



EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Delmonte
Friedrich

Sistema de aterramento e proteção contra descargas elétricas

Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Identificar a finalidade do aterramento elétrico.
- Reconhecer o princípio de funcionamento do para-raios tipo Franklin.
- Explicar como os sistemas de SPDA, o aterramento elétrico e os para-raios protegem os equipamentos elétricos contra descargas atmosféricas.

Introdução

Os sistemas de aterramento e proteção contra descargas elétricas são fundamentais para a proteção de pessoas e de equipamentos ligados à rede elétrica. O aterramento, na prática, serve para controlar a tensão em relação à terra dentro de limites previsíveis. Já a proteção contra descargas elétricas é garantida pelos SPDAs, que são os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, e obedecem a uma série de exigências de acordo com as características das edificações e locais onde estão situadas. Hoje em dia, a demanda por energia elétrica vem aumentando cada vez mais, os equipamentos são mais sofisticados e potentes e, para somar a essas questões, há as condições climáticas cada vez mais severas, com o aumento significativo de descargas atmosféricas em grandes cidades onde há alta concentração de pessoas e toda uma infraestrutura elétrica, eletrônica e de edificações.

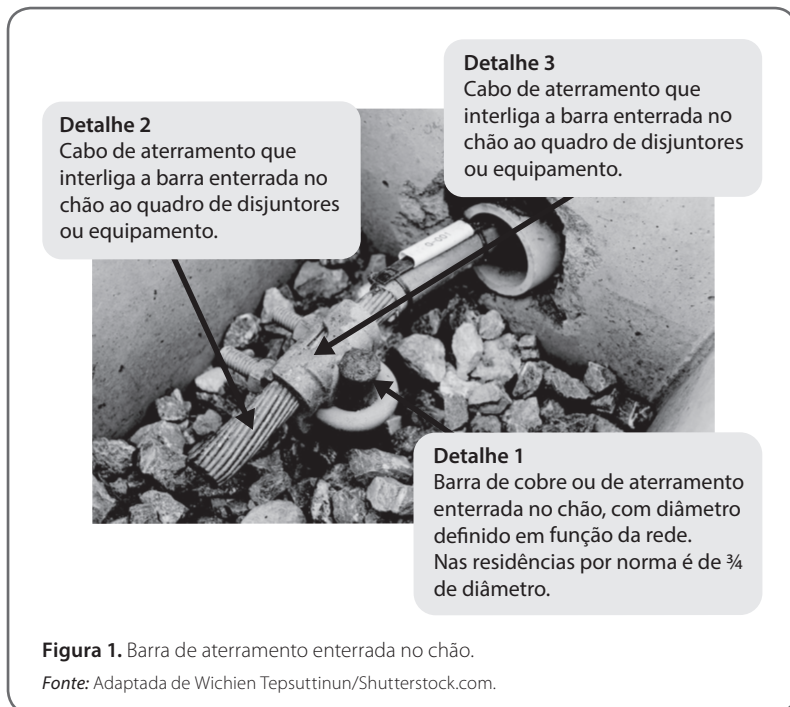
Neste texto, você vai conferir aspectos importantes referentes ao aterramento elétrico e aos sistemas de descargas elétricas, contemplando os sistemas de SPDAs.

Aterramento elétrico

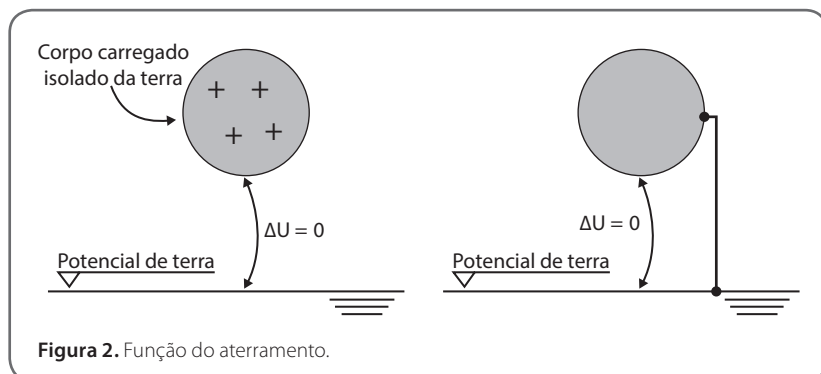
A finalidade dos sistemas de aterramento é escoar cargas não estáticas de instalações elétricas e cargas estáticas provenientes do atrito. O sistema de aterramento deve atender aos seguintes requisitos (COPEL, 2013):

- capacidade adequada de condução de corrente;
- possuir valor de resistência invariável com as condições climáticas;
- apresentar vida útil compatível com a vida do sistema a ser protegido;
- proporcionar segurança à vida humana e aos equipamentos aos quais foi eletricamente conectado.

Trata-se de uma barra, segundo as Normas Técnicas, que é enterrada no chão, conforme Figura 1, detalhe 1, na qual é conectado o fio de aterramento, detalhe 2, que irá para o equipamento ou quadro de disjuntores a ser aterrado. Para a conexão desse fio à barra de aterramento, é utilizado um conector específico, conforme ilustra o detalhe 3 da Figura 1.



Uma das finalidades dos sistemas de aterramento é escoar cargas estáticas acumuladas em carcaças de máquinas e equipamentos, bem como de estruturas metálicas. Sem o aterramento, as pessoas podem levar choque ao encostar em tais equipamentos ou estruturas, conforme ilustra a Figura 2.



Saiba mais

O “terra” de referência nem sempre será a Terra — a prova disso é que aviões possuem terminais de aterramento.

A energia estática é originada do atrito decorrente inclusive de corpos metálicos com o ar, no caso uma aeronave. Segundo Almeida, Chaves Junior e Guedes (2007), os meios para se evitarem descargas eletrostáticas em aeronaves são a metalização de componentes, o aterramento de componentes específicos, a utilização de descarregadores estáticos nas superfícies das aeronaves, bem como o emprego de tapetes feitos de borracha vulcanizada.

Segundo Nascimento (2013, p. 15):

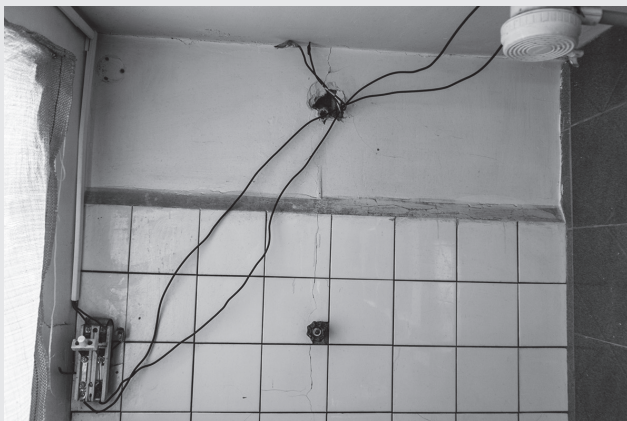
Com as inovações tecnológicas advindas da eletrônica de potência, micro-eletrônica e telecomunicações o aterramento elétrico vem desempenhando papel chave na proteção, confiabilidade e qualidade de energia dos sistemas elétricos, seja no âmbito residencial, comercial e industrial, dada sua importância na segurança à vida das pessoas e dos animais.



Exemplo

Se um chuveiro elétrico de 100 V e 4400 W de potência ligado a uma tubulação de plástico apresentar falha de isolamento e uma pessoa tocar no chuveiro ou na tubulação, a corrente de choque para a tensão de contato de 100 V será de 140 mA em razão da umidade da pele.

Se o contato for interrompido em menos de 75 mS, não haverá danos à pessoa. Caso contrário, haverá efeitos fisiológicos significativos, podendo levar inclusive a óbito. Portanto, chuveiro não é brincadeira e deve ser devidamente instalado, inclusive com aterramento. A Procobre ([2018]) estima que 90% das casas em todo o mundo tenham instalações elétricas inseguras, e que quase 70% dos incêndios em edifícios sejam causados por sobreaquecimento dos cabos elétricos. A figura a seguir ilustra uma instalação inadequada, sem aterramento, de chuveiro, o que pode causar acidentes com morte.



Fonte: Matyas Rehak/Shutterstock.com.



Fique atento

Em pleno século XXI, a maioria das edificações no mundo apresenta instalações deficitárias. Aos poucos, no Brasil, em razão de uma série de acidentes com inúmeras vítimas, os órgãos de segurança estão cobrando cada vez mais que as edificações sejam adequadas às normas de segurança. Portanto, trata-se de uma excelente oportunidade de atuação para os engenheiros. É necessário que a sociedade se conscientize de que não se pode mais morar e trabalhar em edificações sem aterramento e sem sistemas de para-raios como os SPDAs. Faça sua parte, exija que seja feito o certo e não ceda à não implementação de questões técnicas fundamentais para a sua segurança e da população.

Segundo o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN, [2018a], documento on-line):

A fabricação de para-raios radioativos no Brasil foi autorizada de 1970 até 1989 porque a literatura técnica da época indicava que os captadores radioativos tinham uma eficiência maior que os convencionais. Porém, em 1989, a Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN, através da Resolução n. 4/89, suspendeu a autorização para a fabricação e instalação deste tipo de captor, baseada em estudos feitos no Brasil e no exterior que demonstraram que o desempenho dos para-raios radioativos não era superior ao dos convencionais na proteção dos edifícios, não se justificando, assim, o uso de fontes radioativas.

Princípio de funcionamento do para-raios Franklin

O para-raios tipo haste, conhecido como para-raios Franklin, é instalado no alto das edificações, conforme ilustra a Figura 3. Esse tipo de para-raios forma um cone de proteção cujo vértice se encontra no topo da haste captora. Trata-se de uma haste metálica que contém captadores de descargas elétricas. Quando são atingidos, conduzem a descarga elétrica para um cabo devidamente dimensionado que é conectado a uma barra de aterramento geralmente de cobre, no solo, dissipando-a e protegendo as edificações.

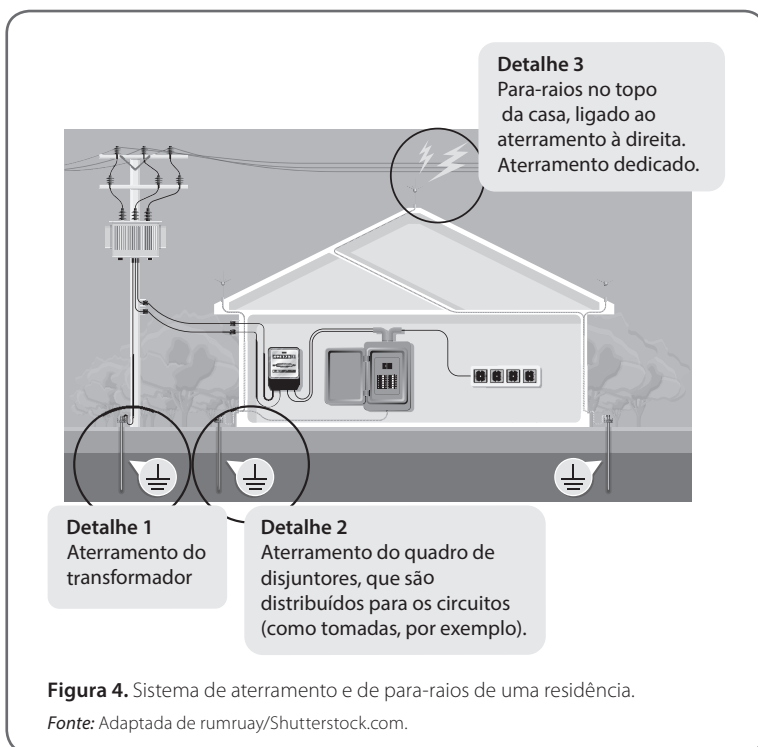


Figura 3. Para-raios tipo Franklin no topo de uma edificação.

Fonte: Sirichai Lomrattana/Shutterstock.com.

Proteção dos equipamentos elétricos com sistemas de SPDA, aterramento elétrico e para-raios

Conforme ilustra a Figura 4, em uma residência ou prédio comercial, na área que o circunda, onde há o poste de luz com transformador, por exemplo, há aterramento do transformador, visto no detalhe 1. Tem-se, conforme mostra o detalhe 2, o aterramento da caixa de disjuntores a partir da qual será distribuído aterramento para os demais circuitos prevenindo contra incêndio. E tem-se ainda no topo da casa ou edificação o para-raios, que apresenta um aterramento independente, visto no detalhe 3. Esse é um esquema que mostra como ocorre a proteção contra descargas elétricas de uma edificação.





Saiba mais

Segundo o INPE (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, [2018b], documento on-line):

Embora tenha sido criado oficialmente em 1995, o Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) tem sua origem nas pesquisas científicas e tecnológicas em eletricidade atmosférica desenvolvidas no INPE desde 1979 na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas. O ELAT é o primeiro grupo de pesquisa sobre raios criado no Brasil e faz parte do Centro de Ciências do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. É considerado uma referência mundial nas pesquisas sobre eletricidade atmosférica.

Os sistemas SPDA, também conhecidos como para-raios, devem atender à norma NBR5419/2005 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005). Na prática, o raio é um curto-circuito entre a nuvem e a terra, sendo imprevisível em termos de tempo e intensidade, e, apesar de todo o estudo e pesquisas realizadas por institutos de referência como o INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), ainda são um desafio para a sociedade, e provocam muitos danos à população, inclusive com mortes.

A Figura 5 mostra como funciona um Sistema SPDA em uma edificação. É possível observar que o elemento para-raios em si, situado no topo da edificação, é apenas um dos tantos existentes nesse conjunto, e está interligado por cabos e condutores até atingir o solo onde se encontra uma malha formada por diversas barras de aterramento de cobre, formando um cinturão no entorno da edificação, que é o que garante o correto funcionamento do sistema. Portanto, um sistema SPDA, em geral, não é formado por apenas um ponto de aterramento, e sim por vários, até atingir todo o perímetro especificado em projeto. Nota-se também que o sistema de gás recebe aterramento individual e projetado para tal. A norma NBR5419/2005 deve ser amplamente estudada, assim como a NR10 que atende a questões de segurança do trabalhador que fará as instalações do SPDA.

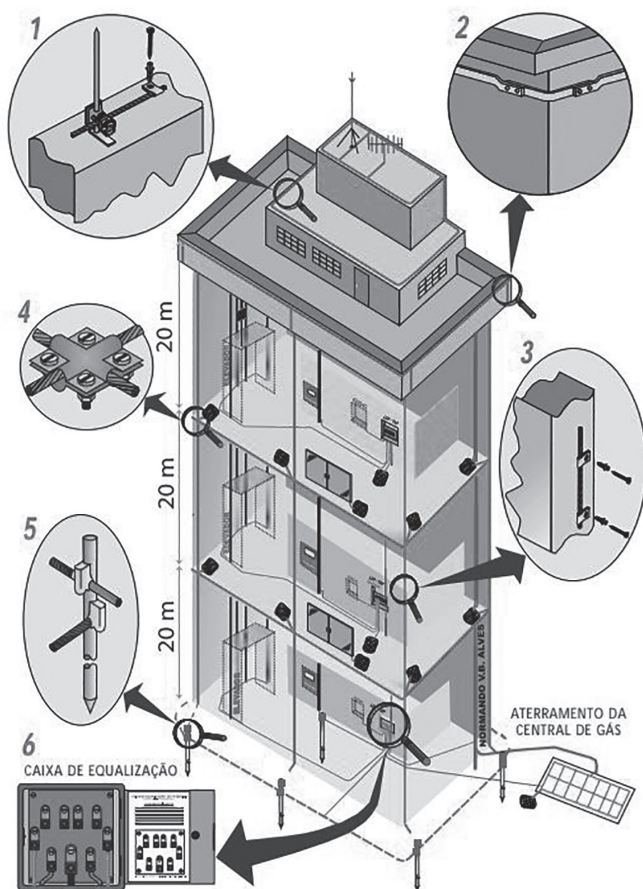


Figura 5. Esquema de instalação de sistema SPDA em uma edificação.

Fonte: Procobre ([2018], documento on-line).

Um adequado projeto de SPDA deve atender às seguintes etapas (PROCOBRE, [2018]):

1. Seleção do nível de proteção de acordo com a edificação (Quadro 1).

Quadro 1. Tipo de edificação e os níveis de proteção

Edificações de explosivos. Inflamáveis, indústrias químicas, nucleares, laboratórios bioquímicos, fábricas de munição e fogos de artifício, estações de telecomunicações, usinas elétricas, refinarias, indústrias com risco de incêndio, etc.	Nível I
Edificações comerciais, bancos, teatros, museus, locais arqueológicos, hospitais, prisões, casas de repouso, escolas, igrejas e áreas esportivas	Nível II
Edifícios residenciais, indústrias, estabelecimentos agropecuários e fazendas com estrutura em madeira	Nível III
Galpões com sucata ou conteúdo desprezível. Fazendas e estabelecimento agropecuário com estrutura em madeira	Nível IV

Fonte: Adaptado de PROCOBRE (2018).

- 2. Definição do método a ser utilizado e o espaçamento entre os condutores de descida (Tabela 1).**
- 3. Definição do tipo de condutor e sua bitola (Tabela 2).**

Tabela 1. Método e espaçamento

		Ângulo do captor Franklin							
Nível de proteção	Raio esfera (m)	Até 20 m	h 21 m a 29 m	h 30 m a 44 m	h 45 m a 59 m	h > 60 m	Malha da Gaiola	Espaçamento das descidas	Eficiência do SPDA
I	20	25°	A	A	A	B	5 × 10	10	95–98%
II	30	35°	25°	A	A	B	10 × 20	15	90–95%
III	45	45°	35°	25°	A	B	10 × 20	20	80–90%
IV	60	55°	45°	35°	25°	B	20 × 40	25	Até 80%
Unidades	Metros	Graus	Graus	Graus	Graus		Metros	Metros	Porcentagem
A: aplicar somente gaiola Faraday ou esfera rolante. B: aplicar somente gaiola Faraday. h: altura do captor em relação ao solo.									

Fonte: Adaptada de PROCOBRE (2018).

Tabela 2. Tipos de condutor e bitolas

Nível de proteção	Material	Captor e anéis intermediários	Descidas até 20 m	Descidas acima de 20 m	Aterramento	Equalizações de potenciais mm ²	
						Alta corrente	Baixa corrente
I a IV	Cobre	35	16	35	50	16	6
	Alumínio	70	25	70	—	25	10
	Aço galvanizado a fogo	50	50	50	80	50	16

As bitolas acima se referem à seção transversal dos condutores em mm².

Fonte: Adaptada de PROCORE (2018).



Exercícios

1. O que é um sistema de aterramento?
 - a) Sistema para economizar energia.
 - b) Sistema para evitar surtos de tensão.
 - c) Sistemas que diminuam custos das instalações elétricas.
 - d) Sistemas que ligam condutores a hastes ligadas fisicamente a terra (enterradas no solo), para proteção de pessoas e equipamentos.
 - e) Nenhuma resposta está correta.
2. Qual é o tamanho mínimo de uma haste de aterramento que podemos utilizar em um simples aterramento para um componente físico, ou seja, um computador?
 - a) 1 m.
 - b) 1,30 m.
 - c) 2,20 m.
 - d) 3 m.
 - e) 3,20 m.
3. Qual é o efeito da corrente de toque no corpo humano para apresentar risco à saúde?
 - a) Apenas um choque de miliampères.
 - b) Passagem de uma pequena corrente pelo corpo.
 - c) Passagem de corrente de alguns ampères.
 - d) Fibrilação e parada cardíaca devido à alta corrente que passará pelo corpo.
 - e) Nenhuma resposta está correta.
4. Qual é a cor predominante para o isolamento do condutor de aterramento do equipamento?
 - a) Verde.
 - b) Verde ou verde-amarelo.
 - c) Vermelho.
 - d) Esmaltado.
 - e) Preto.
5. Quais são os principais componentes de um SPDA Franklin?
 - a) Captor Franklin, isoladores, conector e cabo de cobre condutor.
 - b) Captor Franklin, isoladores, condutores de descida.
 - c) Captor Franklin, isoladores, condutores de descida, hastes de terra (aterramento).
 - d) As alternativas a, b e c estão corretas.
 - e) Nenhuma resposta está correta.



Referências

ALMEIDA, S.; CHAVES JUNIOR, E. G.; GUEDES, J. R. A. *Descargas eletrostáticas no ambiente de aviação*. Jacaré, SP: FEAU/UNIVAP, 2007.

COPEL. *Manual de instruções técnicas: aterramento de redes de distribuição*. Curitiba: COPEL, 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES (IPEN). *Recebimento de para-raios radioativos*. São Paulo, [2018a]. Disponível em: <https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=1145&campo=1876>. Acesso em: 28 jun. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES (IPEN). *ELAT: histórico*. São José dos Campos, SP. [2018b]. Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/elat/elat.historico.php>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

NASCIMENTO, C. L. *Diagnóstico de corrosividade de eletrodo de aterramento elétrico cobreado*. 2013. 114 f. Dissertação (Mestre na Área de concentração: materiais metálicos) - Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <<http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/246.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

PROCOBRE. *Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas*. [2018]. Disponível em: <<https://www.procobre.org/pt/wp-content/uploads/sites/4/2018/03/ie08-spda.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

Encerra aqui o trecho do livro disponibilizado para esta Unidade de Aprendizagem. Na Biblioteca Virtual da Instituição, você encontra a obra na íntegra.

Conteúdo:



SOLUÇÕES
EDUCACIONAIS
INTEGRADAS