواع مختلف آن شامل: میله ای، کروی، شاخکی، چند شکافه الکترولیتی و اکسید فلزی است. صاعقه گیر را نمی توان به عنوان یک برق گیر مورد استفاده قرار داد. 	<ul style="list-style-type: none"> می توان آن را درون بورد پنل نصب کرد. کاربرد اصلی برق گیر، حفاظت از دستگاه های برقی از درون پنل است. از سیستم در برابر سوئیچینگ، صاعقه، افزایش های ناگهانی، ولتاژهای گذرا و خطاهای الکتریکی محافظت می کند. انرژی اضافه ناگهانی انتقالی به سمت کابل زمینی را قطع می کند. انواع مختلف آن شامل: نوع توزیع، ولتاژ پایین، پست، DC، حفاظت خنثی، لوله فیبری، سیگنالی، شبکه ای می شود. برق گیر را می توان به عنوان صاعقه گیر نیز استفاده کرد.

مزایا و معایب استفاده از صاعقه گیر

مزایا و معایب استفاده از صاعقه گیر به شرح جدول زیر است:

جدول ۲ - مزایا و معایب استفاده از صاعقه گیر

معایب	مزایا
<ul style="list-style-type: none"> اشغال فضای زیاد هزینه نصب بالا میله های صاعقه گیر فقط در صورتی موثر هستند که خانه شما قابل مشاهده باشد بدون حفاظت برای سازه های غیر قابل مشاهده می تواند نور را جذب کند نیاز به نظارت بر آب و هوا 	<ul style="list-style-type: none"> کاهش آسیب های ملکی ناشی از برخوردهای صاعقه حفاظت از تجهیزات بیرونی پست جلوگیری از ایجاد آسیب خطوط جلوگیری از افزایش های ناگهانی در پریز برق جلوگیری از تداخل الکترومغناطیسی سهولت در استفاده از آن کاهش خطر آتش سوزی

ویژگی های صاعقه گیر ایده آل

- در شرایط کارکرد عادی نباید هیچ جریانی بکشد، یعنی ولتاژ جرقه باید بالاتر از فرکانس برق نرمال یا غیرعادی باشد که ممکن است در سیستم رخ دهد.

- هر ولتاژ غیرعادی گذرا بالاتر از مقدار شکست باید باعث شود که در سریع‌ترین زمان ممکن از بین برود تا مسیر رسانایی به زمین فراهم شود.
- هنگامی که خرابی رخ داد، باید بتواند جریان تخلیه حاصل را بدون آسیب رساندن به خود و بدون اینکه ولتاژ دو سوی آن از مقدار شکست بیشتر شود، حمل کند.
- جریان فرکانس برق پس از خرابی باید به محض اینکه ولتاژ گذرا به زیر مقدار شکست رسید قطع شود.

منابع

- (۱) شرکت ناب صنعت بارثاوا، صاعقه‌گیر پسیو، <https://nabsanat.com/>.
- (۲) فروشگاه اینترنتی تجهیزات ارت ایران، صاعقه‌گیر الکترونیکی خازنی، <https://earthbazar.ir/>.
- (۳) شرکت پیشرو الکتریک غرب، صاعقه‌گیر پیزوالکتریک و اتمی، <http://peg-co.com/>.
- (۴) شرکت مهندسی نیرو ایستا، صاعقه چگونه ایجاد می‌شود؟، <https://niroista.com/>.
- (۵) شرکت اسپاک ایران، صاعقه‌گیر، <http://espakiran.com/>.
- (۶) شرکت تجهیزات سیستم زمین، صاعقه‌گیر چیست و انواع آن، <http://tszamin.com/>.
- (۷) شرکت سپاهان صنعت نیرو، سرج ارستر، <https://surgeprotection.ir/>.
- (۸) الکتروصنعت - نمایندگی رسمی شرکت ماشین‌سازی شمال پیروز، صاعقه‌گیر، <https://electrosanat.com/>.
- (۹) شرکت اکسین رعد، شعاع پوشش صاعقه‌گیر، <https://www.oxinraad.com/>.
- 10) Lightning Arrester, Circuit Globe, <https://circuitglobe.com/> .
- 11) What Causes Thunder and Lightning?, The Fact Site, <https://thefactsite.com/> .
- 12) What is a Lightning Arrester and How does it Work?, Kennedy Electric, <https://kennedyelectricfl.com/> .

- 13) Types of Lightning Arresters, Electrical Volt, <https://electricalvolt.com/> .
- 14) Lightning Arrester – Location, Rating and Selection, Study Electrical and Electronics Engineering Online, <https://studyelectrical.com/> .
- 15) Rodhini S, Electrical Engineer at Rodhini Safety, The Importance of Lightning Protection Devices: Advantages, <https://linkedin.com/> .
- 16) The Benefits of Installing a Lightning Arrestor, RHK Electrical, <https://rhkelectrical.com/> .
- 17) The Benefits of a Lightning Protection System for Homes, Michigan Lightning, <https://michiganlightning.com/> .
- 18) Pros and Cons of Lightning Rods, <https://myayan.com/> .