

Proteção contra descargas atmosféricas.

Proteção de estruturas e de zonas abertas mediante pára-raios com dispositivo ionizante não radioativo

António Augusto Araújo Gomes (Eng.º)
Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)
Paulo Diniz (Eng.º)
Diretor de vendas

RESUMO

As descargas atmosféricas são a consequência de um fenómeno natural de separação de cargas nas nuvens de tempestade. Benjamin Franklin, no século XIII (1707 - 1790), foi quem através de várias experiências, verificou e comprovou que as nuvens de tempestade são capazes de gerar e provocar a descarga de electricidade, sendo considerado o pai da teoria moderna da proteção contra descargas atmosféricas. A incidência de raios sobre as estruturas pode provocar danos nas instalações e colocar em risco a vida de pessoas e animais. Neste artigo pretende-se apresentar a metodologia de proteção de estruturas e zonas abertas contra descargas atmosféricas, com recurso a pára-raios com dispositivo ionizante não radioativo.

1. DEFINIÇÕES

- > **Descarga elétrica atmosférica à terra:** descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra, que pode compreender mais do que um raio;
- > **Raio:** impacto simples ou múltiplo da descarga à terra;
- > **Ponto de impacto:** ponto em que o raio atinge o solo, uma estrutura ou uma instalação de proteção contra o raio;
- > **Zona protegida:** volume protegido por um pára-raios com dispositivo de ionização não radioativo;

- > **Sistema de proteção contra o raio:** sistema completo que permite proteger estruturas, edificações e zonas abertas contra os efeitos do raio. É, em regra, constituído por uma instalação exterior e uma instalação interior de proteção contra o raio;
- > **Instalação exterior contra o raio:** uma instalação exterior de proteção contra o raio está formada por um ou mais pára-raios com dispositivo ionizante, dois ou mais condutores de baixada e um sistema de ligação à terra;
- > **Pára-raios com dispositivo ionizante não radioativo (PDI):** pára-raios provido de ponta(s) captora(s) equipado com um dispositivo de ionização do traçador que gera um avanço do traçador ascendente, evidenciado quando comparado com um pára-raios com um dispositivo de iniciação anulado, da mesma geometria, dimensões e nas mesmas condições de ensaio;
- > **Sobretensão de origem atmosférica:** sobretensão de curta duração (que não ultrapassa os milissegundos), oscilatória ou não, geralmente com um grande amortecimento;
- > **Relâmpago:** luz gerada pelo arco eléctrico do raio;
- > **Trovoada:** ruído produzido pelo deslocamento do ar devido ao súbito aquecimento causado pela descarga do raio.

2. GENERALIDADES

Uma correta identificação das cargas mais críticas e sensíveis às perturbações na rede elétrica devido a fenómenos naturais (como as descargas atmosféricas) permitirá implementar uma proteção eficaz e tornar as instalações mais "musculadas" para conseguirem suportar estes fenómenos transitórios de grande intensidade.

Esta avaliação poderá ser realizada com base no conhecimento e histórico de ocorrências de perturbações na instalação (número de avarias), pelo custo dos equipamentos e a segurança das pessoas que ocupam os edifícios que as tornam críticas e importantes na implementação de mecanismos de proteção ativa ou pela medição e ensaio de condições de segurança elétrica (medida da resistividade do solo, valor óhmico da rede de terras e medidas de isolamento). Os profissionais da área do Projeto Elétrico têm estes cuidados de análise, desde há muitos anos. Uma coisa é certa, as descargas atmosféricas e a sua perturbação nas instalações, de forma direta ou indireta, é uma realidade que teremos de conviver para sempre. Também é verdade que mesmo com todas as condições de proteção implementadas numa instalação, ninguém conseguirá assumir que teremos uma instalação 100% imune a perturbações de origem natural. A natureza é imprevisível e, por vezes, destruidora.

Muitas vezes nos colocam os problemas desta natureza com uma afirmação seguida de uma pergunta:

- > A nossa instalação tem X anos e nunca tivemos nenhum problema. Este ano tem sido uma constante com avarias em equipamentos e paragens de serviço devido à trovoada. Andamos com azar?

Duas formas de responder:

- 1) Foi azar! As ocorrências e a probabilidade associada à destruição que advêm de fenómenos naturais são alvo de uma análise estatística que correlacionam diversos fatores, sendo os mais relevantes a localização geográfica, índice cearúcnico e as dimensões das instalações.
- 2) A sua instalação não considera as proteções aconselhadas para melhor suportar as perturbações/avarias ocorridas. Terá que reavaliar a segurança da sua instalação.

Para qualquer uma das respostas obrigará a um planeamento de trabalhos para conhecer a instalação e dimensionar corretamente uma solução global e eficaz de proteção contra descargas atmosféricas.

A proteção das estruturas, instalações, equipamentos, pessoas e animais contra as sobretensões pode ser realizada com recurso às seguintes soluções:

- > **Proteção Interna ou secundária:** Proteção de equipamentos contra sobretensões geradas pela descarga de raio, por comutações na rede elétrica e induções eletromagnéticas.
- > **Proteção Externa ou primária:** Proteção de pessoas e estruturas contra o impacto direto do raio. Não protege os equipamentos existentes dentro da área protegida de danos causados pelas sobretensões.

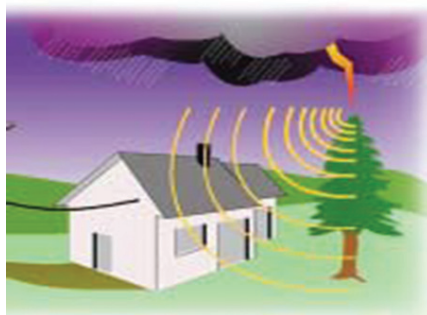
A proteção interna ou secundária deve ser realizada de acordo com a IEC 60364 (Escolha) e a IEC 61643 (Instalação). Para proteger contra as perturbações que se propagam pelas linhas de alimentação de energia, dados e por indução existem três níveis de equipamentos:

- > Descarregador de sobretensão para QGBT (proteção grossa);
- > Descarregador de sobretensão para Quadro Parcial (proteção média);

- > Descarregador de sobretensão para proteção fina à entrada de equipamentos eletrónicos (proteção fina).



Descarga sobre linha aérea.



Efeitos Indutivos.



Elevação do potencial da terra.

A proteção externa ou primária pode ser realizada com recurso a três tecnologias diferentes:

- > Haste de Franklin: solução económica para proteção de infraestruturas de pequena dimensão e sem ocupação humana;
- > Gaiola de Faraday: solução mais robusta mas muito dispendiosa;
- > Pára-raios ionizantes: solução económica para proteção de grandes áreas cobertas/descobertas.

Com a instalação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas pretende-se fundamentalmente:

- > Implementar o escoamento do raio por um caminho preferencial e em condições de segurança;
- > Reduzir as tensões de passo;
- > Reduzir o risco dos danos elétricos e humanos.

Entre as estruturas em que será necessário a instalação de um sistema de proteção contra o raio podem citar-se:

- > edifícios ou zonas abertas com frequência de público;
- > edificações de grande altura (pilares, depósitos de água, faróis, instalações de radiocomunicações e telecomunicações, entre outros);
- > Construções e depósitos em que se manipulem e ou contenham materiais perigosos (explosivos, inflamáveis, tóxicos);
- > edifícios que contenham equipamentos ou documentos especialmente vulneráveis ou valiosos (instalações de telecomunicações, computadores, arquivos, museus, monumentos históricos, patrimónios culturais, entre outros) e, em geral, estruturas utilizadas para fins comerciais, industriais, agrícolas, administrativas ou residenciais.

A decisão de dotar uma estrutura com um sistema de proteção contra o raio depende dos fatores seguintes:

- > Probabilidade de impacto de um raio na estrutura;
- > a gravidade de impacto de um raio na estrutura;
- > as consequências aceitáveis do impacto de um raio na estrutura.

Salienta-se que a colocação de um sistema de proteção contra raios não assegura a proteção absoluta das estruturas, das pessoas e dos objetos, mas reduz substancialmente o risco de danos provocados pelo impacto de raios nas estruturas protegidas.

Para qualquer uma das soluções apresentadas para proteção direta e indireta contra descargas atmosféricas existe um ponto comum nesses equipamentos e que se apresenta como base para o seu correto funcionamento: Rede de Terras. A rede de terras é vulgarmente apelidada como o "parente pobre" das instalações elétricas mas, ao longo dos anos e atualmente, assume cada vez mais um papel de enorme relevância e atenção desde a conceção do projeto elétrico, execução da obra e manutenção na fase de exploração das instalações. A principal função da rede de terras consiste em permitir o escoamento à terra das correntes indesejáveis para os equipamentos elétricos e seres humanos, reduzin-

do possíveis tensões de passo e toque até valores admissíveis pelo corpo humano. Deve cumprir as normas e regulamentos existentes, ter baixa impedância, deve ser fiável e robusto do ponto de vista mecânico, resistente à corrosão e com um tempo de vida (expetável) igual ou superior ao da instalação.

Os pressupostos devem ser atingidos de uma forma que faça sentido, tanto a nível económico como físico. Atualmente com recurso a equipamentos portáteis é possível realizar um estudo aprofundado da resistividade do solo para perceber o melhor local, a que profundidade e com que quantidade/qualidade de materiais deverão ser usados para obtermos valores de resistência da rede de terras em favor da segurança das instalações e para cumprimento das regras de instalações elétricas.

3. PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS E DE ZONAS ABERTAS MEDIANTE PÁRA-RAIOS COM DISPOSITIVO IONIZANTE NÃO RADIOATIVO

O projeto, a execução e a exploração de um sistema de proteção externa contra descargas atmosféricas diretas exige o conhecimento do respetivo enquadramento legal. Um sistema de proteção de estruturas e de zonas abertas, mediante pára-raios com dispositivo ionizante não radioativo, rege-se pela Norma Portuguesa NP 4426 de dezembro de 2003, com a emenda de 2009, juntamente com a Norma EN 62305 - Proteção contra descargas atmosféricas.

> Composição de um sistema exterior de proteção contra o raio

Um sistema de proteção exterior contra raios é constituído pelos seguintes elementos ligados entre si:

- > um ou mais pára-raios com dispositivo de ionização não radioativo (PDI);
- > dois ou mais condutores de baixada;
- > uma caixa de medição de terra por cada condutor de baixada (ligador amovível ou borne de corte);
- > uma ligação à terra por cada condutor de baixada;
- > uma ou mais uniões equipotenciais entre as ligações à terra.

A Figura 1 mostra um diagrama simplificado de um sistema exterior de proteção contra o raio.

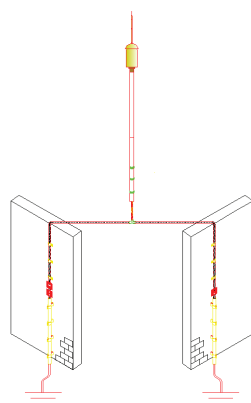


Figura 1. Diagrama simplificado de um sistema exterior de proteção contra o raio.

> Níveis de proteção

Os níveis de proteção previstos na Norma são os indicados na Tabela 1.

Tabela 1. Níveis de proteção definidos na Norma.

	Níveis de proteção					
	IV	III	II	I	I*	I**
Raio da esfera fictícia (m)	16	10	5	3	Nota 1	Nota 2
Corrente máxima de pico (kA)	60	45	30	20		
Corrente mínima de pico (kA)	100	100	150	200		
Raio da esfera fictícia (m)	16	10	5	3		
Eficácia da proteção (%)	80	90	95	98	99	99,9

Nível I* - O conjunto constituído por um PDI, as suas baixadas e as suas ligações de terra conectadas com as armaduras metálicas contínuas ou com o betão armado servem de baixadas naturais complementares. Esta conexão deve realizar-se ao nível da cobertura e do solo. No caso em que as baixadas não estejam interconetadas ao nível da cobertura, um anel na cobertura do edifício pode substituir esta função. As baixadas naturais devem estar interconetadas entre elas ao nível do solo por um condutor das fundações ou também um condutor para esse efeito.
Nível I** - Estrutura protegida por PDI de nível I* com redução do raio de proteção de 40%.

> Metodologia de avaliação do risco de impacto do raio e seleção do nível de proteção:

1. Determinação da superfície de captura equivalente;
2. Determinação da frequência esperada de impactos diretos sobre a estrutura (Nd);
3. Determinação da frequência aceitável de raios sobre a estrutura (Nc);
4. Determinação da eficácia necessária para o local (E):
 - > Se $Nd \leq Nc$ - Proteção opcional;
 - > Se $Nd > Nc$ - Proteção necessária $E = 1 - (Nc / Nd)$;
5. Definição do nível de proteção associado.

Eficácia calculada (E)	Nível de proteção necessário
$E > 0,99$	I**
$0,98 < E \leq 0,99$	I*
$0,95 < E \leq 0,98$	I
$0,90 < E \leq 0,95$	II
$0,80 < E \leq 0,90$	III
$0 < E \leq 0,80$	IV

Tabela 2. Nível de proteção necessário em função da eficácia requerida para a infraestrutura.

> Alguns aspetos normativos

- > O modelo de proteção descrito no anexo A da Norma NP 4426, apenas se aplica para valores de avanço à ionização (Δt) inferiores ou iguais a 60 μs .
- > A ponta de um pára-raios com dispositivo de ionização (PDI) deve estar situada no mínimo a 2 metros acima da zona que protege, incluindo antenas, torres de arrefecimento, telhados, depósitos, entre outros.
- > Cada pára-raios com dispositivo de ionização será unido à terra, no mínimo, por duas baixadas.
- > O condutor de baixada deve instalar-se de tal forma que o seu trajeto seja o mais direto e retilíneo possível. Os raios de curvatura não devem ser inferiores a 20 cm.
- > Os condutores das baixadas devem estar protegidos contra impactos mecânicos até uma altura mínima de 2 m a partir do solo.
- > Os condutores de baixada podem ser planos ou redondos maciços e ter uma secção mínima de 50 mm².
- > Cada condutor de baixada deve ser dotado de uma caixa de medição de terra ou junta de controlo, intercala na baixada a 2 metros de altura do solo.
- > A baixada mais curta deve ser dotada de um contador de descargas, instalado acima da caixa de medição de terra.
- > A resistência de ligação à terra deve ser inferior a 10 Ω .

4. CONCLUSÕES

Dada a necessidade de garantir a segurança das pessoas e animais, dado o valor do edificado e do recheio do mesmo e, considerando a disponibilidade de diversas soluções técnicas e tecnológicas de proteção das infraestruturas contra os efeitos do raio, cada vez mais se justifica, além das situações em que por lei seja obrigatório, a instalação de sistemas de proteção contra o raio. ▲