



Guia para proteção contra descargas atmosféricas

Como suporte para planeamento de sistemas de descargas atmosféricas e de proteção contra sobretensões

Building Connections

OBO
BETTERMANN

Prefácio

A OBO Bettermann é um dos fabricantes mais experientes de sistemas de proteção contra raios e sobretensões em todo o mundo. A OBO desenvolve e produz componentes de proteção contra raios em conformidade com as normas há quase 100 anos. O rápido triunfo das máquinas de escrever elétricas e dos computadores modernos começou no início dos anos 1970. Aqui a OBO reagiu com a proteção contra raios V-15 e estabeleceu novos padrões. Inúmeros produtos novos, como a primeira proteção contra sobretensão tipo 2 conectável com marca de teste VDE ou a primeira proteção contra raios tipo 1 conectável com tecnologia de carbono, estabeleceram as bases para nossa completa gama.

Já na década de 1950, a OBO foi o primeiro fabricante a publicar orientações sobre a proteção contra raios. O foco aqui foi na proteção externa contra raios e nos sistemas de ligação à terra. No entanto, as informações aos projetistas foram expandidas para incluir proteção contra sobretensão para sistemas de energia, dados e MSR. O lema "A PROTEÇÃO CONTRA RAIOS DÁ SEGURANÇA" ainda é relevante e a proteção externa contra raios garante a proteção passiva contra o fogo no caso de um raio direto.

Hoje, esta edição do guia de proteção contra raios representa uma continuação lógica do suporte para a instalação de sistemas profissionais de proteção contra raios instalados de acordo com o estado da arte.

A pesquisa e o desenvolvimento internos foram ampliados em 1996 com o novo centro de pesquisa BET, com um dos maiores geradores de corrente de impulso de raios da Europa e várias instalações de teste. No centro de testes BET de hoje, os componentes de proteção contra raios e sobretensões, estruturas de proteção contra raios e dispositivos de proteção contra sobretensões são testados por especialistas altamente qualificados de acordo com os padrões.



Do arquivo: Proteção contra raios de 1958

A OBO apoia e promove a normalização nacional e internacional da proteção contra raios da série VDE 0185-305 (IEC 62305).

Como membro da VDB (Association of German Lightning Protection Companies e. V.) e no VDE-ABB (Comitê de Proteção contra Raios e Pesquisa de Raios), são consideradas as experiências atuais e os aspectos da ciência e da prática.

A parceria com o cliente é a prioridade máxima da OBO e os colaboradores da OBO dão apoio em todas as fases do projeto com questões sobre produtos, instalação ou aconselhamento de planeamento. A melhoria constante estabelece as bases para novos produtos e documentação. O guia destina-se a fornecer suporte prático. Estamos abertos a sugestões de melhoria.

Desejamos a todos os leitores e especialistas em proteção contra raios os maiores sucessos em sua importante tarefa de manter pessoas, edifícios e equipamentos protegidos contra correntes de raios e sobretensões elétricas.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "A. Bettermann".

Andreas Bettermann

OBO Bettermann Holding GmbH Co.KG
www.obo.de

Capítulo 1
Introdução geral

Capítulo 2
O sistema externo de proteção contra raios

Capítulo 3
O sistema interno de proteção contra raios

Capítulo 4
Teste, manutenção e documentação

Capítulo 5
Pequeno glossário sobre proteção contra sobretensões



Protegido

O princípio da "Proteção elevada a quatro":

Os sistemas de proteção contra raios da OBO Bettermann coordenados entre si, seguros e testados protegem seres humanos, edifícios e valores materiais. De acordo com a aplicação e com o âmbito da proteção, a OBO Bettermann oferece a seleção certa de produtos. Sobretensões representam uma ameaça constante para edifícios e seres humanos. Somente quando as sobretensões são gradualmente reduzidas no âmbito de um conceito de zonas de proteção contra raios, está assegurada uma proteção eficaz. Os nossos sistemas de proteção contra sobretensões estão idealmente coordenados entre si e com as exigências nas diversas zonas - desde o dispositivo de captura que tem de descarregar toda a energia de um raio incidente, até à proteção fina da rede, que elimina os últimos picos de tensão diretamente antes de um aparelho terminal.

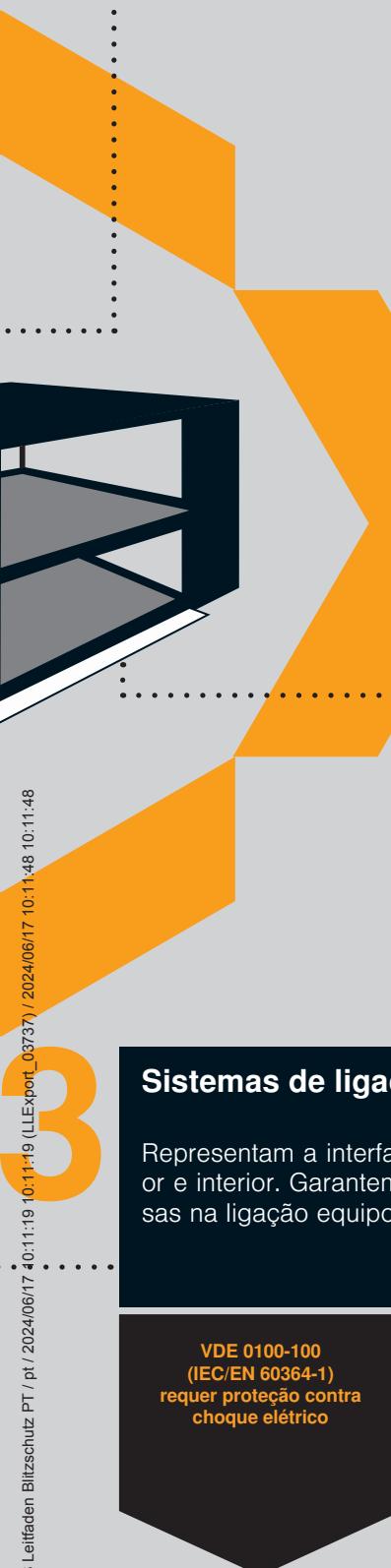


Sistemas de proteção contra sobretensões

Os sistemas de proteção contra sobretensões formam uma barreira de vários níveis, através da qual, não passa qualquer sobretensão.

Conforme
VDE 0100-443
(IEC 60364-4-44)
VDE 0100-534
(IEC 60364-5-53)
é proteção contra sobretensões
Obrigação

A proteção contra raios oferece segurança! A proteção contra raios é proteção contra incêndios, na medida em que são evitadas faíscas e fogo durante a incidência do raio. A proteção contra sobretensões é proteção contra incêndio, na medida em que são evitados curtos-circuitos no caso de incidência de um raio.



Sistemas de captação e derivação de raios

As incidências diretas de raios com uma energia até 200.000 A são recebidas de forma fiável pelos sistemas de captação e conduzidas para a terra de um modo seguro através do sistema de derivação.

1

VDE 0185-305
(IEC/EN 62305)

+
Regulamentos-Quadro da Construção Civil e estadual requerem proteção contra raios

2

Ligaçāo à terra

Se o raio descarregado atingir o sistema de ligação à terra, 50 porcento da energia é transferida para a terra enquanto a outra metade flui pelo sistema de compensação de potencial.

VDE 0185-305
(IEC/EN 62305)

+
DIN 18014
solicitar

Elétrodo de terra de fundações

3

Sistemas de ligação equipotencial

Representam a interface entre a proteção contra descargas atmosféricas exterior e interior. Garantem que no edifício não surgem quaisquer diferenças perigosas na ligação equipotencial.

VDE 0100-100
(IEC/EN 60364-1)
requer proteção contra choque elétrico

1

Todos os anos seres humanos, animais e bens materiais são ameaçados e danificados por incidências de raio. Surgem elevados danos materiais com uma tendência crescente. Falhas de aparelhos eletrónicos conduzem a perdas económicas na indústria e à perda de conforto no setor privado. A proteção pessoal e preventiva contra incêndios já é legalmente exigida nos Códigos de Construção. Mesmo funções de soberania como a Polícia, Serviços de Salvamento e Bombeiros são particularmente dignas de proteção.

Tendo como base as normas atuais, é possível determinar a necessidade de um sistema de proteção contra incêndios. Além disso, é ainda possível comparar a rentabilidade da instalação sem proteção e com danos com os custos de um sistema de proteção com os danos que foram impedidos. A versão técnica das medidas de proteção necessárias está regulada nas atuais normas. Para a construção de um sistema de proteção contra raios devem ser utilizados componentes adequados.

Capítulo 1: Introdução geral

| | |
|---------|--|
| 1 | Introdução geral |
| 1.1 | O raio |
| 1.1.1 | Formação de raios |
| 1.1.1.1 | Tipos de tempestade |
| 1.1.1.2 | Separação de carga |
| 1.1.1.3 | Distribuição de carga |
| 1.2 | Ameaça por descargas atmosféricas |
| 1.2.1 | Perigo para as pessoas |
| 1.2.2 | Perigo para edifícios e instalações |
| 1.2.2.1 | Sobretensões transitórias |
| 1.2.2.2 | Sobretensões de raio |
| 1.2.2.3 | Efeitos de sobretensões |
| 1.3 | Classificação normativa das fontes e causas dos danos |
| 1.4 | Correntes de ensaio e sobretensões simuladas |
| 1.5 | Questões jurídicas e necessidade |
| 1.5.1 | Normas de proteção contra raios e sobretensões |
| 1.5.2 | Hierarquia das normas: internacional/europeia/nacional |
| 1.5.3 | Estado das normas nacionais e proteção contra raios alemãs |
| 1.5.4 | Leis da construção |
| 1.5.4.1 | Objetivos de proteção das leis da construção |
| 1.5.4.2 | Classes de edifícios (tendo a Alemanha como exemplo) |
| 1.5.4.3 | Construções especiais |
| 1.5.4.4 | Quatro pilares da proteção contra incêndio |
| 1.5.6 | Responsabilidade do instalador |
| 1.5.7 | Responsabilidade do operador |
| 1.6 | Consequências económicas de danos provocados por raios e sobretensão |
| 1.7 | Análise de risco da proteção contra raios e distribuição em classes de proteção contra raios |
| 1.7.1 | Frequência de raios por região |
| 1.7.2 | Superfície de captação equivalente |
| 1.7.3 | Avaliação do risco de danos |
| 1.7.4 | Atribuição empírica das classes de proteção contra raios |
| 1.7.5 | Cálculo económico de sistemas e proteção contra raios |
| 1.7.5.1 | Custos sem sistemas de proteção contra raios |
| 1.7.5.2 | Custos com sistemas de proteção contra raios |
| 1.7.5.3 | Contraposição dos custos por danos de raio com ou sem sistemas de proteção contra raios |
| 1.8 | Componentes de proteção contra raios e sobretensão no laboratório de testes |
| 1.8.1 | Testes em conformidade com as normas |
| 1.8.2 | Certificação |
| 1.9 | Componentes da proteção contra raios e sobretensões |
| 1.9.1 | Proteção contra sobretensões como parte da ligação equipotencial |



"A forma mais segura de, numa casa, se proteger contra um raio é instalar um para-raios, dado este ser construído de tal modo, que a matéria de uma nuvem de tempestade pode descer pelo para-raios para a terra, sem tocar numa única viga da casa."

Catecismo sobre a tempestade de Joseph Kraus, 1814

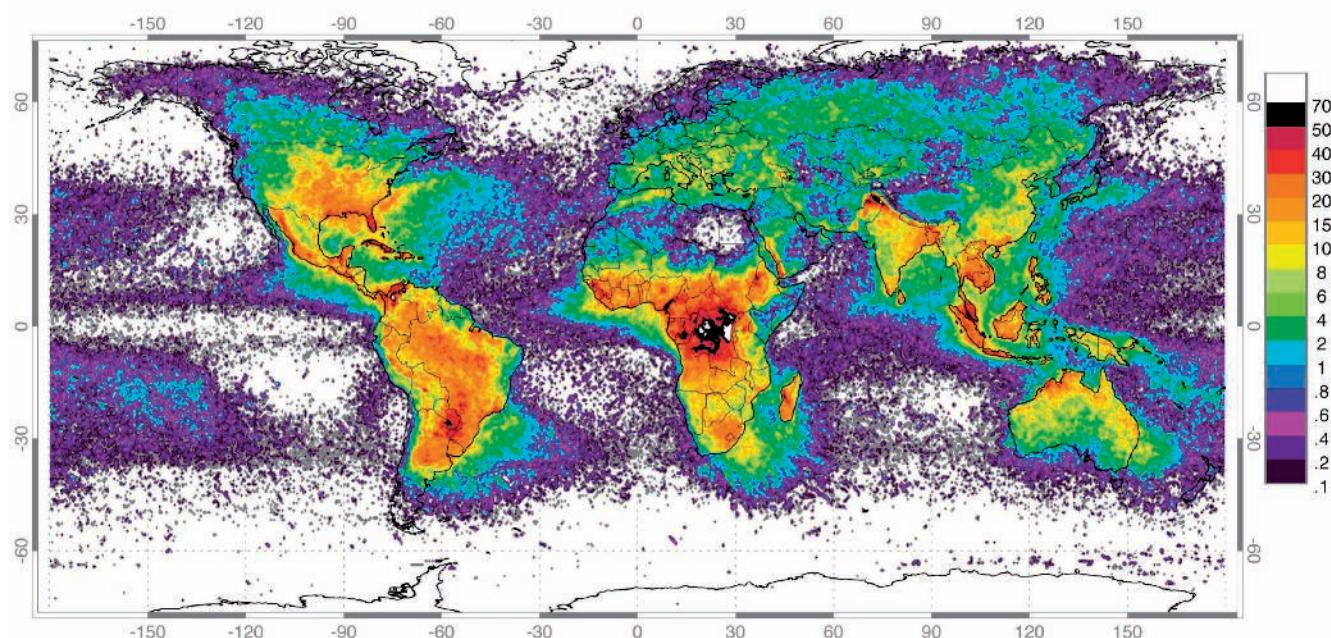
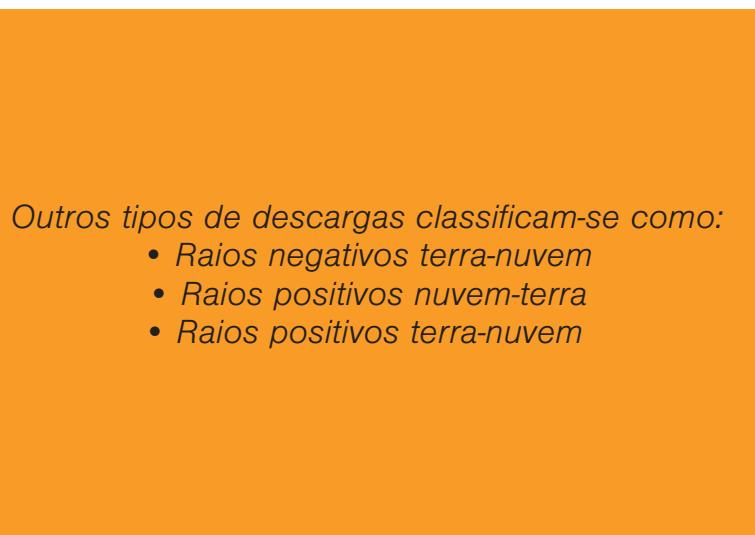
1. Introdução geral

Um raio na natureza é uma descarga de faísca ou um arco de curto prazo. A descarga pode ocorrer entre diversas nuvens ou mesmo entre uma nuvem e a terra. Em qualquer caso, um raio surge durante uma tempestade. Neste caso, é acompanhado por um trovão e pertence aos meteoros elétricos. Neste caso, são trocadas cargas elétricas (eletrões ou iões de gás), ou seja, correm correntes elétricas. Os raios também podem ter origem na terra, de acordo com a polaridade do carregamento eletrostático.

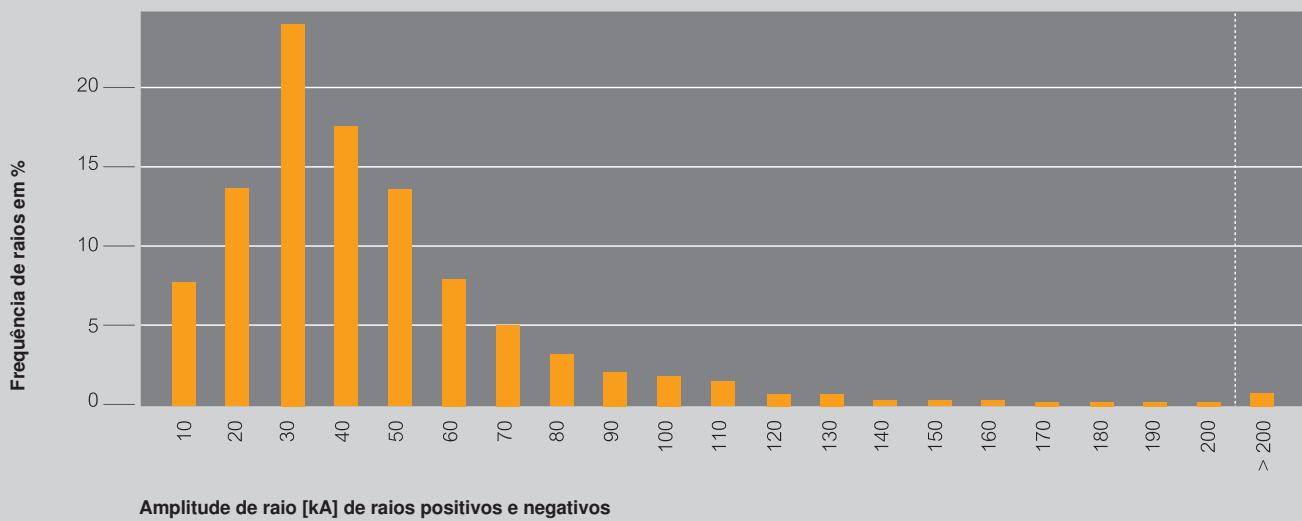
90% das descargas atmosféricas entre as nuvens e a terra correspondem a raios negativos nuvem-terra. O raio inicia-se numa área de carga negativa da nuvem e se propaga para a superfície da terra carregado positivamente.

Além disso, a maioria das descargas ocorre no interior de uma nuvem ou entre diversas nuvens.

A densidade de raios anual à escala mundial foi determinada pela NASA no período entre 1995 e 2003. Por intermédio de valores locais, é possível determinar o número anual de incidência de raios por km^2 , mesmo para países sem registo nacional dos impulsos de raio. Para uma estimativa de risco segundo a VDE 0185-305-2 (IEC/EN 62305-2) é recomendado duplicar estes valores.



Densidade de raios como número anual de incidências de raio por km^2 no período entre 1995 e 2003 (www.nasa.gov)



Divisão da frequência de raios para a amplitude de raios

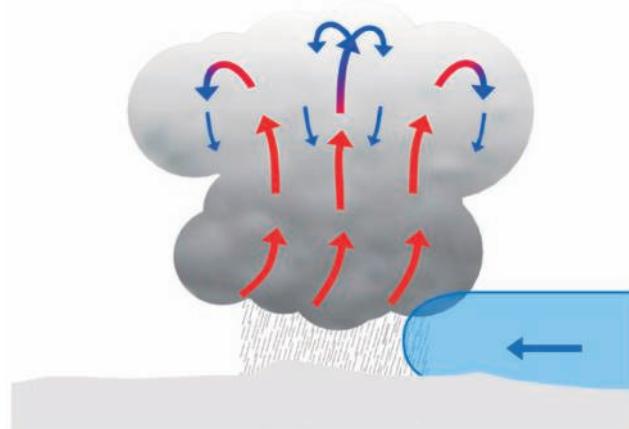
1.1 O raio

Raios e sobretensões colocam em perigo pessoas e bens. Cerca de dois milhões de raios caem todos os anos na Alemanha, uma tendência em crescimento. Descargas atmosféricas ocorrem tanto em espaços rurais como em áreas densamente povoadas, colocando em risco pessoas, edifícios e equipamentos técnicos. Especialmente devido a sobretensões, ocorrem anualmente danos de valor superior a várias centenas de milhões de Euros.

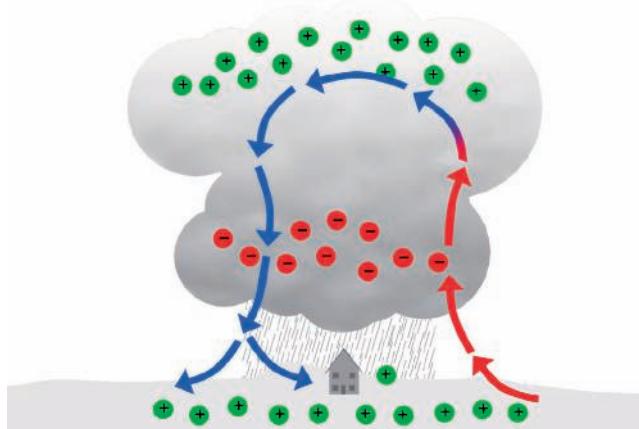
Um sistema de proteção contra raios consiste em medidas de proteção contra raios exteriores e interiores e protege pessoas de ferimentos, sistemas estruturais da destruição e aparelhos elétricos da falha por danos provocados por sobretensões.

Importantes indicadores relativos a raios:

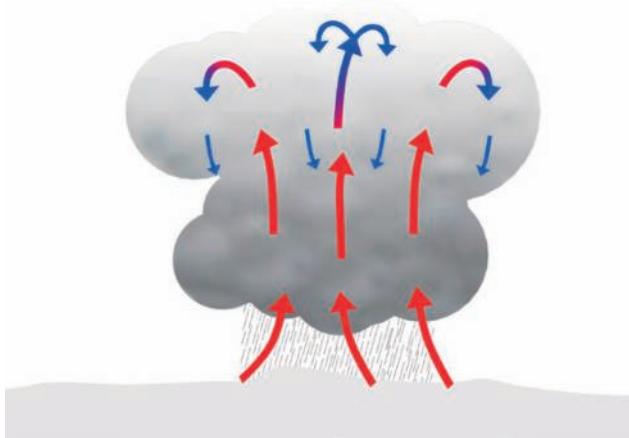
- 1.500.000.000 incidências de raio por ano a nível mundial
- 2.000.000 incidências de raio por ano na Alemanha
- 450.000 danos por sobretensões por ano na Alemanha
- Danos de sobretensão num raio de até 2 km à volta da incidência do raio
- a maioria dos raios situa-se na gama de 30 a 40 kA



Tempestade de frente fria



Ocorrência de raios por separação de carregamento



Tempestade de calor

1.1.1 Formação de raios

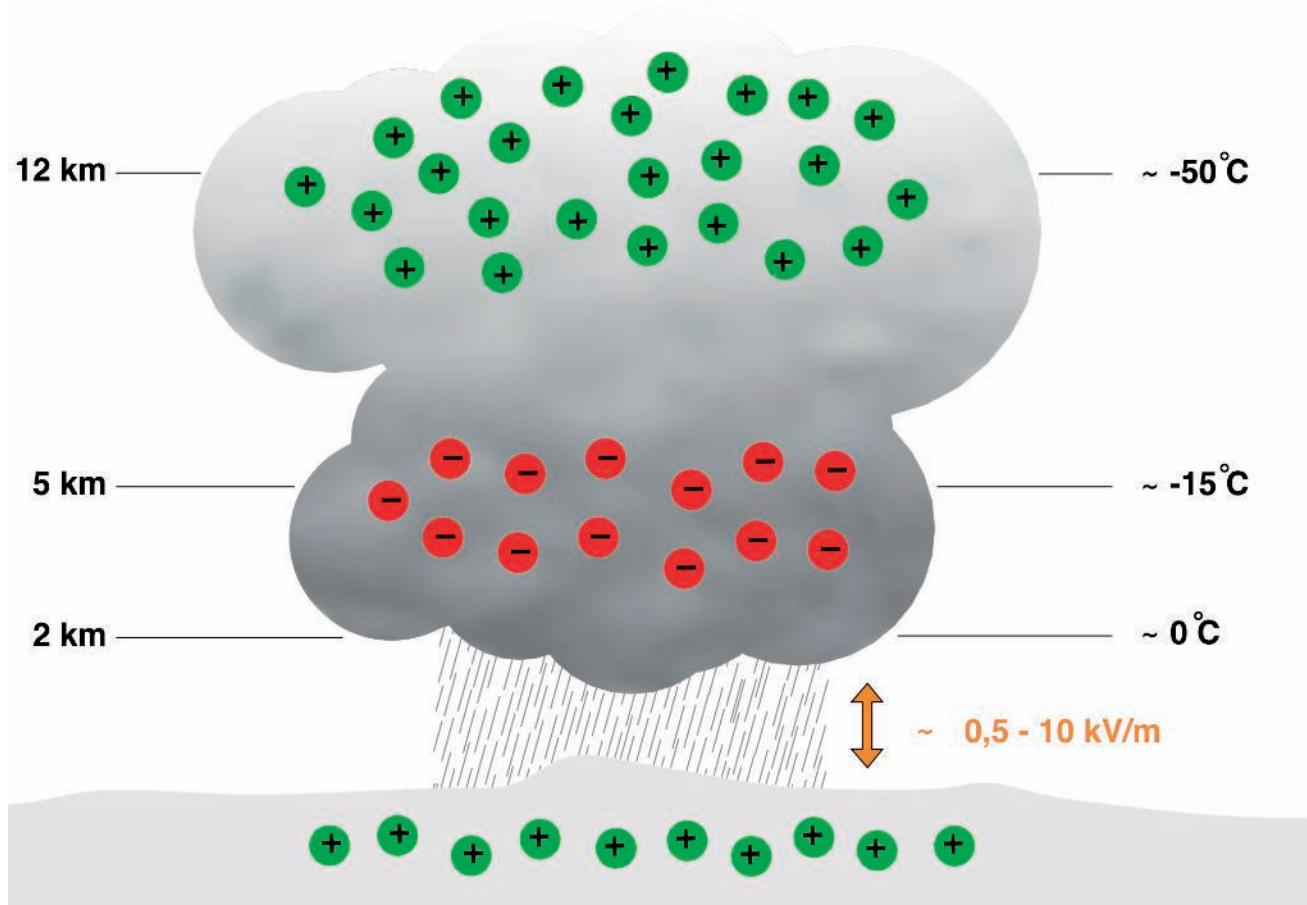
As frentes de trovoada podem surgir quando as nuvens se expandem até alturas de 15.000 m.

1.1.1.1 Tipos de tempestade

As trovoadas de frente fria surgem através do encontro de ar quente húmido com uma frente de ar frio. As tempestades de calor são desencadeadas através da radiação solar intensiva e a subida rápida do ar quente húmido a grandes alturas.

1.1.1.2 Separação de carregamento

Durante a subida de ar quente, húmido, a humidade do ar condensa dando origem à formação de cristais de gelo a maiores alturas. A forte corrente ascendente até 100 km/h faz com que os cristais de gelo leves se desloquem para as zonas superiores enquanto as partículas de gelo mais pesadas se mantêm na parte inferior. Os impactos e fricções que se produzem com todo este movimento geram a descarga elétrica.



Distribuição de carregamento numa nuvem

1.1.1.3 Distribuição de carregamento

Em determinados estudos comprovou-se que as pe- dras de granizo descendentes (zona com temperatura superior a -15°C) possuem cargas negativas e os crista- tais de gelo ascen- dentes (zona com tem- peratura inferior a -15°C) possuem cargas po- sitivas. Os cri- sta- tis de gelo leves são tra- portados com a corrente ascen- dente para re- giões su- periores da nuvem, as pe- dras de granizo des- cem para zonas ce- ntrais da nu- vem.

Distribuição típica das cargas:

- Na parte superior positivas, no centro negativas e na parte inferior ligeiramente positivas
- Na zona próxima do solo também se encontram cargas positivas.
- A intensidade do campo necessária para desen- cear um raio depen- de da capacida- de de isolamen- to do ar e encontra- se entre 0,5 e 10 kV/m

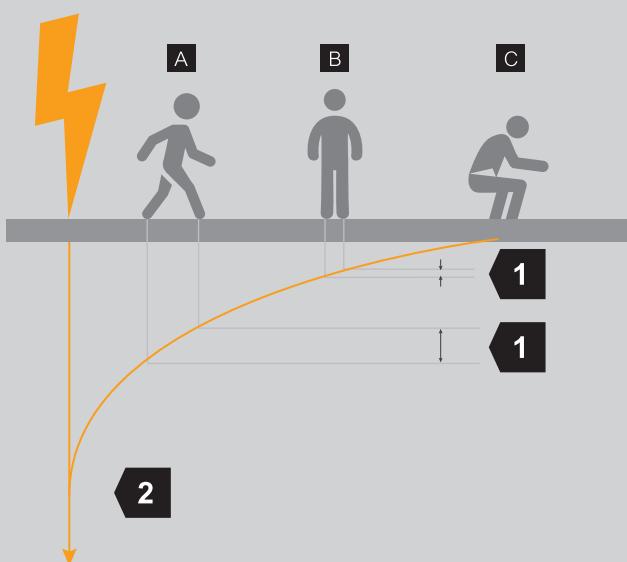
1.2 Ameaça por Descargas atmosféricas

Quer seja no domínio profissional ou no domínio particular é crescente a nossa dependência de aparelhos elétricos e eletrônicos. As redes de dados em empresas ou nos equipamentos de emergência em hospitais e corpos de bombeiros são núcleos vitais para a troca de informação em tempo real, sempre essencial. Bases de dados sensíveis, por ex. instituições bancárias ou editoras, necessitam de meios de transmissão a operar em segurança.

Não só as quedas de raios diretas constituem uma ameaça latente para estes sistemas. Muito mais frequentemente os dispositivos eletrônicos de hoje são danificados por sobretensões cujas causas são descargas atmosféricas distantes ou comutações de grandes sistemas elétricos. Também durante as trovoadas são libertadas num curto espaço de tempo elevadas quantidades de energia. Estes picos de tensão podem penetrar num edifício através de todo o tipo de ligações condutoras e provocar grandes prejuízos.

1.2.1 Perigo para as pessoas

Se edifícios, árvores ou mesmo o solo forem atingidos por um raio, a corrente do raio entra no solo e um chamado funil de potencial é criado. O potencial de tensão no solo diminui à medida que a distância até o ponto de entrada de corrente aumenta. Através dos diferentes potenciais surge uma tensão de passo, existindo risco para pessoas ou animais devido às correntes corporais. Em edifícios com sistema de proteção contra raios, a corrente de raio na resistência de ligação à terra provoca uma queda de tensão. Todos os componentes dentro e em volta do edifício devem ser ligados à compensação de potencial, não representando qualquer perigo decorrente das elevadas tensões de contacto. Ao lado do edifício existe perigo através da tensão de passo. Ao tocar no sistema de proteção contra raios existe perigo devido a alta tensão de contacto.



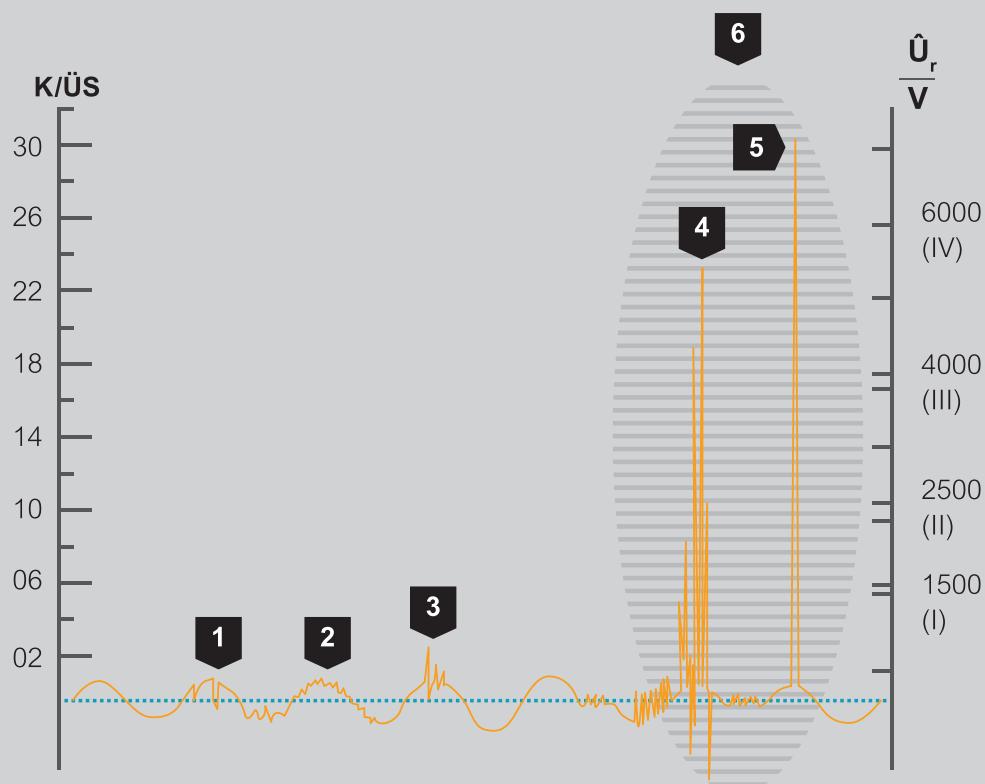
Tensão de passo e funil potencial durante uma incidência de raio

| | |
|----------|---|
| 1 | Tensão de passo U_s |
| 2 | Funil potencial |
| A | Ao lado do ponto de incidência ou ao lado da derivação, a tensão de passo 1 é alta. |
| B | À medida que a distância aumenta, a tensão de passo diminui |
| C | Em campo aberto, a posição de agachamento protege contra incidências diretas |

1.2.2 Perigo para edifícios e instalações

Edifícios e instalações não apenas são colocados em perigo devido a incidências diretas de raios, mas também por sobretensões que podem provocar incidências de raios até dois quilómetros de distância. As sobretensões muitas vezes são mais elevadas (fator K/ÜS) do que a tensão de rede admissível. Se a rigidez dielétrica (\bar{U}_r/V) de sistemas elétricos for excedida surgem avarias - até à destruição permanente.

As frequentes sobretensões de baixa potência são desencadeadas por perturbadores de alta frequência e erros de rede. Neste caso, as fontes de perturbação devem ser removidas ou utilizados filtros de rede. Para a proteção de sobretensões de comutação ou de raio em edifícios e instalações são necessários sistemas de proteção contra raios e sobretensões.



| | |
|----------|--|
| 1 | Quedas de tensão/Breves interrupções |
| 2 | Ondas harmónicas devido a alterações lentas e rápidas da tensão |
| 3 | Aumentos intermitentes da tensão |
| 4 | Sobretensões de manobra |
| 5 | Sobretensões de raio |
| 6 | Caso de aplicação para aparelhos de proteção contra sobretensões |

Tipos de sobretensões

1.2.2.1 Sobretensões transitórias

As sobretensões transitórias são aumentos súbitos de tensão, na faixa dos microssegundos, que podem alcançar valores várias vezes superiores à da tensão nominal da rede. Não pertencem às sobretensões transitórias, as sobretensões permanentes que surgem devido a condições de rede inadequadas.

Sobretensões de manobra

As sobretensões de manobra ou comutação surgem através de diversas fontes, p. ex., operações de comutação de grandes cargas indutivas como motores. Regra geral, as sobretensões de comutação superam duas a três vezes a tensão de serviço.

Sobretensões induzidas

Picos de sobretensões induzidas em instalações de edifícios, bem como cabos de energia ou dados, podem alcançar um múltiplo da tensão operacional nominal e provocar a falha imediata das instalações.

1.2.2.2 Sobretensões de raio

Os picos de tensão de maior valor que se produzem nas redes de baixa tensão de energia resultam de descargas atmosféricas. Sobretensões de raio podem, parcialmente, atingir 100 vezes o valor da tensão nominal e transportar um elevado nível de energia. No caso de uma incidência direta sobre o sistema exterior de proteção contra raios ou num cabo aéreo de baixa tensão, provocam geralmente, não existindo proteção interna contra raios e sobretensões, danos no isolamento e uma falha total dos consumidores conectados.

1.2.2.3 Efeitos de sobretensões

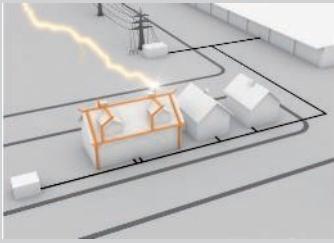
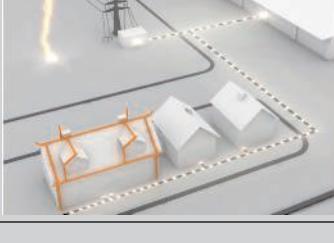
Correntes de raio ricas em energia, muitas vezes levam à destruição imediata de sistemas não protegidos. Por outro lado, no caso de pequenas sobretensões, frequentemente apenas surgem falhas com atraso temporal, uma vez que fazem com que os componentes dos dispositivos afetados envelheçam prematuramente e, portanto, causam danos gradualmente. Dependendo da causa específica ou do ponto de incidência do raio são necessárias diferentes medidas de proteção.

1.3 Classificação normativa das fontes e causas dos danos

Relativamente à análise de risco segundo a VDE 0185-305-2 (IEC/EN 62305-2), as incidências de raio são subdivididas em quatro fontes de dano (S1-S4). Através das incidências de raio são provocadas três origens de danos (D1-D3). Os danos ou perdas são, então, divididas em tipo de danos (L1-L4)

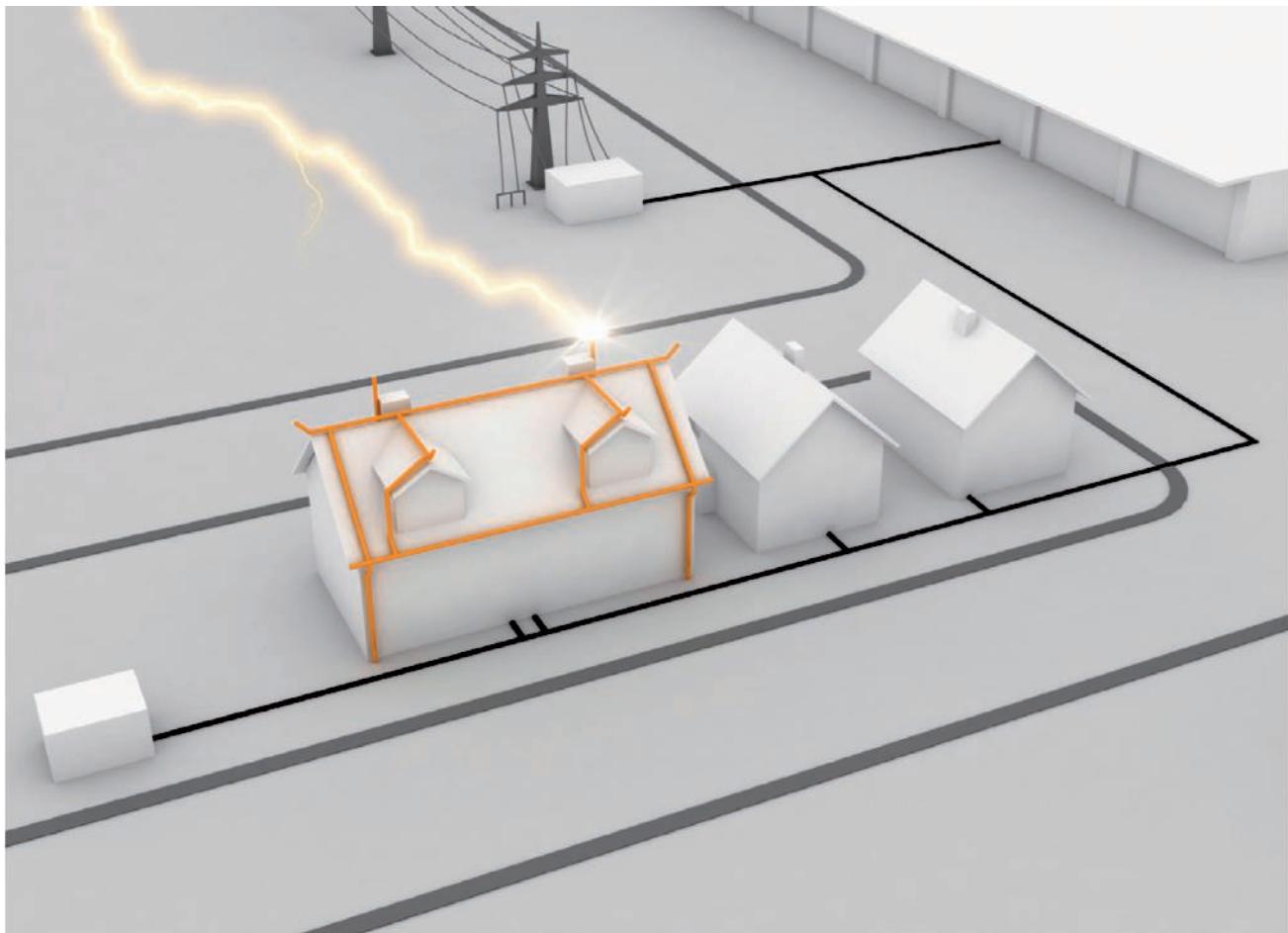
Sobretensões de raio podem, parcialmente, atingir 100 vezes o valor da tensão nominal e conter um elevado nível de energia.

Placa de circuito destruída por sobretensão

| Local de impacto | Exemplos | Fonte de dano | Origem dos danos | Tipo de dano |
|--|--|---------------|------------------|--|
| Estrutura |  | S1 | D1 D2 D3 | L1, L4 L1, L2, L3, L4 L1, L2, L4 |
| Solo ao lado de uma estrutural |  | S2 | D3 | L1, L2, L4 |
| Cabo de alimentação introduzido |  | S3 | D1 D2 D3 | L1, L4 L1, L2, L3, L4 L1, L2, L4 |
| Solo ao lado de um cabo de alimentação introduzido |  | S4 | D3 | L1, L2, L4 |

Análise de risco segundo VDE 0185-305-2 (IEC/EN 62305-2)

| | |
|-----------|---|
| D1 | Choque elétrico de seres vivos por tensões de contacto e de passo |
| D2 | Fogo, explosão, efeito mecânico e químico devido a efeitos da descarga de um raio |
| D3 | Avaria de sistemas elétricos ou eletrónicos por sobre-tensões |
| L1 | Ferimento ou morte de pessoas |
| L2 | Perda de serviços para o público |
| L3 | Perda de bens culturais insubstituível |
| L4 | Perdas económicas |

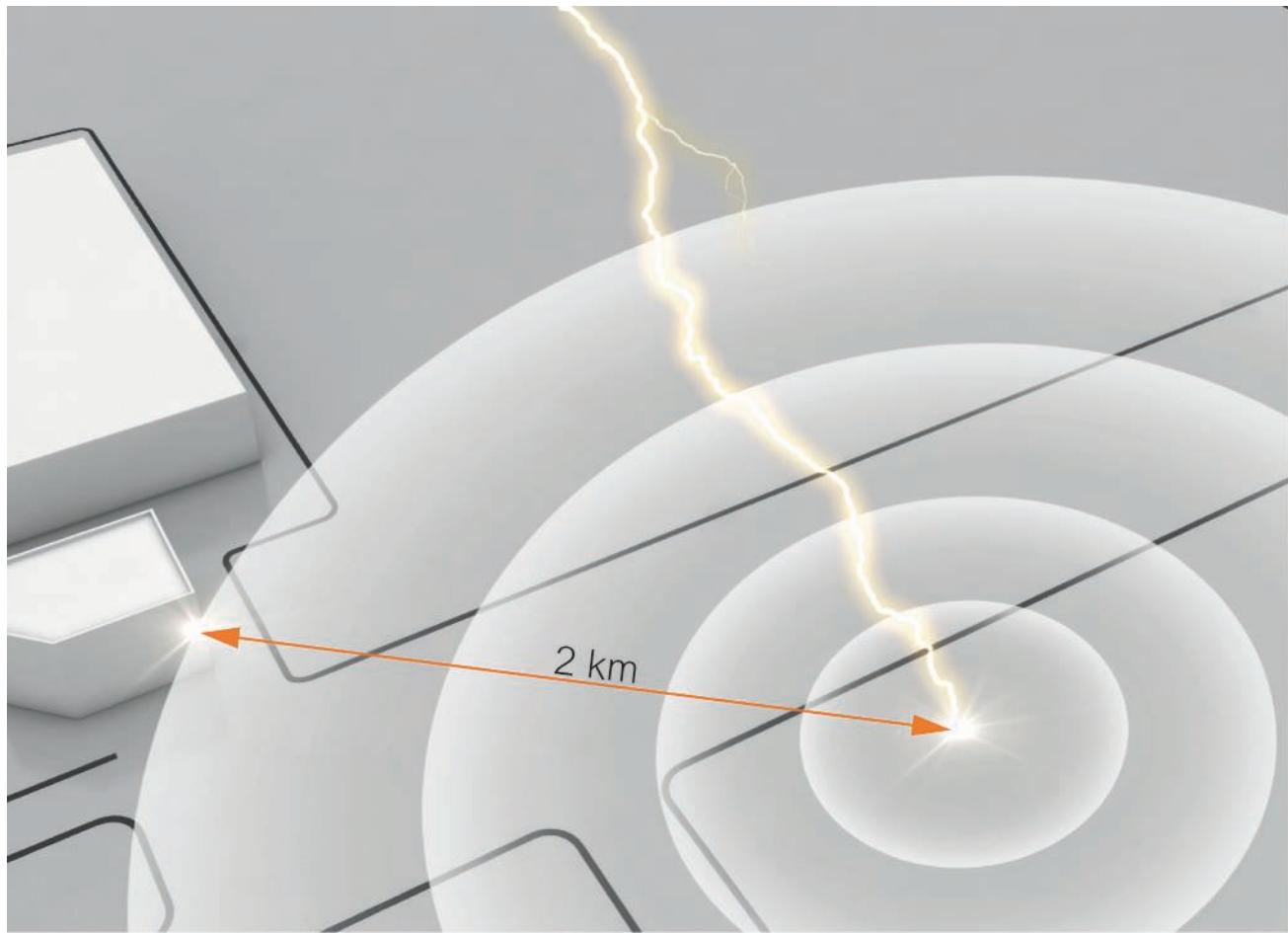


Perigo: Incidência direta de um raio

S1: Incidência direta num edifício

Se um raio atingir diretamente o sistema exterior de proteção contra raios ou as estruturas no telhado ligadas à terra com capacidade de transportar correntes de raio (por ex. antenas exteriores), a energia do raio pode ser derivada com segurança para o potencial de terra. Contudo, apenas um sistema de proteção exterior contra descargas atmosféricas não é suficiente: devido à impedância da instalação de terra gera-se um grande incremento do potencial em todo o sistema de ligação à terra do edifício. Este aumento de potencial provoca uma transferência das correntes de raio através do sistema de ligação à terra do edifício, bem como através de sistemas de alimentação de corrente e cabos de dados até aos sistemas de ligação à terra vizinhos (edifícios adjacentes, transformador de baixa tensão). No caso de uma incidência direta de raio existe a ameaça de perda de vidas humanas, serviços para o público (telefone), bens culturais (museus, teatros) e bens económicos (propriedade). O sistema de proteção contra raios protege o edifício e pessoas de impulsos diretos e incêndios.

Se um raio atingir diretamente o sistema exterior de proteção contra raios ou as estruturas no telhado ligadas à terra com capacidade de transportar correntes de raio, a energia do raio pode ser derivada com segurança para o potencial de terra.



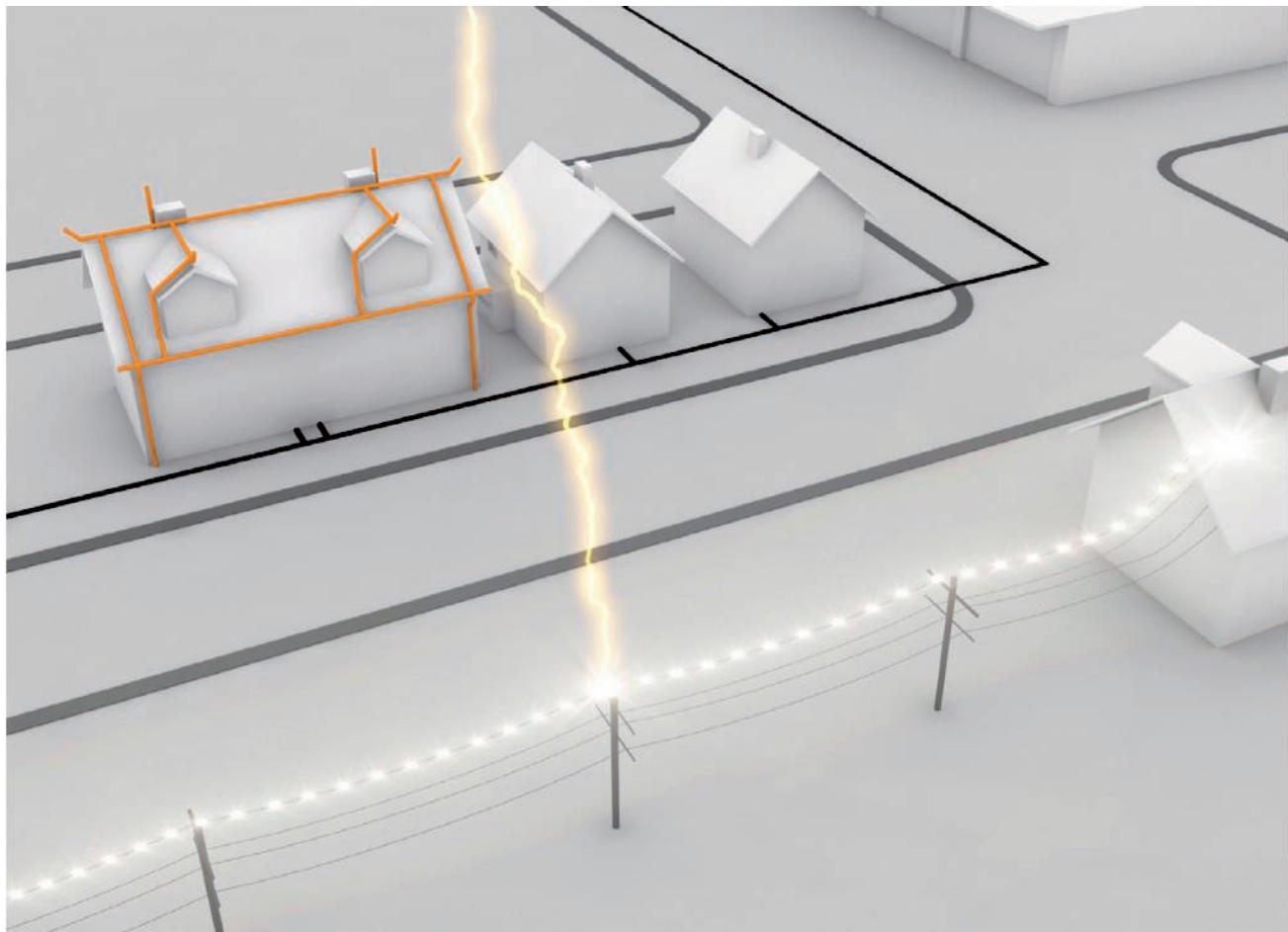
Perigo: Impulso de sobretensão por acoplamento indutivo e galvânico

S2: Incidência de raio ao lado de um edifício e acoplamentos num perímetro de até 2 km

Através de uma incidência de raio na proximidade são ainda gerados grandes campos magnéticos que, por sua vez, induzem elevados picos de tensão nos sistemas de cabos. Os acoplamentos indutivos ou galvânicos podem provocar danos até 2 km à volta do ponto de incidência do raio. Sistemas elétricos e eletrónicos são perturbados ou destruídos por intermédio das sobretensões.

Aparelhos de proteção contra raios e sobretensões protegem perante sobretensões (faíscas) descontroladas e do resultante perigo de incêndio.

Através de uma incidência de raio na proximidade são ainda gerados grandes campos magnéticos que, por sua vez, induzem elevados picos de tensão nos sistemas de cabos.



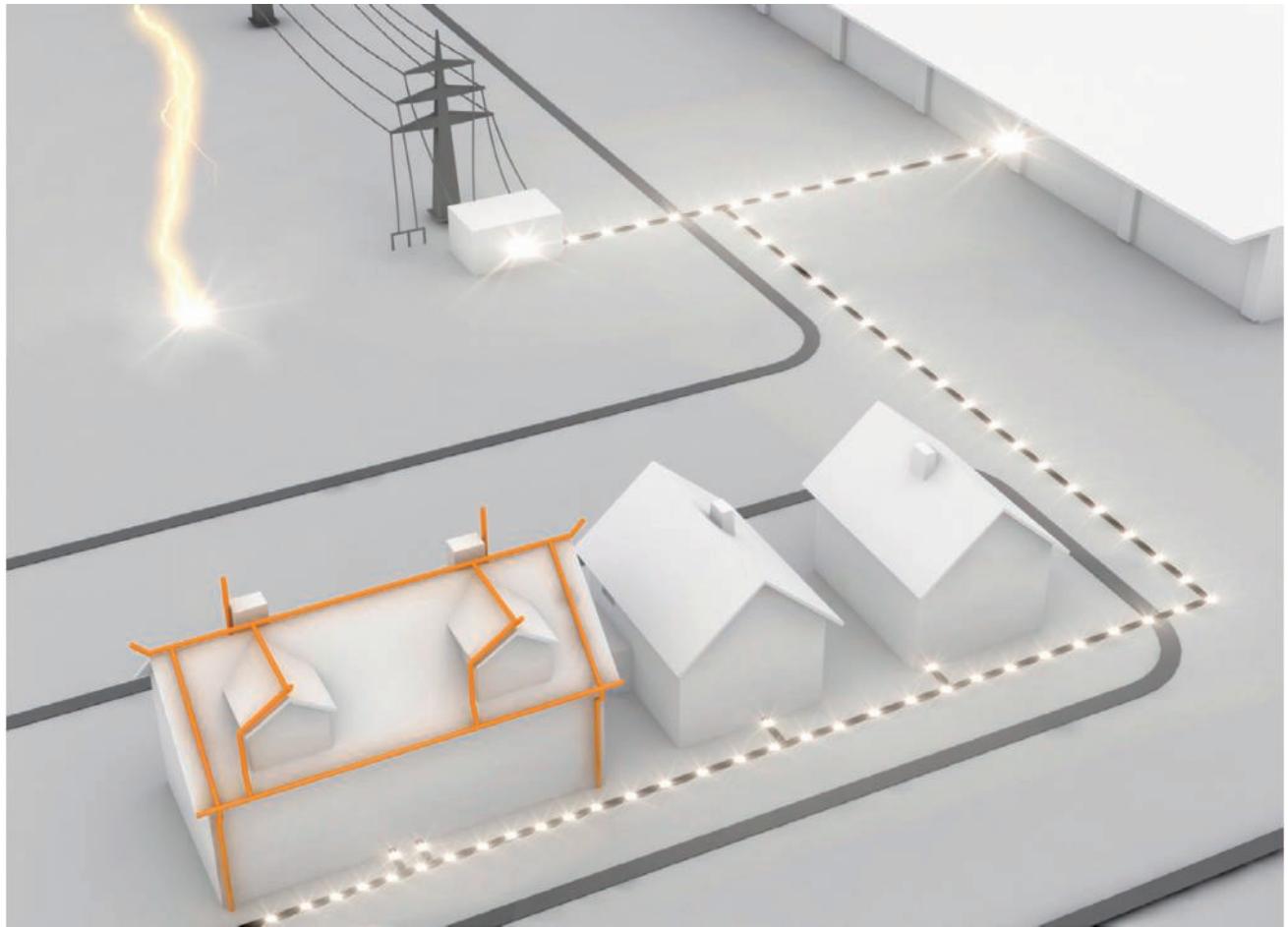
Perigo: Impulso de raio e correntes parciais de raio associadas ao cabo

S3: Incidência direta de um raio sobre um cabo de alimentação

A incidência direta de um raio sobre um cabo de baixa tensão ou de dados pode provocar o acoplamento de elevadas correntes parciais de raio num edifício adjacente. Existe um perigo especial para as instalações elétricas de edifícios na extremidade de cabos de baixa tensão advindo de sobretensões.

O risco depende do tipo da instalação. Faz-se a distinção entre fio suspenso e cabo subterrâneo, bem como o tipo de ligação da blindagem na compensação de potencial. Através de aparelhos de proteção contra raios e sobretensões adequados é compensada a energia do impulso do raio na entrada do edifício.

A incidência direta de um raio num cabo suspenso de baixa tensão ou num cabo de dados pode provocar o acoplamento de elevadas correntes parciais de raio num edifício adjacente.

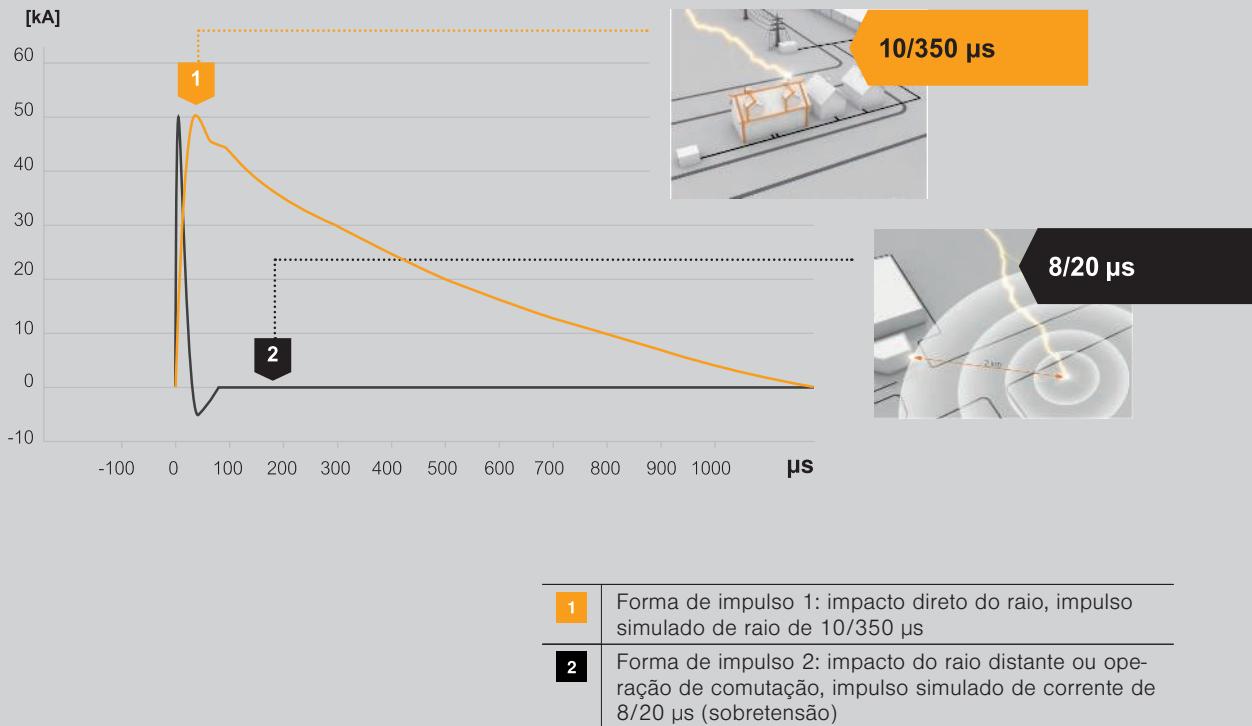


Perigo: Sobretensão galvânica acoplada e associada ao cabo

S4: Incidência direta de um raio ao lado de um cabo de alimentação

A proximidade da incidência do raio induz sobretenções em cabos. Além disso, surgem sobretenções de comutação decorrentes de operações de ligação e desconexão, da comutação de cargas indutivas e capacitivas, bem como da interrupção de correntes de curto-círcuito. A desativação de instalações de produção, sistemas de iluminação ou de transformadores, em especial, pode conduzir a danos em aparelhos elétricos na proximidade.

Sobretenções de comutação e sobretenções induzidas em cabos constituem uma grande parte dos danos.



Tipos de impulso e as suas características

1.4 Correntes de ensaio e sobretensões simuladas

Durante uma tempestade podem fluir para a terra fortes correntes de raio. Se um edifício com proteção exterior contra raios for alvo de uma incidência direta, surge uma queda de tensão na resistência de terra da compensação de potencial de proteção contra raios, o que representa uma sobretensão para o ambiente distante.

Exemplo:

- Corrente de raio (i): 100 kA
- Resistência de ligação à terra (R): 1 Ω
- Queda de tensão (u):

$$R \times i = 1 \Omega \times 100 \text{ kA} = 100.000 \text{ V}$$

Conclusão:

A tensão na resistência da ligação à terra aumenta em 100 kV relativamente à distante da rede ligada à terra.

Este aumento de potencial representa uma ameaça para os sistemas elétricos (por ex. alimentação de tensão, instalações telefónicas, TV por cabo, cabos de controlo, etc.) que são introduzidos no edifício. Para a verificação dos diferentes dispositivos de proteção contra descargas atmosféricas e sobretensões estão definidas correntes de ensaio indicadas nas normas nacionais e internacionais.

Impacto direto do raio: forma de impulso 1

As correntes de raio, tal como surgem numa incidência direta de raio, podem ser reproduzidas com a corrente de choque da forma de onda 10/350 μ s. A corrente de teste reproduz tanto o aumento rápido como o teor de energia do raio natural. Descarregadores de corrente de raio do tipo 1 e componentes da proteção exterior contra raios são testados com este impulso.

Quedas distantes de raios ou comutações: forma de impulso 2

As sobretensões provocadas por incidências de raios distantes e processos de comutação são reproduzidas com o impulso de teste 8/20 μ s. O conteúdo energético deste impulso é claramente mais baixo do que a corrente de teste do raio da onda da corrente de choque 10/350 μ s. Descarregadores de sobretenções do tipo 2 e 3 são carregados com este impulso de teste.

A área corrente/tempo por baixo da curva das correntes de choque corresponde ao conteúdo de carga. A carga da corrente de teste de raio da forma de onda 10/350 corresponde aproximadamente a 20 vezes à carga de uma corrente de choque da forma de onda 8/20 com a mesma altura de amplitude.

| | |
|---------------------------|--|
| 1. Legislação | Exemplo: Lei de Base, Código de Construção para Edifícios e locais Públicos |
| 2. Regulamentação | Exemplo: Regras técnicas para segurança operacional da proteção e Medicina no trabalho |
| 3. Regulamentos | Exemplo: Regulamentos para prevenção de acidentes |
| 4. Regras técnicas | Exemplo: VDE 0185-305 (IEC/EN 62305) |
| 5. Contratos | Exemplo: Diretrizes das Companhias de Seguros como a VdS 2010 |



Valor jurídico crescente

1.5 Questões jurídicas e necessidade

A necessidade de proteção contra raios é determinada por cinco fatores.

1. Legislação

O aspetto mais importante do sistema jurídico é a proteção da vida humana, bem como os valores sociais fundamentais (bens culturais, segurança de abastecimentos, etc.). A proteção contra raios, p. ex., é exigida nos regulamentos de construção para edifícios e locais públicos

2. Regulamentação

Um regulamento não é promulgado pelo parlamento, mas regulado por um executivo, p. ex., as regras técnicas para a segurança operacional (TRBS) pelo Instituto Estatal para Segurança e Saúde no Trabalho. A proteção contra raios, p. ex., é mencionada no TRBS 2152 parte 3 como possibilidade para evitar a ignição de perigosas atmosferas com risco de explosão.

3. Regulamentos

Regulamentos como os próprios regulamentos de prevenção de acidentes obrigam cada empresa ao cumprimento da Segurança no Trabalho e Proteção da Saúde no local de trabalho.

Cada proprietário ou operador é responsável pela segurança da sua instalação. Tem interesse na disponibilidade da sua instalação e deve verificar os seus custo de inatividade.

4. Regras técnicas

Normas e regras técnicas dão conhecimento dos métodos e soluções técnicas que possibilitam o cumprimento das normas de segurança previstas nos regulamentos legais. A norma mais importante para a proteção contra raios é a VDE 0185-305 (IEC 62305). Uma análise de risco relativa à utilização necessária de aparelhos de proteção contra sobretensões pode ser executada segundo a VDE 0100-443 (IEC 60364-4-44). Na Alemanha, a aplicação da proteção contra sobretensões é obrigatória desde outubro de 2016.

5. Contratos

As companhias de seguros elaboraram orientações com base nos danos e na destruição. Objetos que devem dispor de medidas de proteção contra sobretensões, p. ex., listados na VdS 2010. A tabela 1.5 oferece um excerto da VdS 2010 relativo a este assunto.

1.5.1 Normas de proteção contra raios e sobretenções

Durante o planeamento e a construção do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, devem ser tidas em consideração as normas nacionais, particularidades, tipos de utilizações ou indicações de segurança das folhas suplementares específicas do país.

Um sistema de proteção contra raios e sobretenções consiste de vários sistemas coordenados entre si. Esencialmente, um sistema de proteção contra sobretenções e descargas atmosféricas é composto por um sistema interior de proteção contra descargas atmosféricas e um exterior. Estes são ainda subdivididos nos seguintes sistemas e medidas:

- Captações
- Derivações
- Ligação à terra
- Blindagem espacial
- Distância de separação
- Ligação equipotencial para proteção contra descargas atmosféricas

Estes sistemas devem ser selecionados para a respetiva utilização e aplicados de forma coordenada. A instalação destes sistemas deve ocorrer de acordo com as várias utilizações e normas do produto. As folhas suplementar das diretivas internacionais da IEC e as versões europeias harmonizadas das traduções específicas do país contêm frequentemente dados informativos adicionais (específicos do país).

Normas do produto

Para que os componentes possam resistir a cargas esperadas durante a utilização, é necessário verificar os de acordo com as respetivas normas do produto para a proteção contra descargas atmosféricas interior e exterior.

Apenas medidas aplicadas de modo coordenado podem proporcionar uma proteção abrangente contra raios.



Sistemas e medidas da proteção contra raios exterior e interior

| Norma | Folha suplementar em português | Conteúdo |
|--------------------------------|--------------------------------|--|
| VDE 0185-305-1 (IEC 62305-1) | | Proteção contra descargas atmosféricas – parte 1: princípios gerais |
| VDE 0185-305-2 (IEC 62305-2) | | Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 2: Avaliação de risco |
| | 1 | Risco de descargas atmosféricas na Alemanha |
| | 2 | Guias de cálculo para avaliação do risco de danos para edifícios |
| | 3 | Informações adicionais relativas a aplicação da EN 62305-2 |
| VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) | | Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 3: Proteção de estruturas e pessoas |
| | 1 | Informações adicionais relativas a aplicação da EN 62305-3 |
| | 2 | Informações adicionais para estruturas especiais |
| | 3 | Informações adicionais para teste e manutenção de Sistemas de proteção de raios |
| | 4 | Utilização de coberturas metálicas em sistemas de proteção contra raios |
| | 5 | Proteção contra raios e sobretensões para sistemas de energia fotovoltaica |
| VDE 0185-305-4 (IEC 62305-4) | | Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 4: Sistemas elétricos e eletrónicos em estruturas |
| | 1 | Distribuição da corrente de raio |
| VDE 0675-6-11 (IEC 0675-6-11) | | Dispositivos de protecção contra sobretensões para baixa tensão - Parte 11: Dispositivos de protecção contra sobretensões para aplicar em instalações eléctricas de baixa tensão |
| IEC 60364-5-534 (VDE 0100-53) | | Construção de instalações elétricas de baixa tensão – Parte 5-53: Seleção e instalação de material elétrico: Desativar, ativar e controlar – Secção 534: Dispositivos de proteção contra sobretensões (ÜSE) |
| VDE 0100-443 (IEC 60364-4-44) | | Construção de instalações elétricas de baixa tensão – Parte 4-44: Medidas de proteção – Proteção no caso de tensões perturbadoras e interferências eletromagnéticas – Secção 443: Proteção no caso de sobretensões resultantes de influências atmosféricas ou operações de comutação |
| IEC 0100-712-60364 (VDE 7-712) | | Requisitos para instalações operacionais, espaços e instalações de natureza especial – Sistemas de alimentação fotovoltaica (FV) |
| VDE 0855-1 (IEC 60728-11) | | Redes de cabo para sinais de televisão, sinais de som e serviços interativos |
| VDE 0127-24 (IEC 61400-24) | | Parques eólicos – Parte 24: Proteção contra raios |

Tabela 1.1: Disposições e normas de proteção contra raios importantes

| Normas do produto | Conteúdo |
|-----------------------------------|---|
| VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1) | Componentes da proteção contra descargas atmosféricas – Requisitos para componentes de ligação |
| VDE 0185-561-2 (IEC 62561-2) | Componentes da proteção contra descargas atmosféricas – Requisitos para condutores e elétrodos de terra |
| VDE 0185-561-3 (IEC 62561-3) | Componentes da proteção contra descargas atmosféricas – Requisitos para explosore |
| VDE 0185-561-4 (IEC 62561-4) | Componentes da proteção contra descargas atmosféricas – Requisitos para suportes |
| VDE 0185-561-5 (IEC 62561-5) | Componentes da proteção contra descargas atmosféricas – Requisitos para caixas de inspeção e penetrações de terra |
| VDE 0185-561-6 (IEC 62561-6) | Componentes da proteção contra descargas atmosféricas – Requisitos para contadores de descargas atmosféricas |
| VDE 0185-561-7 (IEC 62561-7) | Componentes da proteção contra descargas atmosféricas – Requisitos para agentes de melhoramento da ligação à terra |
| VDE V 0185-561-8 (IEC TS 62561-8) | Componentes da proteção contra descargas atmosféricas – Requisitos para componentes para um sistema de proteção contra descargas atmosféricas |
| VDE 0675-6-11 (IEC 61643-11) | Aparelhos de proteção contra sobretensões para a utilização em sistemas de baixa tensão – requisitos e ensaios |
| VDE 0845-3-1 (IEC 61643-21) | Proteção contra sobretensões para a utilização em redes de telecomunicações e de transmissão de sinais |

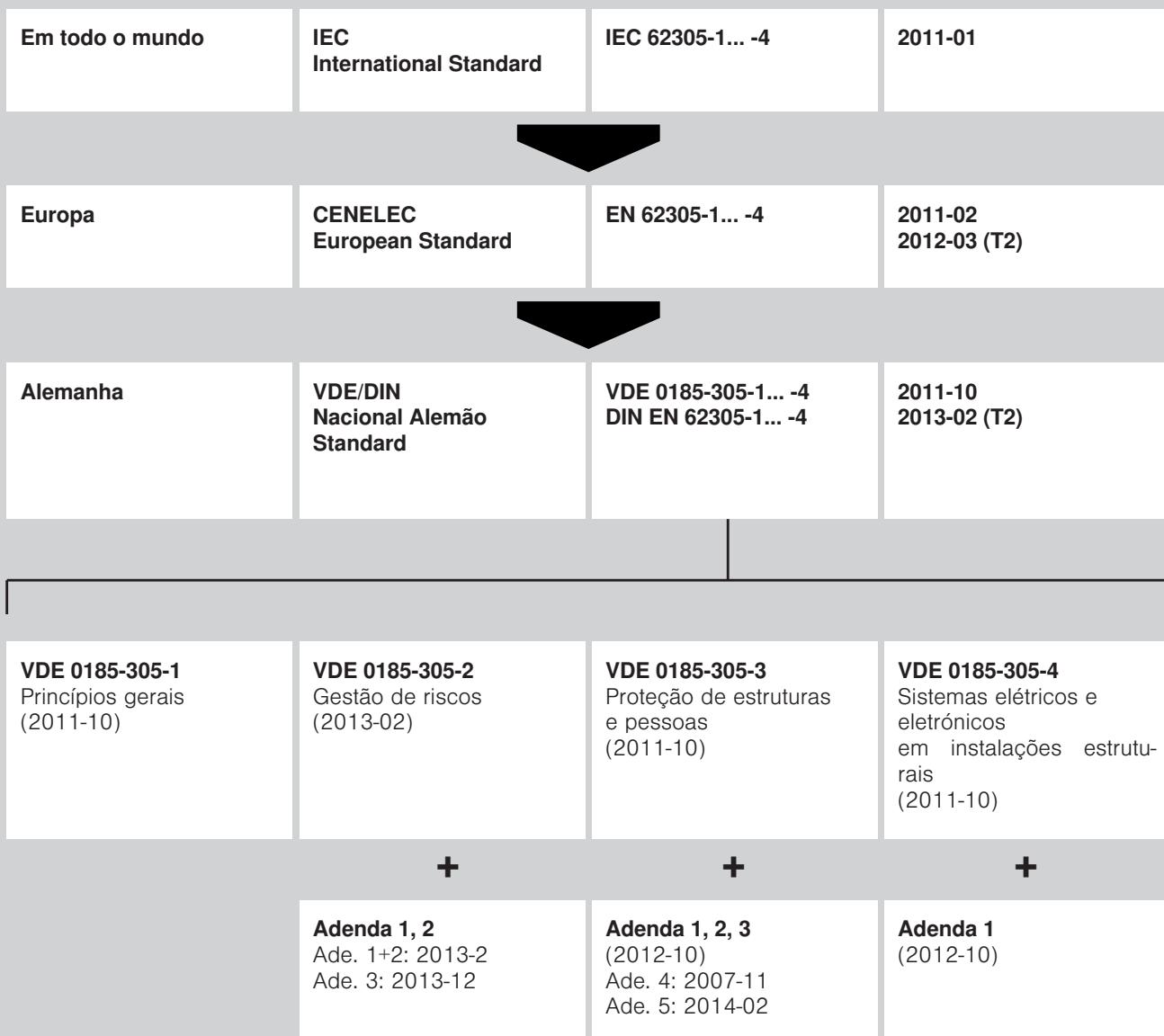
Tabela 1.2: Normas de produto para componentes de proteção contra raios e sobretensões

1.5.2 Hierarquia das normas: internacional/europeia/nacional

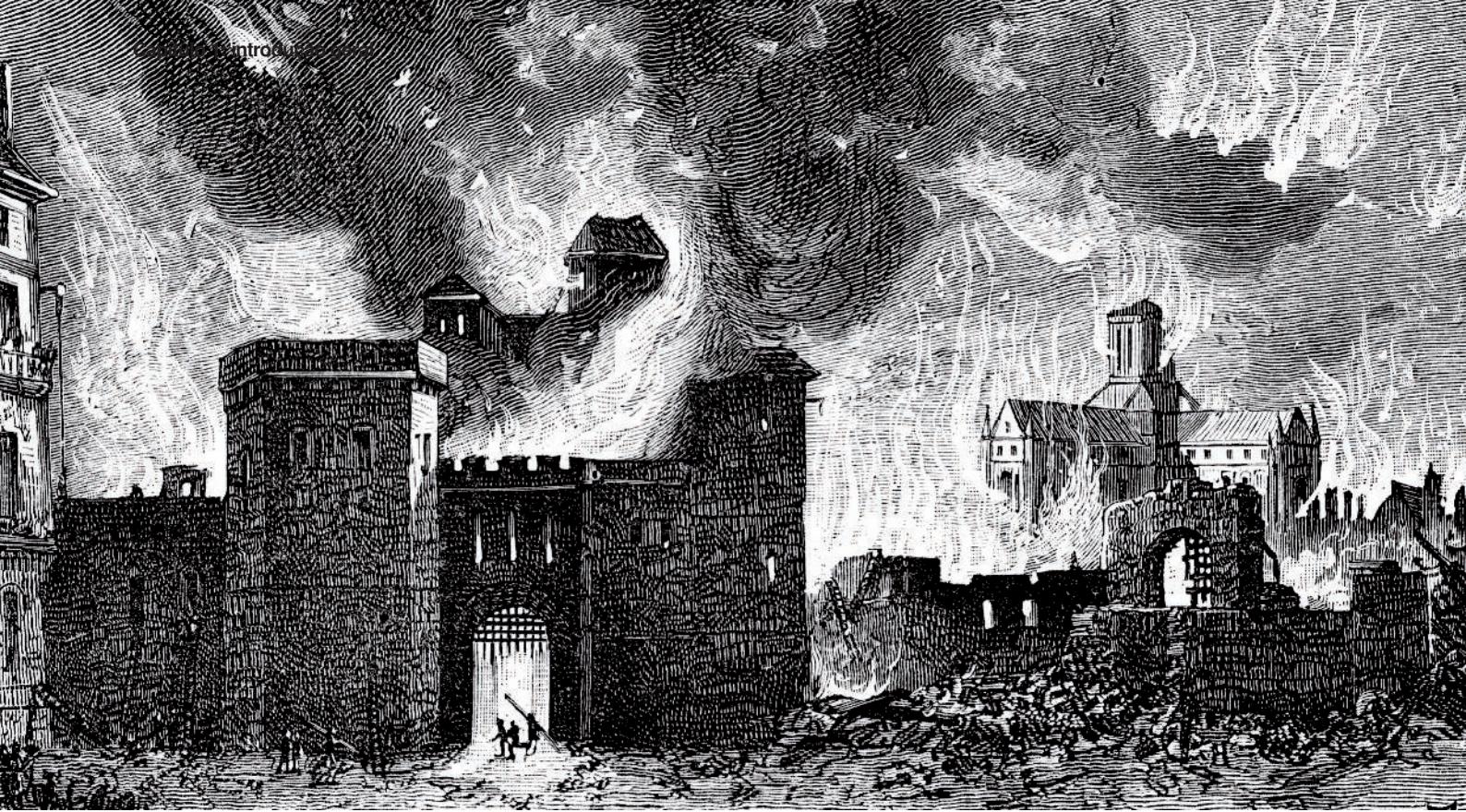
Se uma norma internacional (IEC) do Comité Europeu de Normalização (CEN) e o Comité Europeu para Normalização Eletrotécnica (CENELEC) for adotada numa Norma Europeia (EN), então todos os estados membros têm de assumir esta norma inalterada como norma nacional (na Alemanha, p. ex., VDE).

1.5.3 Estado das normas internacionais de proteção contra raios

As normas de aplicação da série IEC 62305 parte 1 a parte 4 encontram-se momentaneamente em processamento. Está planeada uma Edition 3 para 2020 a nível internacional. Neste contexto deve ser paralelamente publicada uma Edition 3 a nível europeu. Se existir a possibilidade de na Edition 3 surgirem alterações grandes ou importantes em assuntos individuais de proteção contra raios, isto deve ser reconhecido através de uma indicação clara no respetivo local nesta 2^a Edição revista do guia de proteção contra raios da OBO.



Hierarquia da normalização e proteção contra raios (internacional/europeu/nacional) e estado da normalização de proteção contra raios alemã: Normalização e disposições



Incêndio urbano na Idade Média: Londres 1666

1.5.4 Direito da construção

Os devastadores incêndios urbanos na Idade Média garantiram, desde cedo, que houvesse quem se dedicasse a pensar sobre o tipo de construção na sua cidade. A construção estreita desapareceu de uma vez por todas e foram introduzidas as Leis de Ordenamento do Território.

Até hoje, por exemplo, estas definem distâncias entre edifícios, de modo a impedir uma transmissão direta de incêndio. Também por esse motivo, hoje em dia, são exclusivamente utilizados materiais não inflamáveis para a estrutura de base de edifícios e a cobertura.

Códigos de construção

Na Alemanha, o Regulamento- Quadro da Construção Civil MBO serve de base para a criação de instalações estruturais e a utilização de produtos de construção. Em consequência do Regulamento-Quadro da Construção Civil, surgiram os Códigos de Construção estaduais nos diferentes estados, dado o direito de construção ser tarefa dos estados.

Direito de construção - Direito estadual - Direito internacional?

Em todos os estados alemães não é válido o mesmo estado dos Códigos de Construção ou os respectivos regulamentos. Também pode ocorrer que existam diferenças nos regulamentos de país para país. Mesmo a diretriz para tubagens padrão é afetada: os países têm o direito a introduzir alterações ou a adotar a proposta individualmente. Por esse motivo, durante o planeamento, devem observar-se tanto o local da obra como os regulamentos que aí são válidos.

No momento não existe um Direito de Construção europeu comum. Devem ser observadas as prescrições nacionais. A harmonização de produtos de construção de acordo com o Regulamento de Produtos de Construção europeu conduziu, nos últimos anos, a um crescente transporte livre de mercadorias dos produtos de construção aprovados na União Europeia.

Requisitos gerais

Códigos de construção colocam exigências fundamentais a uma instalação estrutural. Assim, uma instalação estrutural deve ser "disposta, construída, alterada e reparada, de forma a que a segurança pública e ordem, bem como a vida, a saúde e os recursos naturais não possam ser colocados em perigo." Com isto, são considerados tanto seres humanos, animais e valores materiais, bem como os seus ambientes. De acordo com a área, as responsabilidades são do planejador, instalador e operador.

Proteção de incêndio nos Códigos de construção

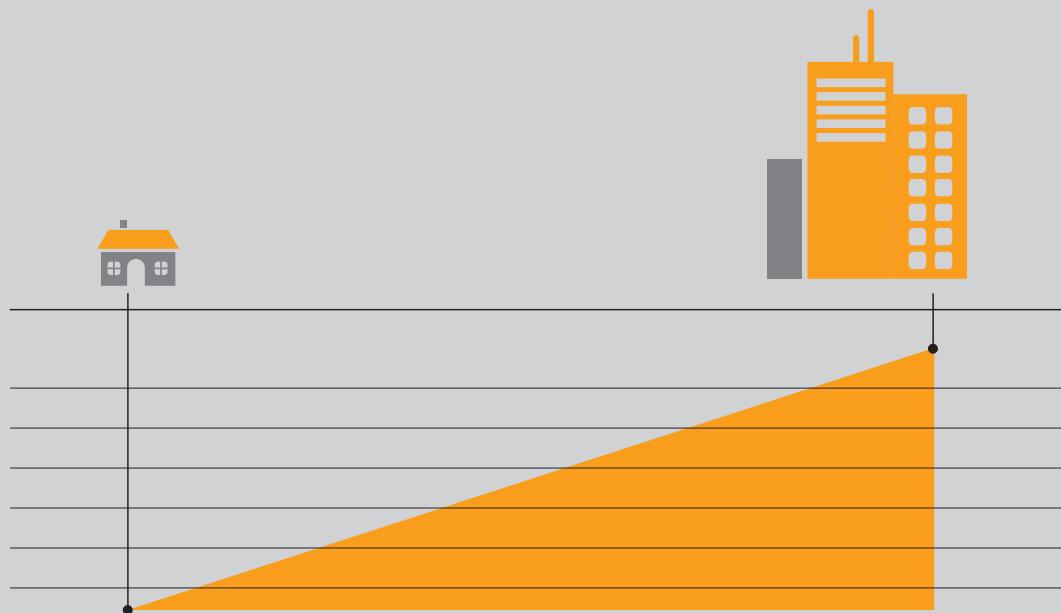
As primeiras exigências técnicas de proteção contra incêndios são, p. ex., definidas no §14 do Regulamento-Quadro da Construção Civil alemão. O edifício tem que ser construído tal como descrito nos requisitos gerais, para que "a deflagração do incêndio e a propagação de fogo e fumo sejam evitadas e sejam possíveis o resgate de seres humanos e animais, bem como medidas de extinção eficazes." Deste modo são definidos três importantes objetivos da proteção.

Diretrizes para a instalação elétrica

Para além dos requisitos de base nacionais do Direito de Construção, naturalmente também existem as exigências eletrotécnicas. Estas, por exemplo, são definidas através da VDE, ÖVE, KEMA-KEUR e outras. Em termos de tecnologia de proteção contra incêndios são, aqui, apenas descritas as instalações técnicas. Códigos de Construção adicionais regulam que medidas construtivas devem ser tomadas. Na Alemanha, a diretriz modelo relativa às instalações de condutas MLAR é introduzida no Direito de Construção dos estados como Regulamento de Construção técnico.

Esta diretriz determina os requisitos às instalações num edifício. É válida para instalações de cabos elétricos, sanitários e de aquecimento, mas não para instalações de ventilação. A MLAR é aplicada em instalações nas vias de evacuação, guiamento de cabos através de paredes e tetos de compartimentação, bem como em instalações com manutenção de função elétrica em caso de incêndio.

Por este meio, os objetivos de proteção são implementados na prática segundo o Código de Construção. Em outros países europeus existem determinações ou diretrizes semelhantes que se dedicam ao assunto Proteção contra Incêndios na Tecnologia de Construção de Edifícios. Na Áustria, a Diretriz relativa às Instalações de Condutas, que apenas aborda a instalação elétrica é denominada ÖVE ÖNORM E 8002.



Representação esquemática dos crescentes requisitos às medidas de proteção contra incêndio segundo o tipo e tamanho do edifício.

1.5.4.1 Objetivos de proteção das leis da construção

Para o caso de incêndio devem ser tomadas precauções em edifícios com muitas pessoas, para que ninguém seja ferido pelo fogo e pelo fumo. Deve existir a possibilidade de abandono sem perigo e rápida. Em especial a pessoas estranhas ao local, é muito difícil, numa dessas situações de exceção, avaliar corretamente os perigos e abandonar o edifício pelo percurso direto. Por esse motivo são forçosamente necessários três passos para a proteção eficaz contra incêndios numa instalação estrutural:

Primeiro objetivo de proteção

Impedir a deflagração e limitar a propagação do fogo

Segundo objetivo de proteção

Garantir saídas de emergência e vias e de evacuação

Terceiro objetivo de proteção

Manutenção de funções - instalações elétricas importantes têm de permanecer em funcionamento

Proteção de bens materiais e do ambiente

A proteção de bens materiais não consiste apenas da proteção do edifício propriamente dito ou da instalação, mas também da proteção de bens culturais e dados irrecuperáveis. Relativamente à proteção ambiental, o Regulamento-Quadro da Construção Civil alemão já prescreve o seguinte objetivo de proteção especial: neste contexto é mencionado que "a segurança e ordem pública, bem como a vida, saúde e recursos de vida naturais não podem ser colocados em risco".

Durante a implementação de medidas de proteção contra incêndios também é, portanto, necessário prestar atenção à proteção ambiental. Uma instalação deve ser concebida de tal modo, que tanto o Homem como a Natureza não sejam desnecessariamente colocados em perigo, mesmo em caso de incêndio. No segmento industrial, naturalmente também é obrigatório implementar os requisitos legais de proteção contra incêndio. Para além disso, tais instalações requerem, na maioria dos casos, um conceito de proteção contra incêndios, sem o qual a instalação não pode ser autorizada. Um tal conceito de zonas de proteção contra incêndio deve, também aqui, ser cumprido.

Para o operador, para além dos aspetos de segurança para quem trabalha na instalação, também se encontram no foco a proteção das suas máquinas, bem como das instalações de produção e armazenamento. Mesmo na geração de energia, estes pontos também se encontram em primeiro plano. A proteção dos investimentos, habitualmente muito elevados, em ativos fixos é o principal argumento para um conceito de proteção contra incêndios.

1.5.4.2 Classes de edifícios (tendo a Alemanha como exemplo)

Não são colocadas exigências elevadas à proteção contra incêndio em todos os edifícios. É mais comum, na Alemanha, serem definidas diferentes classes de edifícios segundo o Regulamento-Quadro da construção Civil aos diferentes requisitos de proteção contra incêndio. Por isso, nas classes 1 a 3 podem encontrar-se principalmente edifícios pequenos, nos quais, regra geral, apenas permanecem poucas pessoas.

Edifícios mais altos por baixo do limite de arranha-céu de 22 m podem ser encontrados nas classes 4 e 5. Nestes edifícios regulados pelas classes 1 a 5, é suficiente um único percurso de salvamento, por exemplo um compartimento de escadas. Espaços de permanência em andares superiores podem, nestes edifícios, ser alcançados pelos bombeiros locais com escadas portáteis.

Para edifícios mais altos, a partir dos 22 m, (bordo superior do piso da sala de estar superior) são necessários veículos de salvamento de elevação, p. ex., escadas giratórias. Nem todas as comunidades dispõem de bombeiros devidamente equipados, dado estes veículos especiais serem bastante caros de adquirir. Por esse motivo, é muito raro encontrar arranha-céus nestes municípios.

A formação de níveis de potencial equivalentes pode, neste caso, em conjunto com um sistema de proteção contra raios isolado, representar um conceito inovador e seguro para a proteção contra uma deflagração de incêndio através da incidência direta de um raio.



Edifícios que excedem o limite de arranha-céu ou são construções especiais, devem ser protegidos, no mínimo, com um sistema de proteção contra incêndios da classe 3.



Diferentes focos: pessoas ou proteção de bens materiais

1.5.4.3 Construções especiais

Para instalações estruturais maiores, as exigências aumentam. Exigências a construções especiais como edifícios industriais, arranha-céus ou centros de congressos são reguladas por regulamentos especiais. Pode ocorrer que um complexo de edifícios seja dividido em diversas secções de construção que, de acordo com o tipo de utilização, sejam observadas e avaliadas de forma distinta em termos de tecnologia de proteção contra incêndios. Não existindo regulamentos especiais para um objeto, voltam a ficar automaticamente vigentes os requisitos mínimos dos Regulamentos de Construção Estaduais.

Para poder classificar um edifício como construção especial, pelo menos uma das seguintes "situações" deve ser cumprida segundo o Regulamento-Quadro da Construção Civil:

- Exceder determinadas áreas de base
- Exceder alturas de edifício definidas
- Elevado número de pessoas que habitualmente permaneçam no edifício
- Utilização especial
- Processamento e armazenamento de substâncias perigosas

A título exemplificativo podem ser nomeadas as seguintes construções especiais: arranha-céus, centros comerciais, escolas, estádios, hospitais. Para algumas destas construções especiais existem Direitos e Regulamentos de construção técnicos, p. ex., Regulamentos para Centros de Congressos, Diretiva para arranha-céus, Regulamentos de Construção de Hospitais e outros. Estes tipos de edifícios são designados construções especiais "reguladas". Para além disso, também existem as denominadas construções especiais "não reguladas", aqui, no entanto, são aplicadas as Regras de Boas Práticas gerais reconhecidas e os requisitos mínimos da Legislação estadual.

Divisão das classes de edifícios segundo o Regulamento-Quadro da Construção Civil (Alemanha)

| a | GK1 | b | GK2 | GK3 | GK4 | GK5 |
|---|---|---|---|------------------------------------|--|---|
| | | | | | | |
| Edifícios independentes OKF 7 m Unidades de utilização Σ NE 400 m ² | Edifícios independentes utilizados na agricultura e na silvicultura | | Edifícios não independentes OKF 7 m Unidades de utilização Σ NE 400 m ² | Outros edifícios com um OKF de 7 m | OKF 13 m unidade de utilização com respetivamente 400 m ² | Outros edifícios com exceção de construções especiais OKF 22 m. |
| | | | | | | |

OKF: Rebordo superior do pavimento do andar mais elevado
NE: Unidades de utilização, GK: classes de edifício

1.5.4.4 Quatro pilares da proteção contra incêndio

A proteção contra incêndios geral consiste de quatro pilares fundamentais: No domínio da prevenção preventiva contra incêndios, da construtiva, da relativa à tecnologia de instalações e da operacional-organizacional, bem como da proteção contra incêndios defensiva, como quarto pilar. Esta subdivisão permite definir com mais precisão as diferentes áreas com os seus objetivos.

Proteção contra incêndios em edifícios

Para edifícios, de acordo com o tipo de utilização, existem diversas exigências. Construtivamente são formadas, p. ex., secções de incêndio, definidos componentes resistentes ao fogo ou estabelecidos conceitos de zonas de proteção contra incêndio. Servem

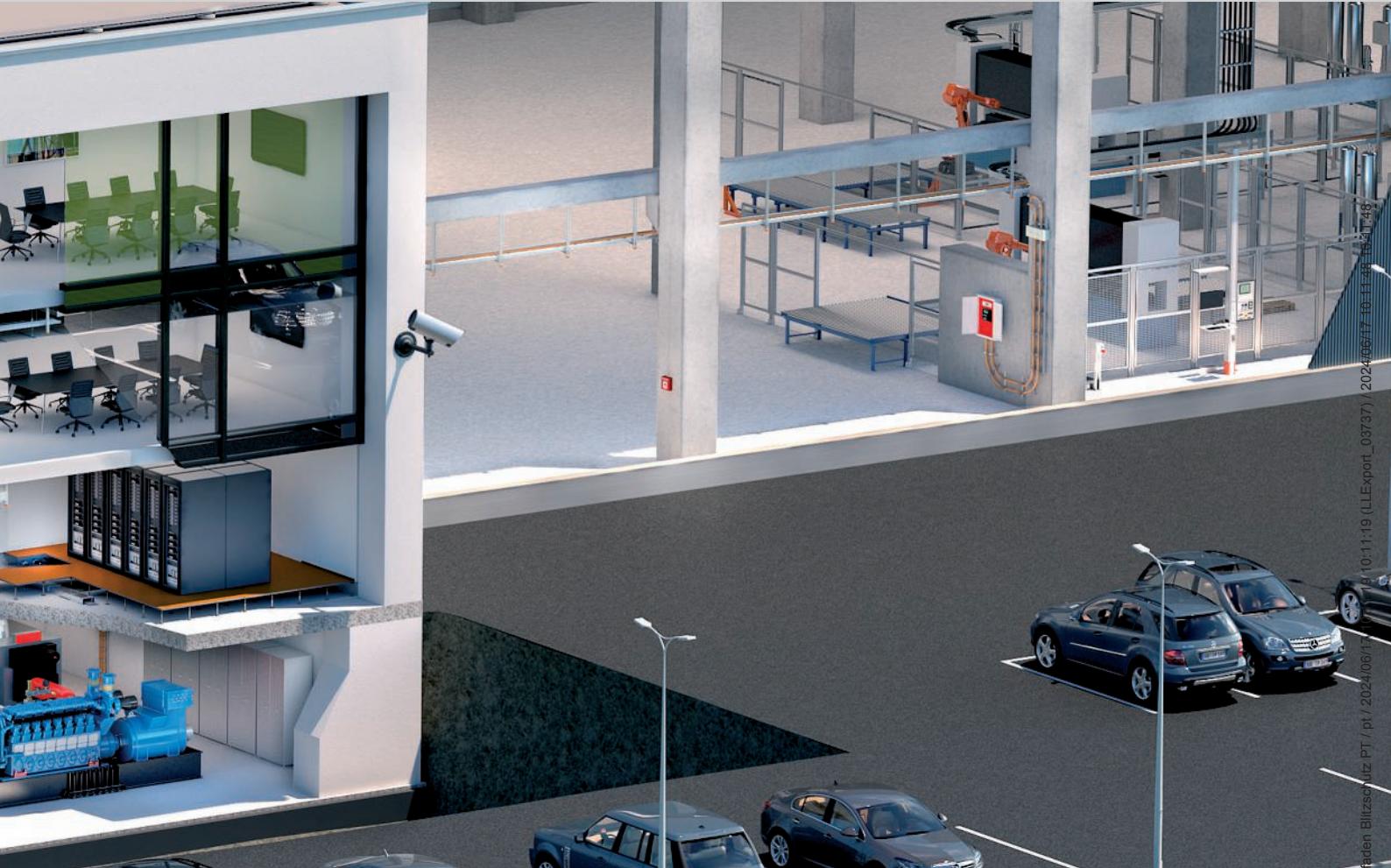
de base os Códigos de Construção e Regulamentos especiais dos países. Aqui são estabelecidas as exigências mínimas para os edifícios de acordo com a sua utilização. Para além das exigências construtivas legais relativas à estabilidade e da segurança rodoviária de um edifício ou de uma instalação estrutural ainda são adicionadas outras exigências. Deste modo, seguramente é do interesse dos operadores de instalação, que a segurança e a disponibilidade dos edifícios esteja em primeiro plano. Isto é igualmente do interesse do setor das seguradoras: quanto mais medidas forem implementadas relativamente à utilização segura, mais económicas se tornam, frequentemente, as condições para a cobertura e riscos.



Formação de secções de incêndio por paredes de incêndio ou componentes resistentes ao fogo.



Quatro pilares da proteção contra incêndios



1.5.6 Responsabilidade do instalador

"A responsabilidade total sobre a segurança elétrica é do responsável pela colocação em serviço." A construção de um sistema de proteção contra raios, frequentemente requer uma grande intervenção na infraestrutura eletrotécnica de um edifício. Isso reflete-se na multiplicidade de normas e regulamentos a cumprir. O instalador do sistema é responsável pelo correto funcionamento por 30 anos, acrescido das exigências das seguradoras.

A empresa especializada que instala uma instalação elétrica está legalmente obrigada a entregar a mesma em perfeitas condições. Segundo a regulamentação de ligação de baixa tensão (NAR), o eletricista que consta no diretório do instalador do fornecedor de energia apenas pode conectar instalações testadas e adequadas à rede de energia pública.

Tenha também em atenção os apropriados requisitos locais e legais. Normas a considerar de acordo com o tipo de instalação:

- Instalações elétricas de baixa tensão
 - VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41)
 - VDE 0100-443 (IEC 60364-4-44)
 - VDE 0100-534 (IEC 60364-4-534)
- Testes (teste de colocação em funcionamento) e documentação
 - VDE 0100-600 (IEC 60364-6)
 - VDE 0105-100 (EN 50110-1)
- Requisitos para sistemas de energia solar fotovoltaica
 - VDE 0100-712 (IEC 60634-7-712)
 - VDE 0126-23 (IEC 62446)

1.5.7 Responsabilidade do operador

O operador da instalação tem a obrigação de participar na conservação através de testes de repetição regulares. A verificação e conservação da parte elétrica da instalação apenas pode ser efetuada por eletricistas.

"Pessoas, gado e bens materiais devem ser protegidos contra danos provocados por sobretenções, que são uma consequência de influências atmosféricas ou de sobretensões de comutação."

VDE 0100-100 (IEC 60364-1)



Danos em edifícios por incidência direta de um raio.

1.6 Consequências económicas de danos provocados por raios e sobretensão

As perdas económicas só podem ser consideradas isoladamente se não existirem exigências legais ou técnicas para a proteção de pessoas.

Com a destruição de aparelhos elétricos surgem elevados danos, especialmente em:

- Computadores e servidores
- Sistemas de telefone
- Sistemas de deteção de incêndios
- Sistema de monitorização
- Elevadores, acionamentos de portas da garagem e estores elétricos
- Eletrónica de consumo
- Equipamentos de cozinha

Além disso, ocorrem custos devido a tempos de avaria e danos subsequentes em

- Perda de dados
- Perda de produção
- Perda da acessibilidade (web, telefone, fax)
- Defeito no sistema de aquecimento
- Custos devido a avarias ou alarmes falsos em sistemas de alarme de incêndio/intrusão

Desenvolvimento das somas de danos

As estatísticas atuais e avaliações das companhias seguradoras indicam: a dimensão dos danos por sobretensões, sem contar com os custos subsequentes e de inatividade, assumiu desde há muito tempo uma dimensão crítica devido à crescente dependência dos meios auxiliares eletrónicos. Portanto, não é de estranhar que as companhias seguradoras verifiquem cada vez mais sinistros e estipulem o uso de dispositivos de proteção contra sobretensões. Por ex. a diretiva alemã VdS 2010 contém informações sobre as medidas de proteção.

| Ano | Número de danos causados por descargas e sobretensão | Serviços pagos por danos causados por descargas e sobretensão |
|---------|--|---|
| 1999 | 490.000 | 310 Milhões € |
| 2006 | 550.000 | 340 Milhões € |
| 2007 | 520.000 | 330 Milhões € |
| 2008 | 480.000 | 350 Milhões € |
| 2009 | 490.000 | 340 Milhões € |
| 2010 | 330.000 | 220 Milhões € |
| 2011 | 440.000 | 330 Milhões € |
| 2012 | 410.000 | 330 Milhões € |
| 2013 | 340.000 | 240 Milhões € |
| 2014 | 410.000 | 340 Milhões € |
| 2015 | 350.000 | 240 Milhões € |
| 2016 | 320.000 | 250 Milhões € |
| 2017(1) | 300.000 | 250 Milhões € |

Tabela 1.3: Número de danos por raios e sobretensões e serviços pagos do seguro de habitação e recheio; fonte: www.gdv.de, (1) provisório, a partir de junho de 2018

1.7 Análise de risco da proteção contra raios e distribuição em classes de proteção contra raios

A ameaça decorrente de incidências de raios pode ser determinada através de uma análise de risco segundo a VDE 0185-305-2 (IEC 62305-2). O risco local é determinado a partir da relação entre a frequência de incidência de um raio multiplicada pela probabilidade de um dano e o fator perda ou o montante de danos.

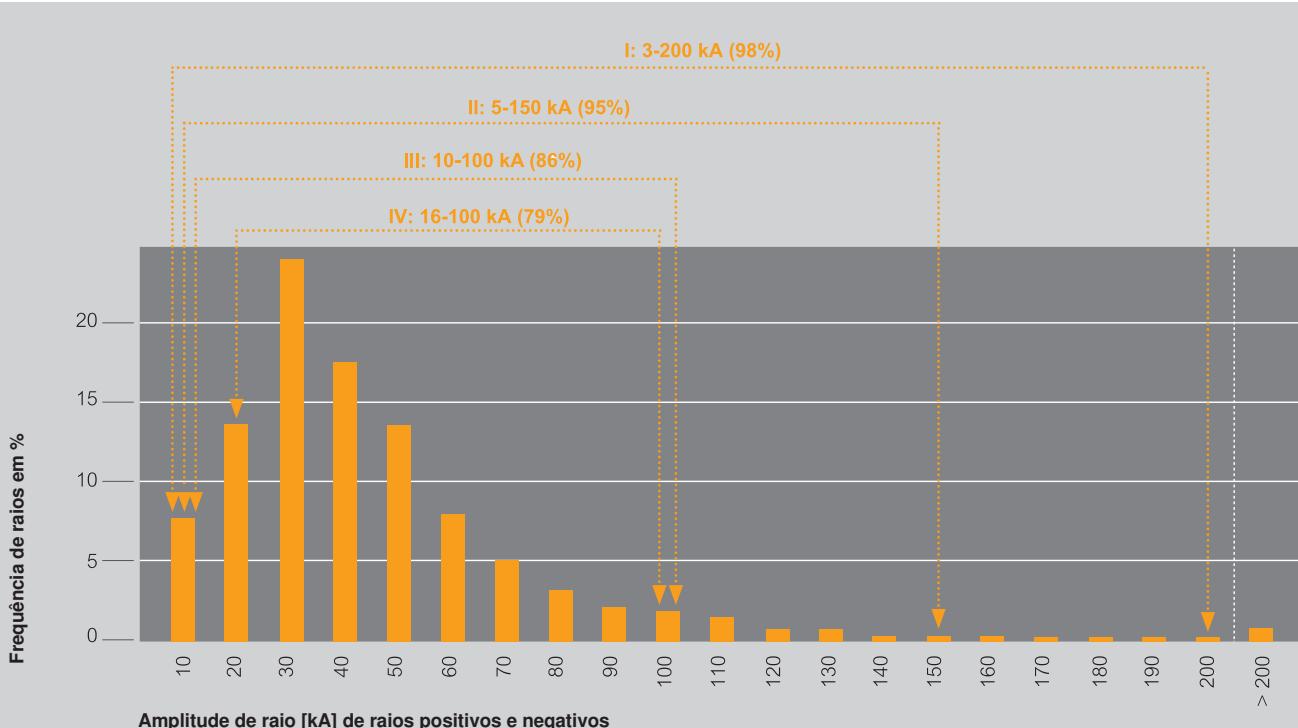
Dependendo da ameaça decorrente de incidências de raio e dos danos espectáveis é calculado o nível de perigosidade necessário relativo aos edifícios a proteger. Este corresponde à classe de proteção contra raios necessária (tabela 1.4). Na Alemanha, a DIN EN 62305-2 oferece três adendas nacionais com informações adicionais relativas à gestão de risco, entre outras, a Adenda 2 - Auxiliares de cálculo para a estimativa do risco de dano em instalações estruturais - de modo a simplificar a frequentemente complicada estimativa do risco de danos.

De um modo alternativo, a classe de proteção contra raios necessária pode ser determinada com base em dados estatísticos, p. ex., recorrendo à estatística de danos dos seguros patrimoniais. Neste caso, a efetividade é definida como máxima na classe de proteção contra raios I com 98 % e como mínima na classe de proteção contra raios IV com 79 %.

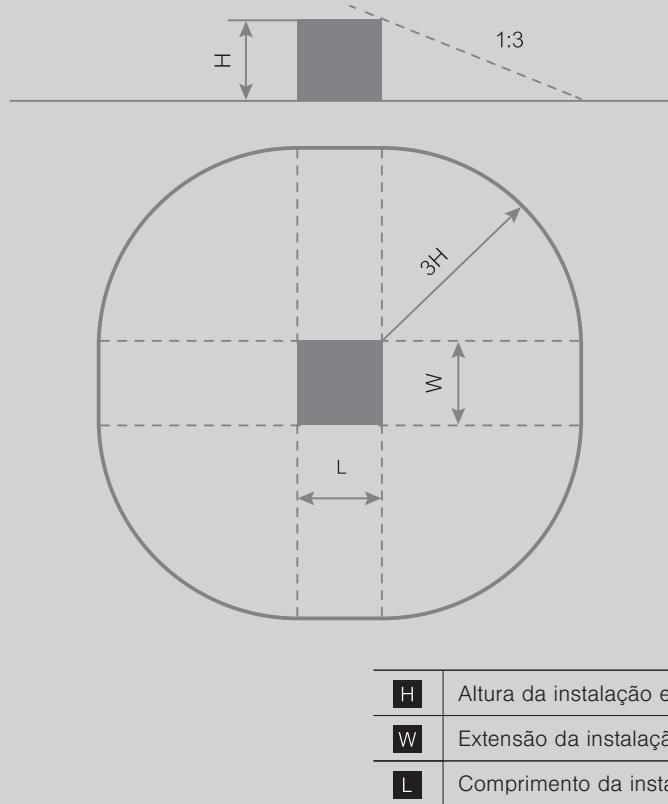
Os custos inerentes à instalação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (por ex. ângulo de proteção, distâncias entre malhas, separação entre derivações) são superiores em sistemas da classe de proteção I do que em sistemas da classe de proteção IV.

| Nível de perigosidade (LPL = lightning protection level) | Classe de proteção contra raios (class of LPS lightning protection system) |
|--|--|
| I | I |
| II | II |
| III | III |
| IV | IV |

Tabela 1.4: Comparação entre LPL e LPS



Parâmetros da corrente de raio segundo o nível de perigosidade LPL de acordo com a VDE 0185-305-1



Superfície de proteção equivalente para incidências diretas de raios

A capacidade de desempenho do sistema de proteção contra raios é ilustrada através da divisão nas classes de proteção contra raios I até IV:

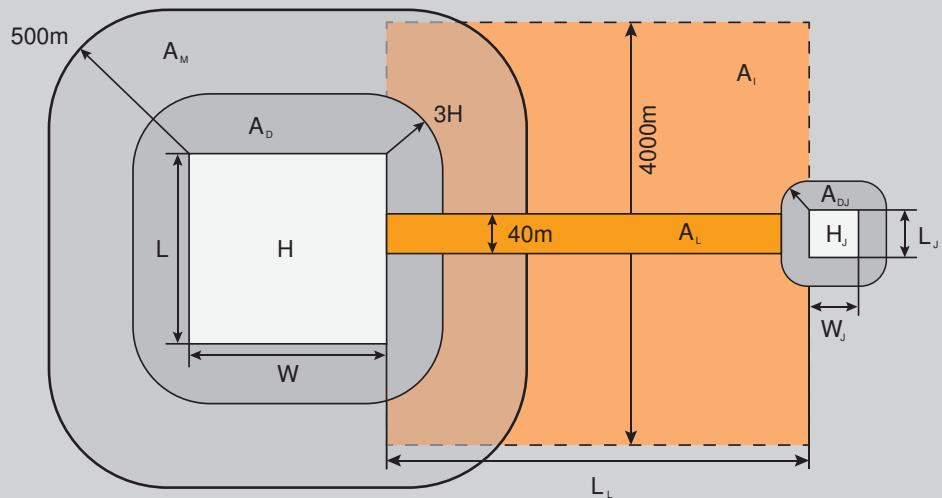
- Classe de proteção contra raios I = necessidade de proteção máxima, p. ex., hospitais
- Classe de proteção contra raios II = elevada necessidade de proteção, áreas com risco de explosão
- Classe de proteção contra raios III = baixa necessidade de proteção, apartamentos
- Classe de proteção contra raios IV = mínima necessidade de proteção (regra geral não é utilizada na Alemanha)

1.7.2 Superfície de captação equivalente

Na análise de risco, para além da área real da instalação estrutural, também é considerada a área de captação equivalente como área ameaçada por raios. Em instalações estruturais, incidências de raio diretas e próximas conduzem a acoplamentos no edifício. A área de captura equivalente corresponde a um círculo com o raio do triplo da altura do edifício à volta da área de base do edifício. Incidências de raios nos cabos de alimentação introduzidos e ao lado destes podem provocar danos.

1.7.1 Frequência de raios por região

Em muitos países estão disponíveis dados nacionais relativos à frequência de incidências de raios. Na Alemanha, Áustria e Suíça, por exemplo, o sistema de localização BLIDS oferece dados relativos às regiões. A DIN EN 62305-2 alemã oferece outros dados na Adenda nacional 1. Segundo a norma, é recomendado duplicar esses valores.



| | |
|----------|--|
| L | Comprimento da instalação estrutural |
| W | Largura da instalação estrutural |
| H | Altura da instalação estrutural |
| A_D | Área de captura equivalente das instalações estruturais |
| A_M | Área de captura equivalente dos acoplamentos por efeito magnético (edifício) |
| A_L | Área de captura equivalente dos cabos de alimentação |
| A_I | Área de captura equivalente dos acoplamentos por efeito magnético (cabو) |

Área de captura equivalente de incidências indiretas de raios

A área de captura equivalente para incidências de raios indiretas corresponde a um círculo com o raio 500 m à volta da área de base do edifício e uma distância de 2000 m em torno do cabo de alimentação.

1.7.3 Avaliação do risco de danos

O risco de danos é determinado recorrendo aos dados de ameaça de raios e aos possíveis danos. Quanto mais elevados forem o risco de uma incidência de raio e os danos esperados, mais eficiente tem de ser o sistema de proteção contra raios.

Dados de ameaça de raios:

- Frequência de raios por região
- Superfície de captação equivalente

Danos possíveis

- Ferimento ou morte de pessoas
- Falha inaceitável de serviços
- Perda de bens culturais insubstiuíveis
- Perda económica

| Áreas de aplicação | Classe de proteção contra raios segundo VDE 0185-305 (IEC 62305) |
|--|--|
| Centros de dados (data centres), quartéis militares, centrais nucleares | I |
| Zonas explosivas na indústria e no sector químico | II |
| Instalações fotovoltaicas > 10 kW | III |
| Museus, escolas, hotéis com mais de 60 camas | III |
| Hospitais, igrejas, armazéns, centros de congressos para mais de 100 a 200 pessoas | III |
| Edifícios públicos, estabelecimentos comerciais, edifícios de escritórios e bancos com superfície superior a 2000 m ² | III |
| Edifícios residenciais com mais de 20 habitações, torres com altura superior a 22 m. | III |
| Instalações fotovoltaicas (< 10 kW) | III |

Tabela 1.5: Excerto da diretriz VdS 2010: recomendação das companhias seguradoras para classes de proteção contra raios

1.7.4 Atribuição empírica das classes de proteção contra raios

Uma possibilidade para determinar as classes de proteção contra raios é a classificação do edifício tendo como base dados estatísticos. Na Alemanha, a Associação Alemã de Seguros (GDV) publica a Diretiva Vds 2010 (proteção contra raios e sobretensões orientada para o risco), que oferece ajuda nesta classificação.

A VDB (associação das empresas alemãs de proteção contra raios) e. V. apoia a decisão relativamente a se e como deve ser construído um sistema de proteção contra raios na Alemanha com o guia N.º 1 "Fundamentos jurídicos e normativos para a proteção contra raios em instalações estruturais".

Devem ser sempre previstas medidas de proteção contra raios, quando

- uma entidade responsável o exige. Neste caso, a classe de proteção contra raios necessária deve ser definida ou pela entidade ou pelo cálculo.
- são requeridas medidas de proteção contra raios segundo pressupostos legais.
- O dano de um edifício pode influenciar os edifícios circundantes ou o meio ambiente (p. ex. propagação do fogo, explosão, emissões químicas ou radioativas).

1.7.5 Cálculo da rentabilidade dos sistemas de proteção contra raios

Para instalações estruturais sem perigo para pessoas, a necessidade de medidas de proteção contra raios pode ser considerada sob o ponto de vista económico. Num lado situa-se a probabilidade de incidência de raio, bem como a magnitude dos danos resultantes. No outro ficam os danos de raio reduzidos através de medidas de proteção, bem como os custos da instalação de proteção de raio.

1.7.5.1 Custos sem sistemas de proteção contra raios

Num edifício sem medidas de proteção contra raios, os custos anuais resultam do produto da probabilidade de ocorrência de uma incidência de raio no edifício e pelo dano material esperável advindo de uma incidência de raio.

1.7.5.2 Custos com sistemas de proteção contra raios

Num edifício com medidas de proteção contra raios, a probabilidade de ocorrência de danos (através de uma incidência de raio no edifício) desce. Os custos anuais resultam do produto de uma probabilidade de ocorrência reduzida, dos danos materiais esperáveis de uma incidência de raio mais os custos anuais para a instalação da proteção contra raios.

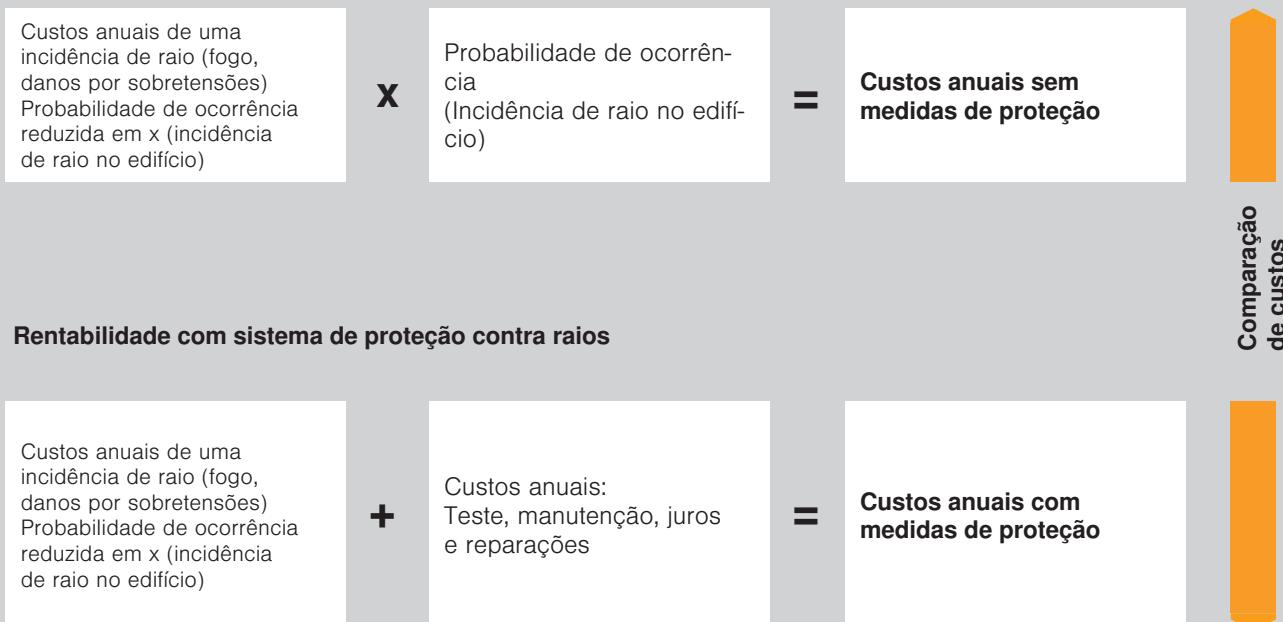
1.7.5.3 Comparação dos custos por danos de raio com ou sem sistemas de proteção contra raios

Para a verificação da rentabilidade das medidas de proteção contra raios, são comparados os custos anuais em edifícios não protegidos com os custos anuais em edifícios protegidos.

Nota

Deve ser efetuado um cálculo exato com diversos outros parâmetros através de uma análise de risco segundo a VDE 0185-305-2 (IEC 62305-2).

Rentabilidade sem sistema de proteção contra raios



Comparação de custos

Exemplo (danos de raios sem instalações de proteção contra raios)

- Valor do edifício com conteúdo: 500.000 €
 - Incidências de raios por ano: $\leq 1,6$ por km^2 (duplicação $\leq 3,2$ por km^2)
 - Altura do edifício: 10 m de comprimento, 20 m de largura, 10 m de altura
 - Área de captura: 4827 m^2

Risco probabilidade de ocorrência

- $3,2/1.000.000 \text{ m}^2 \times 4827 \text{ m}^2 = 0,015$ (= a cada 65 años)/valor teórico

Custos anuais em edifício não protegido

- $500\,000\text{ €} \times 0,015$ (Perda total) = 7 500 € por ano

Exemplo (danos de raios com instalações de proteção contra raios)

- Valor do edifício com conteúdo: 500.000 €
 - Incidências de raios por ano: $\leq 1,6$ por km^2 (duplicação $\leq 3,2$ por km^2)
 - Altura do edifício: 10 m de comprimento, 20 m de largura, 10 m de altura
 - Área de captura: 4827 m^2

Bisco probabilidade de ocorrência

- Classe de proteção contra incêndio 3 = 86 % de efeito de proteção = risco residual 14% (0,14)
 - Risco probabilidade de ocorrência : $3,2 \times 14 \% / 1.000.000 \text{ m}^2 \times 4827 \text{ m}^2 = 0,0022$ (a cada 462 anos)

Danos anuais em edifícios protegidos (sem custos para sistema de protecção contra raios)

- $500\,000\text{ €} \times 0,0022 = 1\,000\text{ €}$ por ano

Cálculo dos custos anuais para a instalação de proteção contra raios

- Custos da instalação de proteção contra raios: 10.000 €
 - Custos/período de amortização (20 anos): 500 ?/ano
 - Carga de juros anual através do investimento (5 %): 500 €
 - Custos de manutenção anuais para a instalação de proteção contra raios (5 %): 500 €
 - Custos totais anuais para a instalação de proteção contra raios: 1.500 €

Custos anuais com medidas de proteção (com custos para sistemas de proteção contra raios)

- Danos anuais: 1.100 € por ano
 - Custos totais anuais para a instalação de proteção contra raios: 1.500 €
 - Custos totais: 2.600 € por ano

Exemplo

Exemplo
Através de medidas de proteção adequadas, os custos anuais puderam ser reduzidos em 4.900 €.



Gerador de teste BET

Instalação de teste BET-SO₂

1.8 Componentes de proteção contra raios e sobretensão no laboratório de testes

No Centro de testes BET são verificados, de forma normalizada e por especialistas altamente qualificados, componentes de proteção contra raios e sobretensões, estruturas de proteção contra raios e dispositivos de proteção contra sobretensões. Para além disso, são aqui analisadas de forma científica as consequências de eventos com raios.

O BET dispõe de um gerador de teste para verificações de descargas eléctricas com até 200 kA e um gerador híbrido para verificações de tensão de choque com até zu 20 kV.

Nas tarefas incluem-se testes de acompanhamento de desenvolvimento a novos produtos e modificações de aparelhos de proteção contra sobretensão da OBO, segundo a norma de testes VDE 0675-6-11 (IEC 61643-11). Os testes em componentes de proteção contra raios são executados segundo a VDE 0185-561-1 (IEC/EN 62561-1) e em aberturas de faísca separadas segundo a DIN EN 62561-3 (IEC 62561-3).

No gerador híbrido são testados aparelhos de proteção de cabos de dados segundo a VDE 0845-3-1 (IEC 61643-21) "proteção contra sobretensões para utilização em redes de telecomunicação e de propagação de sinal".

Podem ser executados os seguintes testes normalizados:

- Componentes de proteção contra descargas elétricas segundo EN 62561-1
- Explosores equipotenciais segundo EN 62561-3
- Suporte segundo EN 62561-4
- Componentes isolados segundo IEC TS 62561-8
- Contador de correntes de raio segundo EN 62561-6
- Aparelhos de proteção contra sobretensões segundo EN 61643-11
- Aparelhos de proteção para cabos de dados segundo EN 61643-21
- Avaliação ambiental segundo EN ISO 9227 (avaliação neutra da pulverização permanente de nevoeiro salino)
- Avaliação ambiental segundo EN 60068-2-52 (verificação cíclica do nevoeiro salino)
- Avaliação ambiental segundo a EN ISO 6988 (SO₂ verificação de gases nocivos)
- Grau de proteção IP segundo a EN 60592
- Resistência à tração segundo EN 10002-1

Porém requisitos e testes específicos de cada cliente, não abrangidos pelas normas, também podem ser verificados com os seguintes parâmetros:

- Impulsos de correntes de raios (10/350) até 200 kA, 100 As e 10 MA²s
- Impulsos de correntes de choque (8/20) até 200 kA
- Impulsos combinados (1,2/50) até 20 kV
- Impulsos combinados (10/700) até 10 kV
- Instalação de corrente contínua 255 V, 50 Hz, até 3 kA
- Medição de isolamento até 5 kV AC, 50 Hz e até 6 kV DC
- Medições de condutividade até 63 A, 50 Hz
- Resistências à tração e à pressão até 100 kN

1.8.1 Testes em conformidade com as normas

A verificação profissional de sistemas de proteção contra sobretensão e raios da OBO encontra-se na primeira posição no centro de testes BET.

Entre eles contam-se os testes de novos desenvolvimentos, modificações de produtos existentes e testes de comparação dos componentes de proteção contra descargas atmosféricas, dispositivos de proteção contra sobretensões e condutores de descargas atmosféricas.



Durante o planeamento e a construção de sistemas de proteção contra raios devem ser consideradas as normas nacionais, anexos, bem como as indicações de segurança das respetivas adendas específicas de cada país. Deve ser evitado um não cumprimento dos cuidados necessários durante a seleção dos produtos utilizados segundo o atual estado da técnica.

A OBO, como fabricante líder e fornecedor completo no domínio da proteção contra raios e sobretensões, apoia projetistas, instaladores e especialistas.



Relatórios de teste, certificados e declarações de conformidade encontram-se na respectiva área de produto em www.obo.de documentos preparados para download.

A screenshot of a website page for a "Conector Rd 8-10 mm com rosca M10". The page includes a product image, a "Download" button, and a "Mais" button. Below the image, there are tabs for "DESCRÍPCAO DO PRODUTO", "DADOS TÉCNICOS", "TODOS OS TIPOS", and "DOWNLOADS". The "DESCRÍPCAO DO PRODUTO" tab is selected. The product description lists features such as "com furo 10,2 mm" and "com rosca M10".

1.8.2 Certificação

Os produtos da OBO estão sujeitos a exigentes e uniformes padrões de qualidade, bem como padrões internacionais de desenvolvimento, produção e distribuição. A OBO Bettermann possui gestão de qualidade certificada ISO 9001 há décadas, que também abrange os elevados requisitos da diretiva ATEX 2014/34/UE para produtos Ex. A OBO também realiza um controlo energético certificado conforme a ISO 50001 e é, há vários anos, membro da associação industrial de galvanização a quente.

O Centro de Testes BET é um laboratório de testes credenciado e certificado pela VDE para realizar numerosos testes de acordo com os padrões internacionais para sistemas de proteção contra raios.



1.9 Componentes da proteção contra raios e sobretensões

Cada sistema de proteção contra raios e sobretensões consiste das seguintes áreas:

1. Sistemas de captação e derivação de raios

Sistemas de dispositivos de captura e derivação capturam, de um modo fiável, incidências diretas de raios com uma energia de até 200.000 A, derivando-as em segurança para o sistema de ligação à terra.

2. Sistemas de ligação à terra

Os sistemas de ligação à terra conduzem aprox. 50 % da corrente de raios descarregada para o solo, a outra metade é distribuída através da compensação de potencial.

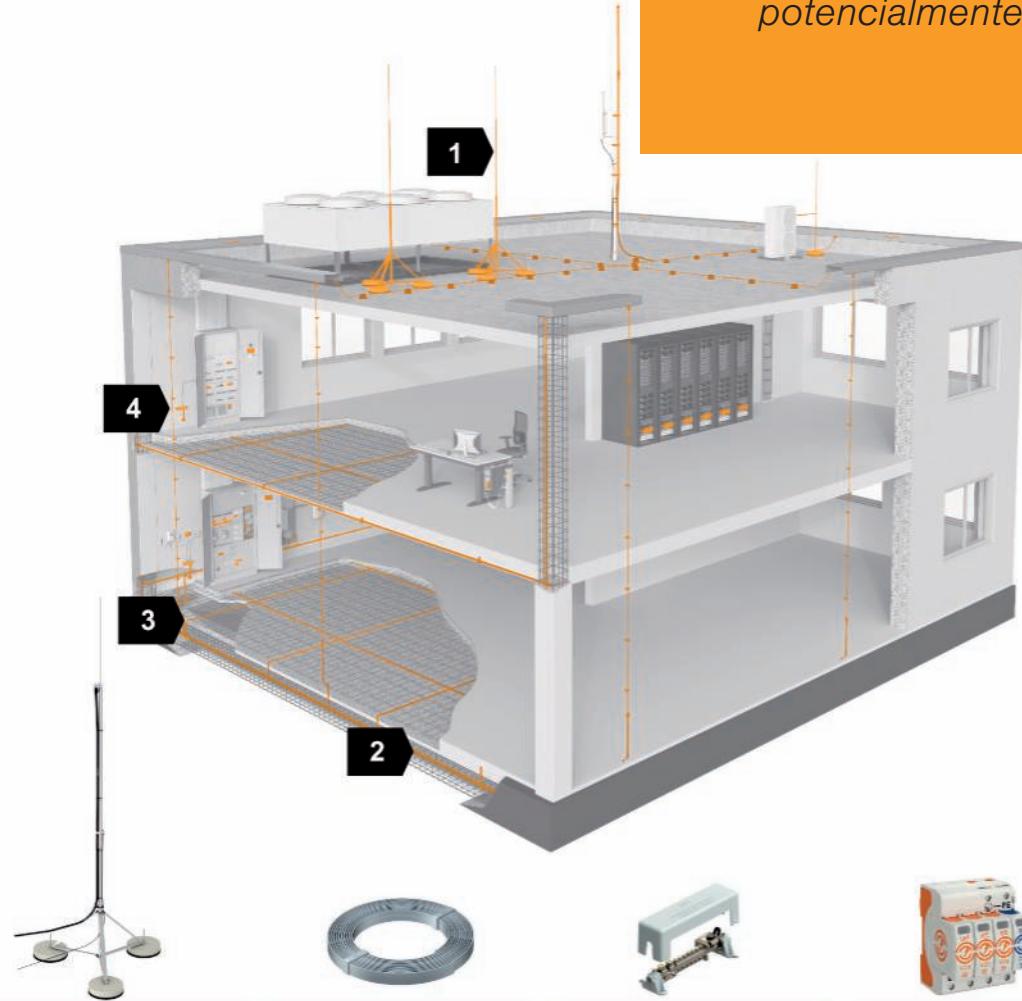
3. Sistemas de compensação de potencial

Os sistemas de equipotencialização formam a interface entre a proteção contra raios exterior e interior. Garantem que no edifício não surgem quaisquer diferenças perigosas na ligação equipotencial.

4. Sistemas de proteção contra sobretensões

Os sistemas de proteção contra sobretensões formam uma barreira de vários níveis, através da qual, não passa qualquer sobretensão.

A OBO oferece os componentes para sistemas de proteção contra raios e sobretensões. Os componentes em conformidade com as normas e testados oferecem proteção e segurança da máxima qualidade para residências até a instalações industriais em áreas potencialmente explosivas.



1. Sistema de captação e sistemas de derivação

2. Sistemas de ligação à terra

3. Sistemas de ligação equipotencial

4. Sistemas de proteção contra sobretensões

Componentes da proteção contra raios e sobretensões



Aparelho de proteção contra sobretensões do tipo 2 n distribuição

1.9.1 Proteção contra sobretensões como parte da compensação de potencial

Na Alemanha, a proteção contra sobretensões é regulada pelas normas DIN VDE 0100-443 e -534 e deve ser obrigatoriamente aplicada desde outubro de 2016. Planeadores de sistemas elétricos e instaladores devem indicar essa necessidade aos donos das obras.

DIN VDE 0100-443: QUANDO é necessária a proteção contra sobretensões?

Em todos os edifícios recém planeados, bem como em alterações ou ampliações em instalações elétricas existentes.

DIN VDE 0100-534: COMO e QUE medidas são requeridas?

A proteção contra sobretensões deve ser instalada o mais próxima possível do ponto de alimentação da instalação elétrica. Se a distância entre o aparelho de proteção contra sobretensões e o aparelho a proteger for superior a 10 m de comprimento de cabo, são necessárias mais medidas.

A proteção contra sobretensões impede a falha do isolamento por alta tensões e evita incêndios por curto-circuito.

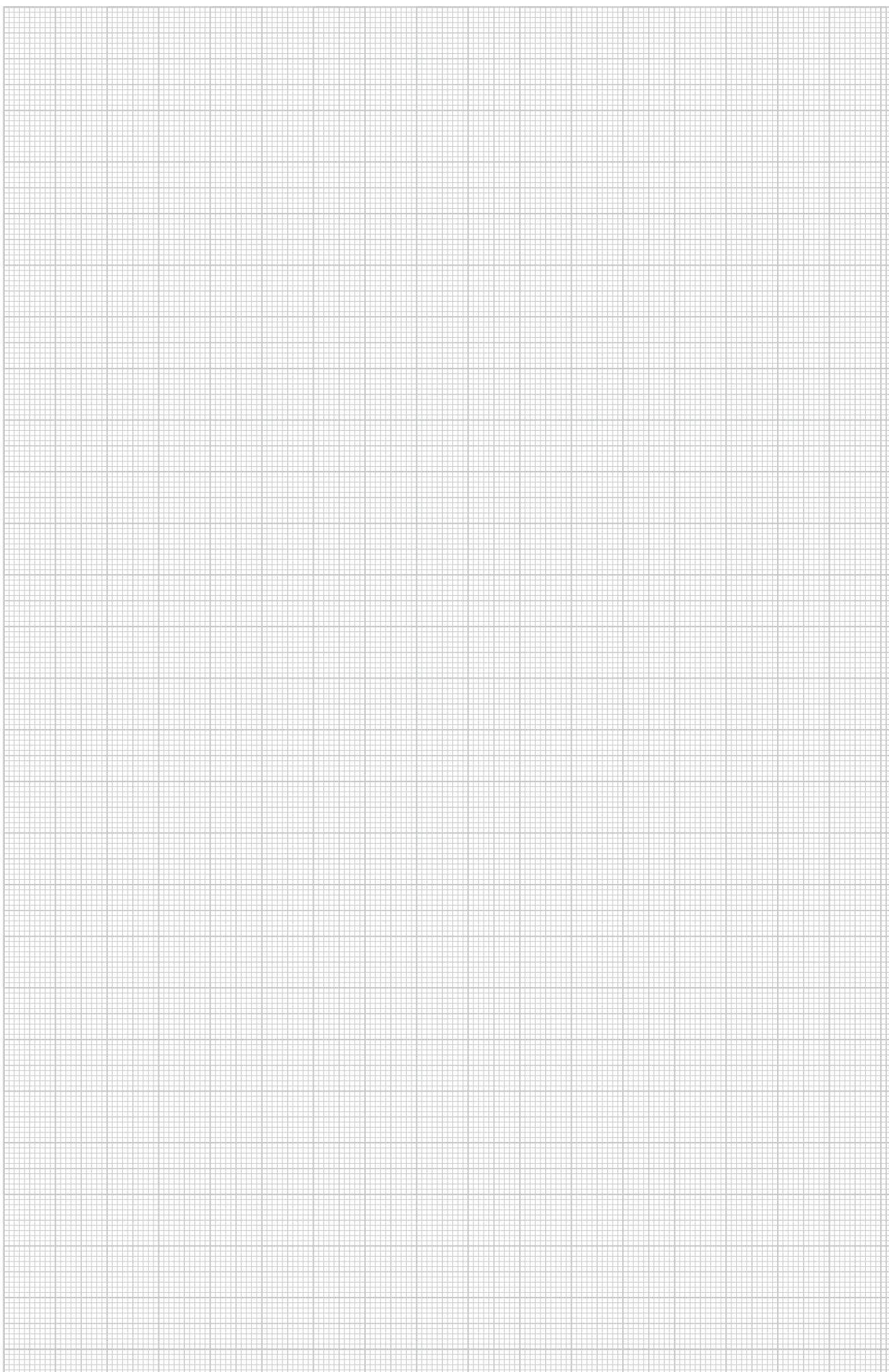
A proteção contra sobretensões deve obrigatoriamente ser montada em todos os edifícios!

Em todas as instalações elétricas novas ou ampliadas deve ser executada uma coordenação de isolamento. Através dos aparelhos de proteção contra sobretensões (pelo menos tipo 2 ou tipo 2+3) é impedida falha de isolamento, desta forma evitam-se curtos-circuitos e incêndios.

A proteção é obrigatória no caso de alimentação de cabos suspensos!

Edifícios alimentados por cabos suspensos estão ameaçados por correntes de raio parciais. Isto também é válido quando o cabo de alimentação entre o último poste do cabo suspenso e o edifício é concebido com cabo subterrâneo. Por esse motivo, no ponto de alimentação da instalação elétrica, devem ser utilizados aparelhos de proteção contra sobretensões (tipo 1 ou tipo 1+2) com capacidade de transporte de correntes de raio.

VDE 0100-443 "Através da criação de dispositivos de proteção contra sobretensões (SPDs), deve ser assegurada uma limitação de tensão de acordo com a coordenação de isolamento de modo a evitar uma formação de faíscas perigosa e dos incêndios daí resultantes"



2

A corrente do raio deve ser captada e descarregada pelo sistema de proteção contra raios, em caso de impacto direto o sistema deve proteger o edifício contra incêndio. O sistema de captação oferece um ponto de impacto ideal e é conectado ao sistema de ligação à terra através dos condutores de descarga. Para correntes de raios, isso cria um caminho condutor para o solo. O sistema de captação forma espaços de proteção, cujo tamanho necessário pode ser determinado usando, por exemplo, o "método da esfera roilante".

Além do sistema de captação e dos condutores de descida, o sistema de ligação à terra faz parte da proteção externa contra raios. A corrente do raio precisa ser direcionada com segurança para o sistema de ligação à terra sem faíscas ou arcos em outras estruturas metálicas. A ligação ao edifício é feita pelo sistema de equipotencialização.

VDE 0185-305
(IEC/EN 62305)
+
Regulamentos-Quadro
da Construção Civil e
estadual requerem
proteção contra raios

VDE 0185-305
(IEC/EN 62305)
+
DIN 18014
solicitar
Elétrodo de terra de
fundações

VDE 0100-100
(IEC/EN 60364-1)
requer proteção contra
choque elétrico

Capítulo 2: O sistema externo de proteção contra raios

| | |
|-----------|---|
| 2 | O sistema externo de proteção contra raios |
| 2.1 | Sistemas de captação |
| 2.1.1 | Métodos de planeamento para sistemas de captação |
| 2.1.1.1 | Método da esfera fictícia |
| 2.1.1.2 | Método do ângulo de proteção |
| 2.1.1.3 | Método de malha |
| 2.1.1.4 | Proteção contra impacto lateral |
| 2.1.2 | Mudanças no comprimento devido à temperatura |
| 2.1.3 | Proteção externa contra raios para estruturas de telhado |
| 2.1.4 | Uso de componentes naturais |
| 2.1.5 | Distância de separação |
| 2.1.6 | Carga de vento |
| 2.1.7 | Versões de sistemas de captação |
| 2.1.7.1 | Sistemas de captação isolados e resistentes a alta tensão |
| 2.1.7.1.1 | Hastes captoras isoladas com cabo externo isCon® |
| 2.1.7.1.2 | Hastes captoras isoladas com cabo interno isCon® |
| 2.1.7.2 | Sistemas de captação isolados |
| 2.1.7.2.1 | Hastes de captação em alumínio |
| 2.1.7.2.2 | Sistemas de haste de telecaptação |
| 2.1.7.2.3 | Hastes GFK |
| 2.1.7.3 | Princípios de instalação, edifícios com telhado plano |
| 2.1.7.4 | Princípios de instalação, edifícios com telhados inclinados |
| 2.2 | Derivações |
| 2.2.1 | Métodos de planeamento |
| 2.2.1.1 | Número e arranjo |
| 2.2.2 | Princípios de fixação |
| 2.2.3 | Subsolo de fixação |
| 2.2.3.1 | Betão |
| 2.2.3.2 | Alvenaria |
| 2.2.4 | Distâncias e profundidade de ajuste |
| 2.2.5 | Critérios de falha |
| 2.2.6 | Tipos de ancoragens |
| 2.2.7 | Fixações em estruturas de aço |
| 2.2.8 | Fixações em componentes de madeira |
| 2.2.9 | Uso de componentes naturais |
| 2.2.10 | Áreas equipotenciais como plano de referência |
| 2.2.11 | Derivação isolada resistente a alta tensão |
| 2.2.12 | Versões |
| 2.2.12.1 | Sistema de proteção contra raios não isolado |
| 2.2.12.2 | Sistema de proteção contra raios isolado |
| 2.2.12.3 | Condutor resistente a alta tensão isCon® |
| 2.2.13 | Nova especificação técnica VDE V 0185-561-8 (IEC TS 62561-8) |
| 2.2.13.1 | Problema |
| 2.2.13.2 | Sistema de proteção contra raios externo isolado com isoladores |
| 2.2.13.3 | Sistema de proteção contra raios externo isolado com condutores de baixada isolados resistentes a alta tensão |
| 2.2.13.4 | Distribuição de potencial |
| 2.2.13.5 | Solução técnica para derivação isolada e resistente a alta tensão |
| 2.2.13.6 | Testes de tipo para condutores de baixada isolados |
| 2.2.13.7 | Resumo |
| 2.2.13.8 | Guia de seleção para cabos isCon® |
| 2.3 | Proteção contra raios em áreas potencialmente explosivas |
| 2.3.1 | Fundamentos |
| 2.3.2 | Classificação de zonas Ex |
| 2.3.3 | Soluções |
| 2.4 | Sistemas de ligação à terra |

Capítulo 2: O sistema externo de proteção contra raios

| | |
|---------|--|
| 2.4.1 | Princípios básicos |
| 2.4.2 | Requisitos normativos |
| 2.4.3 | Métodos de planeamento |
| 2.4.3.1 | Estrutura do elétrodo de terra do tipo A |
| 2.4.3.2 | Elétrodo em anel do tipo B |
| 2.4.3.3 | Elétrodo de terra de fundações do tipo B |
| 2.4.4 | Versões |
| 2.4.4.1 | Elétrodos de terra |
| 2.4.4.2 | Tina Preta |
| 2.4.4.3 | Tina Branca |
| 2.4.4.4 | Isolamento do perímetro |
| 2.4.5 | Guia de seleção OBO para elétrodos de terra de fundações e em anel |
| 2.5 | Guias de planeamento OBO Construct |
| 2.6 | Distribuição de potencial |
| 2.6.1 | Tensão de passo |
| 2.6.2 | Proteção contra tensão de contacto perigosa |
| 2.7 | Materiais e proteção contra corrosão |
| 2.7.1 | Materiais para sistemas de captação e derivação de raios |
| 2.7.2 | Materiais para sistemas de ligação à terra |
| 2.8 | Teste de componentes do sistema de proteção contra raios |

2. O sistema externo de proteção contra raios

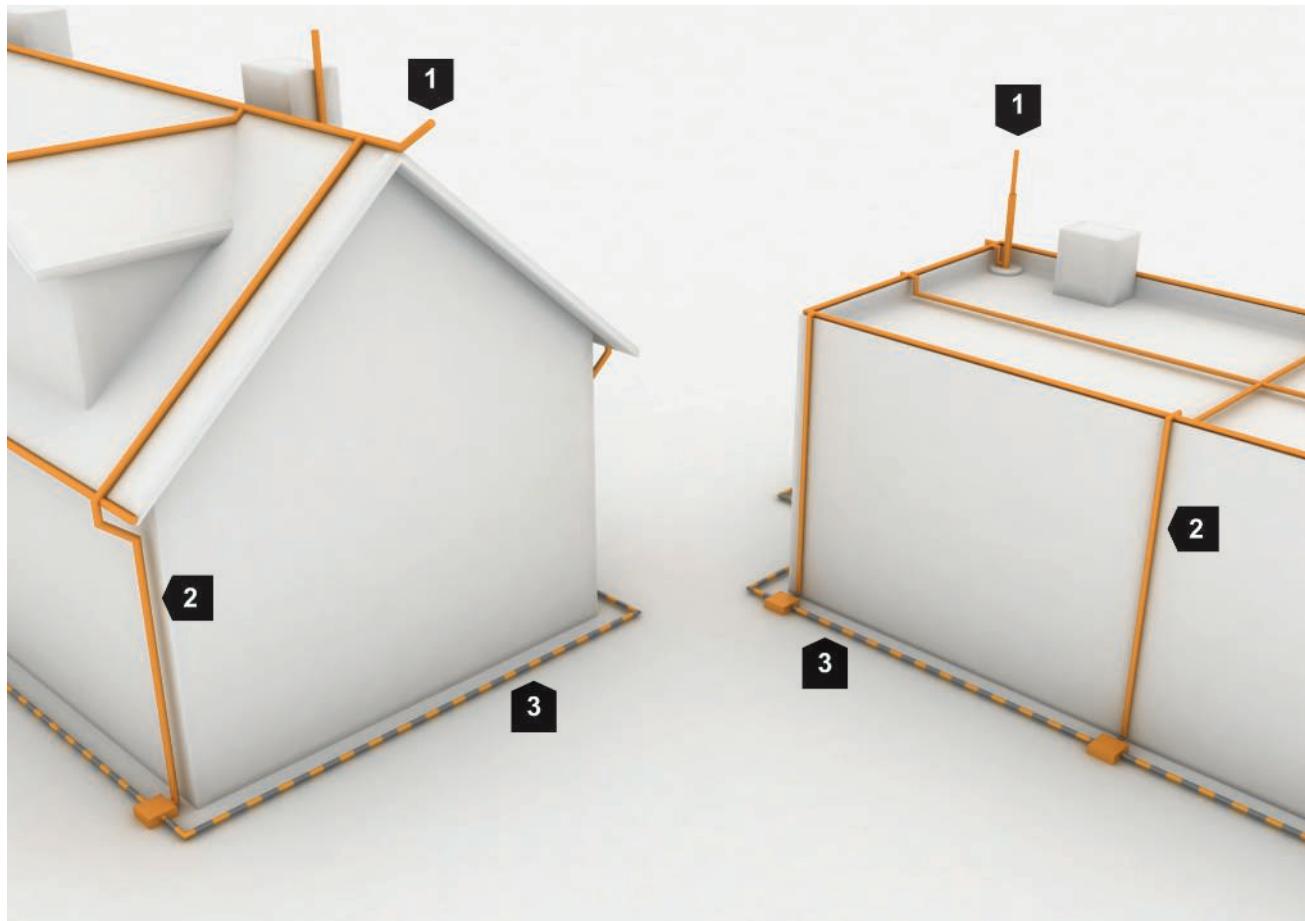
Os sistemas externos de proteção contra descargas atmosféricas é composto por sistemas de captação/-derivação e sistemas de ligação à terra. Com estes componentes é capaz de realizar as funções que lhe são exigidas, nomeadamente intercetar descargas atmosféricas diretas, descarregar a corrente do raio para a terra e distribuí-la no solo.

2.1 Sistemas de captação

Os sistemas de captação aérea são a parte do sistema de proteção contra raios que protege a estrutura contra descargas diretas de raios.

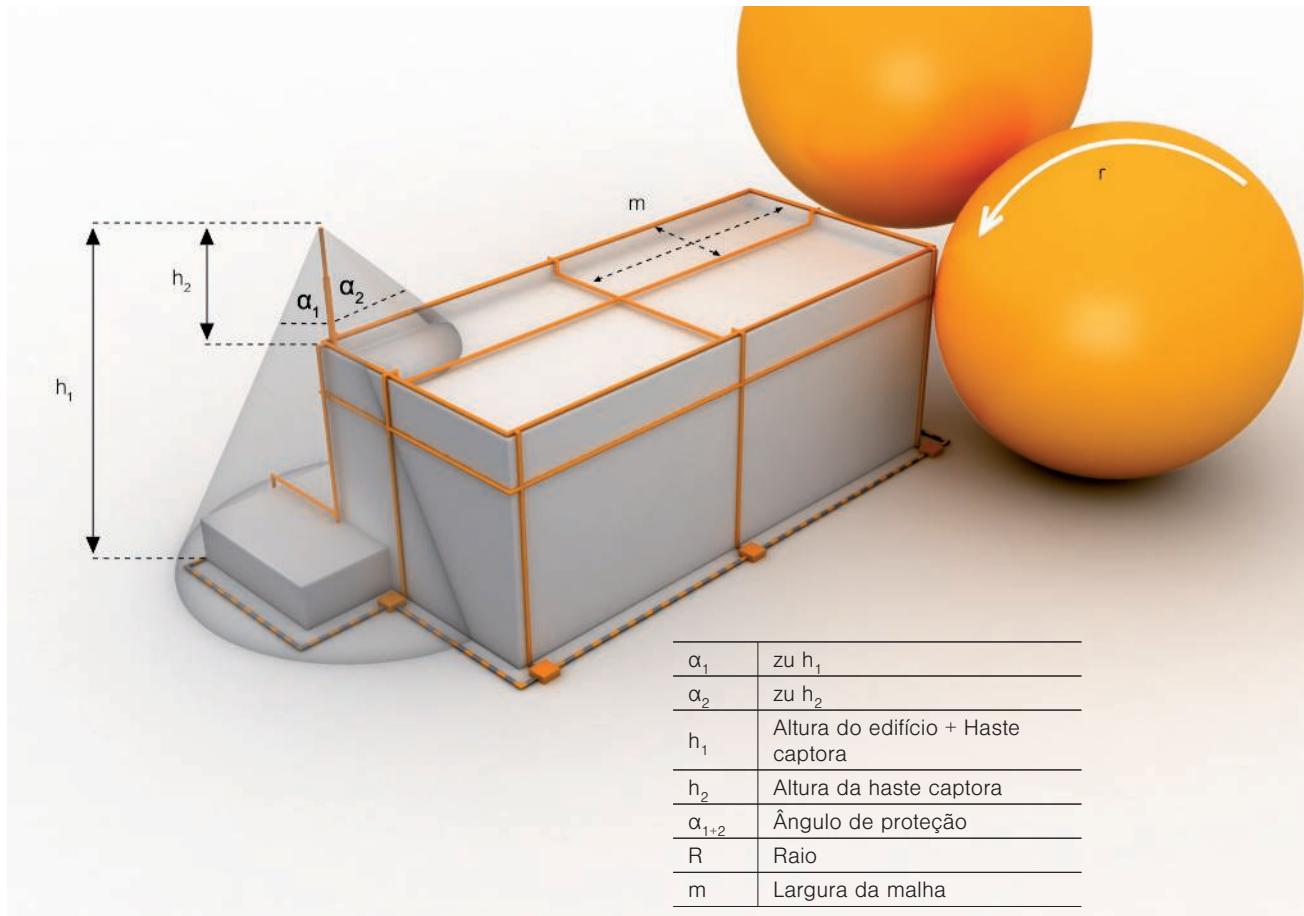
Os sistemas de captação consistem em qualquer combinação dos seguintes componentes:

- Hastes captoras (incluindo mastros independentes)
- Fitas e cabos condutores
- Malha equipotencial



| | |
|----------|-----------------|
| 1 | Hastes captoras |
| 2 | Derivação |
| 3 | Ligação à terra |

Componentes de um sistema externo de proteção contra raios



Planeamento com o método de ângulo de proteção, malha e esfera rolante

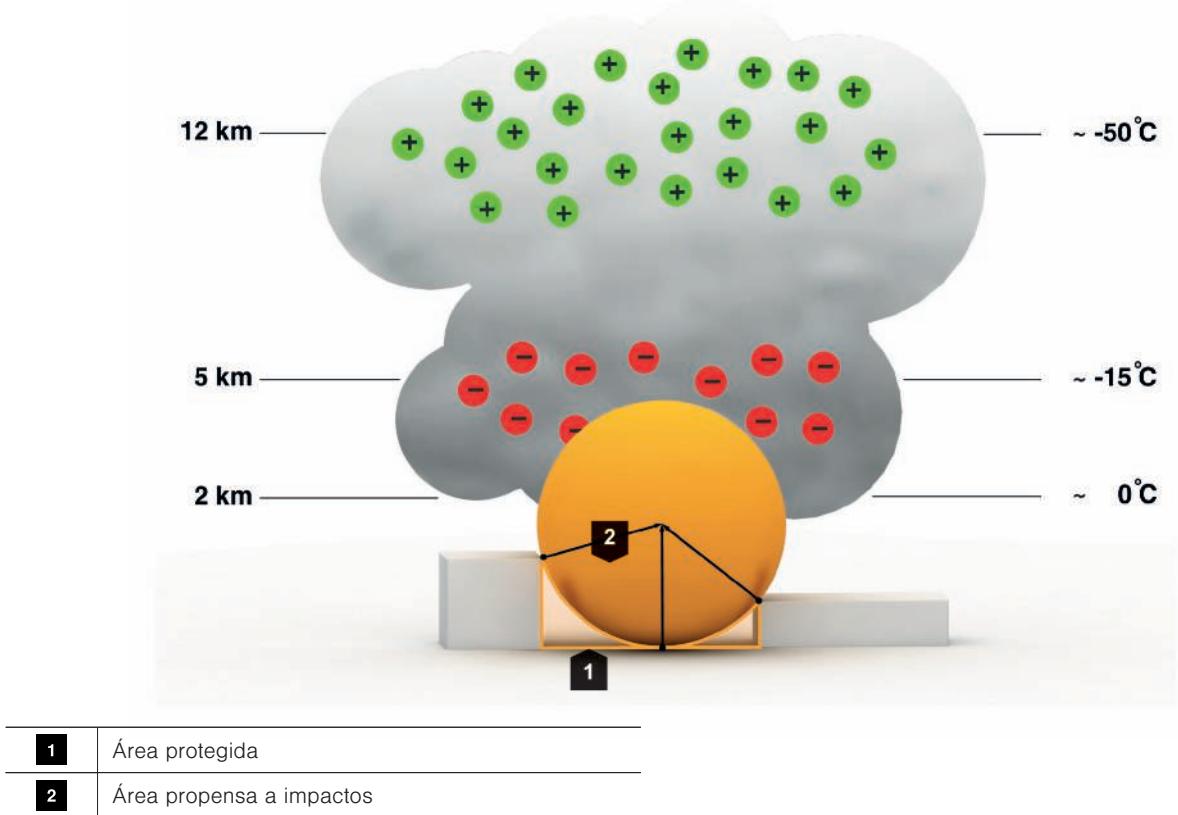
O método da esfera rolante é o único método de planeamento de sistemas de captação que é derivado do modelo eletrogeométrico de raios e fundamentado em princípios físicos.

Este é, portanto, o método que deve ser usado se surgirem incertezas com o método do ângulo de proteção ou o método de malha.

2.1.1 Métodos de planeamento para sistemas de captação

Após uma avaliação prática do edifício, um ou uma combinação dos seguintes métodos de planeamento é escolhido:

- Método de esfera rolante (especialmente adequado para sistemas complexos)
- Método de ângulo de proteção (planeamento simples, por exemplo, para hastas captoras)
- Método de malha (planeamento simples, por exemplo, para telhados planos)



Modelo de raio eléctricogeométrico/Método de esfera rolando

2.1.1.1 Método da esfera fictícia

A separação de carga causa uma diferença de potencial entre as nuvens e o solo, produzindo uma ponta líder. As descargas de captura começam em vários pontos, como árvores, casas ou antenas, na direção da ponta do relâmpago líder. Uma impacto final ocorre no ponto cuja a descarga de captura atinge primeiro a ponta líder. De acordo com isso, todos os pontos na superfície de uma esfera com o raio da distância de impacto final e a ponta líder como centro devem ser protegidos de raios diretos. Esta bola é chamada de esfera fictícia. O raio da esfera fictícia depende da classe de proteção contra raios dos edifícios a serem protegidos.

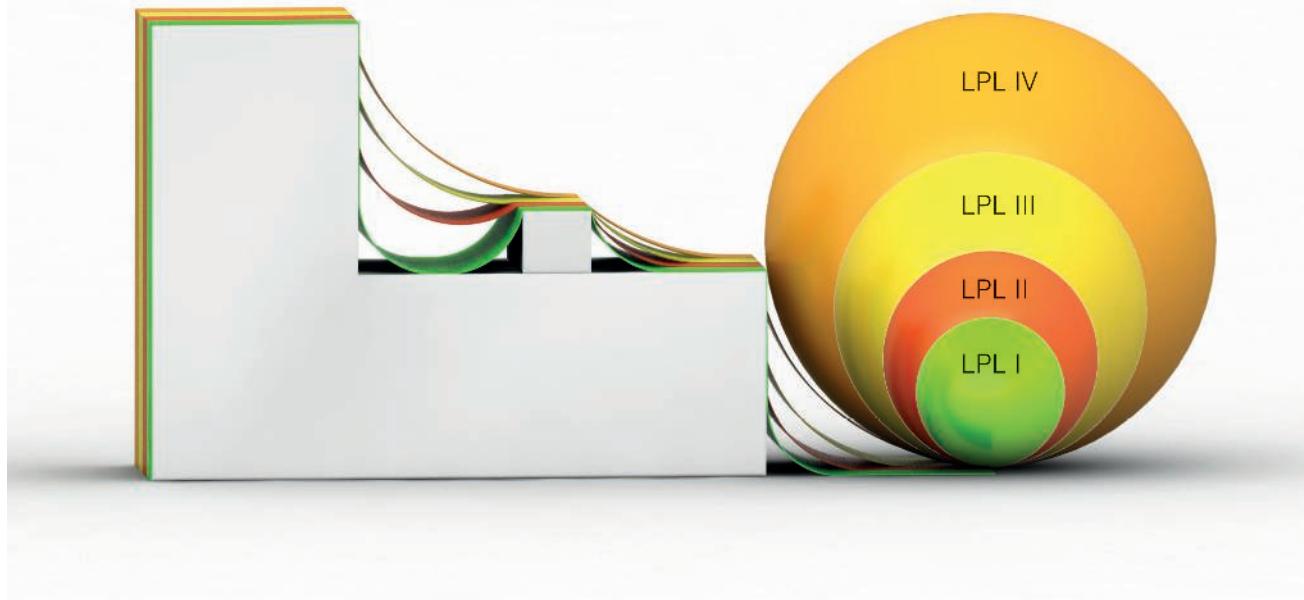
A corrente do raio deve ser captada e descarregada pelo sistema de proteção contra raios, em caso de impacto direto o sistema deve proteger o edifício contra incêndio. O sistema de captação oferece um ponto de impacto ideal e é conectado ao sistema de ligação à terra através dos condutores de descarga. Para correntes de raios, isso cria um caminho condutor para o solo. O sistema de captação forma espaços de proteção, cujo tamanho necessário pode ser determinado usando, por exemplo, o "método da esfera rolando".

O raio da esfera fictícia, juntamente com os valores mínimos de pico de corrente relacionados à respetiva classe de proteção contra raios, formam o modelo eletrogeométrico (EGM), que é o único modelo básico fisicamente reconhecido para criar o conceito de zona de proteção contra raios de acordo com a VDE 0185-305-1 (IEC/EN 62305-1).

Outros modelos teóricos, que permitem apenas pequenas áreas com valores de corrente de pico superiores aos especificados na VDE 0185-305-1 (IEC/EN 62305-1), não podem ser usados para planear um sistema de proteção contra descargas atmosféricas reconhecido pela norma. Sua eficácia reproduzível não pode ser comprovada por métodos científicos conhecidos. Os métodos de proteção, que são especificados com mais detalhes na VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3) e VDE 0185-305-4 (IEC/EN 62305-4), somente fornecem proteção efetiva contra raios cujos valores técnicos atuais estão dentro da faixa de valores de pico de corrente máximo e mínimo definidos pela classe de proteção contra raios (consulte a tabela abaixo).

A esfera fictícia rola sobre o prédio: em todos os sítios onde faz contacto é um possível ponto de impacto para o raio.

| Nível de perigosidade (LPL = lightning protection level) | Raio da esfera fictícia | Menor valor de pico de corrente em kA | Valor máximo de pico de corrente em kA |
|---|----------------------------|---------------------------------------|---|
| I | 20 m | 3 | 200 |
| II | 30 m | 5 | 150 |
| III | 45 m | 10 | <100 |
| IV | 60 m | 16 | <100 |



Raio da esfera fictícia dependendo da classe de proteção contra raios

Com os programas CAD modernos, a esfera fictícia pode ser rolada tridimensionalmente sobre todo o edifício a ser protegido. Então, por exemplo, em edifícios de classe de proteção contra raios I, a bola toca áreas e pontos que ainda estão na área protegida em edifícios de classe de proteção contra raios II (ou III ou IV). Com o método de esfera fictícia, o edifício a ser protegido pode ser dividido em diferentes zonas externas de proteção contra raios ("Zonas de proteção contra raios" = LPZ ou "Nível de proteção contra raios" = LPL):

LPZ 0A

Perigo devido a quedas diretas de raios e todo o campo eletromagnético do raio.

LPZ 0B

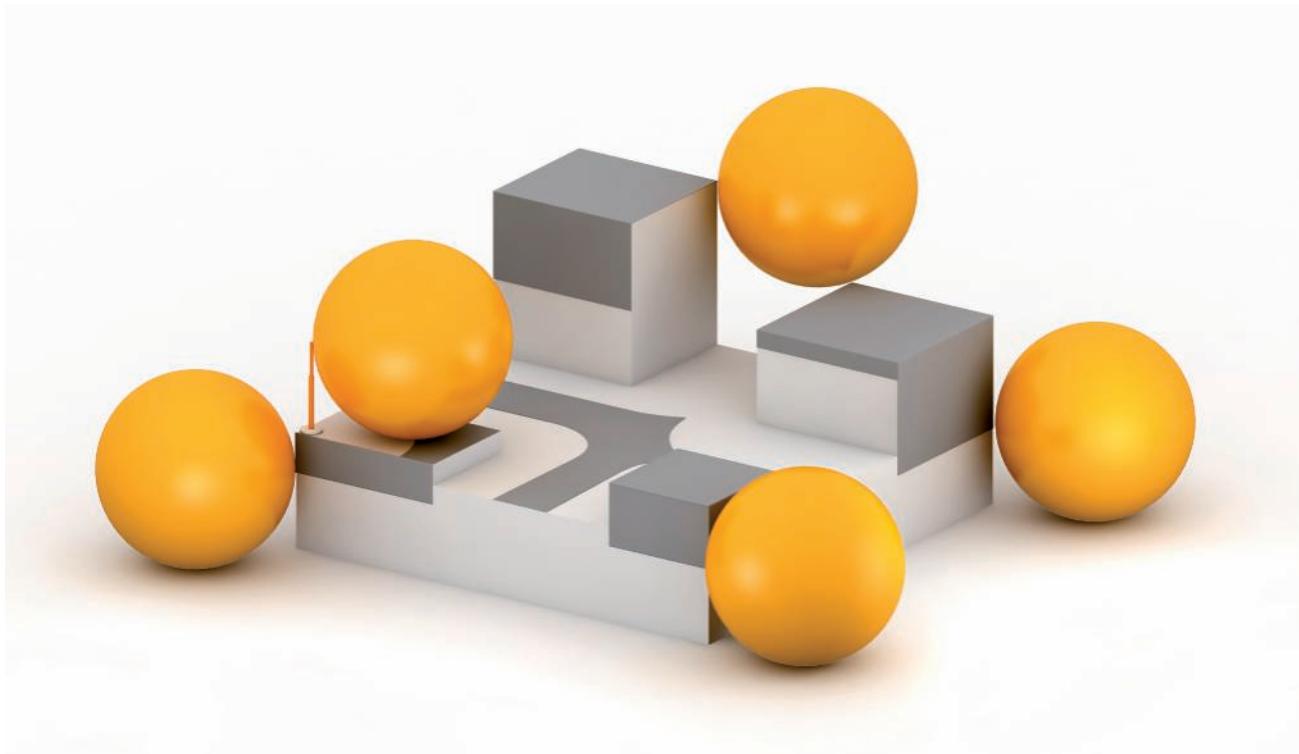
Protegido contra raios diretos, mas vulnerável ao campo elétrico geral do raio.

Nota

Impactos laterais podem ocorrer em qualquer estrutura maior que o raio da esfera fictícia. No caso de edifícios com altura $h < 60$ m, a probabilidade de um impacto lateral é insignificante.



Método de esfera fictícia e zonas de proteção contra raios (LPZ) resultantes

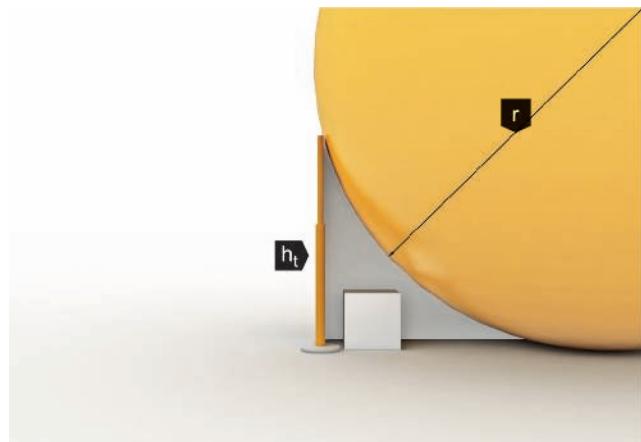


Método de esfera fictícia (áreas a cinzento escuro estão em risco de impacto)

O edifício a proteger deve estar equipado com dispositivos de captores de forma a que uma bola com um raio de esfera especificado, de acordo com as classes de proteção contra raios, não possa tocar o edifício. Os sistemas de captação devem ser instalados nas áreas cinzentas escuras.

Com a ajuda do método de esfera fictícia, os comprimentos necessários das hastes captoras e as distâncias entre as hastes podem ser dimensionados. Estas devem ser dispostas de forma a que todas as partes do edifício a serem protegidas estejam dentro da área de proteção do sistema de captação.

Para todos os tipos de sistemas de captação, apenas as dimensões reais do sistema captor metálico podem ser consideradas no planeamento de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3). Isto também deve ser levado em consideração com todas as chamadas hastes captoras "ativas", como ESE "Early Streamer Emission". Somente os métodos de planeamento especificados na VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3) podem ser usados para o planeamento. Outros, como o "Método do Volume de Coleta" (CVM), são excluídos pela norma.



| | |
|-------|-------------------------|
| h_t | Haste captora |
| r | Raio da esfera fictícia |

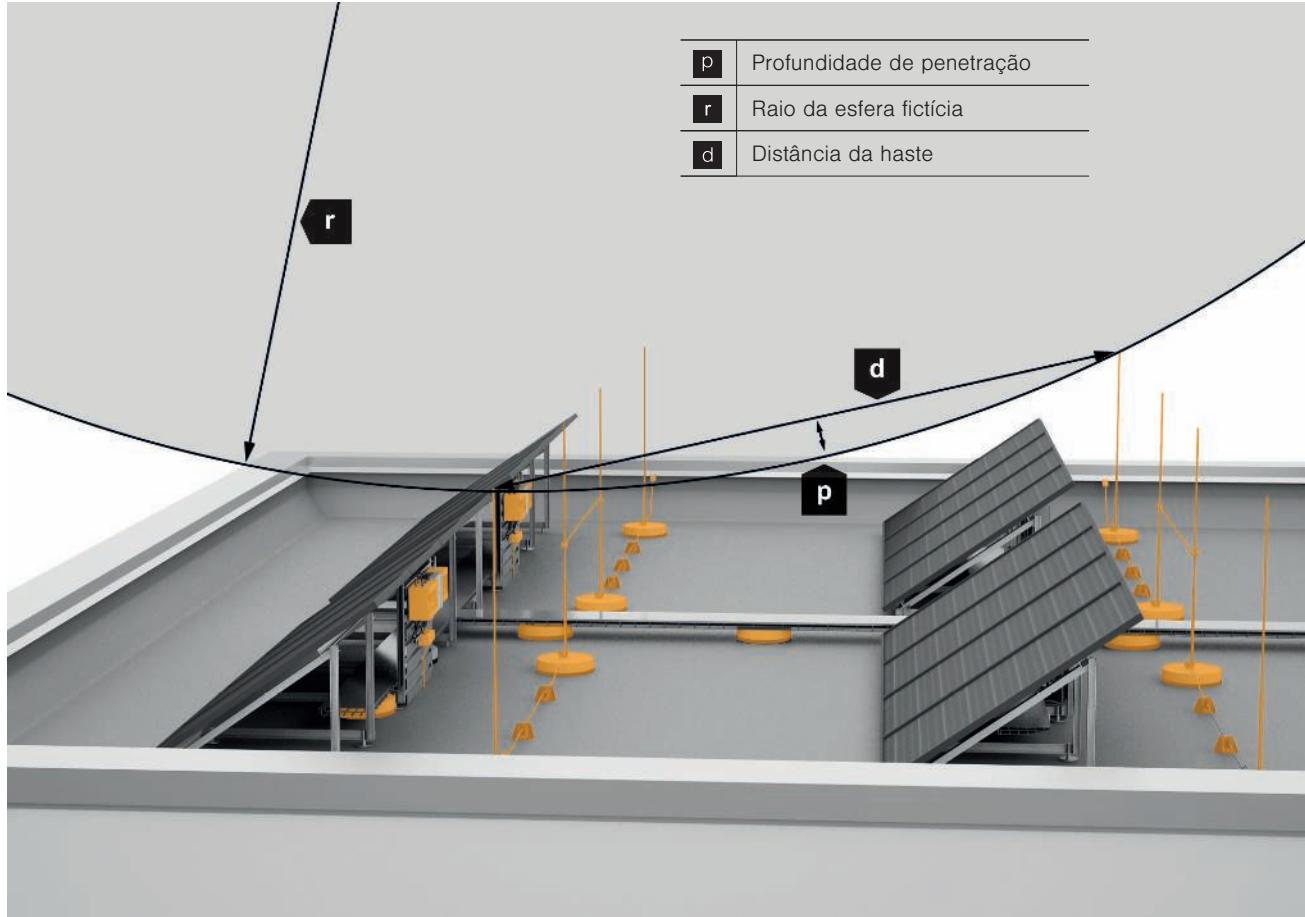
Área de proteção de uma haste captora com base no método de esfera fictícia

Proteger equipamento no telhado com múltiplas hastes captoras

Se utilizar várias hastes captoras para proteger um objeto, terá que ter em conta a profundidade de penetração entre elas. Use a Tabela 2.1 para uma visão geral rápida ou use a seguinte fórmula para calcular a profundidade de penetração:

$$p = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

Fórmula para calcular a profundidade de penetração

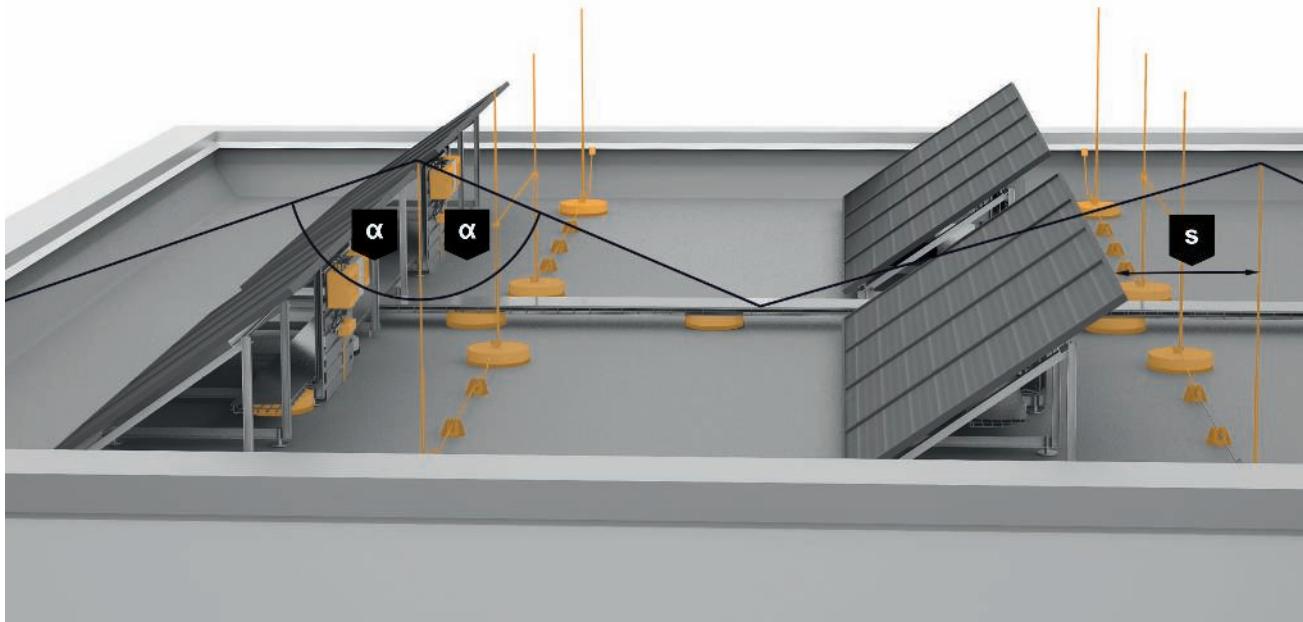


Profundidade de penetração (p) da esfera fictícia entre as hastes captoras

| Distância da haste (d) em m | Profundidade de penetração Classe de proteção contra raios I Esfera de raio: $r = 20\text{ m}$ | Profundidade de penetração classe de proteção contra raios II Esfera de raio: $r = 30\text{ m}$ | Profundidade de penetração classe de proteção contra raios III Esfera de raio: $r = 45\text{ m}$ | Profundidade de penetração classe de proteção contra raios IV Esfera de raio: $r = 60\text{ m}$ |
|-----------------------------|--|--|---|--|
| 2 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 3 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,02 |
| 4 | 0,10 | 0,07 | 0,04 | 0,04 |
| 5 | 0,16 | 0,10 | 0,07 | 0,05 |
| 10 | 0,64 | 0,42 | 0,28 | 0,21 |
| 15 | 1,46 | 0,96 | 0,63 | 0,47 |
| 20 | 2,68 | 1,72 | 1,13 | 0,84 |

Tabela 2.1: Profundidade de penetração (p) de acordo com a classe de proteção contra raios conforme a VDE 0185-305 (IEC 62305)

| | |
|----------|------------------------|
| α | Ângulo de proteção |
| s | Distância de separação |



Ângulo de proteção e distância de separação de hastes em um sistema fotovoltaico

2.1.1.2 Método do ângulo de proteção

O uso do método do ângulo de proteção é recomendado apenas para edifícios simples ou pequenos e partes individuais dos edifícios.

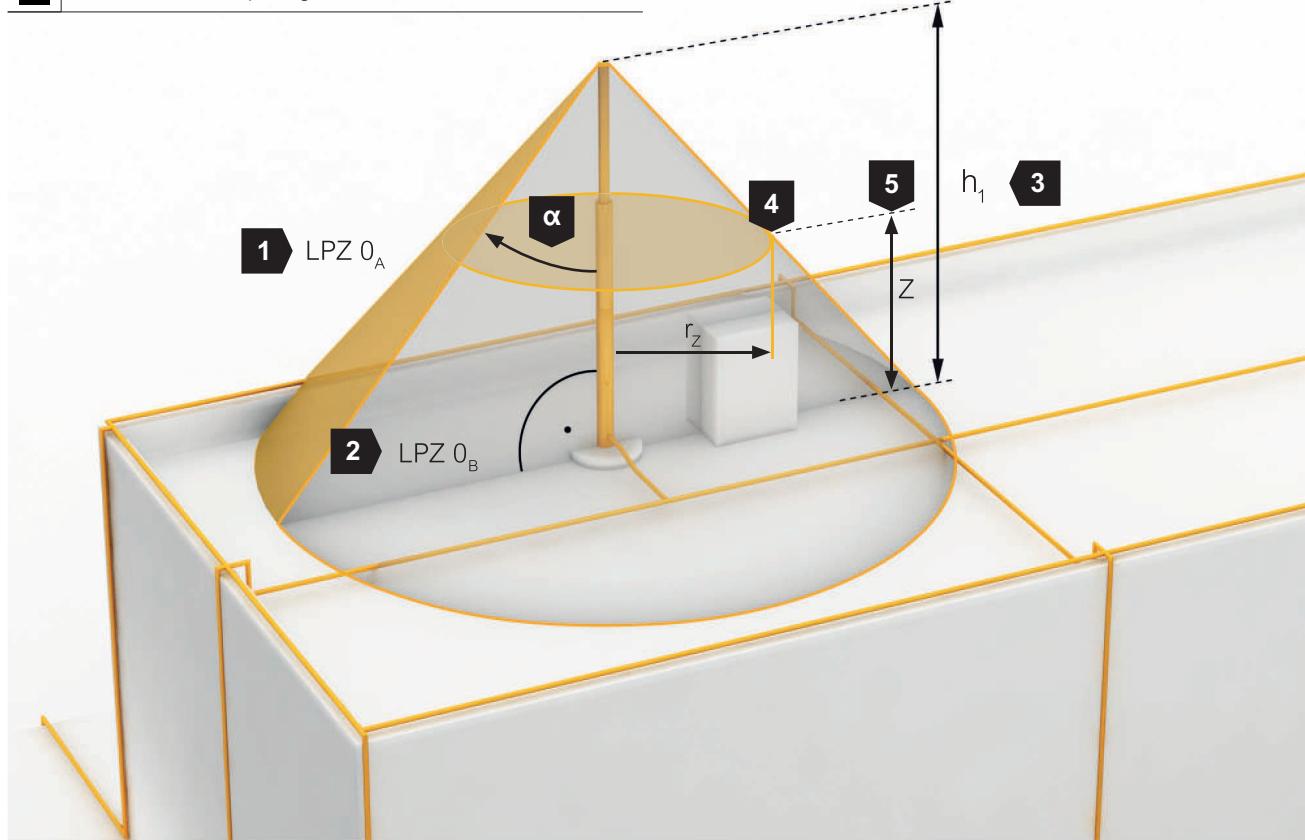
O método do ângulo de proteção deve, portanto, ser usado apenas quando as hastes captoras já estiverem protegendo o edifício, colocadas usando o método da esfera fictícia ou o método de malha. O método do ângulo de proteção é adequado para a colocação de hastes, que se destinam apenas a fornecer proteção adicional para algumas partes salientes do edifício ou construção.

Todas as estruturas do telhado devem ser protegidas por hastes captoras. Para isso é necessário manter a distância de separação (s) entre as estruturas do telhado aterradas e os sistemas metálicos.

Se a estrutura do telhado tiver uma continuação condutora para dentro do edifício (por exemplo, através de um tubo de aço inoxidável com ligação ao sistema de ventilação ou ar condicionado), a haste deve ser instalada a uma distância de separação (s) do objeto a ser protegido. Esta distância evita com segurança o arco da corrente do raio e a criação de faíscas perigosas.

O uso do método do ângulo de proteção é recomendado apenas para edifícios simples ou pequenos e partes de edifícios.

| | |
|----------|---|
| α | Ângulo de proteção |
| 1 | LPZ 0_A : Perigo de raios diretos |
| 2 | LPZ 0_B : Protegido contra raios diretos mas em risco |
| 3 | h_1 : Altura da haste captora |
| 4 | r_z : Raio da área protegida |
| 5 | Z: Altura da área protegida |



Área protegida de uma haste captora calculada com o método do ângulo de proteção simplificado

O ângulo de proteção (α) das hastes captoras varia de acordo com a classe de proteção contra raios. Pode encontrar na Tabela 2.2 o ângulo de proteção (α) para as hastes mais comuns de até 2 m de comprimento.

A estrutura a ser protegida (parte do edifício, dispositivo, etc.) deve ser equipada com uma ou mais hastes captoras, de modo a que a estrutura caia sob o invólucro cônico construído através das pontas das hastes com um dos ângulos (projeto). As áreas delimitadas pelo plano horizontal (superfície do telhado) e as áreas delimitadas pela casca do cone podem ser consideradas áreas protegidas.

Se a altura do objeto do telhado a ser protegido for conhecida, então esta fórmula deve ser usada:

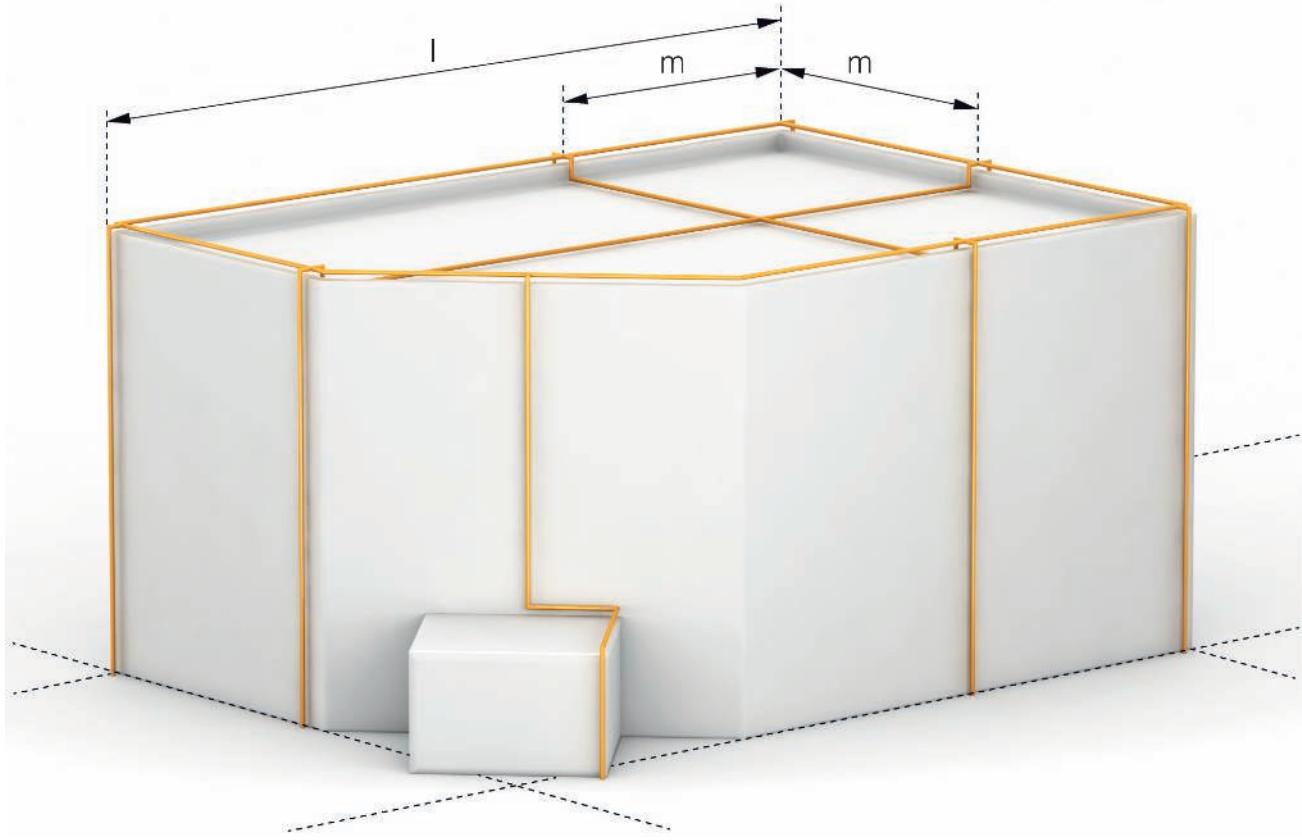
$$rz = (h1 - z) \times \tan(\alpha)$$

a área de proteção da haste captora ou o comprimento necessário da haste ar pode ser determinado alterando a fórmula.

| Classe de proteção contra descargas atmosféricas | Ângulo de proteção α para hastes captoras até 2 m de comprimento |
|--|---|
| I | 70 |
| II | 72° |
| III | 76° |
| IV | 79° |

Tabela 2.2: Ângulo de proteção de acordo com a classe de proteção contra raios segundo a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) para hastes de até 2 metros de comprimento

| | |
|---|-------------------------|
| I | Comprimento do edifício |
| m | Largura da malha |



Sistema de malha em um telhado plano

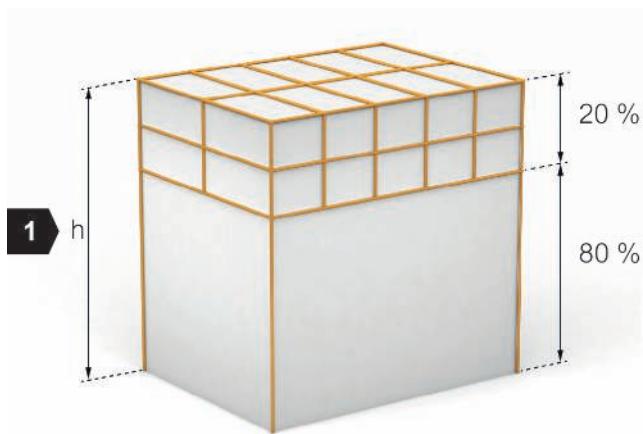
2.1.1.3 Método de malha

Dependendo da classe de proteção contra descargas atmosféricas do edifício, aplicam-se diferentes medidas da malha. No nosso exemplo, o edifício tem uma proteção contra descargas atmosféricas da classe III. Deste modo, o tamanho da malha de 15×15 m não deve ser ultrapassado. Se o comprimento total l for maior que a distância recomendada da Tabela 2.4, como em nosso exemplo, uma junta de dilatação deve ser inserida para mudanças de comprimento relacionadas à temperatura.

O método de malha só pode ser usado exclusivamente com base na classe de proteção contra raios.

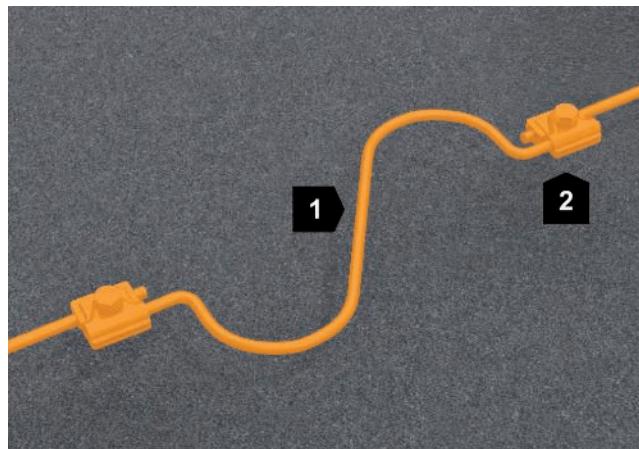
| Classe | Largura da malha |
|--------|------------------|
| I | 5×5 m |
| II | 10×10 m |
| III | 15×15 m |
| IV | 20×20 m |

Tabela 2.3: Tamanho da malha de acordo com a classe de proteção contra raios



1 Altura do edifício $h > 60$ m

Procedimento de malha e proteção contra impacto lateral



1 Junta de dilatação

2 Borne

Malha de proteção contra raios com junta de dilatação

2.1.1.4 Proteção contra impacto lateral

Se o edifício tiver mais de 60 m de altura e houver risco de danos graves (por exemplo, equipamentos elétricos ou eletrônicos), é aconselhável instalar um circuito em anel para proteção contra impactos laterais.

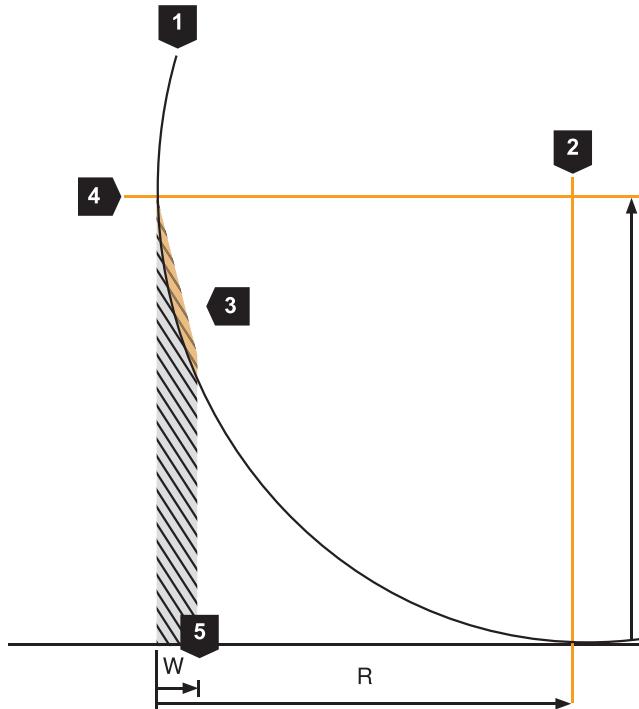
O anel é instalado a 80 % da altura total do edifício e o tamanho da malha depende – como na instalação no telhado – da classe de proteção contra descargas atmosféricas, por ex. com classe de proteção III o tamanho da malha será de 15 x 15 m.

Proteção adicional contra impactos laterais abaixo de 60 m de altura do edifício de acordo com a IEC CDV 62305-3:2018

Impactos laterais abaixo de 60 m de altura do edifício podem ser considerados insignificantes. No entanto, os elementos que se projetam além das dimensões do edifício podem estar em risco (por exemplo, varandas, câmeras, antenas, etc.).

Ao aplicar o método de impacto lateral, o posicionamento do para-raios é suficiente quando todas as partes do elemento a ser protegido estão abaixo de uma superfície criada por uma linha reta com um ângulo $\alpha = 15^\circ$ em relação à vertical. A largura horizontal da área protegida é limitada a $w = r/10$ m. O parâmetro α é independente da classe LPS.

Este método só é normativo a partir da Edição 3 da IEC 62305-3, se obtiver aprovação suficiente. Até então, deve ser considerado apenas como informativo.



1 Arco da esfera fictícia

2 Centro da esfera fictícia

3 Volume protegido devido ao ângulo de proteção (15°)

4 Altura da haste captora instalada ≤ 60 m

5 $W = R/10$

Proteção adicional contra impactos laterais

2.1.2 Mudanças no comprimento devido à temperatura

Em temperaturas mais elevadas, por exemplo no verão, o comprimento dos sistemas de captação ou condutores de baixada muda. Essas mudanças de comprimento devido à temperatura devem ser levadas em consideração durante a instalação. As juntas de dilatação devem permitir uma compensação de comprimento flexível através de sua geometria (por exemplo, em forma de S) ou como uma linha flexível. Na prática, as distâncias indicadas na Tabela 2.4 provaram ser úteis para a utilização das juntas de dilatação.

| Material | Junta de dilatação de distância m |
|----------------|-----------------------------------|
| Aço | ≤ 15 |
| aço inoxidável | ≤ 10 |
| Cobre | ≤ 10 |
| Alumínio | ≤ 10 |

Tabela 2.4: Juntas de dilatação para compensar as mudanças de comprimento devido à temperatura

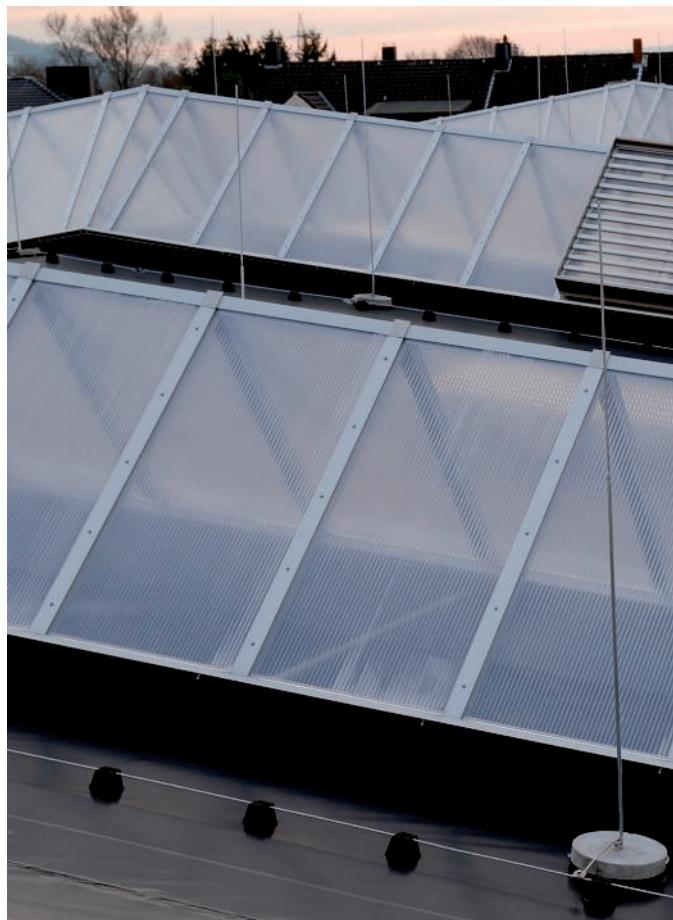
2.1.3 Proteção externa contra raios para estruturas de telhado

As estruturas do telhado devem ser incluídas no sistema de proteção contra raios externo de acordo com a VDE 0185-305 (IEC 62305-3) se excederem os valores especificados na Tabela 2.5.

| Estruturas de telhado | Dimensões |
|-----------------------|---|
| Metálico | 0,3 m acima do nível do telhado 1,0 m ² de área total 2,0 m de comprimento da construção |
| Não metálico | 0,5 m acima do sistema de captação |

Tabela 2.5: Integração das estruturas do telhado

As cúpulas de luz de teto com extração de fumo e calor (RWA) devem ser protegidas contra raios diretos. Dispositivos de proteção contra sobretensão protegem os acionamentos elétricos contra danos causados pelo acoplamento indutivo.





Componentes naturais (aqui chapa metálica) para sistemas de captação, VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3)

2.1.4 Uso de componentes naturais

Se houver elementos condutores no telhado, pode fazer sentido usá-los como um dispositivo de captação natural.

Os componentes naturais para sistemas de captação de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) podem ser:

- Revestimento de chapas metálicas (por exemplo, Attika)
- Componentes metálicos (por exemplo, vigas)
- Peças de metal (por exemplo, calhas, ou grades)
- Tubos e recipientes metálicos

A continuidade elétrica entre as diferentes partes deve ser garantida permanentemente, por ex. com abraçadeiras, por soldagem, aparafulamento ou rebites. O essencial é que não haja conexão condutora com o interior do edifício. Neste caso, a classe de proteção contra raios é irrelevante na escolha de um sistema captação natural.

Características independentes da classe de proteção:

- Espessura mínima de chapas metálicas ou tubos metálicos para sistemas de captação
- Materiais e condições de uso
- Materiais, forma e dimensões mínimas dos sistemas de captação, condutores de baixada e terras
- Dimensões mínimas dos condutores de conexão

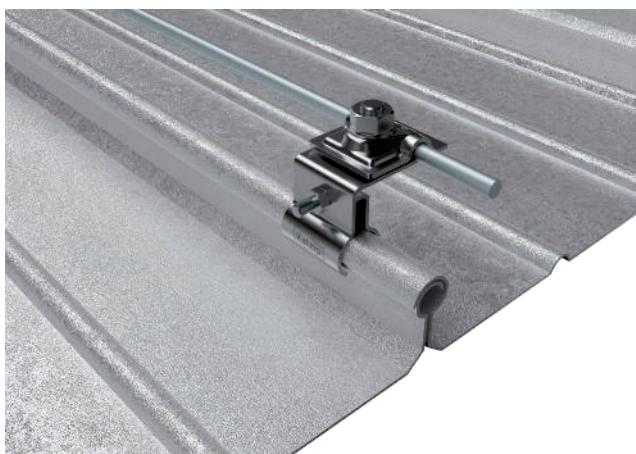


Versão possível da ligação da cobertura metálica do sótão por ponte com cabo flexível

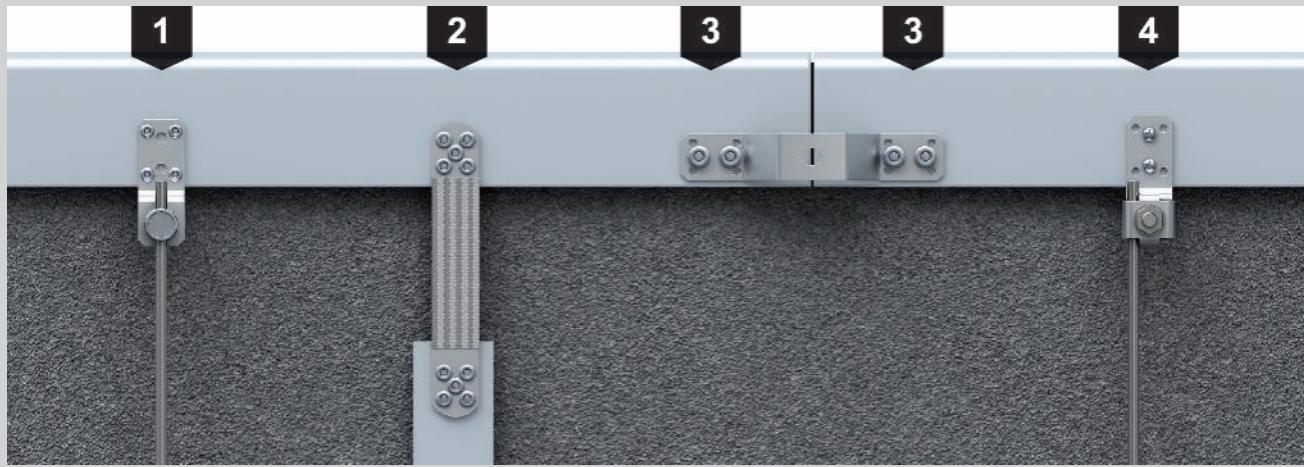
Existem vários componentes para a conexão de descarga de raios de elementos metálicos no telhado (por exemplo, sótãos). Dependendo do produto, estes podem ser montados no telhado de acordo com o padrão. O padrão de aplicação oferece várias opções para isso.

Coberturas metálicas para proteger a parede externa podem ser usadas como parte natural do sistema de captação, se a fusão no ponto de queda do raio for aceite (Tabela 2.6).

Os telhados metálicos que atendem aos requisitos de espessura do material da VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3) podem ser usados como dispositivos naturais de captação e descarga. Uma conexão permanente capaz de transportar correntes de raios deve ser estabelecida usando suportes testados. Por outro lado, o encaminhamento de cabos soltos deve ser efetuado para garantir a compensação de comprimento dependente da temperatura.



Ligador Kalzip® da OBO com capacidade de transportar corrente de raio

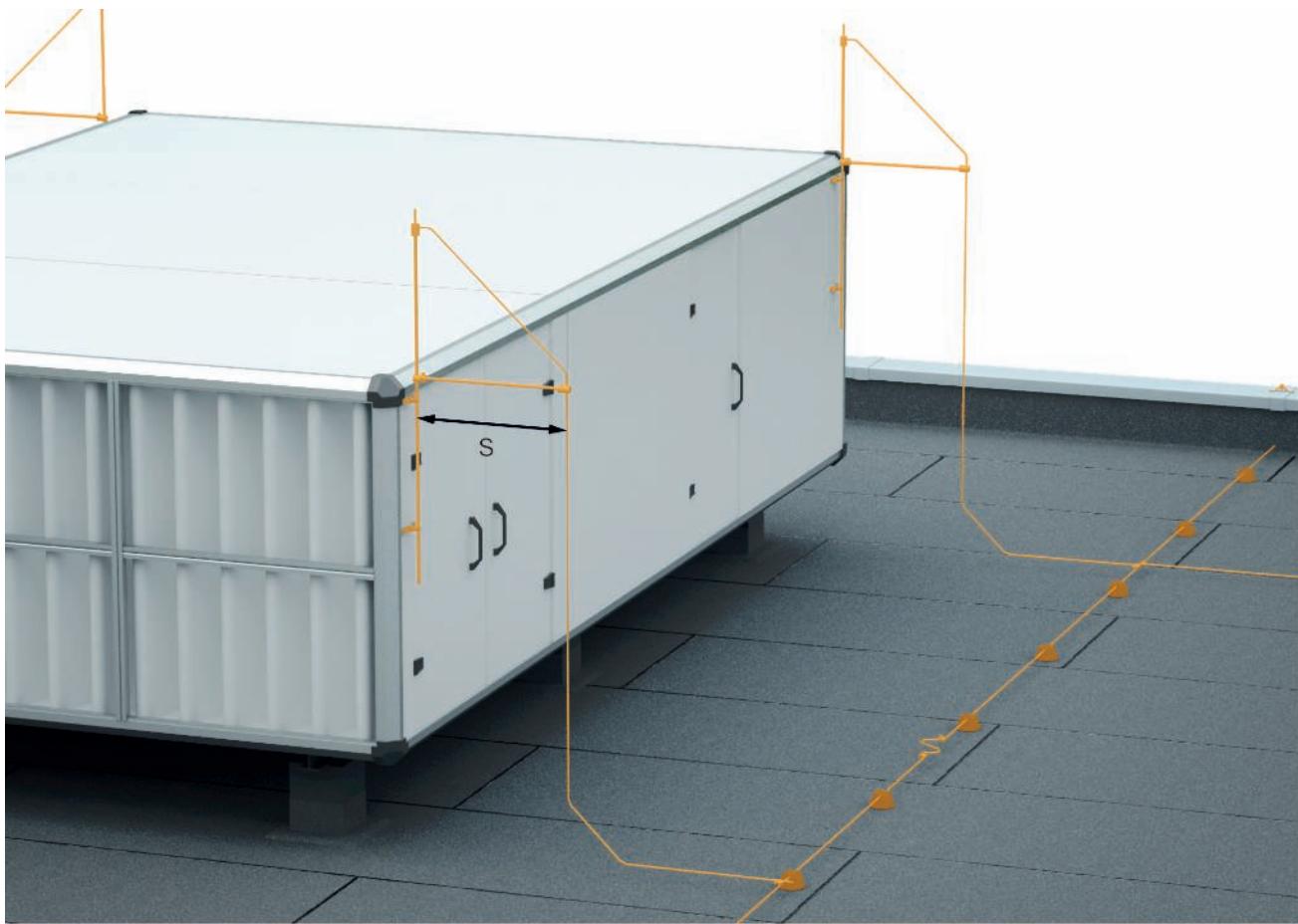


Ligaçāo parafusada da cobertura metálica, fonte: VDE 0185-305-3, suplemento 1:2012-10

| | |
|----------|--|
| 1 | 4 rebites de 5 mm de diâmetro |
| 2 | 5 rebites de 3,5 mm de diâmetro |
| 3 | 2 rebites de 6 mm de diâmetro |
| 4 | 2 parafusos autoroscantes de 6,3 mm de diâmetro em aço inoxidável, por ex. material 1.4301 |

| Material | Espessura t mm (evita perfurações, superaquecimento e ignição) | Espessura t mm (se a prevenção de perfuração, superaquecimento e ignição não forem importantes) |
|------------------------|--|---|
| Chumbo | - | 2,0 |
| Aço (inox/galvanizado) | 4 | 0,5 |
| Titânio | 4 | 0,5 |
| Cobre | 5 | 0,5 |
| Alumínio | 7 | 0,65 |
| Zinco | - | 0,7 |

Tabela 2.6: Espessura mínima das chapas ou tubos metálicos em sistemas de captação de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) Classe de proteção LPS: I a IV



Distância de separação (s) corretamente mantida entre os dispositivos condutores de descida e as estruturas do telhado

2.1.5 Distância de separação (s)

Todos as partes metálicas de um edifício bem como os aparelhos elétricos e respetivos cabos de alimentação devem ser inseridos na proteção contra descargas atmosféricas. Esta medida é necessária para evitar faíscas perigosas entre os sistemas de captação e de derivação e também entre as partes metálicas do edifício e os equipamentos elétricos.

Qual é a distância de separação?

Se a distância entre o condutor da corrente de descarga atmosférica e as partes metálicas do edifício, é suficientemente grande, o risco de formação de faíscas está praticamente excluído. Esta distância é designada como distância de separação (s).

A distância de separação (s) não previne sobretenções acopladas indutivamente!

Componentes com ligação direta ao sistema de proteção contra raios

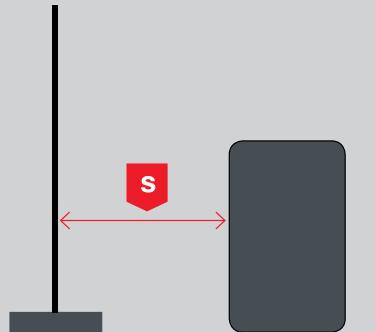
Em edifícios com paredes e telhados reforçados de ligação contínua ou com fachadas metálicas interligadas e telhados metálicos não tem que ser observada a distância de separação. Os componentes metálicos que não possuem continuidade elétrica para o edifício a proteger, e cuja distância ao condutor da proteção exterior contra descargas atmosféricas for menor do que um metro, deverão ser ligados diretamente ao sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Entre eles, encontram-se por exemplo, as grelhas metálicas, as portas, tubos (com conteúdo não inflamável ou explosivo), revestimentos metálicos de fachada, etc.

Variantes de proteção contra raios isolada

1.

Conformidade com a distância (s) de separação sem conexão mecânica

Numerosas hastes e sistemas de captação do nosso portfólio podem ser usadas para manter a distância de separação. Com estes produtos, a distância de separação é realizada através do ar até o objeto a ser protegido.

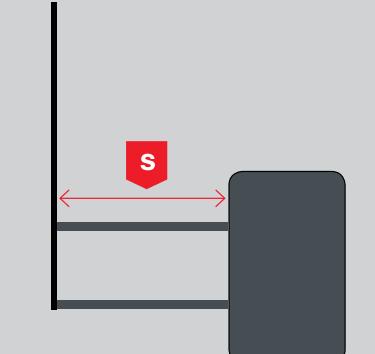


Instalação com hastes ou sistemas de captação

2.

Conformidade com a distância (s) de separação com conexão mecânica

No entanto, se uma conexão mecânica direta ao objeto a ser protegido for necessária para um projeto específico ou por razões econômicas, os sistemas isolados da série "101" da OBO podem ser usados.

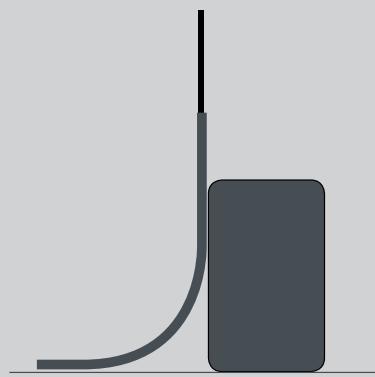


Montagem com haste isolante GFK

3.

Conformidade com a distância de separação equivalente (se)

O condutor isolado e resistente a alta tensão isCon® atende aos requisitos da VDE 0185-302 para um sistema de proteção contra raios isolado. A sua utilização é sempre aconselhável quando for de interesse arquitetónico ou quando não for possível manter uma distância de separação necessária. Neste caso, o condutor isCon® simula a distância real através do ar.



Instalação com isCon®

A variável crucial: a distância de separação (s)

Todas as partes metálicas de um edifício, bem como os aparelhos elétricos e respetivos cabos de alimentação, devem ser inseridos na proteção contra descargas atmosféricas. Esta medida é necessária para evitar faíscas perigosas entre os sistemas de captação e de derivação, por um lado, e também entre as partes metálicas do edifício e a instalação elétrica, por outro. Se a distância entre o condutor da corrente de descarga atmosférica e as partes metálicas do edifício, é suficientemente grande, o risco de formação de faíscas está praticamente excluído. Esta distância é designada como distância de separação (s).





Condutor de proteção contra raios em tubo de descida



Ligaçāo direta das estruturas de montagem fotovoltaicas ao cabo de proteção contra raios

Exemplo de aplicação 1: proteção contra raios

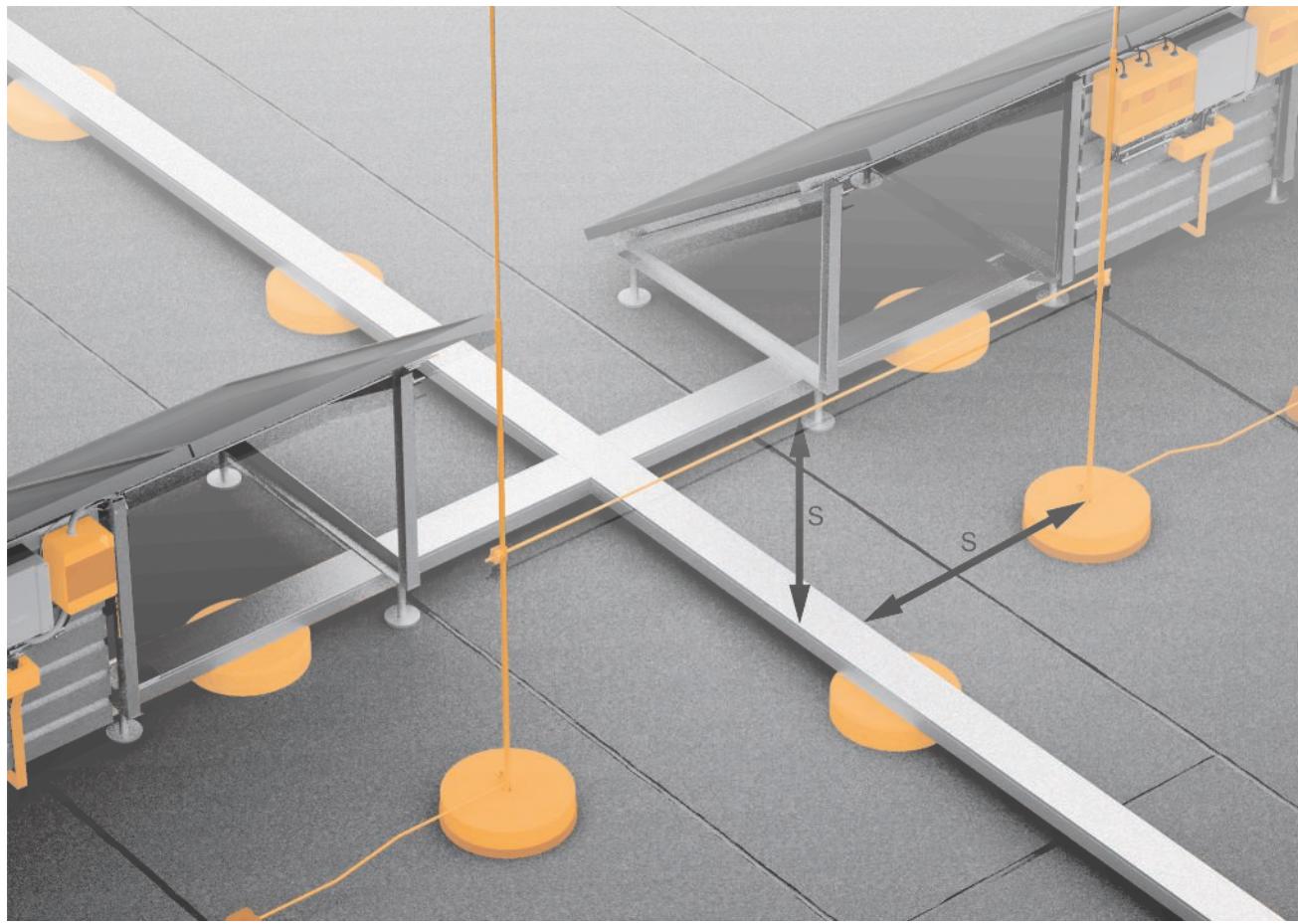
Situação

Construções metálicas como caixilhos de montagem, grelhas, janelas, portas, tubos (com conteúdo não inflamável ou explosivo) ou elementos de fachada sem continuação condutora no interior do edifício.

Solução

Ligaçāo do sistema de proteção contra raios aos componentes metálicos.

As linhas ativas que são direcionadas para o edifício podem transportar correntes parciais de raios, apesar de um sistema isolado de proteção contra raios. A ligação equipotencial de proteção contra raios deve ser realizada na entrada do edifício.



Proteção contra raios isolada com distância de separação (s) mantida

Exemplo de aplicação 2: estruturas de telhado

Situação

Sistemas de ar condicionado, sistemas fotovoltaicos, sensores/atuadores elétricos ou tubos metálicos de ventilação com continuação condutora no edifício.

Solução

Isolamento por distância de separação (s)

Nota

As sobretensões acopladas indutivamente devem ser levadas em consideração.

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} L(m)$$

| | |
|--------|--|
| k_i | Dependendo da classe de proteção selecionada do sistema de proteção contra raios |
| k_c | Dependendo da corrente (parcial) do raio que flui para os condutores |
| k_m | Dependendo do material do isolamento elétrico |
| $L(m)$ | Distância vertical do ponto onde a distância de separação (s) deve ser determinada, até ao ponto mais próximo da ligação equipotencial |

Fórmula para calcular a distância de separação

Etapas para calcular a distância de separação de acordo com a VDE 0185-305 (IEC 62305-3)

| | |
|--|--|
| 1. Etapa Encontre o valor do coeficiente k_i | <ul style="list-style-type: none"> Classe de proteção I: $k_i = 0,08$ Classe de proteção II: $k_i = 0,06$ Classe de proteção III e IV: $k_i = 0,04$ |
| 2. Etapa Encontre o valor do coeficiente k_c (sistema simplificado) | <ul style="list-style-type: none"> 1 Condutor (somente no caso de um sistema de proteção contra raios separado): $k_c = 1$ 2 derivações: $k_c = 0,66$ 3 derivações ou mais: $k_c = 0,44$ <p>Os valores aplicam-se a todos os elétrodos de terra do tipo B e aos elétrodos de terra do tipo A onde a resistência de terra dos elétrodos adjacentes não difere por mais de um fator de 2. Se a resistência de terra dos elétrodos individuais diferir por mais de um fator de 2, deve $k_c = 1$ ser aceite.</p> |
| 3. Etapa Encontre o valor do coeficiente k_m | <ul style="list-style-type: none"> Material ar: $k_m = 1$ Material betão, tijolo: $k_m = 0,5$ Postes de isolamento OBO GFK: $k_m = 0,7$ <p>Na prática, se forem utilizados vários materiais isolantes, o valor mais baixo para k_m é usado.</p> |
| 4. Etapa Encontre o valor de L | L é a distância vertical do ponto em que a distância de separação (s) deve ser determinada, até o ponto mais próximo da ligação equipotencial. |

Tabela 2.7: Cálculo da distância de separação de acordo com a VDE 0185-305 (IEC 62305-3)

Exemplo de um edifício

Situação inicial:

- Classe de proteção contra descargas atmosféricas III
- Edifício com mais de 4 derivações
- Material: betão, tijolo
- Altura/ponto no qual a distância de separação deve ser calculada: 10 m

Valor determinado:

- $k_i = 0,04$
- $k_c = 0,44$
- $k_m = 0,5$
- $L = 10 \text{ m}$

Cálculo da distância de separação:

$$s = k_i \times k_c / k_m \times L = 0,04 \times 0,44 / 0,5 \times 10 \text{ m} = 0,35 \text{ m}$$

Métodos de cálculo mais detalhados para edifícios e sistemas complexos são descritos na VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3).



2.1.6 Carga de vento

Há décadas que a força do vento durante a proteção exterior contra descargas atmosféricas é um tema importante na OBO Bettermann. Os modelos de cálculo e os sistemas de mastro captor resultantes são o resultado de numerosas investigações e longos anos de experiência em desenvolvimento.

Nas normas anteriores, DIN 1055:2005 Parte 4 "Cargas de vento" e Parte 5 "Cargas de neve e gelo", bem como na DIN 4131 "Estruturas de antena feitas de aço", todas as suposições de carga em estruturas na República Federal da Alemanha eram regulamentadas.

A carga de vento descreve o impacto nos edifícios e nos sistemas instalados. Isto deve ser levado em consideração no planeamento.

Os códigos europeus (EC) são o resultado da normalização europeia na construção civil. EC 0 a EC 9 abrangem documentos da série DIN EN 1990 a 1999. Além disso, também se aplicam os respetivos anexos nacionais (NA). As NA contêm as disposições que vão além dos regulamentos do Eurocódigo, anteriormente incluídas nas normas nacionais.

Após a publicação dos apêndices nacionais da EC, as antigas normas tornaram-se inválidas com um período de transição correspondente (Tabela 2.8).

| Norma antiga | Nova norma |
|---|--|
| DIN 1055:2005-03 Parte 4: Cargas de vento | Eurocode 1: DIN EN 1991-1-4:2010-12: Parte 1-4: Efeitos gerais; Cargas de vento + DIN EN 1991-1-4/NA: 2010-12 |
| DIN 1055:2005-03 Parte 5: Neve e cargas de gelo | DIN EN 1991-1-3: 2010-12 -; Parte 1-3: Efeitos gerais; Cargas de neve + DIN EN 1991-1-3/NA: 2010-12 |
| DIN V 4131:2008-09 Estruturas de antenas em aço | Eurocode 3: DIN EN 1993-3-1: 2010-12: Parte 3-1: Torres, mastros e chaminés - Torres e mastros + DIN EN 1993-3-1/NA: 2010-12 |

Tabela 2.8: Exemplo de standards nacionais alemães para cálculo da carga de vento

1º passo: Determinação da zona de vento

Um fator na determinação da carga de vento é a zona de carga de vento na qual o objeto está localizado (Tabela 2.9).

Nas normas não são fornecidas indicações acerca dos seguintes aspectos:

- Mastros e torres treliçadas com postes de canto não paralelos
- Mastros estaiados e chaminés
- Pontes estaiadas e suspensas
- Vibrações de torção



| Zona | Velocidade do vento em m/s | Pressão de velocidade em kN/m² |
|------|----------------------------|--------------------------------|
| 1 | 22,5 | 0,32 |
| 2 | 25,0 | 0,39 |
| 3 | 27,5 | 0,47 |
| 4 | 30,0 | 0,56 |

Tabela 2.9: Velocidades básicas e pressões de velocida-de (informações específicas do país)

Zonas de vento na Alemanha de acordo com a DIN EN 1991-1-4 NA (informações específicas do país)

2º passo: Determinação da categoria do terreno (GK)

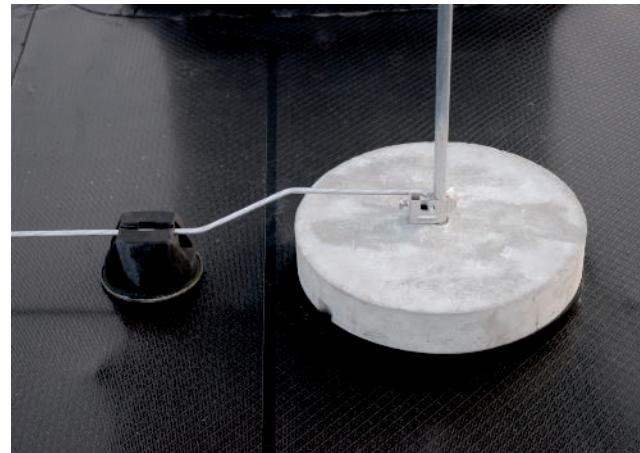
O segundo fator para calcular as cargas de vento são as cargas específicas do local e as pressões dinâmicas (Tabela 2.10).

| Categoria de terreno (GK) | Definição |
|---------------------------|--|
| Categoria de terreno I | Mar aberto; lagos com pelo menos 5 km de espaço aberto a favor do vento; terra plana sem obstáculos |
| Categoria de terreno II | Terreno com sebes, quintas individuais, casas ou árvores, por exemplo área agrícola |
| Categoria de terreno III | Subúrbios, áreas industriais ou comerciais; florestas |
| Categoria de terreno IV | Áreas urbanas onde pelo menos 15% da área é construída com edifícios cuja altura média é superior a 15 m |

Tabela 2.10: Categorias de terreno de acordo com a DIN EN 1991-1-4

3º passo: Determinação da velocidade máxima das rajadas

Essencialmente, a resistência ao deslizamento e a estabilidade devem ser dimensionadas de forma específica para o projeto durante a utilização de hastes captoras. A altura de referência corresponde à altura do edifício e a 2/3 do comprimento da haste captora. A velocidade máxima das rajadas da localização deve ser definida na localização do projeto.



Haste captora com pé de suporte

Velocidade das rajadas na zona de vento I

| Altura de referência em metros | GK I em km/h | GK II em km/h | GK III em km/h | GK IV em km/h |
|--------------------------------|--------------|---------------|----------------|---------------|
| 0 | 112 | 105 | <100 | 93 |
| 5 | 122 | 108 | <100 | 93 |
| 10 | 136 | 124 | 103 | 93 |
| 16 | 136 | 124 | 111 | 93 |
| 20 | 139 | 128 | 115 | 98 |
| 30 | 145 | 134 | 122 | 106 |
| 40 | 149 | 139 | 128 | 112 |
| 70 | 157 | 148 | 139 | 126 |
| <100 | 162 | 155 | 147 | 135 |

Velocidade das rajadas na zona de vento II

| Altura de referência em metros | GK I em km/h | GK II em km/h | GK III em km/h | GK IV em km/h |
|--------------------------------|--------------|---------------|----------------|---------------|
| 0 | 124 | 117 | 111 | 104 |
| 5 | 136 | 120 | 111 | 104 |
| 10 | 145 | 131 | 114 | 104 |
| 16 | 152 | 138 | 123 | 104 |
| 20 | 155 | 142 | 127 | 109 |
| 30 | 161 | 149 | 136 | 118 |
| 40 | 165 | 154 | 142 | 125 |
| 70 | 174 | 165 | 155 | 139 |
| <100 | 180 | 172 | 163 | 150 |

Velocidade das rajadas na zona de vento III

| Altura de referência em metros | GK I em km/h | GK II em km/h | GK III em km/h | GK IV em km/h |
|--------------------------------|--------------|---------------|----------------|---------------|
| 0 | 137 | 129 | 122 | 114 |
| 5 | 149 | 132 | 122 | 114 |
| 10 | 159 | 144 | 126 | 114 |
| 16 | 167 | 152 | 135 | 114 |
| 20 | 170 | 156 | 140 | 119 |
| 30 | 177 | 164 | 149 | 129 |
| 40 | 182 | 170 | 156 | 137 |
| 70 | 192 | 181 | 170 | 153 |
| <100 | 198 | 189 | 180 | 165 |

Velocidade das rajadas na zona de vento IV

| Altura de referência em metros | GK I em km/h | GK II em km/h | GK III em km/h | GK IV em km/h |
|--------------------------------|--------------|---------------|----------------|---------------|
| 0 | 149 | 140 | 133 | 124 |
| 5 | 163 | 144 | 133 | 124 |
| 10 | 174 | 157 | 137 | 124 |
| 16 | 182 | 166 | 148 | 125 |
| 20 | 186 | 170 | 153 | 130 |
| 30 | 193 | 179 | 163 | 141 |
| 40 | 198 | 185 | 170 | 150 |
| 70 | 209 | 198 | 185 | 167 |
| <100 | 216 | 206 | 196 | 180 |

4º passo: Determinação das bases de betão necessárias

Com o valor da velocidade máxima das rajadas é possível calcular o número de bases de betão necessárias (10 ou 16 kg) dependendo da haste captora utilizada. O valor nas tabelas deve estar acima da velocidade máxima das rajadas da localização.

Um exemplo

A velocidade máxima das rajadas da localização é de 142 km/h.

É utilizada uma haste captora de tubo em versão delgada do tipo 101 VL 2500 com haste captora com 2,5 m de altura.

Como o valor na tabela 2.15 deve estar acima da velocidade máxima das rajadas da localização (aqui acima de 142 km/h), o próximo valor possível é 164. Assim, devem ser utilizadas 3 bases de betão por cada 16 kg.

Número de bases de betão para hastes captoras tubular em versão estreita

| Altura das hastes captoras m | 1,5 | 2 | 2,5 * | 3 | 3,5 | 4 | Bases de betão necessárias |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------------|
| Tipo | 101 VL1500 | 101 VL2000 | 101 VL2500 | 101 VL3000 | 101 VL3500 | 101 VL4000 | |
| Ref. | 5401980 | 5401983 | 5401986 | 5401989 | 5401993 | 5401995 | |
| Velocidade do vento km/h | 117 | - | - | - | - | - | 1 x 10 kg |
| | 164 | 120 | 95 | - | - | - | 2 x 10 kg |
| | 165 | 122 | 96 | - | - | - | 1 x 16 kg |
| | - | 170 | 135 | 111 | 95 | - | 2 x 16 kg |
| | - | 208 | 164 | 136 | 116 | 102 | 3 x 16 kg |

Número de bases de betão para haste captora, uma extremidade arredondada

| Altura das hastes captoras m | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 * | 3 | Bases de betão necessárias |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|
| Tipo | 101 ALU-1000 | 101 ALU-1500 | 101 ALU-2000 | 101 ALU-2500 | 101 ALU-3000 | |
| Ref. | 5401771 | 5401801 | 5401836 | 5401852 | 5401879 | |
| Velocidade do vento km/h | 97 | - | - | - | - | 1 x 10 kg |
| | 196 | 133 | 103 | - | - | 1 x 16 kg |
| | - | 186 | 143 | 117 | <100 | 2 x 16 kg |
| | - | - | 173 | 142 | 121 | 3 x 16 kg |

Número de bases de betão para haste captora, uma extremidade arredondada com patilha de ligação

| Altura das hastes captoras m | 1 | 1,5 | Bases de betão necessárias |
|------------------------------|-------------|-------------|----------------------------|
| Tipo | 101 A-L 100 | 101 A-L 150 | |
| Ref. | 5401808 | 5401859 | |
| Velocidade do vento km/h | <100 | - | 1 x 10 kg |
| | 192 | 129 | 1 x 16 kg |
| | - | 177 | 2 x 16 kg |
| | - | 214 | 3 x 16 kg |

Tabela 2.15: Número necessário de bases de betão OBO

Cargas de vento e haste captora isFang

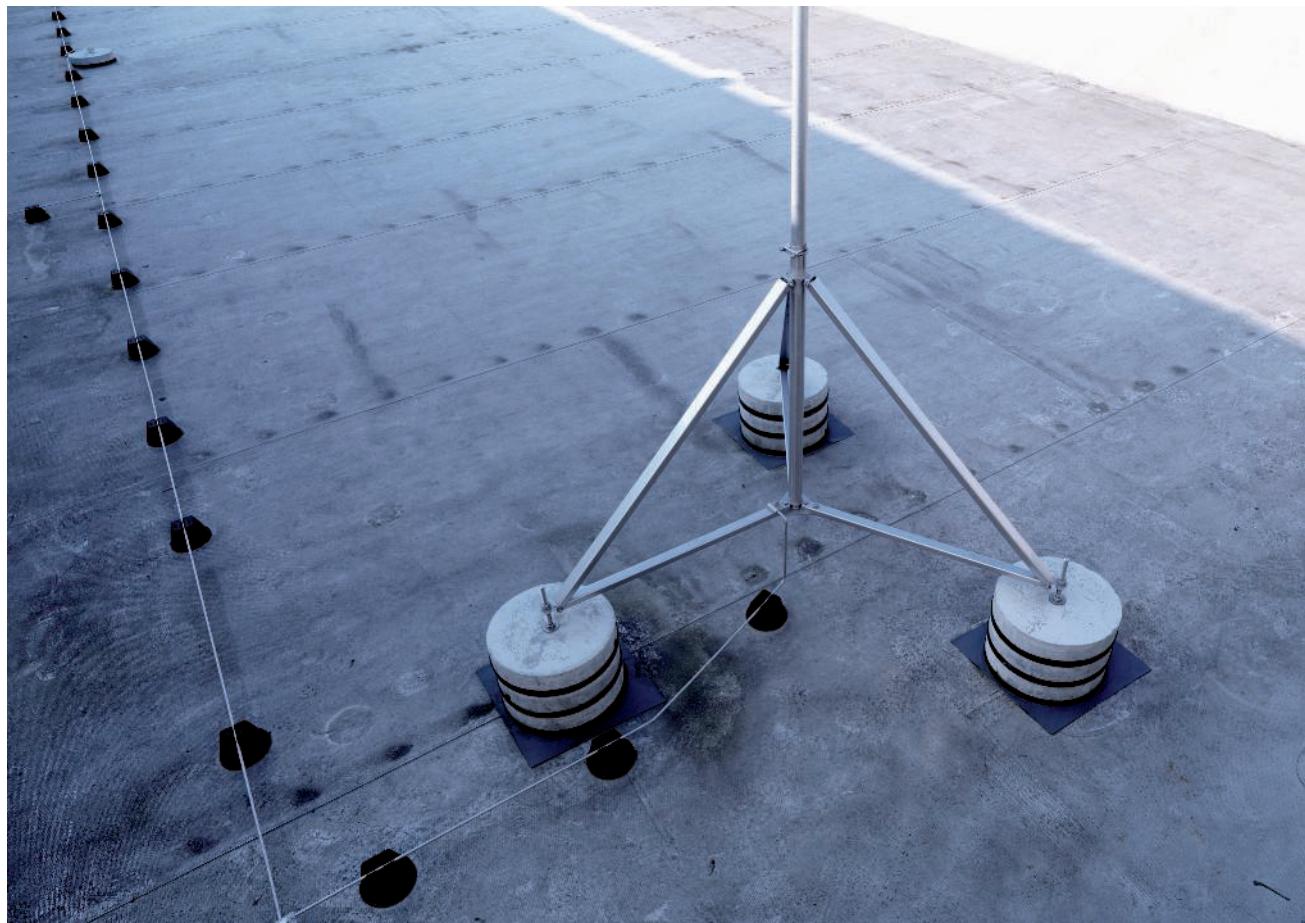
A Tabela 2.16 mostra a influência da zona de vento, altura de referência e categoria de terreno na haste captora isFang, feita de alumínio (referência n.º 5402880) com suporte de haste captora isFang (referência n.º 5408967).

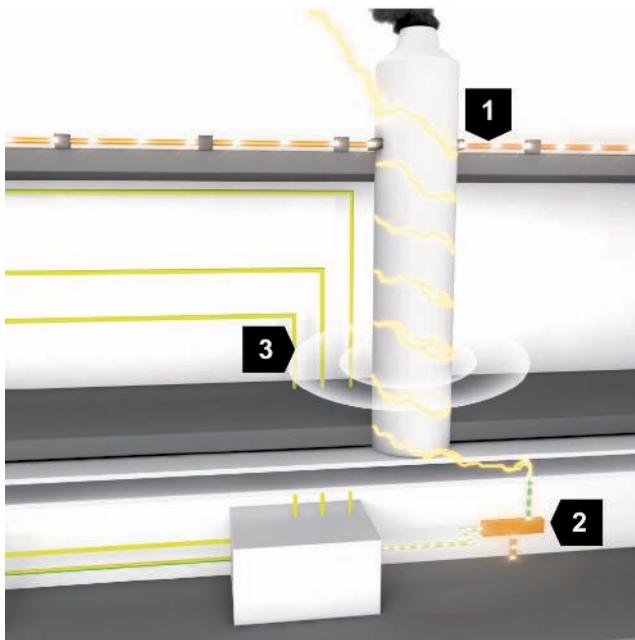
O número de bases de betão pode ser, por exemplo, na zona de vento 1 a uma altura de referência de até 10 m e até 800 m acima do nível do mar, reduzido a apenas 6 bases de betão (2 bases de betão por suporte).

Número de bases de betão para hastes captoras isFang

| Zona de vento | 1 | | 2 | | | |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Altura de referência em metros | 10 | 40 | 75 | 10 | 40 | 75 |
| Categoria de terreno I | 12 | 15 | - | 15 | - | - |
| Categoria de terreno II | 9 | 15 | 15 | 12 | - | - |
| Categoria de terreno III | 9 | 12 | 15 | 9 | 15 | - |
| Categoria de terreno IV | 6 | 9 | 12 | 9 | 12 | 15 |

Tabela 2.16: Quantidade necessária de bases de betão OBO 16 kg de acordo com a EN 1991-1-4 e EN 1991-3-1





- | | |
|----------|--|
| 1 | Relâmpago, a corrente do raio entra no edifício através de componentes metálicos |
| 2 | A corrente do raio é conduzida ao sistema de terra na barra equipotencial |
| 3 | Sobretensão nas linhas de energia e dados devido ao acoplamento eletromagnético |

Perigo de sistema não isolado



Sistema isolado com suportes GFK



Proteção isolada contra raios com isFang

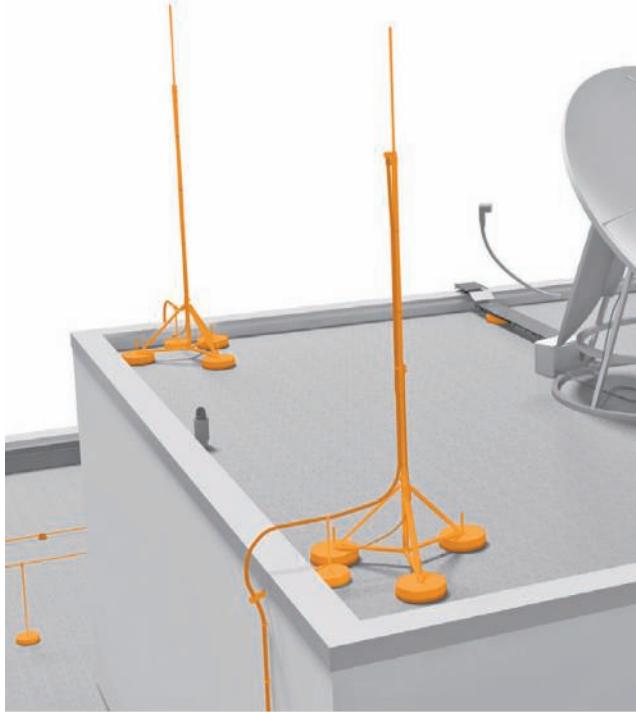
2.1.7 Versões de sistemas de captação

No caso de sistemas de captação, deve ser feita uma distinção entre sistemas separados e não separados, embora ambos também possam ser combinados. Sistemas não separados são montados diretamente no objeto a ser protegido e as derivações são colocadas na superfície do sistema.

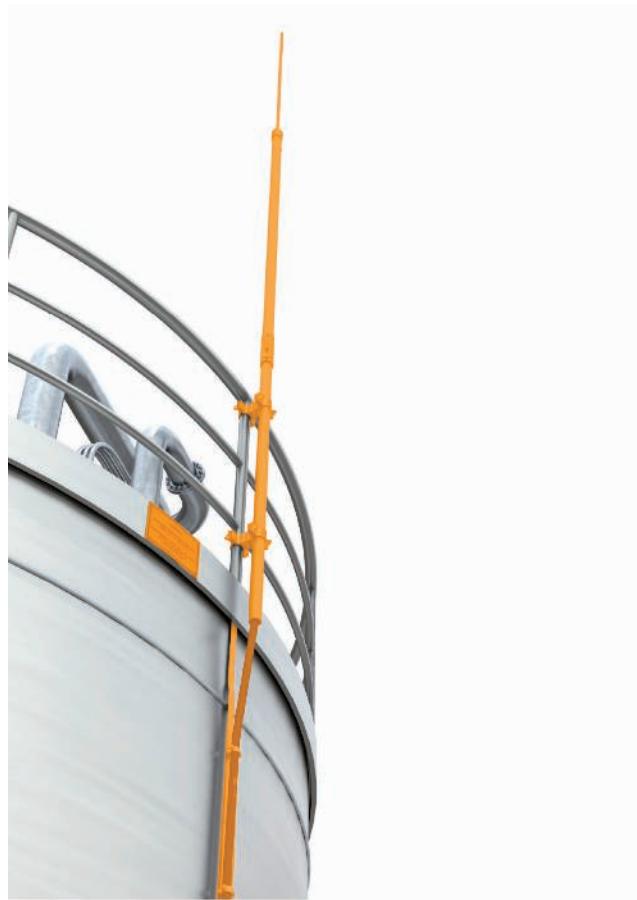
Sistemas separados evitam um impacto direto no objeto a ser protegido ou no sistema. Os sistemas de proteção contra raios separados podem ser configurados usando hastes e mastros, mas também anexando suportes isolantes de GFK (plástico reforçado com fibra de vidro) ao objeto ou sistema a ser protegido. A distância de separação (s) deve ser respeitada em ambos os casos. Se isso não for possível, o cabo isCon®, isolado e resistente a alta tensão, pode ser usado para obter um sistema de captação isolado em um sistema não isolado.

2.1.7.1 Sistemas de captação isolados e resistentes a alta tensão

O sistema modular de hastes de captoras OBO isFang oferece uma solução rápida e livremente configurável para hastes isoladas de até 10 m de altura para o maior ângulo de proteção possível.



Hastes captora com cabo isCon® externo



Hastes captora com cabo isCon® interno

2.1.7.1.1 Hastes captoras isoladas com cabo externo isCon®

As hastes captoras isoladas protegem as estruturas elétricas e metálicas do telhado, levando em consideração a distância de separação (s) calculada de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3). Uma secção isolada de 1,5 metros em plástico reforçado com fibra de vidro (GFK) garante uma distância suficiente relativamente a todos as estruturas do telhado. Mesmo as estruturas complexas de edifícios podem ser protegidas através dos abrangentes acessórios do sistema.

2.1.7.1.2 Hastes captoras isoladas com cabo interno isCon®

A haste captora isolada de três partes em alumínio e GFK permite colocar o cabo isCon® (preto e cinzento claro) dentro do mastro para uma aparência perfeita com o funcionamento ideal e, assim, oferece as seguintes vantagens:

- aparência organizada através do cabo isCon® no interior
- 4 variantes: 4 m a 10 m de altura
- inclui elemento de ligação e ligação equipotencial no mastro
- Pode ser combinada com o suporte de haste isFang com saída lateral para instalação independente

Haste captora isolada visualmente atraente e funcionalidade adaptada, para instalação flexível, simples e rápida. Devido ao cabo interno isCon®, o mastro oferece apenas uma área de superfície mínima exposta ao vento e, portanto, também pode ser instalado em locais altos e ventosos.

A Tabela 2.17 mostra o número necessário de bases de betão FangFix com base na velocidade de rajada máxima permitida e na altura da haste. Os valores devem ser comparados com os das Tabelas 2.11-2.14. Se o valor for menor, o número de bases de betão deve ser selecionado de acordo.

A haste captora isolada deve ser ligada a um potencial de referência com $\geq 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ou com igual condutividade. As descargas atmosféricas não podem fluir pelo potencial de referência e devem estar situadas no ângulo de proteção do sistema de proteção contra raios. A ligação equipotencial, pode desta forma, ser efetuada através das estruturas metálicas na cobertura ligadas à terra, em geral às partes metálicas da estrutura do edifício ligadas à terra, assim como através do condutor de proteção do sistema de baixa tensão.

Número de bases de betão para hastes captoras isoladas VA e AL

| Altura das hastes captoras m | 4 | 6 | 4 | 6 | Bases de betão necessárias |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|
| Material | VA | VA | AI | AI | |
| Ref. | 5408942 | 5408946 | 5408943 | 5408947 | |
| Suporte para haste de penetração Ref. | 5408968 | 5408969 | 5408966 | 5408967 | |
| Velocidade do vento km/h | 120 | 94 | 120 | 92 | 3 x 16 kg |
| | 161 | 122 | 163 | 122 | 6 x 16 kg |
| | 194 | 145 | 197 | 147 | 9 x 16 kg |
| | 222 | 165 | 227 | 168 | 12 x 16 kg |
| | 246 | 182 | 252 | 187 | 15 x 16 kg |

Número de bases de betão para hastes captoras isoladas com saída

| Altura das hastes captoras m | 4 | 6 | 8 | 10 | Bases de betão necessárias |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|
| Ref. | 5408938 | 5408940 | 5408888 | 5408890 | |
| Suporte para haste de penetração Ref. | 5408930 | 5408932 | 5408902 | 5408902 | |
| Velocidade do vento km/h | 110 | 85 | 93 | 82 | 3 x 16 kg |
| | 148 | 111 | 116 | 102 | 6 x 16 kg |
| | 178 | 132 | 134 | 119 | 9 x 16 kg |
| | 204 | 151 | 151 | 133 | 12 x 16 kg |
| | 227 | 167 | 166 | 146 | 15 x 16 kg |

Tabela 2.17: Bases de betão para hastes isoladas



Sistema captor isolado com distância de separação (s)



Haste captora em alumínio

2.1.7.2 Sistemas de captação isolados

Com a proteção contra raios isolada da OBO, pode configurar sistemas de captação isolados de forma segura, de acordo com as normas e económicos. Equipamentos metálicos e elétricos que sobressaem do telhado juntamente com os seus contornos complexos, exigem medidas especiais no que se refere à proteção contra descargas atmosféricas e ao cumprimento da distância de separação.

2.1.7.2.1 Hastes de captação em alumínio

As hastes captoras em alumínio de 3 partes de 4 m até 8 m de comprimento completam o sistema captor convencional, composto por haste e bloco de base que é usado até 4 metros de altura. Vários suportes para montagem em paredes, tubos e tubos de canto, bem como dois suportes isFang com diferentes larguras de espalhamento, são usados para fixar as diferentes hastes captoras. O número de bases de betão FangFix pode variar dependendo da zona de carga de vento (Tabela 2.19).

Número de bases de betão para hastes captoras isFang com tripé VA

| Haste captora altura m | 4 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | Bases de betão necessárias |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| Haste captora Ref. | 5402 864 | 5402 866 | 5402 868 | 5402 870 | 5402 872 | 5402 874 | 5402 876 | 5402 878 | 5402 880 | |
| Suporte para haste captora adequado Ref. | 5408 968 | 5408 968 | 5408 968 | 5408 968 | 5408 969 | 5408 969 | 5408 969 | 5408 969 | 5408 969 | |
| Velocidade do vento km/h | 143 | 124 | 110 | 99 | 104 | 96 | 89 | 83 | 78 | 3 x 16 kg |
| | 193 | 168 | 148 | 133 | 138 | 127 | 117 | 109 | 102 | 6 x 16 kg |
| | 232 | 202 | 178 | 159 | 165 | 151 | 139 | 129 | 121 | 9 x 16 kg |
| | 266 | 231 | 203 | 182 | 188 | 172 | 159 | 147 | 138 | 12 x 16 kg |
| | 296 | 257 | 226 | 202 | 208 | 191 | 176 | 163 | 152 | 15 x 16 kg |

Tabela 2.18: Número necessário de bases de betão FangFix

Número de bases de betão para hastes captoras isFang com tripé

| Altura das hastes captoras m | 4 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | Bases de betão necessárias |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| Haste captora Ref. | 5402 864 | 5402 866 | 5402 868 | 5402 870 | 5402 872 | 5402 874 | 5402 876 | 5402 878 | 5402 880 | |
| Suporte para haste captora adequado Ref. | 5408 966 | 5408 966 | 5408 966 | 5408 966 | 5408 967 | 5408 967 | 5408 967 | 5408 967 | 5408 967 | |
| Velocidade do vento km/h | 140 | 122 | 108 | 97 | 101 | 93 | 86 | 80 | 76 | 3 x 16 kg |
| | 191 | 166 | 146 | 131 | 136 | 124 | 115 | 107 | <100 | 6 x 16 kg |
| | 230 | 200 | 176 | 158 | 163 | 149 | 138 | 128 | 120 | 9 x 16 kg |
| | 264 | 229 | 202 | 181 | 186 | 170 | 157 | 146 | 136 | 12 x 16 kg |
| | 295 | 255 | 225 | 201 | 206 | 189 | 174 | 162 | 151 | 15 x 16 kg |

Tabela 2.19: Número necessário de bases de betão FangFix

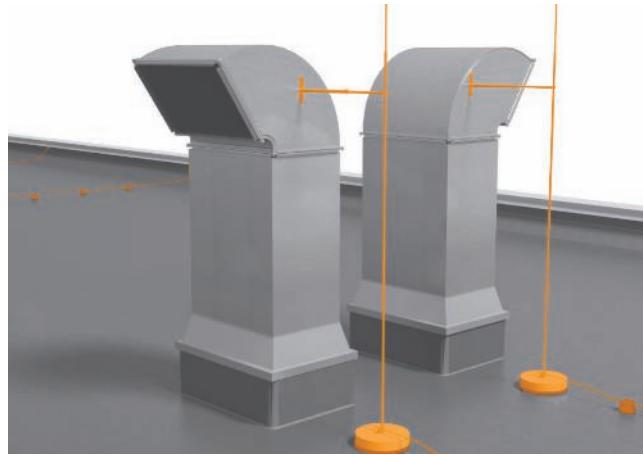
2.1.7.2.2 Sistemas de haste de telecaptação aérea até 19,5 m de altura

As hastes de captação do sistema irod da OBO podem ter mais de 19 metros de altura. O sistema flexível protege contra raios diretos sistemas de biogás altamente sensíveis de forma confiável, assim como sistemas fotovoltaicos autônomos ou instalações em áreas potencialmente explosivas.

A vantagem do sistema Irod: trabalhos de aterramento, não requerem deslocação de pás ou escavadoras nem o assentamento de fundações de betão. Bases estáveis em betão, cada uma 16 kg, para a sustentação eficaz das hastes captoras e dos suportes. Durante a instalação, os sistemas podem ser facilmente alinhados usando os pernos roscados. Estas condições prévias fazem do Irod o sistema ideal para instalação em sistemas já existentes.



Hastes telecaptação: aplicação em usinas de biogás



Haste captora com travessa isolante ajustável

2.1.7.2.3 Sistemas com suportes reforçados em fibra de vidro

O núcleo do sistema é uma vara isolante em plástico, reforçada com fibra de vidro, a qual, cria uma distância de separação segura e previne arcos de corrente descontrolados e faíscas perigosas. Desta forma não podem entrar no edifício correntes parciais de raio.

Duas espessuras de material para diferentes aplicações

O sistema de proteção contra raios isolado consiste em hastes de GFK com diâmetro de 16 ou 20 mm. As propriedades são mostradas na Tabela 2.20.

A montagem particularmente simples através de conjuntos pré montados

Além dos produtos modulares, oferecemos conjuntos pré-instalados para os requisitos de instalação mais comuns:

- Conjuntos com duas placas de fixação
- Conjunto com abraçadeira de fixação mural
- Conjunto para montagem em chapas
- Conjunto para montagem em tubos

| Hastes GFK 16 mm | Hastes GFK 20 mm |
|--|--|
| 0,75 - 1,5 e 3 m de comprimento | 3 e 6 m de comprimento |
| Estável aos raios UV | Estável aos raios UV |
| cinzento claro | cinzento claro |
| Fator material k_m : 0,7 | Fator material k_m : 0,7 |
| Momento de resistência: > 400 mm ³ | Momento de resistência: > 750 mm ³ |
| Capacidade de carga: 54 N (1,5 m) | Capacidade de carga: 105 N (1,5 m) |

Propriedades do isolamento das hastes GFK

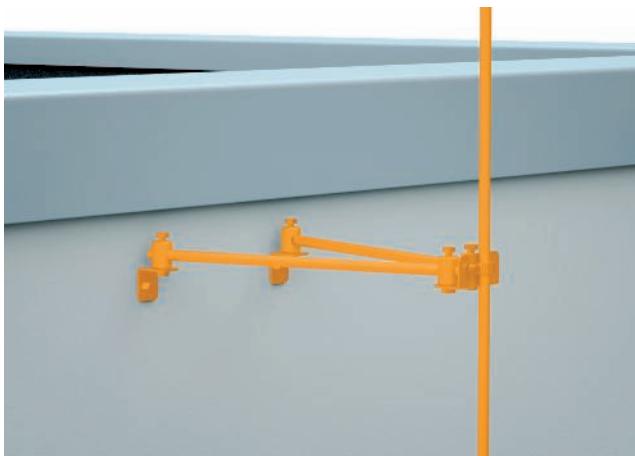
Ao calcular a distância de separação, o fator de material $km = 0,7$ deve ser levado em consideração para hastes GFK.



Exemplo: sistema de captação com Iso-Combi-Set para fixação triangular



Exemplo: sistema de captação com Iso-Combi-Set para fixação em parede



Exemplo: Sistema de captação com Iso-Combi-Set para fixação em V



Exemplo: sistema de captação com Iso-Combi-Set para fixação em tubo V

Fixação triangular

Iso-Combi-Set (tipo 101 3-ES-16, ref: 5408976) para fixação triangular para instalar um sistema de captação isolado a uma distância de separação segura (s).

Fixação em V

Iso-Combi-Set (tipo 101 VS-16, ref: 5408978) para montagem na parede para instalar um sistema de captação isolado a uma distância de separação segura de até 750 mm. Para a montagem em paredes e equipamentos sobre telhados com duas placas de fixação. Alojamento de hastes captoras e condutores redondos com 8, 16 e 20 mm de diâmetro.

Fixador para estruturas

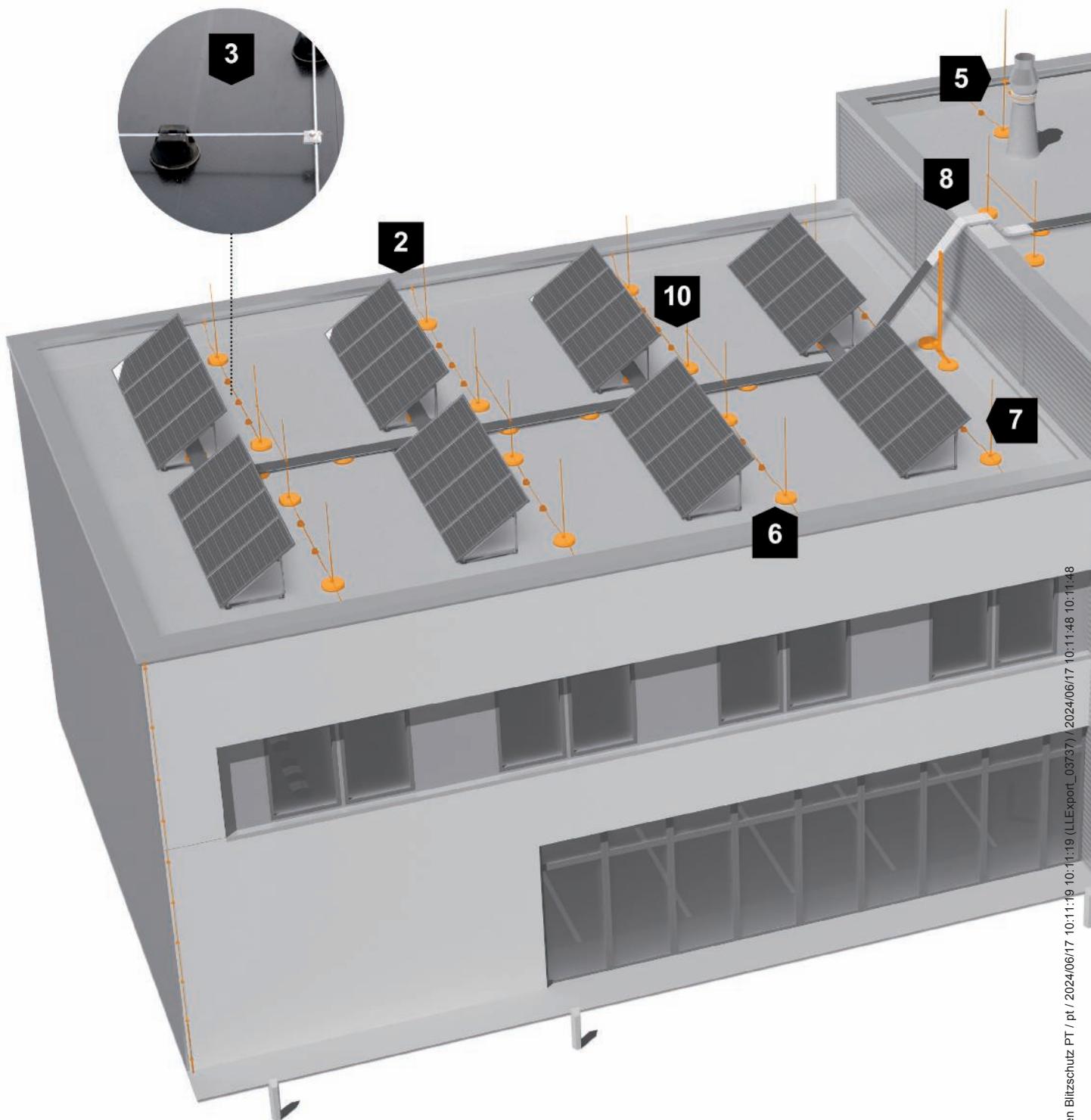
Iso-Combi-Set (tipo 101 FS-16, ref.: 5408980) para fixação triangular para instalação de um sistema de captação isolado a uma distância de separação segura (s). Para a montagem em paredes e equipamentos sobre o telhado com duas placas de fixação. Alojamento de hastes captoras e condutores redondos com 8, 16 e 20 mm de diâmetro.

Fixação a tubo em V

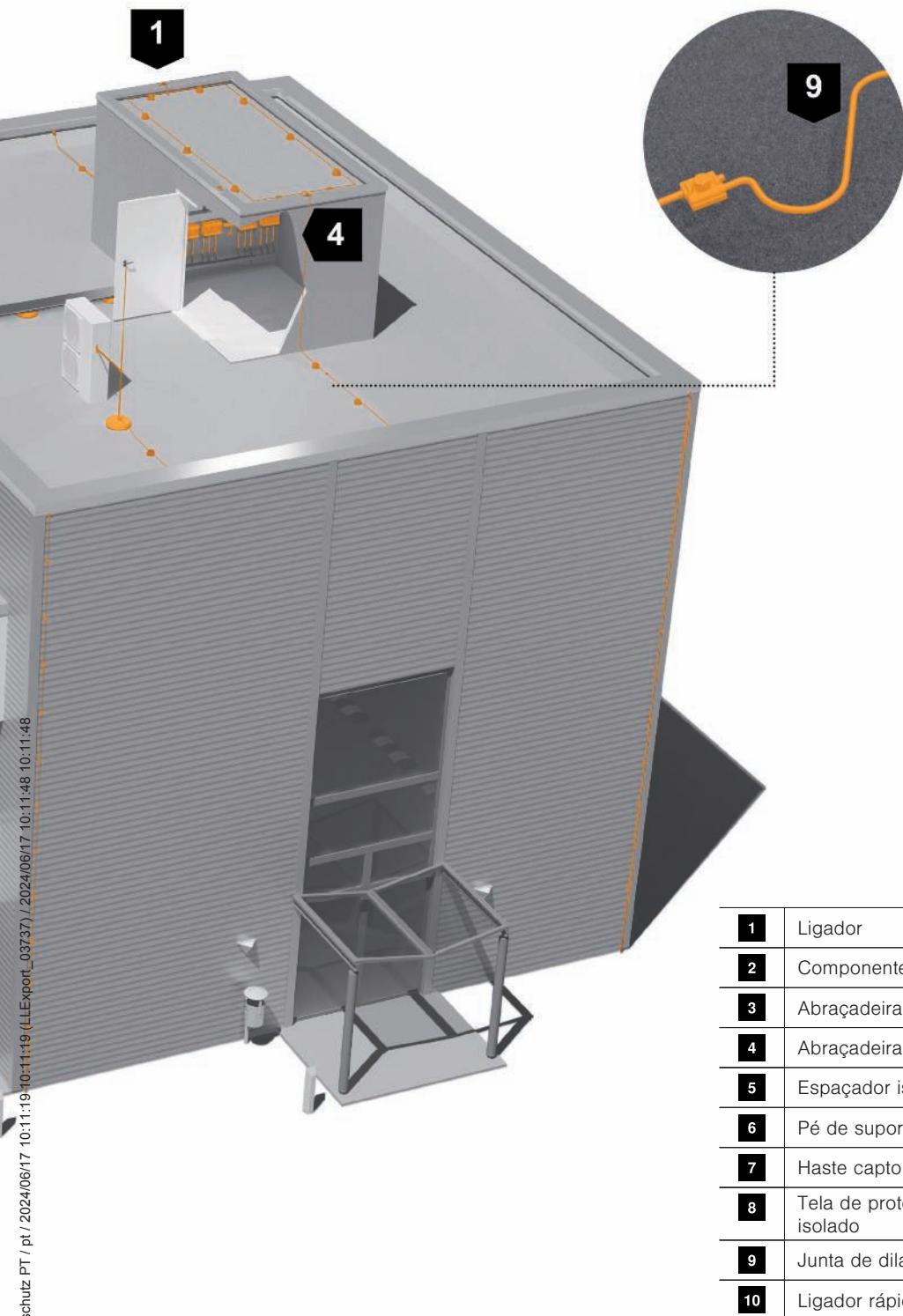
Iso-Combi-Set (tipo 101 RVS-16, ref.: 5408982) para acessórios de tubo em V para configurar um sistema de captação isolado a uma distância de separação segura (s). Para montagem em tubos com duas abraçadeiras. Alojamento de hastes captoras e condutores redondos com 8, 16 e 20 mm de diâmetro.

2.1.7.3 Princípios de instalação, edifícios com telhado plano

Geralmente, o procedimento de grelha é utilizado em edifícios com telhados planos. As estruturas do telhado, como por exemplo instalações FV, aparelhos de ar condicionados, claraboias ou ventiladores, são protegidas com hastes captoras adicionais.



Edifício com telhado plano e sistema de proteção contra raios



| | |
|-----------|---|
| 1 | Ligador |
| 2 | Componente de ligação em ponte |
| 3 | Abraçadeiras para telhados |
| 4 | Abraçadeiras para condutores |
| 5 | Espaçador isolado |
| 6 | Pé de suporte das hastes captoras |
| 7 | Haste captora |
| 8 | Tela de proteção contra incêndios sobre parapeito isolado |
| 9 | Junta de dilatação |
| 10 | Ligador rápido Vario |

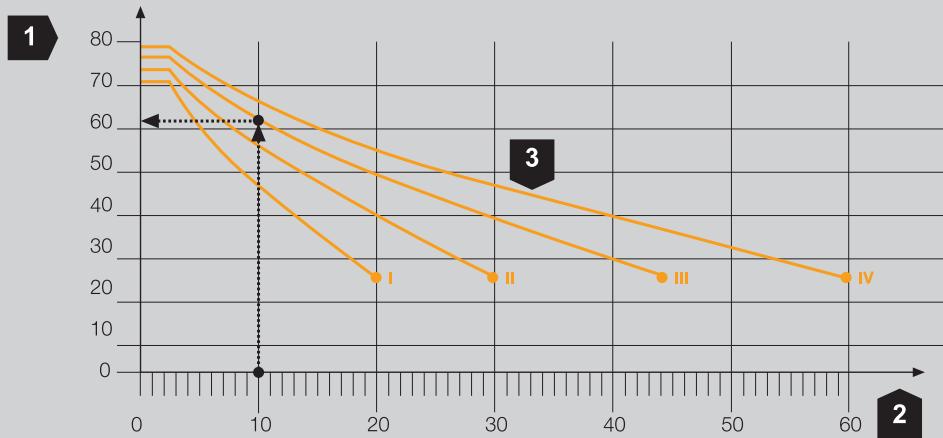
1º passo: instalação do sistema de captação

Primeiro, um condutor redondo é colocado em todos os pontos de impacto primários, como cumeeiras ou esquinas. Determina-se a área protegida da seguinte forma: transferindo a altura do edifício para o diagrama e lendo o ângulo de proteção. No nosso exemplo, este é de 62° com uma classe de proteção III e para um edifício com altura até 10m. Atribua o ângulo de proteção ao edifício. Todas as partes do edifício dentro deste ângulo estão protegidas.



| | |
|----------|-----------------------------|
| 1 | Área protegida |
| α | Ângulo de proteção |
| a | Distância da área protegida |
| h | Altura do prédio |

Instalação do sistema de captação



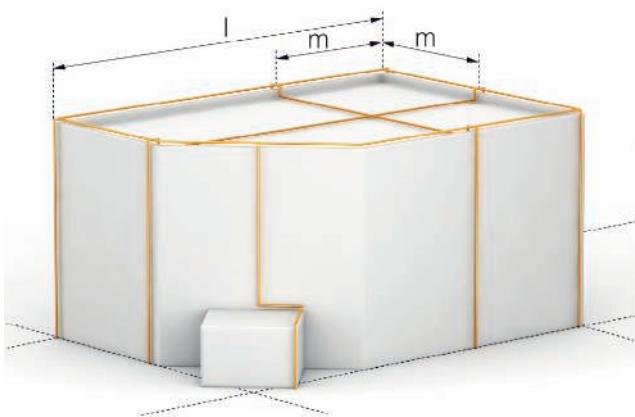
| | |
|----------|--|
| 1 | Ângulo de proteção contra raios α |
| 2 | Altura da cumeeira h em m |
| 3 | Classes de proteção contra descargas atmosféricas I, II, III, IV |

Diagrama auxiliar para determinação do ângulo de proteção conforme a VDE 0185-305 (IEC 62305)

2º passo: determine o ângulo de proteção**Exemplo:**

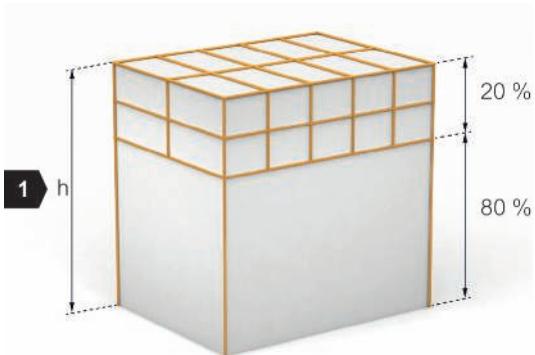
A altura do edifício (aqui: 10 m) é anotada no eixo horizontal do diagrama (ver ponto no eixo "2" no gráfico ao lado). Em seguida, vá direto para cima até chegar ao

Curva de sua classe de proteção contra raios (aqui: III). No eixo "1" vertical pode ler o ângulo de proteção α . No nosso exemplo consiste em 62° . Atribua o ângulo de proteção ao edifício. Todas as partes do edifício dentro deste ângulo estão protegidas.



| | |
|---|------------------|
| I | Comprimento |
| m | Largura da malha |

Tamanho da malha em um telhado plano



| | |
|---|-------------------------------|
| 1 | Altura do edifício $h > 60$ m |
|---|-------------------------------|

Método de malha

Os condutores redondos da malha são montados com suportes de condutores de teto a uma distância de 1 m. Se a resistência do material e a conexão forem suficientes, o metal do parapeito é usado como dispositivo de captação e malha.

| Classe de proteção contra descargas atmosféricas | Largura da malha |
|--|------------------|
| I | 5 x 5 m |
| II | 10 x 10 m |
| III | 15 x 15 m |
| IV | 20 x 20 m |

Tabela 2.21: Tamanho da malha de acordo com a classe de proteção contra raios

3.º passo: colocação das malhas

Dependendo da classe de proteção contra descargas atmosféricas do edifício, aplicam-se diferentes medidas da malha. No nosso exemplo, o edifício tem uma proteção contra descargas atmosféricas da classe III. Deste modo, o tamanho da malha de 15 x 15 m não deve ser ultrapassado. Se o comprimento total I, como no exemplo, for maior que os comprimentos de cabo especificados no Capítulo 2 (método de malha), então uma peça de expansão também deve ser utilizada para mudanças de comprimento controladas por temperatura.

Até ao momento, os suportes de condutores de telhado para colocação da malha não estão abrangidos pela VDE 0185-561-4 (IEC 62561-4). No entanto, a norma DIN 18531-1 descreve os requisitos, planeamento e princípios de execução, para a vedação de telhados usados e não usados. Assim, a estanqueidade do telhado não deve ser prejudicada por componentes de proteção contra raios. Todas as medidas de proteção contra raios devem ser incluídas no planeamento da impermeabilização do telhado.

4.º passo: proteção contra impactos laterais

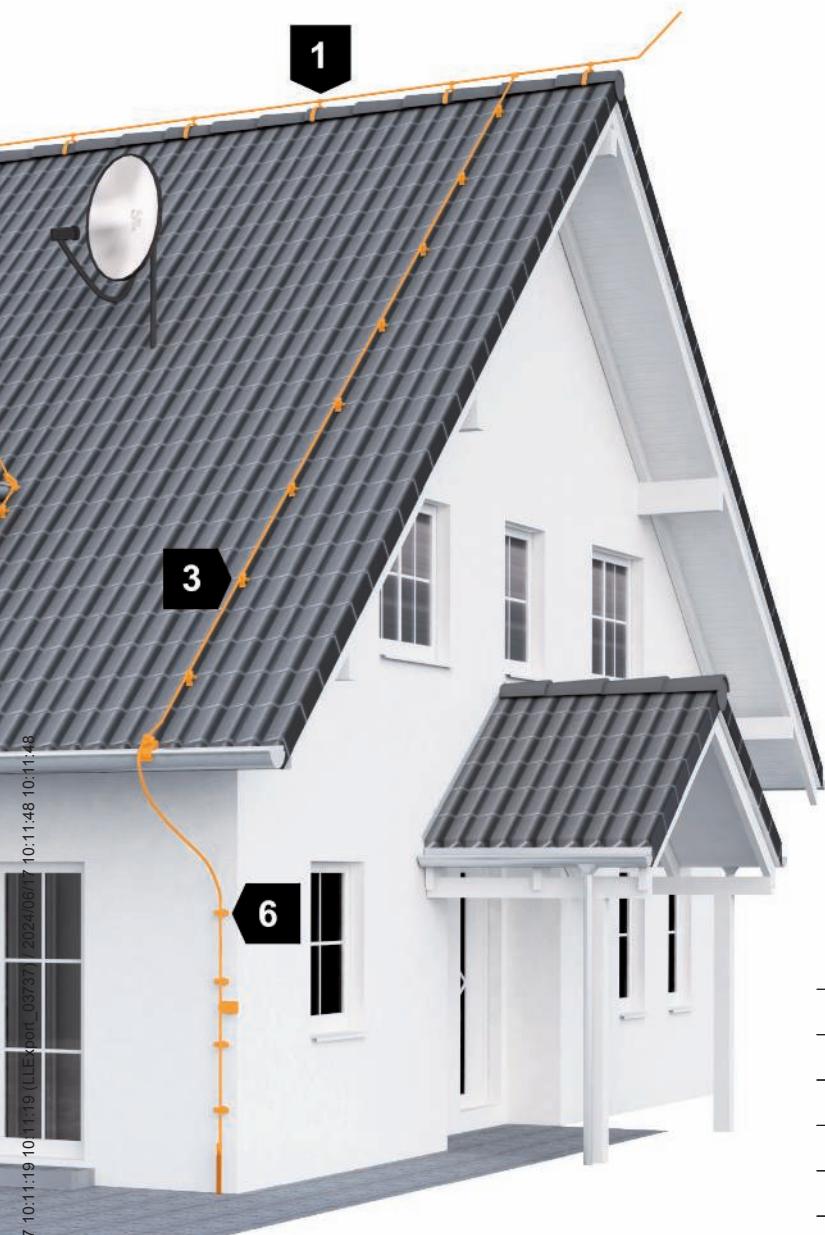
Em edifícios com uma altura superior a 60 m e com risco de danos elevados (por ex. em dispositivos elétricos ou eletrónicos), recomenda-se a montagem de um circuito em anel de proteção contra impactos laterais. O anel é instalado a 80 % da altura total do edifício e o tamanho da malha depende – como na instalação no telhado – da classe de proteção contra descargas atmosféricas, por ex. com classe de proteção III corresponde a uma malha de 15 x 15 m.

2.1.7.4 Princípios de instalação, edifícios com telhados inclinados

Os locais expostos, por ex., a cumeeira, as chaminés e as estruturas do telhado disponíveis, devem ser protegidos com sistemas captores.



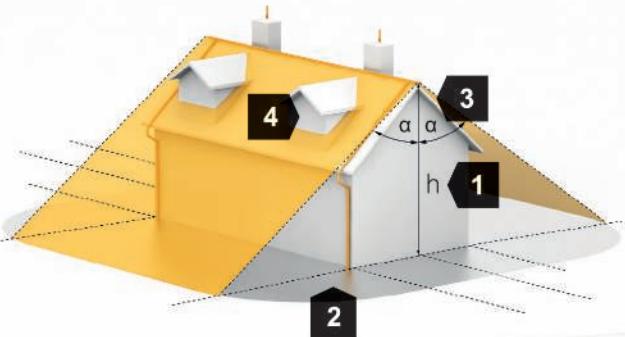
Edifício com telhado inclinado e sistema de proteção contra raios



| | |
|----------|--|
| 1 | Abraçadeira de condutor para telhas inclinadas |
| 2 | Ligador rápido Vario |
| 3 | Abraçadeiras para telhados |
| 4 | Cabo de terras |
| 5 | Haste captora |
| 6 | Abraçadeiras para condutores |
| 7 | Ligador de caleira |

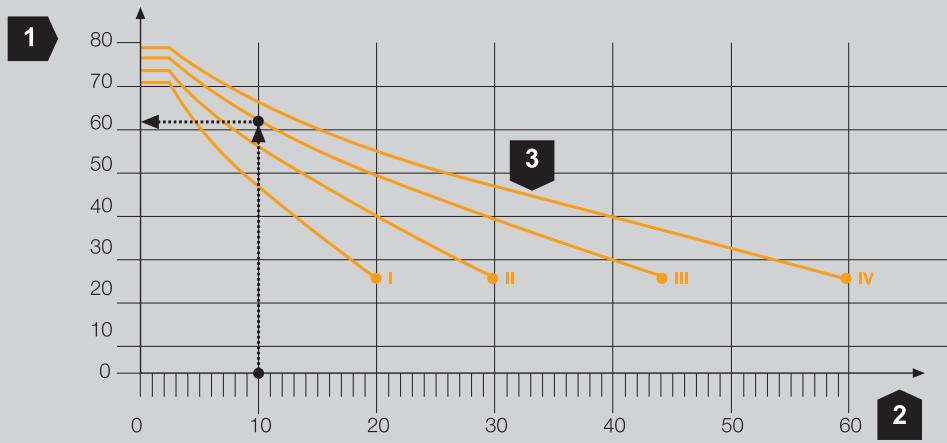
1.º passo: determine a altura do edifício

Determine a altura da cumeeira do edifício. Esta altura é o ponto de partida para o planeamento de todo o sistema de proteção contra descargas atmosféricas. Sobre a cumeeira é colocado um condutor que formará assim, a "espinha dorsal" do dispositivo captor. No nosso exemplo, a altura do edifício é de 10 m. Todas as partes do edifício que não estão abaixo do ângulo de proteção estão em risco de descargas diretas de raios.



| | |
|----------|---|
| 1 | h : altura do edifício |
| 2 | Área protegida |
| 3 | Ângulo de proteção α |
| 4 | Águas-furtadas não protegidas pelo cabo da cumeeira |

Método de ângulo de proteção no cume do telhado

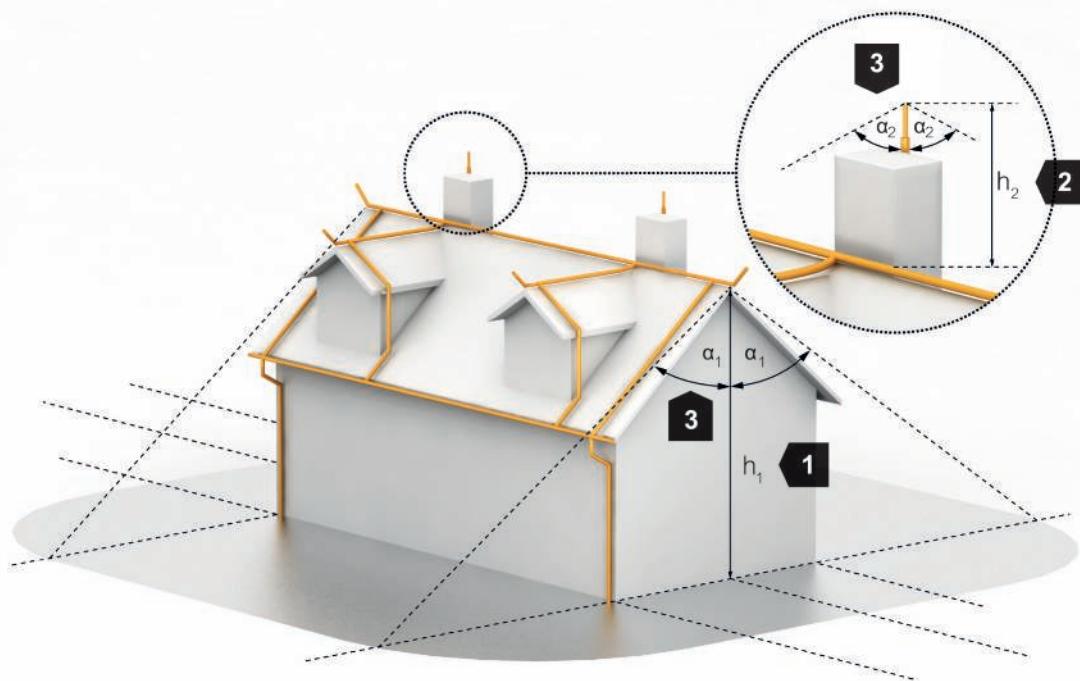


| | |
|----------|--|
| 1 | Ângulo de proteção contra raios α |
| 2 | Altura da cumeeira h em m |
| 3 | Classes de proteção contra descargas atmosféricas I, II, III, IV |

Diagrama auxiliar para determinação do ângulo de proteção

2.º passo: determine o ângulo de proteção, exemplo:

A altura do edifício (aqui: 10 m) é anotada no eixo horizontal do diagrama. De seguida, trace uma linha vertical para cima até cortar com a curva da classe de proteção correspondente (neste caso: III). No eixo "1" vertical pode ler o ângulo de proteção α . No nosso exemplo consiste em 62°. Atribua o ângulo de proteção ao edifício. Todas as partes do edifício dentro deste ângulo estão protegidas.

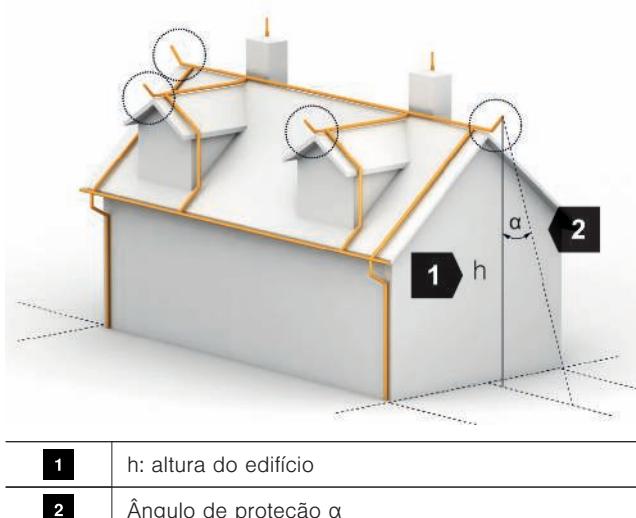


| | |
|----------|-------------------------------------|
| 1 | h_1 ; Altura do edifício |
| 2 | h_2 ; Altura da haste de captação |
| 3 | Ângulo de proteção α |

Método de ângulo de proteção em hastes captoras

3.º passo: partes do edifício fora do ângulo de proteção

As partes do edifício que se encontram fora do ângulo de proteção devem ser adicionalmente protegidas. No nosso exemplo, a chaminé tem um diâmetro de 70 cm e necessita para isso de uma haste captora - com 1,50 m de comprimento. Em qualquer caso, preste atenção ao ângulo de proteção. As janelas dos quartos possuem um condutor de cumeeira próprio.



| | |
|----------|-----------------------------|
| 1 | h : altura do edifício |
| 2 | Ângulo de proteção α |

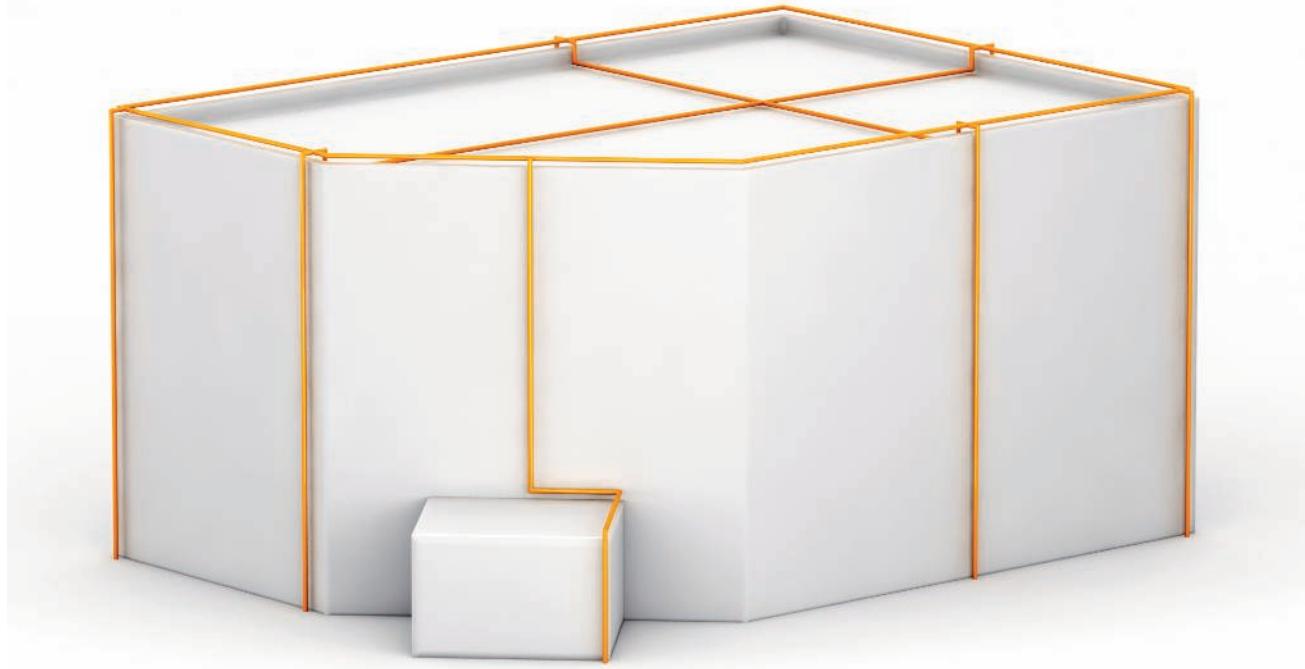
Dispositivos de captação e cabos de descarga

4.º passo: completar o sistema captor

Conduza o dispositivo captor para baixo em direção ao dispositivo de derivação. As extremidades do condutor da cumeeira deverão estar salientes e deverão ser arqueadas aprox. 0,15 m para cima. Assim, protege-se também qualquer alpendre projetado.

As seguintes estruturas do telhado devem ser protegidas com sistemas de captação contra impactos diretos de raios:

- materiais metálicos com uma altura superior a 0,3 m
- materiais não condutores (por exemplo, tubos de PVC) com altura superior a 0,5 m



Dispositivo de descarga de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3)

2.2 Derivações

Os condutores são a parte da proteção externa contra raios projetada para desviar a corrente de descarga atmosférica do sistema de captação para o sistema de terra. Para reduzir a probabilidade de danos causados pela corrente de descarga atmosférica que flui através do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, os cabos de descarga devem ser fixados de tal forma que do ponto de impacto à terra:

- vários caminhos de corrente paralelos são criados,
- o comprimento das derivações é mantido o mais curto possível,
- a ligação equipotencial é estabelecida entre as partes condutoras da estrutura

O sistema de derivação conduz a corrente de descarga atmosférica desde o sistema captor até ao sistema de ligação à terra. O número de derivações depende do tamanho do edifício a proteger - em todo o caso terão que ser instaladas pelo menos duas derivações.

Deve-se ter em atenção que os percursos da corrente devem ser curtos e sem loops. A Tabela 2.22 mostra as distâncias entre os condutores de descida e as atribui às classes de proteção contra raios relevantes.

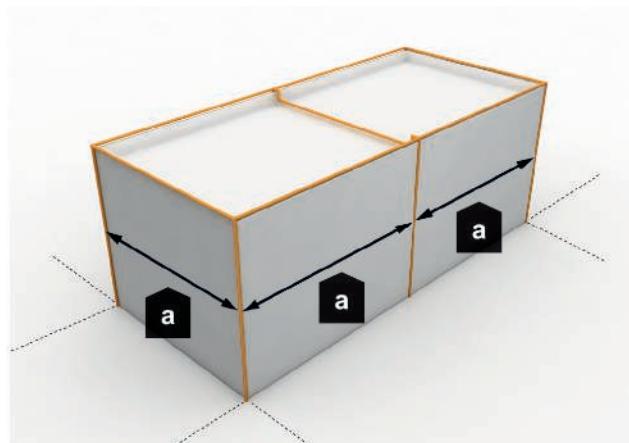
2.2.1 Métodos de planeamento

Os condutores de descida conectam o sistema de captação ao sistema de terra por meio de uma ligação curta e direta.

2.2.1.1 Número e arranjo

As derivações devem-se instalar preferencialmente junto aos cantos do edifício. Para conseguir uma ótima distribuição da corrente de raio, as derivações devem-se distribuir uniformemente à volta das paredes exteriores da estrutura do edifício.

A redução da corrente do raio resulta em um menor aumento de temperatura dos elementos metálicos no caso de um raio. Isto permite direcionar as derivações por trás de sistemas compostos de isolamento térmico e através de corta-fogo, por exemplo.



Distância (a) entre as derivações

| Classe de proteção contra descargas atmosféricas | Distância entre as derivações |
|--|-------------------------------|
| I | 10 m |
| II | 10 m |
| III | 15 m |
| IV | 20 m |

Tabela 2.22: Atribuição das classes de proteção contra raios de acordo com as distâncias entre os condutores de descida

Deve ser previsto um ponto de medição no ponto de ligação de cada condutor de descida ao encontrar o sistema de terra. Para facilitar a identificação, os pontos de medição devem ser marcados, por exemplo com números.



Ponto de medição na entrada da terra



Prédio com fachada de vidro

Derivações: características especiais

Se não for possível colocar condutores de descida em um lado ou parte do edifício, esses condutores de descida devem ser instalados nos outros lados. As distâncias entre esses condutores de baixada não devem ser inferiores a 1/3 das distâncias da Tabela 2.22.

Geral: derivações não isoladas/ligação de suportes internos

Estruturas grandes e planas (como instalações industriais típicas, salas de exposições, etc.) com dimensões superiores a quatro vezes o espaçamento dos condutores de descida devem ser equipadas com condutores de descida internos adicionais com um espaçamento de aproximadamente 40 m, sempre que possível. Todas as colunas internas e todas as paredes divisórias internas com partes condutoras, como vigas de aço, que não atendem aos requisitos da distância de separação, devem ser conectadas ao sistema de captação e de terra em pontos apropriados.

Se, devido a considerações arquitetônicas, os condutores não puderem ser colocados na superfície, estes devem, por exemplo ser instalados em colunas da alvenaria.

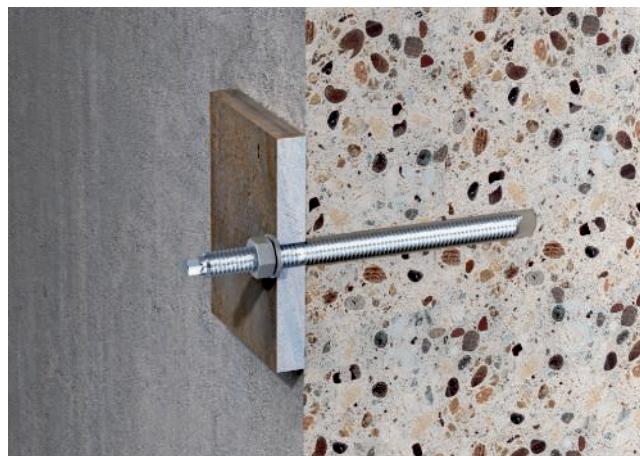
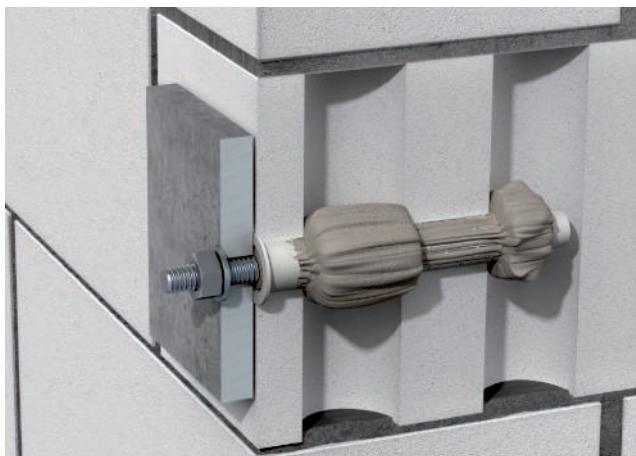
Deve-se notar:

- O gesso pode ser danificado por expansão térmica
- Gesso pode descolorir como resultado de reações químicas
- Solução: condutores revestidos em PVC evitam tais manchas

Suporte

Os suportes para condutores devem ser testados conforme a VDE 0185-561-4 (IEC 62561-4). Envelhecimento artificial de suportes metálicos e de plástico são testados, e também são realizados testes de carga mecânica.

Apenas o suporte é testado aqui. Igualmente importante é a instalação adequada do respetivo suporte, com o material de instalação adequado para diferentes materiais de parede e teto.



2.2.2 Princípios de fixação

Existem três tipos de transmissão de carga da ancoragem para o subsolo:

- Ajuste de forma
- Conexão material
- Ajuste de fricção

As ancoragens com encaixe de forma batem no substrato e se apoiam nele. A ancoragem encaixa-se "firmemente" no componente. Exemplos são pernos de ancoragem de rosca interna rebaixada ou buchas de ancoragem para tetos falsos. As roscas dos pernos de ancoragem também funcionam de acordo com este princípio.

As ancoragens ligam-se quimicamente ao substrato, por exemplo a uma argamassa especial. Cartuchos adesivos ou sistemas de injeção nos quais um varão roscado é montado estão entre estas fixações. A limpeza dos furos é muito importante para esses sistemas para evitar que escorreguem devido à poeira no furo.

No caso de travamento por fricção, um elemento de expansão colocado no corpo da ancoragem garante que seja fixado no furo. Montado com o torque pretendido, o atrito garante os elevados valores de carga.



2.2.3 Subsolo de fixação

As principais diferenças estão nos subsolos de montagem e nas classes de carga. Embora a maioria das ancoragens seja adequada e aprovada para uso em betão, também existem soluções especiais para vários tipos de alvenaria e até mesmo tijolo oco ou betão poroso. Com buchas de expansão em metal, certas distâncias, por exemplo para o rebordo de um componente. Como as buchas de expansão metálicas desenvolvem forças laterais sob carga, podem ocorrer rompimentos se as distâncias prescritas não forem cumpridas. Ao contrário disso, as buchas e os sistemas de injeção podem ser colocados muito próximos do rebordo, pois não geram forças laterais.

Os chamados testes de arrancamento ou experiências de extração são necessários para paredes e tetos em edifícios antigos existentes, a fim de determinar a resistência ou a capacidade de carga da construção.

Materiais

Betão

Betão normal,
Por ex. C 20/25



Betão leve,
por ex. LC 20/22



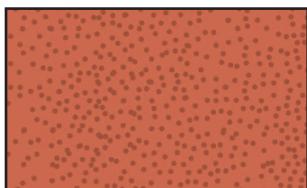
Materiais de construção leves

Placas e painéis,
por ex. Gesso cartonado



Materiais de alvenaria

Tijolo maciço com uma estrutura densa, por ex. Tijolos



Tijolos ocos com uma estrutura densa, por ex. Tijolo oco

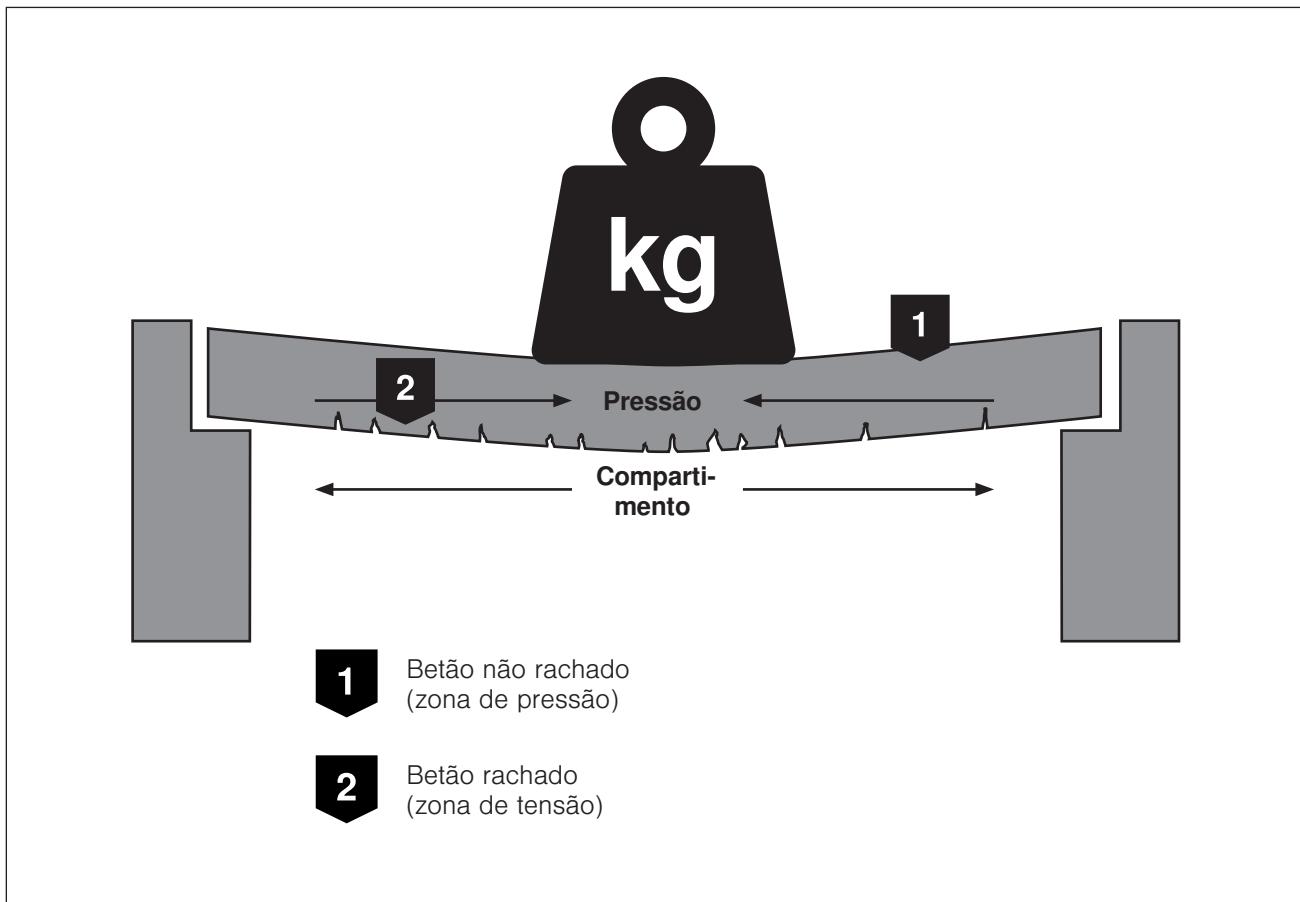


Tijolos maciços com uma estrutura porosa, por ex. Betão leve, Argila expandida, Pedra-pomes



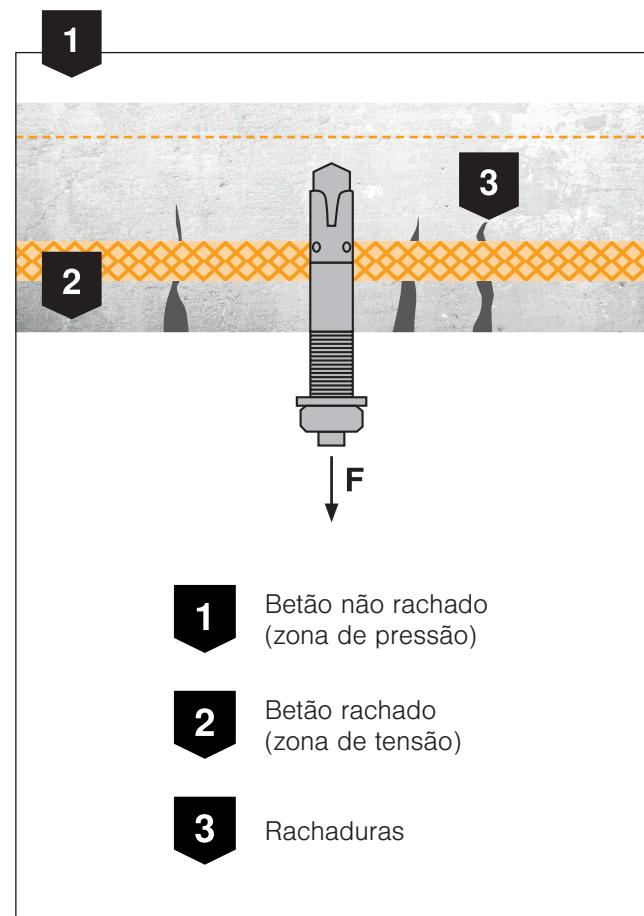
Tijolos perfurados com uma estrutura porosa, por ex. Blocos ocos de betão leve





2.2.3.1 Betão

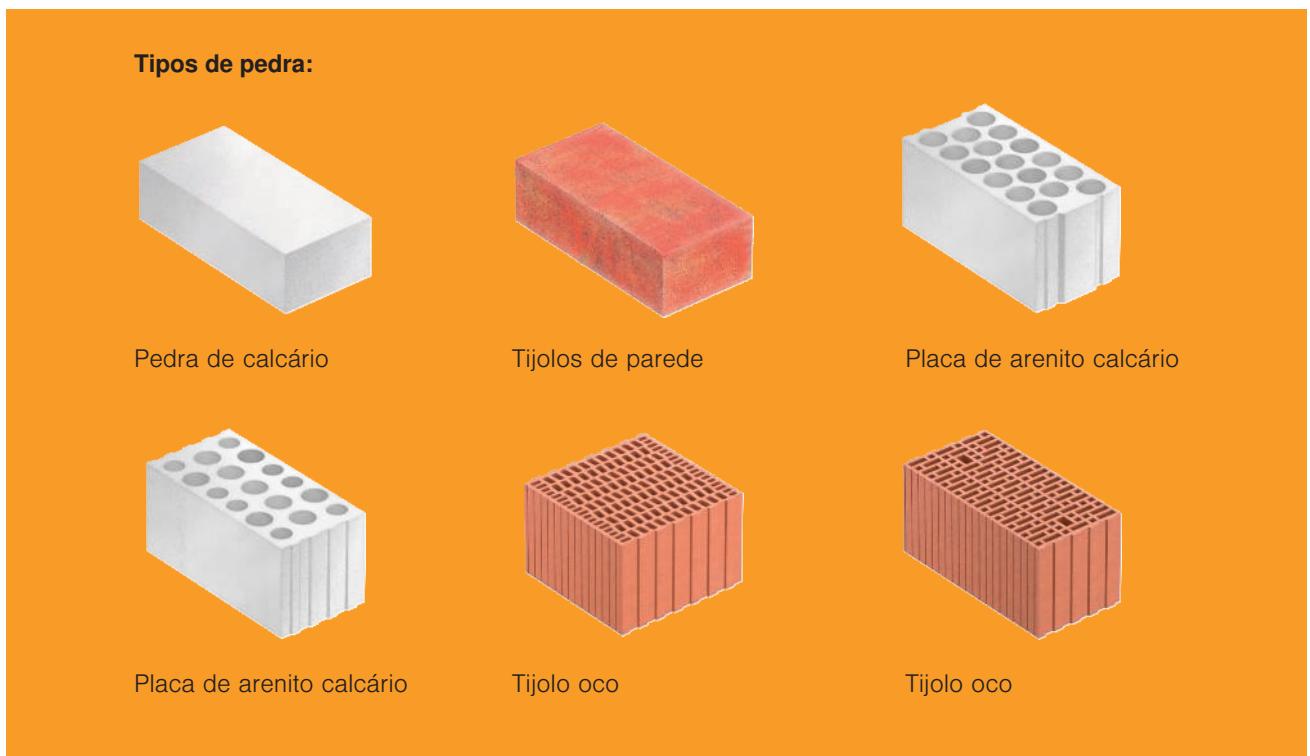
Um dos materiais de construção mais utilizados é o betão. As capacidades de carga são muito altas e, portanto, ideais para a fixação de equipamentos técnicos de construção. No entanto, deve-se notar que existem as chamadas zonas de tensão e pressão nos tetos. Rachas podem ocorrer na zona de tensão, o que reduz a capacidade de carga. Com uma ancoragem inadequada, o componente fixado pode cair do furo. Deve-se garantir que as ancoragens sejam adequadas e aprovadas para betão fissurado.

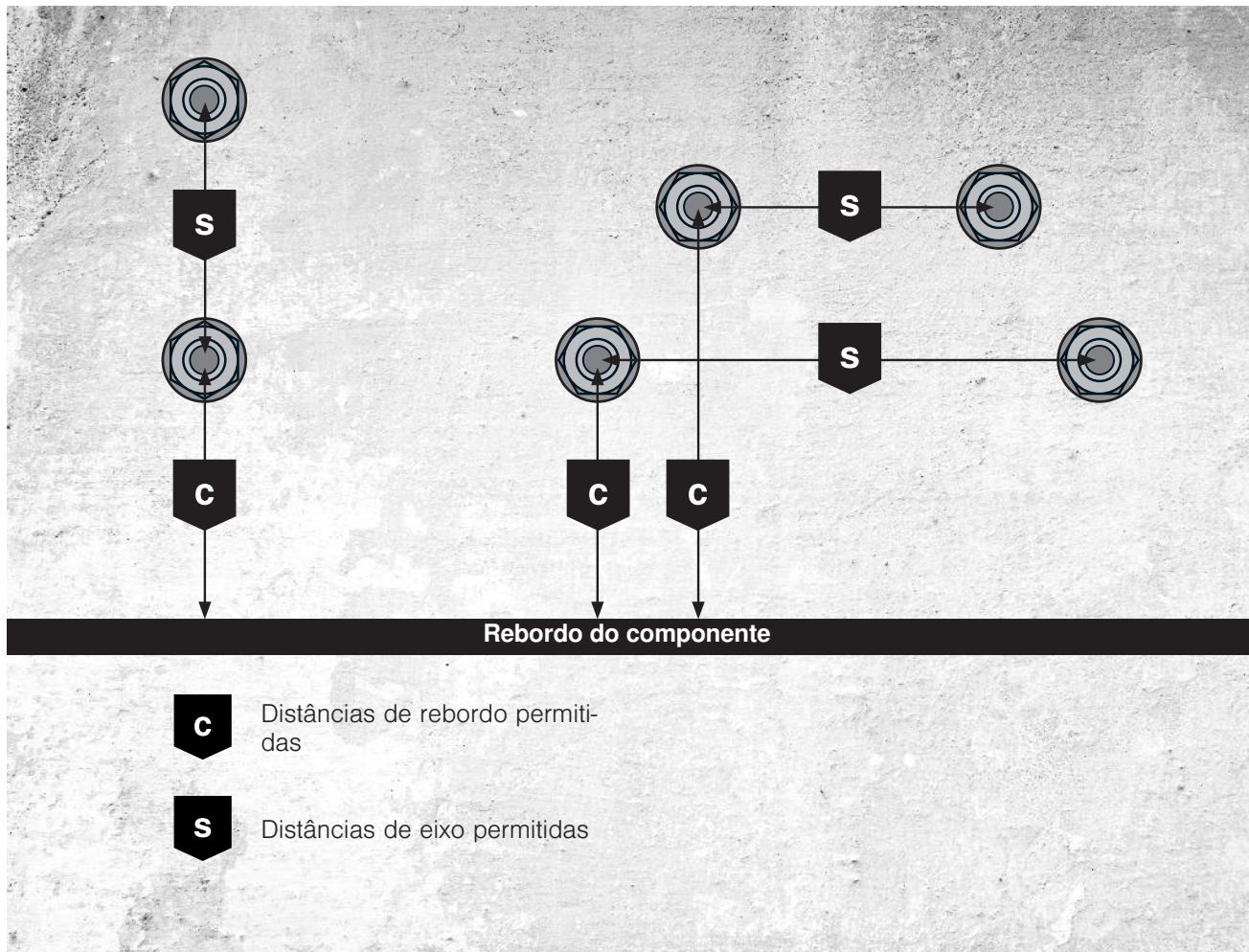




2.2.3.2 Alvenaria

Além do betão, vários tipos de alvenaria feitos de vários tipos de pedra desempenham um papel especial nos edifícios. Para poder fixar sistemas de suporte ou outras cargas a essas paredes, os tipos de pedra devem ter uma densidade mínima e uma resistência à pressão mínima. Se estes dados não estiverem disponíveis, testes de tração podem ter que ser realizados para determinar a capacidade de carga da parede.



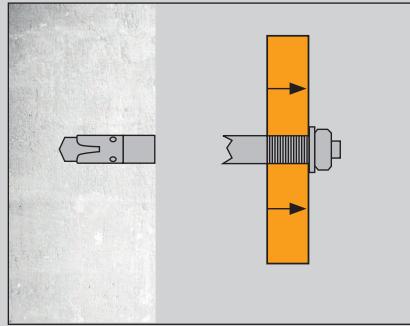


2.2.4 Distâncias e profundidade de ajuste

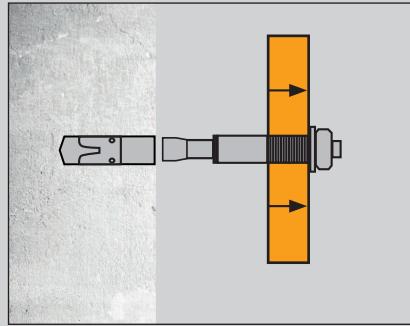
As distâncias de rebordo e centro desempenham um papel importante na instalação de ancoragens. Isso significa as distâncias até aos rebordos do componente e as distâncias de ancoragem a ancoragem. Se estes não forem cumpridos, os valores de carga são reduzidos e uma falha na fixação é mais provável. Obviamente, a profundidade de ajuste é o principal critério para os valores máximos de carga. Quanto mais fundo uma ancoragem puder ser colocada no solo, maior será a carga a ser fixada a esta.

Ancoragem mais profunda

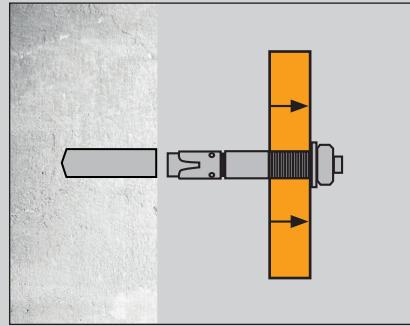
Maior capacidade de carga de betão



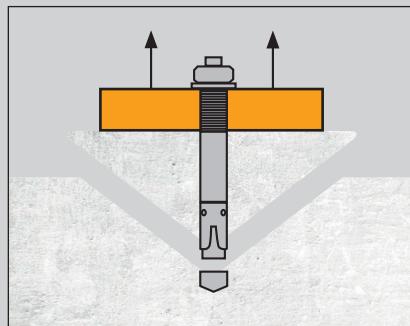
Aço quebrado



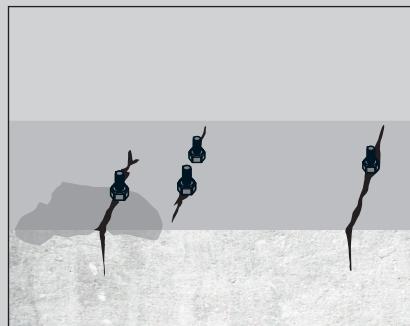
Puxar através



Tirar



Desprendimento de betão



Colunas

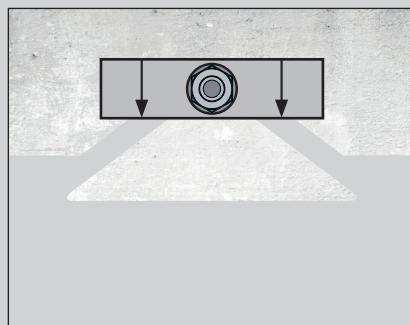
2.2.5 Critérios de falha

Dependendo do arranjo de montagem e da carga na ancoragem, ocorrem diferentes critérios de falha. Sob carga de tração, são:

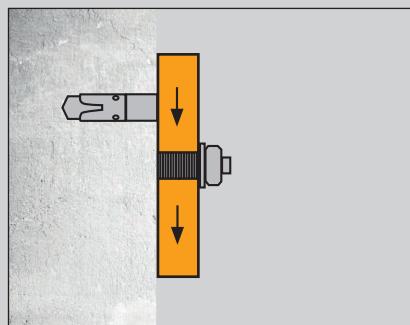
- Aço quebrado
- Tirar
- Puxar através
- Desprendimento de betão
- Colunas

Os seguintes motivos de falha ocorrem com cargas transversais:

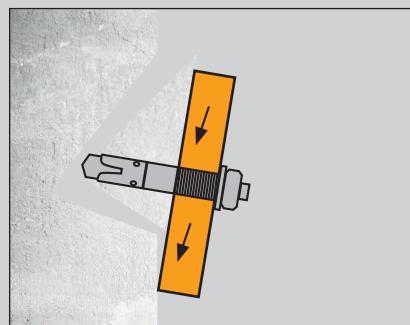
- Fratura de aço por cisalhamento
- Rebordo de betão quebrado
- Falha de betão no lado afastado da carga



Rebordo de betão quebrado



Aço quebrado



Falha de betão no lado afastado da carga

Guia de seleção

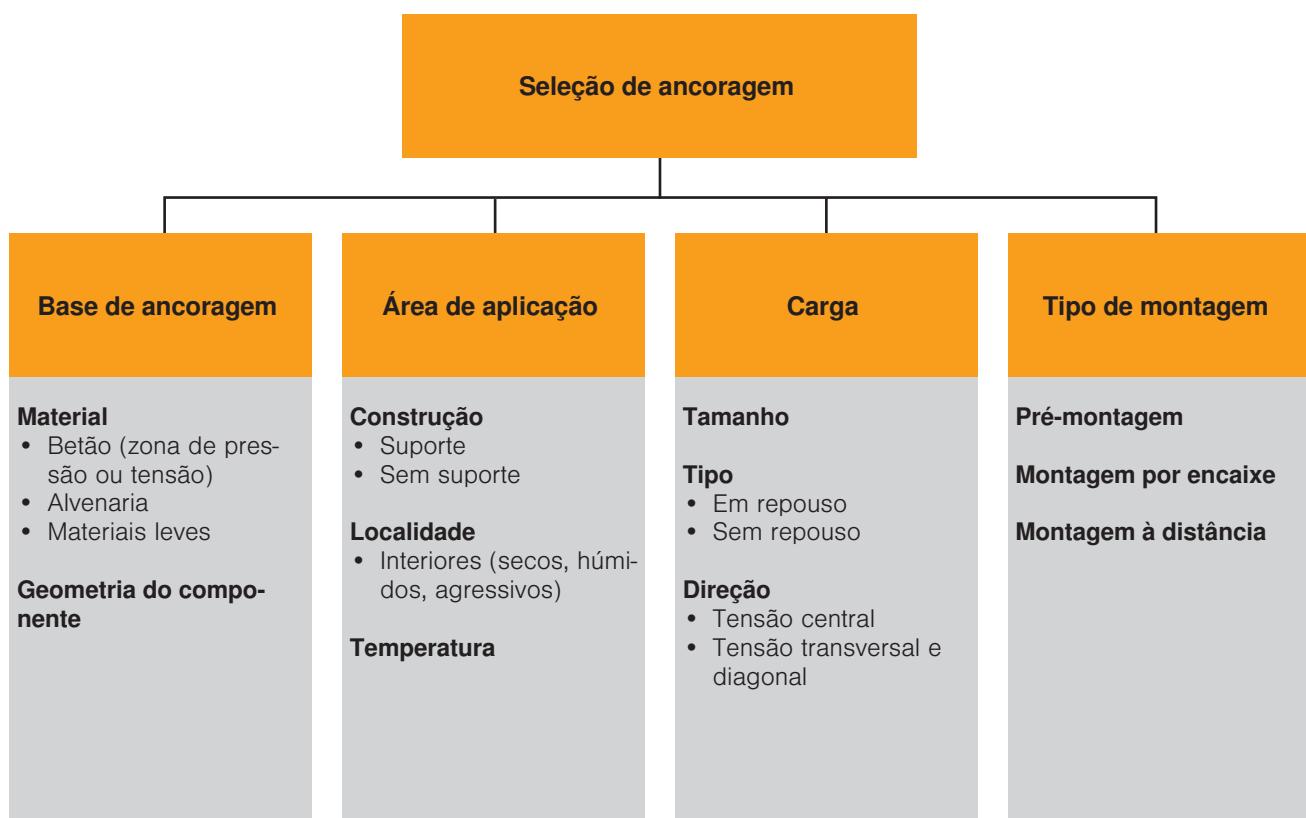
Para determinar ancoragens adequadas, os parâmetros básicos devem primeiro ser consultados:

- Superfície de montagem
- Área de aplicação
- Carga
- Tipo de montagem

Todos os dados relevantes para a instalação de ancoragens para fixação de instalações à prova de fogo devem estar nos documentos de aprovação.

2.2.6 Tipos de ancoragens

Além de todos os parâmetros já descritos, as fixações também devem ser adequados ao ambiente em que são utilizados. Muitos materiais e superfícies estão disponíveis, desde ancoragens galvanizadas e até aços altamente resistentes à corrosão.





Bucha de expansão em metal

As buchas de expansão em metal da OBO Bettermann para montagem em componentes em betão foram todas testadas quanto à proteção contra incêndios. Os testes executados comprovaram a sua eficácia antifogo. Dependendo da duração de resistência ao fogo (até 120 minutos) é determinada uma capacidade de sustentação máxima para a ancoragem em betão. Os valores das cargas determinadas estão incluídos nas respetivas aprovações técnicas

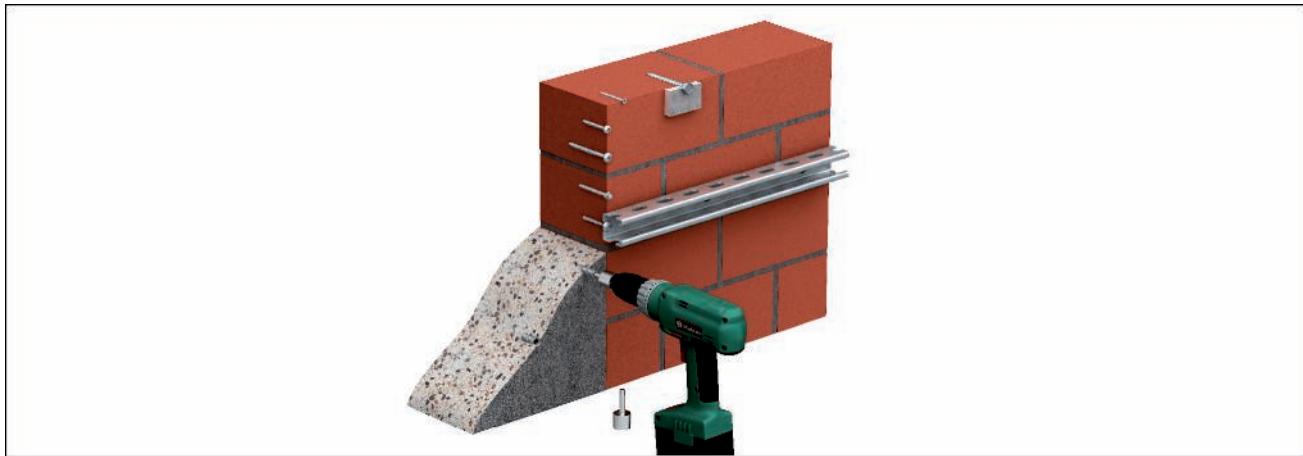
europeias e documentos de certificação. Em caso de incêndio, capacidade de carga da bucha, apesar de se situar significativamente abaixo da capacidade de carga a frio, é totalmente eficaz para a fixação à prova de incêndios de diferentes tipos de instalação. Para tetos ocos com espessura de betão reduzida, são fornecidas buchas de expansão em metal específicas.



Argamassa de injeção

O sistema de argamassa de injeção VMU Plus é especialmente adequado à fixação em tijolos ocos, betão e betão poroso, tijolos silicocalcários, tijolos silicocalcários perfurados e tijolos para construção. A ligação é livre de pressão de expansão e ocorre através da união positiva da argamassa de injeção com a base e de um perno de ancoragem. Os componentes foram testados e aprovados para uma duração de resistência ao fogo de 90 minutos. Em função da

duração de resistência ao fogo e da base de fixação, documenta-se a capacidade de carga máxima no certificado de proteção contra incêndios disponível. Em caso de incêndio, a capacidade de carga do sistema de argamassa de injeção, apesar de se situar significativamente abaixo da capacidade de carga a frio, é totalmente eficaz para a fixação à prova de incêndios de diferentes tipos de instalação.



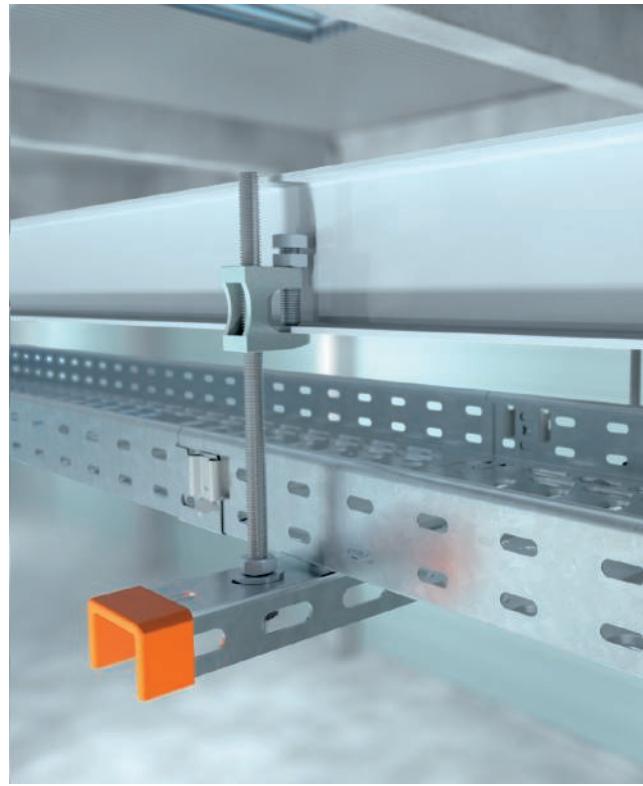
Parafuso de ancoragem

Os parafusos antifogo da OBO Bettermann foram testados contra incêndios de acordo com a ETAG 001 parte 3. A capacidade máxima de carga, dependendo das durações de resistência ao fogo de até 120 minutos, é determinada de acordo com os diferentes tipos de alvenaria maciça. Estes valores estão documentados nos respetivos relatórios de certificação. Tendo em consideração as cargas para a manutenção de funções e para a instalação intermédia, as ca-

pacidades de carga determinadas são absolutamente suficientes para os diferentes tipos de alvenaria. Os parafusos antifogo são aparafulados diretamente no orifício perfurado. Não é necessária uma bucha adicional. Como não ocorrem forças de expansão, em alvenaria é possível a instalação perto do bordo. De igual modo, o perno de ancoragem é adequado para betão rasgado em tetos.

| Requisitos de construção | Requisito adicional Não fume | Requerimento adicional Nenhuma chama caindo e pingando | Classes europeias de acordo com a DIN EN 13501-1 | Classe de acordo com a DIN 4102-1 |
|--------------------------|---------------------------------|---|--|-----------------------------------|
| Não inflamável | X | X | A1 | A1 A2 |
| - pelo menos | X | X | A2 - s1 d0 | A1 A2 |
| Dificilmente inflamável | X | X | B, C - s1 d0 | B 1 |
| Dificilmente inflamável | | X | A2 - s2 d0 A2, B, C - s3 d0 | B 1 |
| Dificilmente inflamável | X | | A2 - s1 d1 A2, B, C - s1 d2 | B 1 |
| - pelo menos | | | A2, B, C - s3 d2 | B 1 |
| Normalmente inflamável | | X | D - s1 d0 - s2 d0 - s3 d0 E | B2 |
| - pelo menos | | | E - d2 | B2 |
| Facilmente inflamável | | | F | B3 |

Tabela: classes de materiais de construção de acordo com EN 13501-1



2.2.7 Fixações em estruturas de aço

Na construção industrial, as estruturas de aço são frequentemente usadas para as estruturas do edifício. Vigas e suportes de aço também podem ser encontrados em centrais elétricas. No entanto, o aço perde metade de sua resistência em torno de 500°C, deixando as estruturas do edifício em elevado risco em caso de incêndio. Assim, o aço desprotegido não possui resistência ao fogo, sendo necessárias medidas especiais, como tratamento com revestimentos de proteção contra incêndio ou revestimento com placas não combustíveis.

À primeira vista, a fixação de sistemas de suporte de carga em vigas de aço dificilmente parece possível. No entanto, se as vigas aço de suporte de carga do edifício estiverem desprotegidas, o equipamento técnico adicional, por ex. sistemas de extração de fumos ou extinção automática, podem compensar as más propriedades do aço em caso de incêndio, limitando as temperaturas críticas.

Como as vigas de aço geralmente não podem ser perfuradas, a única opção é fixá-las com ligadores de estruturas. Se as vigas de aço forem usadas como condutor natural ou se forem conectadas ao sistema de ligação à terra, devem ser usados ligadores de estruturas que possam transportar correntes de raios.



Ligador de estruturas capaz de transportar corrente de raio, tipo 5010



2.2.8 Fixações em componentes de madeira

No futuro, cada vez mais edifícios serão construídos com estruturas de suporte feitas de madeira. Com medidas adequadas de proteção contra incêndio, estes edifícios não representam um risco maior em caso de incêndio do que os edifícios de construção convencional. Além disso, são possíveis construções de grandes vãos com vigas laminadas. A madeira também se está tornando cada vez mais popular como um recurso sustentável e está sendo cada vez mais usada na construção (engenharia estrutural) por razões ambientais.

A madeira é um material de construção combustível e, como nas construções de aço, os componentes de madeira são inicialmente adequados apenas para a

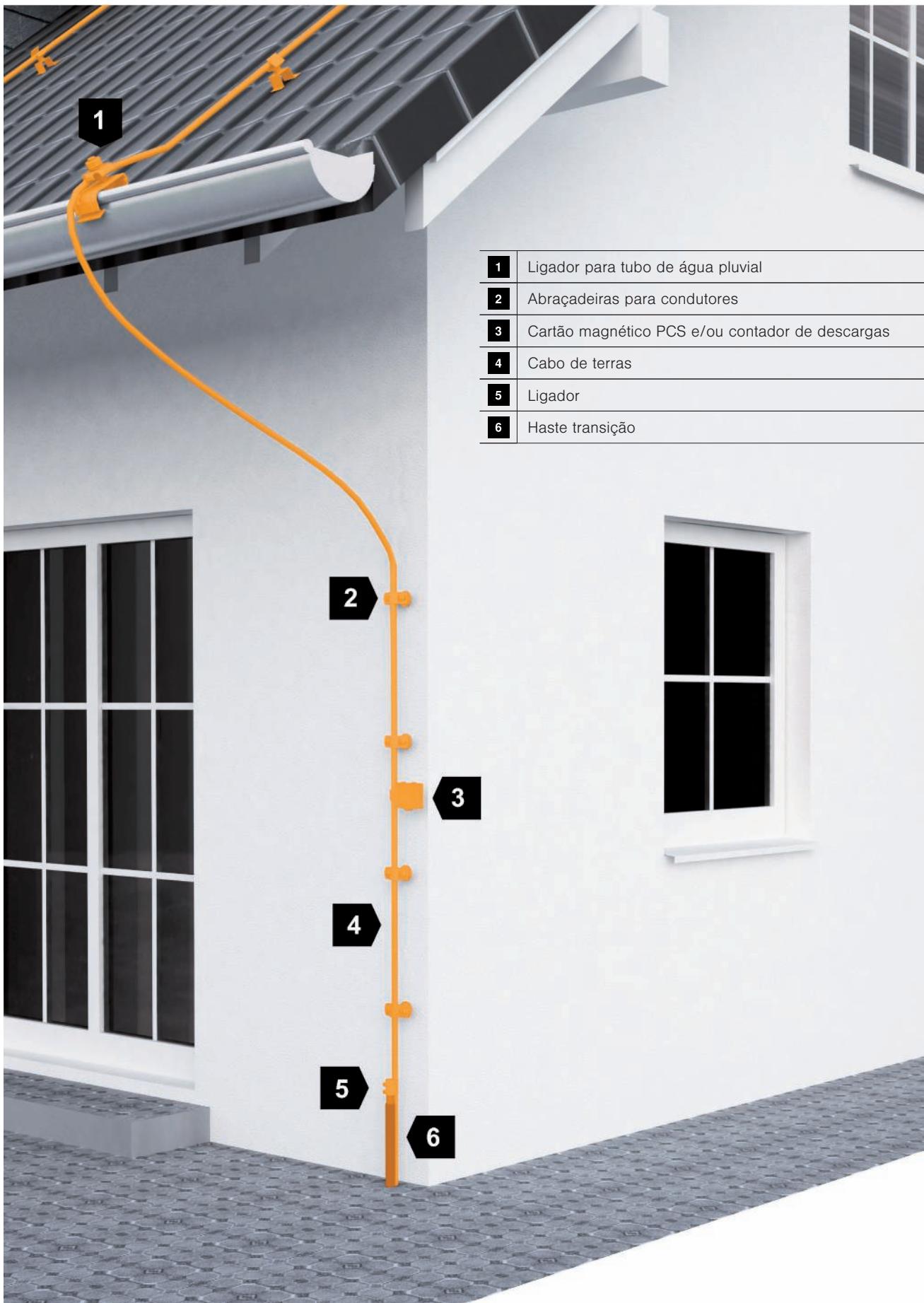
fixação de instalações elétricas testadas ao fogo sob certas condições. Revestimentos também são usados nas construções para atingir uma classe de resistência ao fogo. No entanto, em caso de incêndio, a madeira tem uma propriedade muito boa: quando queima, cria-se uma camada isolante que atrasa a queima posterior. O componente de madeira deve ser dimensionado de forma que a rutura da capacidade de carga não possa falhar prematuramente. As taxas de carbonização são um meio comum de calcular a seção transversal da madeira necessária, dependendo da classe de resistência ao fogo desejada. A taxa de queima depende do tipo de madeira e do teor de humidade da madeira.



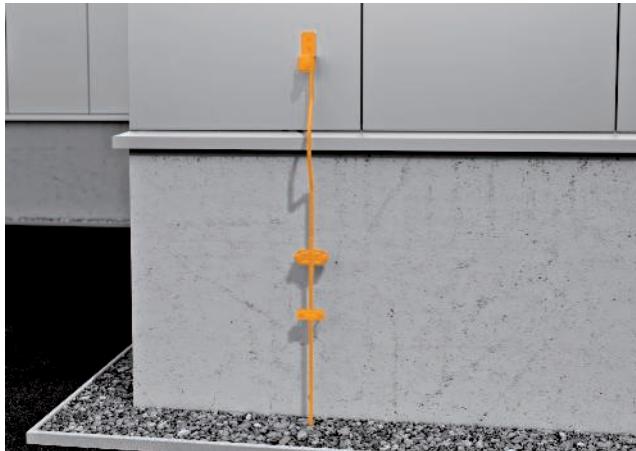
Levando em consideração as taxas de queima, são usados parafusos para madeira com seção transversal de aço adequada e profundidade de fixação suficiente. Os parafusos longos penetram profundamente na seção transversal do suporte de madeira e garantem uma fixação segura do sistema de suporte montado, apesar da queima. Várias variantes de instalação são documentadas em um relatório de proteção contra incêndio.

| Tipo de madeira | Montagem | Densidade característica [kg/m³] | Taxa de queima [mm/min] |
|------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------|
| Madeira Pinho e Faia | Madeira laminada | ≥ 290 | 0,70 |
| | Madeira sólida | ≥ 290 | 0,80 |
| Madeira dura | Madeira sólida ou madeira laminada | ≥ 290 | 0,70 |
| | | ≥ 450 | 0,55 |
| Madeira folheada | | ≥ 480 | 0,70 |
| Placas (mín. 20 mm) | Revestimento de madeira | ≥ 450 | 0,90 |
| | Contraplacado | ≥ 450 | 1,00 |
| | Painéis de madeira contraplacada | ≥ 450 | 0,90 |

Taxas de queima de diferentes componentes de madeira



Princípio de instalação, sistemas de derivação



Exemplo: elementos de fachada vertical

2.2.9 Uso de componentes naturais

As instalações metálicas podem servir como parte natural de um sistema de derivação, desde que

- a continuidade elétrica seja permanente
- e suas dimensões correspondem pelo menos aos valores para derivações normalizadas (Tabela 2.6). Tubos com conteúdo inflamável ou explosivo não são permitidos, se as vedações nos acoplamentos de flange não estiverem ligadas eletricamente.

Ao usar descargas naturais (por exemplo, betão armado, suportes de aço), muitas vezes não é possível isolar o sistema de proteção contra raios e o sistema de terra.

Requisitos para elementos de fachada e construções metálicas:

- Suas dimensões devem corresponder aos requisitos para descargas e a espessura das chapas/tubos metálicos deve corresponder, no mínimo, aos valores da Tabela 2.6.
- Sua continuidade elétrica na direção vertical deve atender aos requisitos.
- Elementos de fachada podem ser usados como dispositivos de descarga se estiverem conectados eletricamente.
- Os componentes naturais para dispositivos de descarga devem ser projetados de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC 62365-3).

O betão armado eletricamente conectado (reforço metálico) pode ser usado como parte natural de um dispositivo condutor de baixada se:

- os pontos de ligação são fornecidos em uma peça de betão armado,
- as peças de betão são conectadas umas às outras no local da construção durante a montagem,
- no caso de betão tensionado, considera-se o risco de influências mecânicas inadmissíveis devido à corrente do raio.

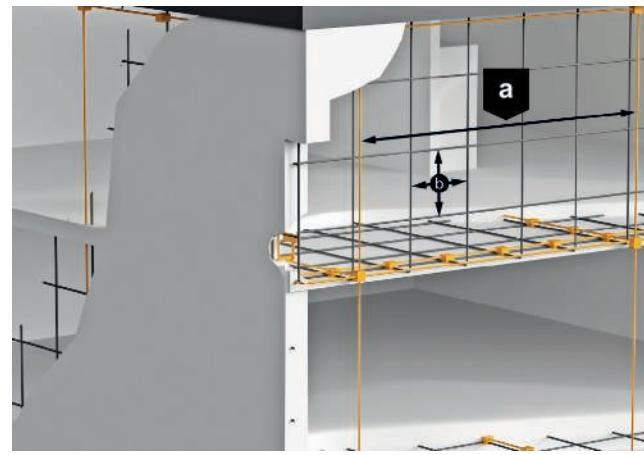


Exemplo: Uso de elementos de fachada conectados horizontalmente como dispositivo de descarga

As instalações metálicas podem ser revestidas com material isolante, por exemplo uma camada de tinta.



Exemplo: Uso de colunas de betão armado/instalação de baixada



| | |
|---|------------------------------------|
| a | Descarga do tamanho da malha = 5 m |
| b | Reforço de malha = 1 m |

Exemplo: Uso de colunas de betão armado/instalação de baixada

Em sistemas estruturais com colunas ou paredes de betão armado, os condutores de descida devem ser colocados na armadura. As derivações devem ser dispostas em seções. Isso requer uma coordenação precisa. Os pontos de ligação devem ser cuidadosamente criados com ligadores terminais. Os condutores de descida também devem ser conectados ao reforço.

Os elementos de betão armado são excelentes como instalações de descarga se a sua utilização for planeada atempadamente. Especificações precisas são necessárias para a fabricação dos elementos de betão armado. A execução deve ser verificada e documentada com fotos. Pontos de terra fixos devem ser usados como pontos de ligação para derivações e equipotencialização.

Reforço continuo através da estrutura do edifício

Se a armadura ou betão armado da estrutura for usado como condutor natural, este deve ser conectado ao sistema de captação usando componentes de ligação e proteção contra raios conforme a DIN EN 62561-1 (IEC 62561-1). Também deve ser estabelecida uma ligação condutora de corrente de raio ao sistema de terra e pelo menos à barra equipotencial principal. Se a descarga natural também for otimizada como proteção contra LEMP (impulsos eletromagnéticos de raios), malhas apropriadas devem ser implementadas no sistema. São recomendados tamanhos de malha de $a = 5 \text{ m}$ e $b = 1 \text{ m}$.

Para sistemas de betão pré-fabricado e betão tensionado, a continuidade elétrica deve ser verificada com um teste de continuidade entre o topo e o solo.

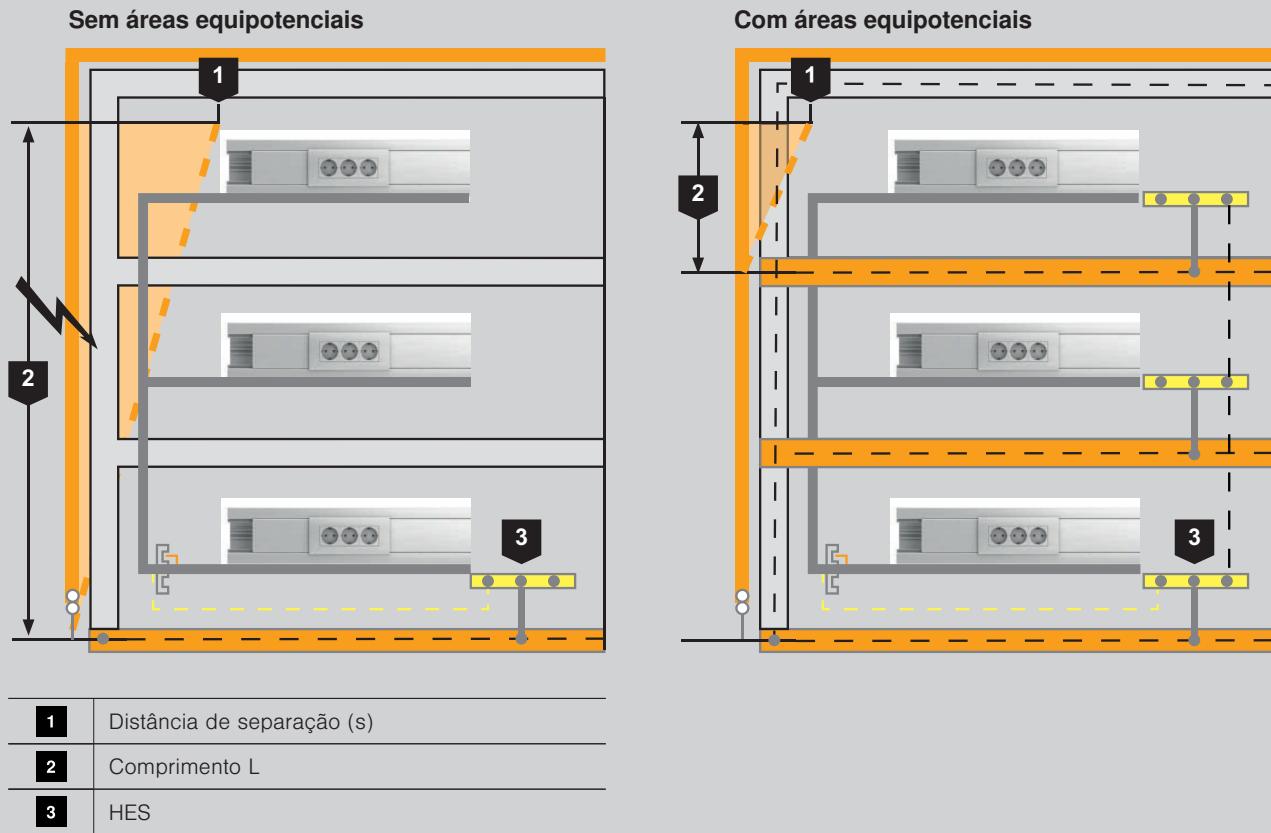
Medição

A resistência elétrica total deve ser medida usando um equipamento de teste adequado para esta finalidade (fonte de corrente contínua, corrente de medição de 10 A).

Existem 2 tipos de medição a serem realizadas:

- O ponto de ligação do reforço ao próximo ponto de ligação deve ter o valor de resistência $< 10 \text{ m}\Omega$.
- O ponto de ligação da armadura à barra de terra principal deve ter no máximo $10 \text{ m}\Omega$ por metro de altura do edifício.

Os testes são realizados melhores antes e depois do enchimento do betão. Se esses valores não forem atingidos, o aço de reforço não deve ser usado como derivação. Neste caso, recomenda-se a instalação de uma derivação externa. Em sistemas estruturais feitos de peças pré-fabricadas de betão, a continuidade elétrica das armaduras das peças individuais de betão com as peças de betão vizinhas deve ser assegurada.



Distância de separação para edifícios altos com e sem área equipotencial como nível de referência

2.2.10 Áreas equipotenciais como plano de referência para o cálculo da distância de separação em edifícios altos

No caso de edifícios altos, os cálculos convencionais de distância de separação podem resultar em distâncias de separação que não podem mais ser realizadas, uma vez que o comprimento até nível de referência (por exemplo, sistema de ligação à terra ou ponto de ligação equipotencial mais próximo) é muito longo quando cálculo de acordo com as dimensões do edifício (ver Tabela 2.7).

A fim de poder projetar e instalar um sistema de proteção contra raios, em conformidade com a VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3), deve ser considerada a criação de níveis equipotenciais no projeto logo no início da fase de planeamento.

Criação de áreas equipotenciais, por ex., a cada 2-3 andares por meio de:

- Ligação equipotencial para proteção contra descargas atmosféricas através de condutores de descargas atmosféricas adequados e aparelhos de proteção contra sobretensões para instalações de energia e comunicações
- Sistema de ligação à terra em malha conforme a DIN 1804
- Reforço do teto com malha (várias vezes no edifício)
- Ligação ao reforço a cada 2 m
- Ligação equipotencial para proteção contra descargas atmosféricas em todas as linhas metálicas ou elétricas que conduzam a osníveis equipotenciais (por ex., câmaras exteriores, luzes, linhas de alimentação, sistemas fotovoltaicos, etc.)



Componentes do sistema isCon®

2.2.11 Derivação isolada resistente a alta tensão

A distância de separação em edifícios modernos muitas vezes não pode ser mantida por razões arquitetônicas. Nestes casos e em sistemas industriais o cabo isCon®, isolado e resistente a alta tensão, oferece uma solução de acordo com a VDE 0185-305 (IEC 62305) e uma distância de separação equivalente de 0,75 m no ar e 1,5 m em materiais de construção sólidos.

Resumo das vantagens do produto:

- sem problemas com a distância de separação
- universal: montagem simples no local
- em conformidade com as normas: cobre de seção transversal 35 mm²
- verificado: por institutos de testes independentes
- resistência ao fio incandescente
- resistência a intempéries
- até 200 kA de corrente de raio por condutor
- amigo do ambiente: livre de halogéneos
- pode ser usado em áreas potencialmente explosivas

Os condutores de baixada isolados são a melhor solução quando as distâncias de separação não podem ser mantidas por razões estruturais ou arquitetónicas.

Flexibilidade total no projeto do sistema de proteção contra raios

O cabo isCon® é uma derivação livre de descargas deslizantes e resistente a alta tensão. Permite manter uma distância de separação de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) e pode substituir uma distância de separação de 0,75 metros no ar e 1,5 metros para materiais de construção sólidos. Características que foram comprovadas por entidades de verificação independentes.

Estrutura do condutor isCon®

O cabo OBO isCon® é composto por várias peças. O núcleo de cobre tem uma seção transversal de 35 mm² (pelo menos 25 mm² de acordo com a IEC 62305). É fechado por uma camada condutora interna e isolamento VPE (PEX) resistente a alta tensão. Este isolamento, é por sua vez, envolvido por uma camada externa condutora e um material adicional semi-condutor. A descarga atmosférica é conduzida através do núcleo de cobre. Para a operação, o núcleo de cobre deve ser conectado à invólucro fracamente condutor usando um elemento de ligação que você mesmo instala. Somente o elemento de ligação testado pode ser conectado ao sistema de captação ou derivação adicional do sistema externo de proteção contra raios. O condutor de descida deve estar dentro da área de proteção do sistema de captação e deve ser fixado em intervalos não superiores a um metro, usando o material de instalação especificado. Se os cabos forem encaminhados no edifício, devem ser tiradas em conta medidas de proteção específicas, como por ex. selagem de fogo.



Exemplo: proteção de um posto de gasolina com cabo isCon®



| | | | | |
|----------------------|-------------------|---------------|----------------|-------------------------------------|
| BASIC | se ≤ 45 cm | 150 kA | Ø 20 mm | Telhado plano/ 2 andares |
| PROFESSIONAL | se ≤ 75 cm | 150 kA | Ø 20 mm | Edifícios industriais |
| PROFESSIONAL+ | se ≤ 75 cm | 150 kA | Ø 23 mm | Indústria química |
| PREMIUM | se ≤ 90 cm | 200 kA | Ø 23 mm | Arranha-céus |

2.2.12 Versões

2.2.12.1 Sistema de proteção contra raios não isolado

Se a distância de separação necessária entre o sistema de proteção contra raios e os sistemas metálicos do edifício ou da instalação não puder ser mantida, medidas adicionais são necessárias. Para evitar faíscas perigosas e o risco de incêndio resultante, as seguintes medidas devem ser tomadas:

- Aumente o número de condutores (novo cálculo da distância de segurança!)
- Criar uma ligação de transporte de corrente de raio entre os sistemas



Proteção isolada contra raios com varas isolantes

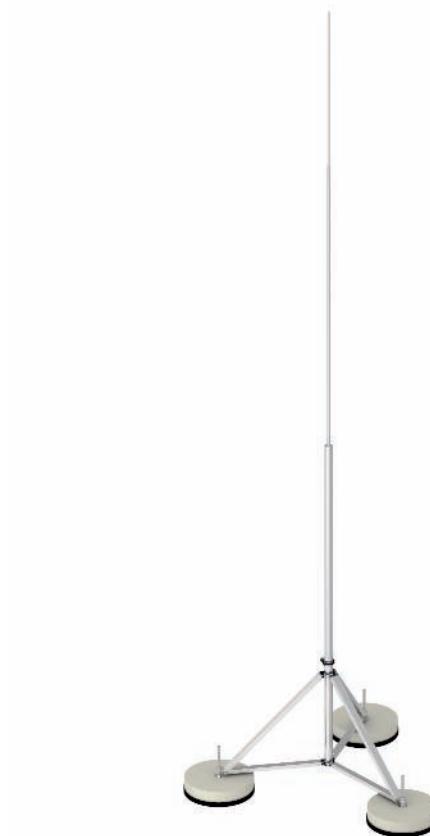
2.2.12.2 Sistema de proteção contra raios isolado

Sistemas de proteção contra raios isolados permitem proteção contra raios standard de acordo com a EC 62305. A distância de separação aos sistemas eletrônicos necessária conforme a norma pode ser cumprida através das diferentes versões da proteção isolada contra descargas atmosféricas. Dependendo das exigências, é possível criar as mais variadas soluções através de sistemas e componentes individuais.

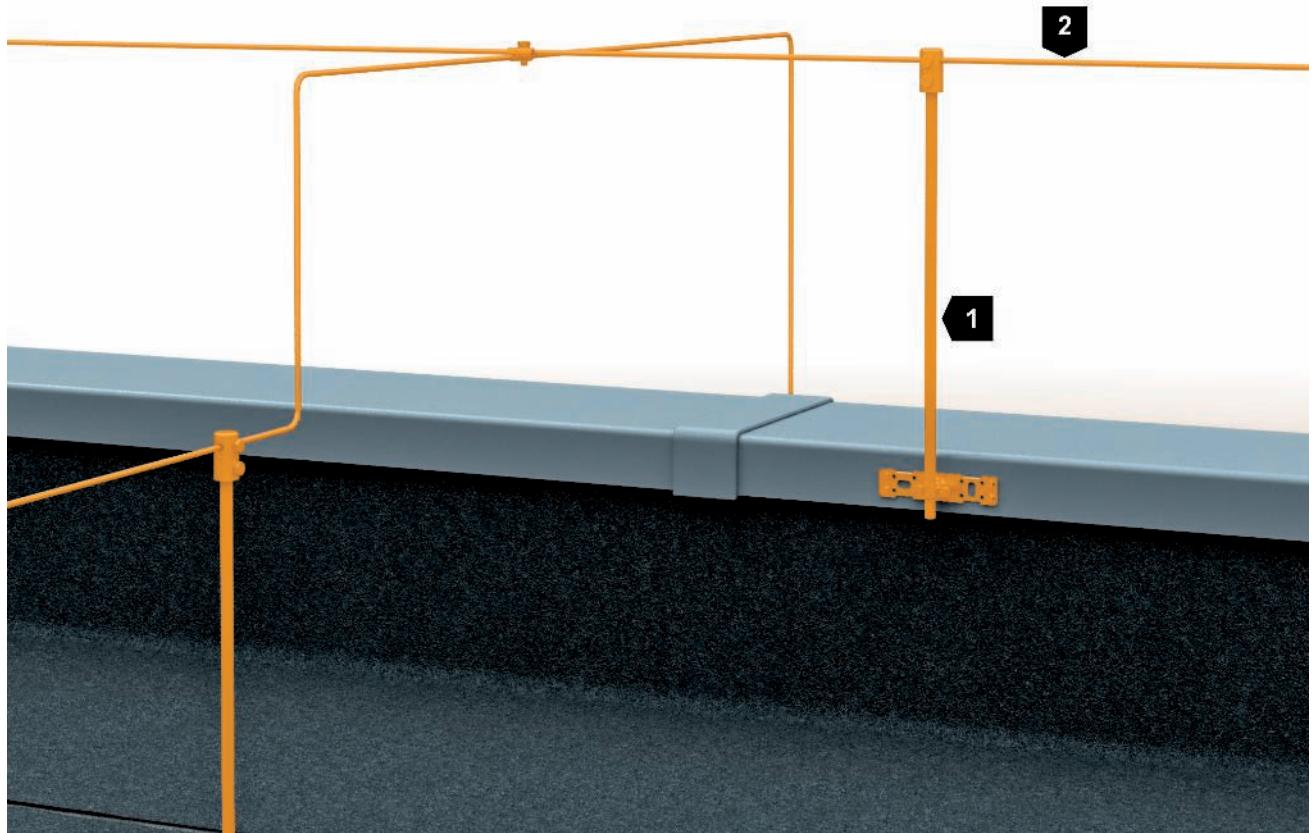


Proteção isolada contra raios com isCon®

As faíscas devem ser evitadas em sistemas com risco aumentado de explosão ou incêndio.



Proteção isolada contra raios com hastes captoras



| | |
|----------|---------------------|
| 1 | Suporte isolado GFK |
| 2 | Cabo de terras |

Proteção contra raios isolada com hastes GFK

Proteção isolada contra raios em uma haste captora

O sistema de proteção contra raios isolado é composto por hastes GFK com diâmetro de 16 ou 20 mm:

- para as duas variantes estão disponíveis vastos acessórios do sistema.
- duas espessuras de material
- disponível como um "conjunto" para diferentes aplicações

| Hastes GFK 16 mm | Hastes GFK 20 mm |
|---|---|
| 0,75 - 1,5 e 3 m de comprimento | 3 e 6 m de comprimento |
| Estável aos raios UV | Estável aos raios UV |
| cinzento claro | cinzento claro |
| Fator material k_m : 0,7 | Fator material k_m : 0,7 |
| Binário resistente: $> 400\text{mm}^3$ | Binário resistente: $> 750\text{mm}^3$ |
| Capacidade de carga: 54 N (1,5 m) | Capacidade de carga: 105 N (1,5 m) |

Tabela 2.23: Propriedades das hastes GFK isoladas

2.2.12.3 Condutor resistente a alta tensão isCon®

Tarefas de um condutor isolado e resistente a alta tensão

Cabos isolados são usados na proteção externa contra raios para reduzir ou evitar a distância de separação de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3).

Requisitos:

- Conexão de baixadas de corrente do raio ao sistema de captação, sistema de ligação à terra ou a condutores expostos convencionais direcionados para a terra.
- Cumprimento da distância de separação (s) necessária dentro dos limites especificados pelo fabricante através da resistência de tensão elétrica suficiente do condutor de descida, tanto na área do ponto de alimentação quanto em todo o curso posterior.
- Capacidade de condução de corrente suficiente através de uma seção transversal do condutor em conformidade com a norma (OBO isCon® = 35 mm², a norma exige pelo menos 28 mm²).

Requisitos normativos

Atualmente, apenas os requisitos gerais para

- VDE 0185-561 (IEC 62561) Sistema de proteção contra raios - Parte 1: Requisitos para componentes de ligação, por exemplo capacidade de carga de raios dos pontos de conexão
- VDE 0185-305 (IEC 62305) Proteção contra raios - Parte 3: Proteção de estruturas e pessoas, por exemplo sistema de captação, seções transversais mínimas, ligação equipotencial
- VDE V 0185-561 Parte 8 (IEC TS 62561-8): Requisitos para componentes para um sistema isolado de proteção contra raios (LPS)



Proteção isolada contra raios com hastes captoras

Sistema isCon®: Áreas de aplicação – exemplos de aplicação

Os condutores de descida isolados são soluções de instalação para proteção externa contra raios que são usadas principalmente onde a distância de separação não pode ser mantida ou não é usada por razões estéticas.

Áreas de aplicação:

- Antenas de telefones móveis
- Centros de dados
- Extensões de sistemas de proteção contra raios
- Soluções arquitetónicas
- A distância de separação não pode ser mantida

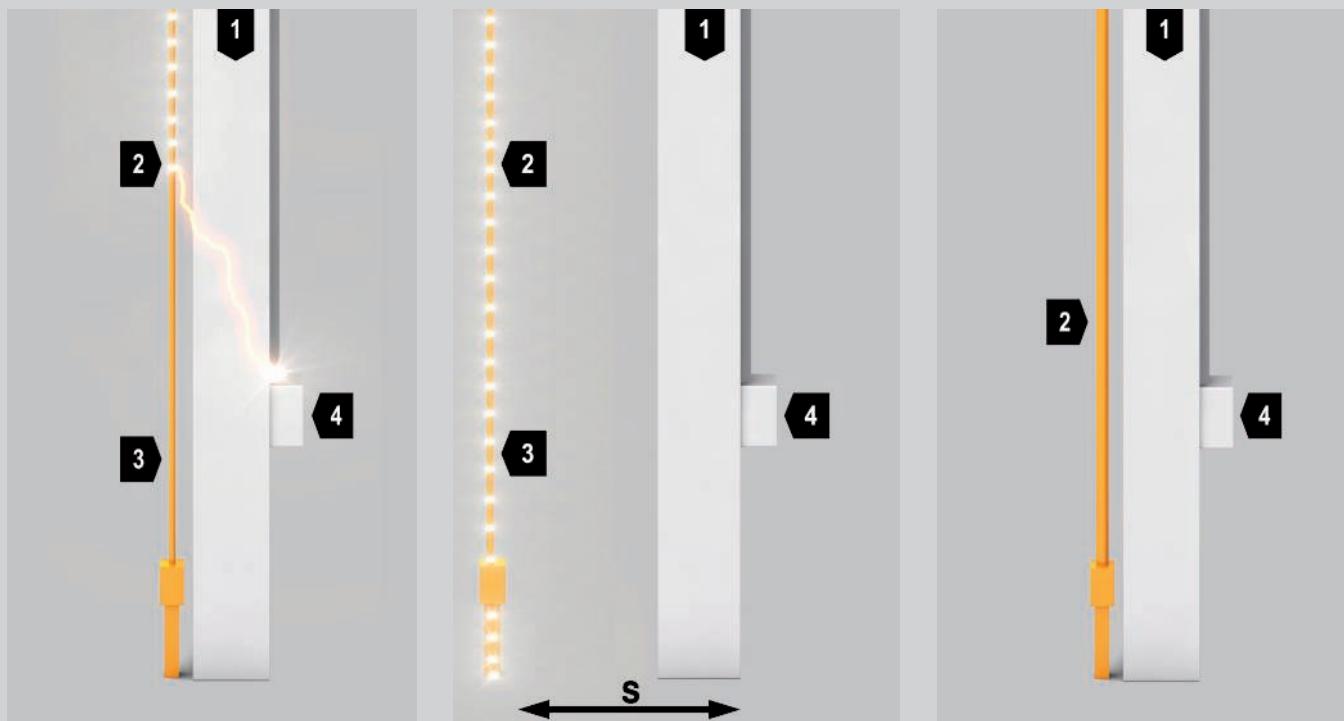
| Geometria | Seção transversal mínima | Observações |
|----------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Fita | 50 mm ² | Espessura mínima 2,0 mm |
| Redondo ^a | 50 mm ² | Diâmetro 8 mm |
| Cabo | 50 mm ² | Diâmetro mínimo de cada arame 1,7 mm |
| Redondo | 200 mm ² | Diâmetro 16 mm |

Tabela 2.23: Seções transversais mínimas para condutores de baixada de 50mm² (8mm de diâmetro) pode ser reduzida para 28mm² em certas aplicações onde a resistência mecânica não é um requisito essencial. Neste caso, a distância entre as abraçadeiras deve ser reduzida.

Objetivo da derivação isolada

Em caso de queda direta de um raio, ocorrem descargas em estruturas metálicas aterradas ou em estruturas elétricas se a instalação de proteção contra raios não estiver isolada.

Uma distância de separação bem calculada garante que a corrente do raio flui para o sistema de terra em um sistema isolado. Se isso não for possível, uma distância de separação equivalente pode ser mantida usando um condutor isolado resistente a alta tensão.



| | |
|----------|---------------------|
| 1 | Alvenaria |
| 2 | Corrente de raio |
| 3 | Derivação 8 mm |
| 4 | Instalação elétrica |

A corrente do raio se acopla na instalação elétrica

| | |
|----------|------------------------|
| 1 | Alvenaria |
| 2 | Corrente de raio |
| 3 | Derivação 8 mm |
| 4 | Instalação elétrica |
| S | Distância de separação |

Sem acoplamento direto

| | |
|----------|---------------------|
| 1 | Alvenaria |
| 2 | isCon® |
| 4 | Instalação elétrica |

Sem acoplamento direto



isCon® = condutor isolado = derivação isolada

| | |
|----------|---|
| 1 | Invólucro protetor EVA (copolímero de etileno vinil acetato), resistente aos raios UV |
| 2 | VPE condutivo (polietileno em rede) |
| 3 | Isolamento VPE (polietileno em rede) |
| 4 | Condutor de cobre 35 mm ² |

Estrutura do cabo isolado e resistente a alta tensão isCon® Pro +

Sistema OBO isCon®

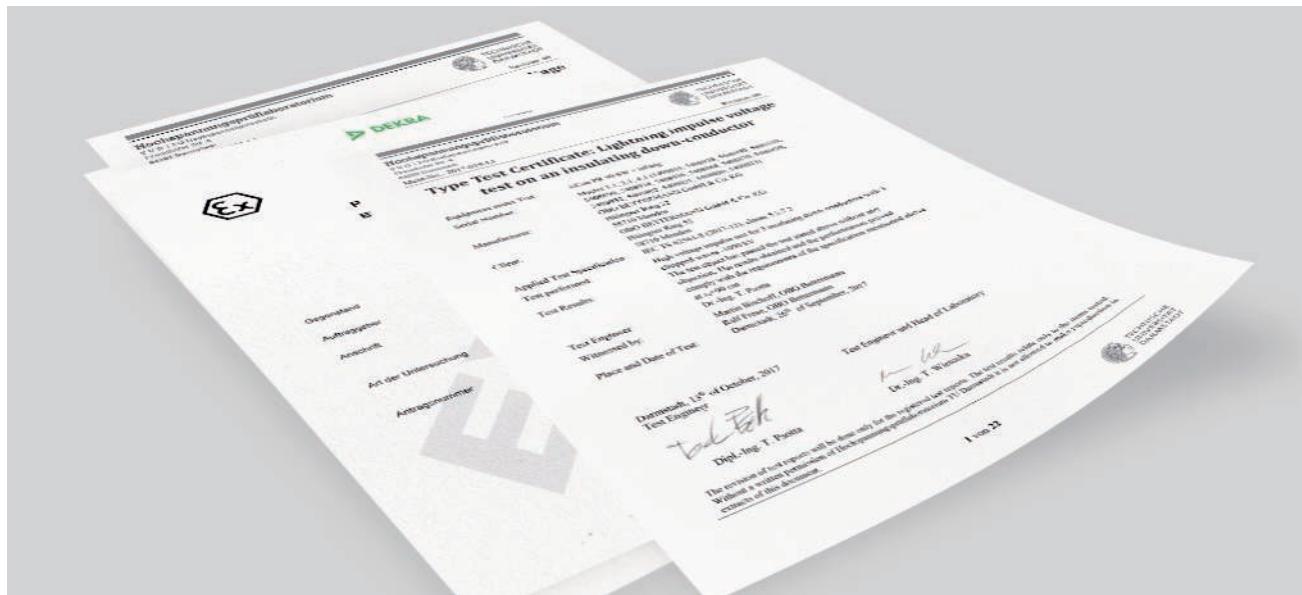
Condutores isolados são usados na proteção externa contra raios para reduzir ou evitar a distância de separação conforme a VDE 0185-305 (IEC 62305).

- Ao contrário dos cabos de média tensão blindados com uma blindagem metálica, as derivações isoladas possuem um invólucro de baixa condução para o controlo do campo que causa a terminação do controlo da tensão alta na área do ponto de alimentação. Assim, é impedida a descarga através do revestimento do cabo do descarregador isolado.
- Após a primeira ligação de potencial do revestimento do cabo, o descarregador isolado protege a distância de separação equivalente indicada.

Estrutura dos condutores OBO isCon® isolados e resistentes a alta tensão

O cabo isCon® é uma estrutura coaxial de núcleo único. Consiste em várias camadas de materiais condutores, fracamente condutores e isolantes, bem como o condutor interno com a capacidade de transporte da corrente apropriada. Esta estrutura garante que o isolamento tenha rigidez dielétrica suficiente no caso de impulsos de raios e que a força do campo elétrico em ambas as extremidades do cabo possa ser manipulada de maneira direcionada. Isso evita as descargas rastejantes que de outra forma ocorreriam.

Descargas rastejantes sempre ocorrem nas interfaces entre um material isolante sólido e um gasoso. Os campos elétricos não homogêneos levam a um aumento da intensidade do campo local, que causa uma descarga ao longo da superfície do cabo quando a tensão de início da descarga rastejante é atingida.



Relatórios de teste para o cabo isCon®

Distância de separação

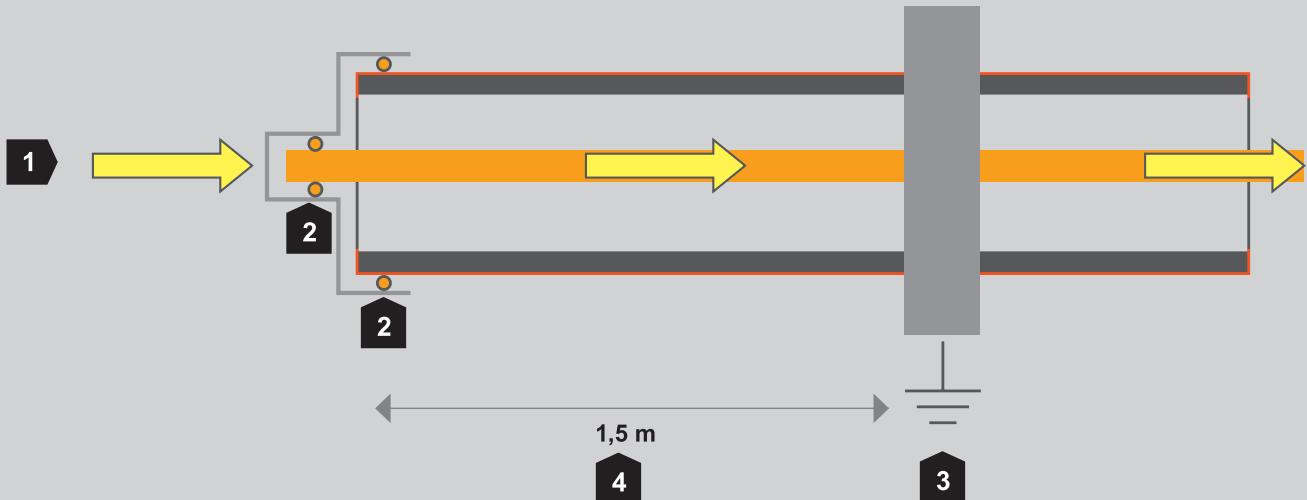
Cálculo da distância de separação de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) Seção 6.3 no ponto de conexão do cabo isCon®: O comprimento (l), entre o ponto de conexão do cabo isCon® ao próximo nível de ligação equipotencial de proteção contra raios (por exemplo, sistema de ligação à terra ou nível equipotencial), deve ser medido. Deve ser verificado se a distância de separação (s) calculada está abaixo da distância de separação equivalente especificada pelo cabo isCon®. Caso a distância de separação equivalente indicada seja ultrapassada devem ser instaladas derivações adicionais.

Nota

Os valores na tabela se aplicam a todos os elétrodos de terra do tipo B e aos elétrodos de terra do tipo A, onde a resistência de terra dos elétrodos adjacentes não difere em mais de um fator de 2 Quando a resistência de terra de elétrodos individuais se desvia mais do que um fator de 2, $k_c = 1$ deve ser assumido. Fonte: Tabela 12 VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3).

| | | | Basic | Pro Pro+ | Premium |
|-------------------------------------|--|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Classe de proteção contra raios LPS | Valor máximo de pico de corrente de raio | Número de condutores | Comprimento em $s \leq 0,45$ m no ar | Comprimento em $s \leq 0,75$ m no ar | Comprimento em $s \leq 0,90$ m no ar |
| I | 200 kA | 1 | - | - | 11,25 m |
| | | 2 | 8,52 m | 14,20 m | 17,05 m |
| | | 3 e mais | 12,78 m | 21,31 m | 25,57 m |
| II | 150 kA | 1 | 7,50 m | 12,50 m | 15,00 m |
| | | 2 | 11,36 m | 18,94 m | 22,73 m |
| | | 3 e mais | 17,05 m | 28,41 m | 34,09 m |
| III + IV | 100 kA | 1 | 11,25 m | 18,75 m | 22,50 m |
| | | 2 | 17,05 m | 28,41 m | 34,09 m |
| | | 3 e mais | 25,57 m | 42,61 m | 51,14 m |

Tabela 2.25: Comprimento máximo dos condutores isCon® no ar



| | |
|----------|---|
| 1 | Corrente de raio, vários kA |
| 2 | Ligaçāo do cabo de cobre e fita |
| 3 | Ligaçāo elétrica ao edifício, estrutura condutora, PAS local |
| 4 | Distância mínima (valores mais curtos possíveis após o cálculo) |

Função do condutor isCon®



Regras para planear e instalar cabos paralelos isCon®

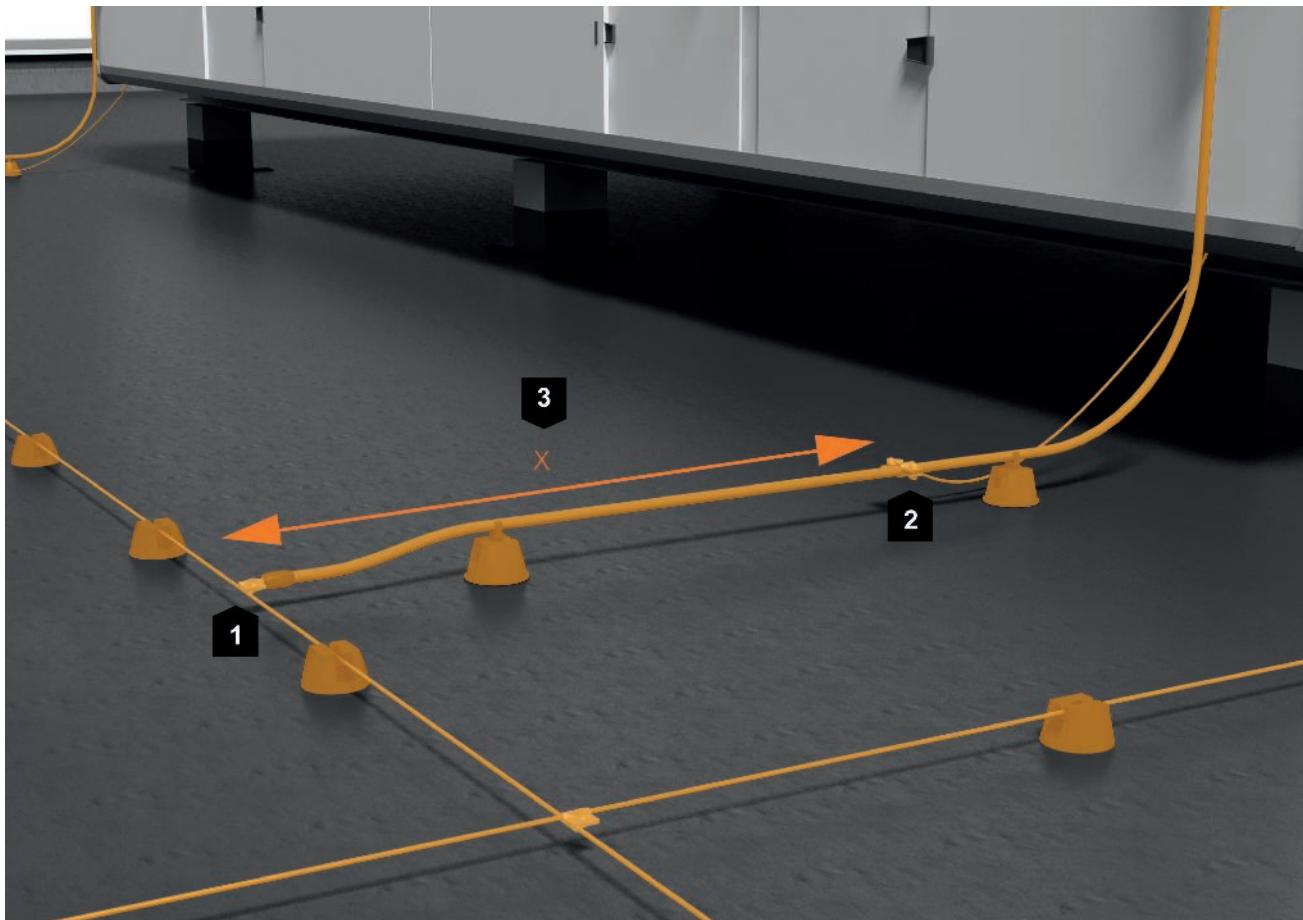
A distribuição de corrente é obtida ao instalar vários condutores de baixada isolados em paralelo. A distância de separação calculada (s) consequentemente diminui devido ao coeficiente de divisão de corrente reduzido k_c .

Para manter os campos magnéticos tão baixos quanto possível e evitar que os cabos se influenciem, recomenda-se uma distância de pelo menos 20 cm um do outro. Idealmente, o segundo condutor deve ser encaminhado para a terra no lado oposto do edifício.

Se os condutores são colocados diretamente um ao lado do outro, a indutância do arranjo geral não é reduzida por um fator de n e o coeficiente de distribuição de corrente não é reduzido de acordo. Um cálculo preciso da distância de separação comprova a possibilidade de utilização do cabo isCon®, ver Tabela 2.25.

O cabo isCon®, isolado e resistente a alta tensão, implementa uma distância de separação equivalente e, portanto, atende aos requisitos normativos.





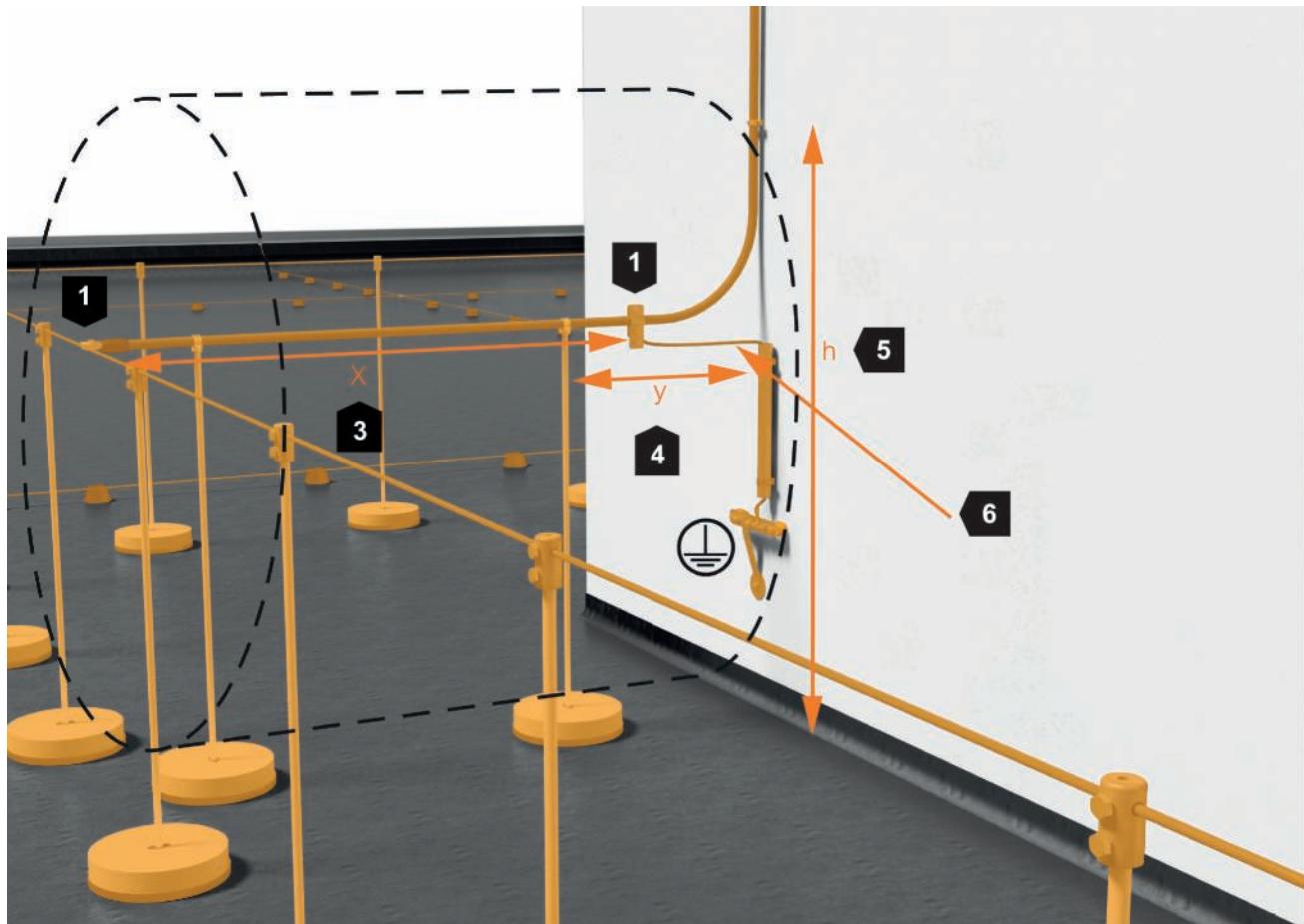
| | |
|----------|--|
| 1 | Ponteira |
| 2 | Potencial ligação com, por exemplo Cabo Cu > 6 mm ² |
| 3 | x: Distância mínima (valores mais curtos possíveis após o cálculo) |

Ligação isCon® à malha

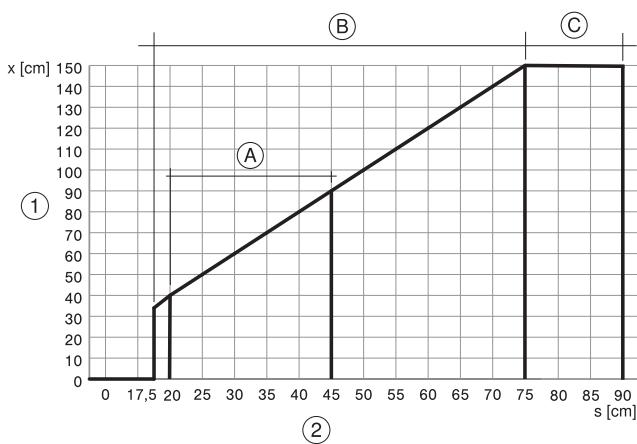
isCon®: Ligação potencial

- O elemento ligador equipotencial deve ser ligado a um potencial de referência usando $\geq 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ou a mesma condutância.
- A corrente do raio não deve fluir através do potencial de referência e deve estar dentro do ângulo de proteção do sistema de proteção contra o raio.
- A ligação equipotencial pode ser feita através de um PAS local, estruturas metálicas e aterradas, partes aterradas da estrutura do edifício ou através do condutor de proteção do sistema de baixa tensão.
- A ligação equipotencial (conexão $\geq 6 \text{ mm}^2$) pode ser omitida se a distância de separação for $\leq 0,15 \text{ m}$.
- A distância de separação calculada(s) para as peças metálicas devem ser mantida em ambas as áreas de ligação ao longo da área de conexão.

Nenhuma parte eletricamente condutora ou aterrada pode estar localizada na área entre o elemento de ligação e a conexão de potencial no raio da distância de separação calculada. Estes incluem, por exemplo, peças de construção metálicas e suportes de cabos, bem como reforços. Se a distância de separação calculada (s) for inferior à distância de separação equivalente do cabo isCon® apropriado, a distância entre a conexão potencial e o elemento de ligação (x) pode ser reduzida.



Exemplo: cabo isCon® em um loop isolado



- (1) Distância da abraçadeira (x) do ligador equipotencial ao elemento de ligação em cm
- (2) Distância de separação (s) calculada em cm
- (A) isCon BA 45 SW
- (B) isCon Pro+ 75 SW/GR e isCon Pro 75 SW
- (C) isCon PR 90 SW

Tabela 2.26: Distância mínima necessária entre a ponteira e o ligador equipotencial para $s = 0,75 \text{ m}$ no ar

| | |
|----------|--|
| 1 | Ponteira |
| 2 | Ligador equipotencial |
| 3 | x: Distância mínima (valores mais curtos possíveis após o cálculo) |
| 4 | y: Distância entre o suporte GFK e a parede |
| 5 | h: distância do suporte de parede ao telhado plano |
| 6 | Ligações equipotenciais $> 6 \text{ mm}^2$ |



Hastes captora isFang com cabo externo isCon®

Em instalações complexas, a distância de separação exigida não pode, muitas vezes, ser realizada com derivações convencionais, uma vez que as condições estruturais não permitem as distâncias necessárias entre sistemas de captação e as instalações elétricas. Para manter a distância de separação necessária, são utilizados sistemas isolados de proteção contra raios, como o cabo OBO isCon®.

Total flexibilidade no local de construção

O cabo OBO isCon® pode ser utilizado de forma flexível. O condutor isCon® é fornecido em rolos de cabos descartáveis. Assim, o utilizador pode cortá-lo no local com precisão e finalizar à medida. Isto significa: nenhuma encomenda de cabos pré terminados, mas sim trabalho flexível de acordo com as condições reais do local de construção. Para poder planejar e instalar o cabo isCon® corretamente, é necessário um conhecimento especial. Estes são transmitidos com a ajuda das atuais instruções de instalação, mas também podem ser aprofundados em workshops especiais da OBO.

Livre de halogéneos

A utilização de cabos livres de halogéneos evita a formação de gases corrosivos e tóxicos na obra. Os gases podem provocar consideráveis danos em pessoas e na propriedade. Os custos resultantes da corrosão dos gases de combustão são frequentemente superiores aos custos devidos aos danos provocados diretamente por incêndios. O cabo isCon® da OBO é constituído por materiais livres de halogéneos.

Comportamento em caso de incêndio

Um incêndio pode estender-se através dum cabo não retardador de chamas num período de poucos minutos. Retardadores de chama são cabos que evitam a propagação do fogo e se autoextinguem após a remoção da chama de ignição. A resistência à chama do cabo OBO isCon® Pro+ foi verificada de acordo com a norma a DIN EN 60332-1-2.

Exemplo de aplicação: telhados com cobertura macia

Os telhados com cobertura macia, como por ex. palha, canas ou juncos, exigem uma maior proteção contra impactos diretos de raios pelo risco de incêndio daí resultante.

Para atender aos requisitos estéticos do construtor, é recomendado um sistema de proteção contra raios isolando usando cabo isCon®. O sistema captor isolado é implementado através de mastros captores, que permitem o encaminhamento do cabo pelo interior (tipo isFang IN). A variante cinzenta do cabo isCon® garante a máxima proteção e deve ser usada em telhado macio.



Telhado macio com isCon®

Exemplo de aplicação: estação de telecomunicações móveis

As instalações como as de telecomunicações móveis devem ser integradas no conceito de proteção contra descargas atmosféricas, particularmente em casos de reequipamento.

Devido às restrições espaciais e à influência dos sinal de transmissão, o sistema de proteção contra raios pode ser configurado usando cabos isCon®. Uma simples integração no sistema de proteção contra raios existente, bem como uma proteção isolada contra raios, podem ser implementadas facilmente e em conformidade com a norma.

Aspectos estéticos

Para áreas de fácil visualização e onde a estética é importante, recomenda-se a colocação do cabo isCon® na haste captora. A ligação equipotencial após os primeiros 1,5 metros ocorre na haste. Todo o tubo de suporte é ligado à terra e dessa forma está garantida uma ligação equipotencial abrangente. Uma solução de instalação simples e visualmente perfeita.

Está disponível um relatório especializado sobre a implementação do cabo isCon® Pro+ na área de corta-fogo disponível em sistemas compostos de isolamento térmico (WDVS)!



Haste para telecomunicações móveis com cabo isCon®



Câmera de vigilância com cabo isCon®

2.2.13 Nova especificação técnica VDE V 0185-561-8 (IEC TS 62561-8) para sistemas de proteção contra raios externos isolados com condutores de baixada isolados resistentes a alta tensão de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC/ EN 62305-3)

2.2.13.1 Problema

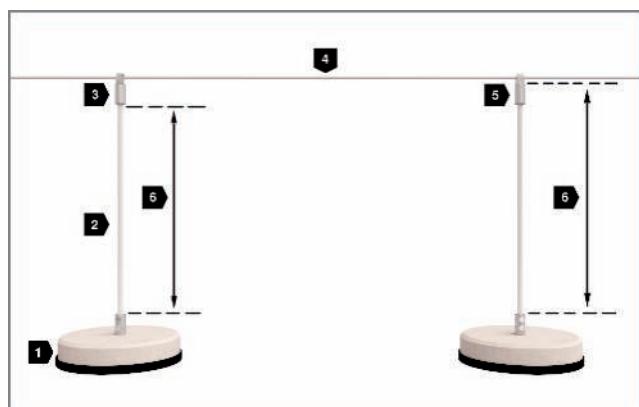
Nos sistemas estruturais, os equipamentos elétricos estão cada vez mais sendo movidos para o telhado. Além disso, os requisitos de EMC estão se tornando cada vez mais importantes. Um sistema externo de proteção contra raios, composto por um dispositivo de captação, um dispositivo de descarga e um sistema de ligação à terra, também pode contribuir para a proteção preventiva contra incêndio e proteção EMC de um edifício. A instalação de um sistema de proteção contra raios externo de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3) permite a disposição de um sistema de proteção contra raios separado e, portanto, isolado dos sistemas metálicos ou elétricos de uma estrutura. O sistema de captação e o sistema de derivação são isolados da estrutura, por exemplo ficando instalados a uma distância do objeto a ser protegido. Tal estrutura isolada é necessária, por exemplo, se a estrutura ou uma parte da estrutura não deve transportar corrente de raios, mas está localizada na área de proteção do sistema externo de proteção contra raios isolado. A imagem à direita mostra uma aplicação típica de um sistema isolado de proteção contra raios em um objeto para proteger os sistemas técnicos no edifício ou ao redor deste.

Para implementar um sistema de proteção contra raios externo isolado, podem ser utilizados condutores metálicos através de isoladores, como unidades de suportes GFK, a uma distância de separação (s) conforme a VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3).



| | |
|----------|------------------------|
| 1 | Isolante |
| 2 | Derivação convencional |
| S | Distância de separação |
| U | Tensão induzida |

Sistema de proteção contra raios externo isolado com isoladores



| | |
|----------|------------------------|
| 1 | Pé de encaixe |
| 2 | Isolante |
| 3 | Suporte de metal |
| 4 | Derivação convencional |
| 5 | Suporte de plástico |
| 6 | Distância de separação |

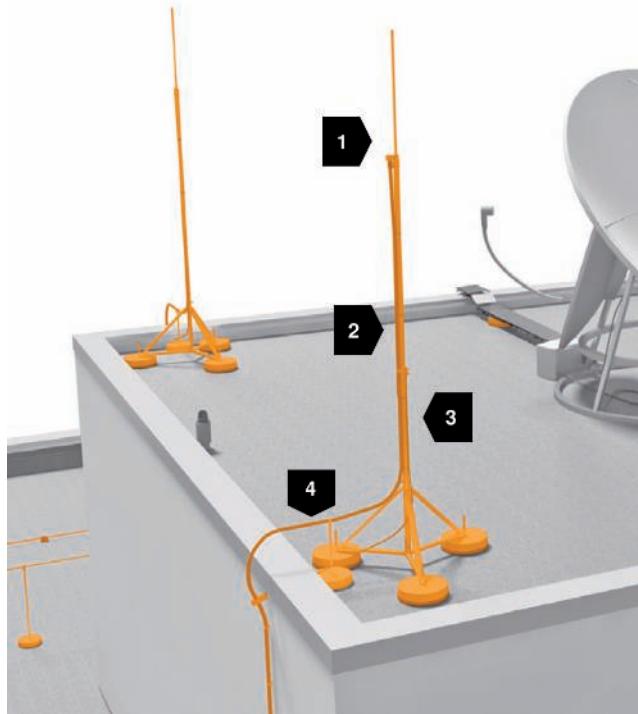
Definição da distância de separação para isoladores

Esta distância de separação (s) também pode ser alcançada por condutores de descida isolados e resistentes a alta tensão, caso em que o condutor de descida possa ser colocado diretamente na superfície da estrutura.

Os requisitos e testes de tipo para isoladores e condutores isolados resistentes a alta tensão são especificados na recém-publicada VDE V 0185-561-8 (IEC TS 62561-8). Nos campos técnico e arquitetônico, um condutor isolado resistente a alta tensão pode oferecer vantagens consideráveis em comparação com a configuração mecânica com isoladores. Um condutor isolado pode ser instalado de forma invisível atrás de fachadas metálicas, sob telhados de palha ou atrás de paredes de vidro. Em todos os casos, o desacoplamento galvânico da corrente do raio da estrutura protege com segurança as estruturas elétricas do telhado dos efeitos de um raio direto.

Isto não só oferece benefícios na indústria, por exemplo em áreas potencialmente explosivas, mas pode representar uma área chave de proteção preventiva contra incêndio e garantia de EMC em qualquer estrutura. O efeito do campo magnético causado pela corrente do raio na estrutura não pode ser evitado por um sistema externo de proteção contra o raio isolado. No entanto, o nível do campo magnético dentro de uma estrutura física é dado pelo efeito de blindagem das estruturas metálicas embutidas na estrutura física. O impacto do campo magnético pode ser reduzido dentro da estrutura do edifício por medidas de blindagem adicionais descritas na VDE 0185-305-4 (IEC/EN 62305-4).

A instalação elétrica do edifício também deve ser protegida contra os impactos por meio de SPDs (dispositivos de proteção contra sobretensões) adequados. No entanto, a grande vantagem de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas externo isolado é a redução das diferenças de potencial no sistema de ligação equipotencial da estrutura. Um sistema externo isolado de proteção contra raios e as medidas de blindagem em conjunto contribuem para garantir a compatibilidade eletromagnética e, portanto, para a operação segura de sistemas elétricos em caso de queda de raio.



| | |
|----------|---|
| 1 | Hastes captoras |
| 2 | Cabo isolado (4) conectado a um tubo isolante (2) |
| 3 | Pé de encaixe metálico |
| 4 | Derivação isolada |

Sistema de proteção contra raios externo isolado com isCon®

2.2.13.2 Sistema de proteção contra raios externo isolado com isoladores

Um isolador é projetado para separar os condutores de descarga de estruturas metálicas e equipamentos elétricos, fornecendo isolamento contra a tensão induzida em caso de queda de um raio, resistir às cargas ambientais como radiação ultravioleta, a poluição, as forças de tensão e compressão da neve, gelo e vento. No entanto, os isolantes fazem parte de um sistema acoplado mecanicamente composto por materiais isolantes e condutores.

O requisito mais importante é manter a distância de separação necessária mesmo quando o isolador está em movimento. A distância de separação é definida na DIN EN 62305-3 (IEC 62305-3) e contém o coeficiente km. Em vez de km, o fabricante especifica o fator de correção de comprimento efetivo kx, que é confirmado em um teste de tipo. kx especifica a relação entre as tensões de resistência ao impulso de um raio permanentes de um expulsor e um isolante envelhecido por radiação UV.

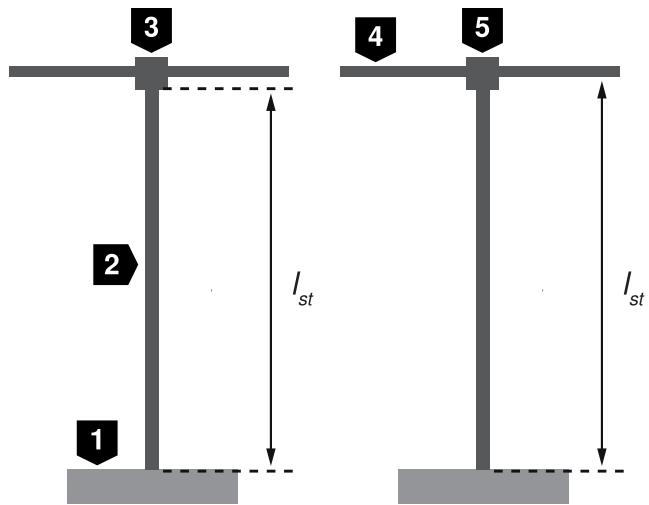
$k_x = I_{eff}/I_{st}$: Fator de correção de comprimento efetivo

I_{eff} : Distância de impacto de um expulsor com comportamento de descarga equivalente a um isolador

I_{st} : Calibre do isolante

Outros testes de tipo são descritos na IEC TS 62561-8 e incluem os seguintes pontos:

- Documentação
- Identificação
- Construção
- Luz ultravioleta
- Corrosão
- Força de tração
- Teste de curvatura
- Teste de impacto
- Verificação elétrica



| | |
|----------|-----------------------------|
| 1 | Base ajustável |
| 2 | Isolante |
| 3 | Suporte de metal |
| 4 | Dispositivo captor/descarga |
| 5 | Supporte isolado |
| I_{st} | Medida da rosca do isolador |

Definição da medida da rosca do isolador

O seguinte se aplica ao cálculo da distância de separação de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3):
 $km = kx$.

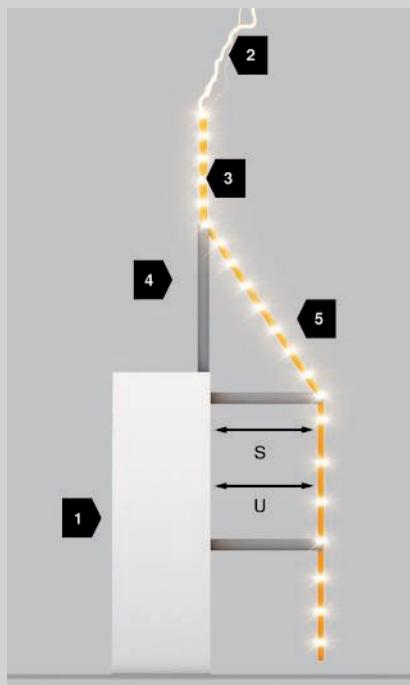
2.2.13.3 Sistema de proteção contra raios externo isolado com condutores de baixada isolados resistentes a alta tensão

Um condutor de baixada isolado resistente a alta tensão deve suportar a tensão induzida em caso de queda de um raio, resistir às cargas ambientais como radiação ultravioleta e poluição, as forças de tensão e pressão devido à neve, gelo e vento, bem como às forças eletrodinâmicas.

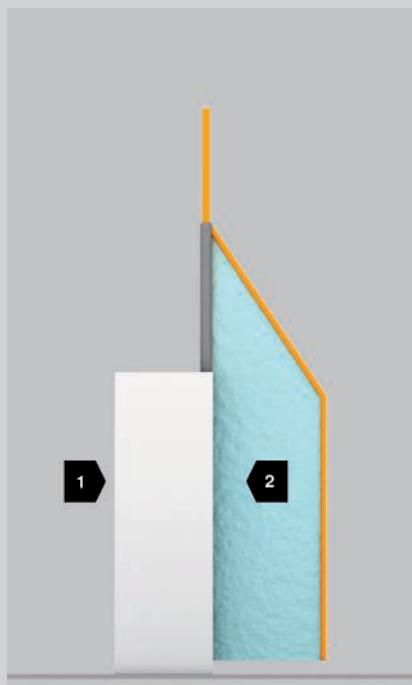
Uma derivação isolada pode ser desenvolvida, como mostrado na figura abaixo, se assumirmos que o condutor desencapado tem um material isolante sólido em vez do ar ao redor do condutor como material isolante. Devido ao aumento da resistência de um material isolante sólido em relação ao ar, a espessura do isolamento ao redor do condutor pode ser reduzida a alguns milímetros. À primeira vista, isso permite que o cabo isolado seja colocado diretamente no invólucro da estrutura.

No entanto, a transição do condutor de descida isolado na área crítica da borda do edifício e a ligação do condutor de descida isolado ao sistema de captação requerem medidas adicionais especiais para evitar descargas flutuantes.

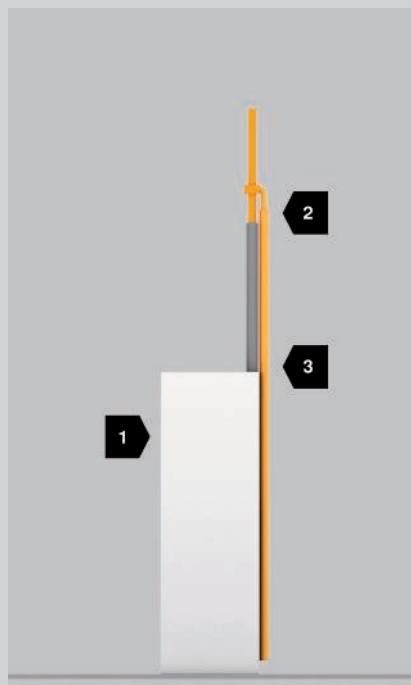
É conhecido da tecnologia de média e alta tensão que descargas flutuantes podem ocorrer nas extremidades dos cabos. Nessas aplicações, para evitar descargas flutuantes, o cabo recebe uma extremidade de cabo para controle de potencial. Os mesmos problemas devem ser resolvidos para o condutor isolado. No entanto, há a diferença de que nunca há corrente alternada em um condutor isolado e apenas algumas cargas de tensão e corrente ocorrerão durante toda a vida útil de uma estrutura. Os requisitos para controle de potencial especial para condutores isolados na proteção contra raios são derivados disto.



| | |
|----------|----------------------------|
| 1 | Estrutura |
| 2 | Canal de raio |
| 3 | Dispositivo captor isolado |
| 4 | Isolante |
| 5 | Derivação convencional |
| S | Distância de separação |
| U | Tensão induzida |



| | |
|----------|---|
| 1 | Estrutura |
| 2 | Material isolante sólido virtual por condutor isolado |



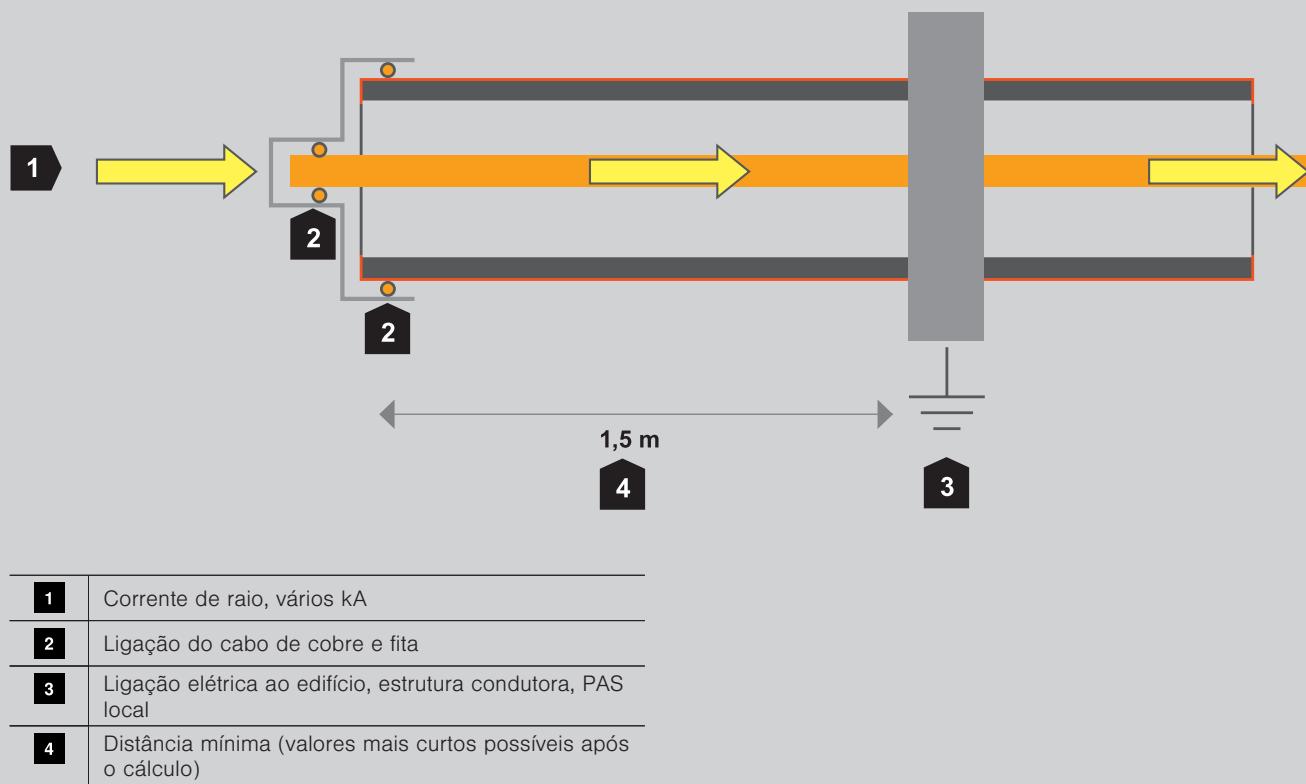
| | |
|----------|-----------------------------|
| 1 | Estrutura |
| 2 | Condutor de baixada isolado |
| 3 | Área crítica |

Desenvolvimento de uma derivação isolada resistente a alta tensão

Assim, medidas para evitar descargas flutuantes podem ser selecionadas sem levar em consideração os efeitos térmicos na corrente alternada. Um controle de campo resistivo mostrou-se particularmente adequado e robusto. Isto evita a formação de descargas flutuantes prejudiciais, através do controle adequado da intensidade do campo elétrico na área crítica da transição para o sistema de captação.

Aqui, de maneira semelhante aos cabos de média e alta tensão, o condutor interno é envolvido por uma camada de condução interna fracamente condutora, à qual o próprio material isolante é fixado. A camada fracamente condutora é aplicada a este material isolante. As duas camadas de condução compensam as irregularidades, garantindo assim uma distribuição uniforme do campo.

No entanto, a blindagem metálica utilizada para cabos de média e alta tensão é tecnicamente indesejável para condutores de descida isolados. Ao contrário da rede de média e alta tensão, o acoplamento induutivo, criado pela corrente de impulso do raio, induz uma tensão muito alta na blindagem do cabo. Por sua vez, esta tensão requer a manutenção de uma distância de separação entre a blindagem e o sistema a ser protegido. Cair abaixo dessa distância de separação levaria ao arco e ao acoplamento de uma alta corrente de impulso nos sistemas a serem protegidos [Beierl].



Função do condutor isCon®

2.2.13.4 Distribuição de potencial

Para a operação segura de um condutor isolado, são necessárias medidas para evitar descargas flutuantes. Como uma tensão induzida só está presente em um condutor isolado quando ocorre um raio, um controle de campo resistivo pode ser usado para evitar descargas flutuantes. Isto funciona tanto melhor quanto menor for a resistência. O limite inferior do valor é que nenhuma corrente parcial do raio deve fluir para o edifício. O limite superior é dado pelo requisito por controle de campo efetivo.

A carga de tensão durante um relâmpago é uma tensão de impulso. Com a ajuda do cálculo numérico do campo, o controle do campo resistivo pode ser calculado discretamente no tempo para todo o curso da tensão de impulso. Isto permite a otimização do valor da resistência do controlador de campo resistivo. Para isto, o arranjo de teste é usado como base, que também é usado para o teste de alta tensão de acordo com a VDE V 0185-561-8 (IEC TS 62561-8) e representa o pior cenário. Como exemplo, a imagem da esquerda mostra o diagrama de campo deste arranjo com uma tensão de impulso aplicada de 1.000 kV na área do terminal de ligação equipotencial.

Aqui, as linhas equipotenciais e as linhas verticais do campo elétrico podem ser vistas. Dentro da camada condutora externa e na camada de controle de campo resistivo, podem ser vistas as linhas de corrente, que são significativas para evitar descargas flutuantes. A imagem da direita usa um diagrama de seção transversal para mostrar os vetores de densidade de corrente e as áreas equipotenciais. Ambos os diagramas mostram como o cálculo numérico de campo discreto no tempo pode ser usado para otimizar o controle de campo resistivo de modo que a corrente na camada de controle de campo possa ser mantida o menor possível, evitando a formação de descargas flutuantes.

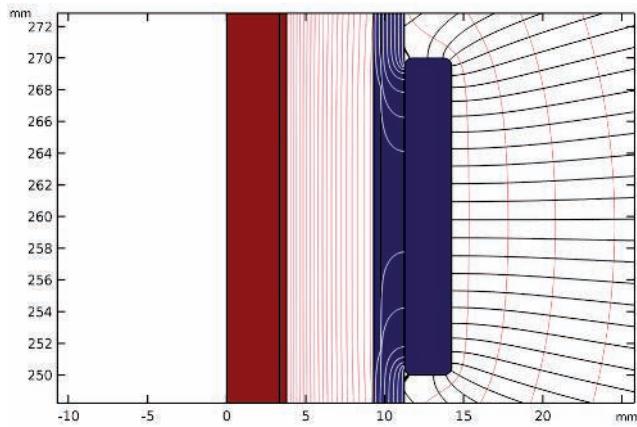
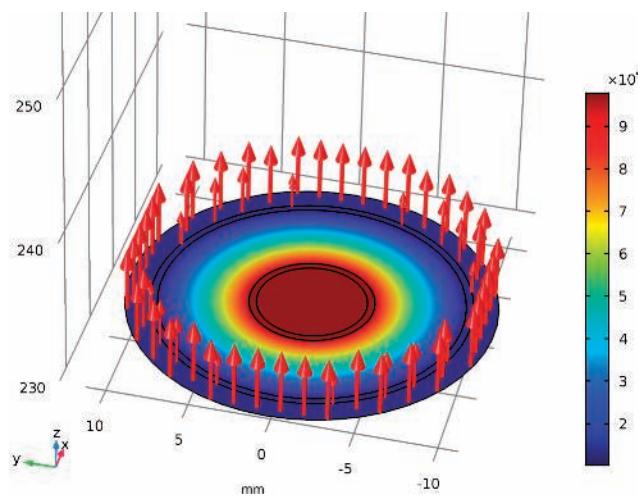


Diagrama de campo de um condutor isolado no primeiro terminal de ligação equipotencial durante um teste de tipo no tempo $t = 1,2 \mu\text{s}$ da tensão de impulso aplicada 1,2/50.



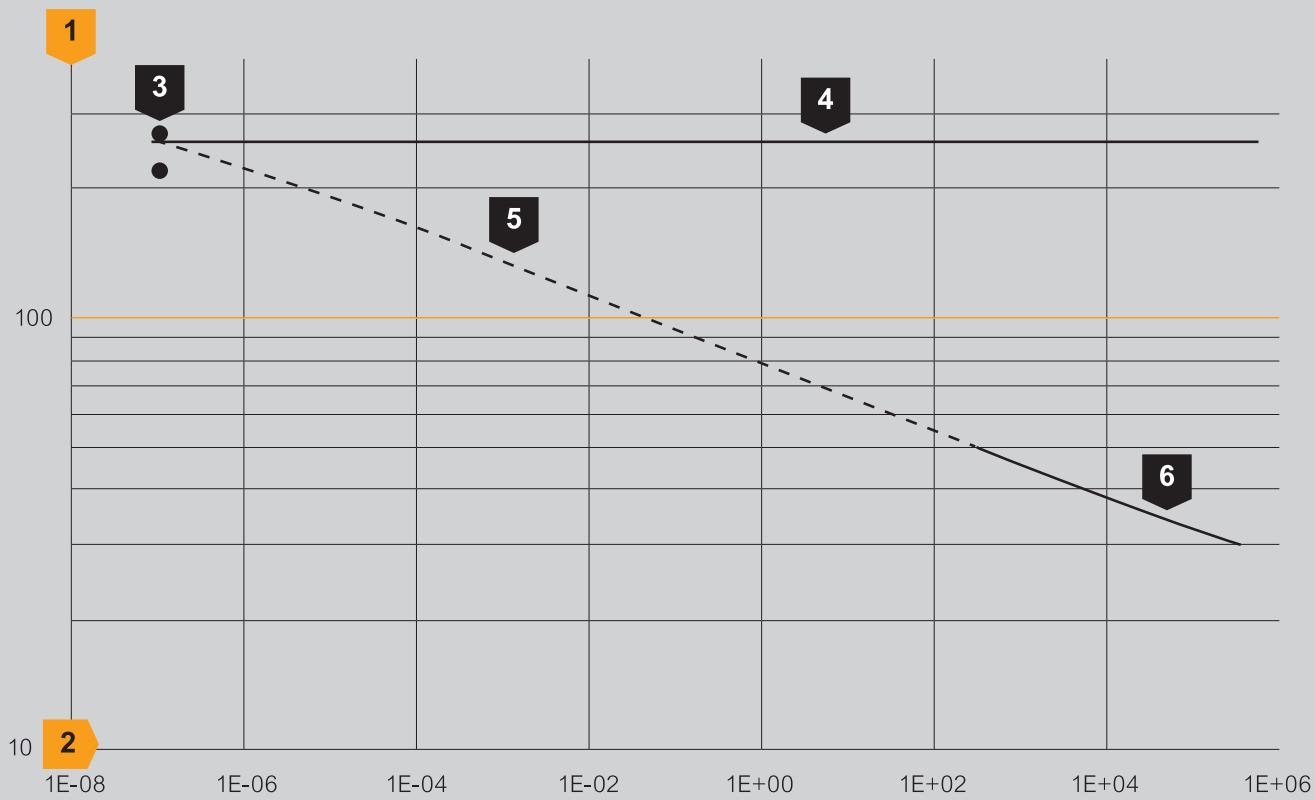
Vetores de densidade de corrente no controle de campo resistivo e densidade de potencial de um condutor isolado no tempo $t = 1,2 \mu\text{s}$ da tensão de impulso aplicada 1,2/50 20 cm abaixo da peça de fixação de terra. Um potencial de 1.000 kV é aplicado ao condutor interno.

2.2.13.5 Solução técnica para derivação isolada e resistente a alta tensão

O material de isolamento não está constantemente sujeito à tensão, o que significa que os processos de envelhecimento não desempenham um papel nos cabos de média e alta tensão da fonte de alimentação. Durante a vida útil esperada de um sistema de proteção contra raios, um condutor de descida isolado e resistente a alta tensão deve suportar vários eventos de raios. Por esta razão, o material isolante pode ser utilizado até próximo ao limite da resistência teórica de 250 kV/mm [Ushakov]. No entanto, isso pressupõe o uso de materiais de elevada qualidade para a camada condutora interna e externa, material isolante e para o controle do campo resistivo. As propriedades dos materiais são verificadas em um teste de alta tensão.

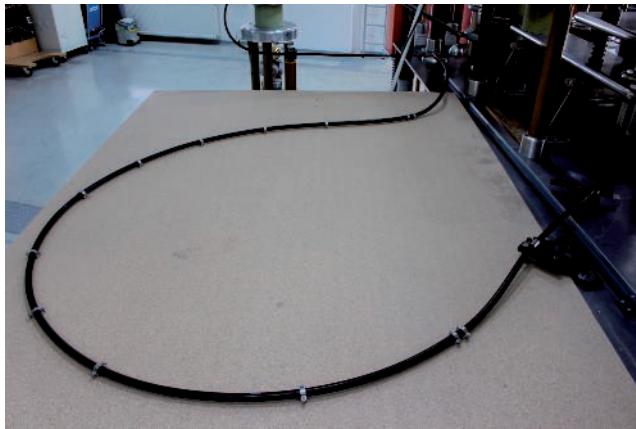
Começando com as intensidades de campo operacional seguras para 50 Hz na faixa de longa duração, a imagem a seguir mostra uma extrapolação da intensidade do campo para a faixa de curta duração de alguns 100 ns. A extrapolação cobre a intensidade de campo teórica dada por Ushakov para o intervalo de tempo curto de 250 kV/mm para o intervalo de tempo de 100 ns. A partir dos testes de tipo realizados, as intensidades de campo efetivas no teste podem ser calculadas e são mostradas como pontos na imagem. Estes correspondem à força do campo teórico.

A imagem acima mostra um desenho finalizado e patenteado de um condutor isolado e resistente a alta tensão. A seção transversal do condutor de cobre é escolhida para que haja suficiente capacidade de carga de raios e flexibilidade aceitável para a instalação, mas ao mesmo tempo as especificações padrão da VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3) são atendidas.



Visão geral da força do campo elétrico para materiais isolantes de cabos de alta tensão e valores extrapolados para a faixa de curto prazo, bem como dois valores verificados de testes de tipo de condutores de baixada isolados.

| | |
|---|---|
| 1 | Intensidade do campo elétrico em kV/mm |
| 2 | Duração da carga em s |
| 3 | Amostra do guia de tipos |
| 4 | Límite teórico de acordo com Ushakov |
| 5 | E_d extrapolado |
| 6 | E_d garantido experimentalmente 50 Hz |



Configuração para testar a capacidade de carga de corrente de um condutor isolado, por exemplo com 200 kA



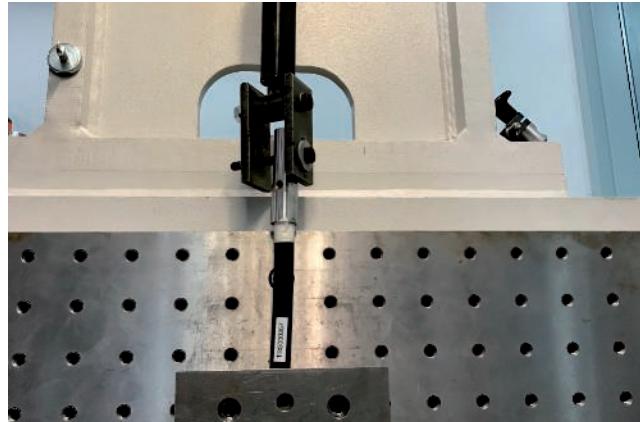
Configuração do teste durante um teste de tensão de impulso com uma distância de separação equivalente (se) de 75 cm.

2.2.13.6 Testes de tipo para condutores de baixada isolados

A especificação técnica da VDE V 0185-561-8 (IEC TS 62561-8), que acaba de ser publicada, especifica os requisitos e testes de tipo para condutores de baixada isolados [Meppelink]. O teste essencial é a comprovação da distância de separação equivalente (se) do condutor isolado. Antes deste teste de tipo, três amostras a serem testadas são submetidas a um teste de corrente de impulso com a corrente nominal especificada, por exemplo submetido a 200 kA.

Uma avaliação da resistência de contato e dos torques de desaperto das ligações parafusadas de acordo com a VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1) só pode ser realizada após o teste de alta tensão. Após uma carga estática-mecânica de 900 Nm, conforme mostrado em "Configuração do teste de carga estática-mecânica", o condutor de descida isolado é ligado a um explosor de comparação isolado a ar a uma tensão de impulso de 1,2/50. A distância até ao explosor de comparação é definida para a distância da distância de separação designada usando um fator de correção especificado na norma.

Com três cargas de tensão de impulso por amostra, deve-se verificar se o explosor de referência pisca e se não ocorre rutura ou arco no condutor de descida isolado. Isto prova a distância de separação equivalente (se).



Configuração de teste para a carga mecânica estática

A configuração do teste e uma tensão registrada com rutura do explosor de comparação definido para uma distância de separação equivalente (se) de 75 cm é mostrada como exemplo. Como este arco e não o condutor isolado paralelo resistente a alta tensão, uma distância de separação equivalente (se) de 75 cm pode ser verificada para este tipo de condutor.

Outros testes de tipo são descritos na IEC TS 62561-8 [Meppelink] e incluem os seguintes pontos:

- Documentação
- Identificação
- Construção
- Luz ultravioleta
- Teste de curvatura
- Corrosão
- Teste de impacto
- Teste elétrico com corrente de impulso
- Teste elétrico com tensão de impulso

2.2.13.7 Resumo

Os componentes de proteção contra descargas atmosféricas para sistemas de proteção contra raios externos isolados agora estão em conformidade com a norma VDE V 0185-561-8 (IEC TS 62561-8). Os componentes testados garantem o funcionamento dos sistemas de proteção contra raios externos isolados sob as cargas ambientais mencionados e quando expostos aos impactos dos raios. Do ponto de vista da instalação de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, os sistemas externos isolados dão uma importante contribuição para a proteção de todas as estruturas contra os efeitos das descargas atmosféricas e uma importante contribuição para a compatibilidade eletromagnética dos sistemas elétricos.

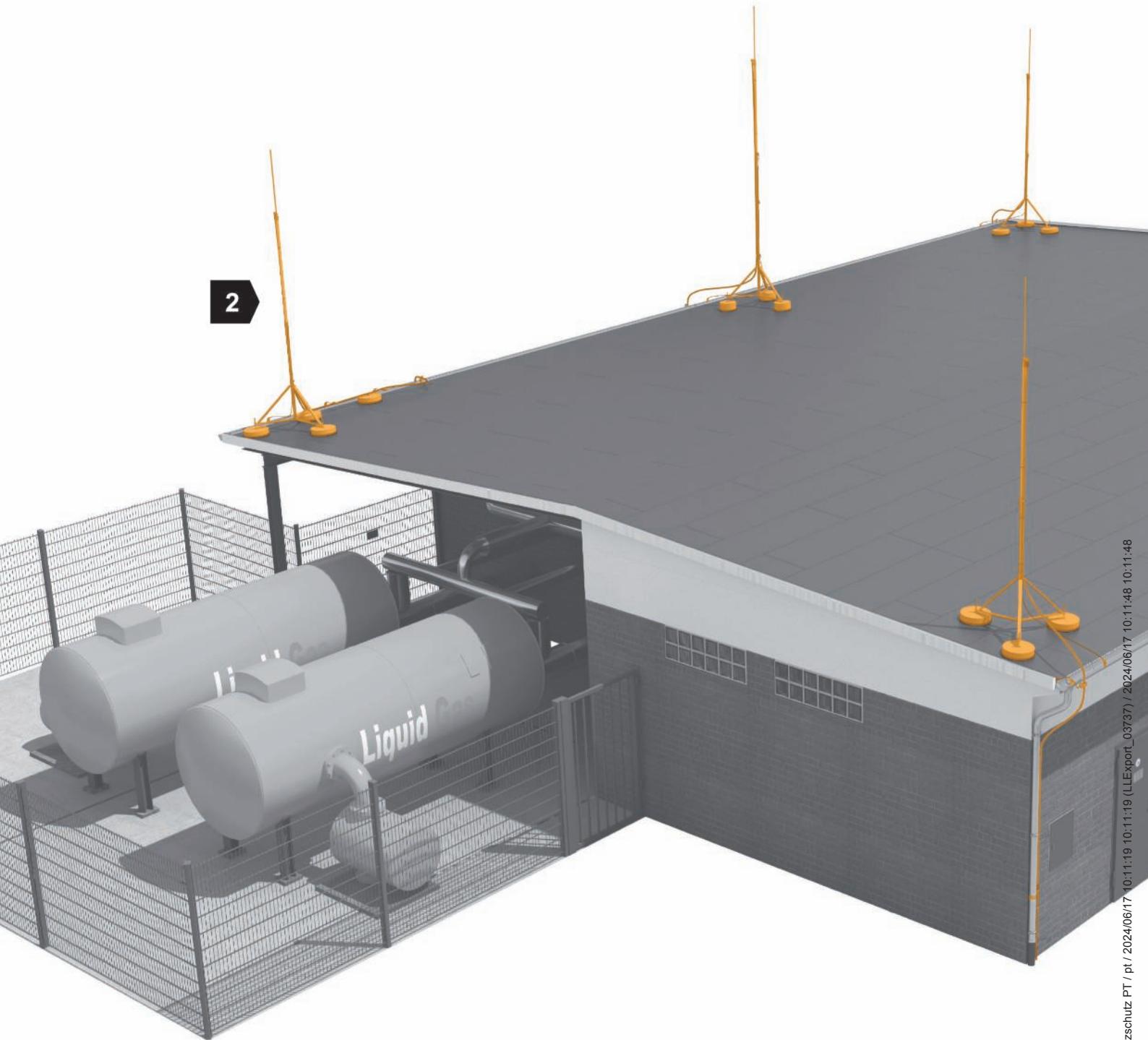


Bibliografia:

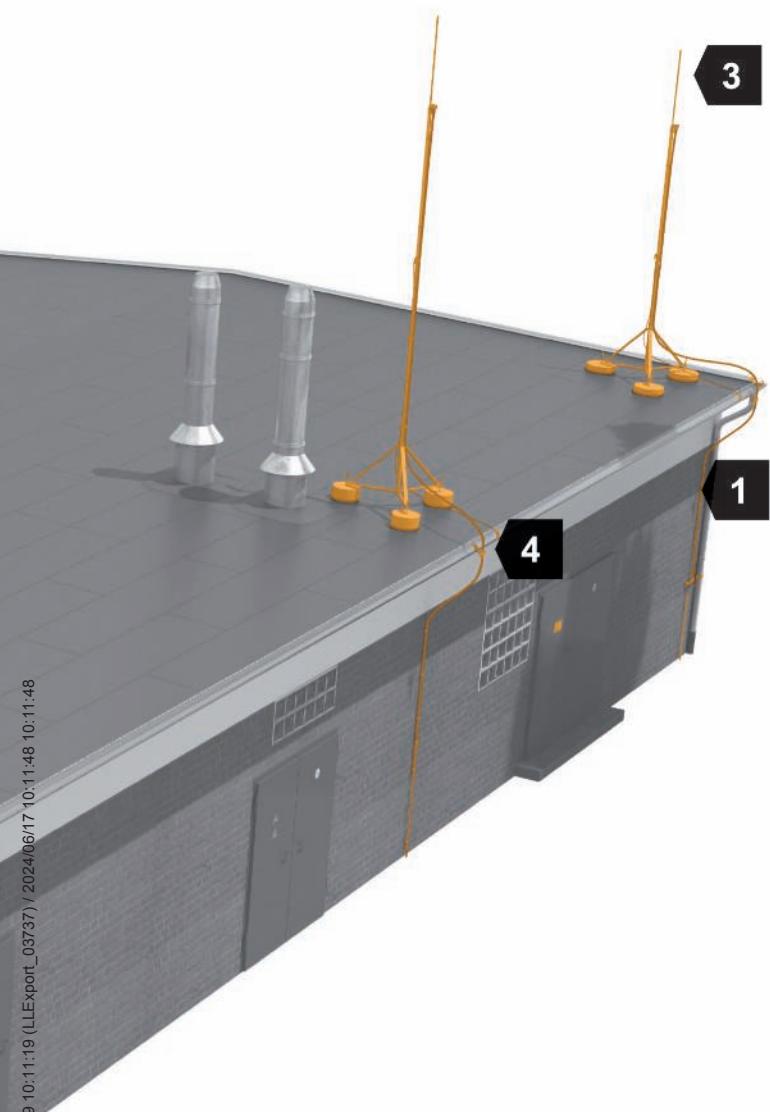
- Ushakov, Vasily Y.: *Isolamento de Equipamentos de Alta Tensão*. Springer-Verlag Berlin e Heidelberg GmbH & Co. KG (22. outubro de 2010). ASIN: B017WOLFJ6
Mepelink, J.; Bischoff, M.: *IEC 62561-8 Isolierte Blitzschutzsysteme*. 12. VDE/ABB Blitzschutztagung Aschaffenburg 2017
Beierl, O.: *Wirkungsweise niederimpedanter isolierter Ableitungen*. 12. VDE/ABB Blitzschutztagung Aschaffenburg 2017

Princípio de instalação, isCon® em áreas potencialmente explosivas

Nas zonas Ex 1 e 21, o cabo OBO isCon® Pro+ deve ser conectado à ligação equipotencial após a primeira conexão de potencial em intervalos regulares (0,5 metros) usando suportes de cabos metálicos (por exemplo, isCon H VA ou PAE). Em caso de queda de um raio, a ligação equipotencial não deve ser atravessada pela corrente do raio e deve estar dentro do ângulo de proteção do sistema de proteção contra raios.

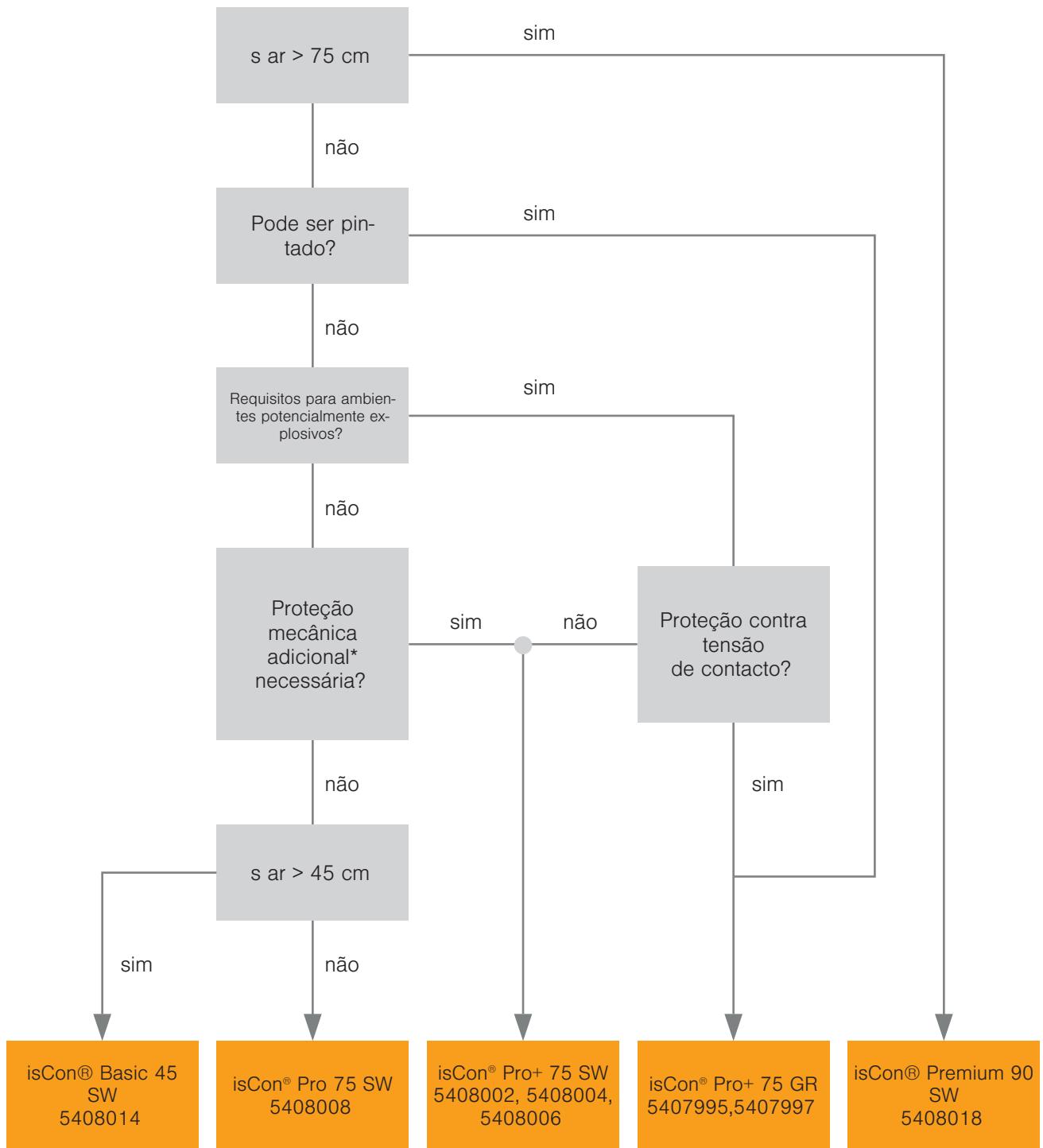


Princípio de instalação, isCon® em áreas potencialmente explosivas



| | |
|----------|--|
| 1 | isCon®-Cabo Professional + |
| 2 | Haste-isFang 4 m com cabo isCon®-Externo |
| 3 | Haste-isFang 6 m com cabo isCon®-Externo |
| 4 | Ligador equipotencial |

2.2.13.8 Guia de seleção para cabos isCon®



*Adicional Proteção mecânica: Danos superficiais no invólucro de proteção externa não afetam a função de isolamento resistente a alta tensão do cabo isCon Pro+ preto! Para este efeito, o revestimento deve ser mantido, pelo menos, 0,2 mm em toda a extensão da derivação.



2.3 Proteção contra raios em áreas potencialmente explosivas

2.3.1 Fundamentos

Todos os anos, explosões colocam em risco pessoas e sistemas em todo o mundo. Todas as empresas que produzem, processam ou armazenam substâncias inflamáveis são afetadas pelo risco de explosão.

Exemplos de aplicações:

- Estação reguladora da pressão e medição do gás
- Posto de seccionamento
- Estações de bombeamento
- Parques de reservatórios
- Instalações de armazenamento de gás natural, estações de compressão de gás natural
- Posto de combustível
- Refinarias
- Central de biogás
- Instalações de produção da indústria química e farmacêutica

São zonas potencialmente explosivas todos os compartimentos e áreas em que se possam acumular quantidades perigosas de gases, vapores, névoas ou poeiras que formem misturas explosivas com o ar. A proteção contra explosão serve para evitar danos a produtos técnicos, sistemas e outras instalações. O operador do sistema é responsável pela disponibilidade adequada do sistema!

Para uma explosão, três fatores devem estar presentes simultaneamente:

- Substância inflamável
- Oxigénio
- Fonte de ignição de acordo com as Regras Técnicas de Segurança Operacional (TRBS) 2153/Regras Técnicas para Substâncias Perigosas (TRGS) 727: eletricidade estática, ondas eletromagnéticas ou raios

As partes 1 e 2 do TRBS 2153 e 2152 têm o mesmo conteúdo dos TRGS 720/721 e 722.



A EN 1127-1 afirma que, se um raio atingir uma atmosfera potencialmente explosiva, a atmosfera será sempre inflamada. O forte aquecimento das baixadas de descarga do raio também pode desencadear uma ignição. Correntes fortes fluem a partir do ponto de queda do raio, o que pode causar faíscas nas proximidades do ponto de impacto. Mesmo sem um relâmpago direto, as tensões induzidas podem causar danos em aparelhos elétricos, sistemas e componentes para a tecnologia de medição, de comando e de controlo (MSR) podendo, na pior das hipóteses, levar a uma explosão.

Portanto, os três princípios básicos da proteção contra explosão são:

- Evite atmosferas potencialmente explosivas
- Evite qualquer possível fonte eficaz de ignição
- Limitar possíveis impactos de explosão a um nível aceitável

Requisitos especiais para proteção contra raios e sobretensões em áreas perigosas

As medidas de proteção contra raios devem ser realizadas de forma que não ocorram efeitos de derretimento ou pulverização. No caso de um sistema de proteção contra raios configurado de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3), a ocorrência de faíscas inflamáveis e efeitos disruptivos ou prejudiciais em sistemas elétricos devido a raios, não podem ser evitados em cada caso.

Portanto, ao planejar e implementar um sistema de proteção contra raios em áreas potencialmente explosivas, as chamadas zonas Ex, os seguintes regulamentos também devem ser levados em consideração:

- VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3) - Anexo D
"Mais informações sobre sistemas de proteção contra raios para estruturas potencialmente explosivas"
- VDE 0185-305-3 – Suplemento 2
"Informações adicionais para estruturas especiais"

Em sistemas Ex com zona Ex 2 e zona Ex 22, uma atmosfera explosiva provavelmente ocorrerá apenas em circunstâncias raras e imprevistas. Portanto, é possível que os sistemas de captação sejam posicionados nas zonas Ex 2 e Ex 22, levando em consideração a VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3) Anexo D.

A Norma Técnica para Substâncias Perigosas nº 509 refere-se ao TRBS 2152 Parte 3 Número 5.8 no que diz respeito ao risco de ignição de uma atmosfera explosiva perigosa por raios. O Anexo 1 do TGRS contém detalhes sobre o uso e requisitos de explosões de isolamento em tubulações, bem como requisitos detalhados sobre dispositivos de proteção contra raios e sobretensão de acordo com a VDE 0185-305 (IEC/EN 62305). As partes do edifício em que existam tanques para armazenamento de líquidos inflamáveis com ponto de inflamação $\leq 55^{\circ}\text{C}$ e volume superior a 3.000 l devem ser protegidas contra o risco de ignição por raios usando equipamentos adequados. Isto também se aplica a tanques acima do solo ao ar livre e tanques subterrâneos com líquidos inflamáveis com ponto de inflamação $\leq 55^{\circ}\text{C}$ que não estejam cercados por todos os lados por terra, alvenaria, concreto ou várias dessas substâncias.

2.3.2 Classificação de zonas Ex

As áreas potencialmente explosivas são divididas em 3 zonas de acordo com a duração e frequência da ocorrência de atmosferas potencialmente explosivas. Estas zonas são sempre áreas tridimensionais ou um espaço tridimensional.

Em outra subdivisão das áreas potencialmente explosivas, é feita uma distinção entre gases combustíveis e poeiras combustíveis.

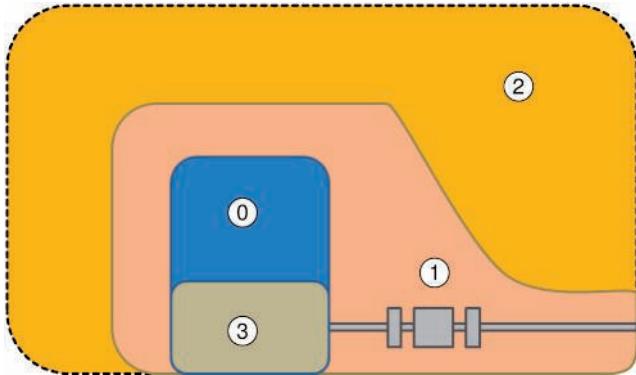
Intervalos de ocorrência de atmosferas explosivas

| Grau de perigo | Intervalo de ocorrência das misturas (anual) | Intervalo de ocorrência das misturas (diferenciado) | Tempo de residência das misturas |
|--|--|---|----------------------------------|
| Zona 0, Zona 20: formação constante ou frequente de atmosferas explosivas | superior à zona 1, > 1.000 vezes | superior à zona 1, > 3 vezes/dia | mais do que a zona 1 |
| Zona 1, Zona 21: formação ocasional de atmosferas explosivas | ≥ 10 vezes, < 1.000 vezes | ≥ 1 vez/mês, < 3 vezes/dia | mais de 0,5 h, menos de 10h |
| Zona 2, Zona 22: normalmente nenhuma ou pequena formação de atmosferas potencialmente explosivas | ≥ 1 vez, < 10 vezes | ≥ 1 vez/ano, < 1 vez/mês | menos de 0,5 h |

Definição de zonas Ex

| Zonas Ex | Descrição |
|----------|--|
| Zona 0 | Na Zona 0, em operação normal, uma atmosfera perigosa e potencialmente explosiva pode se formar por longos períodos ou em intervalos regulares como uma mistura de ar ou gases combustíveis, vapores ou névoa. |
| Zona 1 | Na Zona 1, em operação normal, uma atmosfera pode ocasionalmente se formar como uma mistura de ar ou gases combustíveis, vapores ou névoa. |
| Zona 2 | Na Zona 2, em operação normal, uma atmosfera potencialmente explosiva pode normalmente não, ou apenas brevemente, formar uma mistura de ar ou gases combustíveis, vapores ou névoa. |
| Zona 20 | Na Zona 20, em operação normal, uma atmosfera perigosa e potencialmente explosiva pode se formar por longos períodos ou em intervalos regulares na forma de uma nuvem de poeira combustível contida no ar. |
| Zona 21 | Na Zona 21, em operação normal, uma atmosfera perigosa e potencialmente explosiva pode se formar ocasionalmente na forma de uma nuvem de poeira combustível contida no ar. |
| Zona 22 | Na Zona 22, em operação normal, uma atmosfera perigosa e potencialmente explosiva normalmente não pode, ou apenas brevemente, se formar na forma de uma nuvem de poeira combustível contida no ar. |

O operador de um edifício determina as respetivas áreas potencialmente explosivas, divide-as em zonas e marca-as num desenho dos sistemas a proteger de acordo com a Portaria de Segurança e Saúde Industrial e Portaria de Substâncias Perigosas. Para o planeamento de medidas de proteção contra raios, esses desenhos devem ser vistos antes do planeamento e instalação do sistema de proteção contra raios. De acordo com GefStoffV 2015, o operador é obrigado a criar este documento de proteção contra explosão.



| | |
|---|-----------------------|
| 0 | Zona 0 |
| 1 | Zona 1 |
| 2 | Zona 2 |
| 3 | Substância inflamável |

Atribuição de zonas de dispositivos segundo a sua categoria ou nível de proteção de acordo com a DIN EN 60079-14 (IEC 60079-14)

| Zona | Categoria de dispositivo | Nível de proteção do dispositivo EPL |
|------|--------------------------|--------------------------------------|
| 0 | 1G | Ga |
| 1 | 2G | Gb |
| 2 | 3G | Gc |

Exemplo de atribuição de zona "Gases"

Exemplo de classificação em zonas Ex

Os dispositivos elétricos podem ser usados nas diferentes zonas, dependendo do nível de proteção do dispositivo EPL e da categoria do dispositivo.

Diretrizes ATEX

As diretrivas ATEX da UE regulam os requisitos resultantes do uso de dispositivos e sistemas de proteção em áreas potencialmente explosivas. Devido à crescente interdependência econômica internacional, grandes progressos têm sido feitos na padronização dos regulamentos para proteção contra explosão.

Os pré-requisitos para a padronização completa foram criados na União Europeia pelas diretrivas 2014/34/EU para fabricantes e 99/92/EG para operadores. A diretiva de fabricante 2014/34/EU (ATEX) regula os requisitos para as propriedades de dispositivos à prova de explosão e sistemas de proteção, prescrevendo requisitos básicos de segurança e saúde.

Os fabricantes de componentes para áreas classificadas devem obter aprovação para seus produtos. O requisito de qualidade para a produção de equipamentos sem fontes de ignição eficazes é muito alto. Somente após testes extensivos, um centro de testes aprovado certifica a função dos componentes de um fabricante e os classifica em categorias de acordo com sua segurança contra falhas. Ao mesmo tempo, os centros de testes garantem que a qualidade dos produtos seja permanentemente garantida por meio de auditorias regulares dos fabricantes.

2.3.3 Soluções

Sistemas de ligação equipotencial

Para instalações em áreas potencialmente explosivas é necessária uma compensação de potencial segundo a VDE 0165-1 (IEC 60079-14). Todas as peças eletricamente condutoras do corpo devem ser ligadas ao sistema de compensação de potencial. As ligações equipotenciais devem ser protegidas contra afrouxamento de acordo com a VDE 0165-1 (IEC 60079-14) e com as Regras Técnicas para Segurança Operacional (TRBS) 2152 Parte 3.

De acordo com TRBS 2152 Parte 3 e VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3), as baixadas de descarga do raio devem ser projetadas de tal forma que o aquecimento, faíscas inflamáveis ou faíscas de spray não possam se tornar a fonte de ignição de um atmosfera explosiva. A OBO oferece soluções inovadoras para isso.

As áreas de aplicação podem incluir:

- Indústria química
- Lojas de pintura
- Indústria de petróleo e gás
- Sistemas de tanques e instalações de armazenamento
- Estações reguladoras da pressão e medição do gás (sistemas GDRM)
- Tanques de armazenamento de gás liquefeito
- Poços de pesagem e grandes sistemas de enchi-mento ao ar livre
- Pontos de enchimento e esvaziamento (por exemplo, ensacamento de Big-Bags, balanças, car-regamento de sacos)

A VDE 0185-305-3 Suplemento 2 (IEC 62305-3) exige que as ligações dos sistemas de proteção contra raios em áreas potencialmente explosivas sejam projetadas de tal forma que não sejam produzidas faíscas inflamáveis quando a corrente do raio passa.

A barra equipotencial tipo EX PAS (barra equipotencial para áreas potencialmente explosivas) é usada para equalização de potencial de proteção contra raios de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) e equalização de potencial de proteção/funcional de acordo com a DIN VDE 0100 Parte 410/540.

A ausência de faíscas de ignição em uma atmosfera explosiva foi testada com base na VDE 0185-561-1 (IEC/EN 62561-1) no grupo de explosão mais exigente IIC com uma mistura de gás explosiva em uma corrente de raio de até 75 kA. Desta forma pode ser utilizada em todos os grupos explosivos, incluído os grupos explosivos IIB e IIA. Como a barra equipotencial EX PAS não possui fonte de ignição potencial própria, esta não se enquadra na Diretiva Europeia 2014/34/UE.

A barra equipotencial EX PAS foi testada na classe H para elevadas cargas de acordo com a VDE 0185-561-1 (IEC/EN 62561-1) e é adequada para aplicações internas e externas.

Devido ao desenho patenteado, a barra equipotencial pode ser usada em sistemas de acordo com a VDE 0165 Parte 1 (IEC 60079-14) e a VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3) em zonas Ex 1/21 e zonas Ex 2/22. A EX PAS representa o estado da arte atual para barramentos equipotenciais em áreas perigosas.

A barra equipotencial EX PAS para zonas potencialmente explosivas apresenta as seguintes características:

- Adequada para todos os grupos de explosão e pa-ra uso em zonas Ex 1/21 e 2/22
- Sem faíscas até uma corrente de raio de 75 kA
- Testada de acordo com a classe H para elevadas cargas
- Parafusos protegidos contra autoafrouxamento
- Material resistente à corrosão (aço inoxidável)
- Etiquetagem do fabricante e do produto permanen-temente anexada



Barra equipotencial para zonas potencialmente explosivas 1/21 e 2/22 - EX PAS



Abraçadeira de terra para zonas 1/21 e 2/22 EX BES



Explosor montado em seções isolantes

Explosores equipotenciais - EX ISG H

De acordo com TRGS 507, os elementos isolantes elétricos em áreas potencialmente explosivas devem ser superados usando explosores. Os explosores devem ter uma tensão de resposta ao impulso de 50% da tensão alternada de teste dos elementos isolantes, mas não superior a 2,5 kV.

O explosor equipotencial EX ISG H da OBO com certificação ATEX isola os componentes do sistema contra correntes de corrosão e atende aos requisitos para conectar correntes de raios em áreas potencialmente explosivas de acordo com a VDE 0185-561-3 (IEC/EN 62561-3).

O uso de explosores isolantes com certificação Ex é necessário para evitar faíscas em peças isolantes em áreas perigosas.



Explosor equipotencial EX ISG H

O explosor isolante OBO EX ISG H é certificado de acordo com as seguintes diretrizes para as zonas 1/21 e 2/22:

- ATEX
- IECEx
- INMETRO

Seleção de explosores em áreas perigosas

| Explosores equipotenciais | Ref. | Identificação Ex |
|---------------------------|---------|--|
| EX ISG H 350 | 5240031 | ATEX |
| EX ISG H | 5240030 | Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb |
| EX ISG H KU | 5240032 | Ex II 2 D Ex tb IIIC T80°C Db IECEx |
| EX ISG H 350 2L | 5240033 | Ex db IIC T6 Gb Ex tb IIIC Db IECEx/ INMETRO |

Explosores equipotenciais EX da OBO

Assim que o EX ISG H responde e conduz, a corrente de raio de até 100 kA é descarregada para a terra ao longo de um caminho definido. Este processo de derivação leva apenas alguns microssegundos. Após o processo de descarga, o EX ISG H retorna a um estado padrão de elevada resistência. O EX ISG H requer pouca manutenção porque é projetado para um grande número de processos de descarga.

Explosores e peças isolantes têm uma rigidez dielétrica relativamente baixa, geralmente na faixa de alguns KV. Explosores isolantes classe 1 têm tensão alternada de teste UPW de 5 KV e Explosores isolantes classe 2 de 2,5 KV. De acordo com as Normas Técnicas GW 24 do DVGW, a tensão de impulso de resposta Uas dos explosores deve ser escolhida de modo a que seja $0,5 \times$ UPW. O explosor Ex da OBO com Urimp de $\leq 1,25$ KV de acordo com a VDE 0185-561-3 (IEC 62561-3) atende assim aos requisitos para todas as classes de explosores isolantes. Os mesmos requisitos são exigidos na recomendação Europeia do Ceocor (Comitê Europeu para o estudo de corrosão e proteção de tubos e sistemas de tubos).

Quando o explosor isolante atua, a corrente de impulso causa uma queda de tensão UL nos cabos de ligação e no explosor isolante, com a tecnologia de conexão tendo a maior influência. A queda de tensão máxima deve ser menor que o valor de pico da tensão de teste CA UPW. Explosores isolantes de classe 1 têm um valor de pico de aproximadamente 7 KV.

Além da faixa de resposta, o EX ISG H possui uma faixa de bloqueio inferior definida. Correntes de terra perturbadoras ou linhas de alta tensão paralelas próximas podem, por exemplo, induzir permanentemente tensões CA de 50 Hz nos segmentos dos tubos. Para que o EX ISG H não acenda todas as vezes - e consequentemente influencie o sistema KKS (sistema de proteção contra corrosão catódica) - é definida uma chamada tensão suportável de frequência industrial de 50 Hz UWAC, que deve ser observada. DVGW GW 24 recomenda: ≤ 250 V, 50 Hz. O explosor Ex da OBO cumpre este requisito de segurança.

A recomendação Afk nº 5 do grupo de trabalho DVGB (Associação Alemã de Assuntos de Gás e Água e. V.) explica o uso coordenado de explosores isolantes Ex em flanges isolantes usando exemplos e cálculos detalhados.

Características do produto explosor EX ISG H

As mais recentes tecnologias e inovações foram implementadas no EX ISG H:

- Material isento de solventes e amigo do ambiente
- Tecnologia de fabricação moderna da indústria automóvel
- Resistência química
- Resistência contra óleos e variações de temperatura extremas
- Livre de halogéneos
- Estável aos raios UV, resistente a intempéries
- Tipo de proteção contra ignição/nível de proteção do equipamento: invólucro resistente à pressão/"db" para gases, proteção por armação/"td" para poeira
- Resistente à água salgada
- Mais alta classe de teste H conforme a VDE 0185-561-3 (IEC 62561-3)
- Tecnologia de ligação testada classe H de acordo com a VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1)
- Adequada para todos os grupos de explosão e para uso em zonas Ex 1/21 e 2/22

Proteção externa contra descargas atmosféricas com cabo isolado e resistente a alta tensão

O cabo isCon® da OBO evita a descarga direta entre o condutor e o objeto a ser protegido. Após a primeira ligação equipotencial atrás do elemento de ligação o cabo isCon® reflete uma distância de separação equivalente (se) de até 0,75 metros no ar e até 1,5 m em materiais de construção sólidos de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305 -3). Desta forma, é possível uma instalação direta em estruturas metálicas e elétricas.

O condutor OBO isCon® Pro+ foi testado independentemente de acordo com as seguintes diretrizes:

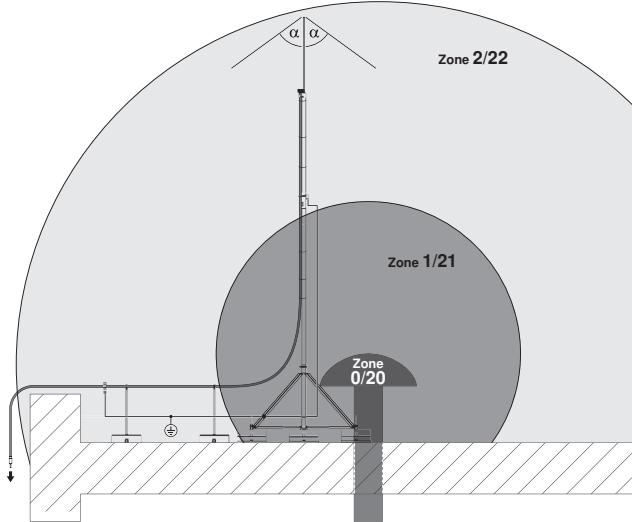
- ATEX

As declarações do fabricante OBO podem ser encontradas em www.obo.pt.



Cabo isCon® na haste captora em área Ex

Nas zonas Ex 1 e 21, o cabo OBO isCon® Pro+ deve ser conectado à ligação equipotencial após a primeira conexão de potencial em intervalos regulares (0,5 metros) usando suportes de cabos metálicos (por exemplo, isCon H VA ou PAE). Em caso de queda de um raio, a ligação equipotencial não deve ser atravessada pela corrente do raio e deve estar dentro do ângulo de proteção do sistema de proteção contra raios.



Exemplo de instalação do sistema isCon® Pro+ nas zonas Ex de uma área potencialmente explosiva

Ligaçāo à terra

Em áreas potencialmente explosivas, o tipo B de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3) é recomendado para sistemas de ligação à terra. Nesta aplicação em particular, a resistência de paragem deve ser a mais baixa possível e não deve atingir 10 ohms. Com o módulo "sistemas de ligação à terra", a ferramenta online OBO Construct oferece um suporte eficiente para o planeamento e documentação de projetos de sistemas de ligação à terra tipo B (anel, fundação) e tipo A (eléctrodo de terra).



Colocação de um eléktrodo de terra de fundações

2.4 Sistemas de ligação à terra

Nas normas é requerido ligação à terra para cada sistema.

O que significa "ligação à terra"?

Encontra as definições necessárias na DIN VDE 0100-200 (IEC 60050-826) construção de instalações de baixa tensão, termos:

- "Totalidade de dispositivos e ligações elétricas necessários para ligar uma rede, um sistema ou um equipamento à terra", assim como:
- "Elemento condutor que é inserido na terra ou noutro meio condutor que esteja em contacto elétrico com a terra."

As funções da ligação à terra são:

- Descarga da corrente de raio na terra
- Compensação de potencial entre as descargas
- Controlo de potencial na proximidade de paredes condutoras da instalação

Consequências de uma ligação à terra não efetuada corretamente:

- Sobretensões perigosas na ligação equipotencial
- Sem curva de potencial uniforme na ligação à terra
- Deterioração da fundação devido a áreas de derivação muito reduzidas da corrente de raio rica em energia!
- Deterioração da fundação devido a ligações efetuadas incorretamente (sem ligação de borne)
- Acoplamento galvânico de energias de raio elevadas

2.4.1 Princípios básicos

O sistema de ligação à terra é a base para o funcionamento seguro de todo sistema elétrico e seus dispositivos de proteção. Garante a operação e protege as pessoas de correntes perigosas. Edifícios com sistemas de tecnologia da informação ou cablagem de dados têm elevados requisitos no que diz respeito às medidas de compatibilidade eletromagnética (EMC). Para garantir a blindagem EMC e a proteção pessoal, são necessárias ligações equipotenciais em malha e um sistema de ligação à terra de baixa impedância integrado à estrutura.

2.4.2 Requisitos normativos

O sistema de ligação à terra estabelece a conexão elétrica com o solo circundante. A resistência de ligação à terra do sistema deve ser a menor possível (menor que 10 Ω) e deve ser coordenada com as demais medidas de proteção e condições de desativação.

A ligação equipotencial baseada no sistema de ligação à terra cumpre as seguintes funções:

- Proteção contra choque elétrico - VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41)
- Compensação de potencial de proteção - VDE 0100-540 (IEC 60364-5-54)
- Ligação equipotencial para proteção contra descargas atmosféricas - VDE 0185-305 (IEC 62305)
- Sistemas de energia e proteção contra sobre tensões - VDE 0100-443 (IEC 60364-4-44)
- Configuração de sistemas de baixa tensão - VDE 0100-444 (IEC 60364-5-54)
- Cablagem e blindagem de dados - VDE 0800-2-310 (EN 50310)
- Compatibilidade eletromagnética - diretiva EMC 2004/108/EG (EMVG)
- Ligação à terra de antena - VDE 0855 (IEC 60728)
- Edifícios com equipamento informático - VDE 0800-2-310 (EN 50310)
- Sistemas elétricos em edifícios residenciais - DIN 18015-1
- Elétrodo de terra de fundações - DIN 18014

O elétrodo de terra de fundações para novos edifícios na Alemanha deve atender aos requisitos da norma DIN 18014 e às condições técnicas de conexão (TAB) do operador da rede de alimentação (VNB).

Nota

Seção 542.1.1 da VDE 0100-540 (IEC 60364-5-54): "Os sistemas de ligação à terra podem ser usados ??-juntos ou separadamente para fins de proteção e funcionais, dependendo dos requisitos do sistema elétrico. Os requisitos para fins de proteção devem sempre ter prioridade."

O sistema de ligação à terra é, portanto, uma parte relevante para a segurança e a instalação só é permitida por um eletricista ou especialista em proteção contra raios. O especialista responsável também deve ser especificado na documentação prescrita.

As seguintes violações das regras de engenharia são mencionadas na Seção 319 do Código Penal Alemão:

1. Quem, no planeamento, gestão ou execução da construção ou demolição de uma estrutura, violar as normas de engenharia geralmente aceitas e, desse modo, pôr em perigo a vida ou a integridade física de outra pessoa, é punido com pena de prisão até cinco anos ou multa.
2. Quem, no exercício de uma profissão ou ofício, violar as normas de engenharia geralmente aceitas no planeamento, gestão ou execução de um projeto para instalar dispositivos técnicos em uma estrutura ou modificar dispositivos instalados desta natureza e, assim, colocar em risco a vida ou a integridade física de outra pessoa incorrerá na mesma pena.
3. Quem causar o perigo negligentemente será punido com pena de prisão até três anos ou multa.
4. Quem agir com negligéncia nos casos dos n.os 1 e 2 e com negligéncia causar o perigo é punido com pena de prisão até dois anos ou multa.

O sistema de ligação à terra faz parte do sistema elétrico. Somente eletricistas ou especialistas em proteção contra raios podem instalar, verificar e remover o sistema de ligação à terra. As construtoras devem ter a instalação do sistema de ligação à terra supervisionada e aprovada por eletricistas e especialistas em proteção contra raios.

Tipo A

- Elétrodo de terra horizontal
- Elétrodo de terra vertical (elétrodo de terra em profundidade ou eléktrodo de terra)

Tipo B

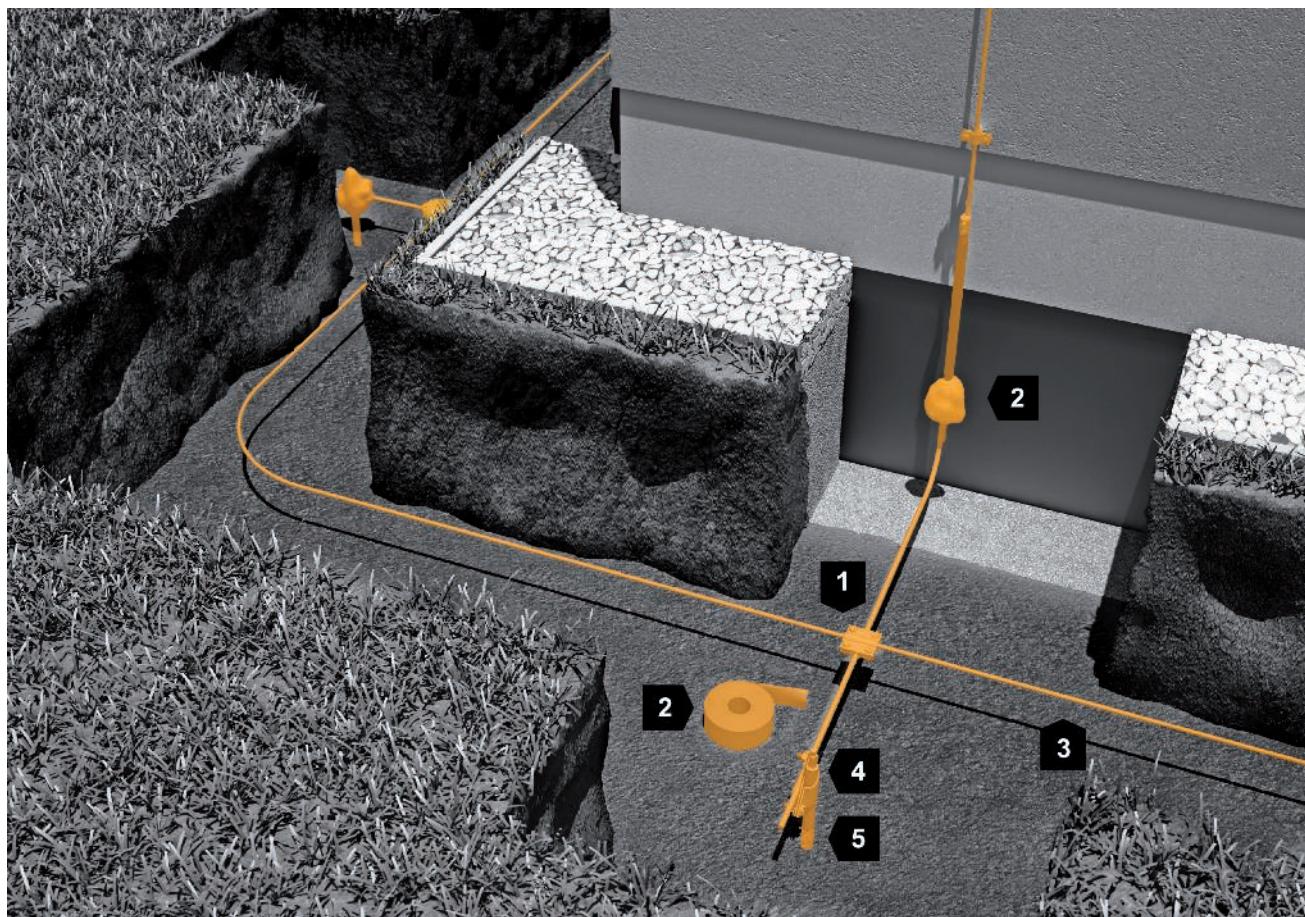
- Elétrodo em anel (elétrodo de terra superficial)
- Elétrodo de terra de fundações

Sistemas de ligação à terra normativos para sistemas de proteção contra raios

2.4.3 Métodos de planeamento

A VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) requer uma ligação equipotencial contínua de proteção contra raios. Assim, as ligações à terra individuais devem ser unidas umas às outras para estabelecer uma ligação à terra global.

A norma distingue entre ligação à terra do tipo A e tipo B. Tipo A são eléktrodos verticais ou horizontais (elétrodos de terra em profundidade, eléktrodos de terra). Tipo B abrange todos os eléktrodos de terra superficiais (elétrodos em anel, eléktrodos de terra de fundações). OBO Construct para sistemas de ligação à terra oferece suporte digital no planeamento de sistemas de terra.



| | |
|----------|--|
| 1 | Cruzeta |
| 2 | Fita anticorrosiva |
| 3 | Cabo de terras |
| 4 | Abraçadeiras de ligação |
| 5 | Elétrodo de terra (ter em atenção a proteção contra corrosão dos conectores) |

Tipo A - Elétrodo de terra com ligação equipotencial em anel

2.4.3.1 Estrutura do elétrodo de terra do tipo A

Modo de funcionamento

Recomenda-se um elétrodo de terra profundo de 9,0 m de comprimento para cada condutor de descida, que é colocado a uma distância de 1,0 m da fundação da estrutura física e pelo menos 0,5 m abaixo da superfície do solo ou abaixo da linha de geada

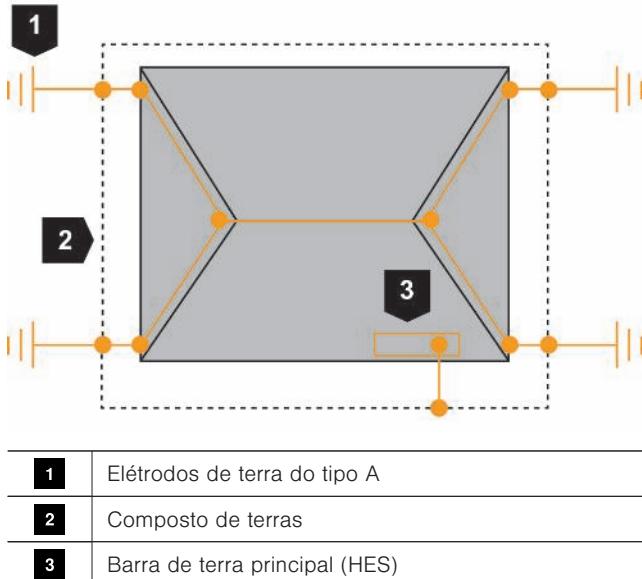
O comprimento mínimo (de acordo com a norma DIN VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3)) para os elétrodos de terra tipo A, para as classes de proteção contra raios III e IV, é de 2,5 m para instalação vertical e 5 m para instalação horizontal. Dependendo da natureza do terreno, os elétrodos de profundidade devem-se introduzir na terra, manualmente ou com um martelo pneumático, elétrico ou motorizado.

Todos os elétrodos de profundidade devem ser ligados com um elétrodo em anel no interior ou exterior - do edifício e devem contar com uma entrada na barra equipotencial.

O comprimento requerido para os elétrodos pode-se dividir em vários comprimentos paralelos ligados entre si.

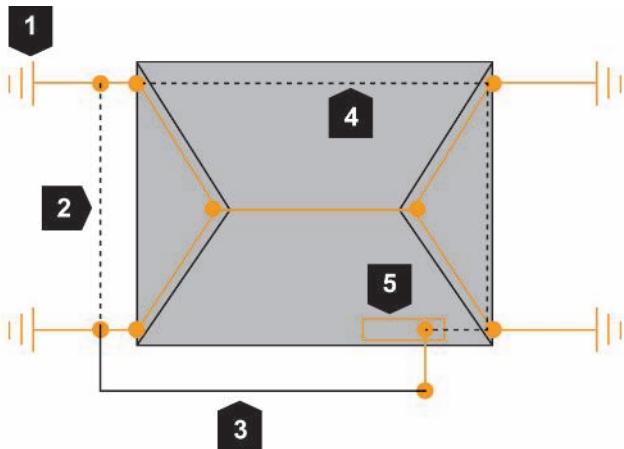
Informações sobre a disposição dos elétrodos de terra do tipo A

- Os elétrodos de terra geralmente são instalados verticalmente em maiores profundidades. Estes são conduzidos ao solo natural, que geralmente é encontrado apenas abaixo das fundações.
- Em áreas densamente construídas, a resistência específica do solo muitas vezes não pode ser determinada. Nestes casos é suficiente assumir uma resistência específica do solo de 1.000 ohms/m para determinar o comprimento mínimo do elétrodo de terra.
- Nos sistemas de ligação à terra do tipo A, o número mínimo de elétrodos de terra é dois.
- Ligação à terra do tipo A: conexão externa e interna da estrutura.
- As derivações são conectadasumas às outras perto da superfície da terra.



Sistema de terra tipo A: Conexão fora da estrutura do edifício

O elétrodo de terra do tipo A ou os elétrodos profundos não atendem aos requisitos de ligação equipotencial e controle de potencial. Um sistema de ligação à terra do tipo A é apropriado para estruturas baixas (por exemplo, casas unifamiliares), estruturas existentes, para LPS com hastes de captação ou cabos de tensão ou para um LPS isolado. Os sistemas de ligação à terra do tipo A incluem elétrodos de terra horizontais e verticais conectados a cada condutor de baixada.



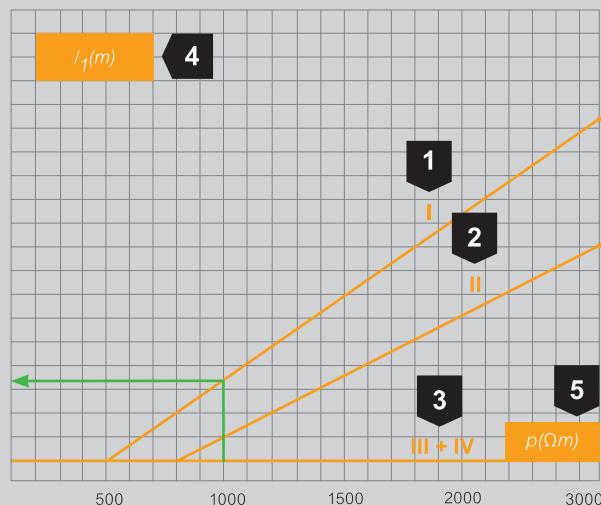
| | |
|----------|--------------------------------|
| 1 | Elétrodos de terra do tipo A |
| 2 | Composto de terras |
| 3 | Ligação em gesso |
| 4 | Ligação no edifício |
| 5 | Barra de terra principal (HES) |

Sistema de terra tipo A: Conexão fora e dentro da estrutura

Se não for possível ligar os elétrodos de terra no solo, isso também pode ser feito dentro ou sobre o prédio.

Os cabos de ligação devem ser o mais curtos possíveis e não devem ser instalados a mais de 1 m acima do solo. Se a ligação equipotencial de proteção contra raios for conectada apenas a um único elétrodo de terra, podem ocorrer elevadas diferenças de potencial em relação aos outros elétrodos. Isso pode resultar em arcos inadmissíveis ou diferenças de tensão com risco de vida. Por esta razão, o cabo de ligação também pode ser instalado acima do solo ou no edifício.

O comprimento mínimo de cada elétrodo de terra - de acordo com a classe de proteção do LPS - não deve ser observado se a resistência de terra do elétrodo individual for $\leq 10 \Omega$ (recomendação). O comprimento mínimo de cada elétrodo de terra é l_1 para elétrodos horizontais e $0,5 \times l_1$ para elétrodos de terra verticais.



| | |
|----------|--|
| 1 | Classe de proteção contra raios I |
| 2 | Classe de proteção contra raios II |
| 3 | Classe de proteção contra raios III + IV |
| 4 | Comprimento mínimo do fio terra ₁ (m) |
| 5 | Resistência à terra específica $p(\Omega m)$ |

Comprimentos mínimos dos elétrodos de terra

Exemplo

- Classe de proteção contra descargas atmosféricas
- Areia, cascalho, camadas superiores (secas) 1000 Ωm

Resultado

- Classe de proteção contra raios I: 22 m
- Elétrodo de terra: 11 m

Materiais para o tipo A

- Podem-se utilizar os seguintes materiais:
- Varões de aço inoxidável, Ø 20 mm
 - Varões de aço galvanizado, Ø 20 mm
 - Hastes de aço revestidas de cobre, Ø 20 mm
 - Tubos em aço inoxidável, Ø 25 mm
 - Condutor plano de aço galvanizado, 30 x 3,5 mm
 - Fita de aço inoxidável, 30 x 3,5 mm
 - Tubos em aço galvanizado, Ø 25 mm

Consulte o capítulo 2.7.2 Materiais para sistemas de ligação à terra.

Proteção contra a corrosão

Em áreas com risco de corrosão, deve-se usar aço inoxidável com teor de molibdênio $\geq 2\%$, por exemplo 1.4404 ou 1.4571. As ligações na terra, amovíveis, devem ser protegidas contra a corrosão (cinta plástica anticorrosiva).

Requisitos normativos

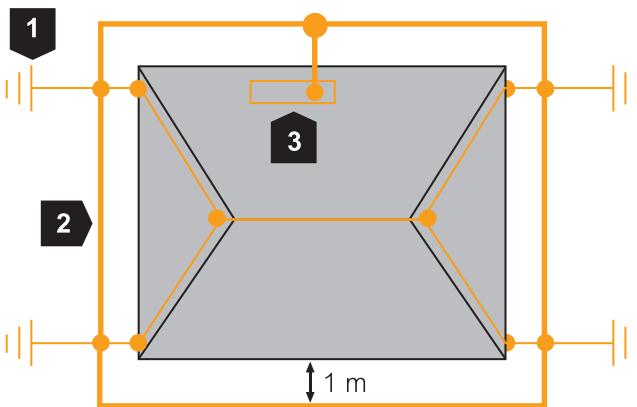
Qualquer tipo de elétrodo de terra e peças de acoplamento de potencial devem ser testados de acordo com VDE 0185-561-2 (IEC 62561-2 ED2).

2.4.3.2 Elétrodo em anel do tipo B

O anel de terra tipo B é colocado ao redor do edifício a ser protegido.

Modo de funcionamento

Uma terra em anel (terra de superfície) deve estar em contato com a terra fora da estrutura, com pelo menos 80% de seu comprimento total. Esta é colocada como um anel fechado a uma distância de 1,0 m e uma profundidade de 0,5 m (ou 0,8 m de acordo com a DIN 18014) ao redor da fundação externa da estrutura. Um elétrodo em anel é um elétrodo de terra segundo a disposição do tipo B.



| | |
|----------|--------------------------------|
| 1 | Elétrodo de terra (opcional) |
| 2 | Composto de terras |
| 3 | Barra de terra principal (HES) |

Princípio de instalação, ligação à terra em anel

Materiais para elétrodos de terra em anel

Podem-se utilizar os seguintes materiais:

- Fita de aço inoxidável, 30 x 3,5 mm
- Condutor plano de aço galvanizado, 30 x 3,5 mm
- Condutor de cobre redondo, Ø 8 mm
- Condutor redondo em aço inoxidável, Ø 10 mm
- Condutor redondo de aço galvanizado, Ø 10 mm

Consulte o capítulo 2.7.2 Materiais para sistemas de ligação à terra.

Proteção contra a corrosão

No solo, deve-se usar aço inoxidável com teor de molibdênio $\geq 2\%$, por exemplo 1.4404 ou 1.4571. As ligações na terra, amovíveis, devem ser protegidas contra a corrosão (cinta plástica anticorrosiva).

Condição para medidas de ligação à terra adicionais

Para sistemas de ligação à terra do tipo B, o raio médio r deve ser maior ou igual ao comprimento mínimo do elétrodo de terra I_1 .

$$r = \sqrt{A/\pi}$$

$$r \geq I_1$$

r : raio médio da área delimitada pelo elétrodo de terra
 A : Área do sistema de ligação à terra em m^2

I_1 : comprimento mínimo do elétrodo de terra em m

Exemplo

Área delimitada por elétrodos de terra tipo B $100 m^2$, proteção contra raios classe I, areia, cascalho, camadas superiores (secas) 1000 Ωm ,

I_1 de "comprimentos mínimos de elétrodos de terra" = 22 m

Resultado:

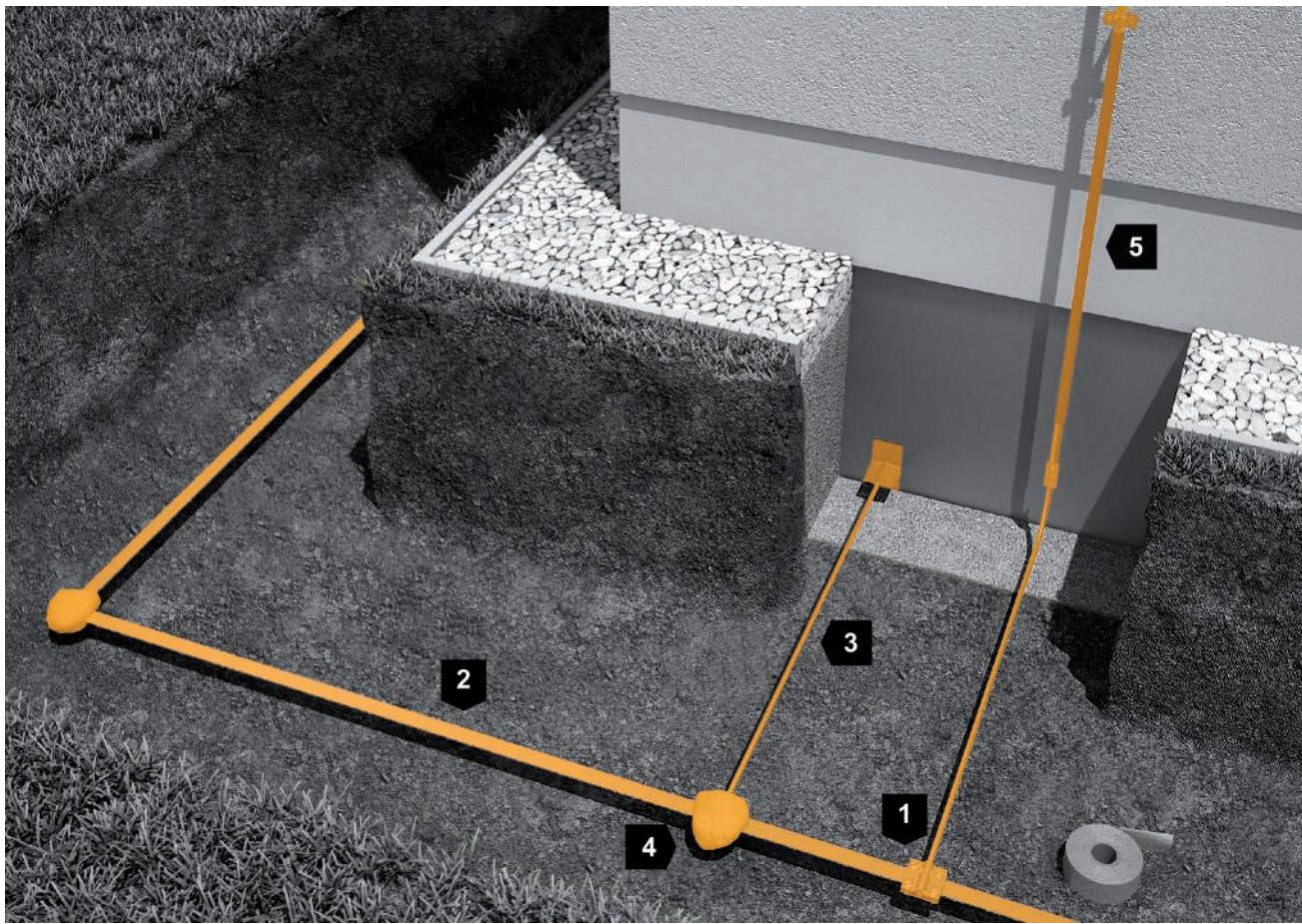
$$A = 100 m^2$$

$$r = \sqrt{(100 m^2 / \pi)} = 31,83 m$$

$$31,83 m \geq 22 m$$

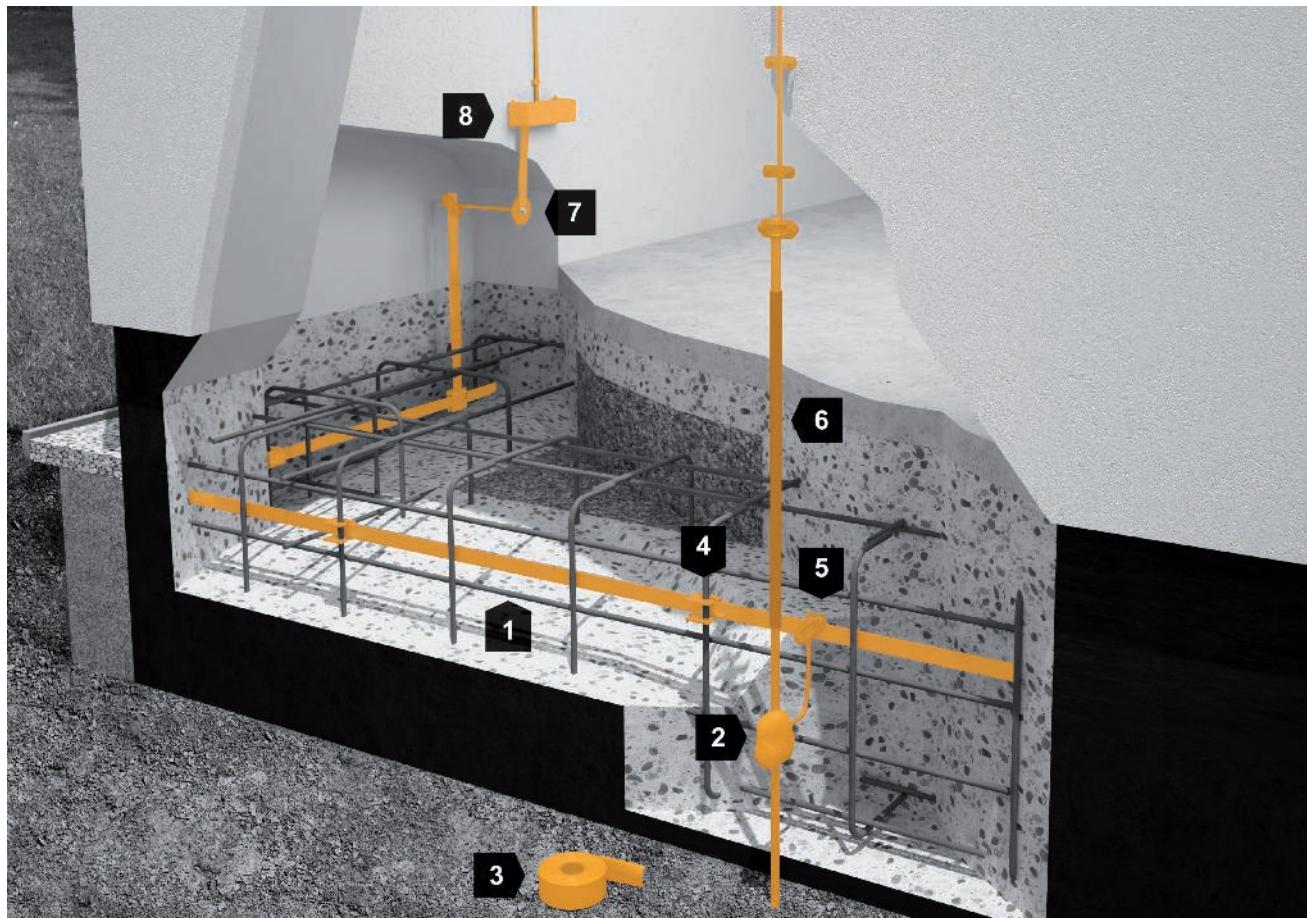
Condição $r \geq I_1$, cumprida.

No solo deve ser usado aço inoxidável à prova de ferrugem com teor de molibdênio $\geq 2\%$!



| | |
|---|------------------------------|
| 1 | Cruzeta |
| 2 | Fita |
| 3 | Cabo de terras |
| 4 | Fita anticorrosiva |
| 5 | Haste de penetração na terra |

Eléctrodo em anel do tipo B



| | |
|----------|---------------------------------------|
| 1 | Fita |
| 2 | Cruzeta, com proteção contra corrosão |
| 3 | Fita anticorrosiva |
| 4 | Ligador para aços de armadura |
| 5 | Cruzeta |
| 6 | Haste de penetração na terra |
| 7 | Ponto fixo de ligação terra |
| 8 | Barra de terra principal (HES) |

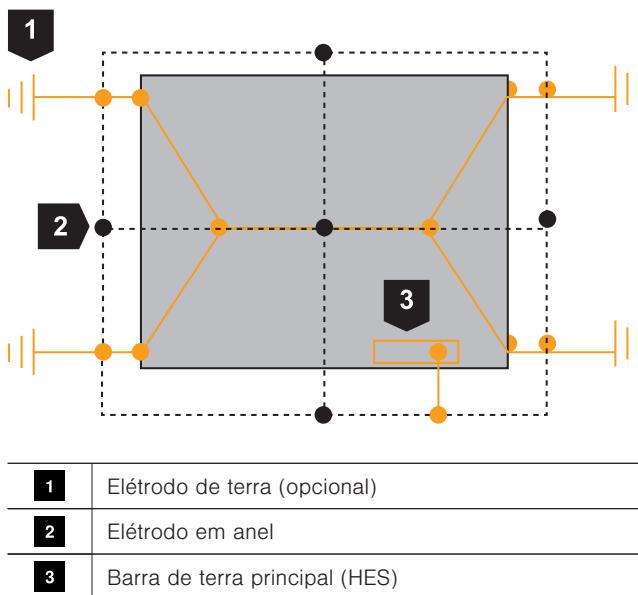
Eléctrodo de terra de fundações do tipo B

2.4.3.3 Eléctrodo de terra de fundações do tipo B

A terra de fundação faz parte da instalação elétrica do edifício.

Modo de funcionamento

Um eléctrodo de terra de fundações é um eléctrodo de terra imerso nas fundações de betão de uma construção. Servirá de eléctrodo de proteção contra descargas atmosféricas, quando os terminais necessários para a ligação das derivações sobressaem das fundações. A fita de aço deve-se ligar com a distância de aprox. 2 m às armaduras de reforço. A instalação do eléctrodo de terra de fundações baseia-se na norma DIN 18014. Os ligadores de cunha não devem ser usados em betão compactado mecanicamente.



Princípio de instalação, elétrodo de terra de fundações com condutor de ligação equipotencial funcional

Para conseguir uma inserção limpa, recomenda-se a utilização de suportes de fita durante a instalação do elétrodo de terra de fundações. Os suportes devem - colocar-se com a distância de aprox. 2 m.

Ligue, conforme a DIN 18014, os elétrodos de terra de fundações de todas as fundações individuais, no piso mais inferior, a um anel fechado. Caso necessário, insira condutores transversais para criar uma grelha de 20 x 20 m. Se o elétrodo de terra não tiver o contacto de terra necessário na fundação, um elétrodo de terra em anel também deve ser instalado. A terra de fundação torna-se o condutor de ligação equipotencial funcional.

Este é o caso ao usar:

- Betão impermeável de acordo com a DIN EN 206 e DIN 1045-2 (tina branca)
- Vedações de betume (tina preta), por exemplo membranas betuminosas
- Revestimento de betume espesso modificado por plástico (KMB)
- Telas de plástico resistentes a impactos
- Isolamento térmico (isolamento do perímetro) nas paredes inferiores e laterais das fundações
- Além disso, camadas de solo com baixa condutividade elétrica, por exemplo de material de reciclagem ou vidro triturado

Para obter mais informações, consulte o capítulo 2.4.4.4.

Este elétrodo de terra em anel malhado deve ser conectado ao condutor de ligação equipotencial funcional e deve ser instalado fora ou abaixo da placa de base da seguinte forma:

- Tamanho da malha de 10 x 10 m com medidas de proteção contra raios
- Tamanho da malha 20 x 20 m sem medidas de proteção contra raios

Materiais para elétrodos de terra de fundação e condutores de ligação equipotencial funcional

Podem-se utilizar os seguintes materiais:

- Condutor plano de aço galvanizado, 30 x 3,5 mm
- Fita de aço inoxidável, 30 x 3,5 mm
- Cabo de terras, 50 mm²
- Condutor redondo de aço galvanizado, Ø 10 mm
- Condutor redondo em aço inoxidável, Ø 10 mm

Patilha de ligação

Os terminais de ligação devem ser realizados com materiais protegidos permanentemente contra a corrosão. Deve ser usado aço galvanizado a quente com revestimento plástico ou aço inoxidável com teor de molibdênio ≥ 2%, por exemplo 1.4404 ou 1.4571. As hastes de ligação devem ser claramente marcadas com tampas de proteção durante a fase de construção, por ex. com a OBO ProtectionBall.

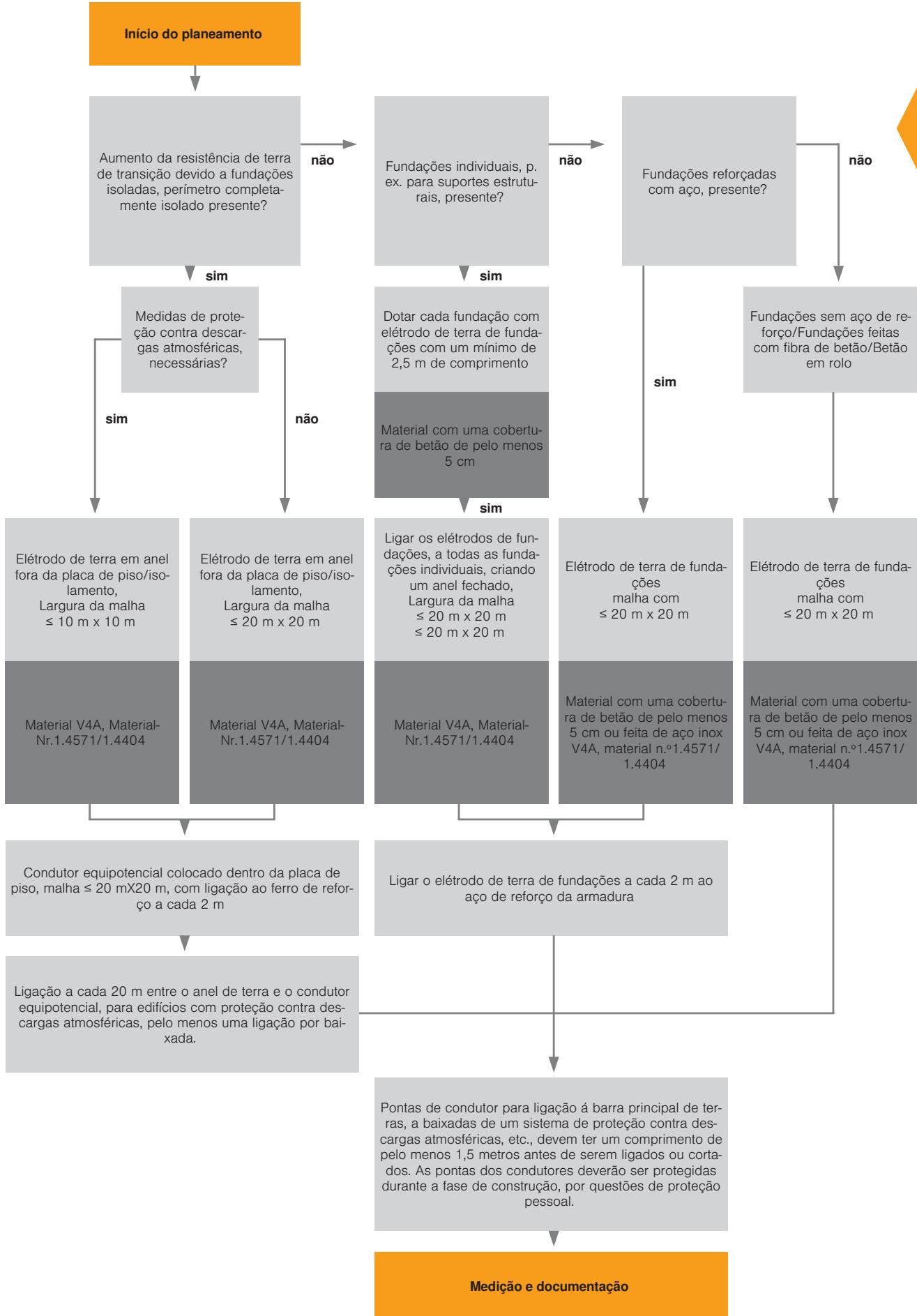
Materiais para elétrodos de terra em anel

Os seguintes materiais podem ser usados como materiais para o elétrodo de terra em anel malhado:

- Fita de aço inoxidável, 30 x 3,5 mm
- Condutor redondo em aço inoxidável, Ø 10 mm
- Cabo de terras, 50 mm²



OBO-ProtectionBall, Ref. 5018014 para marcação e proteção dos condutores



Com o auxílio de planeamento, pode especificar os tamanhos de malha e os desenhos do sistema de elétrodo de terra de fundações para um projeto específico.



*Colar de selagem estanque à água DW RD10,
Ref. 2360 04 1*

Peças de ligação

Se as ligações forem feitas no solo, por exemplo com o elétrodo de terra em anel, estas devem ser projetadas para serem permanentemente resistentes à corrosão. Neste caso é recomendado o uso de aço inoxidável com teor de molibdênio $\geq 2\%$, por exemplo 1.4404 ou 1.4571. Além disso, esses ligadores também devem ser fixados com uma cinta anticorrosiva plástica.

As ligações entre o elétrodo de terra de fundações/condutor de ligação equipotencial funcional e o reforço ou entre o condutor de ligação equipotencial funcional e o elétrodo de ligação à terra e os terminais de ligação podem ser ligações de parafusar, aperto ou de soldadora. Não são permitidas conexões de amarração. Somente componentes de conexão testados conforme a DIN EN 62561-1 (IEC 62561-1) devem ser usados.

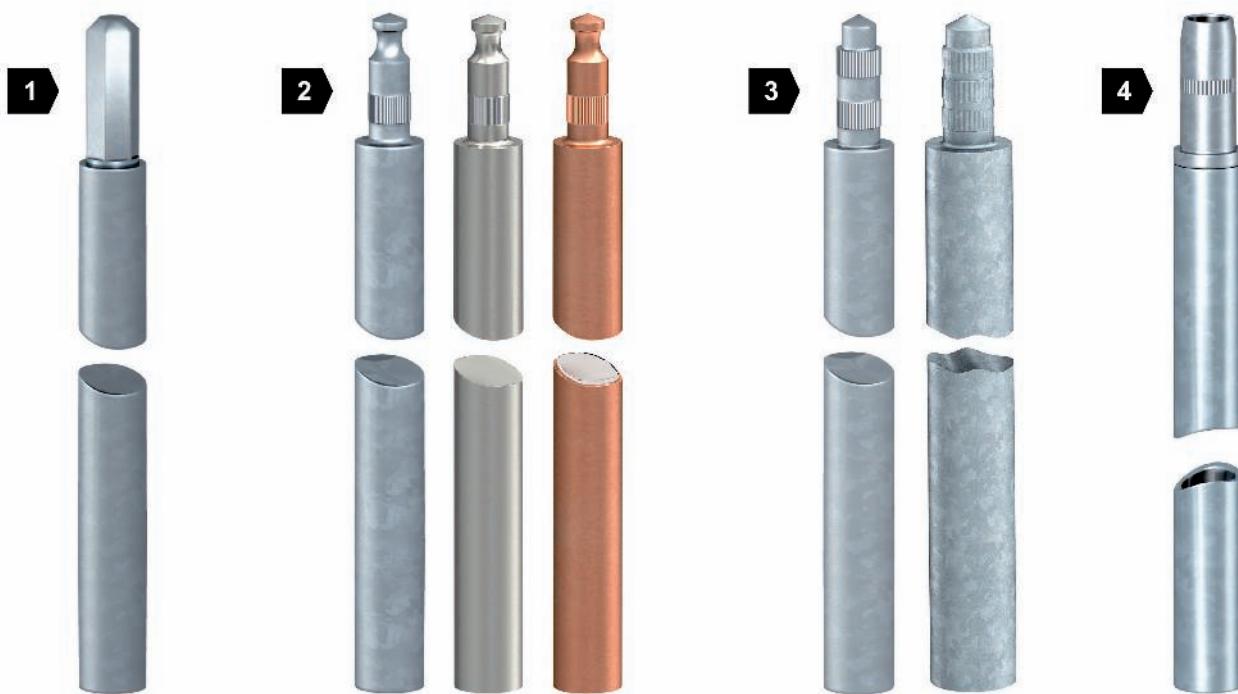
As ligações do elétrodo de terra em anel no prédio devem ser feitas acima do nível mais alto do lençol freático. Alternativamente, colares de selagem à prova de água do tipo DW RD10 podem ser usados.

Proteção contra a corrosão

Dentro das vedações de tina e relativamente ao isolamento do perímetro (DIN 18014), assim como em áreas potencialmente corrosivas, deve-se sempre usar aço inoxidável à prova de ferrugem com teor de molibdênio $\geq 2\%$, por ex. 1.4404 ou 1.4571. As ligações na terra, amovíveis, devem ser protegidas contra a corrosão (cinta plástica anticorrosiva).

2.4.4 Versões

Os sistemas de ligação à terra podem consistir em um elétrodo de terra do tipo A ou do tipo B. Existem diferentes versões de ambos, que variam de acordo com a situação de aplicação.



| | |
|----------|-----------------|
| 1 | Tipo OMEX |
| 2 | Tipo BP |
| 3 | Tipo Standard |
| 4 | Tipo LightEarth |

Versões dos elétrodos de terra

2.4.4.1 Elétrodos de terra

Os elétrodos de terra são diferenciados de acordo com o tipo de ligação dos elétrodos individuais, o diâmetro externo e o material.

Os elétrodos de terra consistem em elétrodos individuais combináveis com um comprimento de 1,5 m. A conexão consiste em um acoplamento com um furo e um pino. Isto tem a vantagem de que o acoplamento se fecha durante a instalação e uma boa ligação mecânica e elétrica é estabelecida. Ao inserir o elétrodo de terra, o solo ao redor do elétrodo é compactado. Isto resulta em um bom contato elétrico.

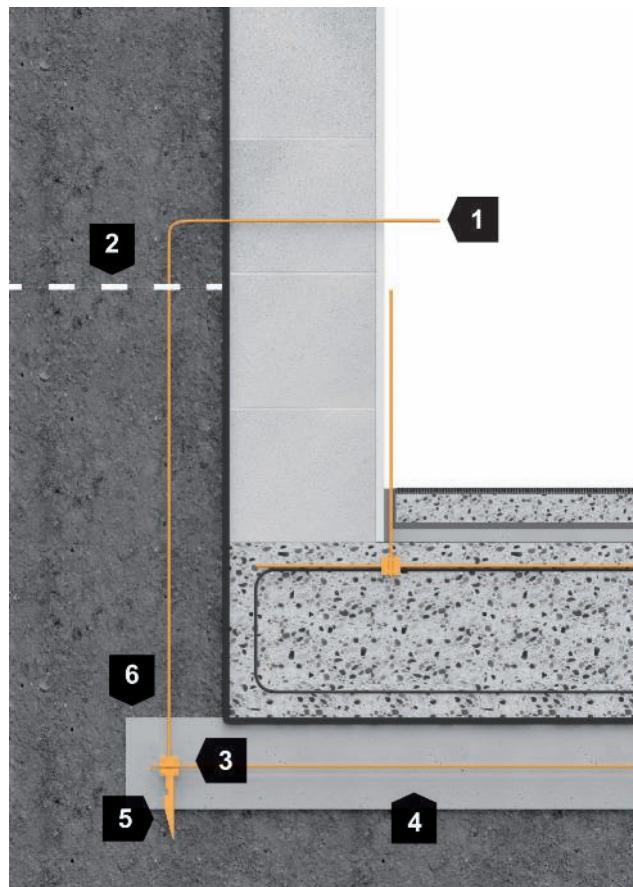
As ferramentas de impacto geralmente são usadas para cravar os elétrodos de terra. A possível profundidade de penetração dos elétrodos de terra depende de vários fatores geológicos.

Mais informações sobre a seleção e acessórios podem ser encontradas nas instruções de montagem atuais para elétrodos de terra da OBO.

Como os elétrodos de terra penetram nas camadas do solo, onde há humidade e temperatura constantes, são alcançados valores de resistência estáveis.

2.4.4.2 Tina Preta

A tina preta é um vedante feito de betume ou plástico que envolve a estrutura por todos os lados na área de contato com o solo. Uma vez que o elétrodo de terra da fundação não está mais em contato com a terra, um elétrodo de terra em malha adicional deve ser criado. Um condutor de ligação equipotencial funcional deve ser colocado na fundação. As hastes de ligação devem ser estanques à água ou inseridas no edifício acima do nível mais alto do lençol freático.

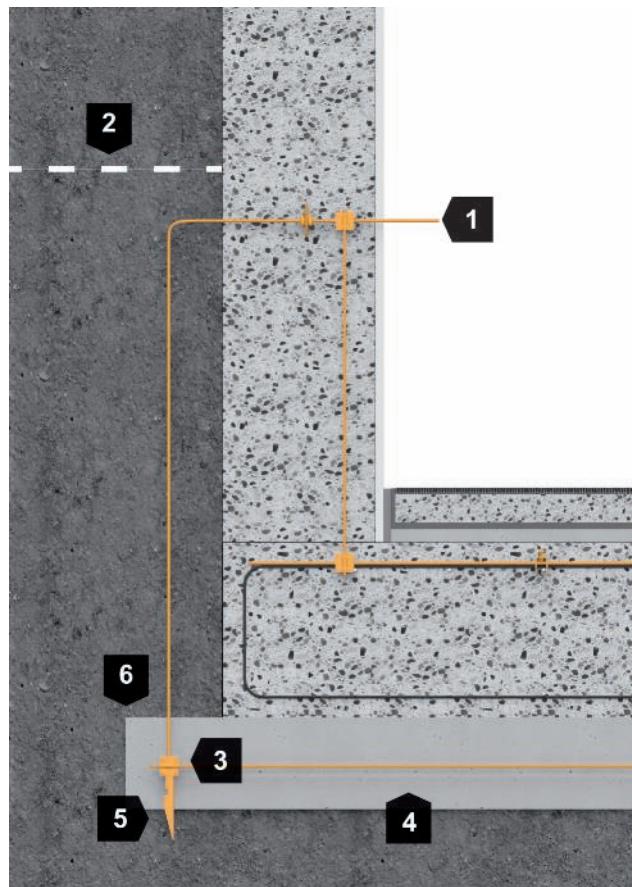


| | |
|----------|--|
| 1 | Haste de ligação pelo menos 1,50 m |
| 2 | Nível de água subterrânea mais alto |
| 3 | Elétrodo em anel |
| 4 | Camada de limpeza |
| 5 | Espaçador |
| 6 | Pelo menos 5 cm de revestimento de betão é considerado como proteção contra corrosão |

Tina Preta

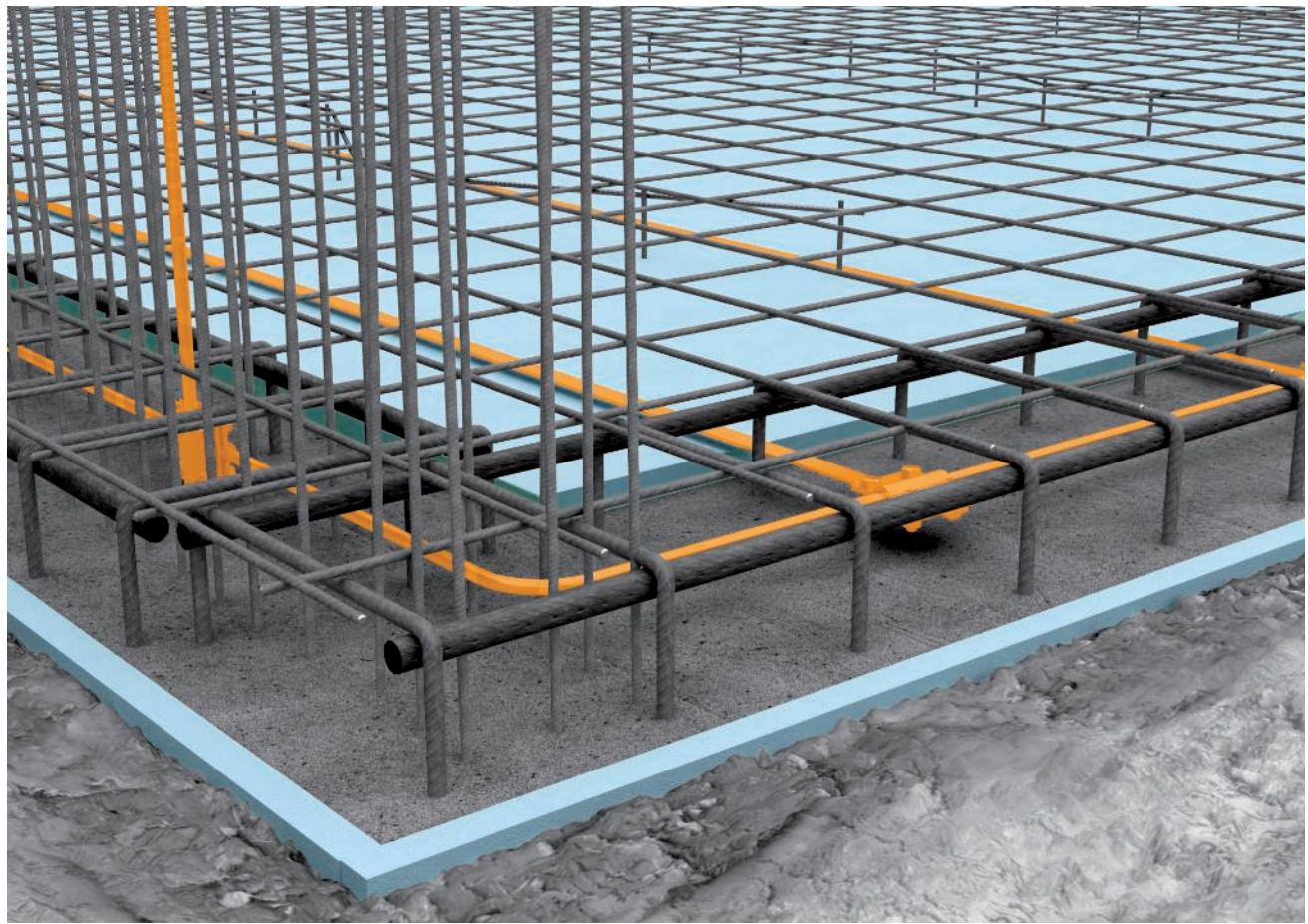
2.4.4.3 Tina Branca

A tina branca é uma construção de betão impermeável (betão WU), ou seja, a água não pode penetrar diretamente no betão. Uma vez que o elétrodo de terra da fundação não está mais em contato com a terra, um elétrodo de terra em anel adicional deve ser criado. O betão de graus como C20/25 ou C25/30 é chamado e considerado de betão impermeável.



| | |
|----------|--|
| 1 | Haste de ligação pelo menos 1,50 m |
| 2 | Nível de água subterrânea mais alto |
| 3 | Elétrodo em anel |
| 4 | Camada de limpeza |
| 5 | Espaçador |
| 6 | Pelo menos 5 cm de revestimento de betão é considerado como proteção contra corrosão |

Tina Branca



Placa de chão isolada (isolamento do perímetro, aqui: azul)

2.4.4.4 Isolamento do perímetro

Este é o isolamento térmico que envolve a área do edifício em contato com o solo do lado de fora. Geralmente consiste em painéis de espuma de poliuretano ou vidro tritulado.

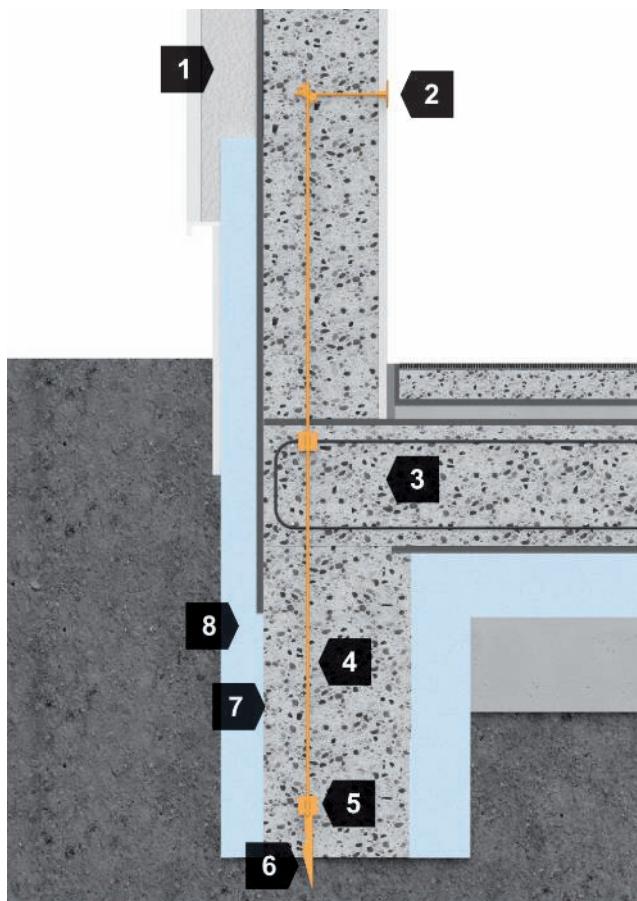
Se o edifício estiver cercado por todos os lados por isolamento perimetral, ou seja, todas as paredes envolventes, fundações em tira e fundo da fundação, a função do elétrodo de terra da fundação deixa de ser cumprida.

Como o elétrodo de terra da fundação não está mais em contato com a terra, um elétrodo de terra em anel reticular adicional deve ser criado. Um condutor de ligação equipotencial funcional deve ser colocado na fundação. As hastes de ligação devem ser estanques à água ou inseridas no edifício acima do nível mais alto do lençol freático.

Se o isolamento do perímetro for aplicado apenas nas paredes circundantes, muitas vezes ainda há contato com a terra. A terra da fundação pode ser instalada no betão.

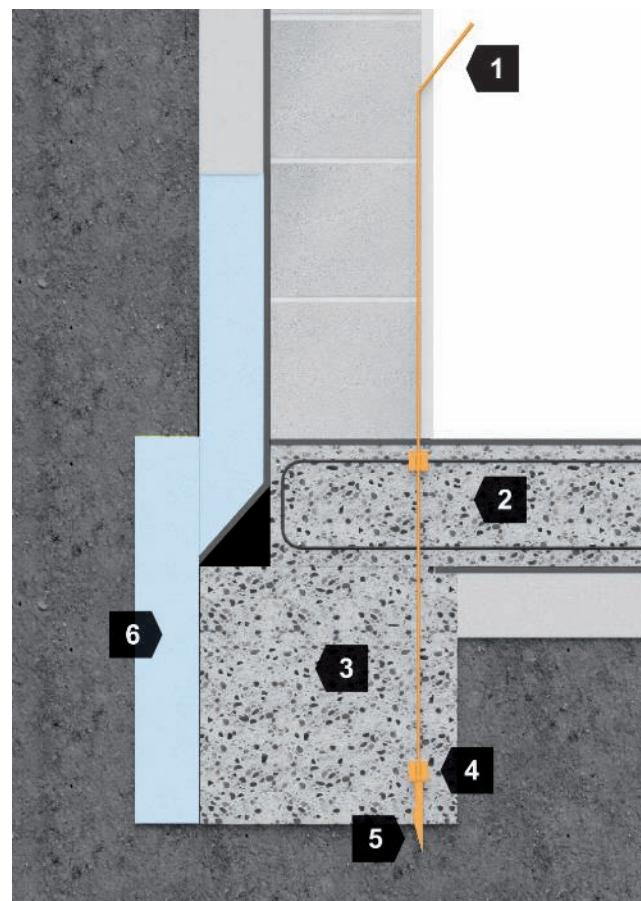
Para garantir o contato com a terra, não deve ser utilizado betão impermeável.

Se as paredes externas e a laje de fundação estiverem cercadas por isolamento de perímetro, o elétrodo de terra na laje de piso ainda terá um efeito de ligação à terra se a fundação em fita estiver aberta na parte inferior.



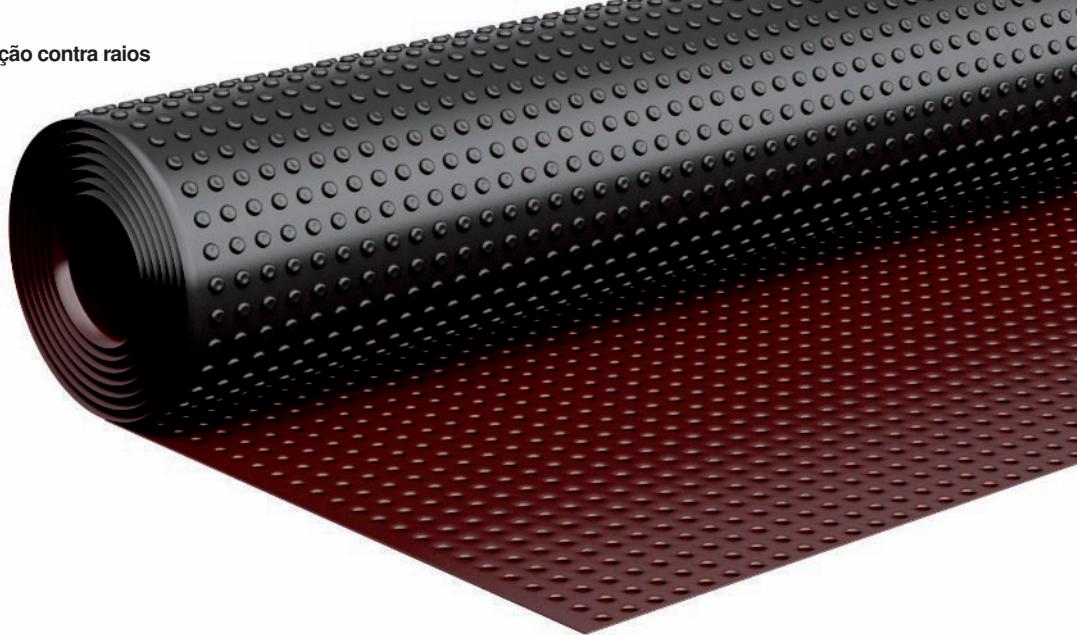
| | |
|----------|--|
| 1 | Isolamento |
| 2 | Ponto fixo de ligação terra |
| 3 | Placa base reforçada |
| 4 | Fita de fundação |
| 5 | Elétrodo de terra de fundações |
| 6 | Espaçador |
| 7 | Pelo menos 5 cm de revestimento de betão é considerado como proteção contra corrosão |
| 8 | Isolamento do perímetro |

Isolamento do perímetro nas laterais e abaixo da laje de fundação



| | |
|----------|-------------------------------------|
| 1 | Haste de ligação, pelo menos 1,50 m |
| 2 | Base |
| 3 | Fita de fundação |
| 4 | Elétrodo de terra de fundações |
| 5 | Espaçador |
| 6 | Isolamento do perímetro |

Isolamento do perímetro apenas nas paredes circundantes



Exemplo de película com covinhas

Influência de ^películas de plástico na resistência de terra

Em geral, existe uma influência negativa entre a fundação em fita ou a placa de fundação e a terra.

Películas "Simples":

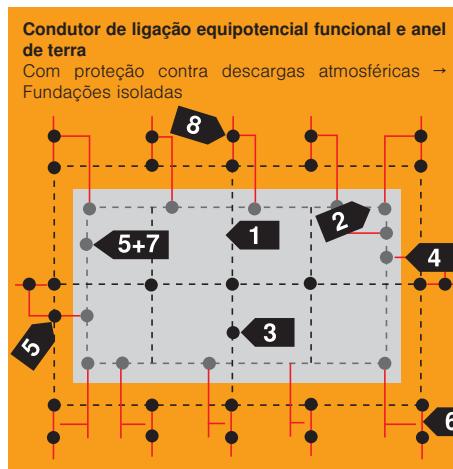
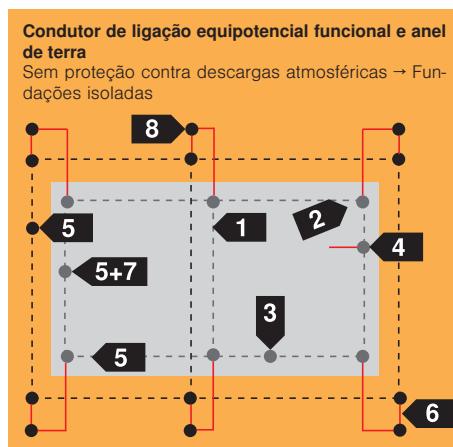
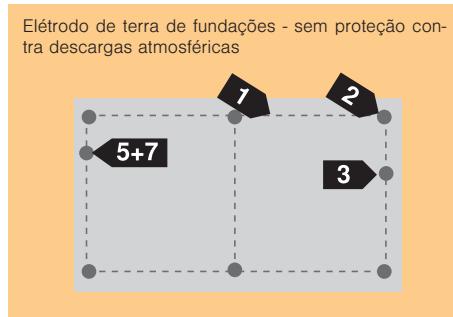
- Com películas simples, o efeito terra da fundação é limitado.
- No entanto, a resistência de terra geralmente ainda é suficiente. O elétrodo de terra da fundação atua como um elétrodo na fundação em fita ou na placa de fundação.

Películas de plástico com covinhas

- Consistem em polietileno especial de alta densidade. Se as películas individuais se sobreponerem, o contacto de terra do elétrodo da fundação se deteriora.
- Outras películas com saliências nas paredes exteriores resultam em um efeito de isolamento elétrico muito alto. Isto significa que o elétrodo de terra da fundação não está mais em contacto com a terra.

Como o elétrodo de terra da fundação não está mais em contato com a terra, um elétrodo de terra em anel reticular adicional deve ser criado.

2.4.5 Guia de seleção OBO para elétrodos de terra de fundações e em anel, de acordo com a DIN 18014 e IEC/EN 62305-3 (VDE 0185-305-3)



Eléktodo de terra de fundações



Material de terra, para utilização em betão:

- Fechado de todos os lados com um mín. de 5 cm de betão; ≤ 2 m com ligação para reforço
- Malha com max. 20 x 20 m; com proteção EMC segundo a VDE 0185-305-4: 5 x 5 m
- Fundação não reforçada: Material n.º 1.4571/1.4404, V4A

| Tipo | CJ | Ref. | Descrição |
|------------------|--------|---------|---|
| 1 5052 | 60 m | 5019347 | Fita de aço 30 x 3,5 mm FT |
| 1811 L | 25 Un. | 5014026 | Espaçador 400 mm FT |
| 2 250 A-FT | 25 Un. | 5313015 | Ligador diagonal para ferro de obra Ø 6-22mm FT |
| 3 1814 FT | 25 Un. | 5014468 | Ligador para aços de armadura até Ø 14 mm |
| 1814 FT D37 | 25 Un. | 5014469 | para aços de armadura Ø 16 - 37 mm |
| 4 205 B-M10 VA | 25 Un. | 5420008 | Ponto fixo de terra M10 |
| DW RD 10 | 10 Un. | 2360041 | Colar de selagem para cabo de terras 10 mm |
| 5 5011 VA M10 | 50 Un. | 5334934 | Ponto fixo de terra M10 |
| 8 ProtectionBall | 25 Un. | 5018014 | Bola de proteção para condutor redondo e plano |

Material ligação de terra, para utilização na terra ou limpeza

- Material n.º 1.4571/ 1.4404 ,V4A; Ligador de terra com cinta anticorrosiva
- Min. de 0,8 m de profundidade, colocar uma camada de drenagem, proteção contra geada (área húmida)
- Malha: sem proteção contra raios: 20 x 20 m, Ligação entre a terra e o betão: a cada 20 m; com proteção contra raios: 10 x 10 m, Ligação entre a terra e o betão: a cada derivação

| Tipo | CJ | Ref. | Descrição |
|-----------------|--------|---------|--|
| 5 RD 10 V4A | 60 m | 5021642 | Cabo de terras Ø 10 mm V4A |
| 5052 V4A 30x3,5 | 25 m | 5018730 | Fita de aço 30 x 3,5 mm V4A |
| 6 250 V4A | 25 Un. | 5312925 | Cruzeta para cabo de terra e fita de aço |
| 356 | 10 m | 2360101 | Fita anticorrosiva, largura: 100 mm |

Material para a ligação equipotencial

| Tipo | CJ | Ref. | Descrição |
|------------|-------|---------|---------------------------------|
| 7 1801 VDE | 1 Un. | 5015650 | Barra equipotencial, industrial |
| 1809 | 1 Un. | 5015073 | Barra equipotencial, privado |

Eléktodo em anel:



Fundação isolada, quando:

- Betão WU (Tina Branca) para WZ <0,6, de C30/B35, (de C25/B30) → já possível
- Tina Preta/Castanha
- Fundação completamente fechada com perímetro isolado ou membranas ondeadas
- Ligado adicionalmente, quebra, fraca condutividade elétrica de terra, p. ex. feito de materiais reciclados

2.5 Guias de planeamento OBO Construct

Guias de seleção digitais para sistemas de ligação à terra e proteção contra sobretensões

Os guias de planeamento eletrónico OBO Construct são programas que foram desenvolvidos para apoiar eletricistas e planeadores durante o planeamento de sistemas de instalação elétrica. Justamente em áreas complexas, como a proteção contra sobretensão e a ligação à terra, há várias condições essenciais técnicas e normativas a ter em atenção. Os dois programas OBO Construct para sistemas de proteção contra sobretensão e de ligação à terra devem ajudar ativamente aqui. Consultas sistemáticas facilitam a pesquisa de produtos adequados e garantem sistemas de proteção contra sobretensão e sistemas de ligação à terra em conformidade com as normas.

OBO Construct para proteção contra sobretensões

Esta ferramenta online apoia durante a escolha e comutação dos sistemas adequados de proteção contra sobretensões e informa sobre os aparelhos de proteção contra descargas atmosféricas e contra sobretensões da OBO. Pode ser criada rapidamente e de forma eficiente e precisa uma lista pessoal de materiais, o plano de ligação e memórias descriptivas para toda a proteção contra sobretensões nas áreas da tecnologia energética, energia fotovoltaica, telecomunicações, MCR, TV, HF, bem como da tecnologia de processamento de dados. Para um processamento posterior, o resultado pode ser convenientemente exportado em formato Excel.

Vantagens:

- Assistência aos trabalhos independente do tempo e do local
- Transferir os requisitos de planeamento em sistemas de produto completos
- Encontrar rápida e facilmente os produtos adequados
- Permite calcular automaticamente as listas de material e de peças
- Descarregar os resultados da configuração como ficheiros Excel ou Word

OBO Construct para sistemas de ligação à terra

Com o auxílio de seleção digital, os sistemas de ligação à terra podem ser planeados e configurados facilmente. O guia de utilizador simples e intuitivo orienta o utilizador passo a passo pelos componentes individuais do sistema de ligação à terra. Em segundo plano, o software calcula automaticamente as quantidades necessárias e os acessórios adequados. A aplicação pode ser aberta em qualquer dispositivo, independentemente do sistema operativo, quer seja smartphone, tablet ou computador de secretária.



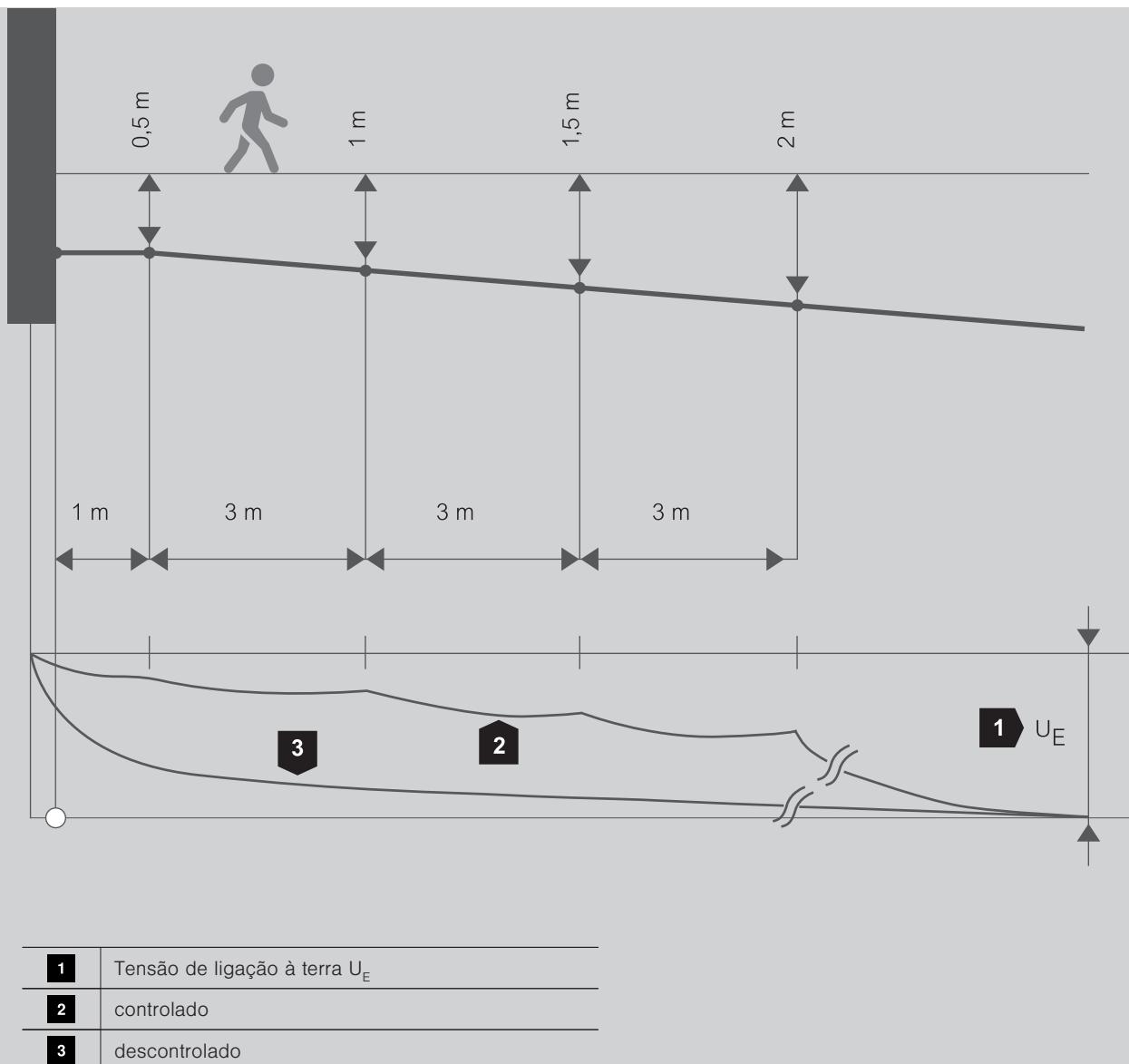
OBO

158

2.6 Distribuição de potencial

O controle de potencial reduz a tensão de passo perito de hastes ou dos condutores de baixada em um edifício. Condutores de terra adicionais são colocados e ligados uns aos outros em uma malha.

A corrente do raio é distribuída através do sistema de malha metálica e a queda de tensão e a tensão de passo resultante são reduzidas. Com a distância da haste ou do condutor de descida, o cabo de terra é colocado 0,5 m mais baixo em cada caso. As distâncias típicas entre os elétrodos de terra são de 3 m.



Controle potencial em um poste de luz

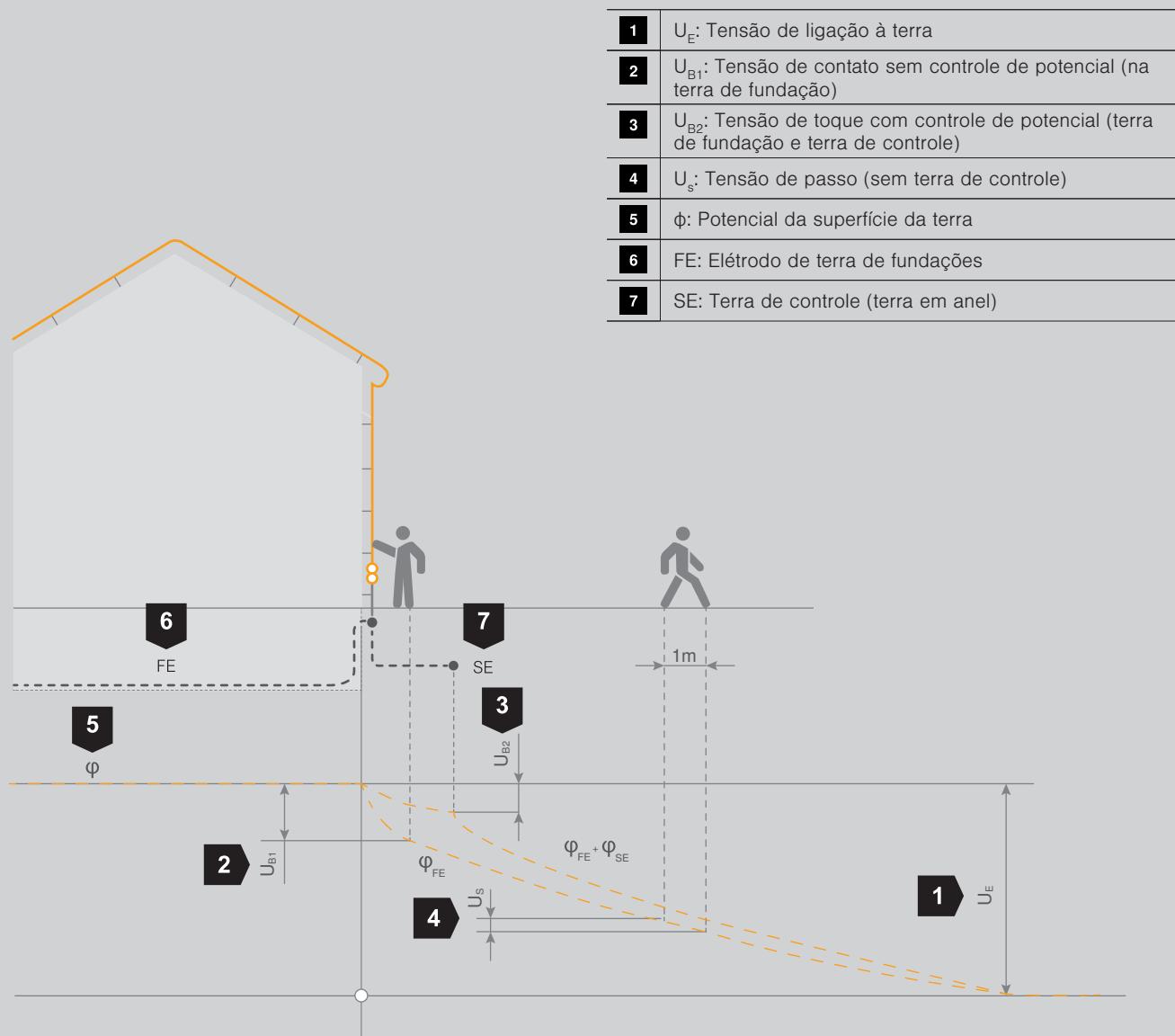
2.6.1 Tensão de passo

A tensão de passo é a tensão entre os pés de uma pessoa colocados a 1 m de distância. A corrente flui entre os pés da pessoa através de seu corpo. A tensão de toque é a tensão entre um componente (por exemplo, o condutor de baixada) e o potencial de terra.

A corrente flui da mão sobre o corpo para o pé. Ambas as tensões podem prejudicar o corpo. A redução por controle potencial ou isolamento é necessária.

2.6.2 Proteção contra tensão de contacto perigosa

O cabo isCon® Pro+ 75 GR pode ser usado como proteção contra tensões de contacto perigosas. Isto é particularmente importante em áreas com multidões. O cabo isCon® Pro+ 75 GR foi testado até um comprimento máximo de 5 m com um pico de tensão de pelo menos 100 kV (1,2/50 µs) sob chuva e atende aos requisitos de proteção contra contacto accidental de acordo com a VDE 0185-305- 3 (IEC/EN 62305-3).



Potencial de superfície da terra e tensões para o elétrodo de terra de fundações portador de corrente FE e elétrodo de terra de controle SE

2.7 Materiais e proteção contra corrosão

Na proteção exterior contra descargas atmosféricas são usados preferencialmente os seguintes materiais: aço galvanizado a quente, aço inoxidável, cobre e alumínio. Todos os metais que estão em contato direto com o solo ou água podem ser corroídos por correntes parasitas ou solos agressivos. A corrosão é a reação de um material metálico com seu ambiente, o que leva a um comprometimento das propriedades do material.

Causas da corrosão

A corrosão é causada pela combinação de diferentes metais no solo, água ou sal fundido, por exemplo condutor redondo de alumínio como baixada e cobre/aço como material de ligação à terra. Outra causa é a incorporação dos mesmos metais em ambientes diferentes, por exemplo aço em solo e betão.

As seções transversais mínimas, o desenho e o material dependem da respetiva aplicação.

| Material | Forma | Dimensões mínimas |
|---|--------------------|--------------------|
| Cobre, cobre estanhado | Fita maciça | 20 x 2,5 mm |
| | Redonda maciça (b) | Ø 8 mm |
| | Cabo (b) | 50 mm ² |
| | Redondo maciço | Ø 15 mm |
| Alumínio | Redondo maciço | Ø 8 mm |
| | Cabo | 50 mm ² |
| Liga de alumínio revestida a cobre | Redondo maciço (c) | Ø 8 mm |
| Liga de alumínio | Fita maciça | 20 x 2,5 mm |
| | Redondo maciço | Ø 8 mm |
| | Cabo (b) | 50 mm ² |
| | Redondo maciço | Ø 15 mm |
| Aço galvanizado a quente | Fita maciça | 20 x 2,5 mm |
| | Redondo maciço | Ø 8 mm |
| | Cabo (b) | 50 mm ² |
| | Redondo maciço | Ø 15 mm |
| Aço revestido a cobre (c) | Redondo maciço | Ø 8 mm |
| | Fita maciça | 20 x 2,5 mm |
| Aço inoxidável (a) | Fita maciça | 20 x 2,5 mm |
| | Redondo maciço | Ø 8 mm |
| | Cabo (b) | 50 mm ² |
| | Redondo maciço (d) | Ø 15 mm |

(a) Crómio ≥ 16 %; Níquel ≥ 8 %; Carbono ≤ 0,08 %

(b) 8mm de diâmetro pode ser reduzido para 28mm² (6mm de diâmetro) em certas aplicações onde a resistência mecânica não é um requisito essencial.

(c) Revestimento de cobre de, pelo menos, 70 µm com teor de cobre de 99,9%

(d) Aplicável para hastes captoras e base

Tabela 2.27: Material, forma e dimensões mínimas dos condutores de captação, hastes captoras, hastes de penetração na terra e condutores de descida

2.7.1 Materiais para sistemas de captação e derivação de raios

Na proteção exterior contra descargas atmosféricas são usados preferencialmente os seguintes materiais: aço galvanizado a quente, aço inoxidável, cobre e alumínio.

Corrosão

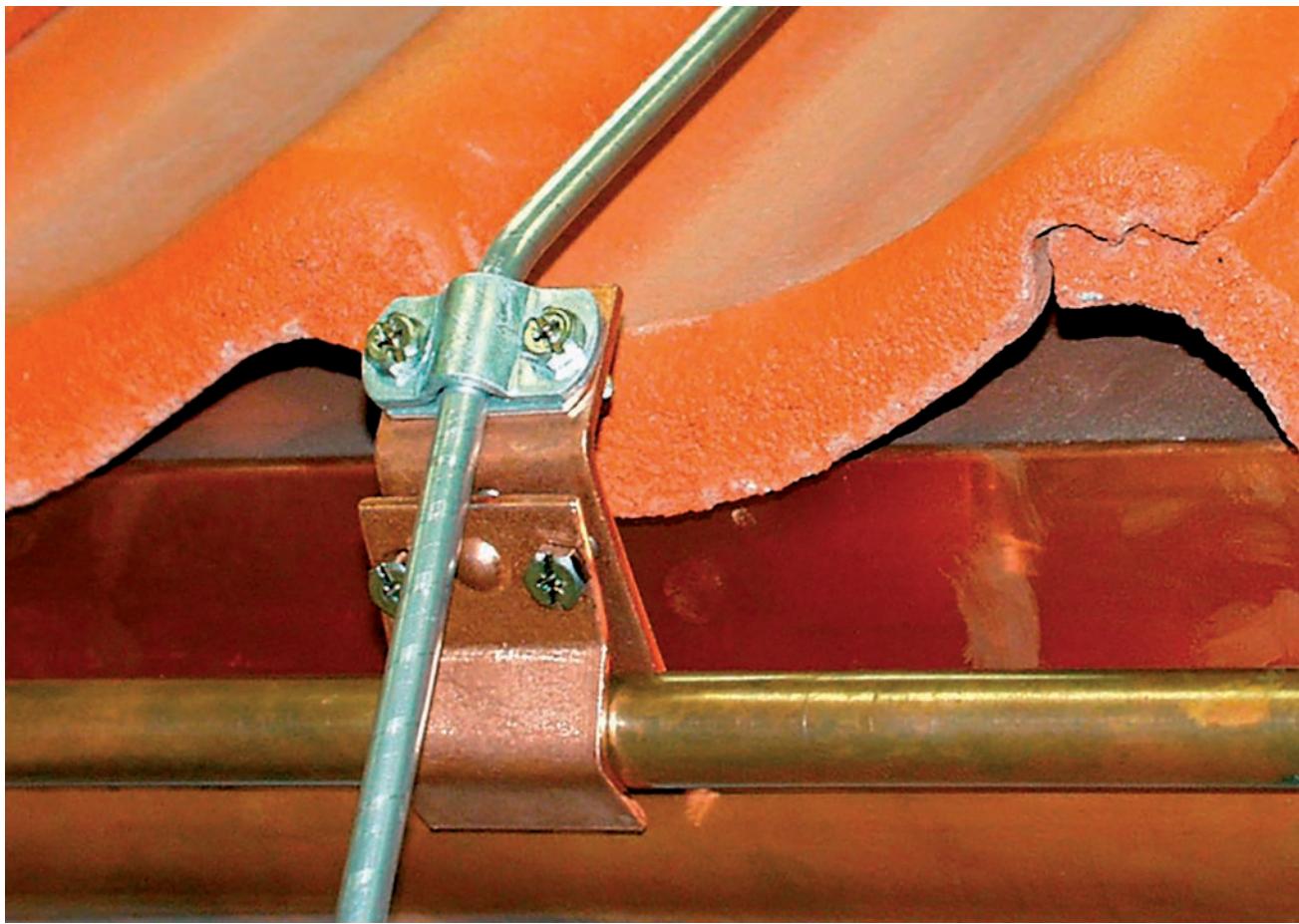
Existe perigo de corrosão especialmente em ligações de diferentes materiais. Por esta razão, não podem ser montados componentes de cobre sobre superfícies galvanizadas ou sobre peças de alumínio, na medida em que, através da chuva ou de outras influências, partículas de cobre podem penetrar a superfície galvanizada. Em sequência, produz-se um elemento galvânico que acelera a corrosão na superfície de contacto. Se for necessária uma ligação entre dois materiais diferentes, cuja combinação não seja recomendada, podem ser usados ligadores bimetálicos.

A figura abaixo mostra o uso de ligadores bimetálicos em uma fita de cobre à qual é conectado um condutor redondo de alumínio. Locais com elevado perigo de corrosão como inserções no betão ou na terra terão que ser protegidos da corrosão. Nos pontos de união na terra terá que ser aplicada um revestimento adequado como proteção contra a corrosão.



Ligador rápido bimetálico Vario com placa intermedia bimetálica (cobre/alumínio)

| Categorias de corrosividade conforme a DIN EN ISO 12944 | | | | |
|---|---|--|-------------------------|----------------------------|
| Categoria da corrosão | Ambiente típico no interior | Ambiente típico no exterior | Intensidade da corrosão | Desgaste médio da zincação |
| C 1 | Edifícios aquecidos com atmosferas neutras, por ex. escritórios, lojas, escolas, hotéis. | - | não importante | <0,1 µm/a |
| C 2 | Edifícios não aquecidos onde possa ocorrer condensação, por ex. armazém, pavilhões desportivos. | Atmosfera com sujidade reduzida. Maioritariamente áreas rurais. | baixo | 0,1 a 0,7 µm/a |
| C 3 | Instalações em locais com elevada humidade e algumas impurezas no ar, por ex. sistemas para a indústria alimentar, lavandarias, fábricas de cerveja, fábricas de lacticínios. | Atmosferas urbanas e industriais, poluição moderada devido a dióxido sulfúrico, áreas costeiras com uma carga salina reduzida. | moderado | 0,7 a 2,1 µm/a |
| C 4 | Indústria química, piscinas, edifícios sobre ou junto ao mar. | Áreas industriais e áreas costeiras com uma carga salina reduzida. | forte | 2,1 a 4,2 µm/a |
| C 5-I | Edifícios ou ambientes com humidade constante e com poluição elevada. | Áreas industriais com uma elevada humidade e atmosferas agressivas. | muito forte (indústria) | 4,2 a 8,4 µm/a |
| C 5-M | Edifícios ou ambientes com humidade constante e com forte sujeira. | Zonas costeiras ou longe da costa com carga salina. | muito forte (mar) | >4,2 a 8,4 µm/a |



Ligador bimetálico (condutor redondo de alumínio e fita de cobre)

O alumínio não deve ser disposto diretamente (sem distância) sobre, no ou debaixo do reboco, argamassa ou betão e também não pode ser colocado na terra. Na tabela 2.28 "Combinações de materiais" são avaliadas as possíveis combinações de metal tendo em consideração a corrosão por contacto com o ar.

| | Aço, galvanizado | Alumínio | Cobre | Aço inoxidável | Titânio | Estanho |
|-------------------------|------------------|----------|-------|----------------|---------|---------|
| Aço, galvanizado | sim | sim | não | sim | sim | sim |
| Alumínio | sim | sim | não | sim | sim | sim |
| Cobre | não | não | sim | sim | não | sim |
| Aço inoxidável | sim | sim | sim | sim | sim | sim |
| Titânio | sim | sim | não | sim | sim | sim |
| Estanho | sim | sim | sim | sim | sim | sim |

Tabela 2.28: Combinações de materiais permitidas (não = aumento da corrosão)

As seções transversais mínimas, o desenho e o material dependem da respetiva aplicação no local.

2.7.2 Materiais para sistemas de ligação à terra

| Material | Forma | Dimensões mínimas | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| | | Elétrodo de terra | Condutor de terra | Elétrodo de chapas de terra |
| Cobre, cobre estanhado | Cabo | | 50 mm ² | |
| | Redondo maciço | | Ø 8 mm | |
| | Fita maciça | | 20 x 2,5 mm | |
| | Redondo maciço | Ø 15 mm | | |
| | Tubo | Ø 20 mm | | |
| | Placa maciça | | | 500 x 500 mm |
| | Placa de grelha | | | 600 x 600 mm |
| Aço galvanizado a quente | Redondo maciço | | Ø 10 mm | |
| | Redondo maciço | Ø 14 mm | | |
| | Tubo | Ø 25 mm | | |
| | Fita maciça | | 30 x 3 mm | |
| | Placa maciça | | | 500 x 500 mm |
| | Placa de grelha | | | 600 x 600 mm |
| | Perfil (a) | 290 mm ² | | |
| Aço polido (b) | Cabo | Ø 8 mm | 70 mm ² | |
| | Redondo maciço | | Ø 10 mm | |
| | Fita maciça | | 25 x 3 mm | |
| Aço revestido a cobre | Redondo maciço (c) | Ø 14 mm | | |
| | Redondo maciço (c) | | Ø 8 mm | |
| | Redondo maciço (d) | | Ø 10 mm | |
| | Fita maciça | | 30 x 3 mm | |
| Aço inoxidável (e) | Redondo maciço | | Ø 10 mm | |
| | Redondo maciço | Ø 15 mm | | |
| | Fita maciça | | 30 x 3,5 mm | |

(a) São permitidos perfis diferentes com uma secção transversal de 290 mm² e uma espessura mínima de 3 mm, por ex., perfis cruzados.

(b) Deve ser embutido em betão a uma profundidade de, pelo menos, 50 mm.

(c) Com revestimento de cobre de, pelo menos, 250 µm com teor de cobre de 99,99%.

(d) Com revestimento de cobre de, pelo menos, 70 µm com teor de cobre de 99,99%.

(e) Crómio ≥ 16 %; Níquel ≥ 5 %; Molibdénio ≥ 2 %; Carbono ≤ 0,08 %.

Tabela 2.29: Material, forma e seção transversal dos elétrodos de terra de acordo com a VDE 0185-561-2 (IEC 62561-2)



Gerador de corrente de raio BET e marca de teste BET

2.8 Teste de componentes do sistema de proteção contra raios

Componentes de ligação

Os componentes para sistemas de proteção contra raios são testados quanto ao seu funcionamento de acordo com VDE a 0185-561-1 (IEC/EN 62561-1) "Requisitos para componentes de ligação". Após uma fase de condicionamento de 10 dias, os componentes são submetidos a três correntes de pico. Os componentes de proteção contra raios para dispositivos de captura são testados com $3 \times I_{imp}$ 100 kA (10/350). Isto corresponde à classe de teste H.

Os componentes para condutores de descida, através dos quais a corrente do raio pode ser dividida (pelo menos dois condutores de descida) e ligações no sistema de ligação à terra, são testados com $3 \times I_{imp}$ 50 kA (10/350). Isso corresponde à classe de teste N.

Elétrodo de terra e material condutor

Todos os tipos de elétrodos de terra e seus acoplamentos de proteção contra raios devem ser testados de acordo com a VDE 0185-561-2 (IEC/EN 62561-2). Estes devem suportar inúmeros testes de carga de acordo com o condicionamento que representa o envelhecimento artificial. Testes mecânicos, testes de corrente de raio e conformidade com a resistência à tração específica do material são alguns exemplos aqui. As especificações normativas para resistência à tração, resistência à corrosão e dimensões mínimas do produto para o material do cabo também devem ser verificadas e cumpridas dependendo do material e do tipo de produto (ver também Tabelas 2.27 e 2.29). Testes adicionais de corrente de curto-círcuito, com correntes de 50 Hz, comprovam o uso para terras de sistemas de energia com tensões nominais AC acima de 1 kV conforme a VDE 0101-2 (DIN EN 50522).

| Norma de ensaio | Testado com | Aplicação |
|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| VDE V 0185-561-8 (IEC TS 62561-8) | $3 I_{imp}$ 200 kA (10/350) | isCon resistente a alta tensão® Cabo Premium, incluindo ligadores e hastes |
| VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1) | $3 I_{imp}$ 100 kA (10/350) | Hastes captoras |
| VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1) | $3 I_{imp}$ 50 kA (10/350) | Múltiplas derivações (pelo menos duas), através das quais se pode repartir a descarga atmosférica. |

Tabela 2.30: Classes de teste de componentes de ligação

3

A compensação de potencial de proteção contra raios representa a proteção contra raios interna no edifício. No caso de incidência de raio surge uma queda de tensão na resistência à terra, devendo ser evitadas perigosas diferenças de potencial entre as partes metálicas do edifício e os cabos de energia e de dados. A compensação de potencial une todas as instalações metálicas (tubos de gás e água, ...), as instalações elétricas (cabos de energia e dados), o sistema de proteção contra raios e o sistema de ligação à terra diretamente ou através de descarregadores de correntes de raio (SPD tipo 1 ou tipo 1+2). Por intermédio de dispositivos de proteção contra sobretensões (SPDs) é assegurada uma limitação de tensão correspondente à coordenação de isolamento.

Os descarregadores de correntes de raio (SPD tipo 1 ou tipo 1+2) devem ser colocados o mais diretamente possível no local de entrada ou ponto de alimentação da instalação. Deste modo, assegura-se que nenhuma corrente de raio é transportada para a instalação e provoque danos nos sistemas elétricos. Para a proteção dos aparelhos eletrónicos, ainda é necessário colocar aparelhos de proteção contra sobretensões (SPD tipo 2) a jusante dos condutores combinados (SPD tipo 1+2) no ponto de alimentação ou dos descarregadores de correntes de raios (SPD tipo 1). Estes SPDs reduzem a sobretensão a um nível muito baixo e compatível com os aparelhos terminais e a instalação.



Capítulo 3: O sistema interno de proteção contra raios

| | |
|---------|---|
| 3 | O sistema interno de proteção contra raios |
| 3.1 | Sistemas de ligação equipotencial |
| 3.1.1 | Métodos de planeamento |
| 3.1.2 | Versões |
| 3.1.2.1 | Aplicações industriais |
| 3.1.2.2 | Aplicações residenciais e de escritório |
| 3.1.2.3 | Áreas com risco de explosão |
| 3.2 | Sistemas de proteção contra sobretensões para sistemas de energia |
| 3.2.1 | Descargas atmosféricas |
| 3.2.1.1 | Operações de comutação SEMP |
| 3.2.1.2 | Descargas estáticas ESD |
| 3.2.2 | Tipos de sobretensão |
| 3.2.2.1 | Sobretensões transitórias |
| 3.2.2.2 | Sobretensões temporárias e permanentes |
| 3.2.3 | Métodos de planeamento |
| 3.2.3.1 | Conceito de zonas de proteção contra raios |
| 3.2.3.2 | Classificação dos dispositivos de proteção contra sobretensões |
| 3.2.3.3 | Dispositivos de proteção em diferentes sistemas de rede |
| 3.2.3.4 | Critérios de seleção |
| 3.2.3.5 | Regulamentos de instalação |
| 3.2.3.6 | Círculo de proteção |
| 3.2.4 | Versões |
| 3.2.4.1 | Instalação (RCD) |
| 3.2.4.2 | Parques eólicos |
| 3.2.4.3 | Aplicações residenciais e industriais |
| 3.2.4.4 | Sistemas FV |
| 3.2.4.5 | Sistemas de iluminação pública LED |
| 3.2.4.6 | Iluminação interior LED |
| 3.3 | Proteção contra sobretensões para redes de dados e tecnologia de informação |
| 3.3.1 | Métodos de planeamento |
| 3.3.1.1 | Topologias |
| 3.3.1.2 | Interferências em sistemas de tecnologias de informação |
| 3.3.1.3 | Edifícios e blindagem espacial |
| 3.3.1.4 | Blindagem de cabos |
| 3.3.1.5 | Características de transferência |
| 3.3.1.6 | Transferência de dados simétrica e assimétrica |
| 3.3.1.7 | Classes de proteção de aparelhos |
| 3.3.2 | Instalação de aparelhos |
| 3.3.2.1 | Ligação equipotencial de cabos de dados |
| 3.3.2.2 | Tecnologia de regulação, comando e medição |
| 3.3.2.3 | Telecomunicações |
| 3.3.2.4 | Tecnologia de alta frequência |
| 3.3.2.5 | Transmissão de dados |

3. O sistema interno de proteção contra raios

Quer seja no domínio profissional ou no domínio particular é crescente a nossa dependência de aparelhos elétricos e eletrónicos. As redes de dados em empresas ou em equipamentos de emergência, em hospitais e corpos de bombeiros, são núcleos vitais para a já há muito tempo indispensável troca de informação em tempo real. Bases de dados sensíveis, por ex. instituições bancárias ou editoras, necessitam de meios de transmissão a operar em segurança.

Não só as quedas de raios diretas constituem uma ameaça latente para estes sistemas. Muito mais frequentemente, os aparelhos eletrónicos de hoje são danificados por sobretensões cujas causas são descargas de raios distantes ou comutações em grandes instalações elétricas.

Proteção contra sobretensões por compensação de potencial

Se aparelhos elétricos forem sujeitos a uma diferença de potencial elevada ou sobretensão, o isolamento ou a rigidez dielétrica podem ser excedidos. Isto destrói o aparelho. Aparelhos de proteção contra sobretensões (SPDs), tal como um interruptor aberto, estão ligados à compensação de potencial e curto-circuitam a sobretensão perante uma falha destrutiva do isolamento de um modo seguro. Tal como um pássaro no cabo de alta tensão, o aparelho elétrico sobe para um nível de potencial unitário sendo, deste modo, protegido.

A proteção contra sobretensões faz parte do sistema de compensação de potencial e protege perante uma rotura do isolamento com curto-circuito e perigo de incêndio.

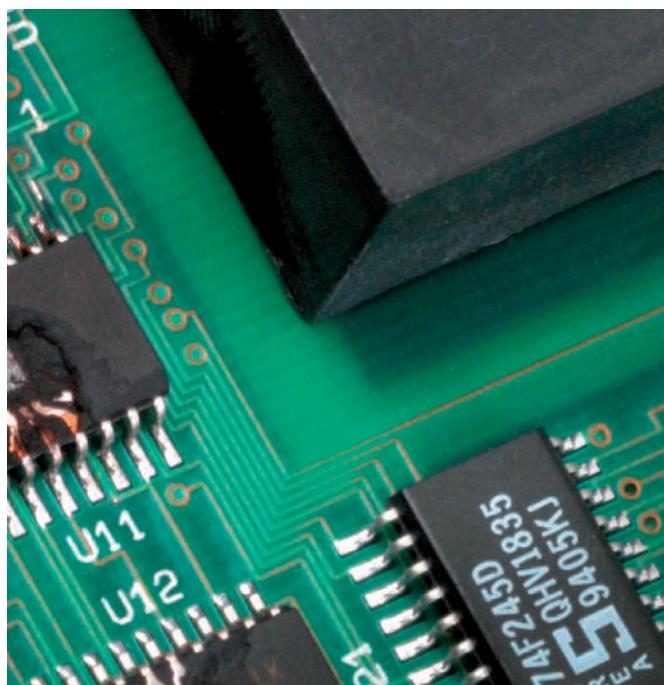
Também durante as trovoadas são libertadas num curto espaço de tempo elevadas quantidades de energia. Estes picos de tensão podem penetrar num edifício através de todo o tipo de ligações condutoras e provocar grandes prejuízos.

As estatísticas atuais e avaliações das companhias de seguros indicam: a dimensão dos danos por sobretensões, sem custos subsequentes e de inatividade, assumiu há muito uma dimensão crítica devido à crescente dependência dos aparelhos eletrónicos. Portanto, não é de estranhar que as companhias seguradoras verifiquem cada vez mais sinistros e estipulem o uso de dispositivos de proteção contra sobretensões. Por ex. a diretiva VdS 2010 contém informações sobre as medidas de proteção.

O sistema de proteção contra raios ou mesmo o conceito de proteção contra sobretensões faz parte das atuais normas e estado da técnica.

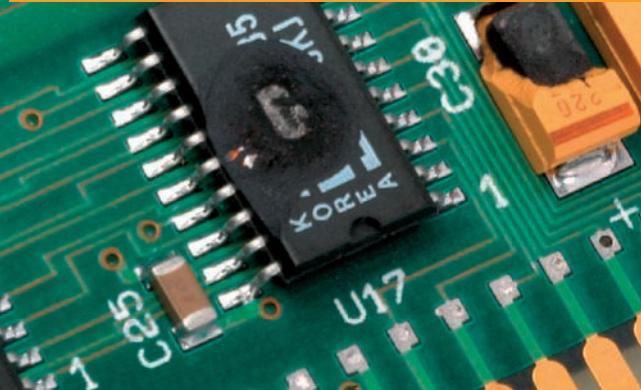
Resumo das normas atuais:

- Proteção contra raios interior
VDE 0185-305-4 (IEC 62305-4)
- Proteção contra sobretensões
IEC 60364-5-534 (VDE 0100-53)



Danos por sobretensão numa placa de circuito

Os aparelhos de proteção contra sobretensões aumentam a disponibilidade de instalações eletrónicas. De acordo com a atual VDE 0100-443 para uma instalação elétrica segundo a norma é obrigatório instalar uma proteção contra sobretensão em todos os novos edifícios/distribuições.



3.1 Sistemas de ligação equipotencial

Através de uma compensação de potencial adequada são impedidas perigosas tensões de contacto entre partes da instalação.

Requisitos normativos à compensação de potencial:

- VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41)
Ligação equipotencial
- VDE 0100-540 (IEC 60364-5-54)
Condutores de compensação de potencial de proteção
- VDE 0100-701 (IEC 60364-7-701)
Casa de banho
- VDE 0100-702 (IEC 60364-7-702)
Piscinas
- VDE 0100-705 (IEC 60364-7-705)
Agricultura
- VDE 0800 (IEC 61784)
Sistemas de telecomunicação
- VDE 0855-1 (IEC 60728-11)
Ligação à terra de antena
- VDE 0185-305 (IEC 62305)
Ligação equipotencial para proteção contra descargas atmosféricas
- Elétrodo de terra de fundações DIN 18014
Ligação equipotencial para proteção contra descargas atmosféricas

Neste caso é feita a distinção entre compensação de potencial e compensação de potencial de proteção adicional.

Compensação de potencial de proteção

Mal sejam conduzidas no edifício, todas as peças condutoras externas devem ser ligadas umas às outras, de modo a evitar diferenças de potencial.

Integração de todas as partes externas condutoras na calha principal de ligação à terra (HES)

- Elétrodo de terra de fundações
- Ligação à terra de proteção contra raios
- Condutor para a compensação de potencial de proteção
- Condutor de proteção da instalação elétrica
- Cabos de água, gás e aquecimento metálicos
- Ligação à terra de antena
- partes metálicas do edifício como, por exemplo, canais de climatização, trilhos de elevador, etc.
- Blindagens de cabo metálicas

Compensação de potencial de proteção adicional

A compensação de potencial de proteção contra raios é uma extensão da compensação de potencial de proteção. Neste caso, é adicionamente implementada, em todos os cabos de alimentação da instalação de baixa tensão e tecnologia de informação, uma compensação de potencial através de aparelhos de proteção contra sobretensão.

Em instalações com condições de entorno especiais, p. ex., em áreas potencialmente explosivas ou quando tal é diretamente exigido por via das normas, deve ser efetuada uma compensação de potencial de proteção adicional.

Todos os corpos de meios operacionais (fixos) estacionários na proximidade do local da instalação que podem ser simultaneamente tocados devem ser ligados a todas as peças condutoras externas que podem ser simultaneamente tocadas. Isto afeta, entre outros, o condutor de compensação de potencial de funcionamento de acordo com a DIN 18014, bem como o reforço principal metálico de betão armado.

3.1.1 Métodos de planeamento

Para evitar diferenças de potencial, as seguintes partes da instalação devem ser ligadas através de cabos de compensação de potencial VDE 0100-540 (IEC 60364-5-54) através da calha de ligação à terra principal:

- Tubagens eletricamente condutoras
- outros componentes condutores
- Condutor de proteção
- Condutor de ligação à terra de função

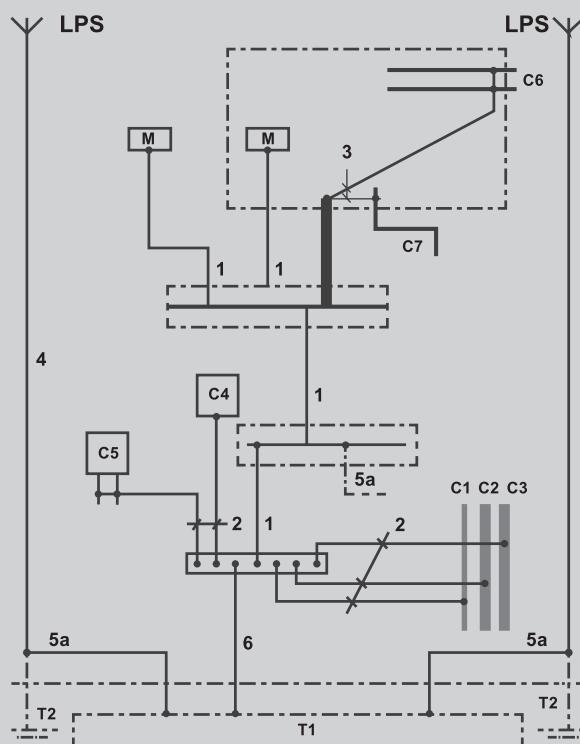
A barra de aterramento principal deve estar prevista para o compartimento de ligação principal ou na proximidade das ligações principais. Em todos os edifícios, o condutor de ligação à terra e as seguintes partes condutoras devem estar unidas à compensação de potencial de proteção através da barra de aterramento principal:

- Tubagens metálicas de sistemas de alimentação
- Peças condutoras externas da construção do edifício
- Sistemas metálicos de aquecimento central e de ar condicionado
- Condutor de proteção da instalação elétrica
- Reforços metálicos de construções de edifícios em betão armado

Os condutores de compensação de potencial de proteção devem, neste caso, respeitar as exigências da DIN VDE 0100-410/-540 (IEC 60364-441/IEC 60364-5-54). Na compensação de potencial de proteção contra raios, os condutores da compensação de potencial devem ser dimensionados para correntes mais elevadas. As secções transversais devem ser concebidas de acordo com a VDE 0185-305 (IEC 62305).

Exigência à Compensação de potencial:

- Separação dos condutores
- Ligação fiável
- Apenas é possível soltar com ferramenta



| | |
|--------------|--|
| M | Corpos (meios operacionais elétricos) |
| C | Peça externa condutora (C1, C2, C3, C6, C7) |
| B | Barra de terra principal |
| T1 | Elétrodo de terra de fundações |
| T2 | Elétrodo de terra para proteção contra sobretensão |
| LPS | Sistema de proteção contra raios |
| 1 | Condutor de proteção (PE) |
| 2 | Condutor de compensação de potencial de proteção para a ligação com a barra de ligação à terra principal |
| 3 | Condutor de compensação de potencial de proteção (para a compensação de potencial de proteção adicional) |
| 4 | Derivação da proteção contra raios |
| 5 | Condutor de ligação à terra |
| 5a | Condutor de ligação à terra funcional para proteção contra raio |
| C4 | Ar condicionado |
| C5 | Aquecimento |
| C6/C7 | Tubos de água e de esgoto metálicos num quarto de banho |

Compensação de potencial de uma instalação estrutural

Compensação de potencial de acordo com a DIN VDE 0100-410/-540 (IEC 60364-4-41 e IEC 60364-5-54)

Os condutores de proteção devem ser adequadamente protegidos contra danos mecânicos, degradações químicas ou eletroquímicas, bem como forças eletrodinâmicas e termodinâmicas. Os aparelhos de proteção não devem ser inseridos no condutor de proteção. São permitidas ligações para efeitos de teste.

3.1.2 Versões

Cada sistema aplicou outros requisitos ambientais e exigências normativas na compensação de potencial. Assim, é necessário utilizar diferentes componentes para estabelecer uma compensação de potencial correta. As barras equipotenciais e as abraçadeiras de ligação à terra são componentes principais importantes numa instalação. No âmbito da compensação de potencial da proteção contra raios, estes requisitos e testes da VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1) devem ser cumpridos.

| Material | Secção de condutores, que ligam as instalações metálicas interiores com a barra equipotencial de terra (PAS) |
|----------|--|
| Cobre | 6 mm ² |
| Alumínio | 10 mm ² |
| Aço | 16 mm ² |

Tabela 3.1: Dimensões mínimas dos condutores

Secção transversal mínima de acordo com a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) para a compensação de potencial de proteção contra raios

| Material | Secção de condutores, que ligam diversas barras equipotenciais de terra entre si ou com o sistema de ligação à terra |
|----------|--|
| Cobre | 16 mm ² |
| Alumínio | 25 mm ² |
| Aço | 50 mm ² |

Tabela 3.2: Dimensões mínimas dos condutores, classe de proteção I a IV



Barra equipotencial "BigBar" da OBO para aplicações industriais



Barra equipotencial 1809



Abraçadeira de terra 927 da OBO



Barra equipotencial 1801

3.1.2.1 Aplicações industriais

No ambiente industrial é especialmente importante que os produtos utilizados sejam térmica e mecanicamente estáveis. Neste caso, a calha de compensação de potencial 1802 "BigBar" da OBO pode ser utilizada sem problemas como calha de compensação potencial ou de ligação à terra principal.

OBO 1802 „BigBar“:

- testado com 100 kA (10/350) de acordo com VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1)
- aplicável em áreas interiores e exteriores
- Versão em aço inoxidável ou cobre
- estão disponíveis versões de 5 – 20 polos
- Montagem rápida com parafusos franceses

Para a ligação de tubagens metálicas à compensação de potencial, habitualmente são utilizadas fitas de ligação à terra como a OBO 927. Estas fornecem muitas vantagens de montagem em comparação com as abraçadeiras para tubos. Estas são adequadas para vários diâmetros de tubo e materiais devido à banda de fixação em aço inoxidável.

3.1.2.2 Edifícios residenciais e de escritórios

Apesar das condições ambientais em residências privadas e edifícios de escritórios colocarem menores exigências, também neste caso é necessário estar assegurado que não podem surgir tensões de contacto perigosas. Como calhas de ligação à terra principais ou calhas de compensação de potencial, os tipos 1801 e 1809 cumprem todos os requisitos para estas aplicações. Todas as secções transversais convencionais podem ser conectadas com contacto seguro. Para aplicações especiais, a OBO oferece uma calha de compensação de potencial tipo 1809 NR de matérias-primas renováveis e barras de contacto sem chumbo.



EX PAS - calhas de compensação de potencial para áreas potencialmente explosivas

Inovador. Único. Patenteado.

3.1.2.3 Áreas com risco de explosão

Para instalações em áreas potencialmente explosivas é necessária uma compensação de potencial segundo a VDE 0165-1 (IEC 60079-14). Todas as peças eletricamente condutoras do corpo devem ser ligadas ao sistema de compensação de potencial. As ligações para compensação de potencial devem ser protegidas contra auto afrouxamento de acordo com a VDE 0165-1 (IEC 60079-14) e as regras técnicas para segurança operacional (TRBS) 2152 parte 3.

De acordo com a TRBS 2152 parte 3 e a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3), as vias de derivação do relâmpago devem ser concebidas de tal modo que um aquecimento ou faíscas inflamáveis ou projetadas não possam tornar-se uma fonte de ignição da atmosfera potencialmente explosiva.

Áreas com risco de explosão zonas 1/21 e 2/22

A calha de compensação de potencial única tipo EX PAS (calha de compensação de potencial para zonas potencialmente explosivas) é utilizada para a compensação de potencial de proteção contra raio conforme a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) e a compensação de potencial de proteção/funcional conforme a DIN VDE 0100 Parte 410/540. Graças ao desenho protegido, calha de compensação de potencial pode ser utilizada no âmbito da construção de acordo com a VDE 0165 parte 1 (IEC 60079-14) e a VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) em zonas EX 1/21 e 2/22.

A isenção de faíscas em atmosfera potencialmente explosivas foi testada com base na VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1) de acordo com o grupo de explosão IIC podendo, assim, também ser utilizada para os grupos IIA e IIB. As calhas de compensação de potencial EX PAS não possuem qualquer potencial fonte de ignição, não estando, por isso, sujeitas à diretiva europeia 2014/34/CE. Confirma-se que as calhas de compensação de potencial do tipo EX PAS são adequadas para a utilização em áreas potencialmente explosivas Zona 1/2 (gases, vapores, névoa), bem como Zona 21/22 (poeira).

A EX PAS (calhas de compensação de potencial para áreas potencialmente explosivas) oferece as seguintes vantagens:

- Isento de faíscas de ignição
- testado de forma independente até 75 kA
- Grupos de explosão IIC, IIB e IIA

3.2 Sistema de proteção contra sobretensão para sistemas de energia

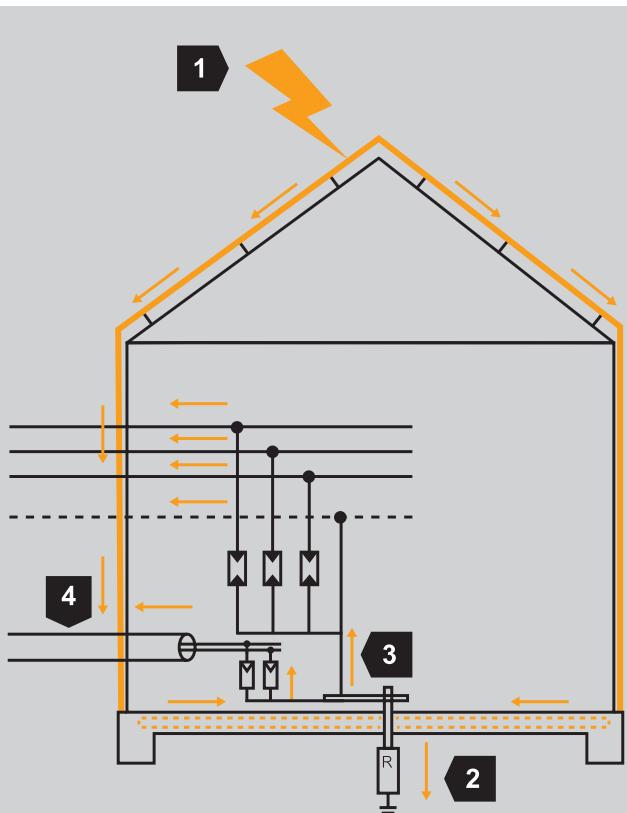
Sobretensões muito elevadas ocorrem principalmente devido a descargas elétricas diretas ou devido a descargas elétricas na proximidade de sistemas de energia. Além disso, as correntes de raio geram sobretensões não autorizadas a uma distância de 100 metros devido aos acoplamentos capacitivos, indutivos e galvânicos em anéis condutores. As sobretensões elevadas são acopladas num raio de até 2 km. Os procedimentos de comutação de cargas indutivas geram sobretensões perigosas na rede de média ou baixa tensão. Mais informações relativas aos tipos de dano (S1 - S4) consultar capítulo 1.3 a partir da página 15.

3.2.1 Descargas atmosféricas

(LEMP: Lightning Electro Magnetic Impulse)

De acordo com a norma internacional de proteção contra raios IEC 62305, as descargas elétricas diretas até 200 kA são descarregadas em segurança. A corrente é acoplada no sistema de ligação à terra e a metade da corrente de raio é acoplada na instalação interior através da queda de tensão na resistência de ligação à terra. A corrente de raio parcial divide-se pelos cabos de energia introduzidos (número dos fios introduzidos do cabo de energia) e até 5 % nos cabos de dados disponíveis.

A queda de tensão na resistência de ligação à terra resulta da corrente de raio parcial do produto (i) e da resistência de ligação à terra (R). Esta diferença de potencial está entre a terra local (compensação de potencial) e os condutores ativos ligados à terra à distância.



As sobretensões mais elevadas são criadas pelas descargas elétricas. De acordo com a VDE 0185-305 (IEC 62305), as descargas elétricas são simuladas com uma corrente de pico de raio de até 200 kA (10/350 µs).

| | | | |
|----------|---------------------|-------------|---|
| 1 | Impacto | 100% | $I_{imp} = \text{máx. } 200 \text{ kA (IEC 62305)}$ |
| 2 | Ligação à terra | $\sim 50\%$ | $I = 100\text{kA (50 \%)}$ |
| 3 | Instalação elétrica | $\sim 50\%$ | $I = 100\text{kA (50 \%)}$ |
| 4 | Cabo de dados | $\sim 5\%$ | $I = 5\text{kA (5\%)}$ |

Divisão típica da corrente de raio

Exemplo divisão terra: 50% - 50%

$$i = 50 \text{ kA}; R = 1 \text{ Ohm}$$

$$U = i \times R = 50.000\text{A} \times 1 \text{ Ohm} = 50.000 \text{ V}$$

| | |
|---|--------------------------------|
| U | Sobretensão |
| i | Corrente de impulso de raio |
| R | Resistência de ligação à terra |

A rigidez dielétrica dos componentes é excedida e ocorre um overflow descontrolado. Apenas os descarregadores de sobretensão podem descarregar essas perigosas tensões de forma segura.

3.2.1.1 Operações de comutação

(SEMP: Switching electromagnetic pulse)

Operações de comutação surgem através da comutação de grandes cargas indutivas e capacitivas, curtos-circuitos e interrupções no sistema energético. Esta é a causa mais frequente de sobretensões. Através destas sobretensões são simuladas correntes de impulso de até 40 kA (8/20 µs). As fontes são, por exemplo, motores, balastros ou cargas industriais.

3.2.1.2 Descargas estáticas

(ESD: Electrostatic discharge)

Descarregamentos eletrostáticos são gerados por atrito. Ao correr sobre alcatifas surge uma separação de cargas que, no entanto, é inofensiva para o ser humano. Contudo, componentes eletrônicos podem ser danificados e destruídos. Neste caso, é necessária uma compensação de potencial para evitar a separação de cargas.

3.2.2 Tipos de sobretensões

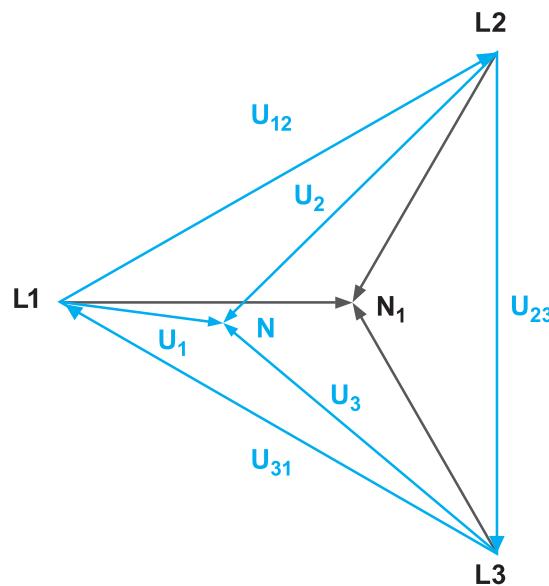
Sobretensões transitórias, temporárias e permanentes representam os três tipos de sobretensão mais importantes.

3.2.2.1 Sobretensões transitórias

Sobretensões transitórias ou transientes são breves sobretensões na gama dos microssegundos. Descargas atmosféricas (raios) e operações de comutação geram elevadas sobretensões transitórias, cujo o efeito são protegidos por aparelhos de proteção contra sobretensão,

3.2.2.2 Sobretensões temporárias e permanentes

As sobretensões temporárias ou intermitentes são provocadas por falhas na rede. Por exemplo, através de uma interrupção do condutor neutro é gerado um aumento inadmissível da tensão na rede de corrente trifásica. A tensão ultrapassa a máxima tensão nominal permitida, aparelhos eletrônicos são danificados e os aparelhos de proteção contra sobretensão instalados não podem proteger perante estas prolongadas frequências de rede. Estes erros de frequência de rede perduram durante um período de vários segundos até horas.



| | |
|-----|--------------------------------------|
| U1 | Fase (L1) contra condutor neutro (N) |
| U2 | Fase (L2) contra condutor neutro (N) |
| U3 | Fase (L3) contra condutor neutro (N) |
| U12 | Fase (L1) contra fase (L2) |
| U23 | Fase (L2) contra fase (L3) |
| U31 | Fase (L3) contra fase (L1) |

Efeito de uma interrupção de condutor neutro: Deslocamento do ponto de estrela no caso de não simetria

3.2.3 Métodos de planeamento

Na parte 4, a norma de proteção contra raios VDE 0185-305 (IEC 62305) descreve a proteção de sistemas elétricos e eletrônicos. Além disso, são solicitadas medidas de proteção contra sobretensões nas normas de segurança e instalação VDE 0100 (IEC 60364) como importante medida de proteção em instalações de baixa tensão.

3.2.3.1 Conceito de zonas de proteção contra raios

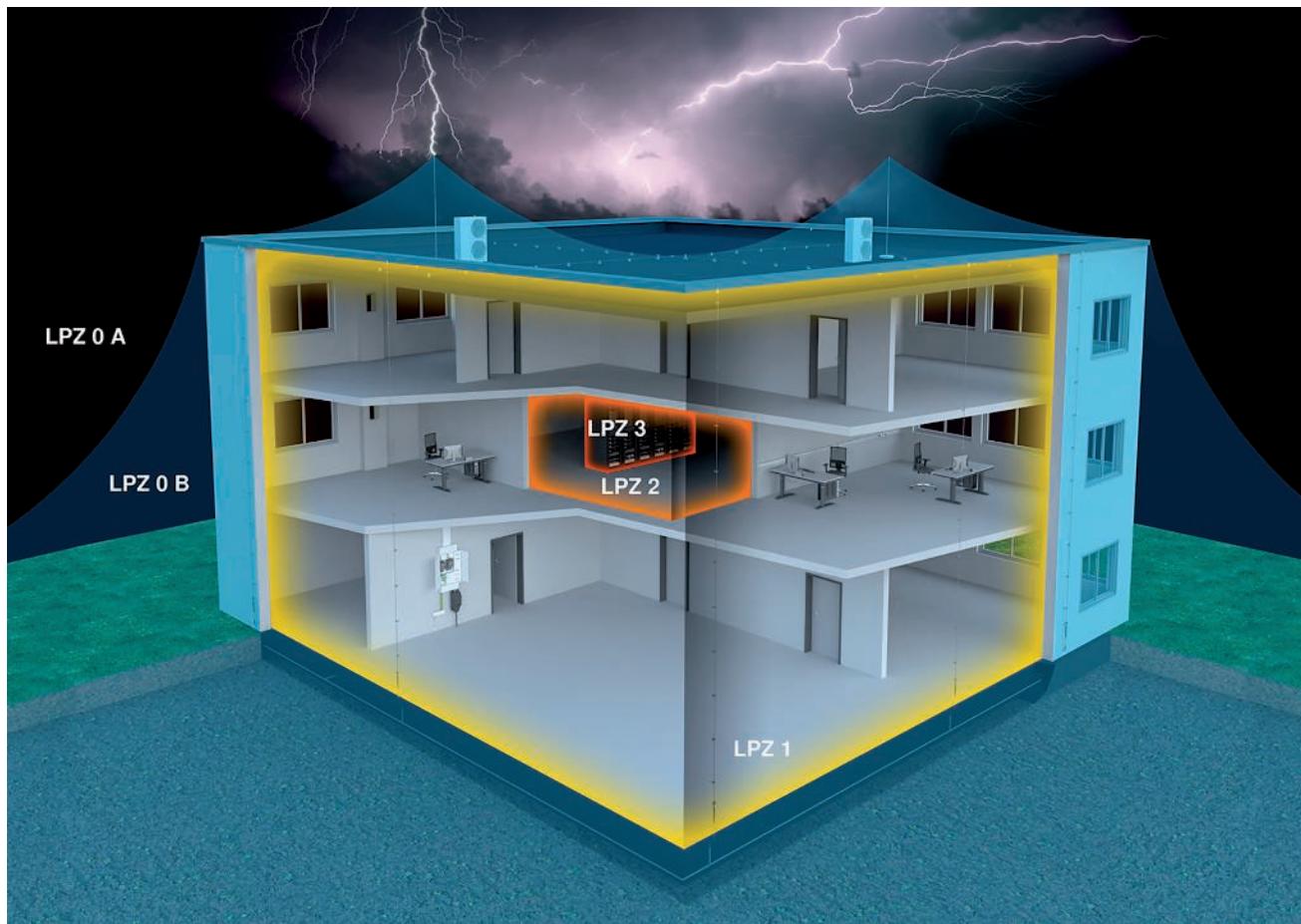
O conceito de zonas de proteção contra raios (LPZ = lighting protection zone) descrito na norma internacional VDE 0185-305-4 (IEC 62305-4) revelou-se eficaz e de grande utilidade. A base do conceito de zonas de proteção contra raios é o princípio de reduzir progressivamente as sobretensões a um nível não perigoso antes de estas atingirem aparelhos terminais e aí poderem provocar danos. Para o conseguir toda a rede de energia de um edifício é subdividida em zonas de proteção contra raios.

Áreas e partes de edifícios onde sejam necessários os mesmos níveis de proteção são definidos como zona. Em cada ponto de transição entre uma zona para a outra é executada uma compensação de potencial. Peças metálicas são diretamente conectadas à compensação de potencial e colocadas entre os cabos ativos e a ligação à terra,

que deve sempre corresponder á classe de exigências necessária (tipo 1, 2 ou 3).

Vantagens do conceito de zonas de proteção contra raios

- Minimização dos acoplamentos de sobretensão noutros sistemas de cabos por derivação das perigosas correntes de raio de alta energia diretamente no ponto de entrada do edifício e na zona de transição dos cabos
- Compensação de potencial local dentro da zona de proteção
- Redução de interferências decorrentes de campos magnéticos.
- Conceito de proteção individualizado, económico e bem planeado, para construções novas, ampliações e renovações.



| | |
|---------|---|
| LPZ 0 A | Zona desprotegida fora do edifício. Impacto direto de raios, sem blindagem contra os impulsos eletromagnéticos LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse) |
| LPZ 0 B | Zona protegida por sistema exterior de proteção contra descargas atmosféricas. Sem blindagem contra impulsos eletromagnéticos. |
| LPZ 1 | No interior do edifício. Possibilidade de pequenas quantidades de energia parcial da descarga atmosférica. |
| LPZ 2 | No interior do edifício. Sobretensões reduzidas. |
| LPZ 3 | Área dentro do edifício (também pode ser o edifício metálico) Sem impulsos de interferência por LEMP bem como sobretensão. |

Divisão do edifício em zonas de proteção contra raios (LPZ = lightning protection zone)

3.2.3.2 Classificação dos dispositivos de proteção contra sobretensões

Para dispositivos de proteção contra sobretensões (até agora: ÜSE) foi introduzido o seguinte termo "Surge Protective Device" (SPD) que provém do inglês. A futura designação completa é: dispositivo de proteção contra sobretensão (SPD).

Os aparelhos de proteção contra sobretensão da OBO (SPDs), de acordo com a VDE 0675-6-11 (IEC 61643-11), estão subdivididos em três tipos de classes tipo 1, tipo 2 e tipo 3 (class I, class II e class III). Nesta norma estão definidos requisitos e testes para aparelhos de proteção contra sobretensão, que são instalados em redes de corrente até 1000 V AC com frequências nominais entre 50 e 60 Hz, bem como 1500 V DC.

T2



Descarregador de sobretensões tipo 2

Os descarregadores de sobretensão do tipo 2 / classe II são utilizados em distribuições principais e de subdistribuição. Os aparelhos de proteção devem ser colocados a montante do interruptor diferencial, pois, de outro modo, este interpretará a corrente de impulso descarregada como corrente de fuga e interromperá o circuito de corrente. As sobretensões são simuladas com impulsos de ensaio de, tipicamente, 20 kA da forma de impulso 8/20 µs. Para a proteção de controlos sensíveis, o nível de proteção deve situar-se abaixo dos 1500 V.

T1

T1 + T2



Descarregador de corrente de raio tipo 1 e descarregador combinado tipo 1+2

Os descarregadores de corrente de raio tipo 1/classe I são aplicados na entrada do edifício. A ligação realiza-se em paralelo aos condutores exteriores da rede de energia. A incidência direta de raio é simulada com impulsos de ensaio de até 100 kA da forma de impulso 10/350 µs. O nível de proteção, neste caso, deve ser inferior a 4000 V. Após consulta do fornecedor de energia local e, de acordo com a diretiva VDN, também é possível a utilização antes do contador principal. Descarregadores combinados que cumpram com a classe tipo 1 (classe I) e, adicionalmente, com a classe tipo 2 (classe II) devem ainda cumprir os requisitos em impulsos de ensaio da forma de impulso 8/20 µs.

T3



Descarregador de sobretensões tipo 3

Os descarregadores de sobretensão do tipo 3/classe III são utilizados para a proteção de acoplamentos induktivos e sobretensões de comutação nos circuitos de corrente dos aparelhos terminais. Estas sobretensões aparecem principalmente entre a fase (L) e o condutor neutro (N). Por intermédio da ligação Y protegem-se os condutores L e N através de varistores e estabelece-se a ligação ao condutor PE com um explosor equipotencial coletivo (por ex. ÜSM-A). Com este circuito de proteção, as sobretensões transversais são descarregadas sem que o disjuntor diferencial (RCD) interprete uma corrente de fuga e desligue. As sobretensões são simuladas com os impulsos de ensaio híbridos de até 20 kV e 10 kA da forma de impulso 1,2/50 µs e 8/20 µs. Para a proteção de controlos sensíveis, o nível de proteção deve situar-se abaixo dos 1500 V. Um conceito de proteção contra sobretensões considera todas as ligações elétricas condutoras e está estruturado em níveis. Os níveis de proteção apoiam-se uns nos outros e cada nível reduz o teor energético da sobretensão.

Seleção correta dos aparelhos de proteção contra sobretensões

Esta classificação em tipos possibilita a escolha dos aparelhos de proteção em função das diferentes especificações relativamente ao local de instalação, ao nível de proteção e à intensidade da corrente de descarga. Uma vista geral sobre as transições entre zonas é facultada pela tabela 3.3. A mesma ilustra simultaneamente, que dispositivos de proteção OBO - contra sobretensões podem ser montados na rede de distribuição de energia e a respetiva função.

Para a coordenação do isolamento, o nível de proteção dos SPDs deve ser menor/igual à tensão de choque nominal da instalação elétrica segundo a VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53).

| Transição entre zonas | Dispositivo de proteção e tipo de aparelho | Exemplo de produto | Imagen do produto |
|-----------------------|---|----------------------------------|-------------------|
| LPZ 0 B para LPZ 1 | SPD para compensação de potencial de proteção raios segundo a VDE 0185-305 (IEC 62305) no caso de incidência direta ou próxima de raios. Dispositivos: Tipo 1 (classe I) /Tipo 1+2 (classe I+II), por exemplo: MCF100-3+NPE+FS Resistência de tensão de sobretensão necessária: 4 kV Nível de proteção OBO SPD: < 1,5 kV Instalação, por exemplo no quadro geral/na entrada do edifício | MCF100-3+NPE+FS Ref.: 5096987 | T1 |
| LPZ 1 para LPZ 2 | SPD para compensação de potencial segundo a VDE 0100 (IEC60364) no caso de sobretensões. Dispositivos: Tipo 2 (classe II), por exemplo: V20 Resistência de tensão de sobretensão necessária: 1,5 kV Nível de proteção OBO SPD: < 1,3 kV Instalação, por exemplo no quadro parcial/distribuição de piso | V20 Ref.: 5095253 | T2 |
| LPZ 2 para LPZ 3 | SPD para a proteção contra sobretensões dos aparelhos terminais. Dispositivos: Tipo 3 (classe III), por exemplo: ÜSM-A Resistência de tensão de sobretensão necessária: 1,5 kV Nível de proteção OBO SPD: < 1,3 kV Instalação, por exemplo no ou diretamente na frente do terminal | ÜSM-A Ref.: 5092451 | T3 |

Tabela 3.3: SPDs nas transições de zonas

3.2.3.3 Dispositivos de proteção em diferentes sistemas de rede

Redes de 4 condutores, regime TN-C

No regime de neutro TN-C-S, a instalação elétrica é alimentada através de três condutores exteriores (L1, L2, L3) e do condutor combinado PEN. A utilização é descrita na VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53).

Descarregador de corrente de raio, tipo 1

Os descarregadores de corrente de raio do tipo 1 e descarregadores combinados são aplicados nos 3 polos (MCF75-3+FS).

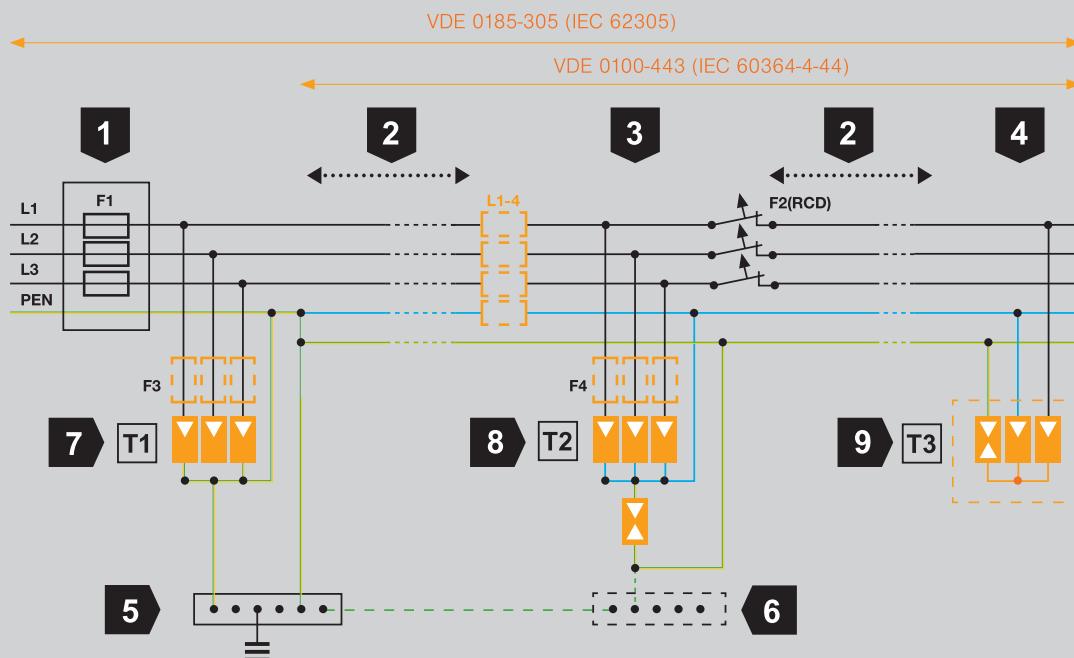
Descarregador de sobretensões tipo 2

Dispositivos de proteção contra sobretensão (SPDs) do tipo 2 são utilizados no circuito 3+1 (p. ex. V20 3+NPE). No circuito 3+1 os condutores exteriores (L1, L2, L3) são ligados ao neutro (N) através de descarregadores. O neutro (N), por sua vez, liga-se ao condutor de terra (PE) através de um explosor coletivo de alto rendimento.

Descarregador de sobretensões tipo 3

Os sistemas de proteção contra sobretensão (SPDs) do tipo 3 são utilizados nos circuitos de corrente dos aparelhos terminais. Por intermédio de uma ligação Y protegem-se os condutores L e N através de varistores e estabelece-se a união ao condutor PE mediante uma abertura de faísca coletiva (por ex. ÜSM-A).

0,5 m atrás da separação do condutor PEN deve ser colocado um SPD entre o condutor neutro e o de proteção.



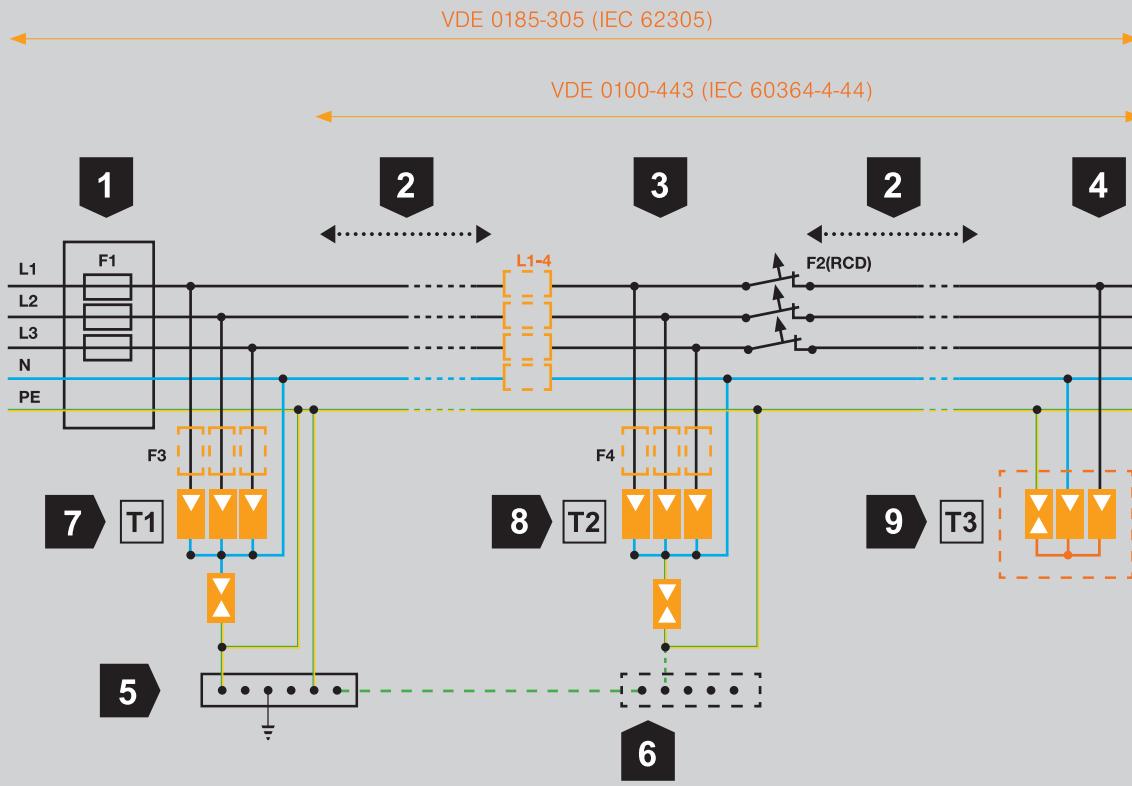
| | |
|----------|---|
| 1 | Fusível da instalação F1 |
| 2 | Comprimento do cabo entre as baixadas |
| 3 | Distribuidor do circuito de corrente, p. ex., subdistribuição |
| 4 | Circuito de corrente terminal |
| 5 | Barra de terra principal (HES) |

| | |
|----------|--|
| 6 | Barra de equipotencial (PAS) opcional |
| 7 | Tipo 1 (classe I) dispositivos e proteção contra sobretensões (SPDs) |
| 8 | Tipo 2 (classe II) dispositivos e proteção contra sobretensões (SPDs) |
| 9 | Tipo 3 (classe III) dispositivos e proteção contra sobretensões (SPDs) |

Redes de 4 condutores, regime TN-C e área de aplicação das normas

Redes de 5 condutores, regime de neutro TN-S e TT

No regime de neutro TN-S a instalação elétrica é alimentada através de três condutores exteriores (L1, L2, L3), do condutor neutro (N) e do condutor de terra (PE). No regime de neutro TT, a instalação elétrica é alimentada através de três condutores exteriores (L1, L2, L3), do condutor neutro (N) e do condutor de ligação à terra local (PE). A utilização é descrita na VDE 0100-534 (IEC 61643-11).



| | |
|----------|---|
| 1 | Fusível da instalação F1 |
| 2 | Comprimento do cabo entre as baixadas |
| 3 | Distribuidor do circuito de corrente, p. ex., subdistribuição |
| 4 | Circuito de corrente terminal |
| 5 | Barra de terra principal (HES) |

| | |
|----------|--|
| 6 | Barra de equipotencial (PAS) opcional |
| 7 | Descarregador de sobretensões tipo 1 (classe I) |
| 8 | Tipo 2 (classe II) dispositivos e proteção contra sobretensões (SPDs) |
| 9 | Tipo 3 (classe III) dispositivos e proteção contra sobretensões (SPDs) |

Redes de 5 condutores, regime de neutro TN-S e TT

Vantagens do circuito 3+1:

- Universalmente adequado para redes TN e TT
- Abertura de faísca isolante entre o condutor neutro (N) e a terra (PE)
- baixo nível de proteção entre a fase (L) e o condutor neutro (N)
- Utilização antes do disjuntor diferencial, aprovada mesmo na rede TT

Descarregadores de corrente de raio do tipo 1/tipo 1+2 (classe I/classe I+II)

Os descarregadores de corrente de raio do tipo 1/tipo 1+2 são instalados em ligação 3+1 (p. ex.: MCF100-3+NPE+FS, 5096987). No circuito 3+1 os condutores exteriores (L1, L2, L3) são ligados ao neutro (N) através de descarregadores. O neutro (N), por sua vez, liga-se ao condutor de terra (PE) através de um explosor coletivo de alto rendimento. Após consulta do fornecedor de energia local e, de acordo com a diretiva VDN, também é possível a utilização antes do contador principal.

Descarregador de sobretensões tipo 2 (classe II)

Os descarregadores de sobretensão do tipo 2 são utilizados no circuito 3+1 (p. ex. V20-3 NPE). No circuito 3+1 os condutores exteriores (L1, L2, L3) são ligados ao neutro (N) através de descarregadores. O neutro (N), por sua vez, liga-se ao condutor de terra (PE) através de um explosor coletivo de alto rendimento. Os descarregadores deverão ser colocados a montante do interruptor diferencial, pois, de outra forma, este interpretará a corrente de sobretensão descarregada como corrente de fuga e interromperá o circuito.

Descarregador de sobretensões tipo 3 (classe III)

Os descarregadores de sobretensões do tipo 3 utilizam-se para a proteção contra sobretensões transitórias nos circuitos de equipamentos terminais. Estas sobretensões transversais ocorrem principalmente entre fase e neutro. Por intermédio de uma ligação Y protegem-se os condutores L e N através de varistores e estabelece-se a união ao condutor PE mediante uma abertura de faísca coletiva (por ex. ÜSM-A). Este circuito de proteção entre L e N evita que as correntes de choque das sobretensões sejam conduzidas até ao condutor PE, pelo que o interruptor diferencial, não deteta nenhuma corrente residual. Consulte os dados técnicos correspondentes nas páginas do produto.

3.2.3.4 Critérios de seleção (Resistência à tensão do nível de proteção dos aparelhos terminais) auxiliar de seleção

Para a área de instalação, de acordo com a norma de instalação VDE 0110 (IEC 60664), está definida a resistência à tensão de impulso nominal contra sobretensões transientes. A resistência à tensão dos aparelhos terminais deve ser coordenada com os níveis de proteção dos aparelhos de proteção de correntes de descarga atmosférica e de sobretensão. A coordenação do isolamento deve ser executada de acordo com a VDE 0110 (IEC 60664).

| Tensão nominal do sistema de alimentação de corrente (1) (rede) segundo a IEC 60038 (3) | | Tensão condutor para condutor neutro derivada da tensão alternada nominal ou da tensão contínua nominal até e incluindo v | Tensão de choque nominal (2) v | | | | |
|---|------------|--|-----------------------------------|------|------|-------|--|
| | | | Categoria de sobretensão (4) | | | | |
| trifásico | monofásica | | I | II | III | IV | |
| | 120/240 | 50 | 330 | 500 | 800 | 1500 | |
| | | <100 | 500 | 800 | 1500 | 2500 | |
| | | 150 | 800 | 1500 | 2500 | 4000 | |
| 230/400 277/480 | | 300 | 1500 | 2500 | 4000 | 6000 | |
| 400/690 | | 600 | 2500 | 4000 | 6000 | 8000 | |
| 1000 | | 1000 | 4000 | 6000 | 8000 | 12000 | |

(1) Para utilização em redes de baixa tensão divergente existente e as suas tensões nominais ver anexo B VDE 0110

(2) Meios operacionais com estas tensões nominais de impulso podem ser utilizadas em instalações em conformidade com a IEC 60364-4-443.

(3) o traço / designa um sistema trifásico de 4 condutores O valor mais baixo é a tensão, condutor para condutor neutro, durante o valor mais alto a tensão, condutor para condutor. Onde apenas está indicado um valor, este refere-se a sistemas trifásicos de 3 condutores e designa a tensão condutor para condutor.

(4) Para esclarecimento das categorias de sobretensão 2.2.2.1.1 da VDE 0110 ou no guia para proteção contra raios página 193/coordenação de isolamento

Tabela 3.4: Tensão de choque nominal para meios operacionais de acordo com a norma de instalação VDE 0110 (IEC 60664)

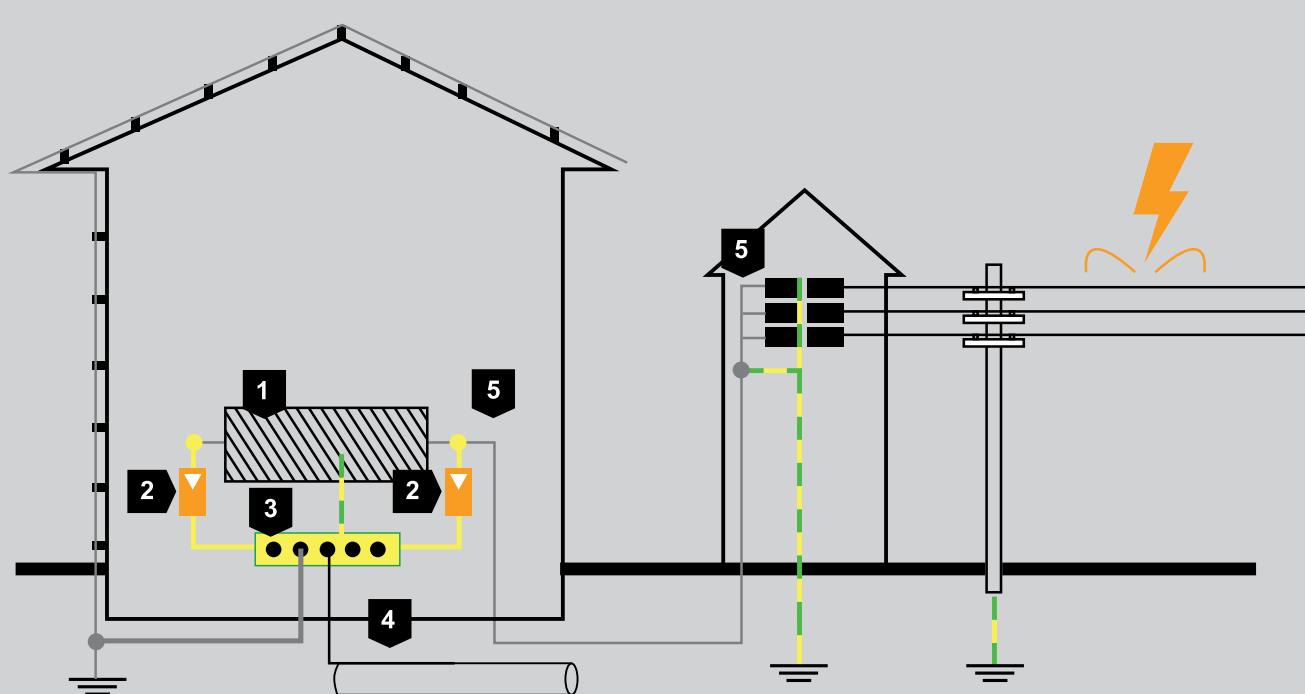
Alimentação via cabo aéreo

Edifícios com alimentação de cabo suspenso devem ser protegidos com SPDs do tipo 1, mesmo quando o cabo de alimentação entre o último poste do cabo suspenso e o edifício está concebido como cabo subterrâneo.

Redes de cabos de baixa tensão necessitam de proteção contra sobretensões de origem atmosférica e sobretensões de comutação advindas dos seguintes motivos:

- As sobretensões não são suficientemente enfraquecidas ou amortecidas pelo cabo de ligação à terra.
- Danos por sobretensão surgem habitualmente em meios operacionais que são operados na rede de corrente e dados / de telefone.
- A utilização de dispositivos de controlo e comunicação aumenta continuamente.

Caso seja utilizada proteção contra sobretensão para o sistema de baixa tensão, então também devem ser utilizados aparelhos de proteção contra sobretensão (SPD) adequados para os sistemas de telecomunicação e de dados.



Alimentação via cabo aéreo

| | |
|----------|---|
| 1 | Aparelho sensível |
| 2 | SPD (Tipo 1 ou Tipo 1+2) |
| 3 | Barra de terra principal (HES) |
| 4 | Cabo metálico |
| 5 | Alimentação elétrica (L1, L2, L3 e PEN) |

Questões relativas à DIN VDE 0100-443/-534

1. O que é agora obrigatório segundo a DIN VDE 0100-443?

Resposta: A DIN VDE 0100-443 prescreve descarregadores de sobretensão à frente de meios operacionais da categoria de sobretensão I e II. Regra geral, em edifícios residenciais são colocados aparelhos terminais com esta tensão nominal de impulso (p. ex. eletrodomésticos, computador, ferramentas ...).

Além disso, na DIN VDE 0100-443 é recomendada a utilização de descarregadores de sobretensão para interfaces de tecnologia de informação. A DIN VDE 0100-443 descreve sobretensões derivadas de condições atmosféricas ou efeitos de operações de comunicação.

2. Que sistemas devem ser utilizados?

Resposta: Para utilização no caso de impacto de raios e sobretensões de comutação que são colocados na instalação através dos cabos de alimentação, têm de ser instalados SPDs tipo 2 no ponto de alimentação/na entrada do edifício.

Numa alimentação de cabo suspenso ou num sistema de proteção contra raios de acordo com a VDE 0185-305 devem ser utilizados SPDs tipo 1 para a compensação de potencial para proteção contra raios.

3. É necessário tomar mais medidas contra sobre-tensões em aparelhos terminais que estejam situados a mais de 10 m de comprimento de cabo do último descarregador de sobretensão?

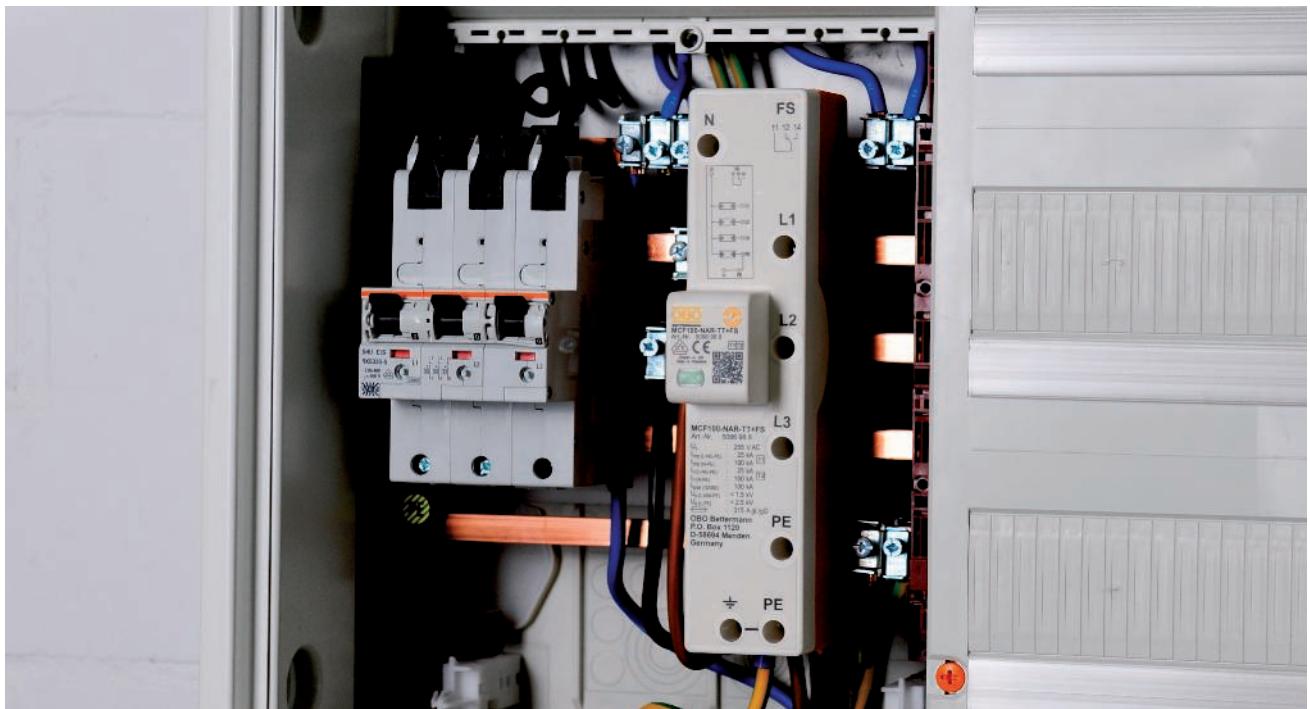
Resposta: As medidas para aparelhos terminais sensíveis ou subdistribuições que estejam situadas a mais de 10 m de comprimento de cabo do último descarregador de sobretensões devem ser determinadas individualmente pelo instalador em conjunto com o proprietário do edifício. Quando, dentro do edifício, são geradas sobretensões de comutação e há cabos a sair do edifício, deve ser verificada a necessidade de mais medidas e o resultado deve ser documentado.

4: É necessário proteger instalações fotovoltaicas novamente ou posteriormente configuradas?

Respostas: Uma instalação fotovoltaica deve ser configurada de acordo com a DIN VDE 0100-712. É necessário configurar a proteção contra sobretensão no lado AC de acordo com a DIN VDE 0100-443 e verificar a tecnologia de informação e comunicação. Segundo a Adenda 5 da DIN VDE 0185-305-3, é igualmente necessária a proteção contra sobretensão no lado DC.

Citação da VDE 0100-443 "Através da configuração de dispositivos de proteção contra sobretensões (SPDs), deve ser assegurada uma limitação de tensão de acordo com a coordenação de isolamento de modo a evitar uma formação de faíscas perigosa e dos incêndios daí resultantes"

Conclusão: a proteção contra sobretensão é proteção contra incêndios preventiva!



Descarregador combinado MCF...NAR do tipo 1+2 no barramento de força ed 40 mm no compartimento de ligação do lado da rede

Descarregadores de corrente de raio na área do pré-contador

No compartimento de ligação do lado da rede (NAR) ou até agora denominado "compartimento de ligação inferior" podem ser aplicados descarregadores de corrente de raio tipo 1 ou descarregadores combinados tipo 1+2.

Se, no ponto de alimentação da instalação elétrica, também forem esperadas correntes de raio (proteção exterior contra raio ou alimentação do fio suspenso), é solicitado um aparelho de proteção contra raio e sobretensões do tipo 1 ou do tipo 1+2. É possível uma instalação por montagem direta no sistema do barramento de força de 40 mm no compartimento de ligação (NAR) inferior ou do lado da rede do armário de contadores.

A nova série dos descarregadores de cabos MCF...NAR do tipo 1+2 é a solução ideal para a utilização no sistema de barramento de força de 40 mm. Os requisitos para a instalação obrigatória de proteção contra sobretensão conforme a DIN VDE 0100-443/e parte -534 são cumpridos.

Vantagens:

- A DIN VDE 0100-443/-534 para a instalação da proteção contra sobretensões é cumprida.
- O baixo nível de proteção inferior a 1500 V é adequado à proteção de aparelhos terminais .
- A instalação no barramento de força de 40 mm economiza espaço no armário dos contadores
- A indicação de funcionamento e o contacto de telecomunicações sinalizam a operabilidade.
- Estão disponíveis níveis de potência para todos os tipos de edifício.



Exemplos: MCF-xxx-NAR-TNC (+FS) para redes TN-C e MCF-xxx-NAR-TT (+FS) para redes TT- e TN-S

Proteção contra sobretensões para o fornecimento de energia

Utilização no compartimento de ligação de rede (NAR/barramento de força de 40 mm)

| Aplicação no edifício | Sistema de rede | Sinalização à distância | I _{total} (10/350) | Máxima Fusível | Tipo | Ref. | |
|--|------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------|---------|--|
| Sem sistema de proteção contra raios | TN-C 3 polos | ✗ | 25 kA | 160 A gL/gG | MCF25-NAR-TNC | 5096950 | |
| | TN-C 3 polos | ✓ | | | MCF25-NAR-TNC + FS | 5096953 | |
| | TT- e TN-S 3+NPE | ✗ | 30 kA | | MCF30-NAR-TT | 5096961 | |
| | TT- e TN-S 3+NPE | ✓ | | | MCF30-NAR-TT+FS | 5096963 | |
| Com alimentação via cabo aéreo | TN-C 3 polos | ✗ | 38 kA | 160 A gL/gG | MCF38-NAR-TNC | 5096971 | |
| | TN-C 3 polos | ✓ | | | MCF38-NAR-TNC+FS | 5096973 | |
| | TT- e TN-S 3+NPE | ✗ | 50 kA | | MCF50-NAR-TT | 5096975 | |
| | TT- e TN-S 3+NPE | ✓ | | | MCF50-NAR-TT+FS | 5096977 | |
| Com sistema de proteção contra raios (BZK 3+4) | TN-C 3 polos | ✗ | 75 kA | 315 A gL/gG | MCF75-NAR-TNC | 5096982 | |
| | TN-C 3 polos | ✓ | | | MCF75-NAR-TNC+FS | 5096983 | |
| | TT- e TN-S 3+NPE | ✗ | 100 kA | | MCF100-NAR-TT | 5096985 | |
| | TT- e TN-S 3+NPE | ✓ | | | MCF100-NAR-TT+FS | 5096988 | |

FS = Sinalização à distância livre de potencial (NO/NC)

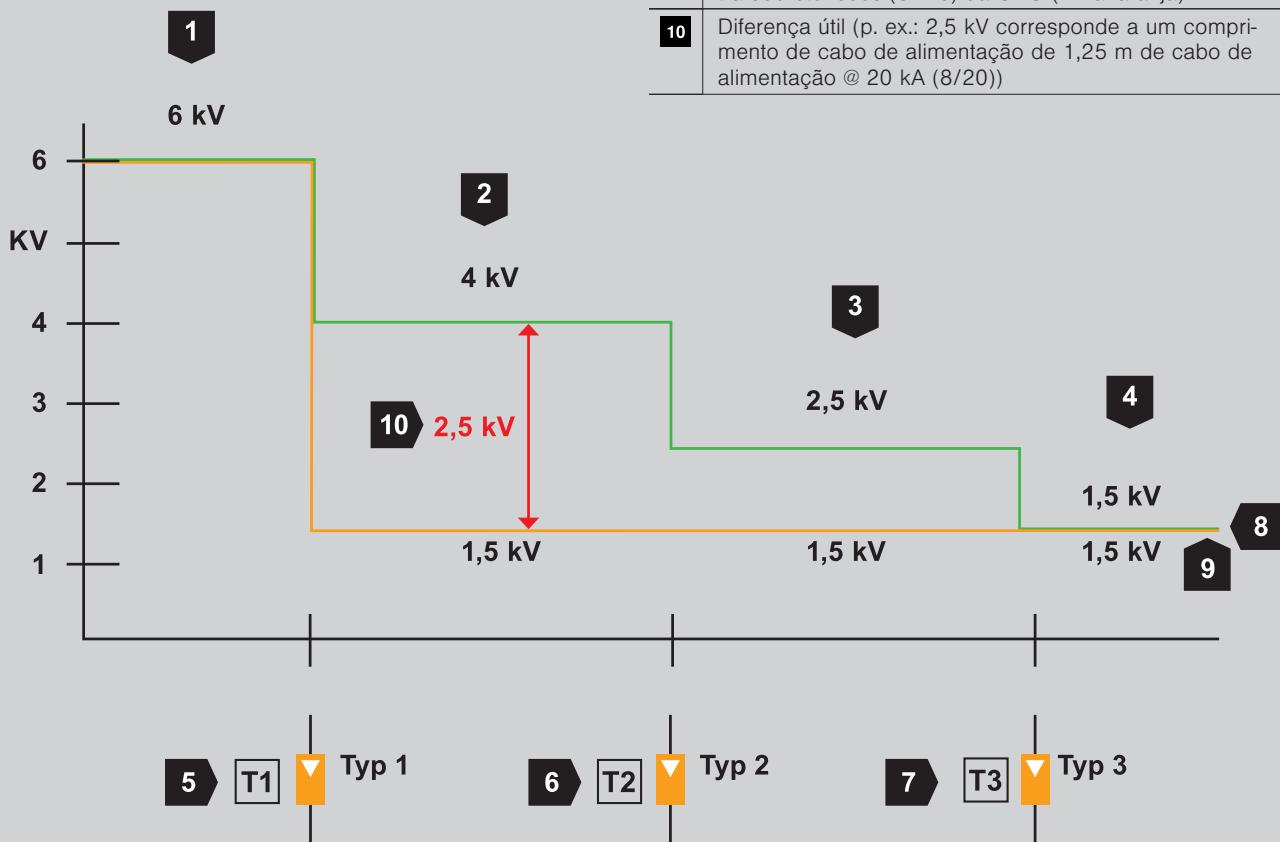
Coordenação de isolamento

A tensão de impacto nominal depende da categoria de sobretensão e, por exemplo, no caso da categoria I para uma ligação monofásica a uma rede de corrente alternada de 230 V é de 1,5 kV. Um descarregador de sobretensão tem de limitar a tensão a este ou a um valor inferior.

O nível de proteção de um descarregador de sobretensões representa a tensão máxima que surge no caso de carga com a corrente de impulso nominal. Se o impulso da corrente de choque que surge for inferior à corrente de choque nominal, a tensão de resposta também desce e, neste modo, o nível de proteção.

Nível de proteção obrigatório para 230/400V meios operacionais de acordo com a VDE 0100-443 (IEC 60364-4-443)

| | |
|-----------|---|
| 1 | Meios operacionais no ponto de alimentação da instalação |
| 2 | Meios operacionais como parte da instalação fixa |
| 3 | Meios operacionais para ligação à instalação fixa |
| 4 | Em especial para meios operacionais a proteger |
| 5 | Local de instalação, p. ex., distribuição principal |
| 6 | Local de instalação, p. ex., subdistribuição |
| 7 | Local de instalação, p. ex., aparelhos terminais |
| 8 | Tensão de choque nominal (rigidez dielétrica) U_w do meio operacional (linha verde) |
| 9 | Nível de proteção U_p dos dispositivos de proteção contra sobretensões (SPDs) da OBO (linha laranja) |
| 10 | Diferença útil (p. ex.: 2,5 kV corresponde a um comprimento de cabo de alimentação de 1,25 m de cabo de alimentação @ 20 kA (8/20)) |



Coordenação de isolamento de acordo com a VDE 0110-1 (EN 60664-1)

3.2.3.5 Regulamentos de instalação

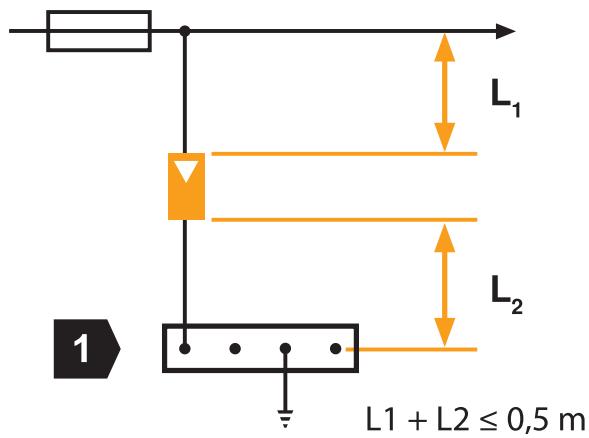
A norma de instalação para aparelhos de proteção contra sobretensão VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53) trata de proteção contra sobretensões de incidências de raios indiretas e remotas, bem como de operações de comutação. Após a mais recente edição da norma, o conceito dispositivo de proteção contra sobretensão é abreviado por SPD (surge protective device). São fornecidas indicações de seleção e configuração para o aumento da disponibilidade de instalações de baixa tensão. Em edifícios com um sistema de proteção contra raios exterior de acordo com a VDE 0185-305 (IEC 62305), os cabos de alimentação introduzidos por fora nas transições de zonas da zona de proteção contra descargas atmosféricas 0 para a zona 1 com aparelhos de proteção contra sobretensão do tipo 1 devem ser incluídas na compensação de potencial de proteção contra raios.

Para uma instalação elétrica de acordo com a norma, na Alemanha, é obrigatória a instalação de proteção contra sobretensão. A VDE 0100-443 (IEC 60364-4-43) determina em que casos têm de ser instalados dispositivos de proteção. A VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53) prescreve que aparelho de proteção contra sobretensão deve ser selecionado e como deve ser colocado.

Secções transversais mínimas para a compensação de potencial de proteção contra raios

O comprimento do cabo de ligação em aparelhos de proteção contra sobretensão é um componente importante da norma de instalação VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53). Para a proteção de instalações e aparelhos, a sobretensão máxima que surge deve situar-se em valores menores/iguais à resistência tensão de impulso dos aparelho a proteger. O nível de proteção dos aparelhos de proteção contra sobretensão e a queda de tensão nos cabos de alimentação, quando somadas, devem permanecer abaixo da rigidez dielétrica. De modo a minimizar a queda de tensão no cabo de alimentação, é necessário manter os comprimentos dos cabos e, consequentemente, as suas indutâncias o mais reduzidos possível. A VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53) recomenda um comprimento de ligação total no aparelho de proteção contra sobretensão de 0,5 m.

Para a compensação de potencial de proteção contra raios devem ser consideradas as seguintes secções transversais mínimas: para cobre 16 mm², para alumínio 25 mm² e para ferro 50 mm². Na transição entre zonas de proteção contra raios LPZ 0B para LPZ 1, todas as instalações metálicas terão que ser incluídas na compensação de potencial. Cabos ativos devem ser ligados à terra através de descarregadores de sobretensão adequados.

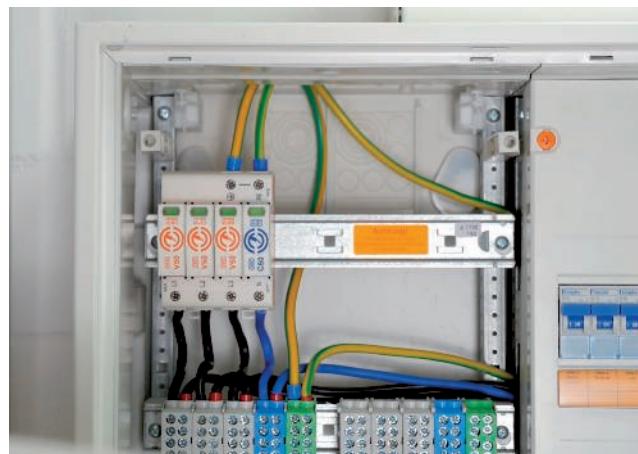


Comprimento máximo do cabo de alimentação de acordo com a VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53)

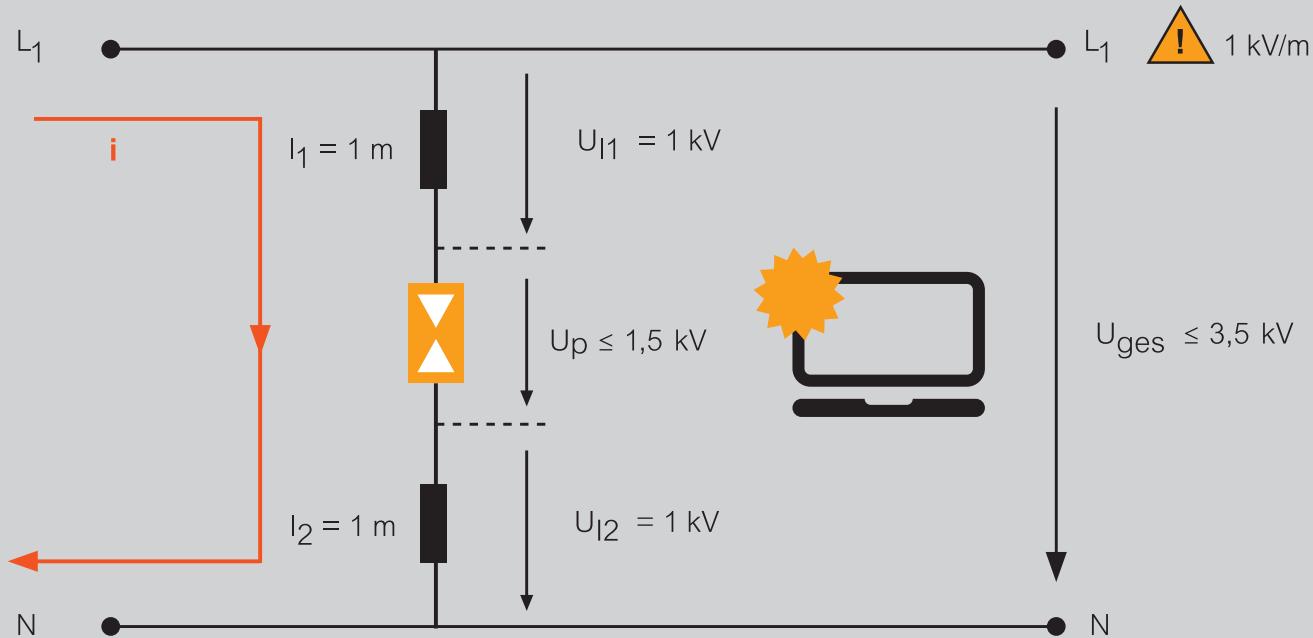
| | |
|----------------|---|
| 1 | Barra de ligação à terra principal ou calha de condutor de proteção |
| L ₁ | Cabo de alimentação para o aparelho de proteção |
| L ₂ | Ligação do aparelho de proteção à compensação de potencial |

Comprimento da ligação, cablagem em V alternativa e secções transversais

Se o aparelho de proteção contra sobretensão for acionado por uma sobretensão, então o cabo de alimentação L1, o fusível e o aparelho de proteção são percorridos por uma corrente de impulso. Nas impedâncias dos cabos é gerada uma queda de tensão. Neste caso, a componente óhmica é negligenciável quando comparada com a componente indutiva.



Instalação do descarregador combinado V50 tipo 1+2 no compartimento de conexão do contador superior



Queda de tensão no cabo de alimentação no caso de carga de choque (i = corrente de raio, U_{ges} = sobretensão no aparelho de proteção)

Os comprimentos dos cabos de ligação devem ser considerados. Devido à indutância L , surgem elevadas subidas de tensão com o aumento rápido da corrente (100-200 kA/ μs). Pressuposto: 1 kV por m

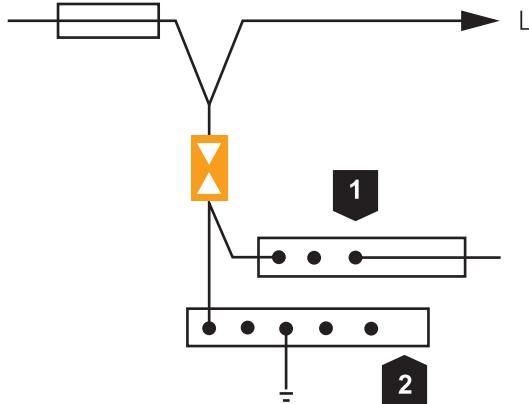
Para a queda de tensão dinâmica U_{dyn} , neste caso é válida a equação:

$$U_{dyn} = i \times R + (di/dt) L$$

$$U_{dyn} = 10 \text{ kA} \times 0,01 \text{ Ohm} + (10 \text{ kA}/8 \mu\text{s}) \times 1 \mu\text{H}$$

$$U_{dyn} = 100 \text{ V} + 1.250 \text{ V} = 1.350 \text{ V}$$

| | |
|-----------|---|
| U_{dyn} | Queda de tensão no cabo |
| i | Corrente de choque |
| R | Resistência óhmica do cabo |
| di/dt | Δ Variação da corrente/ Δ Tempo |
| L | Indutância do cabo (pressuposto: 1 $\mu\text{H}/\text{m}$) |

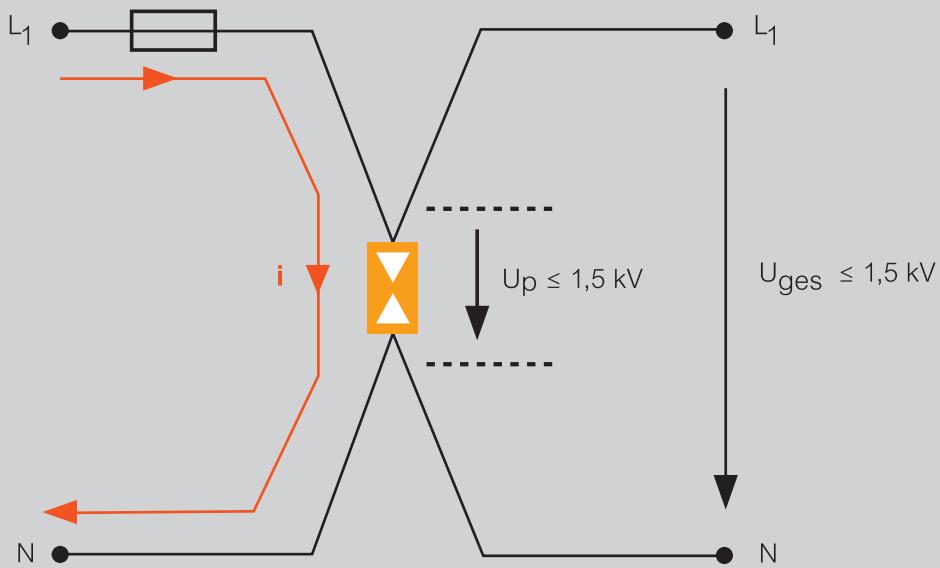


Cablagem em V

A queda de tensão dinâmica U_{dyn} resulta do produto do componente indutivo e da variação da corrente ao longo do tempo (di/dt). Estas sobretensões transientes têm uma grandeza de alguns 10 kA.

Cablagem em V

Como alternativa é mencionada uma tecnologia de ligação em forma de V para a ligação de aparelhos de proteção contra sobretensão. Neste caso, não são utilizadas ramificações separadas de cabos para conexão dos aparelhos de proteção.



Cablagem em V num descarregador de sobretensões de acordo com a VDE 0100-534 (IEC 60634-5-53)
(i =corrente de raio | U_{ges} sobretensão no aparelho de proteção)

O cabo de ligação para o dispositivo de proteção é decisivo para um nível de proteção adequado.

De acordo com a diretiva de instalação IEC, o comprimento do cabo de derivação até ao descarregador e o comprimento do cabo que vai do aparelho de proteção até à compensação de potencial devem, no total, ser inferiores a 0,5 metros. Se os cabos forem maiores que 0,5 m, terá que se optar por uma ligação em V.

Uma corrente de choque de 10 kA 8/20 µs gera até 1 kV de queda de tensão por metro de cabo.

Soluções possíveis:

- *Instalação de um segundo SPD na proximidade do meio operacional a proteger*
- *Aplicação de cablagem em V*
- *Compensação de potencial local (p. ex. com a caixa metálica do quadro de distribuição)*

| Material | Secção de condutores, que ligam diversas calhas de compensação de potencial entre si ou com o sistema de ligação à terra | Secção de condutores, que ligam as instalações metálicas internas com a calha de compensação de potencial |
|----------|--|---|
| Cobre | 16 mm ² | 6 mm ² |
| Alumínio | 25 mm ² | 10 mm ² |
| Aço | 50 mm ² | 16 mm ² |

Tabela 3.5: Dimensões mínimas de condutores de compensação de potencial, classe de proteção I a IV

Secções transversais

De acordo com a VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53), os descarregadores de corrente de raio do tipo 1 ou tipo 1+2 devem ser conectados com uma secção transversal com capacidade para transportar correntes de raio de, pelo menos, 16 mm² em cobre. Os aparelhos de proteção contra sobretensão do tipo 2 devem ser conectados com uma secção transversal mínima de 4 mm² em cobre ou a secção transversal de conexão mínima comum no mercado de 6 mm². Além disso, as correntes de curto-circuito máximas que surgem devem ser tidas em consideração no local da instalação.

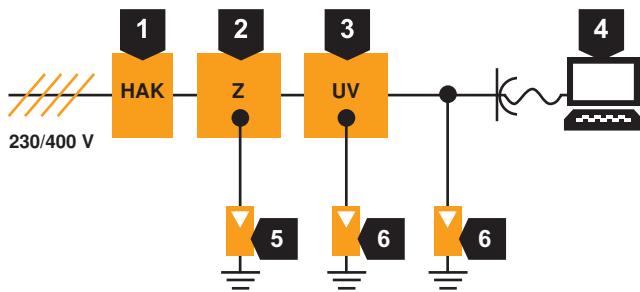
Locais de instalação e comprimentos de cabos

SPDs adicionais, vistos no sentido de fluxo de energia, depois do ponto de alimentação da instalação elétrica, devem ser configurados, por exemplo, em subdivisões ou nas tomadas.

De acordo com a VDE 0100-534, capítulo 534.4.9 "Área de proteção efetiva de SPDs", devem ser aplicadas medidas de proteção adicionais, quando o comprimento do condutor entre o SPD e o meio operacional a proteger for superior a 10 m, p. ex.:

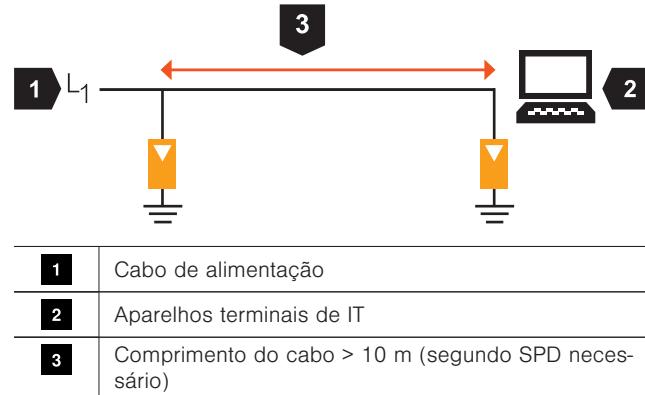
- a) SPD adicional tão próximo quanto possível ao meio operacional a proteger.
- b) Utilização de SPD One-port ($U_{50\%} < U_w$) no ponto de alimentação.
- c) Utilização de SPDs Two-port no ponto de alimentação.

No ponto b) e c) são necessárias outras medidas como a utilização de cabos blindados!

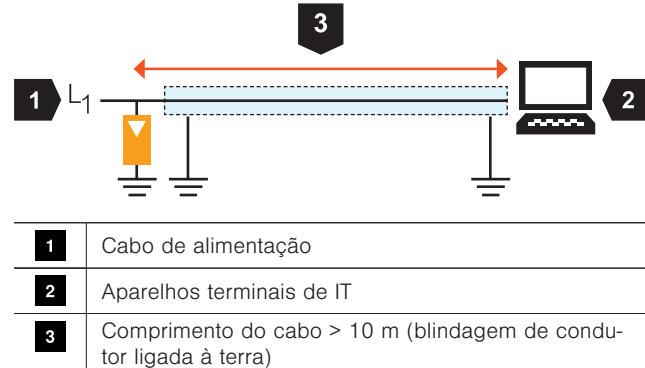


| | |
|---|---|
| 1 | Caixa de ligação da residência |
| 2 | Na ou na proximidade da instalação do contador central/distribuição principal |
| 3 | Quadro parcial |
| 4 | Aparelhos terminais |
| 5 | SPD Tipo 1 e/ou Tipo 2 |
| 6 | SPD tipo 2 ou tipo 3 |

Locais de instalação de SPDs (comprimento máximo do condutor entre SPD e aparelho terminal = 10 m)



Comprimento máximo do condutor entre SPD e aparelho terminal

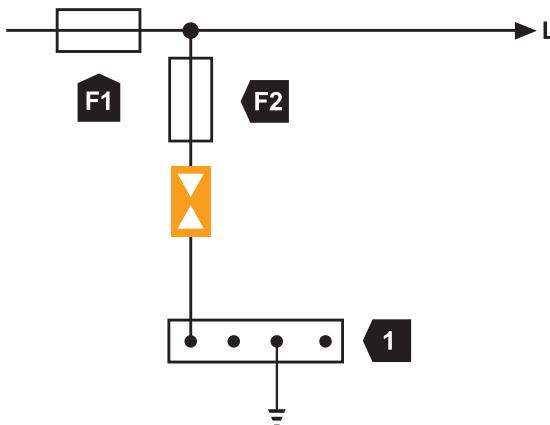


Encaminhamento de cabo blindado entre SPD e aparelho terminal

Disjuntor de entrada

Para a proteção no caso de curtos-circuitos em aparelhos de proteção contra sobretensão é utilizado um disjuntor de entrada (F 2). Para todos os aparelhos, a OBO apresenta uma proteção máxima. No entanto, se um fusível (F 1) a montante no sistema tiver um valor menor ou igual à corrente máxima do fusível, não é necessário um fusível/fusível de backup (F 2) antes do aparelho de proteção contra sobretensão. Se o valor do fusível (F 1) da instalação for superior, deve ser utilizado um fusível antes do aparelho de proteção, de acordo com o valor máximo de segurança indicado. O fusível (F 2) antes do aparelho de proteção deve ser projetado para o valor máximo, se possível. A capacidade de carga de impulso dos fusíveis sobe com o aumento dos valores nominais de segurança.

Pequenos fusíveis podem ser danificados através de correntes de choque ricos em energia.

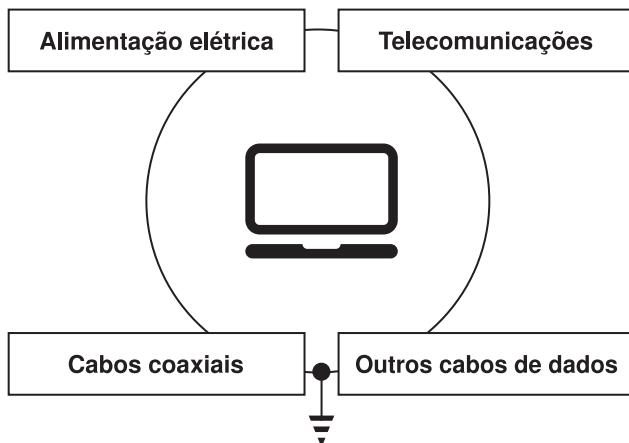


Disjuntor em aparelhos de proteção contra sobretensão

| | |
|-----------|--------------------------|
| 1 | Barra de terra principal |
| F1 | Fusível da instalação |
| F2 | Fusível de backup |

3.2.3.6 Circuito de proteção

Apenas um circuito de proteção eficaz como medida completa de proteção contra sobretensão evita diferenças de potencial perigosas nos aparelhos ou instalações a serem protegidos. Para um conceito de proteção contra sobretensão, os aparelhos e partes da instalação a proteger devem ser registados e, se possível, agrupados em zonas de proteção contra sobretensão (LPZ = lightning protection zone).



Círculo de proteção à volta de um aparelho eletrónico

Circuitos de corrente que devem ser integrados na compensação de potencial:

- Cabos de alimentação de energia
- Cabos de rede e de dados
- Cabos de telecomunicação
- Cabos de antenas
- Cabos de controlo
- Cabos metálicos
(p. ex.: tubos de água e de esgoto)

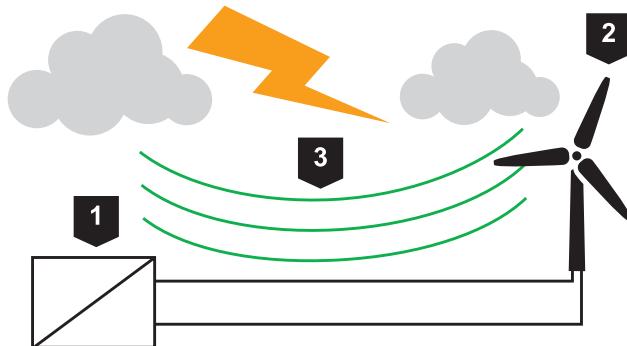
Os cabos devem estar integrados na compensação de potencial local diretamente ou com descarregadores adequados. O melhor conceito de proteção contra raios ou sobretensões é ineficaz quando nem todos os cabos elétricos ou metálicos que alcançam o edifício ou o circuito de proteção são incluídos no conceito de proteção.

3.2.4 Versões

Já durante o planeamento de instalações estruturais e elétricas é necessário que as medidas para a proteção contra raios e sobretensão, bem como as outras medidas como, por exemplo, a proteção estrutural contra incêndio, sejam observadas e coordenadas. Devem ser observadas as exigências da legislação como, por exemplo, a regulamentação de construção nacional e as normas atuais. Os conceitos de proteção devem ser coordenados entre o projetista, o técnico para proteção contra raios e eletrotécnica e o proprietário/dono. Além disso, devem ser consideradas as exigências das seguradoras e operadores de rede.

3.2.4.1 Instalação no caso de disjuntores de corrente residual (RCD) existentes

Os aparelhos de proteção contra sobretensão, durante uma fração de segundo, geram uma compensação potencial para todos os polos. Os descarregadores de sobretensão devem ser colocados para alcançar a disponibilidade máxima dos aparelhos de proteção RCD. Deste modo, a corrente de impulso é previamente descarregada para a terra sendo minimizada uma ativação errónea. Na rede TT, segundo a VDE 0100-534 (IEC 60364-5-53), a utilização antes do RCD apenas é permitida com a denominada ligação 3 + 1. Aqui, os três condutores exteriores são ligados ao condutor neutro através dos descarregadores de sobretensão e à terra por intermédio de uma abertura de faísca N-PE isolante. Se a utilização do descarregador de sobretensão apenas puder ocorrer depois do RCD, deve ser colocado um RCD resistente a correntes de impulso.



| | |
|----------|--|
| 1 | Estação de transformador/ligação de rede |
| 2 | Turbina eólica |
| 3 | Acoplamentos por correntes de raio |

Medidas de proteção contra raios e sobretensões em turbinas eólicas

3.2.4.2 Parques eólicos

De acordo com a EC 62305, durante uma descarga atmosférica podem correr correntes de impulso de até algumas centenas de kA. As elevadas correntes de impulso com rápidos tempos de ascensão provocam um campo magnético que se modifica com o tempo e se propaga concentricamente à volta do canal do raio. Este campo magnético que se modifica com o tempo penetra nos circuitos condutores de energia e sistemas de tecnologia de informação no interior de uma turbina eólica. As indutâncias mútuas M que se formam podem induzir elevadas sobretensões que podem perturbar ou mesmo danificar a eletrônica utilizada. O contexto físico baseia-se na Lei da Indução e pode ser apresentado do seguinte modo:

M corresponde á indutância mútua dos circuitos condutores. Quanto maior a área M ou, quanto mais elevado e rápido o tempo de ascensão da corrente do raio, mais elevada a sobretensão acoplada esperada.

Medidas de proteção em sistemas energéticos

Para proteger sistemas eletrônicos sensíveis dentro da turbina eólica é imprescindível um descarregador de sobretensão do tipo 2. No entanto, para utilizar estes descarregadores, de acordo com a VDE 0100-534 devem ser considerados requisitos técnicos que serão abordados de seguida. Uma exigência fundamental dos operadores de turbinas eólicas é que o sistema de alimentação eletrônico CEM (compatibilidade eletromagnética) seja fixo, de modo a evitar correntes de interferência nas blindagens de cabos e no PE. Nas turbinas eólicas é possível encontrar diferentes versões de redes e, mesmo, tensões. Isto podem ser redes de 230/400V ou mesmo 400/690V. Em particular para as redes 400/690V devem ser observados requisitos especiais relativos à proteção contra sobretensão.

Abordagem dos sensores de turbinas eólicas

No atual estado da técnica, as turbinas eólicas utilizam as denominadas regulações de pitch. Os controlos eletrônicos e a monitorização de rotações devem ser protegidas contra falhas através de uma proteção contra raios e sobretensões.

Locais de instalação recomendados em turbinas eólicas

Dado a sobretensão acoplada estar sempre presente em ambos os lados do cabo, é importante proteger todos os participantes dentro da estrutura. Dado, especialmente em grandes turbinas eólicas, surgirem caminhos de cabos compridos com grandes áreas, os aparelhos sensíveis dentro do bus devem ser ligados com uma proteção contra sobretensão (SPD) diretamente antes do aparelho terminal. Especialmente em áreas com elevada humidade do ar e baixas temperaturas podem surgir congelamentos no sensor que podem prejudicar o sinal de medição. Para aplicações nessas áreas, a maioria dos sensores dispõe de um sistema de aquecimento. Tais sensores necessitam de um SPD que, para além do sinal de medição, também esteja concebido para uma elevada corrente de carga nominal. A OBO Bettermann oferece uma solução com economia de espaço com o MDP. Este potente descarregador de sobretensão, que foi desenvolvido para turbinas eólicas, é utilizável até 10 A devido à sua reduzida largura de montagem e às elevadas exigências das correntes de carga nominais. Deste modo, é possível proteger sensores mesmo com larguras de banda de um modo fácil e eficaz.

$$U = M \times \frac{di}{dt}$$

| | |
|-------|-----------------------------|
| M | Indutância mútua |
| di/dt | Alteração de corrente/tempo |

3.2.4.3 Aplicações residenciais e industriais

Sobretensões transientes advindas de raios e operações de comutação dão origem a falhas e à danificação de aparelhos eletrónicos. Danos nos aparelhos terminais na área residencial, bem como a falha de instalações automatizadas na indústria, desde o comércio até à agricultura, geram tempos de inatividade, reparos dispendiosos ou mesmo a perda de ficheiros importantes como documentos e fotografias ou consultas e pedidos de clientes. Devem ser tomadas medidas de proteção contra sobretensões para os seguintes aparelhos e instalações:

Instalações de antenas

- Ligação de cabo
- Antenas
- TV, gravador de vídeo e DVD até sistema Hifi

Sistemas de telefone

- Analógico
- RDIS NTBA
- Sistemas IP-TK

Tecnologia de construção de edifícios

- Controlo de aquecimento
- Sistemas solares e fotovoltaicos
- Automação de edifícios

Aparelhos terminais

- Computador
- Eletrodomésticos, sistemas de alarme etc.

A utilização de aparelhos de proteção contra sobretensões aumenta a disponibilidade de aparelhos e instalações.



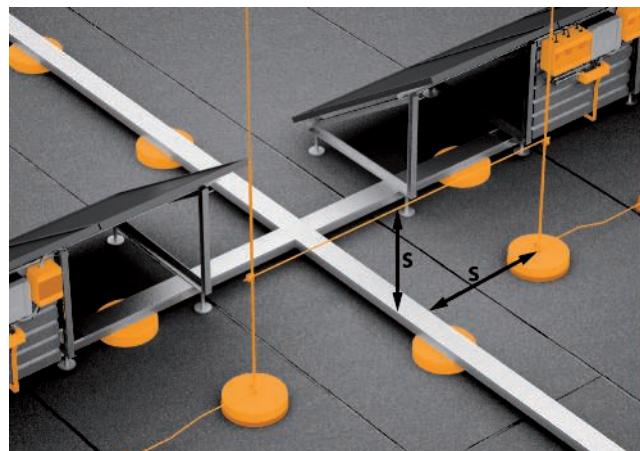
Residência com instalação de proteção contra raios e sistema interior de proteção contra raios

3.2.4.4 Sistemas FV

Instalações fotovoltaicas podem falhar devido a sobretensões e os objetivos previstos não são alcançados. Para proteção do investimento, as questões relacionadas com o seguro devem ser esclarecidas. Somente uma instalação protegida pode suportar as cargas e produzir energia permanentemente de um modo seguro. Na diretiva VdS 2010 para instalações fotovoltaicas a partir de 10 kWp, exigem às seguradoras um sistema de proteção contra raios e proteção contra sobretensão interior.

Caso uma instalação fotovoltaica nova seja ligada a uma instalação elétrica é necessária proteção contra sobretensões (tipo 2) no lado AC segundo a DIN VDE 0100-443 e a DIN VDE 0100-712 (IEC 60364-4-44 e 60364-7-712). A norma de proteção contra raios DIN VDE 0185-305-3 (IEC 62305-3) solicita, na Adenda alemã 5, ainda a instalação de proteção contra sobretensões no lado DC para proteção do inversor.

Além disso, mesmo em instalações fotovoltaicas é recomendada uma proteção contra sobretensão para a tecnologia de informação e comunicação.



Instalação fotovoltaica na área de proteção do sistema captor à distância de separação (s)

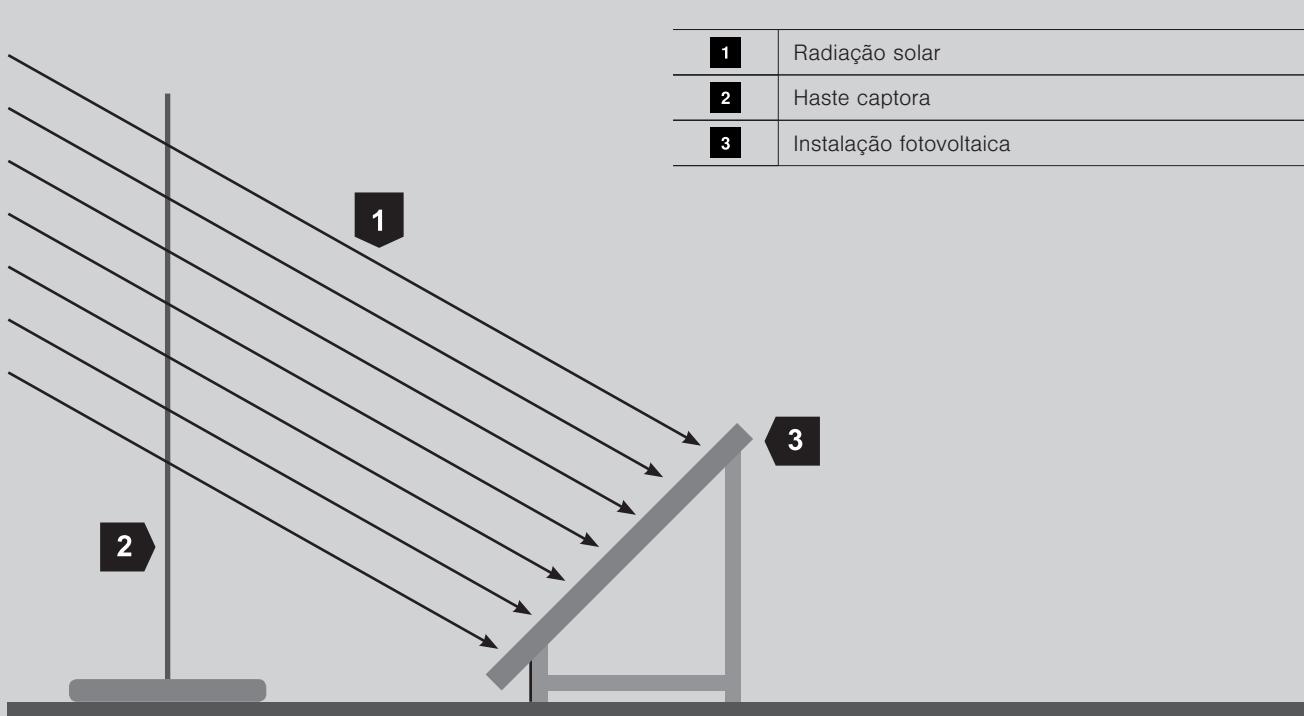
Evitar sombreamento pelo sistema de proteção contra raio

A posição dos mastros de terminação de ar ou hastas de terminação de ar deve ser selecionada de tal modo que não ocorra um sombreamento dos módulos fotovoltaicos. Uma sombra de núcleo pode resultar em perdas de desempenho para a string completa. Uma haste de terminação de ar deve distar, pelo menos, $108 \times$ diâmetro do módulo fotovoltaico (DIN EN 62305-3 Ad. 5).

Deve observar-se que o sistema fotovoltaico se deve encontrar mais no interior da área de proteção da haste de terminação de ar.

| Diâmetro do sistema captor (m) | Distância do sistema captor ao módulo fotovoltaico (m) |
|--------------------------------|--|
| 0,008 | 0,86 |
| 0,010 | 1,08 |
| 0,016 | 1,73 |

Tabela 3.6: Distância mínima de sistemas captores para evitar uma sombra de núcleo



Sombreamento de um módulo fotovoltaico por intermédio de uma haste captora

Smart home com instalação fotovoltaica e sistema de proteção contra raios exterior

Neste tipo de edifício mostramos-lhe os seguintes exemplos de aplicação*:

- Alimentação, inversor, dispositivos finais
- Tecnologia de telefonia e comunicação, Tecnologia de receção de TV, Intercomunicador
- Tecnologia de construção e controle KNX, controle de portão externo

* Por favor observe que os exemplos representados nesta página apenas ilustram uma parte das medidas de proteção necessárias para este edifício. Pode obter soluções adicionais para proteção contra sobretensão do auxiliar de seleção para proteção de sobretensão que se encontra disponível para download em www.obo.pt.



Fornecimento de energia

Alimentação

| | Proteção de | Local de instalação | Produto | Ref. |
|---|---|-----------------------------|--------------|---------|
| 1 | Fornecimento de corrente Alimentação | HV | MCF30-NAR-TT | 5096961 |
| 2 | Fornecimento de corrente Alimentação | HV e UV distância > 10 m | V20-3+NPE | 5095253 |

Instalações Fotovoltaicas

| | Proteção de | Local de instalação | Produto | Ref. |
|---|---|-------------------------|-----------------|---------|
| 3 | Lado AC fotovoltaico | diretamente no inversor | V20-3+NPE | 5095253 |
| 4 | Lado DC fotovoltaico, por Tracker, até 1000 V | diretamente no inversor | V20-C 3-PH-1000 | 5094608 |

Fornecimento de energia**Proteção de aparelhos terminais**

| | Proteção de | Local de instalação | Produto | Ref. |
|---|--|----------------------------|----------------|-------------|
|  | PC, Fornecimento de corrente | no PC | FC-D | 5092800 |
|  | outros aparelhos sensíveis (p. ex. Thermomix) | no aparelho | ÜSM-A-2 | 5092460 |

Tecnologia de receção de TV**Instalação SAT**

| | Proteção de | Local de instalação | Produto | Ref. |
|---|---|-------------------------------------|----------------|-------------|
|  | Aparelho de TV | na TV | FC-SAT-D | 5092816 |
|  | Proteção SAT | no caso de multiswitch (telhado) | TV4+1 | 5083400 |
|  | Proteção SAT alimentação de corrente | no caso de multiswitch (telhado) | FC-D | 5092800 |

Tecnologia de telefone e comunicação**Intercomunicador**

| | Proteção de | Local de instalação | Produto | Ref. |
|---|--|---|----------------|-------------|
|  | Controlo de um intercomunicador externo, alimentação de corrente | no caso de intercomunicador +no edifício | V50-1+NPE-280 | 5093522 |
|  | Controlo de um intercomunicador externo, cabo de dados | no caso de intercomunicador +no edifício | TKS-B | 5097976 |

Tecnologia de edifícios e controlo**KNX**

| | Proteção de | Local de instalação | Produto | Ref. |
|---|---|--|----------------|-------------|
|  | Controlo de edifício KNX Cabo de dados de 24 V | diretamente na Calha DIN, no aparelho de controlo | FRD24 | 5098514 |
|  | Unidade de operação KNX, integração fixa | na tomada de ligação | ÜSM-A | 5092451 |

Controlo externo do portão

| | Proteção de | Local de instalação | Produto | Ref. |
|---|---|----------------------------|----------------|-------------|
|  | Controlo portão externo, Alimentação de corrente | No portão + no edifício | V50-1+NPE-280 | 5093522 |
|  | Controlo portão externo, Cabo de dados | No portão + no edifício | TKS-B | 5097976 |

Guia de seleção, tecnologia energética

Descarregadores combinados e de proteção contra sobretensões AC; tipo 1+2, tipo 2 e tipo 3

| | | Local de instalação 1 Instalação na distribuição principal/distribuição combinada proteção básica / tipo 1, tipo 2 | | | | |
|--|---|--|-----------------|----------------|------------------|---|
| Situação inicial | Tipo de edifício | Descrição | Tipo | Ref. | Marca de teste | Imagen do produto |
| Sem sistema exterior de proteção contra descargas atmosféricas Ligaçao à terra  | Edifício privado, edifício de apartamentos/ indústria, comércio | TN/TT Tipo 2 4 Mod Depois do contador | V20 3+NPE | 5095253 | VDE ÖVE UL |  |
| | | V20 3+NPE+FS com sinalização remota | | 5095333 | VDE ÖVE UL |  |
| | Edifício privado, edifício de apartamentos | TN-C Tipo 1+2 Barramento de força de 40 mm Compartimento de ligação de rede (NAR) | MCF25-NAR-TNC | 5096950 | VDE |  |
| | | MCF30-NAR-TT | | 5096961 | VDE |  |
| Sistema exterior de proteção contra descargas atmosféricas (conforme DIN EN 0185-305)  | Edifício da classe de proteção contra raio III e IV (p. ex. edifícios residenciais, escritórios e comerciais) | TN/TT Tipo 1 + 2 4 Mod Depois do contador | V50 3+NPE | 5093526 | VDE ÖVE UL |  |
| | | V50 3+NPE+FS com sinalização remota | | 5093533 | VDE ÖVE UL |  |
| Alimentação Aérea  | Edifício da classe de proteção contra raios I a IV (p. ex. indústria) | TN-C Tipo 1+2 6 Mod Antes ou depois do contador | MCF75-3+FS | 5096981 | VDE |  |
| | | TN-C Tipo 1+2 Barramento de força de 40 mm Compartimento de ligação de rede (NAR) | MCF75-NAR-TNC | 5096982 | VDE |  |
| | | TN-S Tipo 1+2 6 Mod Antes ou depois do contador | MCF100-3+NPE+FS | 5096987 | VDE |  |
| | | TN-S/TT Tipo 1+2 Barramento de força de 40 mm Compartimento de ligação de rede (NAR) | MCF100-NAR-TT | 5096985 | VDE |  |

Local de instalação 2
Instalação no quadro parcial
Proteção média / tipo 2
Só necessária se distância ≥ 10m

| Descrição | Tipo | Ref. | Marca de teste | Imagen do produto |
|--------------------------------|---|----------------|----------------|---|
| TN/TT Tipo 2 + 3 2,5 Mod | V10 Compact | 5093380 | |  |
| | V10 Compacto FS, com sinaliza- ção remota | 5093382 | |  |
| TN/TT Tipo 2 4 Mod | V20 3+NPE | 5095253 | VDE ÖVE UL |  |
| | V20 3+NPE+FS com sinaliza- ção remota | 5095333 | VDE ÖVE UL |  |
| TN/TT Tipo 2 4 Mod | V20 3+NPE | 5095253 | VDE ÖVE UL |  |
| | V20 3+NPE+FS com sinaliza- ção remota | 5095333 | VDE ÖVE UL |  |
| TN/TT Tipo 2 4 Mod | V20 3+NPE | 5095253 | VDE ÖVE UL |  |
| | V20 3+NPE+FS com sinaliza- ção remota | 5095333 | VDE ÖVE UL |  |

Local de instalação 2
Instalação antes do aparelho terminal
proteção fina/tipo 3

| Descrição | Tipo | Ref. | Imagen do produto |
|---|-------------------------------------|----------------|---|
| De encaixe na tomada | FC-D | 5092800 |  |
| | FC-TV-D | 5092808 |  |
| | FC-SAT-D | 5092816 |  |
| | FC-TAE-D | 5092824 |  |
| | FC-ISDN-D | 5092812 |  |
| | FC-RJ-D | 5092828 |  |
| | CNS -3-D-D | 5092701 |  |
| Instalação fixa | ÜSM-A | 5092451 |  |
| | ÜSM-A ST-230 1P+PE | 5092441 |  |
| | ÜSS 45-o-RW | 6117473 |  |
| Instalação em série em quadro de distribuição | V10 Compacto L1/L2/L3/N | 5093380 |  |
| | VF 230-AC/DC | 5097650 |  |
| | VF 230-AC-FS com sinalização remota | 5097858 |  |

Guia de seleção

Soluções para sistemas fotovoltaicos

| Sistemas de energia, tipo 2, proteção do lado DC | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------|---------|---|
| Situação inicial | Tensão máx DC | Número máx. de MPP por Inversor | Máx. número de strings por MPP | Ligaçāo (Lado DC) | Versão | Tipo | Ref. | Imagen do produto |
| <p>Sem sistema exterior de proteção contra descargas atmosféricas Ligaçāo à terra</p> <p>É necessário: Proteção contra sobretensão Tipo 2 Compensação depotencial para proteção contra raios 6,5 mm²</p>  | 1000 V | 1 | 3 | Bornes | | VG-V20-C3PH1000 | 5088593 |  |
| | | 1 | 2 | Bornes | Seccionador | VG-C CC-TS1000 | 5088660 |  |
| | | 1 | 4 | Bornes | 4 Suportes de fusíveis, não equipado | VG-C FV1000KS4 | 5088654 |  |
| | | 1 | 10 | Bornes | | VG-C DCPH-MS1000 | 5088691 |  |
| | | 2 | 4 | Bornes | | VG-CFV1000K 22 | 5088568 |  |
| | | 2 | 6 | Bornes | | VG-CPV 1000K 330 | 5088582 |  |
| | | 3 | 6 | Bornes | | VG-CFV 1000K 333 | 5088585 |  |

Pode encontrar o guia de seleção para descarregadores combinados AC e para a proteção contra sobretensões no capítulo Proteção contra sobretensões em "Sistemas de energia".

Sistemas de energia tipo 1+2, proteção do lado DC

| Situação inicial | Tensão máx DC | Número máx. de MPP por Inversor | Máx. número de strings por MPP | Ligaçāo (Lado DC) | Versão | Tipo | Ref. | Imagen do produto |
|--|---------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------|------------------|---------|-------------------|
| Sistema exterior de proteção contra raios de acordo com a DIN EN 0185-305 É necessário: Proteção contra raios e sobretensões tipo 1+2 Ligaçāo equipotencial para proteção contra raios 16 mm ² Distância de separação não pode ser cumprida | 600 V | 1 | 1 0 | Borne | | VG-BC DCPH-MS600 | 5088693 | |
| | | 1 | 1In/1Out | Ficha MC4 | | VG-BC DCPH-Y600 | 5088676 | |
| | 900 V | 1 | 3 | Bornes | | VG-V25-BC3-PH900 | 5088591 | |
| | | 1 | 2 | Bornes | Seccionador | VG-BC CC-TS900 | 5088635 | |
| | | 1 | 8 | Bornes | | VG-BC CCPH900-4K | 5088632 | |
| | | 1 | 1 0 | Bornes | | VG-BC DCPH-MS900 | 5088692 | |
| | | 2 | 2In/1Out | Ficha MC4 | | VG-BC DCPH900-21 | 5088625 | |
| | | 2 | 4 | Bornes | | VG-BCFV900K 22 | 5088566 | |
| | | 2 | 6 | Bornes | | VG-BCPV 900K 330 | 5088576 | |
| | | 3 | 2In/1Out | Ficha MC4 | | VG-BC CCPH900-31 | 5088629 | |
| | | 3 | 6 | Bornes | | VG-BCFV 900K 333 | 5088579 | |

Transmissão de dados

| Situação inicial | | RJ 45 | Borne | Tipo | Ref. | Imagen do produto |
|------------------|---|-------|-------|-------------|---------|-------------------|
| | I Sem sistema exterior de proteção contra descargas atmosféricas I Ligação à terra | • | | ND-CAT6A/EA | 5081800 | |
| | I Sistema exterior de proteção contra descargas atmosféricas (conforme DIN EN 62305) | | • | FRD 24 HF | 5098575 | |

Quatro passos para uma proteção abrangente de instalações fotovoltaicas

Passo 1:

Verifique a distância de separação

Se a distância de separação exigida não puder ser cumprida, as partes metálicas terão que ser interligadas de forma a poderem conduzir as correntes de raio.

Passo 2:

Verificar as medidas de proteção

Medidas para a compensação de potencial para proteção contra raios são aplicadas no lado DC e AC, p. ex., descarregador de corrente de raio (tipo 1).

Passo 3:

Incluir linhas de dados

As linhas de dados terão que ser incluídas no conceito da proteção.

Passo 4:

Efetuar a ligação equipotencial

No inversor terá que ser efetuada uma ligação equipotencial local.

Vista geral das medidas de proteção

| Situação inicial | Medidas | Manter a distância de separação conforme EN 62305 | Ligação equipotencial | Protecção contra sobretensões | Imagem de exemplo de produto |
|---|---|---|-------------------------|---|------------------------------|
|  Sistema exterior de proteção contra raios (de acordo com a DIN EN 62305) | Adaptar o sistema de proteção contra raios conforme a norma DIN EN 62305 | Sim | mín. 6 mm ² | DC: Tipo 2 V20-C 3PH-1000 5094608 | |
| | | Não | mín. 16 mm ² | DC: Tipo 1+2 V-PV-T1+2-1000 5094230 | |
| |  Sem sistema exterior de proteção contra descargas atmosféricas | Verificação dos requisitos: LBO, VdS 2010, análise de riscos, ... | - | DC: Tipo 2 V20-C 3PH-1000 5094608 | |
| | | | | AC: Tipo 2 V20 3+NPE 5095223 | |

3.2.4.5 Sistemas de iluminação pública LED

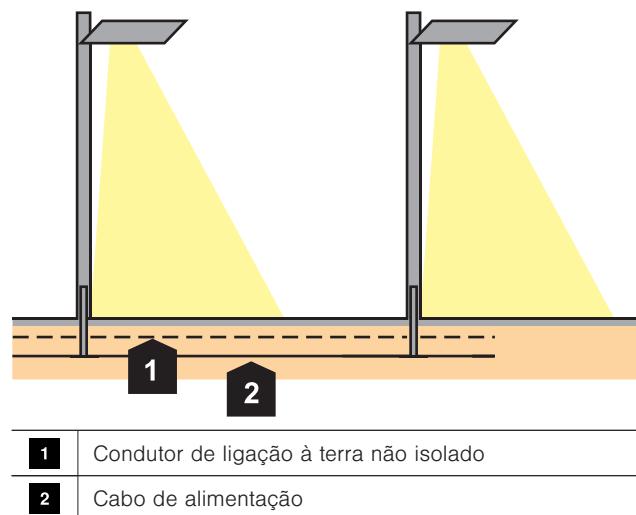


Danos e custos de reparação

Na área da iluminação pública, a troca de componentes defeituosos também provoca elevados custos na utilização de plataformas elevatórias e pessoal, além dos custos do hardware. Os aparelhos de proteção contra sobretensões, a jusante, reduzem os impulsos e protegem as luminárias. As ruas são abastecidas pelas caixas de distribuição centrais, onde estão montados os controlos e os componentes de proteção. A tensão de alimentação é fornecida na caixa de ligação do poste através do cabo de ligação à terra. A luminária é alimentada pela caixa de ligação.

Execução dos sistemas de ligação à terra

Numa nova instalação o cabo de alimentação pode ser protegido contra a destruição, devido a correntes de raio na terra, através de um condutor de ligação à terra opcional. De acordo com a atual norma de proteção contra raios VDE 0185-305-3 Adenda alemã 2 (IEC 62305-3) este condutor de ligação à terra deve ser disposto 0,5 metros acima do cabo de alimentação. Graças ao condutor de ligação à terra, as diferenças de potencial são compensadas e as descargas do cabo de alimentação são minimizadas.



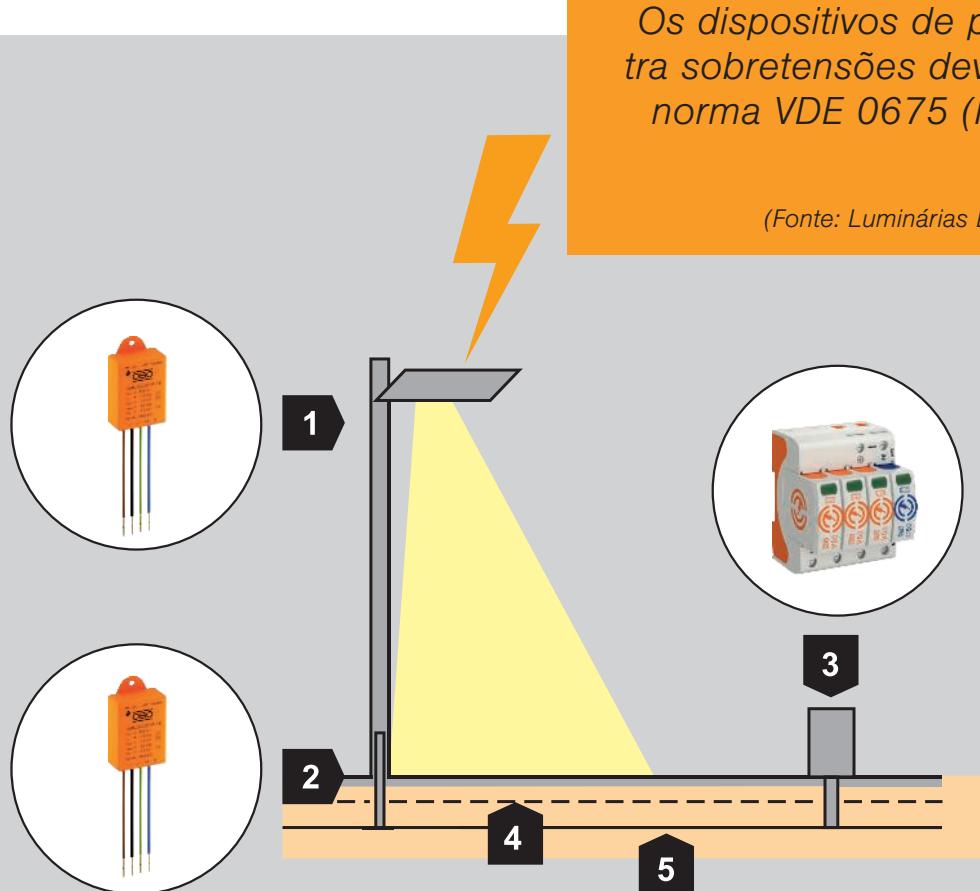
Calhas

Local de instalação da proteção contra raios e sobretensões

A utilização de proteção contra sobretensões é necessária para um funcionamento seguro. De acordo com a norma americana ANSI e a IEEE, para a iluminação no exterior, é indicada uma resistência a tensão de choque de 20 kV com uma carga de tensão de choque de 10 kA. Contudo, é determinante para o efeito de proteção que o nível do descarregador de sobretensões esteja abaixo da resistência à tensão de choque da lâmpada e do controlador LED. Os aparelhos de proteção contra sobretensões devem corresponder à norma de teste VDE 0675 (IEC 61643-11) e poder descarregar tensões de choque de vários milhares de amperes de forma não destrutiva. Após a norma de teste cada aparelho de proteção deve ser termicamente monitorizado e separado de forma segura em caso de defeito.

Na norma de luminárias "Fpr EN 60598-1: 2012-11 Luzes – Parte 1: Requisitos e Testes Gerais" no ponto 4.32 está especificado: "Os dispositivos de proteção contra sobretensões devem corresponder à IEC 61643."

No caso de uma incidência direta de raio no poste de iluminação, uma grande parte da corrente de raio flui diretamente para a terra e gera uma diferença de potencial relativamente ao cabo de alimentação. Potentes descarregadores de corrente de raio / combinados conseguem derivar as correntes ricas em energia.



Os dispositivos de proteção contra sobretensões devem cumprir a norma VDE 0675 (IEC 61643).

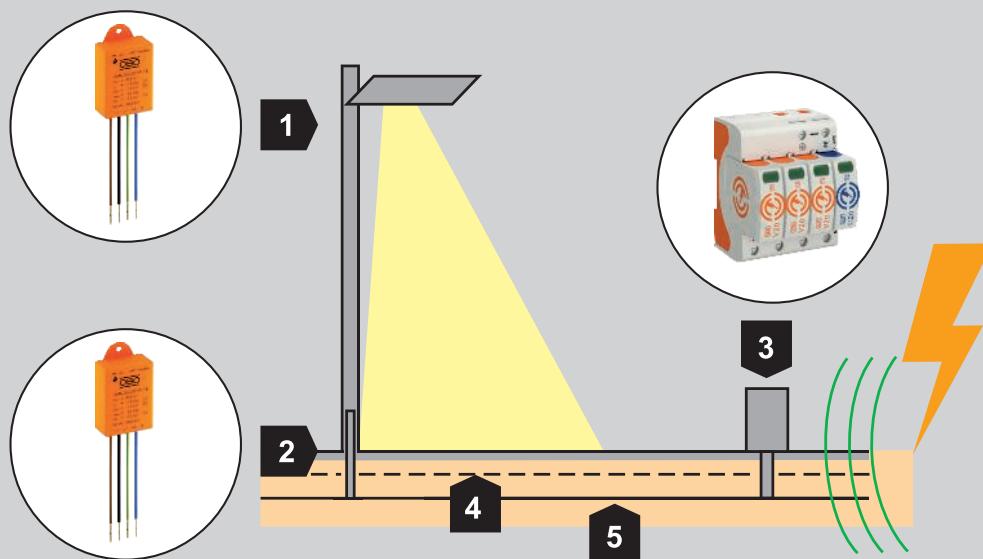
(Fonte: Luminárias EN 60598-1)

| | Local de instalação | Descrição | Dispositivo de proteção | Ref. |
|---|--|---|-----------------------------|---------|
| 1 | Cabeça de luminária com sistema LED, à frente do controlador LED | Descarregador de sobretensões tipo 2+3 | ÜSM-20-230I1P+PE | 5092431 |
| 2 | Caixa de ligação do poste de luz | Descarregador de sobretensões tipo 2+3 | ÜSM-20-230I1P+PE | 5092431 |
| 3 | Armário de controlo com sistema eletrónico, alimentação | Proteção contra sobretensões tipo 1 + 2 | Descarregador combinado V50 | 5093526 |
| 4 | Condutor de ligação à terra não isolado | Condutores planos ou redondos | | 5018730 |
| 5 | Cabo de alimentação | | | |

Incidência direta de raios na lâmpada do poste

Descarga elétrica de maior proximidade e acoplamento indutivo

Uma descarga elétrica num perímetro de 2 km gera uma sobretensão que encontra a iluminação através do cabo de alimentação. Estas sobretensões têm menos energia do que a descarga elétrica direta, mas também podem destruir componentes eletrónicos. Os acoplamentos indutivos são minimizados significativamente devido ao poste metálico e à caixa metálica da luminária. Aqui os impulsos de sobretensão de condução da rede de alimentação também devem ser tidos em conta. A proteção contra sobretensões na caixa de ligação do poste, neste caso, está facilmente acessível e verificável.



| | Local de instalação | Descrição | Dispositivo de proteção | Ref. |
|---|--|--|-------------------------|---------|
| 1 | Cabeça de luminária com sistema LED, à frente do controlador LED | Descarregador de sobretensões tipo 2 + 3 | ÜSM-20-230I1P+PE | 5092431 |
| 2 | Caixa de ligação do poste de luz | Descarregador de sobretensões tipo 2 + 3 | ÜSM-20-230I1P+PE | 5092431 |
| 3 | Armário de controlo com sistema eletrónico, alimentação trifásica | Proteção contra sobretensão Tipo 2 | V20 3+NPE-280 | 5095253 |
| 3 | Alternativamente: armário de controlo com sistema elétrico, alimentação monofásico | Proteção contra sobretensão Tipo 2 | V20 1+NPE-280 | 5095251 |
| 4 | Condutor de ligação à terra não isolado | Condutores planos ou redondos | | 5018730 |
| 5 | Cabo de alimentação | | | |

Descarga elétrica de maior proximidade e acoplamento indutivo



Sistema de iluminação LED num parque de estacionamento

3.2.4.6 Iluminação interior LED

Geralmente, os sistemas de iluminação LED de instalações industriais e de edifícios administrativos são destruídos por tensões elevadas que são acopladas por indução ou provocadas por ocorrências no circuito.

Uma análise de risco de acordo com a VDE 0185-305 (IEC 62305) determina se é necessário um sistema exterior de proteção contra raios. Num sistemas de proteção contra raios é necessário proteger os cabos de alimentação na entrada do edifício com descarregadores de corrente de raio. Independentemente disso, a proteção contra sobretensões deve ser instalada para todo o sistema de iluminação.

Em edifícios industriais e ginásios, as luzes são colocadas a uma maior altura. Após um dano, só é possível reparar as lâmpadas ou os controladores LED com custos elevados. Como a luminosidade mínima exigida no local de trabalho pode provocar acidentes ou erros, deve agir imediatamente.

Os cabos de entrada geralmente muito longos possuem um potencial elevado para acoplamento por indução de sobretensões.

Os aparelhos de proteção contra sobretensões devem ser colocados no distribuidor de alimentação inferior. Contudo, é frequente que as luzes se encontrem a mais de 10 m deste distribuidor. É necessário um aparelho de proteção imediatamente antes dos componentes eletrónicos para proteger o controlador LED e a lâmpada. Se, p. ex., as luzes estiverem montadas diretamente por baixo dos sistemas de suporte de cabos, a proteção contra sobretensões também pode ser colocada numa caixa de derivação de cabos antes das lâmpadas. Para utilizar a função de blindagem dos sistemas de suporte de cabos metálicos, estes devem ser ligados à compensação de potencial em ambos os lados.

Ligação do aparelho de proteção

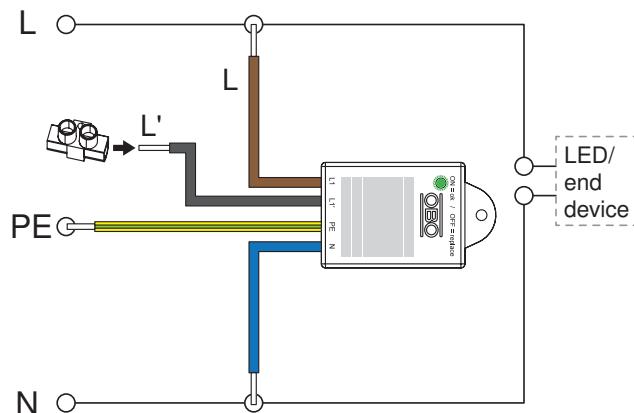
O descarregador ÜSM-LED 230 pode ser instalado em série ou em paralelo com as luminárias. As diferentes ligações podem ser utilizadas para maximizar a disponibilidade (ligação paralela) ou para desligar a luminária em caso de defeito do aparelho de proteção (ligação em série).

Ligação em paralelo

O aparelho de proteção contra sobretensões é ligado antes da lâmpada LED.

Comportamento em caso de falha:

A indicação luminosa no LED ÜSM apaga-se. A proteção contra sobretensões é desconectada. A lâmpada de LED continua acesa sem proteção.



| | |
|-----|---|
| L | Fase do cabo de alimentação |
| L' | Fase do aparelho de proteção (desativação no caso de falha) |
| PE | Terra |
| N | Cabo neutro |
| LED | Luzes |

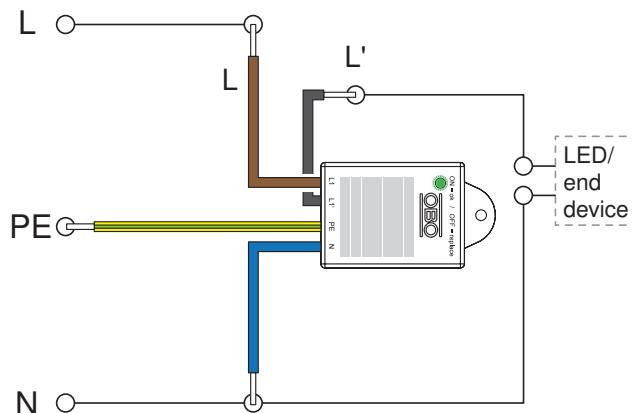
Ligação paralela (máx. disponibilidade)

Tomada serial

A proteção contra sobretensão é ligada em série com a luminária LED.

Comportamento em caso de falha:

A indicação luminosa no LED ÜSM apaga-se. A proteção contra sobretensões e o circuito (L') são desconectados. A falha é sinalizada com o apagar da luz. Um adequado dispositivo de proteção ligado antes dos controladores eletrônicos LED constitui uma barreira segura contra sobretensões. Deste modo, a vida útil das lâmpadas LED é assegurada e o investimento protegido.

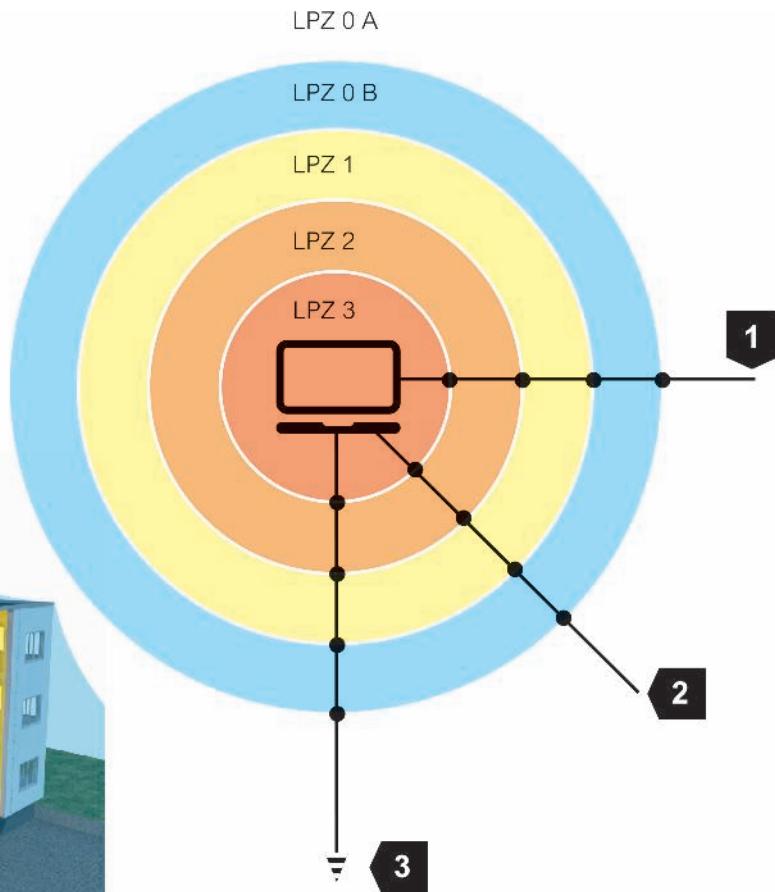


| | |
|-----|---|
| L | Fase do cabo de alimentação |
| L' | Fase do aparelho de proteção (desativação no caso de falha) |
| PE | Terra |
| N | Cabo neutro |
| LED | Luzes |

Ligação em série (desativação da luz)

Na área comercial e na iluminação pública é possível poupar custos energéticos enormes, com tempos de funcionamento longos, apesar do elevado preço de aquisição. No entanto, o retorno do investimento pode ser adiado para o futuro devido a uma falha precoce provocada por sobretensões. Os investimentos podem ser protegidos através de medidas de proteção adequadas.

| | |
|----------|-----------------------|
| 1 | Cabo de energia |
| 2 | Cabo de dados |
| 3 | Ligaçāo equipotencial |



Princípio de proteção de acordo com o conceito e zonas de proteção contra raios

3.3 Proteção contra sobretensões para redes de dados e tecnologia de informação

As redes de dados e tecnologia de informação abrangem um grande espectro. Quase todos os sistemas eletrónicos utilizados para processar informação têm uma importância muito elevada. São guardadas quantidades de dados cada vez maiores e estes devem ser disponibilizados constantemente e num período de tempo muito curto. Também é importante proteger estes sistemas contra sobretensões perigosas. Devem ser incluídos no conceito de proteção contra sobretensões para impedir a falha ou uma deterioração dos sistemas.

3.3.1 Fundamentos dos métodos de planeamento

Os sistemas de comunicação e de tecnologias de informação são atualmente as principais artérias de quase todas as empresas. As sobretensões que chegam às linhas de dados, por acoplamientos galvânicos, capacitivos ou indutivos, podem destruir os equipamentos dos sistemas de informação e de comunicação.

Para evitar estas situações deverão ser tomadas medidas de proteção adequadas.

Por causa da grande quantidade de sistemas de informação, de telecomunicações e de medida, é difícil muitas vezes a escolha do correto dispositivo de proteção contra sobretensões. Devem-se considerar os seguintes fatores:

- O sistema de ligação do dispositivo de proteção deverá servir no aparelho a proteger.
- Deverão ser considerados parâmetros como o nível de sinal mais elevado, a frequência mais elevada, o nível de proteção máximo e as condições de instalação.
- O dispositivo de proteção deverá ter pouca influência no que respeita à atenuação e reflexão no caminho de transmissão.

Princípio da proteção

Um aparelho apenas está protegido contra sobretensões se todos os cabos de energia e de dados que lhe estão ligados, estiverem integrados na compensação de potencial, nas transições entre zonas de proteção contra raios (compensação de potencial local). A OBO Bettermann oferece um programa completo de dispositivos de proteção para linhas de dados, testados, de funcionamento seguro e fiáveis para os sistemas de telecomunicações e tecnologias de informação convencionais.

Normas nas redes de dados e tecnologias de informação

No campo das tecnologias de informação e das redes de dados, diversas normas adquirem importância relevante. Desde a cablagem estruturada dos edifícios passando pela ligação equipotencial, até à CEM, devem-se ter em conta diferentes normas. Algumas normas importantes são listadas aqui.

| Norma | Conteúdo |
|------------------------------|--|
| VDE 0845-3-1 (IEC 61643-21) | Dispositivos de proteção contra sobretensões em baixa tensão, parte 21: Dispositivos de proteção contra sobretensões ligados a redes de telecomunicações e de transmissão de sinais. Requisitos de desempenho e métodos de teste. |
| VDE 0845-3-2 (IEC 61643-22) | Aparelhos de proteção contra sobretensões para baixa tensão, parte 22: Aparelhos de proteção contra sobretensões para utilização em redes de telecomunicação e de transmissão de sinal. Princípios de seleção e aplicação |
| EN 50173-1 | Tecnologia de informação – Sistemas de cabos de comunicação para aplicações neutras – parte 1: requisitos gerais. |
| DIN VDE 0845-1 | Proteção de sistemas de telecomunicação contra o efeito de raios, carregamentos estáticos e sobretensões provenientes de instalações elétricas – medidas contra sobretensões. |
| DIN VDE 0845-2 | Proteção de equipamento de processamento de dados e de telecomunicações contra o impacto de raios, descargas eletrostáticas e sobretensões procedentes de centrais elétricas – requisitos e verificações de dispositivos de proteção contra sobretensões |
| EN 50310 (VDE 0800-2-310) | Aplicação de medidas para ligação à terra e compensação de potencial em edifícios com dispositivos de tecnologias de informação. |
| EN 61000-4-5 (VDE 08457-4-5) | Compatibilidade eletromagnética (CEM) – parte 4–5: método de teste e de medição – verificação da imunidade contra tensões de choque. |
| EN 60728-11 (VDE 855-1) | Redes de cabo para sinais de televisão, sinais de som e serviços interativos – parte 11: Requisitos de segurança (IEC 60728-11:2005). |

Tabela 3.7 Normas com referência à proteção contra sobretensões na tecnologia de informação

Comparação

Tal como nos aparelhos de proteção contra sobretensão para a energia, também no domínio da proteção de cabos de dados existe uma diferenciação dos aparelhos por classes. Estes também podem ser divididos nas diversas zonas de proteção contra raios.

| | Proteção contra sobretensões Energia | Proteção contra sobretensões Proteção de cabos de dados |
|-----------------------------|--------------------------------------|---|
| Norma de teste IEC | IEC 61643-11 | IEC 61643-21 |
| Princípios de aplicação IEC | IEC 61643-12 | IEC 61643-22 |
| LPZ 0B/1 (10/350 µs) | Classe I | Classe D1 |
| LPZ 1/2 (8/20 µs) | Classe II | Classe C2 |
| LPZ 2/3 (8/20 µs) | Classe III | Classe C2/C1 |

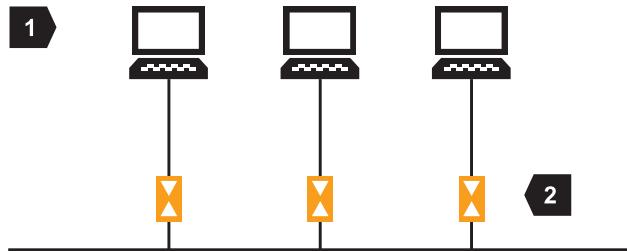
Tabela 3.8: Contraposição das normas para aparelhos de proteção contra sobretensões

3.3.1.1 Topologias

Na tecnologia de informação, os aparelhos utilizam cabos para a comunicação entre si, que utilizam diferentes tipos de cablagem denominadas "topologias". De acordo com a topologia, a proteção contra sobre-corrente deve ser planeada em conformidade. Seguidamente são representadas as topologias mais comuns, bem como os locais de utilização associados dos aparelhos de proteção contra sobretensões.

Topologia bus

Na topologia de bus todos os terminais são ligados em paralelo. A extremidade do bus tem de ser fechada de forma a que não haja reflexão. As aplicações típicas são 10Base2, 10Base5, comandos de máquinas como por ex. PROFIBUS e sistemas de telecomunicações como RDIS.

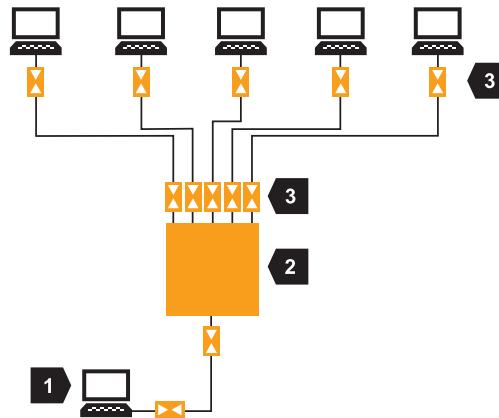


Topologia bus

- | | |
|----------|---|
| 1 | Aparelhos terminais de IT |
| 2 | Aparelhos de proteção contra sobretensões |

Topologia em estrela

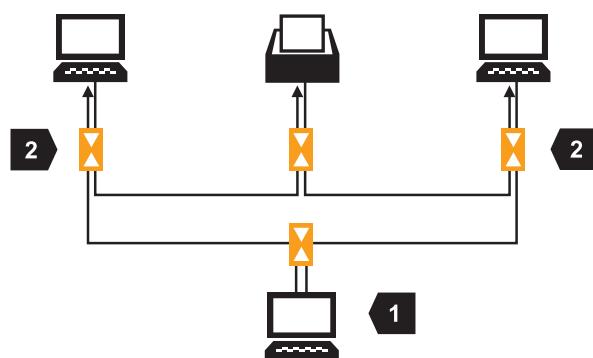
Numa rede em estrela, cada posto de trabalho é alimentado por um cabo separado a partir de um ponto em estrela central (HUB ou Switch). Aplicações típicas são as aplicações 10BaseT, 100BaseT e também aplicações 10 Gbit.



Topologia em estrela

Topologia em anel

Na topologia em anel cada posto de trabalho é ligado ao equipamento anterior e sucessor através de uma rede em forma de anel. A falha numa estação conduz a uma falha completa da rede. Redes em anel são utilizadas, p. ex., em aplicações de anel Token.



Topologia em anel

- | | |
|----------|---|
| 1 | Servidor |
| 2 | Aparelhos de proteção contra sobretensões |

3.3.1.2 Interferências em sistemas de tecnologias de informação

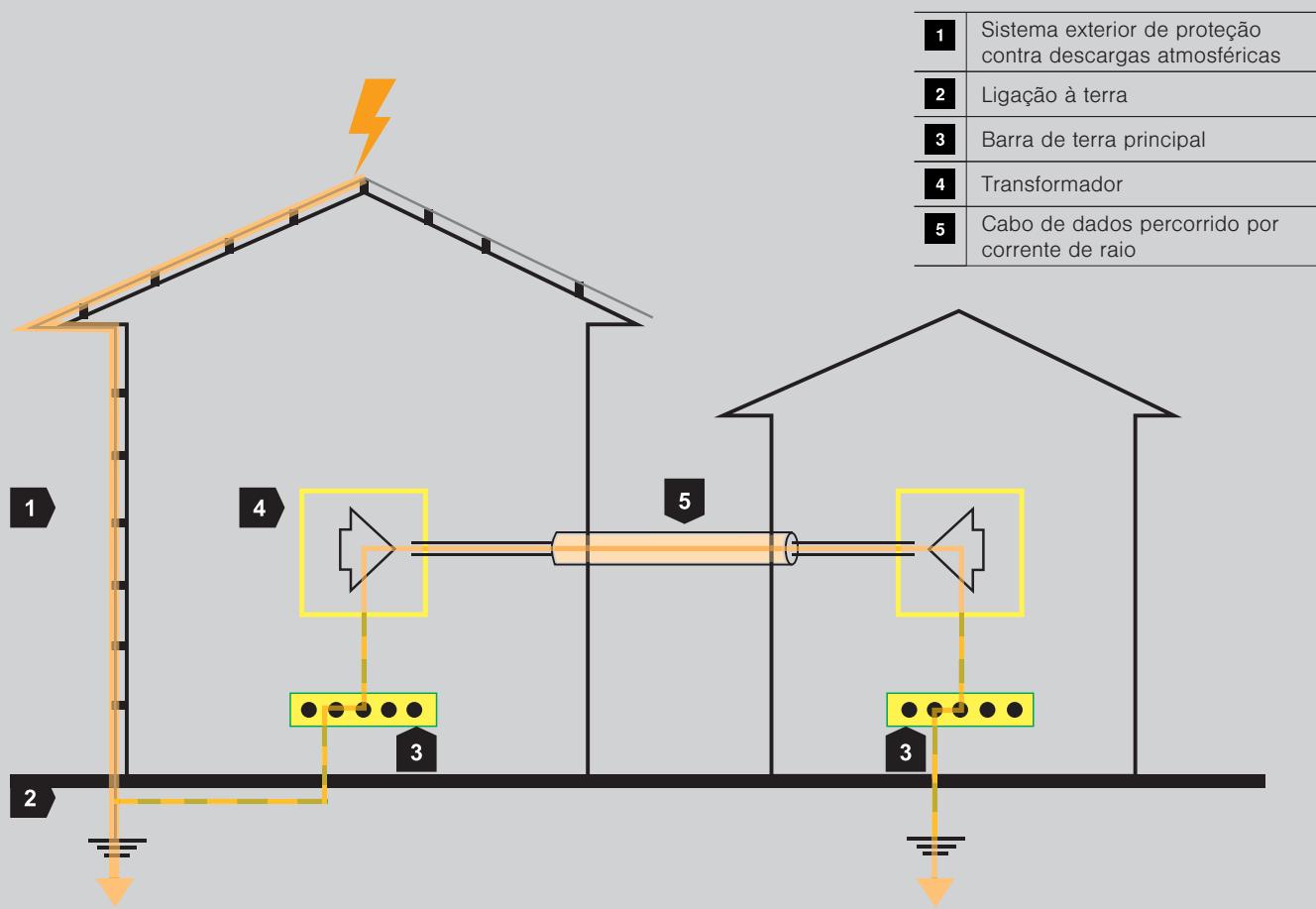
Correntes de raio e sobretensões podem ser acopladas de diversas formas em cabos de dados. Existe a possibilidade de os transientes ou correntes de raios serem diretamente transmitidos através do raio ou por cabos nos quais já estão acoplados fatores de perturbação.

Dado também poderem surgir sobretensões mesmo sem o efeito de raios, por exemplo, em operações de comutação na rede de alimentação, os aparelhos terminais e cabos devem possuir uma determinada resistência à tensão, que pressupõe que o aparelho ou cabo ainda pode ser operado apesar de uma breve sobretensão. Na seguinte tabela estão listados os habituais valores de resistência à tensão de aparelhos terminais/cabos comuns.

Componentes eletrotécnicos possuem, fundamentalmente, uma determinada rigidez dielétrica.

| Aplicação | Rigidez dielétrica habitual | Proteção contra sobretensão da OBO Nível de proteção |
|---|-----------------------------|---|
| Aparelhos terminais TK/participantes | 1,5 kV | < 600 V |
| Aparelhos terminais MSR | 1 kV | < 600 V |
| Cabo de assinante de telefone (quadra estrela) | | |
| • Fio-Fio | 0,5 kV | < 300 V |
| • Fio-Blindagem | 2 kV | < 300 V |
| Cabo de instalação – Sistemas de alarme remotos (F-vYAY) | | |
| • Fio-Fio | 0,5 kV | < 60 V |
| • Fio-Blindagem | 2 kV | < 800 V |
| Cabo de telecomunicações – Cabo de mangueira – Intercomunicador | | |
| • Fio-Fio | 1 kV | < 60 V |
| • Fio-Blindagem | 1 kV | < 600 V |
| Cabo CAT7 | | |
| • Fio-Fio | 2,5 kV | <120 V |
| • Fio-Blindagem | 2,5 kV | <700 V |
| Cabo de dados de instalação – J-Y(ST)Y | | |
| • Fio-Fio | 0,5 kV | < 60 V |
| • Fio-Blindagem | 2 kV | < 800 V |
| Cabo de manobra – Distribuidor TK | 2,5 kV | < 1 kV |
| Cabo Profibus | 1,5 kV | < 800 V |
| Cabo coaxial de 50 Ohm | 2 kV - 10 kV | < 800 V |
| Cabo coaxial SAT ed 75 Ohm | 2 kV | < 800 V |
| Cabo de alarme de incêndio J YY BMK (JB-YY) | | |
| Fio-Fio | 0,8 kV | < 60 V |
| Fio-Blindagem | 0,8 kV | < 600 V |

Tabela 3.9 Rigidez dielétrica de componentes de tecnologia de informação



Acoplamento galvânico num cabo de dados através da instalação de proteção contra raios exterior

Galvanizado

Se uma corrente de raio, p. ex., no caso de uma incidência de raio diretamente no cabo, está a falar-se de um acoplamento galvânico.

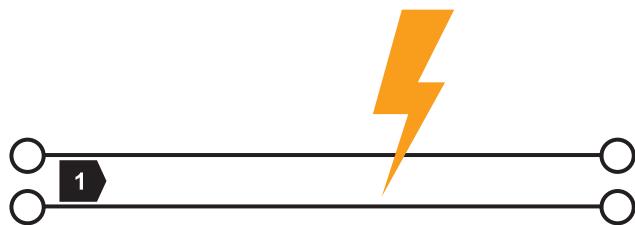
Se a corrente do raio fluir para a terra através do sistema externo de proteção contra raios ao atingir uma haste de terminação de ar, aprox. 50 % da corrente de raio passa para o edifício através da compensação de potencial doméstica sendo, portanto, galvanicamente acoplada.

Neste caso, o sistema externo de proteção contra raios nem sempre é o motivo para correntes de raio acopladas: por defeito, todos os cabos externos que terminam na casa podem acoplar correntes de raio. Por exemplo no caso de uma incidência numa estação do transformador ou através de um fio suspenso, ligado a uma casa. Mesmo o cabo de telecomunicação pode permitir a entrada de correntes de raio do exterior. Os próprios cabos de fibra ótica insensíveis a CEM com proteção metálica contra roedores montada podem, derivado destas, tornar-se condutores de correntes de raio.

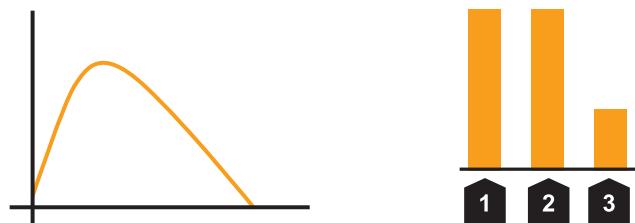
Os aparelhos de proteção contra sobretensão conduzem, então, a corrente de raio dos cabos que chegam pela compensação de potencial para a terra.

A corrente de raio acoplada apresenta elevada energia com uma frequência alta. Pela curva com a forma de onda 10/350 μ s, este tipo de acoplamento é de curta duração.

Deve observar-se que nos condutores de entrada também os presumíveis elementos de proteção como blindagem, proteção contra roedores etc sejam conectados à compensação de potencial com capacidade de transporte de correntes de raio.

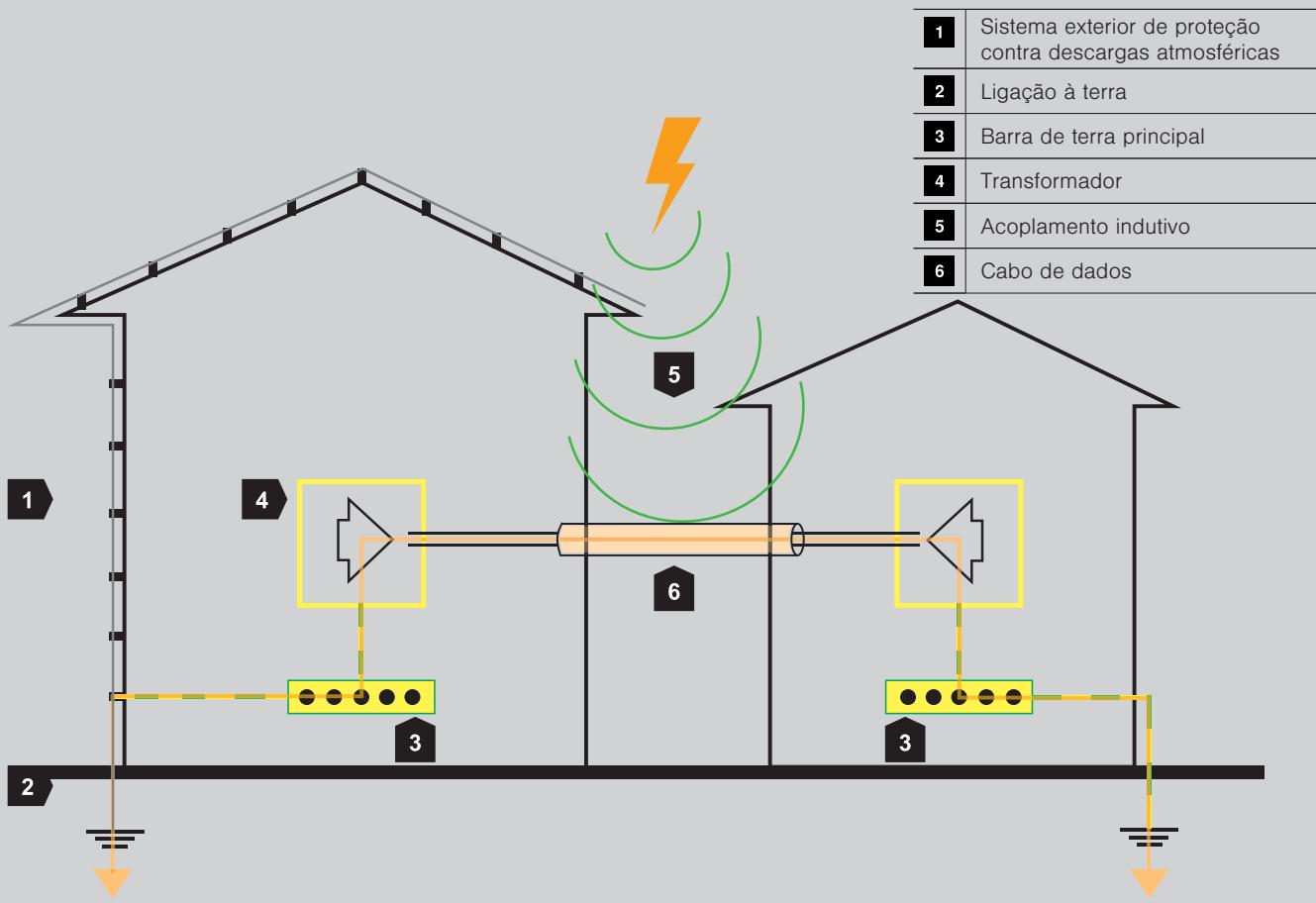


1 Cabo de telecomunicações



| | |
|----------|------------|
| 1 | Energia |
| 2 | Frequência |
| 3 | Tempo |

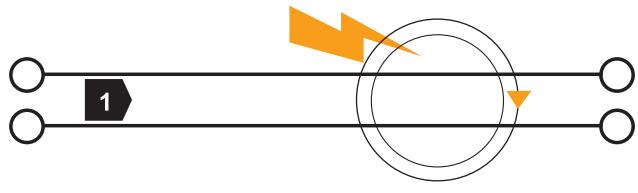
Características de um acoplamento galvânico



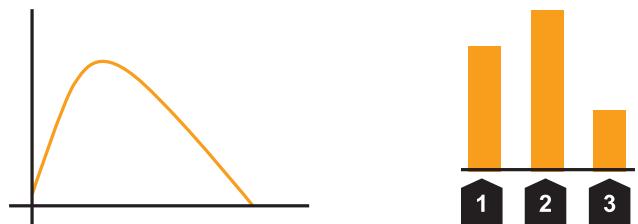
Acoplamento indutivo no caso de uma incidência direta

Indutivo

Um condutor percorrido por corrente gera um campo magnético à sua volta. Se correr uma elevada corrente de raio, o campo magnético é correspondentemente maior, acoplando-se a condutores e laços de condutores que se encontram no seu alcance. Mesmo incidências de raios distantes emitem ondas eletromagnéticas que são acopladas aos laços de condutores.



| | |
|----------|---------|
| 1 | TK-line |
|----------|---------|

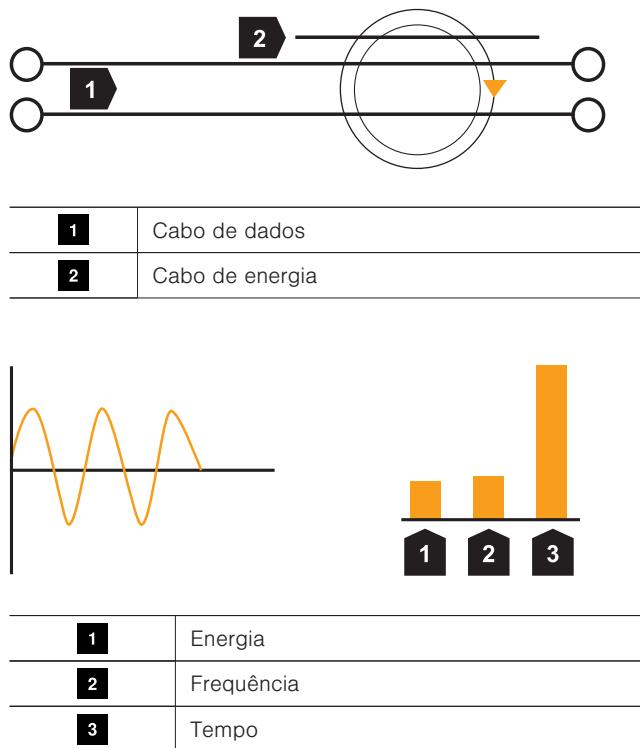


| | |
|----------|------------|
| 1 | Energia |
| 2 | Frequência |
| 3 | Tempo |

Acoplamento indutivo através de uma incidência de raio

Deste modo é induzida uma sobretensão que pode interferir ou danificar os aparelhos elétricos conectados. Especialmente em condutores e dados, isto frequentemente leva à destruição dos sistemas eletrônicos que ali estão conectados. Tal como na corrente de raio, deve partir-se de uma frequência elevada, bem como de uma curta duração do impulso. As sobretensões induzidas têm a forma de onda 8/20 μs . Comparando com o impulso de 10/350 μs , a energia é mais baixa.

Não são apenas correntes de raio que induzem tensões de interferência, mas todos os condutores elétricos percorridos por correntes. Como exemplo pode mencionar-se um cabo de energia de 230-V:

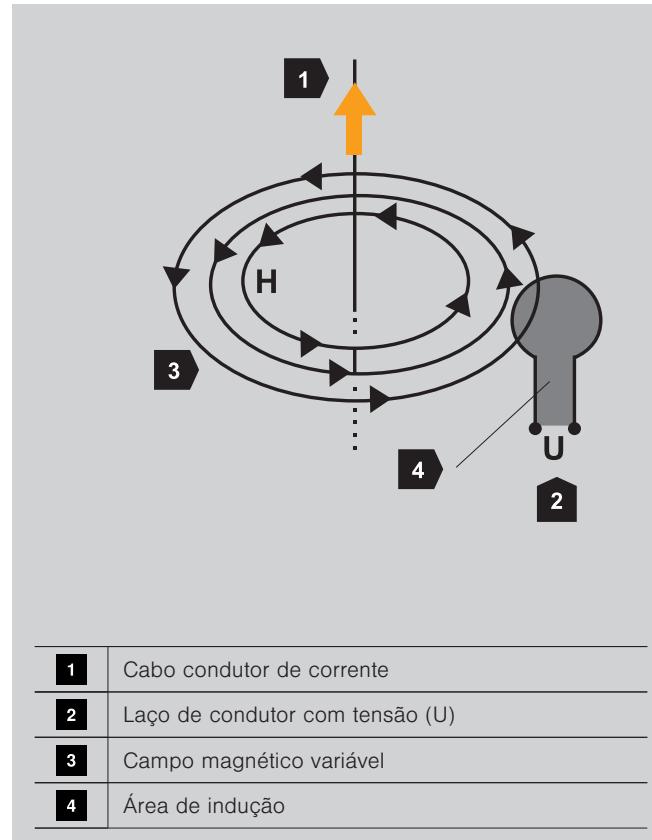


Acoplamento indutivo através de um cabo de energia disposto de forma paralela

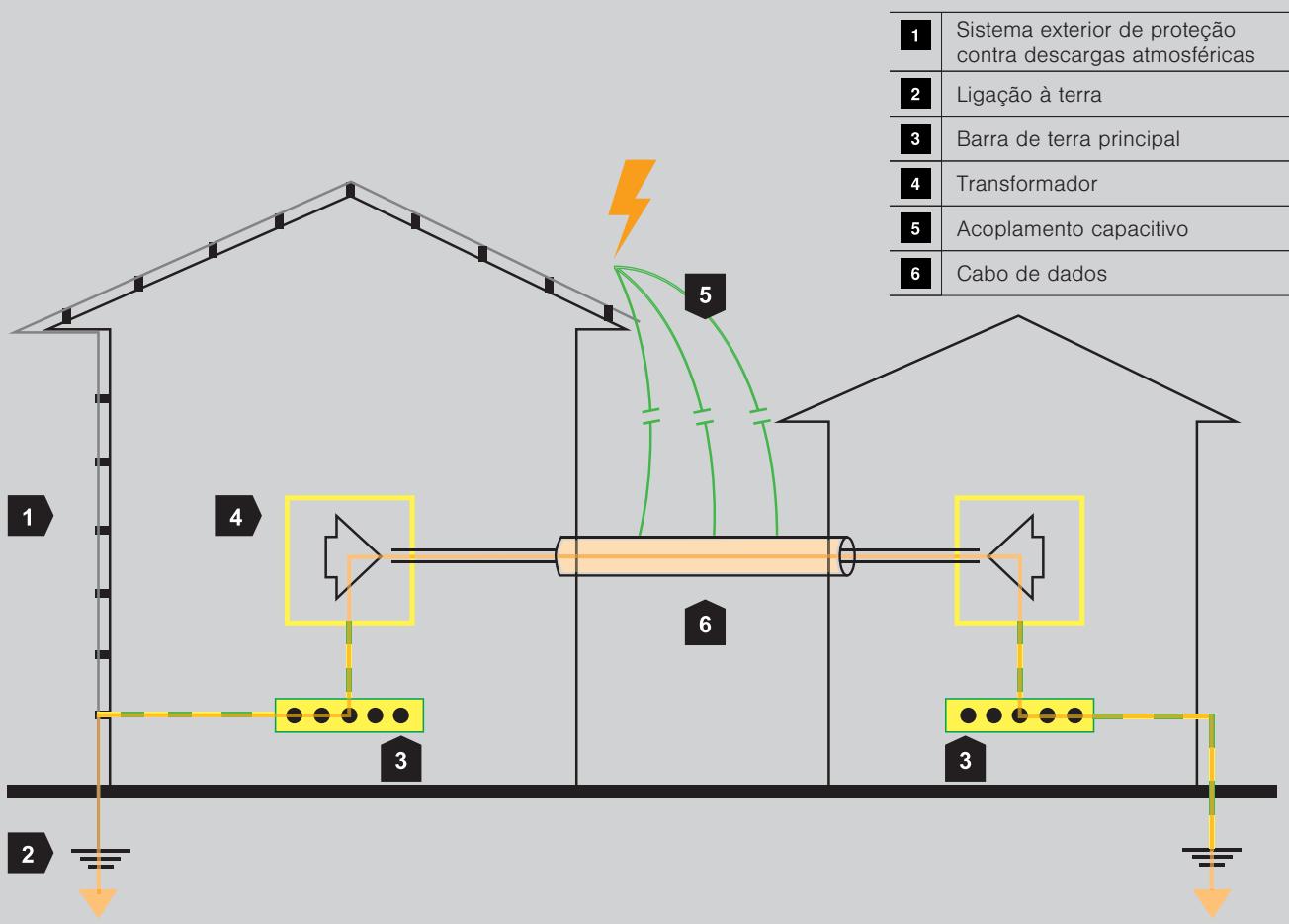
Se o cabo de comunicação se encontrar dentro do campo magnético de um condutor elétrico, pode ser induzida uma tensão de interferência. O valor da tensão de interferência induzida no cabo de comunicação depende tanto do condutor do campo magnético como da estrutura do cabo de comunicação. Uma blindagem do cabo de comunicação pode baixar significativamente os valores de interferência induzidos.

Princípio básico da indução:

Uma corrente (I), que flui através de um condutor elétrico, gera um campo magnético em volta do condutor. Quando se forma um laço a partir de um condutor e este é mergulhado num campo magnético variável, é possível medir esta tensão (U) nas extremidades dos condutores. Dependendo do tamanho do campo magnético ou do laço de condutor mergulhado, maior ou menor é a tensão induzida.



Indução num laço de condutor



Acoplamento capacitivo no caso de uma incidência direta

Capacitivo

Ocorre um acoplamento capacitivo quando, entre dois pontos com uma elevada diferença de potencial, existe uma tensão. O transporte da carga através do meio, que se encontra entre os pontos, tenta compensar os potenciais, gerando, deste modo, uma sobre-tensão.

3.3.1.3 Edifícios e blindagem espacial

Infraestruturas críticas como centrais de dados, centrais elétricas, instalações químicas ou sistemas de abastecimento de energia e água, podem ser protegidas contra os efeitos de ondas eletromagnéticas através de espaços blindados.

Para a blindagem, todas as paredes, o teto e o piso devem ser revestidos com materiais condutores (p. ex. chapas de aço ou películas de cobre). As portas e janelas devem estar ligadas à blindagem das paredes através de contactos de mola. Além disso, todos os bucinos devem ser blindados.



Torres de comunicação móvel



Ligaçāo da blindagem do cabo com a braçadeira de suporte SAS para ligação da malha de blindagem e aparelhos de proteção contra sobretensão MDP.

3.3.1.4 Blindagem de cabos

Para a blindagem dos cabos são utilizadas películas e blindagens trançadas e combinações de ambas. As blindagens de película possuem vantagens nas frequências altas, enquanto as blindagens trançadas têm vantagens nas frequências mais baixas. A qualidade da blindagem é comprovada no amortecimento da blindagem ou no índice de blindagem. Cabos e condutas existentes também podem ser blindados por sistemas de suporte de cabo ligados à terra ou tubos metálicos. Nos últimos anos a aplicação de circuitos eletrónicos aumentou de forma contínua. Sejam sistemas industriais, na área da medicina ou doméstica, sistemas de telecomunicações, veículos motorizados ou instalações elétricas em edifícios – um pouco por todo o lado encontram-se aparelhos e sistemas elétricos potentes, que utilizam correntes cada vez mais fortes, que atingem maiores raios de ação e capazes de transportar mais energia num menor espaço.

Se uma ligação direta em ambos da blindagem do cabo, por motivos técnicos, não puder ser executada para evitar "loops de terra" de 50 Hz, um dos lados deve ser ligado à terra de forma direta e o segundo de forma indireta. Através da ligação indireta à terra por intermédio de um descarregador a gás, a blindagem do cabo, no funcionamento normal, é isolada de um lado. Em acoplamientos grandes pode ocorrer uma compensação de potencial através do descarregador a gás inflamado.

No entanto, com a aplicação da mais moderna tecnologia, aumenta também a complexidade das aplicações. Consequentemente existem cada vez mais influências mútuas (interferências eletromagnéticas) de equipamentos e cabos que podem resultar em danos e perdas a nível económico.

Neste caso fala-se da compatibilidade eletromagnética (CEM):

A compatibilidade eletromagnética (CEM) é a capacidade de um dispositivo elétrico funcionar na perfeição num ambiente eletromagnético, sem influenciar acidentalmente o ambiente envolvente ou outros dispositivos (VDE 0870 -1). Na UE, a compatibilidade eletromagnética está resumida na Diretiva CEM 2014/30/CE. Meios operacionais elétricos, como fonte de interferência, emitem interferências eletromagnéticas (emissão), que são absorvidas (imissão) por outros aparelhos ou dispositivos, que funcionam como receptores (dissipador de interferência). Assim o funcionamento de um equipamento suscetível pode ser muito influenciado, o que na pior das situações pode resultar numa avaria geral com perdas económicas. As interferências podem propagar-se tanto pelos cabos como através de ondas eletromagnéticas.

Cabo de dados sem blindagem

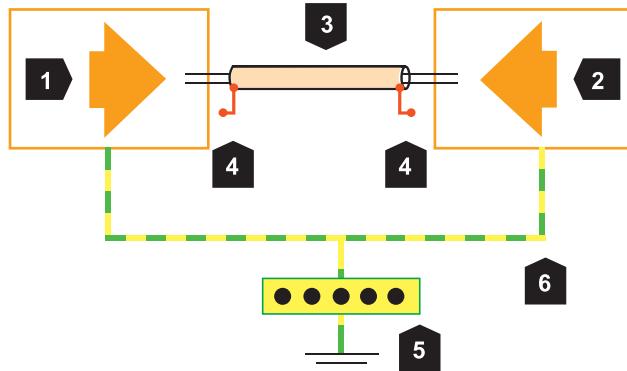
Para assegurar a CEM é necessário um planeamento sistemático. As fontes de interferência devem ser identificadas e quantificadas. O acoplamento descreve a propagação da interferência desde a fonte emissora até ao aparelho influenciado, o equipamento suscetível (receptor). A tarefa do planeamento CEM é, através de medidas correspondentes, assegurar a compatibilidade na fonte, no percurso de acoplamento e no receptor. O projetista e os instaladores dependem cada vez mais com esta questão no seu dia a dia. Deste modo, a CEM representa um fator fundamental durante o planeamento e a cablagem da instalação.

Devido à elevada complexidade da compatibilidade eletromagnética, os problemas associados à CEM devem ser analisados e solucionados utilizando hipóteses simplificadas, com a ajuda de modelos e recorrendo a tentativas e medições.

Sistemas de suportes de cabos e o seu contributo para a CEM

Os sistemas de suporte de cabos podem contribuir significativamente para melhorar a CEM. São passivos e contribuem de forma permanente e segura para a CEM. Cabos dispostos dentro de sistemas de suporte de cabos ou através de sistemas de suportes de cabos são blindados. Na disposição de cabos dentro de sistemas de suportes de cabos, o acoplamento galvânico e o acoplamento por campos eletromagnéticos nos cabos é fortemente diminuído. Os sistemas de suporte de cabos contribuem desta forma para diminuir o acoplamento da fonte para o destino. Os efeitos de blindagem dos sistemas de suporte de cabos podem ser quantificados pela resistência de acoplamento e pelo amortecimento da blindagem. Assim, o engenheiro projetista obtém importantes parâmetros de Engenharia de sistemas de suporte de cabos para a Engenharia CEM.

Em sistemas distribuídos aparecem comprimentos de cabos de várias centenas de metros. De acordo com o tipo de cabo são utilizadas blindagens em cabos de dados para proteção de cabos de sinal contra interferências. Estas devem ser ligadas à compensação de potencial, de modo a poder descarregar as interferências acopladas. De seguida são apresentados os diferentes tipos de blindagem.

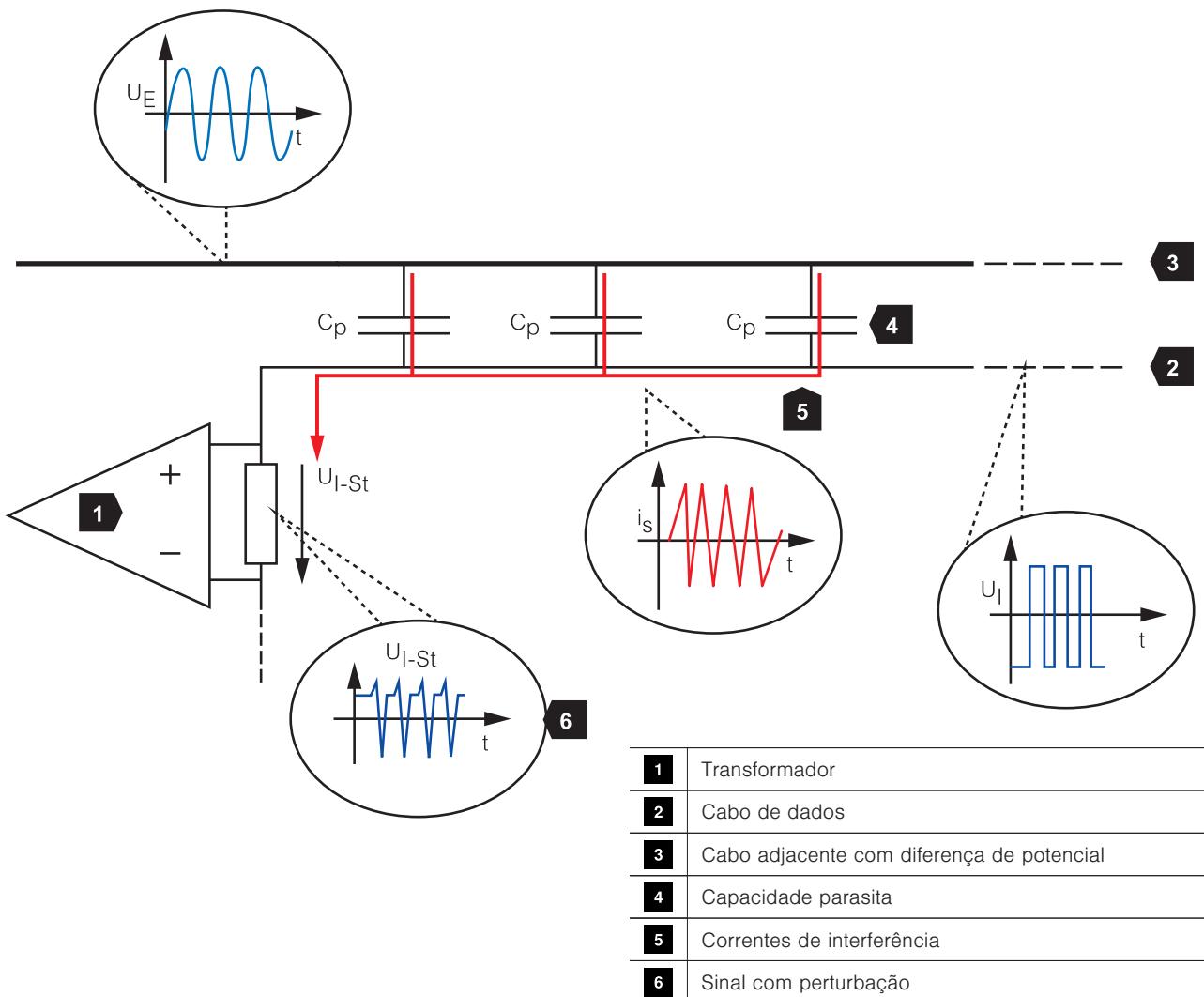


| | |
|----------|-------------------------|
| 1 | Aparelho 1 |
| 2 | Aparelho 2 |
| 3 | Cabo de dados |
| 4 | Blindagem não conectada |
| 5 | Barra equipotencial |
| 6 | Ligaçāo à terra |

Cabo sem blindagem conectada

Exemplo:

Entre diferentes componentes de uma instalação existe um campo elétrico. Neste caso, as capacidades parasitas provocam correntes de interferência que têm influência nos cabos vizinhos:



Efeito de um acoplamento capacitivo sobre um transformador

Uma blindagem não conectada não protege o sistema contra a influência de interferências, p. ex.:

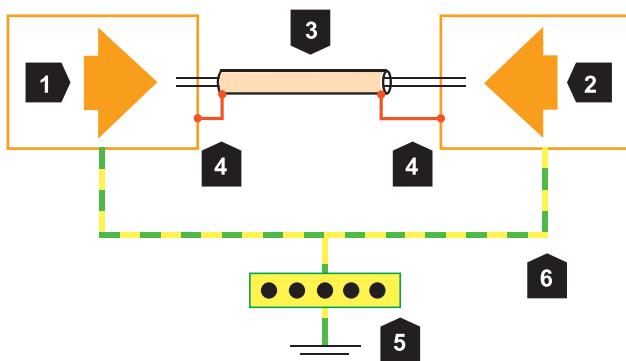
- Crosstalk
- Acoplamento indutivo
- Acoplamento reduzido

As tensões U_I e U_E referem-se ao aterramento de proteção absoluta. Através das capacidades parasitas C_p , a corrente i_S corre através do transformador para a massa. A tensão de interferência daí surgida sobrepõe-se com a tensão de entrada e interfere com a transmissão. As capacidades parasitas surgem, p. ex., dentro da área de AF.

Cabo de dados com blindagem

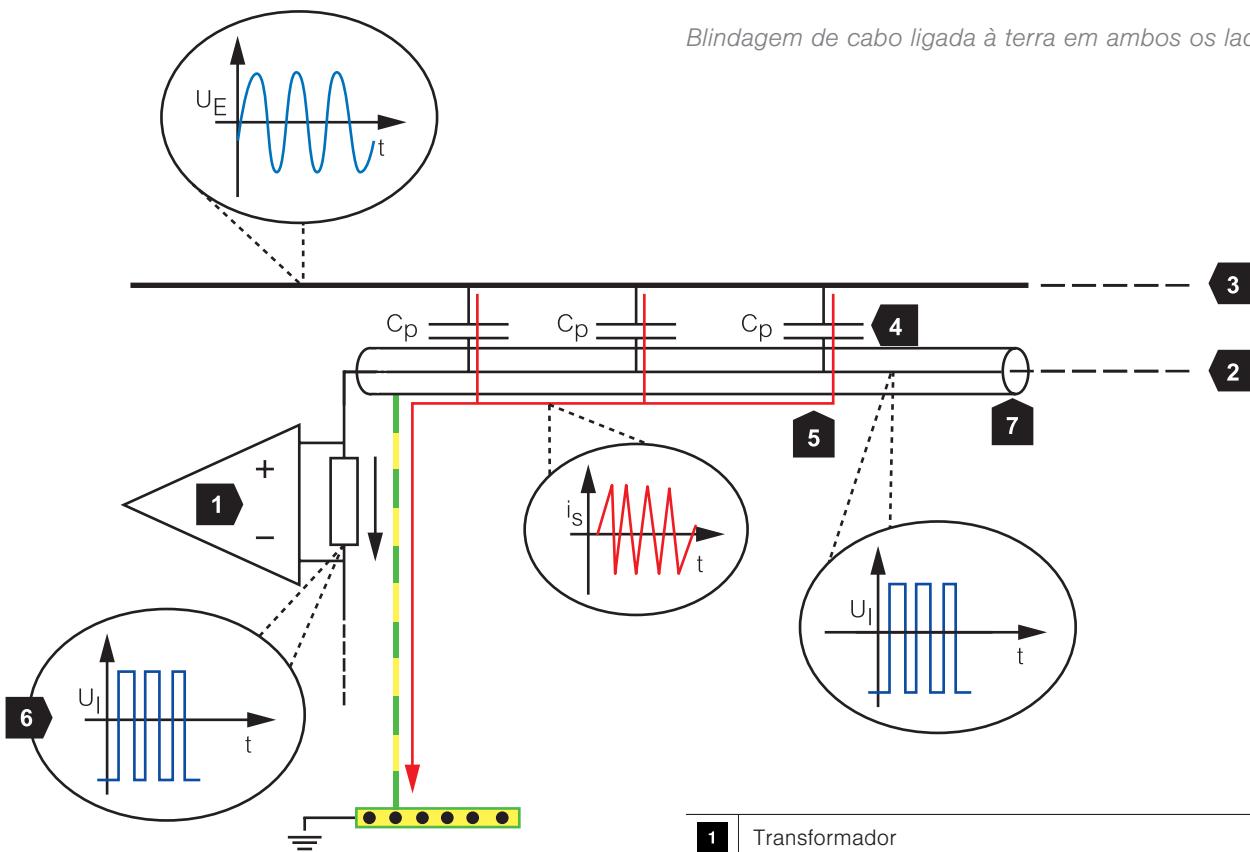
Durante a disposição do cabo deve ter-se em atenção que a ligação de blindagem é contínua e está aterrada em ambas as extremidades. Uma blindagem de cabo aterrada apenas num lado atua apenas contra acoplamentos capacitivos. Blindagens aterradas em ambos os lados também atuam contra acoplamentos indutivos.

Através da ligação, o cabo é blindado contra acoplamentos capacitivos e indutivos. Consoante a resistência de acoplamento do cabo ou da secção transversal da blindagem, a blindagem é capaz de transportar correntes de raio.



| | |
|---|------------------------------------|
| 1 | Aparelho 1 |
| 2 | Aparelho 2 |
| 3 | Cabo de dados |
| 4 | Blindagem ligada de ambos os lados |
| 5 | Barra equipotencial |
| 6 | Ligação à terra |

Blindagem de cabo ligada à terra em ambos os lados



| | |
|---|--|
| 1 | Transformador |
| 2 | Cabo de dados |
| 3 | Cabo adjacente com diferença de potencial |
| 4 | Capacidades parasitas |
| 5 | Correntes de interferência |
| 6 | Sinal sem interferência |
| 7 | Blindagem para derivar as correntes de interferência |

Um acoplamento capacitivo sobre o transformador é impedido através do efeito da blindagem

Através da utilização da blindagem do cabo, as interferências podem ser minimizadas, na medida em que as correntes das capacidades parasitas sejam descarregadas através da blindagem.

No entanto, correntes de compensação podem fluir para a blindagem. Isto ocorre quando a resistência de terra dos diversos sistemas de ligação à terra é diferente, existindo, assim, uma diferença de potencial. Através da ligação de ambos os sistemas por intermédio da blindagem, as correntes de compensação tentam eliminar a diferença de potencial. No caso de grandes diferenças de potencial fluem grandes correntes de compensação. Se esta for demasiado elevada e não for suportada pela blindagem, isto pode provocar um incêndio de um cabo. Em redes TN-C podem, além disso, surgir fortes interferências no cabo de dados.

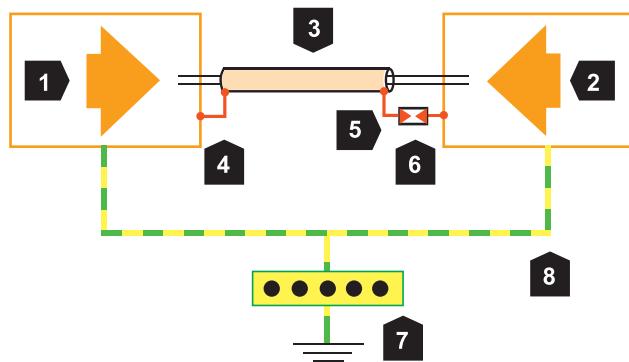
Cabo de dados com ligação à terra indireta de um lado

Uma medida para evitar correntes de compensação é a ligação à terra indireta de uma extremidade da blindagem. A blindagem é conectada à compensação de potencial através de um descarregador a gás. Dado o descarregador a gás possuir uma resistência de vários Gigaohm, não existe qualquer ligação direta dos sistemas de ligação à terra. A alta impedância num lado, impede o fluxo de correntes de compensação.

No caso de incidência de raios sobre a blindagem, o descarregador a gás fica ativo. Dado a outra extremidade estar ligada com baixa resistência ou diretamente na compensação de potencial, a corrente de raio ou a sobretensão pode ser descarregada em ambas as extremidades. Deste modo, a blindagem não é totalmente carregada de um lado.

3.3.1.5 Características de transferência

Os cabos de dados são particularmente suscetíveis a interferências devido a níveis de sinal sensíveis. Estas podem conduzir a erros de ligação ou à total interrupção do sinal. Se houver intervenções no cabo, como por exemplo, a utilização de caixas de derivação, fichas, adaptadores ou mesmo num raio de curvatura demasiado reduzido, deve sempre contar-se com perdas de sinal. Se as perdas forem demasiado elevadas, pode deixar de ser possível cumprir determinados padrões de transmissão. Mesmo a colocação de aparelhos de proteção contra sobretensões é uma intervenção no cabo.



| | |
|----------|--------------------------------------|
| 1 | Aparelho 1 |
| 2 | Aparelho 2 |
| 3 | Cabo de dados |
| 4 | Blindagem ligada de um modo direto |
| 5 | Blindagem ligada de um modo indireto |
| 6 | Descarregador a gás |
| 7 | Barra equipotencial |
| 8 | Condutor de terra |

Ligação à terra indireta de um lado

De forma a manter as perdas o mais baixas possível, os cabos devem ser verificados quanto às suas propriedades de transmissão.

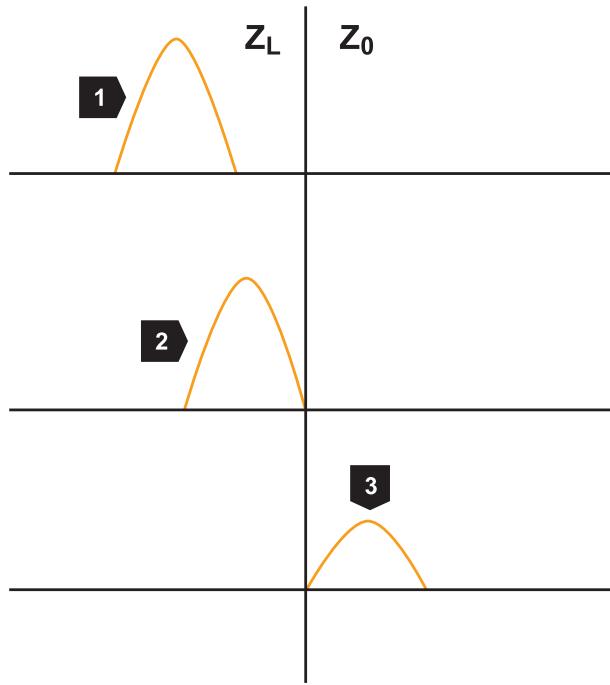
As propriedades de transmissão podem ser determinadas com correspondentes aparelhos de medição. Importante é o aparelho de medição, o cabo de ligação, bem como o aparelho de proteção contra sobre-tensões terem a mesma resistência de onda, de modo a evitar reflexões demasiado fortes e amortecimentos nas juntas. Além disso, é necessária uma calibração para que os resultados de medição não sejam adulterados. Seguidamente são representadas importantes características de transferência:

Perda de inserção

A perda de inserção descreve a atenuação do sistema desde a entrada até à saída. Mostra a função de transferência do sistema e permite encontrar o ponto 3 dB.

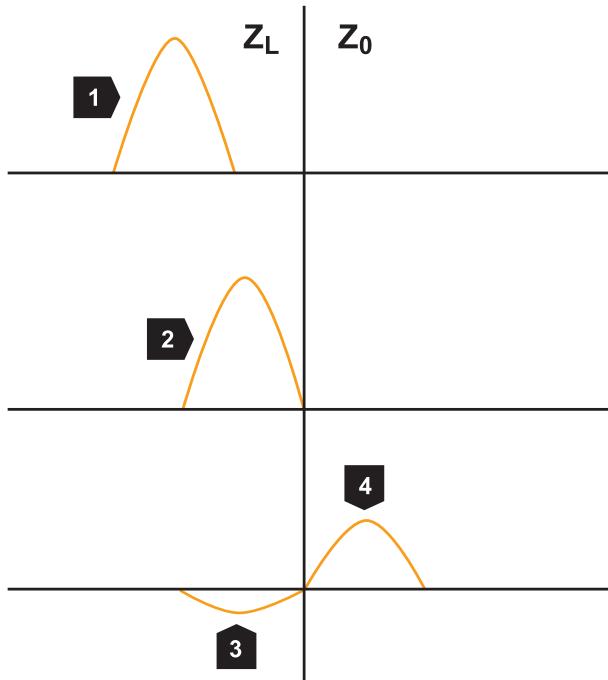
Potência refletida (perda de retorno)

Este parâmetro indica em dB, a perda da potência de entrada por causa da reflexão. Em caso de sistemas bem ajustados estes valores situam-se nos -20 dB em sistemas 50-Ω. Se a impedância das ondas divergir, aparecem reflexões nos pontos de choque. O consumidor já não consegue absorver a potência completa, dado a potência refletida voltar no cabo para a fonte de alimentação.



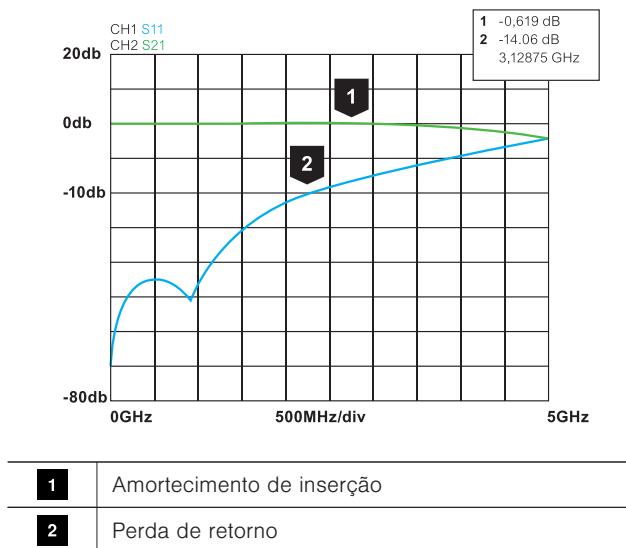
| | |
|----------|--|
| 1 | Onda de entrada |
| 2 | A onda encontra a alteração de resistência da onda |
| 3 | A onda é amortecida no ponto de choque |
| Z_L | Impedância do cabo de entrada |
| Z_0 | Impedância após ponto de choque |

Onda amortizada (insertion loss)



| | |
|----------|--|
| 1 | Onda de entrada |
| 2 | A onda encontra a alteração de resistência da onda |
| 3 | A onda é parcialmente refletida e volta para trás |
| 4 | Onda amortecida |
| Z_L | Impedância do cabo de entrada |
| Z_0 | Impedância após ponto de choque |

Onda refletida (return loss)



Amortecimento de inserção e amortecimento de retorno representados por intermédio de um analisador de rede.

VSWR

A relação de ondas estacionárias (Voltage Standing Wave Ratio) é a relação entre uma onda de entrada e uma onda de retorno. Motivos para ondas estacionárias resultam, p.ex., do cabo não ser terminado com a impedância do cabo ou de serem unidos dois cabos de impedâncias diferentes: Por exemplo, um cabo coaxial de 50 Ohm com um cabo coaxial de 75 Ohm.

Se existir uma má adaptação, p. ex., numa extremidade aberta ou curto-circuitada de um cabo, isto pode conduzir à duplicação ou neutralização da onda de sinal.

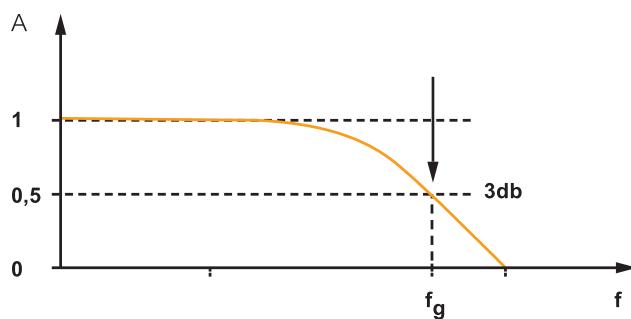
Largura de banda

A largura de banda B designa a diferença entre duas frequências que formam uma frequência de banda. Normalmente, a largura de banda é definida como a largura da banda de frequência, na qual o amortecimento da potência é inferior a 3 dB.

Frequentemente, na tecnologia de dados, a largura de banda é designada quantidade de dados. Isto, no entanto, é a taxa de dados. Muitas vezes, a taxa de dados e a largura de banda são distintas.

Frequência limite f_g

A frequência limite f_g descreve o comportamento dependente da frequência do dispositivo protetor de sobretensões. As propriedades capacitivas e, ou indutivas dos componentes encarregam-se de atenuar o sinal com frequências elevadas. O ponto crítico é denominado como frequência de corte f_g . A partir deste ponto, o sinal perdeu 50 % (3 dB) da sua potência de entrada. A frequência limite é determinada de acordo com critérios de medição específicos. Normalmente, quando não há informação disponível, a frequência limite refere-se, aos chamados sistemas de 50 Ω.

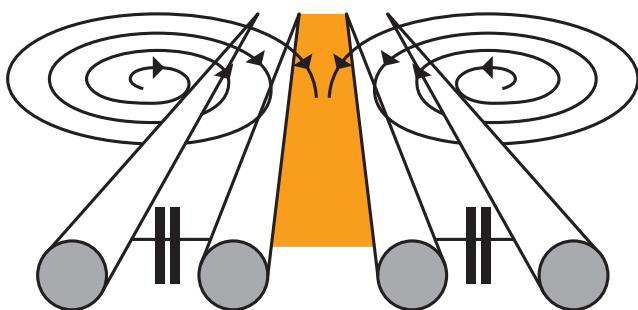


| | |
|-------|-------------------------|
| A | Amplitude de sinal |
| f | Frequência |
| f_g | Frequência limite a 3db |

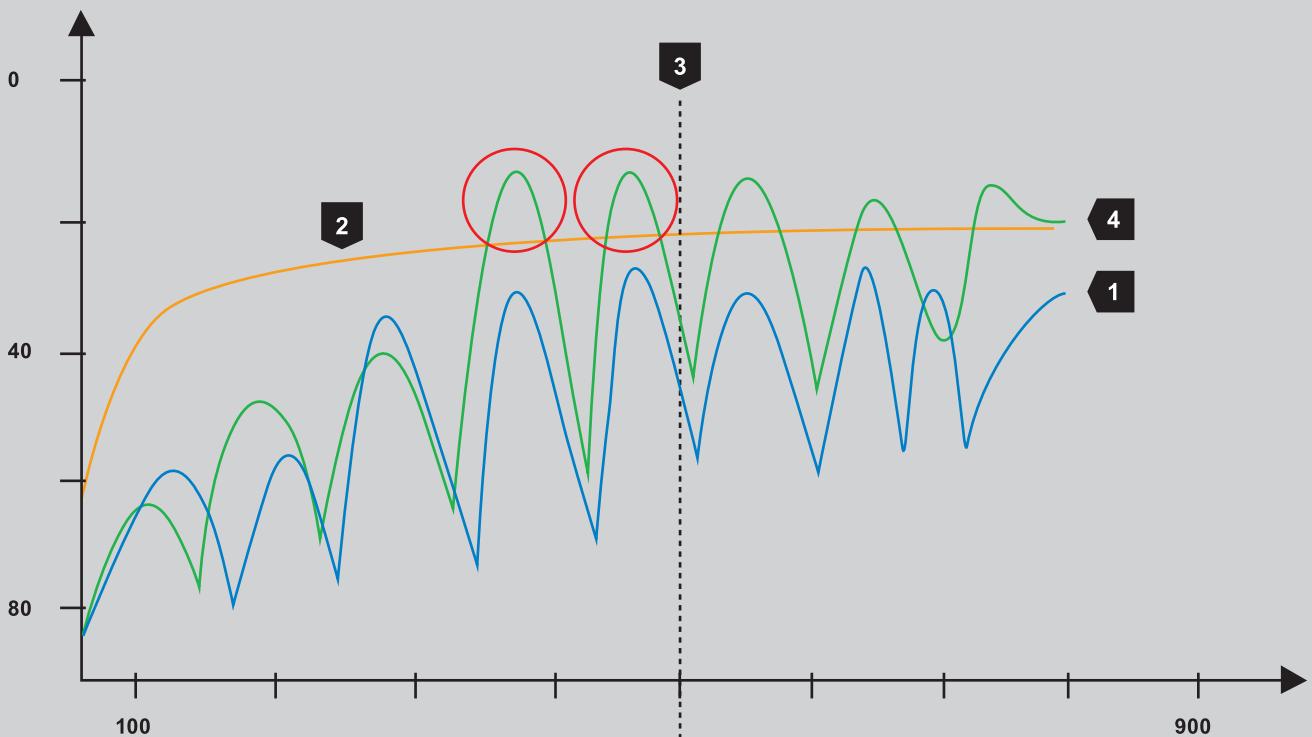
Frequência limite f_g

NEXT

Através de acoplamentos capacitivos ou indutivos é possível que partes de sinal sejam acopladas de um par de fios para outro par de fios e provoquem interferências. Este efeito é denominado Diafonia de Extremidade Próxima (NEXT: Near End Cross Talk). Os padrões de transmissão como por exemplo as classes de rede de acordo com a EIA/TIA 568A/B ou EN 50173-1 prescrevem valores limites para o comportamento NEXT, que não pode exceder um percurso de transmissão. Os diagramas listados exibem o comportamento de transmissão de cabos de alta e baixa qualidade.

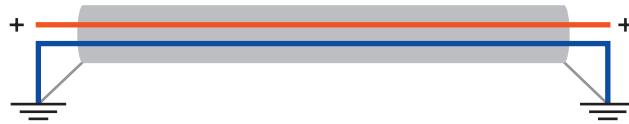


Diafonia dos pares de fios



| | |
|----------|----------------------------------|
| 1 | Valores NEXT bons |
| 2 | Valores limite |
| 3 | Espectro de frequência relevante |
| 4 | Valores NEXT maus |

Representação esquemática de uma medição NEXT: Comparação de valores NEXT bons e maus

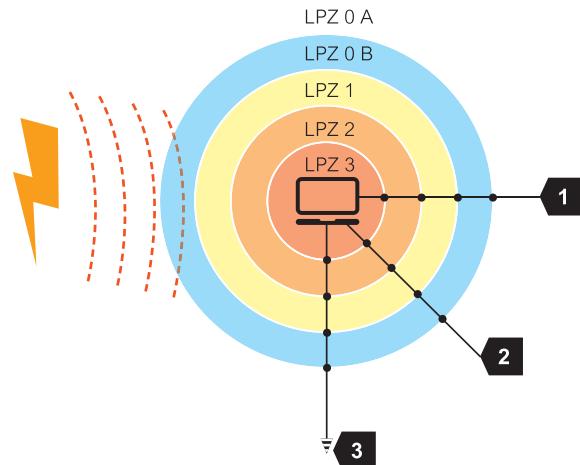


Condutor assimétrico



| | |
|----------|-----------------------------|
| 1 | Revestimento de cabos |
| 2 | Isolamento de fios do fio A |
| 3 | Isolamento de fios do fio B |
| 4 | Condutor do fio A/B |

Cabo simétrico



Percorso de cabos através de todas as zonas de proteção contra raios

3.3.1.6 Transferência de dados simétrica e assimétrica

As interfaces assimétricas têm um cabo de dados e um fio de terra. A tensão do sinal altera-se perante um potencial de referência ou de massa.

Na transmissão simétrica de dados são utilizados dois cabos de dados para um sinal em vez de um, p. ex., em cabos Twisted Pair. O sinal tem um deslocamento de fase de 180° num cabo. Se num dos fios de sinal for acoplada uma interferência, esta também se irá acoplar no segundo fio. Devido ao deslocamento de fases, o sinal de interferência é praticamente neutralizado através da formação da diferença de ambos os sinais. Relativamente aos sistemas de transmissão como, por exemplo, DSL, também se fala de (a)simétrico ou (a)síncrono. Isto refere-se à simetria ou sincronicidade das taxas de dados. Deste modo, a taxa de dados no Downlink/Download diferencia-se significativamente da no Uplink/Upload. Por exemplo, no ADSL o descarregamento de dados é mais rápido do que o carregamento. No SDSL, ambas as taxas de dados têm a mesma velocidade.

3.3.1.7 Classes de proteção de aparelhos

Objetos com riscos de raios e sobretensão são divididos em denominadas Lightning Protection Zones. O objetivo destas LPZs é diminuir a amplitude da corrente de raio ou sobretensão de zona para zona, de modo a que estes valores não ultrapassem a resistência a tensão dos respetivos aparelhos. Neste caso, os diferentes cabos de alimentação como cabos de energia ou de dados frequentemente percorrem todas as zonas.

Para cada uma destas zonas é necessário o aparelho de proteção contra sobretensão ser adequadamente selecionado. A classe de proteção dos aparelhos de proteção contra sobretensão da OBO está identificada em diversos produtos.

DATA DEFENDER RJ45 S-E100 4-B
No.: 5081 00 1 U_N = 110V

OBO
BETTERMANN



1 Lado não protegido

2 Classe de proteção Proteção básica

3 Lado/aparelho protegido

LPZ 0 B - 2, designação final B = proteção básica, cor vermelha

Koax B-E2 MF-C
No.: 5082 43 0 U_N = 5 V

OBO
BETTERMANN



1 Lado não protegido

2 Classe de proteção Proteção combinada

3 Lado/aparelho protegido

LPZ 0 B - 3, designação final C = proteção combinada, cor azul

NET DEFENDER ND-CAT 6A/EA
No.: 5081 80 0 U_N = 58 V

OBO
BETTERMANN



1 Lado não protegido

2 Classe de proteção Proteção avançada

3 Lado/aparelho protegido

LPZ 1 - 3, designação final: F = proteção avançada, cor verde

Régua de proteção base

Os aparelhos de proteção básica são condutores de descargas atmosféricas da classe 1 que podem descarregar as descargas atmosféricas diretas e sobre tensões. O circuito de proteção de um nível inclui descarregadores de gás. Estes aparelhos são instalados no local onde os cabos são introduzidos no edifício. Servem para descarregar as correntes de raio com a forma de onda 10/350μs que são acopladas de fora do edifício através dos cabos de dados.

Proteção combinada

Nos aparelhos de proteção combinados, os transientes são limitados através de descarregadores de gás ou diódos transorb que estão acoplados pelas resistências. Estes correspondem à classe 1, 2 e 3, ou à categoria D1 e C2 da norma DIN EN 61643-21. Os aparelhos podem ser instalados como proteção básica na área da introdução do cabo no edifício ou como proteção avançada diretamente antes do aparelho terminal. Por último, deve ter em atenção que a distância ao aparelho a proteger não é superior a 10 metros. Neste caso, é necessário instalar uma outra proteção avançada antes do aparelho.

Proteção fina

Nos aparelhos de proteção fina, os diódos Transzorb são limitados por impulsos de sobretensão. A ligação à terra dos aparelhos é realizada através de descarregadores de gás potentes. O desacoplamento da proteção básica e fina é dado, se o percurso do cabo entre o aparelho de proteção básica e o aparelho de proteção fina tiver, no mínimo, cinco metros. Os dispositivos de proteção fina devem ser sempre instalados diretamente no aparelho a proteger.

Versões

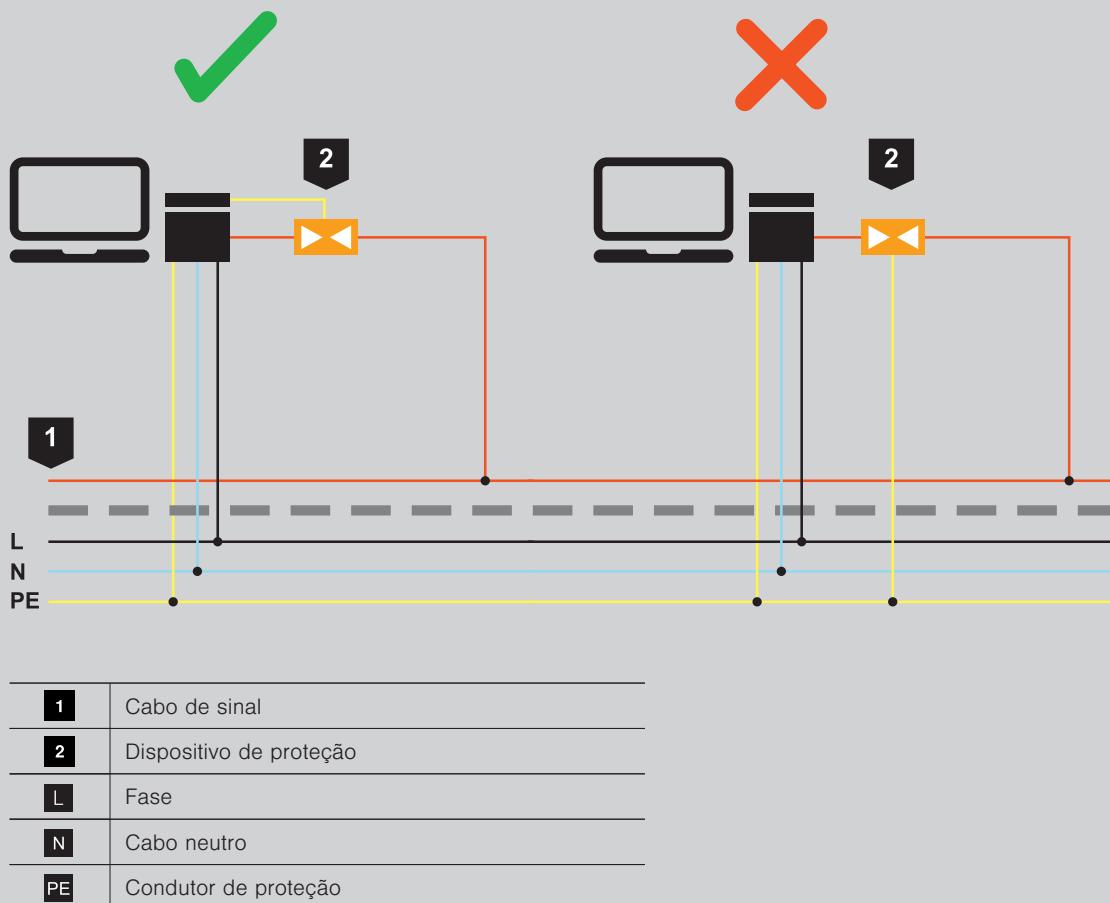
De modo a garantir o funcionamento adequado dos aparelhos de proteção de cabos de dados, durante a instalação devem ser considerados diversos aspectos. Estes serão esclarecidos nos seguintes capítulos.

Seleção do aparelho de proteção contra sobretensões

De modo a selecionar adequadamente o aparelho de proteção contra sobretensão para uma determinada aplicação, a OBO Bettermann oferece, no anexo, uma abrangente ajuda de seleção, que lhe facilita consideravelmente a escolha do aparelho de proteção contra sobretensão correto. Caso a interface desejada não se encontre listada, é necessário verificar as seguintes propriedades técnicas da interface de sinal e compará-las com as características do aparelho de proteção contra sobretensão:

1. Tipo de sistema (aplicação de telecomunicações, MSR, ...)
2. Polaridade ou número de ligações de fios necessárias
3. Máxima tensão contínua permitida do dispositivo de proteção contra sobretensões
4. Máxima corrente de carga permitida do dispositivo de proteção contra sobretensão
5. Área de frequência suportada
6. Local de instalação e possibilidades de montagem (calha DIN, adaptador, ...)
7. Classe de proteção necessária (proteção básica, proteção fina, proteção combinada)

Um aparelho de proteção contra sobretensões inadequado pode prejudicar significativamente a própria aplicação, por exemplo no caso de um amortecimento demasiado elevado do circuito do sinal. Se a tensão ou a corrente de carga do sistema exceder as características do aparelho de proteção contra sobretensão, este pode ser destruído através da sobrecarga.



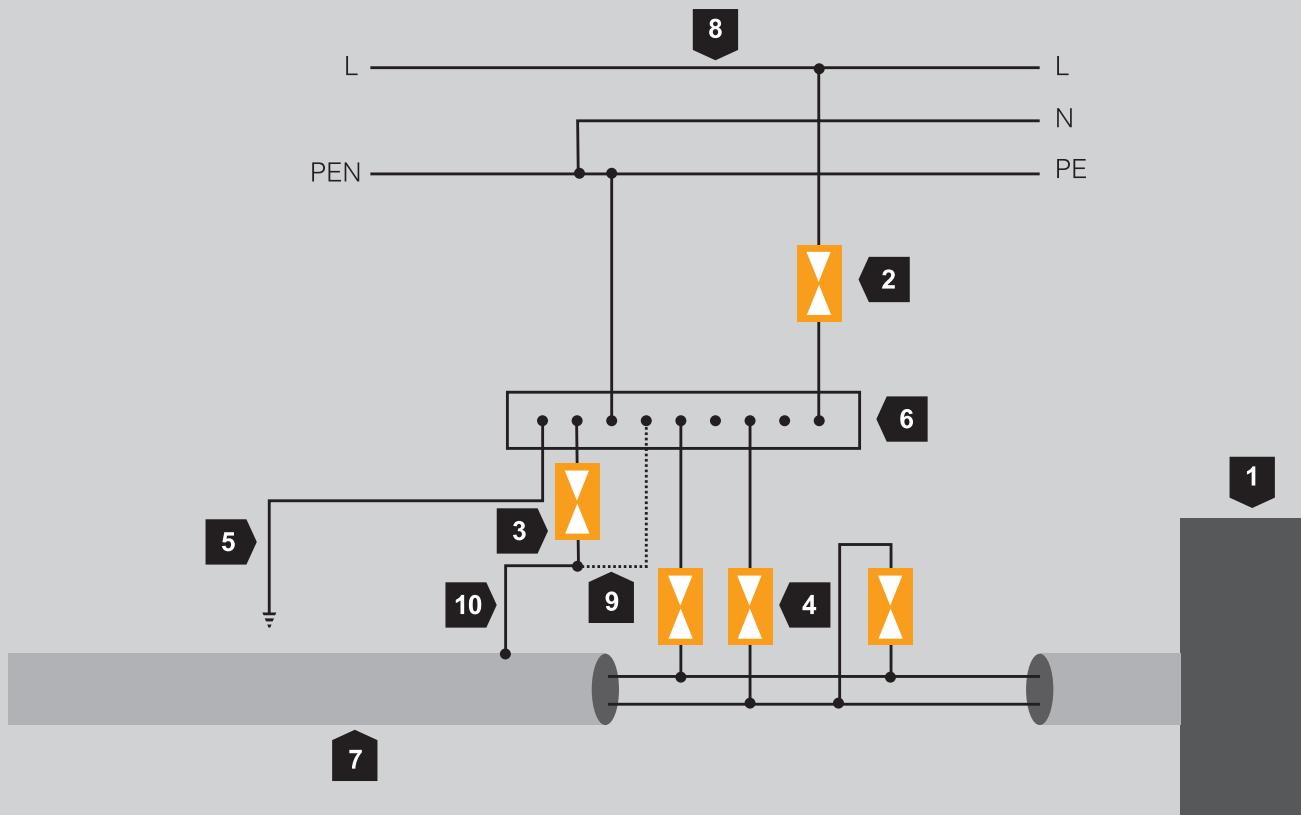
Exemplo de instalação com ligação de potencial correta e errada ao aparelho de proteção

3.3.2 Instalação de aparelhos

Se os comprimentos dos cabos forem demasiado extensos, surge uma queda de tensão decorrente da indutância do cabo, que tem um efeito negativo sobre o nível de proteção do aparelho de proteção contra sobretensão. Este pode subir tanto, que o valor de resistência contra tensão do respetivo aparelho terminal seja excedido e o aparelho fique danificado apesar da proteção contra sobretensão.

3.3.2.1 Compensação de potencial de cabos de dados

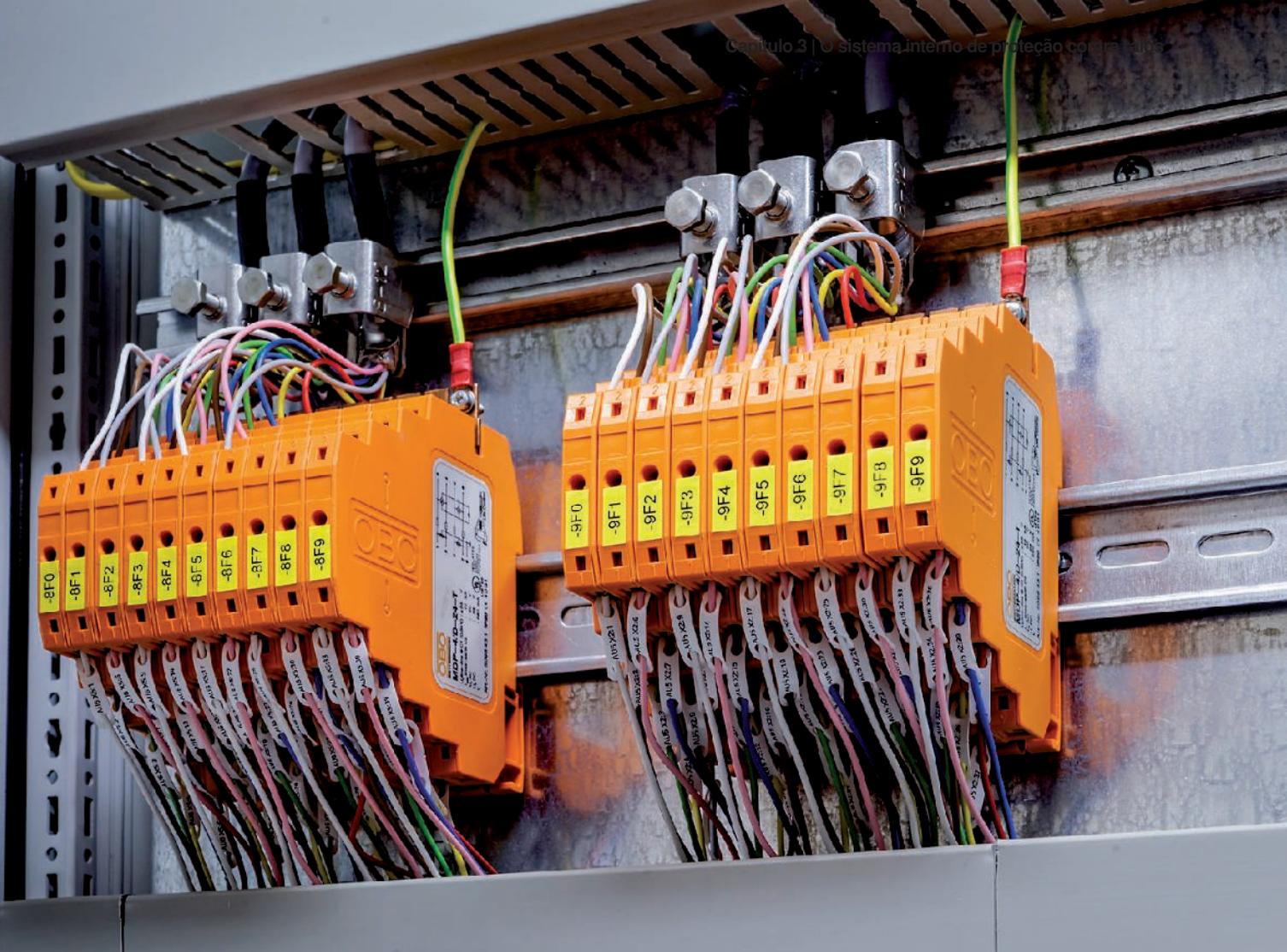
Em contraste com os sistemas da energia, na área das redes de dados surgem tensões transversais e longitudinais que têm de ser minimizadas através de descarregadores adequados com componentes limitadores de tensão. Para se conseguir baixos níveis de proteção, estes dispositivos de proteção contra sobretensões devem ser incluídos na ligação equipotencial através de caminhos mais curtos. Caminhos de cabos longos devem ser evitados. A melhor solução é a ligação equipotencial local. A integração das blindagens é igualmente fundamental. Uma ação de blindagem completa contra acoplamentos capacitivos e indutivos só pode ser efetiva quando a blindagem estiver ligada com baixa impedância em ambos os lados ao barramento equipotencial.



| | |
|----------|---|
| 1 | Aparelho a proteger/Cabo de telecomunicações |
| 2 | Dispositivo de proteção contra sobretensões (sistemas de energia) |
| 3 | Descarregador de descarregamento de gás (blindagem indireta) |
| 4 | Descarregador de descarregamento de gás |
| 5 | Ligação equipotencial |
| 6 | Barra equipotencial |

| | |
|-----------|---|
| 7 | Cabo de telecomunicações |
| 8 | Cabo elétrico de energia |
| 9 | Ligação direta para a compensação de potencial (de preferência) |
| 10 | Blindagem condutiva do cabo de dados |
| L | Fase |
| N | Cabo neutro |
| PE | Condutor de proteção |

Ligação equipotencial de linhas de dados

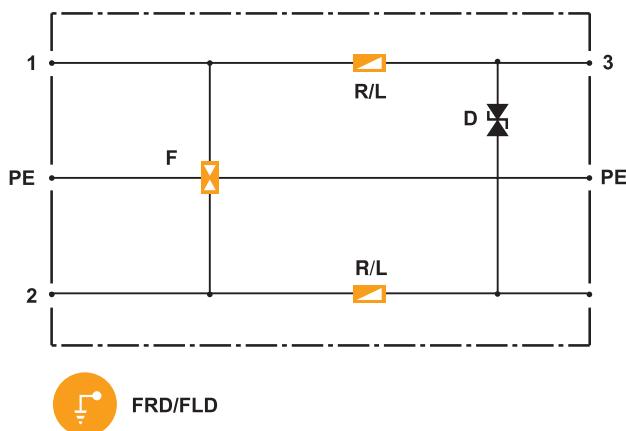


Instalações de proteção contra raios MDP no quadro de distribuição

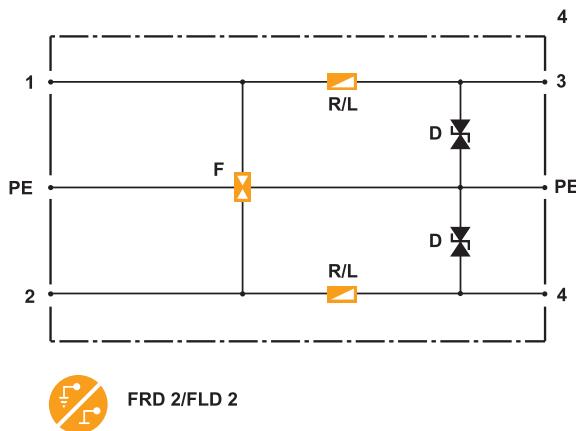
3.3.2.2 Tecnologia de medição, controlo e regulação

A tecnologia de medição, controlo e regulação e sistemas Fieldbus permitem o controlo automatizado de linhas de produção ou a monitorização remota dos mais diversos sensores e atuadores. Hoje em dia, esta tecnologia constitui o coração de todas as empresas industriais modernas. Qualquer falha estaria ligada a enormes perdas financeiras. Para o evitar, os sistemas devem ser protegidos de sobretensões por intermédio de acoplamentos indutivos e capacitivos.

Os descarregadores TKS-B, FRD, FLD, FRD2 e FLD2 protegem os sistemas de medida, de controlo e de regulação contra sobretensões. Nas áreas que requerem uma largura de montagem especialmente reduzida, mantendo simultaneamente o mesmo número de polos, utilizam-se os aparelhos de proteção contra raios do tipo MDP.



Esquema elétrico dos descarregadores de sobretensões FRD/FLD



Esquema elétrico dos descarregadores de sobretensões FRD2/FLD2

Série tipo FRD/FLD

Os descarregadores de sobretensões da série FRD e FLD, bem como do tipo MDP são concebidos para os denominados sistemas de fio duplo sem massa (assimétricos, isentos de potencial). Estes são sistemas cujos circuitos de sinal não têm um potencial de referência comum, como por ex. correntes de loop de 20mA. Estes dispositivos são de aplicação universal.

Série tipo FRD2/FLD2

Os descarregadores da série FRD2 e FLD2 são dispositivos de proteção concebidos para a instalação em sistemas de fio único ligado à terra (simétricos, - com potencial).

Os sistemas referenciados à terra são circuitos de sinal que têm um potencial de referência comum com outros circuitos de sinal. Nestes sistemas, podem-se proteger, junto à massa, duas linhas de dados. A opção por FRD (com desacoplamento resistivo) ou FLD (com indutância de desacoplamento) depende do sistema a proteger.

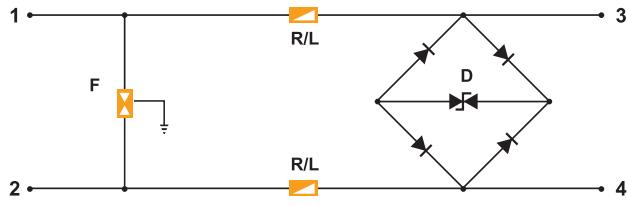


Diagrama de proteção básica no circuito de medição

Utilização de descarregadores em circuitos de medição

Em caso de utilizar descarregadores em circuitos de medição deve-se comprovar primeiro se é permitido um incremento da resistência. Em função do desacoplamento, nos tipos FRD e FRD2 podem surgir aumentos de resistência nos circuitos de medição. Isto pode provocar erros nas medições com loops de corrente. Por esta razão, neste contexto, devem utilizar-se dispositivos do tipo FLD/FLD2 ou MDP. Também é necessário verificar a tensão máxima de funcionamento, para que os elementos de desacoplamento não sejam termicamente danificados devidos à dissipação de energia.

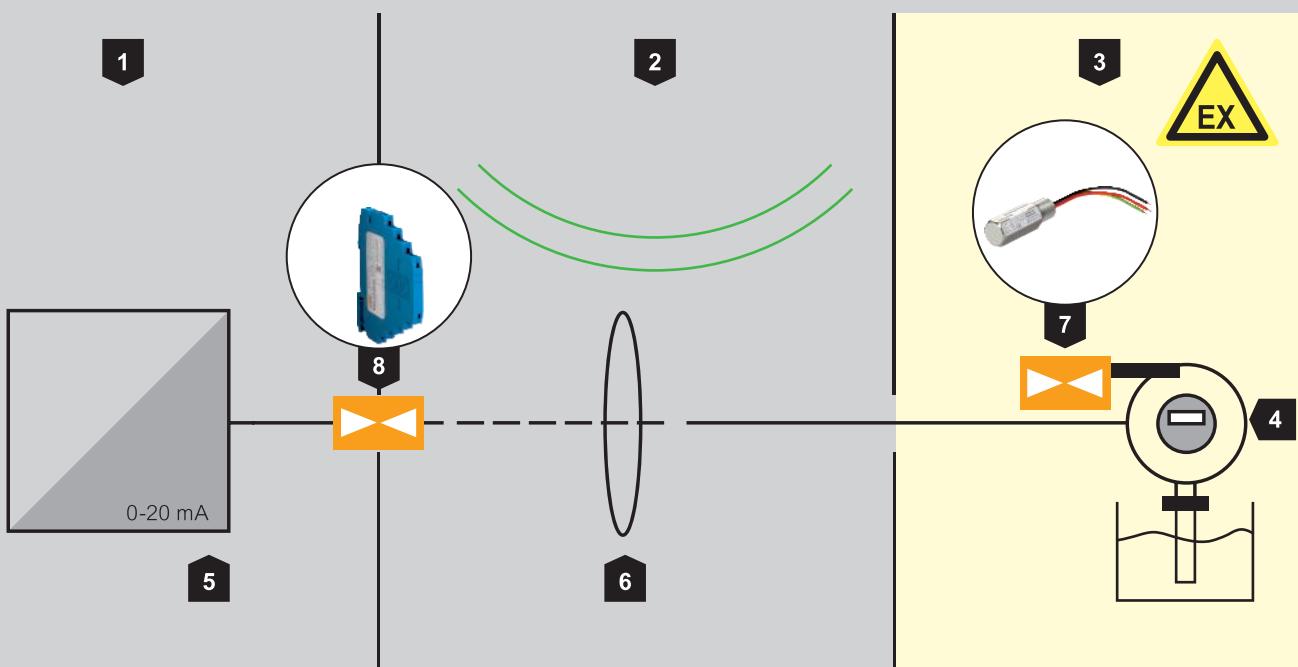
No caso de descarregadores com indutâncias de desacoplamento integradas, o sinal atenua-se com frequências de transmissão elevadas. Por conseguinte, nos circuitos de medição com frequências de transmissão elevadas é preferível utilizar dispositivos de proteção com elementos de desacoplamento resistivos.

Proteção contra sobretensão para áreas potencialmente explosivas

Proteção contra sobretensões em áreas potencialmente explosivas é um tópico importante. Aqui, é prioritário proteger a dispendiosa tecnologia de medição contra a influência de sobretensões ou incidências de raios. Especialmente tecnologia de medição sensível, cujos condutores percorrem frequentemente no campo, é ameaçada por sobretensões ou incidências de raios. Como estes frequentemente estão montados, mostra a seguinte imagem de aplicação de uma interface 0-20 mA com os produtos MDP e FDB com proteção intrínseca da OBO.

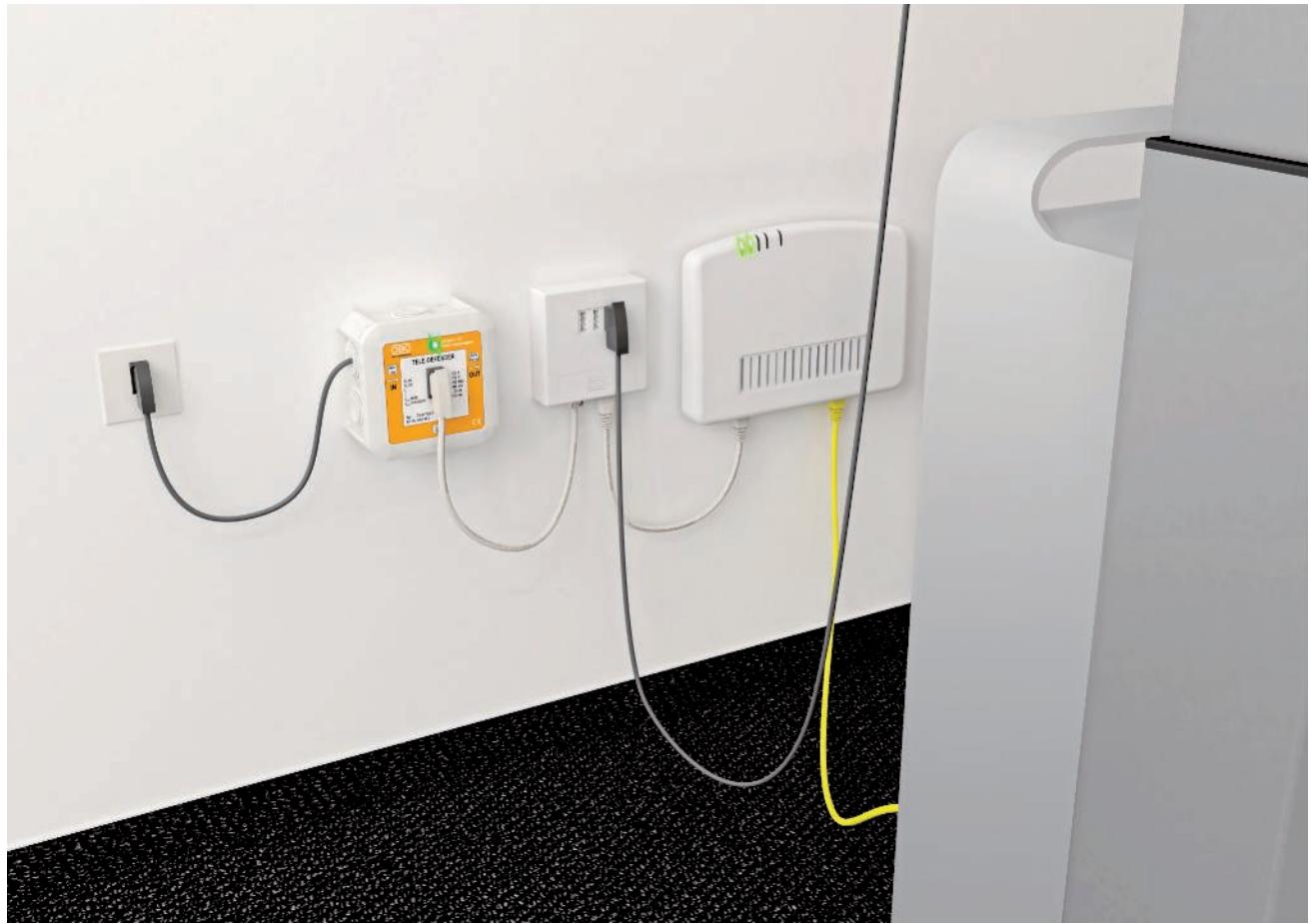


Sensor com Petrol Field Protector FDB



| | |
|----------|--|
| 1 | Lado protegido |
| 2 | Campo |
| 3 | Área Ex zona 1,2 |
| 4 | Sensor protegido |
| 5 | Fonte de sinal |
| 6 | Acoplamento |
| 7 | Aparelho de proteção contra sobretensões no aparelho de campo (p. ex. FDB) |
| 8 | Barreira de separação Ex da fonte de sinal (p. ex. MDP) |

Exemplo de aplicação – proteção de um condutor de sinalização MSR na área Ex



Proteção de um RDIS- + ligação DSL por intermédio do TeleDefender

3.3.2.3 Telecomunicações

Os campos de utilização da telecomunicação, hoje em dia são diversos. Muita gente conota o conceito exclusivamente ao telefone, o espectro, no entanto, é muito mais abrangente. O conceito refere-se mais concretamente à transmissão de quaisquer informações através de infraestruturas técnicas ao longo de uma determinada distância. Por exemplo, o campo das transmissões de alta velocidade por fibra de vidro também pertence ao tema telecomunicação, tal como o envio de um fax.

Sistemas telefónicos

Os sistemas telefónicos atuais, são também, muitas vezes, interfaces para diferentes serviços de dados como a internet. Muitos dos aparelhos terminais que permitem este acesso, estão diretamente ligados aos cabos, devendo ser adequadamente integrados no conceito de proteção contra sobretensão. Uma vez que existem, diversos sistemas, a proteção destes equipamentos deverá ser escolhida seletivamente. Distinguem-se três sistemas essenciais:

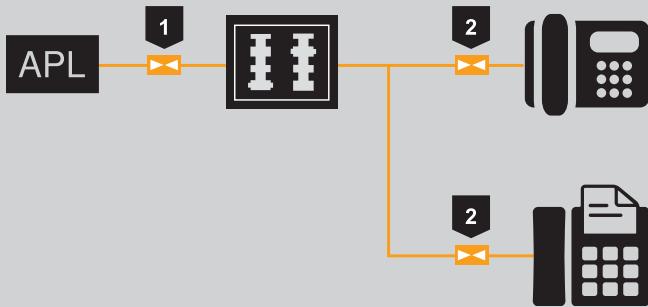
Ligação analógica padrão

A ligação analógica padrão não oferece quaisquer serviços suplementares como outros sistemas. O acesso à Internet realiza-se mediante um modem separado. Visto que a ligação analógica sem acessórios técnicos tem apenas disponível um canal, não é possível realizar uma chamada telefónica durante a navegação na internet ou durante a chamada de voz não é possível aceder à internet.

ISDN

(Integrated Services Digital Network System)

Ao contrário da ligação analógica, o sistema RDIS oferece, através de um sistema bus especial (S0-Bus) que disponibiliza dois canais, a possibilidade de conduzir duas comunicações em simultâneo. O utilizador pode navegar na internet durante uma chamada telefónica e com uma maior velocidade de transmissão de dados do que na ligação analógica (64 kBit/s por canal). Para além disso, o sistema RDIS oferece outros serviços como chamada em espera, rechamada etc.



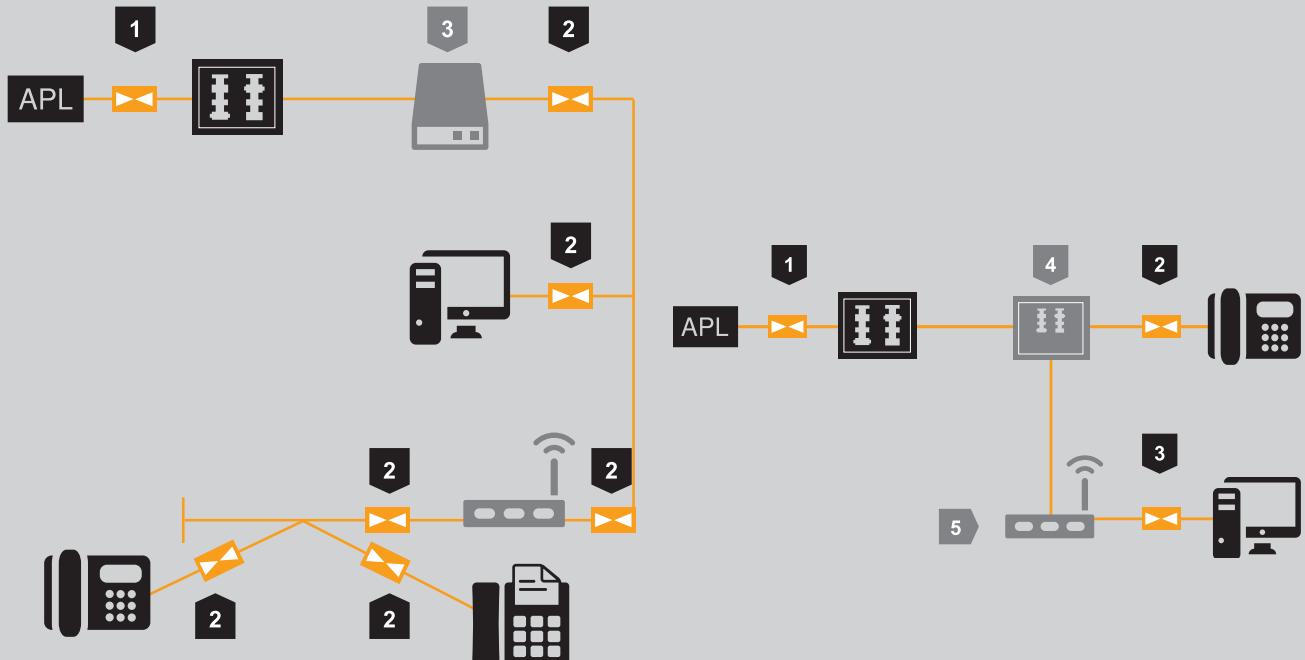
| | Aparelho | Referência |
|---|--------------------|--------------------|
| 1 | TKS-B ou TD-4/I | 5097976 5081690 |
| 2 | RJ11-TELE 4-F | 5081977 |

Proteção de uma ligação telefónica analógica

Ligaçāo analógica

Sistema telefónico analógico

- um cabo (sem ligação do sistema)
- baixo rendimento de dados (56 kbit/s)



| | Aparelho | Referência |
|----------|--------------------|--------------------|
| 1 | TKS-B ou TD-4/I | 5097976 5081690 |
| 2 | ND-CAT6A/EA | 5081800 |
| 3 | NTBA | - |

Proteção de uma ligação RDIS

| | Aparelho | Referência |
|----------|---------------------|--------------------|
| 1 | TKS-B ou TD-2D-V | 5097976 5081698 |
| 2 | RJ11-TELE 4-F | 5081977 |
| 3 | ND-CAT6A/EA | 5081800 |
| 4 | Splitter | - |
| 5 | Modem DSL | - |

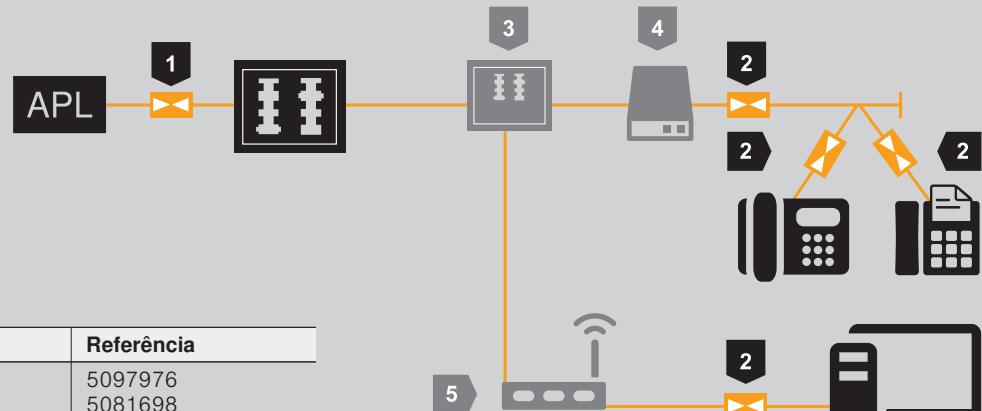
Proteção de um DSL+ ligações telefónicas analógicas

Sistema DSL (Linha Digital de Assinante)

O sistema entretanto mais utilizado é o sistema DSL. Um splitter separa os canais de voz e de dados. O canal de dados é conduzido a um modem especial (NTBA) que está ligado ao computador através de uma placa de rede. A velocidade de transmissão de dados do sistema DSL é maior que a dos sistemas analógicos e RDIS e permite descarregar rapidamente música e filmes da internet.

Visto no DSL também existirem diferentes variantes, tais como ADSL e SDSL, o sistema DSL geral também é designado como XDSL. O XDSL permite a utilização de telefones analógicos sem hardware adicional bem como a combinação com RDIS. No seguinte esquema elétrico é representado o possível modo de proteger uma ligação RDIS/Analógica + DSL. Pode obter uma vista geral abrangente nos auxiliares de seleção a partir da página 255.

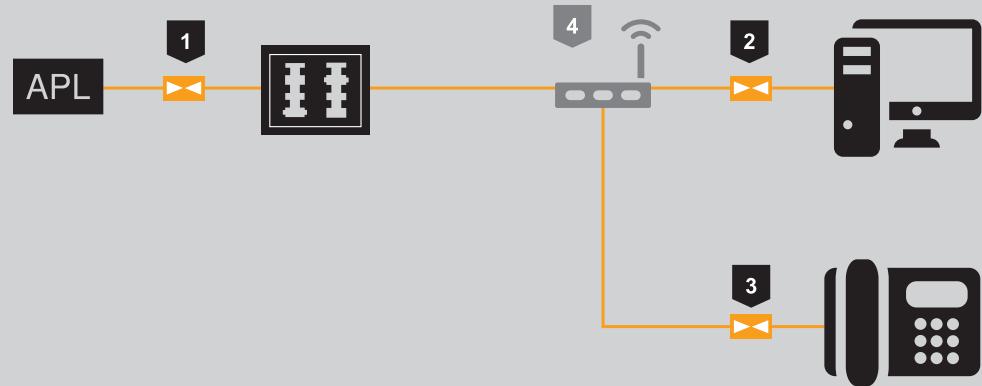
Ligação DSL em combinação com uma ligação RDIS



| | Aparelho | Referência |
|---|------------------|--------------------|
| 1 | TKS-B ou TD-2D-V | 5097976 5081698 |
| 2 | ND-CAT6A/EA | 5081800 |
| 3 | NTBA | - |
| 4 | Splitter | - |
| 5 | Modem DSL | - |

Proteção de um RDIS + ligação DSL por intermédio do TeleDefender

Ligação IP



| | Aparelho | Referência |
|---|------------------------------------|------------|
| 1 | TD-2D-V | 5081698 |
| 2 | ND-CAT6A/EA | 5081800 |
| 3 | ND-CAT6A/EA (IP-/telefone RDIS) | 5081800 |
| 3 | RJ11-TELE 4-F (telefone analógico) | 5081977 |
| 4 | Modem IP | - |

Proteção de uma ligação de IP

3.3.2.4 Tecnologia de alta frequência

A tecnologia de alta frequência habitualmente encontra aplicação em sistemas para transmissão sem fios de informações como aplicações de idiomas, dados ou vídeo. Algumas das tecnologias mais conhecidas são listadas nesta secção.

GSM

GSM significa Global System for Mobile Communications e é um padrão à escala mundial para comunicação móvel totalmente digital. A área de utilização são principalmente serviços de telefone entre utilizadores de telefones móveis. No entanto, também oferece a possibilidade de transmissão de dados por comutação de circuitos e pacotes. O GSM foi introduzido na Alemanha em 1992.

UMTS/LTE

Quando comparado com o GSM, o Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) permite um rendimento de dados muito superior. O padrão da terceira geração permite uma velocidade de transmissão de 42 Mbit/s com HSDPA ou até 300 Mbit/s com o padrão da quarta geração LTE (Long Term Evolution). O LTE também é utilizado para fornecer regiões rurais com serviços de dados de banda larga e eliminar as denominadas "manchas brancas" (regiões com ligação de dados inferior a 1 Mbit/s).

TETRA/BOS

TETRA é um padrão para radiocomunicação digital e significa terrestrial trunked radio. Com esta tecnologia é possível transmitir não apenas as clássicas transmissões de voz, mas também serviços de dados, de sinalização e de posicionamento. Deste modo, possui uma utilização versátil. Entidades e organizações com funções de segurança (BOS) utilizam, igualmente, este serviço.

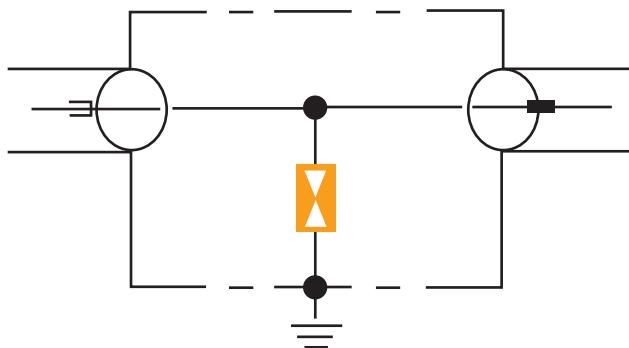
GPS

O Global Positioning System é um sistema satélite para determinação da posição. A área de utilização mais conhecida desta tecnologia é em sistemas de navegação.

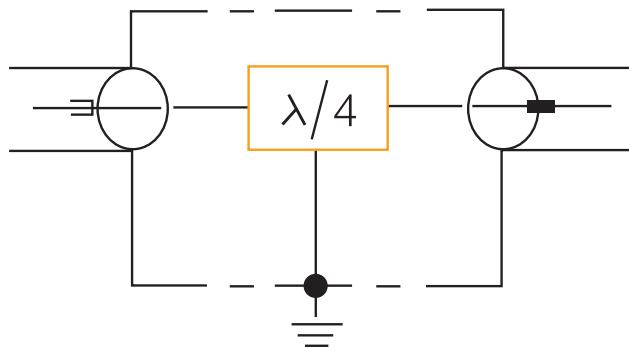
SAT-TV

A SAT TV utiliza um sistema satélite como tecnologia de transmissão como GPS e serve para a transmissão de programas de televisão analógicos e digitais. Para a receção é necessária uma chave de satélite e um LNB (Low Noise Block), que converte as frequências da transmissão de satélite em frequências que podem ser utilizadas em cabos coaxiais.





Aparelho de proteção contra sobretensões coaxial com descarregador a gás



Aparelho de proteção contra sobretensões coaxial com tecnologia lambda/4

Estes sistemas de alta frequência sensíveis devem ser protegidos de correntes de raio e sobretensões. Aqui, recomendam-se, p. ex., os descarregadores de sobretensão coaxiais DS da OBO Bettermann. Estes distinguem-se por uma relação de transmissão ótima com valores de amortecimento baixos sendo interligados em série no percurso de transmissão. Estão disponíveis para todas as conexões convencionais. No caso de descarregadores coaxiais faz-se a distinção entre aparelhos de proteção contra sobretensão com descarregador a gás e tecnologia lambda/4.

Aparelhos de proteção contra sobretensão coaxiais com descarregador a gás

A primeira variante são aparelhos de proteção contra sobretensão com descarregador a gás. Através destes é possível transmitir a partir de uma frequência de 0 Hz ou DC. Estão disponíveis para praticamente todos os sistemas de ligação. Deste modo, os campos de utilização são diversos. Além disso, é possível substituir o descarregador a gás no caso de defeito. Além disso, estão limitados na sua largura de banda pela capacidade do descarregador a gás: Por isso, atualmente, a frequência limite situa-se em aprox. 3 GHz. Portanto, não é possível transferir, por exemplo, quaisquer sinais WLAN de acordo com o padrão 802.11n com uma frequência de até 5,9 GHz.

Descarregadores de sobretensão com tecnologia Lambda/4

Uma outra variante são descarregadores de sobretenção com tecnologia Lambda/4. Estes descarregadores são filtros passa-banda e apenas deixam passar determinadas gamas de frequência. Para sinais fora da gama de frequência suportada, este tipo de descarregador representa um curto-círcuito galvânico. As vantagens deste tecnologia são suportar frequências de aprox. 6 GHz e o nível de proteção muito baixo de aprox. 30 V. Além disso, praticamente não requerem manutenção, dado deixar de ser necessária a utilização de um descarregador a gás.

As desvantagens são não ser possível transmitir tensão de alimentação DC para o cabo de sinal e o campo de utilização, normalmente estar limitado a uma única aplicação, dependendo de as frequências necessárias se encontrarem na gama de frequências suportada.

Normas relativas à proteção contra raios de instalações de antenas

As diretrizes para a ligação de uma antena à instalação de proteção contra raios estão descritas em diversas normas.

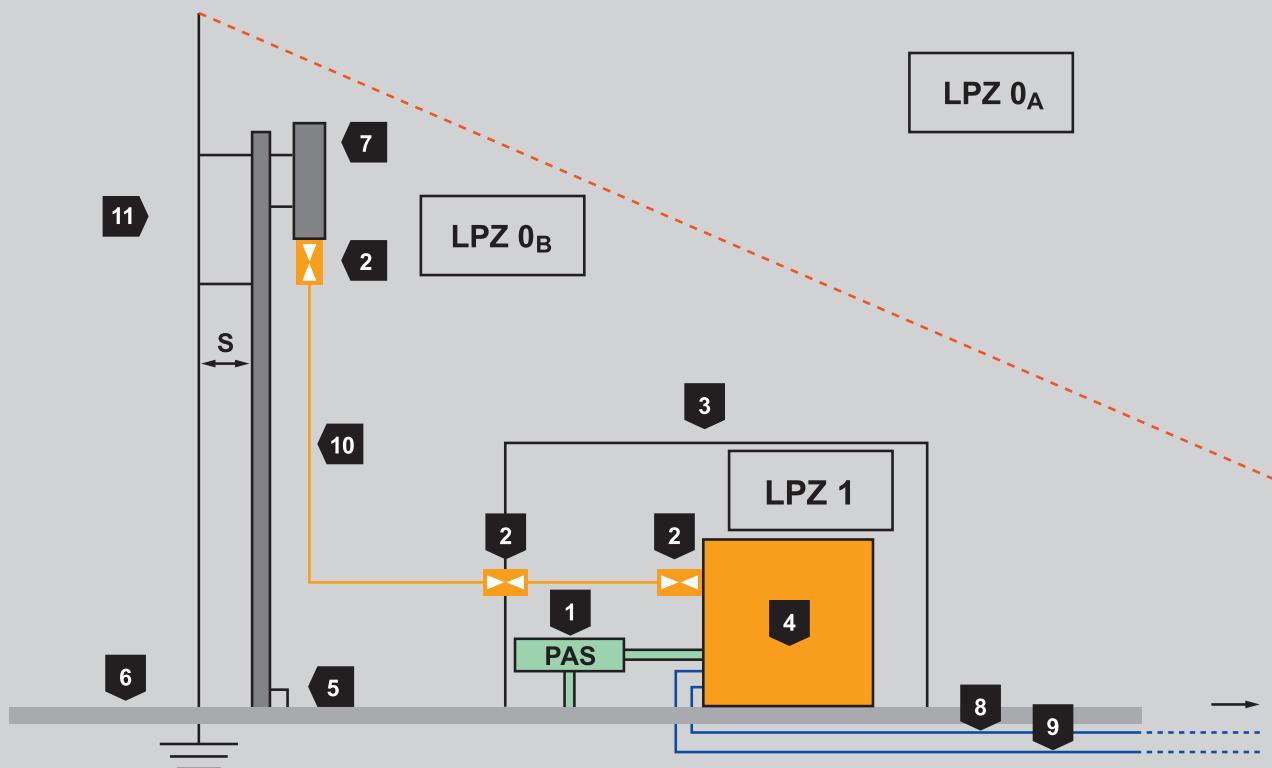
- VDE 0855-1 (IEC/EN 60728-11)

De acordo com a VDE 0855-1, a instalação de antena não substitui qualquer instalação de proteção contra raios. O surgimento de correntes de raio parciais devido ao impacto direto e acoplamento indutivo é conhecido. No caso de uma proteção contra raio não separada, esta norma descreve os requisitos mínimos.

- VDE 0185-305-3 (IEC/EN 62305-3)

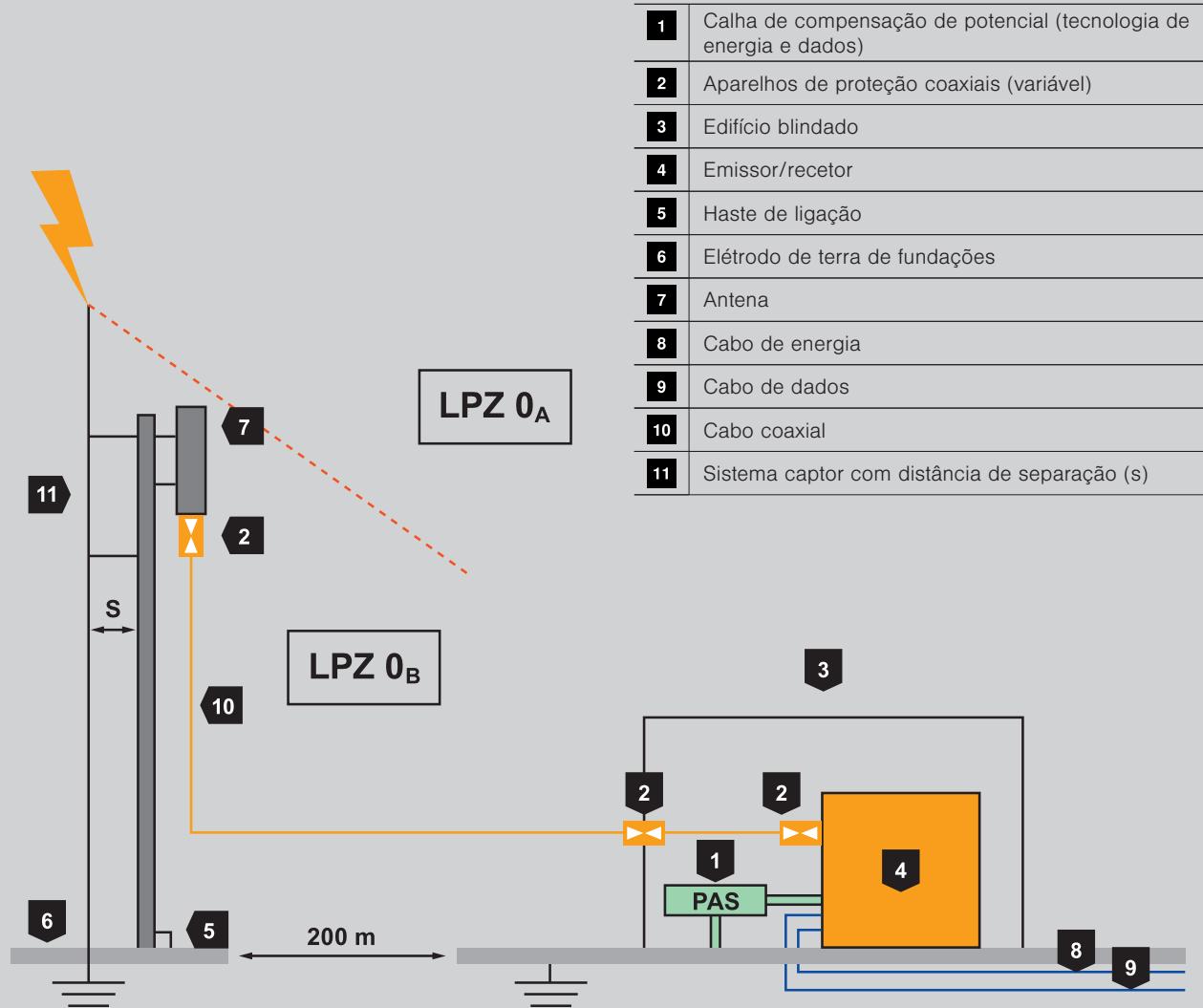
O poste de antena no telhado de uma instalação construtiva apenas deve ser ligado ao sistema captor quando a instalação de antenas não se encontrar na área de proteção do sistema captor. De modo a limitar as sobretensões, devem ser instalados aparelhos de proteção contra sobretensões.

A seguinte figura mostra como é possível implementar a proteção contra raios numa instalação de antenas:



| | |
|-----------|---|
| 1 | Calha de compensação de potencial (tecnologia de energia e dados) |
| 2 | Aparelhos de proteção coaxiais (variável) |
| 3 | Edifício blindado |
| 4 | Emissor/recetor |
| 5 | Haste de ligação |
| 6 | Elétrodo de terra de fundações |
| 7 | Antena |
| 8 | Cabo de energia |
| 9 | Cabo de dados |
| 10 | Cabo coaxial |
| 11 | Sistema captor com distância de separação (s) |

Devido à estrutura isolada não flui qualquer corrente parcial do raio através do cabo das antenas. Pré-requisito é que a distância de separação (s) seja cumprida. Na entrada do edifício, os cabos de energia e de dados devem estar incluídos na compensação de potencial de proteção contra raios. No caso de incidência direta no sistema de terminação de ar isolado, podem surgir correntes parciais de raio nos cabos decorrentes da subida de potencial no elétrodo de aterramento dos diferentes sistemas de ligação à terra. Aqui devem utilizar-se descarregadores de corrente de raio de um modo dirigido. Para evitar over-flows da blindagem do cabo para o cabo de sinal, o descarregador de corrente de raio iguala os potenciais da blindagem e cabo de sinal.

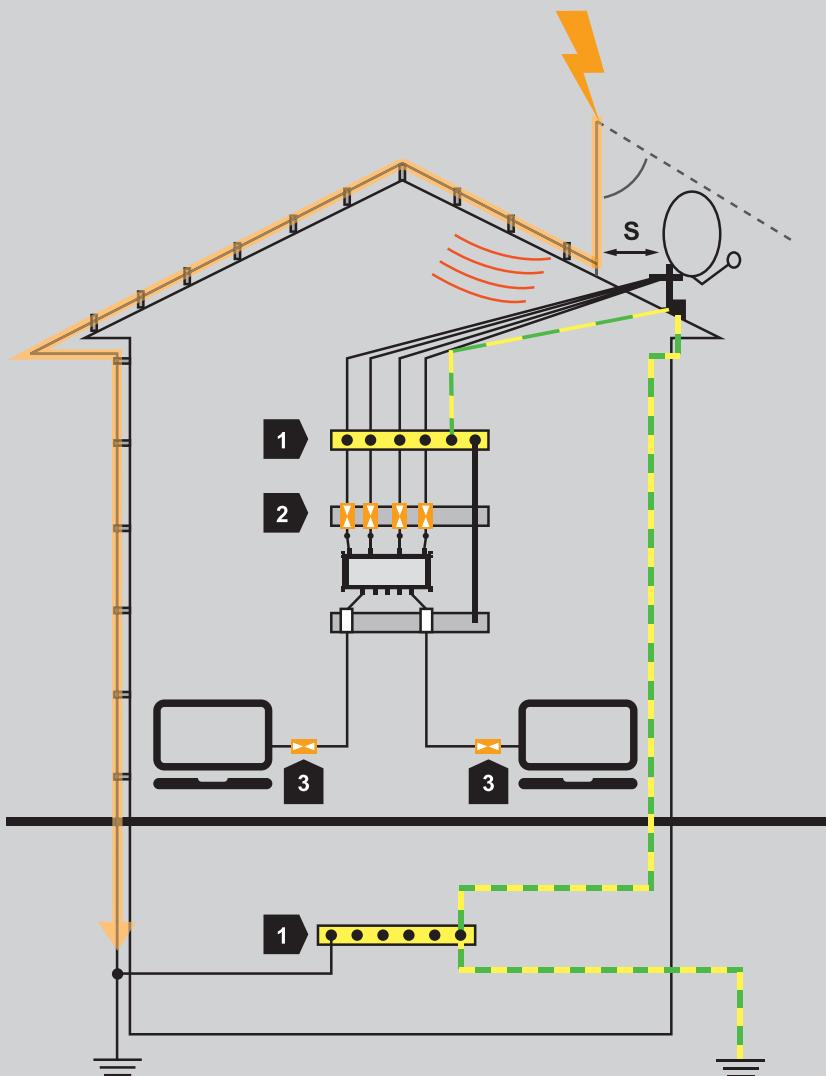


Proteção contra raios isolada no sistema de antenas e diferentes sistemas de ligação à terra

Instalações de satélite de acordo com a VDE 0855-1 (IEC/EN 60728-11)

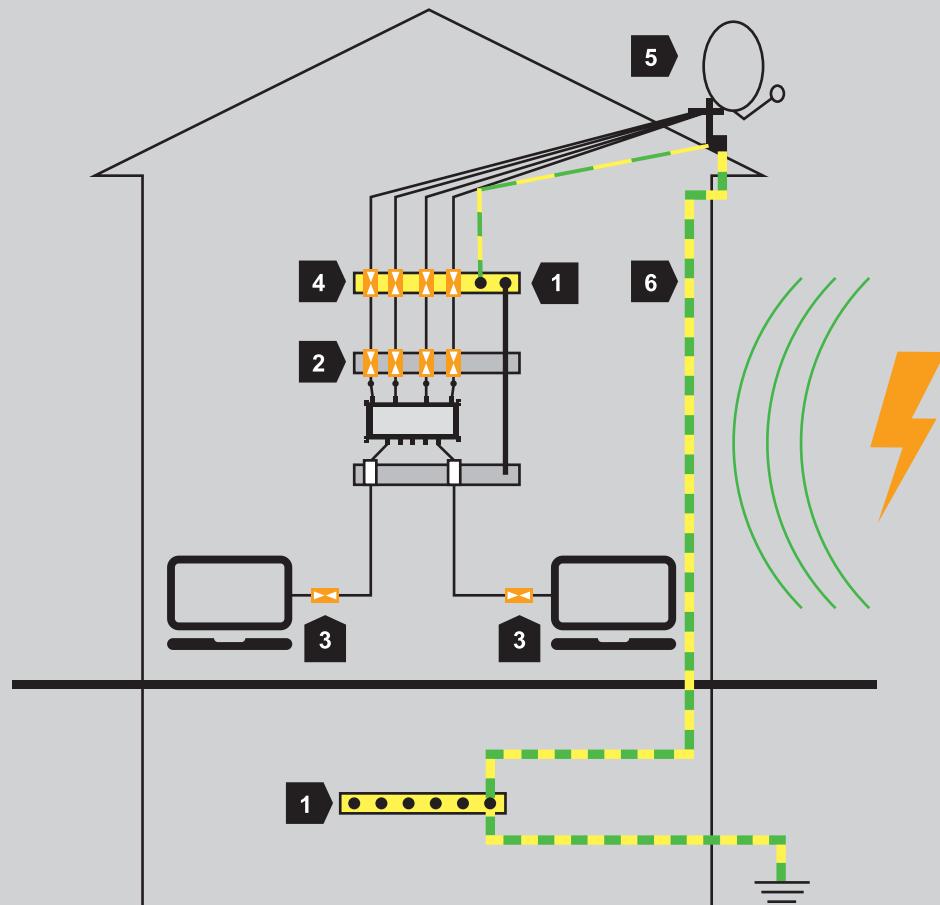
Os sistemas de SAT ou antenas parabólicas fazem parte dos objetos que são frequentemente instalados em telhados, colocados como objetos expostos próximos das hastes captoras. Precisamente por este motivo, estas instalações devem ser protegidas por hastes de terminação de ar contra a incidência direta de raios, para que não sirvam elas próprias de dispositivo de captação de raios. Idealmente, após a instalação do sistema de proteção contra raios, a antena parabólica deve estar localizada dentro do ângulo de proteção da haste captora. Neste caso, o risco de um impacto direto de raio nas linhas de SAT é praticamente eliminado.

No entanto, são acopladas sobretensões no caso de incidência na haste de terminação de ar. Estas sobretensões podem, por exemplo, ser limitadas com segurança, a um nível que não seja perigoso para o aparelho a ser protegido, por intermédio de um aparelho de proteção contra sobretensões como o OBO TV 4+1 (para proteção de multicomutadores, por exemplo) ou FC-SAT-D (para proteção de um aparelho de televisão). Um requisito importante é que a distância de separação (s) entre a haste captora e o sistema de antena seja também mantida. A proteção contra descargas atmosféricas e sobretensões de uma antena parabólica é mostrada nas seguintes imagens:



| | Aparelho | Ref. |
|----------|--|---------|
| 1 | Barra equipotencial, por ex. OBO 1801 VDE | 5015650 |
| 2 | Proteção contra sobretensões coaxial, por ex. TV 4+1 | 5083400 |
| 3 | Dispositivo de proteção fina para cabo de SAT e de 230 V, por ex. OBO FC-SAT-D | 5092816 |

Curva de corrente no caso de impacto direto nas proximidades de uma antena parabólica



| | Aparelho | Ref. |
|---|--|-----------------|
| 1 | Barra equipotencial, por ex. OBO 1801 VDE | 5015650 |
| 2 | Proteção contra sobretensões coaxial, por ex. TV 4+1 | 5083400 |
| 3 | Dispositivo de proteção fina para cabo de SAT e de 230 V, por ex. OBO FC-SAT-D | 5092816 |
| 4 | Descarregador de sobretensões OBO DS-F | 5093275/5093272 |
| 5 | Ligaçāo à terra da antena 4 mm ² Cu | - |
| 6 | Condutor de ligação à terra mín. 16 mm ² Cu | - |

Indução de sobretensão num sistema de SAT

Através da coordenação dos componentes de proteção contra raios e sobretensões, as correntes de raio e as sobretensões podem ser descarregadas de um modo seguro. Se o edifício não tiver proteção exterior contra raios, a instalação exposta da antena parabólica cria o risco de impacto direto, como acontece no caso de uma haste captora.

Por este motivo, a proteção contra sobretensões deve ser complementada com descarregadores de classe D1. Para além da habitual ligação à terra da antena com 4 mm² Cu, o sistema de antena deve também ser ligado à barra de aterramento principal com um condutor de ligação à terra de, pelo menos, 16 mm² Cu.

Se uma análise de risco, de acordo com a VDE 0185-305-2 (IEC/EN 62305-2), não for possível ou não for exigida pelas autoridades, as sobretensões atmosféricas estáticas (por ex., raios) podem causar um arco do condutor de terra de 16mm² para a instalação elétrica ou para o sistema de antena do edifício. Recomenda-se, por isso, que o condutor de terra seja concebido para ser isolante e resistente à alta tensão e que as descargas deslizantes sejam evitadas através de medidas apropriadas.

3.3.2.5 Transmissão de dados

O campo de aplicação da tecnologia de dados é amplo. Abrange desde a simples instalação de uma impressora no PC até complexas redes de computadores com vários milhares de clientes. Neste caso, independentemente do cenário real existente, a utilização de proteção contra sobretensão considerando as interfaces de dados, deve ser cuidadosamente planeada.

Ethernet

Hoje em dia, a Ethernet é a tecnologia padrão em sistemas de computadores ligados em rede. As taxas de transferência de dados especificadas vão de 10 Mbit/s até, atualmente, 10 Gbit/s podendo transferir tanto através dos clássicos cabos de cobre como, também por intermédio de cabos de fibra ótica. Mesmo tipos de cabos e conectores como a ligação RJ45 estão incluídos neste padrão.

Interfaces

Aparelhos externos como impressora, scanner ou os sistemas de controlo que são acionados através de interfaces em série ou em paralelo devem ser adicionalmente integrados no conceito de proteção contra sobretensões.

Existe um grande número de interfaces para diversas aplicações: desde linhas bus para a telecomunicação e a transferência de dados até simples aparelhos terminais como impressoras ou scanners. A OBO oferece também aqui uma grande variedade de dispositivos de proteção que se podem instalar facilmente, em função do tipo de aplicação.

• Interface RS232

A RS232 é uma interface frequentemente utilizada. Utiliza-se, por exemplo para modems e outros equipamentos periféricos. Entretanto, está a ser largamente substituída pela interface USB. Em todo o caso, o standard RS232 continua a ser utilizado frequentemente para cabos de controlo.

• Interface RS422

O RS422 é um padrão de alta velocidade em série adequado para a comunicação entre, no máximo, dez terminais de rede e concebido em forma de bus. O sistema pode ser usado com oito linhas de dados como máximo, em que são, sempre utilizadas, duas como linhas de emissão e de receção.

• Interface RS485

A interface bus industrial RS485 distingue-se ligeiramente da RS422. A diferença encontra-se no facto do RS485 permitir a ligação de vários emissores e receptores com o auxílio de um protocolo (até 32 terminais). O comprimento máximo deste sistema bus - quando se utilizam cabos de par entrançado, é de aprox. 1,2 km com um débito de dados de 1 MBit/s (dependente dos controladores série).

• Sistema TTY

Ao contrário do RS232 ou de outras interfaces em série, o sistema TTY não é controlado pela tensão, mas fornece uma corrente definida (4-20mA). Deste modo, é possível implementar comprimentos de condutores de várias centenas de metros.

• Interface V11

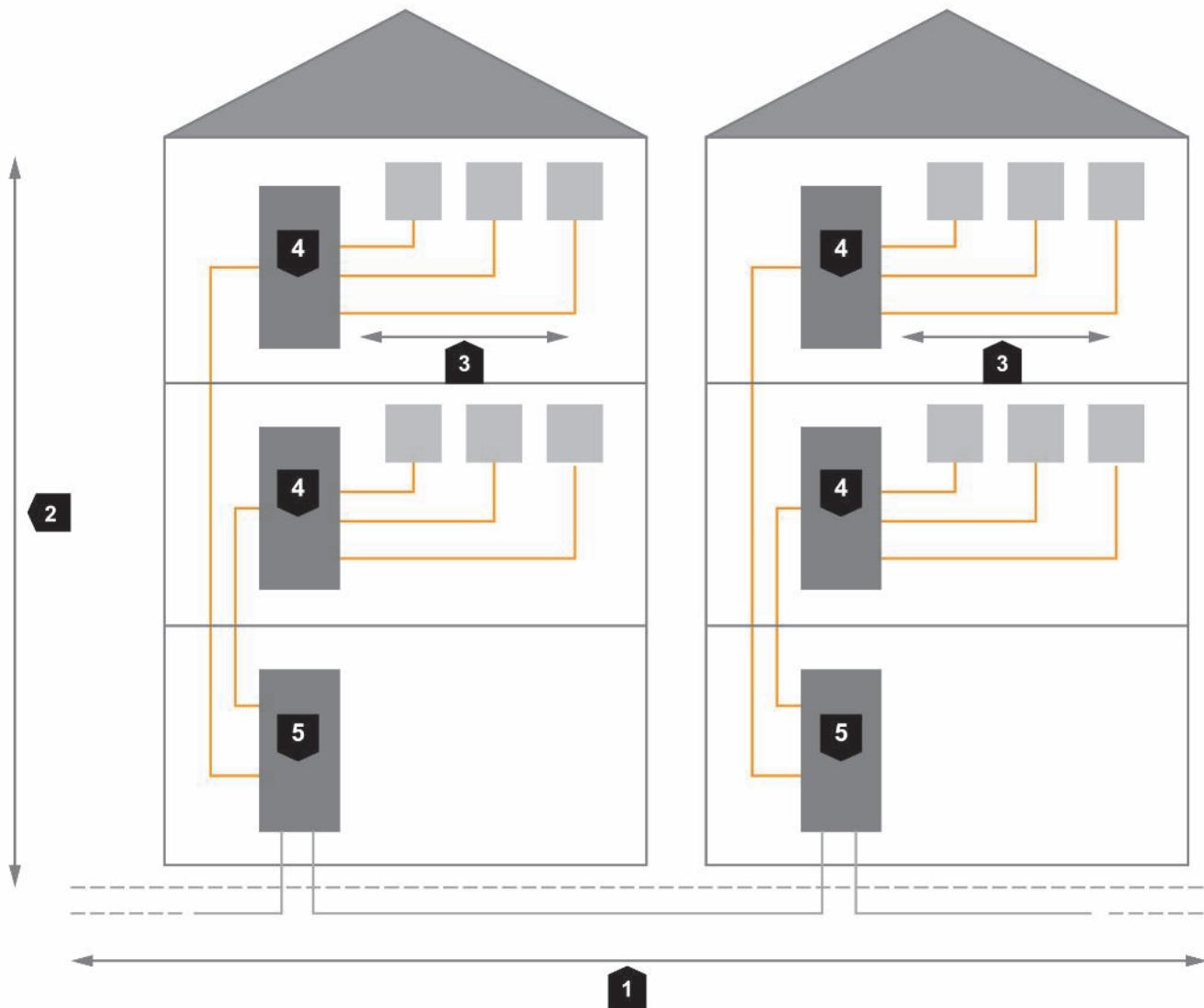
V11 é a designação alemã para a RS422. A designação americana tornou-se, entretanto, a mais usada.

• Interface V24

V24 é a designação alemã para a RS232. Além disso, o designação americana é a mais utilizada.

Cablagem estruturada

O padrão da cablagem estruturada determina como uma cablagem de construção universal (UGV) deve ser implementada. A palavra "universal" dá ênfase a uma cablagem para aplicações neutras. Isto significa que os cabos não são apenas instalados para um serviço específico como, p. ex., exclusivamente ligações de rede, mas para diversos (idioma, dados, áudio, sistemas de comunicação remota, MSR, ...) A vantagem é que a utilização do cabo pode ser rapidamente alterada sem esforço, sem necessitar da instalação de novos cabos. Este padrão está normalizado de acordo com a CENELEC EN 50173-1.



| | |
|----------|--------------------------------|
| 1 | Cablagem primária |
| 2 | Cablagem secundária |
| 3 | Cablagem terciária |
| 4 | EV: distribuidores dos andares |
| 5 | GV: Distribuidor do edifício |

Princípio básico de uma cablagem estruturada

Uma cablagem estruturada encontra-se organizada em três áreas parciais:

1. Cablagem primária

A cablagem primária destina-se à ligação de complexos de edifícios (horizontal). O ponto de ligação é o distribuidor do edifício (GV). Uma característica da cablagem primária pode ser uma grande distância devido às diferentes localizações dos edifícios. A velocidade da ligação também desempenha um papel importante. Para que possam ser materializadas altas taxas de transmissão, neste domínio frequentemente é utilizada a tecnologia de fibra de vidro como meio de transmissão. Esta oferece taxas de dados superiores às dos cabos de cobre convencionais sendo, para além disso, menos sensível a interferências do que os impulsos eletromagnéticos.

2. Cablagem secundária

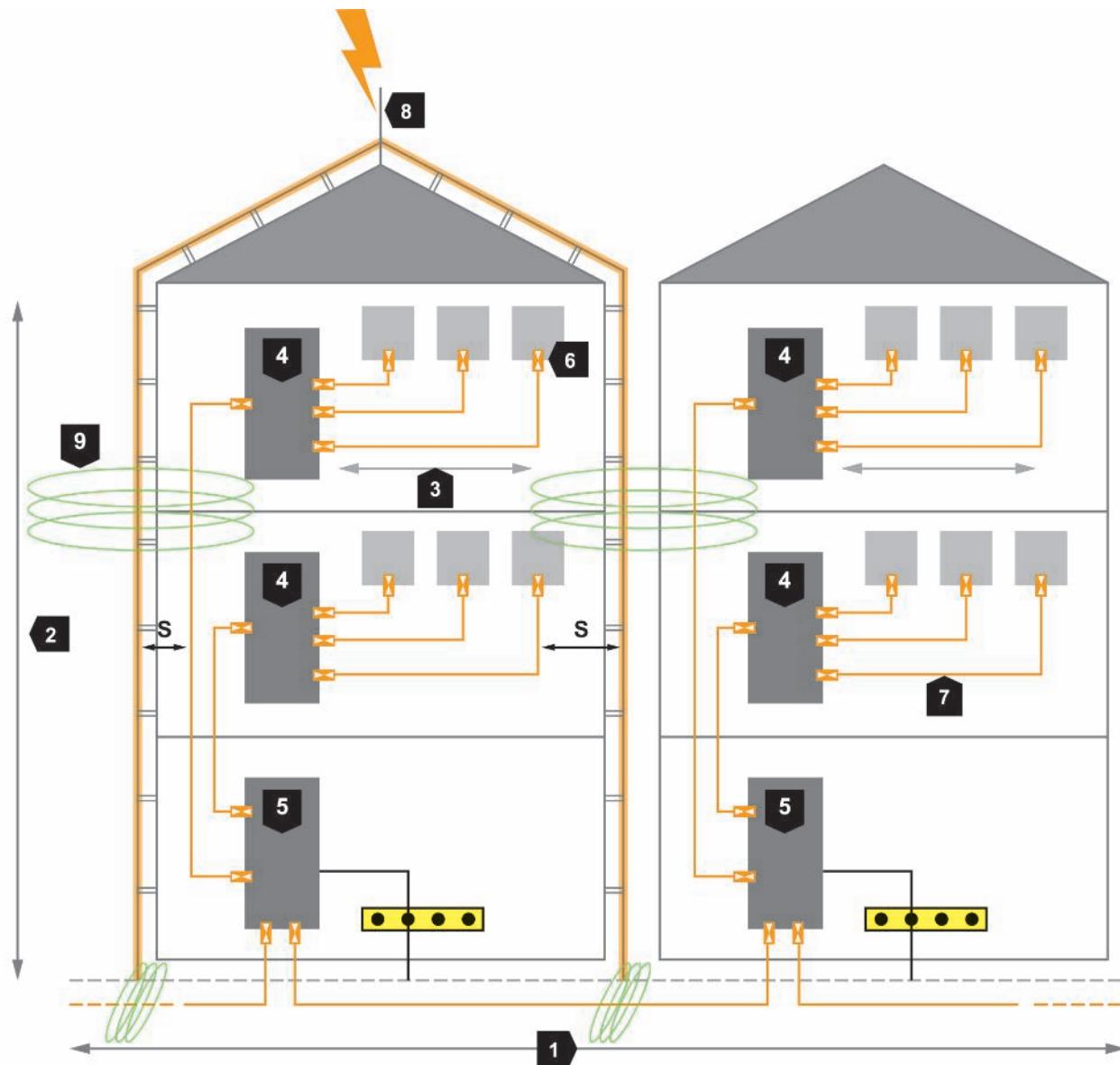
Como cablagem secundária é designada a ligação entre os andares individuais de um edifício (vertical). Os distribuidores dos andares estão diretamente ligados aos distribuidores do edifício oferecendo, simultaneamente, possibilidades de ligação para os diversos aparelhos terminais ou tomadas de ligação. Como meio de transmissão, também neste caso, é utilizada a tecnologia da fibra de vidro.

3. Cablagem terciária

Como meio de transmissão, de modo alternativo à cablagem de rede em cobre, neste caso é utilizada a tecnologia da fibra de vidro. A cablagem dos aparelhos terminais ou tomadas de ligação aos distribuidores dos andares realizada dentro de um andar designa-se cablagem terciária (horizontal). Aqui são utilizados diversos meios de transmissão. No Fiber-to-the-Desk existe uma ligação em fibra de vidro entre o distribuidor do andar e o aparelho terminal. No entanto, a ligação mais difundida é a ligação clássica através de cabos Twisted-Pair.

Para garantir um funcionamento isento de erros e sem destruição desta infraestrutura, deve ser instalada uma proteção contra raios e sobretensões. Especialmente, quando o edifício em questão está equipado com uma proteção contra raios exterior, o perigo advindo de correntes de raio e sobretensões é particularmente elevado. Se a distância de separação (s) não for cumprida, podem surgir overflows da derivação exterior para cabos internos ou dentro de um canal de parapeito, instalados ao longo da parede do edifício.

Em edifícios com um sistema de proteção contra raios externo é necessária uma proteção interna contra correntes parciais de raio e sobretensões.



Distribuição de corrente de raio e sobretensão num edifício com cablagem estruturada

| | |
|----------|---|
| 1 | Cablagem primária |
| 2 | Cablagem secundária |
| 3 | Cablagem terciária |
| 4 | EV: distribuidores dos andares |
| 5 | GV: Distribuidor do edifício |
| 6 | Proteção contra sobretensões |
| 7 | Cabos de dados (laranja) |
| 8 | Proteção exterior contra raios (cinzento) |
| 9 | Acoplamento indutivo |

O esquema mostra apenas a proteção dos cabos de dados. Os cabos de energia devem ser adicionalmente protegidos.

A ligação da cablagem primária aos distribuidores do edifício, bem como as ligações dos distribuidores do edifício aos distribuidores dos andares apenas devem ser protegidas quando são utilizados cabos de cobre como condutores. Uma exceção são condutores de fibra ótica com elementos metálicos como, p. ex., uma proteção contra roedores. Estes também podem acoplar correntes de raio e sobretensões no edifício. Estes elementos metálicos devem ser conectados à compensação de potencial com capacidade de transporte de correntes de raio.

As seguintes figuras mostram como o OBO Net Defender pode ser utilizado para a proteção de infraestruturas de redes e aparelhos terminais.



Proposta de proteção no aparelho terminal. De forma a manter o nível de proteção baixo, o aparelho de proteção contra sobretensões utiliza o condutor de proteção da caixa do computador como ligação PE



Proposta de proteção no Switch com patch panel. Os aparelhos de proteção contra sobretensão estão ligados à terra através da calha DIN.

Guia de seleção, HF, vídeo e SAT-TV

| Tecnologia | Ligaçāo | Fios protegidos | Área de frequēncia | Tipo | Género | Ref. | Grau de protecāo |
|-------------------|---------|-----------------|--------------------|---------|--------|---------|--------------------|
| CATV | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | m/f | 5093275 | Protecāo combinada |
| | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | f/f | 5093272 | Protecāo combinada |
| DCF 77 | SMA | 1 | 0 - 3,7 GHz | DS-SMA | f/f | 5093277 | Protecāo combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/f | 5093252 | Protecāo combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | f/f | 5093236 | Protecāo combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/m | 5093260 | Protecāo combinada |
| DCS 1800 | SMA | 1 | 0 - 3,7 GHz | DS-SMA | f/f | 5093277 | Protecāo combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | m/f | 5093996 | Protecāo combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | f/f | 5093988 | Protecāo combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/f | 5093252 | Protecāo combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | f/f | 5093236 | Protecāo combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/m | 5093260 | Protecāo combinada |
| | Jul 16 | 1 | 0 - 3 GHz | DS-7 16 | m/f | 5093171 | Protecāo combinada |
| DOCSIS | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | m/f | 5093275 | Protecāo combinada |
| | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | f/f | 5093272 | Protecāo combinada |
| DVB-T / terrestre | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | m/f | 5093275 | Protecāo combinada |
| | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | f/f | 5093272 | Protecāo combinada |
| | F | 1 | 0,5 - 2,8 GHz | TV4+1 | f | 5083400 | Protecāo fina |
| DVB-T-2 | N | 1 | 0 - 6 GHz | DS-N-6 | m/f | 5093998 | Protecāo combinada |
| Sistema de rádio | UHF | 1 | 0 - 1,3 GHz | S-UHF | m/f | 5093023 | Protecāo combinada |
| | UHF | 1 | 0 - 1,3 GHz | S-UHF | f/f | 5093015 | Protecāo combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/f | 5093252 | Protecāo combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | f/f | 5093236 | Protecāo combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/m | 5093260 | Protecāo combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | m/f | 5093996 | Protecāo combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | f/f | 5093988 | Protecāo combinada |
| | SMA | 1 | 0 - 3,7 GHz | DS-SMA | f/f | 5093277 | Protecāo combinada |
| | Jul 16 | 1 | 0 - 3 GHz | DS-7 16 | m/f | 5093171 | Protecāo combinada |
| | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | m/f | 5093275 | Protecāo combinada |
| | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | f/f | 5093272 | Protecāo combinada |
| | TNC | 1 | 0 - 4 GHz | DS-TNC | m/f | 5093270 | Protecāo combinada |
| | SMA | 1 | 0 - 3,7 GHz | DS-SMA | f/f | 5093277 | Protecāo combinada |
| GPS | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/f | 5093252 | Protecāo combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | f/f | 5093236 | Protecāo combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/m | 5093260 | Protecāo combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | m/f | 5093996 | Protecāo combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | f/f | 5093988 | Protecāo combinada |
| | Jul 16 | 1 | 0 - 3 GHz | DS-7 16 | m/f | 5093171 | Protecāo combinada |
| | TNC | 1 | 0 - 4 GHz | DS-TNC | m/f | 5093270 | Protecāo combinada |

Guia de seleção, HF, vídeo e SAT-TV

| Tecnologia | Ligaçao | Fios protegidos | Área de frequência | Tipo | Género | Ref. | Grau de proteção |
|----------------|---------|-----------------|--------------------|----------|--------|---------|--------------------|
| GSM 900 / 1800 | SMA | 1 | 0 - 3,7 GHz | DS-SMA | f/f | 5093277 | Proteção combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/f | 5093252 | Proteção combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | f/f | 5093236 | Proteção combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/m | 5093260 | Proteção combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | m/f | 5093996 | Proteção combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | f/f | 5093988 | Proteção combinada |
| | TNC | 1 | 0 - 4 GHz | DS-TNC | m/f | 5093270 | Proteção combinada |
| | Jul 16 | 1 | 0 - 3 GHz | DS-7 16 | m/f | 5093171 | Proteção combinada |
| LTE | SMA | 1 | 0 - 3,7 GHz | DS-SMA | f/f | 5093277 | Proteção combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | m/f | 5093996 | Proteção combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | f/f | 5093988 | Proteção combinada |
| | TNC | 1 | 0 - 4 GHz | DS-TNC | m/f | 5093270 | Proteção combinada |
| | Jul 16 | 1 | 0 - 3 GHz | DS-7 16 | m/f | 5093171 | Proteção combinada |
| PCS 1900 | SMA | 1 | 0 - 3,7 GHz | DS-SMA | f/f | 5093277 | Proteção combinada |
| PCS 1901 | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/f | 5093252 | Proteção combinada |
| PCS 1902 | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | f/f | 5093236 | Proteção combinada |
| PCS 1903 | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/m | 5093260 | Proteção combinada |
| PCS 1904 | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | m/f | 5093996 | Proteção combinada |
| PCS 1905 | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | f/f | 5093988 | Proteção combinada |
| PCS 1906 | Jul 16 | 1 | 0 - 3 GHz | DS-7 16 | m/f | 5093171 | Proteção combinada |
| SAT-TV | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | m/f | 5093275 | Proteção combinada |
| | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | f/f | 5093272 | Proteção combinada |
| | F | 1 | 0,5 - 2,8 GHz | TV4+1 | f | 5083400 | Proteção fina |
| | F | 3 | 0 - 2,5 GHz | FC-SAT-D | m/f | 5092816 | Proteção fina |
| C-Band | N | 1 | 0 - 6 GHz | DS-N-6 | m/f | 5093998 | Proteção combinada |
| Sky DSL | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | m/f | 5093275 | Proteção combinada |
| | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | f/f | 5093272 | Proteção combinada |
| TETRA / BOS | SMA | 1 | 0 - 3,7 GHz | DS-SMA | f/f | 5093277 | Proteção combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/f | 5093252 | Proteção combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | f/f | 5093236 | Proteção combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/m | 5093260 | Proteção combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | m/f | 5093996 | Proteção combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | f/f | 5093988 | Proteção combinada |
| | Jul 16 | 1 | 0 - 3 GHz | DS-7 16 | m/f | 5093171 | Proteção combinada |

Guia de seleção, HF, vídeo e SAT-TV

| Tecnologia | Ligaçāo | Fios protegidos | Área de frequēncia | Tipo | Género | Ref. | Grau de proteção |
|--|---------|-----------------|--------------------|----------------|--------|---------|--------------------|
| TV | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | m/f | 5093275 | Proteção combinada |
| | F | 1 | 0 - 3,4 GHz | DS-F | f/f | 5093272 | Proteção combinada |
| | F | 3 | 0 - 2,5 GHz | FC-TV-D | m/f | 5092808 | Proteção fina |
| UMTS | SMA | 1 | 0 - 3,7 GHz | DS-SMA | f/f | 5093277 | Proteção combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/f | 5093252 | Proteção combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | f/f | 5093236 | Proteção combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 2,2 GHz | DS-BNC | m/m | 5093260 | Proteção combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | m/f | 5093996 | Proteção combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | f/f | 5093988 | Proteção combinada |
| | TNC | 1 | 0 - 4 GHz | DS-TNC | m/f | 5093270 | Proteção combinada |
| | Jul 16 | 1 | 0 - 3 GHz | DS-7 16 | m/f | 5093171 | Proteção combinada |
| Vídeo/CCTV | BNC | 1 | 0 - 65 MHz | Koax B-E2 MF-F | m/f | 5082432 | Proteção fina |
| | BNC | 1 | 0 - 65 MHz | Koax B-E2 MF-C | m/f | 5082430 | Proteção combinada |
| | BNC | 1 | 0 - 160 MHz | Koax B-E2 FF-F | m/m | 5082434 | Proteção fina |
| WLAN (2,4 GHz) | SMA | 1 | 0 - 3,7 GHz | DS-SMA | f/f | 5093277 | Proteção combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | m/f | 5093996 | Proteção combinada |
| | N | 1 | 0 - 3 GHz | DS-N | f/f | 5093988 | Proteção combinada |
| | TNC | 1 | 0 - 4 GHz | DS-TNC | m/f | 5093270 | Proteção combinada |
| WLAN (> 5 GHz) Padrão: a/h, n, ac | N | 1 | 0 - 6 GHz | DS-N-6 | m/f | 5093998 | Proteção combinada |
| WiMAX | N | 1 | 0 - 6 GHz | DS-N-6 | m/f | 5093998 | Proteção combinada |

Guia de seleção, redes de dados

| Tecnologia | Ligaçāo | Fios protegidos | Tipos | Ref. | Grau de proteção |
|--------------------------|---------------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------|
| Arcnet | BNC | 1 | KoaxB-E2 FF-F | 5082434 | Proteção fina |
| | BNC | 1 | KoaxB-E2 MF-F | 5082432 | Proteção fina |
| | BNC | 1 | KoaxB-E2 MF-C | 5082430 | Proteção combinada |
| ATM | RJ45 | 8 | ND-CAT6A/EA | 5081800 | Proteção fina |
| | RJ45 | 8 | RJ45 S-ATM 8-F | 5081990 | Proteção fina |
| Câmara IP CCTV (sem PoE) | RJ45 | 11 | PND-2in1-C-OS | 5081070 | Proteção combinada |
| Câmara IP CCTV (com PoE) | RJ45 | 8 | ND-CAT6/E-F | 5081802 | Proteção fina |
| | RJ45 | 8 | ND-CAT6/E-B | 5081804 | Proteção básica |
| Ethernet | até à classe 6/EA | RJ45 (PoE) | 8 | ND-CAT6A/EA | 5081800 |
| | até à classe 6/E | RJ45 (PoE) | 8 | ND-CAT6/E-F | 5081802 |
| | | RJ45 (PoE) | 8 | ND-CAT6/E-B | 5081804 |
| | até à classe 5/D | RJ45 | 8 | RJ45 S-ATM 8-F | 5081990 |
| | 10 base 2/10 base 5 | BNC | 1 | KoaxB-E2 FF-F | 5082434 |
| | | BNC | 1 | KoaxB-E2 MF-F | 5082432 |
| | | BNC | 1 | KoaxB-E2 MF-C | 5082430 |
| FDDI, CDDI | RJ45 | 8 | ND-CAT6A/EA | 5081800 | Proteção fina |
| | RJ45 | 8 | RJ45 S-ATM 8-F | 5081990 | Proteção fina |
| Industrial Ethernet | RJ45 | 8 | ND-CAT6A/EA | 5081800 | Proteção fina |
| | RJ45 | 8 | RJ45 S-ATM 8-F | 5081990 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 20 | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA-BF-24 | 5084028 | Proteção combinada |
| Power over Ethernet | RJ45 (PoE) | 8 | ND-CAT6A/EA | 5081800 | Proteção fina |
| | RJ45 (PoE) | 8 | ND-CAT6/E-F | 5081802 | Proteção fina |
| | RJ45 (PoE) | 8 | ND-CAT6/E-B | 5081804 | Proteção básica |

Guia de seleção, redes de dados

| Tecnologia | Ligaçao | Fios protegidos | Tipo | Ref. | Grau de proteção |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|---------|--------------------|
| Token ring | RJ45 | 8 | ND-CAT6A/EA | 5081800 | Proteção fina |
| | RJ45 | 8 | RJ45 S-ATM 8-F | 5081990 | Proteção fina |
| | BNC | 1 | KoaxB-E2 FF-F | 5082434 | Proteção fina |
| | BNC | 1 | KoaxB-E2 MF-F | 5082432 | Proteção fina |
| | BNC | 1 | KoaxB-E2 MF-C | 5082430 | Proteção combinada |
| RS232, V24 | Ligaçao de fios | 2 | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | Ligaçao de fios | 4 | MDP-4 D-24-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Ligaçao de fios | 2 | FDB-2 24-M | 5098380 | Proteção combinada |
| | Ligaçao de fios | 2 | FDB-2 24-N | 5098390 | Proteção combinada |
| | Ligaçao de fios | 2 | FRD 24 HF | 5098575 | Proteção fina |
| | Ligaçao de fios | 4 | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| | Ligaçao de fios | 4 | MDP-4 D-24-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Ligaçao de fios | 4 | ASP-V24T 4 | 5083060 | Proteção fina |
| | Ficha | 9 | SD09-V24 9 | 5080053 | Proteção fina |
| | Ficha | 15 | SD15-V24 15 | 5080150 | Proteção fina |
| VG Any LAN | RJ45 | 8 | ND-CAT6A/EA | 5081800 | Proteção fina |
| Voice over IP | RJ45 | 8 | ND-CAT6A/EA | 5081800 | Proteção fina |
| Sistemas de tecnologias de informação de 4 fios | RJ45 | 4 | RJ45 S-E100 4-B | 5081001 | Proteção básica |
| | RJ45 | 4 | RJ45 S-E100 4-C | 5081003 | Proteção combinada |
| | RJ45 | 4 | RJ45 S-E100 4-F | 5081005 | Proteção fina |
| | RJ45 | 4 | RJ45 S-E100 4-C | 5081003 | Proteção combinada |
| | RJ45 | 4 | RJ45 S-E100 4-F | 5081005 | Proteção fina |

Guia de seleção, telecomunicações

| Tecnologia | Ligaçāo | Fios protegidos | Montagem / observação | Tipo | Ref. | Grau de proteção |
|-----------------|------------------|-----------------|-----------------------|---------------|---------|--------------------|
| a/b - analógico | RJ11 | 4 | diversos | RJ11-TELE 4-C | 5081975 | Proteção combinada |
| | RJ11 | 4 | diversos | RJ11-TELE 4-F | 5081977 | Proteção fina |
| | RJ45 | 4 | diversos | RJ45-TELE 4-C | 5081982 | Proteção combinada |
| | RJ45 | 4 | diversos | RJ45-TELE 4-F | 5081984 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TD-2/D-HS | 5081694 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 4 | Instalaçāo na parede | TD-4/I | 5081690 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 4 | Instalaçāo na parede | TD-4/I-TAE-F | 5081692 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Instalaçāo na parede | TD-2D-V | 5081698 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 20 | LSA | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| ADSL | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TKS-B | 5097976 | Proteção básica |
| | TAE/RJ11 / Ficha | 2 | Tomada | FC-TAE-D | 5092824 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 20 | LSA | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TD-2/D-HS | 5081694 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 4 | Instalaçāo na parede | TD-4/I | 5081690 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 4 | Instalaçāo na parede | TD-4/I-TAE-F | 5081692 | Proteção combinada |
| ADSL2+ | Ligaçāo de fios | 2 | Instalaçāo na parede | TD-2D-V | 5081698 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TKS-B | 5097976 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 20 | LSA | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| SDSL/SHDSL | Ligaçāo de fios | 2 | Instalaçāo na parede | TD-2D-V | 5081698 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TKS-B | 5097976 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 20 | LSA | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| VDSL | Ligaçāo de fios | 2 | Instalaçāo na parede | TD-2D-V | 5081698 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TKS-B | 5097976 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 20 | LSA | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |

Guia de seleção, telecomunicações

| Tecnologia | Ligaçāo | Fios protegidos | Montagem / observação | Tipos | Ref. | Grau de proteção |
|--|-----------------|-----------------|--|-----------------|---------|--------------------|
| VDSL2 | Ligaçāo de fios | 20 | LSA | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Instalaçāo na parede | TD-2D-V | 5081698 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TKS-B | 5097976 | Proteção básica |
| Ligaçāo básica RDIS (U_0) | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TD-2/D-HS | 5081694 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 4 | Instalaçāo na parede | TD-4/I | 5081690 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 4 | Instalaçāo na parede | TD-4/I-TAE-F | 5081692 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 20 | LSA/apenas utilizável com LSA-A-LEI ou LSA-T-LEI | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA/apenas utilizável com LSA-A-LEI ou LSA-T-LEI | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TKS-B | 5097976 | Proteção básica |
| | RJ11 | 4 | diversos | RJ11-TELE 4-C | 5081975 | Proteção combinada |
| | RJ11 | 4 | diversos | RJ11-TELE 4-F | 5081977 | Proteção fina |
| | RJ45 | 4 | diversos | RJ45-TELE 4-C | 5081982 | Proteção combinada |
| | RJ45 | 4 | diversos | RJ45-TELE 4-F | 5081984 | Proteção fina |
| Ligaçāo básica RDIS (S_0) | RJ45 | 8 | diversos | ND-CAT6A/EA | 5081800 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 20 | LSA | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-24 | 5084028 | Proteção combinada |
| | RJ11/Ficha | 4 | Tomada | FC-ISDN-D | 5092812 | Proteção fina |
| Ligaçāo multiplex primária RDIS (S_{2m}/U_{2m}) | RJ11 | 4 | diversos | RJ11-TELE 4-C | 5081975 | Proteção combinada |
| | RJ11 | 4 | diversos | RJ11-TELE 4-F | 5081977 | Proteção fina |
| | RJ45 | 4 | diversos | RJ45-TELE 4-C | 5081982 | Proteção combinada |
| | RJ45 | 4 | diversos | RJ45-TELE 4-F | 5081984 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 20 | LSA | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| Datax-P | Mola | 4 | Calha DIN | MDP-4 D-24-T-10 | 5098433 | Proteção combinada |
| G.703/G.704 | RJ45 | 8 | diversos | RJ45 S-ATM 8-F | 5081990 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 20 | LSA | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-24 | 5084028 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TKS-B | 5097976 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TD-2/D-HS | 5081694 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 4 | Instalaçāo na parede | TD-4/I | 5081690 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 4 | Instalaçāo na parede | TD-4/I-TAE-F | 5081692 | Proteção combinada |

Guia de seleção, telecomunicações

| Tecnologia | Ligaçāo | Fios protegidos | Montagem/observação | Tipo | Ref. | Grau de proteção |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------|---------|--------------------|
| E1 | RJ45 | 8 | diversos | RJ45 S-ATM 8-F | 5081990 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 20 | LSA | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-24 | 5084028 | Proteção combinada |
| Diversos sistemas de telecomunicação | Ligaçāo de fios | 20 | LSA | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-180 | 5084024 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | LSA-BF-24 | 5084028 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TKS-B | 5097976 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Calha DIN | TD-2/D-HS | 5081694 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 4 | Instalação na parede | TD-4/I | 5081690 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 4 | Instalação na parede | TD-4/I-TAE-F | 5081692 | Proteção combinada |
| | RJ11 | 4 | diversos | RJ11-TELE 4-C | 5081975 | Proteção combinada |
| | RJ11 | 4 | diversos | RJ11-TELE 4-F | 5081977 | Proteção fina |
| | RJ45 | 4 | diversos | RJ45-TELE 4-C | 5081982 | Proteção combinada |
| | RJ45 | 4 | diversos | RJ45-TELE 4-F | 5081984 | Proteção fina |
| | RJ45 | 8 | diversos | RJ45 S-ATM 8-F | 5081990 | Proteção fina |
| | RJ45 | 8 | diversos | ND-CAT6A/EA | 5081800 | Proteção fina |
| | RJ11/Ficha | 4 | Tomada | FC-RJ-D | 5092828 | Proteção fina |

Guia de seleção, sistemas MSR

| Interface | Ligaçāo | Fios protegidos | Instalação | | FS** | Tipo | Ref. | Grau de proteção |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|---|------|---------------|---------|--------------------|
| RS232, V24 | Mola | 2 | Calha DIN | | | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | Mola | 4 | Calha DIN | ✓ | | MDP-4 D-24-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Mola | 4 | Calha DIN | | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| | Mola | 4 | Calha DIN | ✓ | | MDP-4 D-24-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Rosca - métrica | ✓ | | FDB-2 24-M | 5098380 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Rosca - NPT | ✓ | | FDB-2 24-N | 5098390 | Proteção fina |
| | Borne rosulado | 2 | Calha DIN | | | FRD 24 | 5098514 | Proteção fina |
| | Ligador rápido | 4 | Outros | | | ASP-V24T 4 | 5083060 | Proteção fina |
| | SUB-D-9 | 9 | Ficha | | | SD09-V24 9 | 5080053 | Proteção fina |
| | SUB-D-15 | 15 | Ficha | | | SD15-V24 15 | 5080150 | Proteção fina |
| RS422, V11 | Ligaçāo de fios | 2 | Rosca - métrica | ✓ | | FDB-2 24-M | 5098380 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Rosca - NPT | ✓ | | FDB-2 24-N | 5098390 | Proteção fina |
| | Borne rosulado | 2 | Calha DIN | | | FRD 24 | 5098514 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | | | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | ✓ | | MDP-4 D-24-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Mola | 4 | Calha DIN | | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| | Mola | 4 | Calha DIN | ✓ | | MDP-4 D-24-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| RS485 | Mola | 2 | Calha DIN | | | MDP-2 D-5-T | 5098404 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | ✓ | | MDP-4 D-5-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Mola | 4 | Calha DIN | | | MDP-4 D-5-T | 5098411 | Proteção combinada |
| | Mola | 4 | Calha DIN | ✓ | | MDP-4 D-5-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Borne rosulado | 2 | Calha DIN | | | FRD 5 HF | 5098571 | Proteção combinada |
| | SUB-D-9 | 9 | Ficha | | | SD-09-V11 9 | 5080061 | Proteção fina |
| Sinais binários, livre de potencial da terra | Mola | 2 | Calha DIN | | | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | ✓ | | MDP-4 D-24-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Rosca - métrica | | | FDB-2 24-M | 5098380 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Rosca - NPT | | | FDB-2 24-N | 5098390 | Proteção combinada |
| | Borne rosulado | 2 | Calha DIN | | | FRD 5 HF | 5098571 | Proteção combinada |
| | Borne rosulado | 2 | Calha DIN | | | FRD 5 | 5098492 | Proteção combinada |
| | Borne rosulado | 2 | Calha DIN | | | FLD 5 | 5098600 | Proteção combinada |
| Sinais binários, potencial de referência total | Borne rosulado | 2 | Calha DIN | | | FRD 2-24 | 5098727 | Proteção combinada |
| | Borne rosulado | 2 | Calha DIN | | | FLD 2-24 | 5098816 | Proteção combinada |

** Sinalização à distância

Guia de seleção, sistemas MSR

| Interface | Ligaçāo | Fios protegidos | Instalação | | FS** | Tipo | Ref. | Grau de proteção |
|--|-------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------|------|---------------|---------|--------------------|
| (0)4-20 mA | Mola | 2 | Calha DIN | | | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | ✓ | | MDP-4 D-24-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Mola | 4 | Calha DIN | | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| | Mola | 4 | Calha DIN | ✓ | | MDP-4 D-24-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Rosca - métrica | ✓ | | FDB-2 24-M | 5098380 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Rosca - NPT | ✓ | | FDB-2 24-N | 5098390 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | | | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Ligaçāo de fios | 2 | LSA | | | LSA-BF-24 | 5084028 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | | | FLD 24 | 5098611 | Proteção fina |
| 0-10 V | Mola | 2 | Calha DIN | | | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | ✓ | | MDP-4 D-24-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Rosca - métrica | ✓ | | FDB-2 24-M | 5098380 | Proteção fina |
| | Ligaçāo de fios | 2 | Rosca - NPT | ✓ | | FDB-2 24-N | 5098390 | Proteção fina |
| | Borne rosulado | 2 | Calha DIN | | | FLD 24 | 5098611 | Proteção combinada |
| Diversos circuitos de corrente contínua | Livre de potencial da terra | Mola | 2 | Calha DIN | | FLD 5 | 5098600 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FLD 12 | 5098603 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FLD 24 | 5098611 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FLD 48 | 5098630 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FLD 60 | 5098638 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FLD 110 | 5098646 | Proteção combinada |
| | Potencial de referência total | Mola | 2 | Calha DIN | | FLD 2-5 | 5098867 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FLD 2-12 | 5098808 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FLD 2-24 | 5098816 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FLD 2-48 | 5098824 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FLD 2-110 | 5098859 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FRD 5 HF | 5098571 | Proteção combinada |
| Diversos circuitos dependentes da frequência | Livre de potencial da terra | Mola | 2 | Calha DIN | | FRD 24 HF | 5098575 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FRD 5 | 5098492 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FRD 12 | 5098506 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FRD 24 | 5098514 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FRD 48 | 5098522 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | FRD 110 | 5098557 | Proteção combinada |
| | | ** Sinalização à distância | | | | | | |

Guia de seleção, sistemas MSR

| Interface | Ligaçāo | Fios protegidos | Instalação | | FS* | Tipo | Ref. | Grau de proteção |
|--|--------------|-----------------|------------|--|------|------------------|---------|--------------------|
| Alimentações de corrente de 2 polos 5V | Mola | 4 | Calha DIN | | | MDP-4 D-5-T-10 | 5098413 | Proteção combinada |
| Alimentações de corrente de 2 polos 12V | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | | VF12-AC-DC | 5097453 | Proteção fina |
| | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | ✓ | VF12-AC/DC-FS | 5097454 | Proteção fina |
| Alimentações de corrente de 2 polos 24V | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | | VF 24-AC/DC | 5097607 | Proteção fina |
| | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | ✓ | VF24-AC/DC-FS | 5097820 | Proteção fina |
| Alimentações de corrente de 2 polos 48V | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | | VF 48-AC/DC | 5097615 | Proteção fina |
| | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | ✓ | VF48-AC/DC-FS | 5097822 | Proteção fina |
| Alimentações de corrente de 2 polos 60V | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | | VF 60-AC/DC | 5097623 | Proteção fina |
| | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | ✓ | VF60-AC/DC-FS | 5097824 | Proteção fina |
| Alimentações de corrente de 2 polos 110V | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | | VF 110-AC/DC | 5097631 | Proteção fina |
| Alimentações de corrente de 2 polos 230V | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | | VF 230-AC/DC | 5097650 | Proteção fina |
| | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | ✓ | VF230-AC-FS | 5097858 | Proteção fina |
| | Borne rosado | 2 | Calha DIN | | ✓ ** | VF2-230-AC/DC-FS | 5097939 | Proteção fina |
| PT 100 | Mola | 2 | Calha DIN | | | FLD 24 | 5098611 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | | | FLD 2-24 | 5098816 | Proteção combinada |
| | Mola | 4 | Calha DIN | | | MDP-4 D-24-T-10 | 5098433 | Proteção combinada |
| PT 1000 | Mola | 2 | Calha DIN | | | FLD 24 | 5098611 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | | | FLD 2-24 | 5098816 | Proteção combinada |
| | Mola | 4 | Calha DIN | | | MDP-4 D-24-T-10 | 5098433 | Proteção combinada |
| TTL | Mola | 2 | Calha DIN | | | FRD 12 | 5098603 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | | | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | SUB-D-9 | 9 | Ficha | | | SD09-V24 9 | 5080053 | Proteção fina |
| | SUB-D-15 | 15 | Ficha | | | SD15-V24 15 | 5080150 | Proteção fina |

* Sinalização à distância, ** sem corrente de fuga

Guia de seleção, sistemas BUS

| Interface | | Ligaçāo | Fios protegidos | Instalação | | testável | FS* | Tipo | Ref. | Grau de proteção |
|---------------------|-------------------------|---------|-----------------|-----------------|---|----------|-----|-----------------|---------|--------------------|
| ADVANT | | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| ARCNET | | RJ45 | 8 | Calha DIN | | | | ND-CAT6A/EA | 5081800 | Proteção fina |
| AS-I | Cabo de dados | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-2 D-24-T-10 | 5098425 | Proteção combinada |
| | Alimentação de tensão | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | VF 24-AC/DC | 5097607 | Proteção fina |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | ✓ | VF24-AC/DC-FS | 5097820 | Proteção fina |
| BITBUS | | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| BLN | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | | | FRD 24 HF | 5098575 | Proteção fina |
| CANBus | Cabo de dados | Mola | 3 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-3 D-5-T | 5098407 | Proteção combinada |
| | Alimentação de tensão | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | VF 24-AC/DC | 5097607 | Proteção fina |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | ✓ | VF24-AC/DC-FS | 5097820 | Proteção fina |
| CAN open | Cabo de dados | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| | Alimentação de tensão | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | VF 24-AC/DC | 5097607 | Proteção fina |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | ✓ | VF24-AC/DC-FS | 5097820 | Proteção fina |
| C-BUS | | Mola | 2 | Calha DIN | | | | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | | | FRD 24 HF | 5098575 | Proteção combinada |
| CC-Link | Cabo de dados | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4-D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| | Alimentação de tensão | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | VF 24-AC/DC | 5097607 | Proteção fina |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | ✓ | VF24-AC/DC-FS | 5097820 | Proteção fina |
| Data Highway Plus | | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| Device Net | Cabo de dados | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| | Alimentação de tensão | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | VF 24-AC/DC | 5097607 | Proteção fina |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | ✓ | VF24-AC/DC-FS | 5097820 | Proteção fina |
| Dupline | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | | | FRD 24 HF | 5098575 | Proteção combinada |
| E-BUS | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-2 D-48-T | 5098442 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | | | FRD 48 | 5098522 | Proteção fina |
| EIB | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-2 D-24-T-10 | 5098425 | Proteção combinada |
| | | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T-10 | 5098433 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | | | TKS-B | 5097976 | Proteção básica |
| ET 200 | | Mola | 2 | Calha DIN | | | | FRD 5 | 5098492 | Proteção fina |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-2 D-5-T | 5098404 | Proteção combinada |
| | | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| FIPIO/FIPWAY | | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-5-T | 5098411 | Proteção combinada |
| Foundation Fieldbus | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-2 D-48-T | 5098450 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | ✓ | ✓ | | MDP-4 D-48-EX | 5098452 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Rosca - métrica | ✓ | | | FDB-2 24-M | 5098380 | Proteção combinada |
| | | Mola | 2 | Rosca - NPT | ✓ | | | FDB-2 24-N | 5098390 | Proteção combinada |
| FSK | | Mola | 2 | Calha DIN | | | | FRD 5 | 5098492 | Proteção fina |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | + | | MDP-2 D-5-T | 5098404 | Proteção combinada |
| Genius | | Mola | 4 | Calha DIN | | + | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| * | Sinalização à distância | | | | | | | | | |

Guia de seleção, sistemas BUS

| Interface | Ligaçāo | Fios protegidos | Instalação | | testável | Tipo | Ref. | Grau de proteção |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|----------|-----------------|---------|--------------------|
| HART | Mola | 2 | Calha DIN | | | FRD 24 | 5098514 | Proteção combinada |
| | | 2 | Calha DIN | | ✓ | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | | 4 | Calha DIN | | ✓ | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| | | 4 | Calha DIN | ✓ | | MDP-4 D-24-EX | 5098432 | Proteção combinada |
| | Ligaçāo de fios | 4 | Rosca - métrica | ✓ | | FDB-2 24-M | 5098380 | Proteção fina |
| | | 4 | Rosca - NPT | ✓ | | FDB-2 24-N | 5098390 | Proteção fina |
| IEC-BUS | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | MDP-4 D-5-T | 5098411 | Proteção combinada |
| Interbus Inline (I/O)s | | 4 | Calha DIN | | ✓ | MDP-4 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| Interbus Loop | | 2 | Calha DIN | | ✓ | MDP-4 D-24-T-10 | 5098433 | Proteção combinada |
| KNX | | 2 | Calha DIN | | | TKS-B | 5097976 | Proteção básica |
| LON | | 2 | Calha DIN | | | FRD 48 | 5098522 | Proteção combinada |
| LRE | | 2 | Calha DIN | | ✓ | MDP-2 D-48-T | 5098442 | Proteção combinada |
| LUXMATE | | 2 | Calha DIN | | | FRD 5 | 5098492 | Proteção combinada |
| M-BUS | | 2 | Calha DIN | | ✓ | MDP-2 D-5-T | 5098404 | Proteção combinada |
| 2 | | Calha DIN | | | | MDP-4 D-5-T | 5098411 | Proteção combinada |
| 2 | | Calha DIN | | | | FRD 24 | 5098514 | Proteção combinada |
| Melsec Net 2 | BNC | 1 | Outros | | | DS-BNC m/f | 5093252 | Proteção básica |
| Melsec Net 3 | | 1 | Outros | | | DS-BNC m/f | 5093236 | Proteção básica |
| Melsec Net 4 | | 1 | Outros | | | DS-BNC m/f | 5093260 | Proteção básica |
| MODBUS | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| MPI Bus | | 2 | Calha DIN | | | FRD 5 | 5098492 | Proteção combinada |
| | | 2 | Calha DIN | | ✓ | MDP-2 D-5-T | 5098404 | Proteção combinada |
| | | 4 | Calha DIN | | ✓ | MDP-4 D-5-T | 5098411 | Proteção combinada |
| N1 LAN | | 2 | Calha DIN | | | FRD 5 | 5098492 | Proteção combinada |
| | | 2 | Calha DIN | | ✓ | MDP-2 D-5-T | 5098404 | Proteção combinada |
| | | 20 | Calha DIN | | | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | | 2 | Calha DIN | | | LSA-BF-24 | 5084028 | Proteção combinada |
| N2 BUS | | 2 | Calha DIN | | | FRD 2-5 | 5098794 | Proteção combinada |
| | | 2 | Calha DIN | | ✓ | MDP-2 D-5-T | 5098404 | Proteção combinada |
| novaNet | | 2 | Calha DIN | | | FRD 12 | 5098603 | Proteção combinada |
| | | 2 | Calha DIN | | ✓ | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |

Guia de seleção, sistemas BUS

| Interface | | Ligaçāo | Fios protegidos | Instalação | | testável | FS* | Tipo | Ref. | Grau de proteção | |
|---|-------------------------|-----------------|-----------------|------------------|---|----------|-----|---------------|---------|--------------------|--|
| P-BUS, Bus de processo, Bus de painel | Cabo de dados | Mola | 2 | Calha DIN | | | | FRD 24 HF | 5098575 | Proteção combinada | |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada | |
| | Alimentação de tensão | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | VF 24-AC/DC | 5097607 | Proteção fina | |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | ✓ | VF24-AC/DC-FS | 5097820 | Proteção fina | |
| P-NET | | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada | |
| Procontic CS31 | | Mola | 2 | Calha DIN | | | | FRD 12 | 5098603 | Proteção combinada | |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada | |
| Procontic T200 | | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada | |
| Profibus DP | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-2 D-5-T | 5098404 | Proteção combinada | |
| | | Borne roscado | 2 | Calha DIN | | | | FRD 5 HF | 5098571 | Proteção combinada | |
| | | SUB-D-9 | 9 | Ficha | | | | SD09-V24 9 | 5080053 | Proteção fina | |
| Profibus PA | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-2 D-48-T | 5098442 | Proteção combinada | |
| | | Mola | 4 | Calha DIN | ✓ | | | MDP-4 D-48-EX | 5098452 | Proteção combinada | |
| | | Ligaçāo de fios | 2 | Métrica de rosca | ✓ | | | FDB-2 24-M | 5098380 | Proteção fina | |
| | | Ligaçāo de fios | 2 | Rosca - NPT | ✓ | | | FDB-2 24-N | 5098390 | Proteção fina | |
| Profinet | | Mola | 8 | Calha DIN | | | | ND-CAT6A/EA | 5081800 | Proteção fina | |
| SafetyBUS p | | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada | |
| SDLC | | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada | |
| SIGMALOOP (SIGMASYS) | SIGMALOOP (SIGMASYS) | Mola | 2 | Calha DIN | | | | FRD 24 | 5098514 | Proteção combinada | |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada | |
| SIGMANET (SIGMASYS) | SIGMANET (SIGMASYS) | Mola | 2 | Calha DIN | | | | FRD 24 | 5098514 | Proteção combinada | |
| | | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada | |
| SINEC L1 | SINEC L2 | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | | MDP-4 D-5-T | 5098411 | Proteção combinada | |
| * Sinalização à distância | | | | | | | | | | | |

Guia de seleção, sistemas BUS

| Interface | Ligaçāo | Fios protegidos | Instalação | | testável | Tipo | Ref. | Grau de proteção |
|------------|-----------------|-----------------|------------|--|----------|--------------|---------|--------------------|
| SINEC L2 | Mola | 2 | Calha DIN | | | FRD 5 HF | 5098571 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | MDP-4 D-5-T | 5098411 | Proteção combinada |
| | SUB-D-9 | 9 | Ficha | | | SD09-V24 9 | 5080053 | Proteção fina |
| SS97 SINIX | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| SUCONET | Mola | 4 | Calha DIN | | ✓ | MDP-4 D-24-T | 5098431 | Proteção combinada |
| | Grampo de corte | 20 | LSA | | | LSA-B-MAG | 5084020 | Proteção básica |
| | Grampo de corte | 2 | LSA | | | LSA-BF-24 | 5084028 | Proteção fina |
| TTL | Mola | 2 | Calha DIN | | | FRD 24 | 5098514 | Proteção combinada |
| | Mola | 2 | Calha DIN | | ✓ | MDP-2 D-24-T | 5098422 | Proteção combinada |
| | SUB-D-9 | 9 | Ficha | | | SD09-V24 9 | 5080053 | Proteção fina |
| | SUB-D-15 | 15 | Ficha | | | SD15-V24 15 | 5080150 | Proteção fina |
| U-BUS | Mola | 4 | Calha DIN | | | 2x TKS-B | 5097976 | Proteção básica |

4

Cada instalação de proteção contra raio deve ser sujeita a um teste de aceitação após a instalação. Além disso, a capacidade funcional deve ser verificada a intervalos regulares. Além disso, todo o sistema deve ser verificado após a ocorrência de uma descarga atmosférica ou uma sobretensão. Segundo a atual norma para proteção contra raios VDE 0185-305 (IEC 62305), devem ser verificados tanto os dispositivos de captura e descarregamento como o sistema de ligação à terra e a compensação de potencial de proteção contra descargas atmosféricas.

Para além do teste visual da instalação e da sua conformidade com a documentação, devem ser medidas as resistências de contacto. A documentação deve ser atualizada em cada teste e manutenção.

Capítulo 4: Teste, manutenção e documentação

| | |
|-----|---|
| 4 | Teste, manutenção e documentação |
| 4.1 | Sistema exterior de proteção contra raios |
| 4.2 | Sistema interno de proteção contra raios |

4 Teste, manutenção e documentação

As instalações de proteção contra raios devem ser verificadas a intervalos regulares, mesmo após o teste de aceitação, para assegurar que estão a funcionar corretamente, como meio de detetar quaisquer defeitos e proceder a quaisquer melhorias necessárias. O teste compreende o controlo da documentação técnica, uma verificação visual e a medição do sistema de proteção contra raios.

Os testes e manutenções devem ser efetuadas segundo a norma e princípios técnicos básicos da VDE 0185-305 Parte 3 (IEC 62305-3).

Os testes também incluem o controlo da proteção interior contra raios. Isto inclui o controlo da compensação de potencial de proteção contra raios e os descarregadores de raio e sobretensão. O relatório de teste ou livro de manutenção serve para o registo de testes e manutenção dos sistemas de proteção contra raios e deve ser atualizado ou criado de novo em cada verificação ou manutenção.

O operador ou proprietário de uma instalação estrutural é responsável pela segurança e eliminação imediata de falhas.

O teste deve ser executado por um especialista.



Ponto de separação numa fachada metálica

4.1 Sistema exterior de proteção contra raios

Critérios de ensaio

- Controlo de todos os registos e documentação, incluindo as declarações de conformidade com as normas.
- Verificar o estado geral dos dispositivos de captação e de derivação, de todos os componentes de ligação (sem ligações soltas), bem como resistência de contacto.
- Verificação do sistema de ligação à terra e das resistências de terra incluindo transições e ligações.
- Verificar a proteção interna contra descargas atmosféricas incluindo descarregadores de sobrepressões e fusíveis.
- Verificar o estado geral do grau de corrosão.
- Verificar a segurança da fixação dos cabos do SPDA e os seus componentes.
- Verificar a documentação de todas as alterações e ampliações do SPDA, bem como as alterações na instalação estrutural.

Os sistemas críticos (por ex. sistemas EX) devem ser verificados anualmente.

| Classe de proteção | Verificação visual (anual) | Verificação visual abrangente (anual) | Verificação visual abrangente em situações críticas (anual) |
|--------------------|----------------------------|---------------------------------------|---|
| I e II | 1 | 2 | 1 |
| III e IV | 2 | 4 | 1 |

Tabela 4.1: Situações críticas são, p. ex., instalações estruturais que incluem sistemas sensíveis ou edifícios de es- critórios, comerciais ou locais, nos quais permanece um elevado número de seres humanos.



Gerador de corrente de raio BET

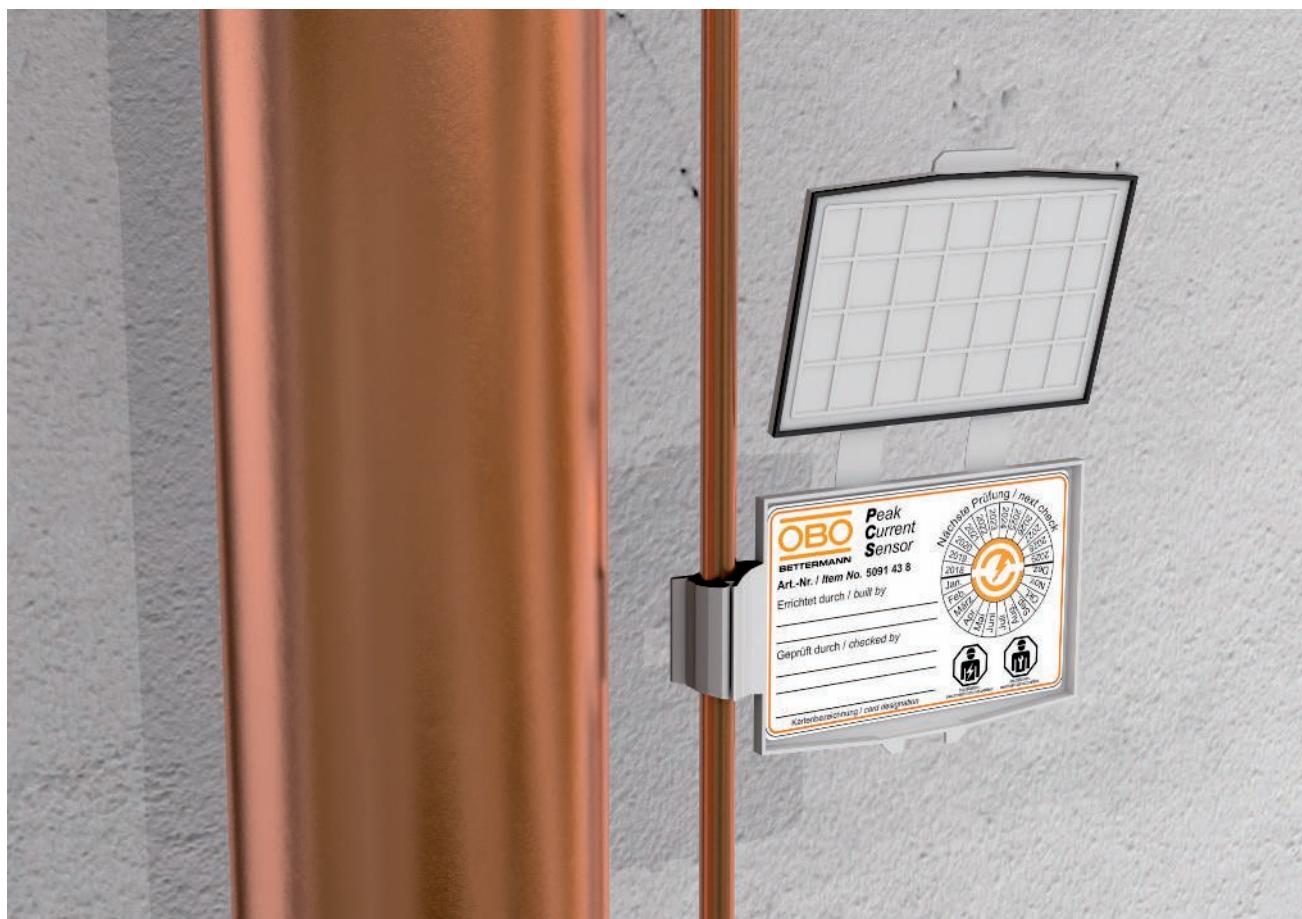
Componentes para instalações de proteção contra raios são testados quanto ao seu funcionamento segundo a VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1) "Requisitos para componentes de ligação". Após uma fase de condicionamento de, no total, 10 dias, os componentes são sujeitos a três correntes de impulso. Os componentes de proteção contra raios para dispositivos de captura são testados com $3 \times I_{imp}$ 100 kA (10/350). Isto corresponde à classe de teste H.

Componentes para instalações de proteção contra raios são testados segundo a VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1).

Os componentes para derivações, através das quais a corrente de raio se pode distribuir (pelo menos duas derivações) e ligações no sistema de ligação à terra são testadas com $3 \times I_{imp}$ 50 kA (10/350), o que corresponde à classe de teste N.

| Classe de teste | Testado com | Aplicação |
|--|-------------------------------|--|
| H segundo a VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1) | 3 x I_{imp} 100 kA (10/350) | Hastes captoras |
| N segundo a VDE 0185-561-1 (IEC 62561-1) | 3 x I_{imp} 50 kA (10/350) | Múltiplas aplicações através das quais se pode repartir a descarga atmosférica, no mínimo, duas derivações |

Tabela 4.2: Classes de teste de componentes de ligação



Sensor PCS numa derivação

Verificação de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas com o sistema PCS

O Peak-Current-Sensor (PCS) é um sensor de correntes de pico capaz de registar e armazenar correntes de impulso num cartão magnético. Assim, é possível controlar, se um raio atingiu a instalação de proteção contra raios e qual a máxima corrente de raio produzida. Se o sistema PCS for montado entre a interface da equalização de potencial para o sistema de ligação à terra, pode ser também medida a descarga atmosférica acumulada num edifício. Os resultados podem proporcionar informação acerca de eventuais danos na instalação elétrica.

O cartão PCS encaixa-se no condutor redondo através de um suporte de cartões, montando-se assim a uma distância definida. A amplitude de medição do cartão situa-se entre 3 e 120 kA. O leitor de cartões magnéticos permite avaliar os sensores de corrente de pico. O apropriado valor da corrente de pico é apresentado no visor.

Como alternativa, a OBO Bettermann pode efetuar as leituras para si. Neste caso, dirija-se ao seu contacto na OBO ou à respetiva filial.



Aparelho de testes Life Control

4.2 Sistema interno de proteção contra raios

Ensaios de dispositivos de proteção contra sobretensões em linhas de dados

Frequentemente, é necessário verificar a funcionalidade dos dispositivos de proteção contra sobretensões na linha de dados. Neste processo, é especialmente importante, que a verificação dos dispositivos de proteção não tenha influência negativa no sinal de dados.

O aparelho de teste Life Control desenvolvido pela OBO Bettermann permite comprovar os dispositivos de proteção instalados sem influenciar o sinal de dados. Uma fina ponta de prova liga-se rapidamente com a proteção de sobretensões. O microprocessador integrado apresenta os resultados da verificação no visor OLED e ilustra-os ainda com sinais acústicos. Um LED situado no interior da ponta de teste é uma funcionalidade adicional e possibilita a orientação mesmo no interior de quadros de distribuição escuros.

Uma mala de ensaios de alta qualidade para o transporte seguro e para a documentação dos resultados do teste é uma componente desta inovação da OBO Bettermann.

Verificação dos módulos dos descarregadores V50, V25, V20 e V10

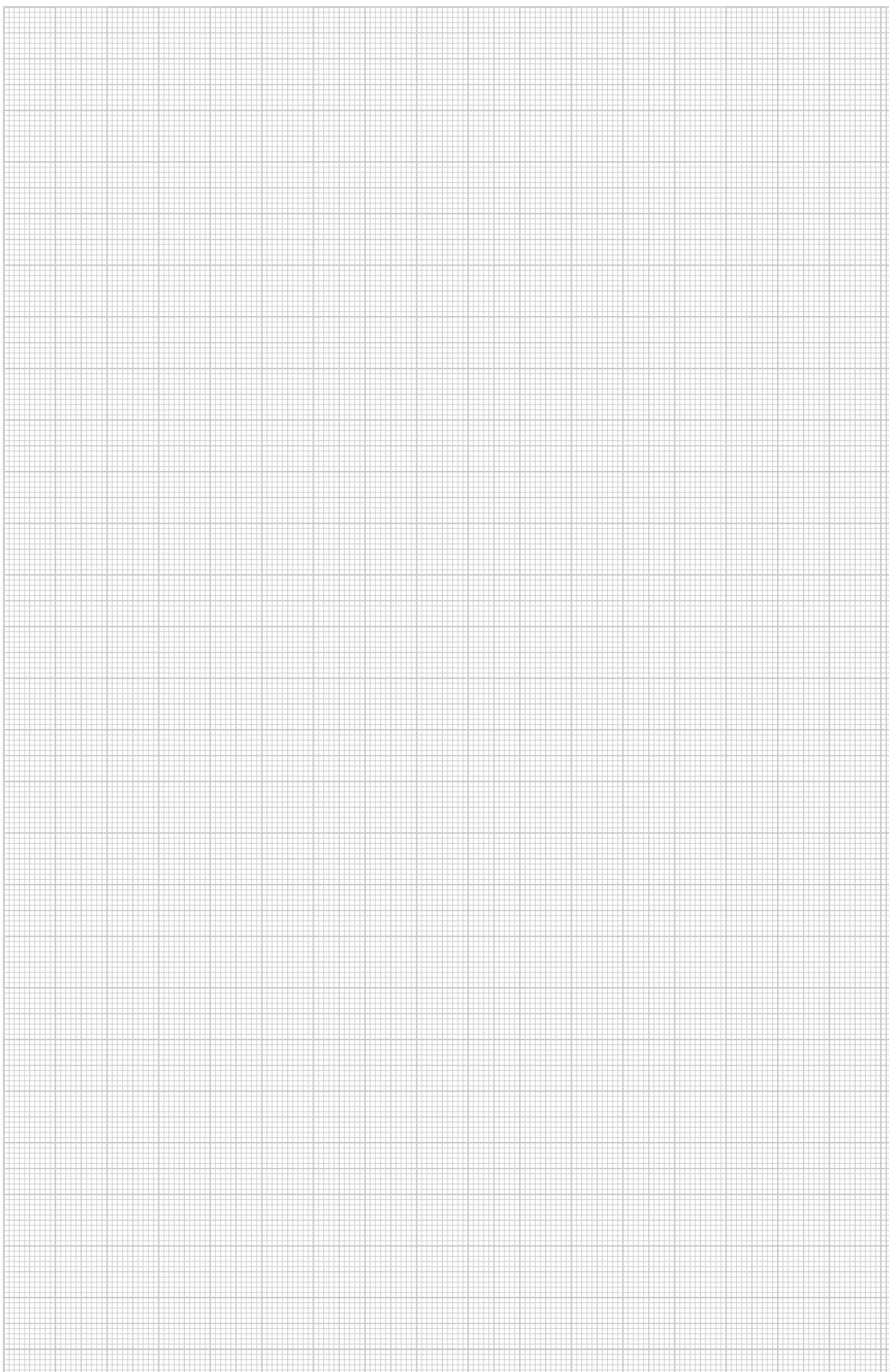
O aparelho de teste ISOLAB possibilita a verificação dos módulos de proteção dos descarregadores V50, V25, V20 e V10. Através de um botão rotativo é possível selecionar o correspondente descarregador da OBO. De seguida, o módulo do descarregador combinado ou de sobretensões é inserido na abertura apropriada do aparelho. Pressionando o botão de teste comprova-se a capacidade de funcionamento do varistor. Para além da verificação de descarregadores, o ISOLAB também oferece a possibilidade de efetuar testes de isolamento segundo a norma VDE 0100-610.

Teste da proteção contra sobretensões

A instalação elétrica deve ser verificada a intervalos de tempo regulares. Os SPDs para a alimentação de energia, regra geral, possuem uma indicação de estado visual, podendo, neste modo, ser muito facilmente verificados. Uma verificação completa de todas as medidas e proteção contra sobretensão é possível, p. ex, no âmbito do E-CHECK, o selo de teste para instalações e aparelhos elétricos.

Informações em:

www.elektrohandwerk.de/privat/themen/e-check.html



5

Capítulo 5: Pequeno ABC relativo a sobretensões

| Termo | Texto norma |
|---|---|
| Descarregador | Descarregadores (normativos = dispositivos de proteção contra sobretensões (SPD - engl. para Surge Protective Device)) consistem em resistências dependentes da tensão e/ou explosores. Ambos os elementos podem ser ligados em série ou em paralelo ou utilizados individualmente. Os SPDs servem para proteger outros meios operacionais elétricos e instalações elétricas de sobretensões e de uma falha do isolamento. |
| Descarregador tensão nominal U_c | A tensão nominal para SPDs sem explosor é o valor máximo efetivo da tensão de rede permitida nos bornes do descarregador. A tensão nominal pode manter-se constante no descarregador, sem alterar as suas características de desempenho. |
| Seccionador | O dispositivo seccionador desliga o SPD da rede ou do sistema de ligação à terra, em caso de sobrecarga, de modo a evitar o perigo de incêndio e sinaliza simultaneamente a desativação do aparelho de proteção. |
| Tensão de resposta 100% do impulso atmosférico | A tensão de resposta 100% do impulso atmosférico é o valor da tensão de impulso atmosférico 1,2/50 μ s, que conduz à comutação do SPDs. Com esta tensão de teste, o aparelho de proteção contra sobretensões deve responder dez vezes a dez solicitações. |
| Tempo de resposta (t_a) | No essencial, o tempo de resposta caracteriza-se pelo comportamento de resposta de cada elemento de proteção utilizado nos SPDs. Dependendo da inclinação du/dt da tensão de impulso ou di/dt da corrente de impulso, os tempos de resposta podem variar dentro de determinados limites. |
| Ligaçāo equipotencial para proteção contra descargas atmosféricas | A compensação de potencial de proteção contra raios é uma medida importante para a redução do risco de explosão e de incêndio no espaço ou edifício a proteger. A compensação de potencial para proteção contra raios é efetuada recorrendo a cabos de compensação de potencial ou SPDs que unem o sistema exterior de proteção contra descargas atmosféricas, peças metálicas do edifício ou do espaço, a instalação, as outras peças condutoras bem como os sistemas de energia elétrica e de telecomunicações. |
| Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) | O sistema de proteção contra raios (LPS) refere-se a todo o sistema que é usado para proteger uma sala ou edifício contra os efeitos de um raio. Isto inclui tanto a proteção exterior como a proteção interior contra descargas atmosféricas. |
| Zona de proteção contra descargas atmosféricas (LPZ) | Como zona de proteção contra raios (Lightning Protection Zone - LPZ) são designadas as áreas onde se deve definir e controlar o campo eletromagnético do raio. Nas transições de zonas devem integrar-se todos os cabos e peças metálicas no sistema de compensação de potencial. |
| Corrente de choque de raio (I_{imp}) | Como corrente de choque de raio (capacidade de descarga da corrente de raio por circuito) é designada uma corrente de sobretensão na forma de onda normalizada 10/350 μ s. Ela reproduz nos seus parâmetros: - valor de pico - carga - energia específica representa a carga produzida por descargas atmosféricas naturais. Os descarregadores de corrente de raio do tipo 1 (anteriormente classe de requisitos B) devem ser capazes de derivar tais correntes de raio sem serem destruídos. |
| Resistência por circuito, resistência em série | O volume de resistência por circuito indica o aumento da resistência óhmica do condutor do circuito causado pela utilização do aparelho de proteção contra sobretensões. |
| Dispositivo de proteção diferencial residual (RCD) | Meio operacional para proteção contra choques elétricos e incêndios (por ex. o "antigo" interruptor diferencial agora é denominado RCD (do inglês Residual Current Device)). |
| Coordenação de isolamento | O isolamento e a máxima rigidez dielétrica (resistência do isolamento) da instalação elétrica é assegurada através da utilização de um SPD com um baixo nível de proteção (limitação de tensão). |
| Resistência a curto-círcuito | O aparelho de proteção contra sobretensões deve ser capaz de conduzir a corrente de curto-círcuito até esta ser interrompida ou pelo próprio aparelho ou através de um dispositivo de separação interno ou externo ou pela proteção contra sobretensões da rede (por ex. fusível prévio). |
| LPZ | ver "Zona de proteção contra raios" |
| Intensidade nominal de descarga (I_n) | Valor de pico da corrente que flui através do SPD com a forma de onda 8/20. É utilizada para a classificação do teste de descarregadores de sobretensões do tipo 2 (anterior classe C). |
| Frequência nominal (f_n) | Como frequência nominal é designada a frequência de um aparelho em funcionamento normal indicada pelo fabricante. |

| Termo | Texto norma |
|---|--|
| Tensão nominal (U_n) | A tensão nominal é o valor de tensão para o qual o dispositivo está preparado. Pode-se tratar de um valor de tensão contínua ou o valor efetivo de uma tensão alternada sinusoidal. |
| Corrente nominal (I_n) | A corrente nominal é a máxima corrente de operação permitida que pode ser continuamente conduzida pelos bornes de ligação identificados. |
| Capacidade de extinção de correntes de seguimento (I_s) | A corrente de seguimento, também denominada corrente de seguimento de rede é a corrente que flui pelo descarregador após um processo de descarga gerado pelo aparelho de proteção contra sobretensões, sendo fornecida pela rede. A corrente de seguimento diferencia-se consideravelmente da corrente de operação contínua. A amplitude da corrente de seguimento de rede depende do cabo de alimentação do transformador para o descarregador. |
| Ligação equipotencial | Ligação elétrica que coloca os corpos dos meios operacionais elétricos e outras peças condutoras ao mesmo potencial ou semelhante. |
| Barra equipotencial (PAS) | Um borne ou uma calha previstos para ligar o condutor de proteção, o condutor de compensação de potencial e, se necessário, o condutor para a ligação à terra funcional com os cabos de ligação à terra e os elétrodos de terra. |
| Tensão residual (U_{res}) | O valor de pico da tensão que aparece nos bornes do aparelho de proteção contra sobretensões durante ou imediatamente após a passagem da corrente de descarga. |
| Nível de proteção (U_p) | O nível de proteção é o valor máximo instantâneo da tensão nos bornes do aparelho de proteção contra sobretensões antes da resposta. |
| SPD | Surge Protective Device - designação inglesa para o aparelho de proteção contra sobretensões (descarregador). |
| Amplitude de temperatura | A gama da temperatura de funcionamento indica as temperaturas limites dentro das quais é garantido o funcionamento correto do aparelho de proteção contra sobretensões. |
| Sobretensão | Uma sobretensão é uma tensão que surge repentinamente entre os condutores ou entre um condutor e a terra que, sem possuir frequência de operação, ultrapassa várias vezes o valor máximo permitido da tensão de serviço. Pode surgir na sequência de tempestades ou por (ligações à terra ou curtos-circuito). |
| Descarregador de sobretensões tipo 1 | SPDs que, graças à sua estrutura especial, são capazes de descarregar correntes de raio ou correntes de raio parciais provenientes de descargas atmosféricas diretas. Impulso de teste = 10/350 |
| Descarregador de sobretensões tipo 2 | SPDs capazes de descarregar sobretensões geradas por processos de comutação ou por descargas atmosféricas remotas ou próximas. Impulso de teste = 8/20 |
| Descarregador de sobretensões tipo 3 | SPDs utilizados para a proteção contra sobretensões de consumidores individuais ou de grupos de consumidores e são instalados diretamente na tomada. Impulso de teste = 1,2/50 - 8/20 |
| Frequência de transmissão (f_g) | A frequência de transmissão indica até que frequência o amortecimento de inserção do equipamento é inferior a 3 dB |
| Aparelho de proteção contra sobretensões (SPD) | Um aparelho destinado a limitar as sobretensões transitórias e derivar correntes de sobretensões. Contém pelo menos um elemento não linear. Os dispositivos de proteção contra sobretensões são designados na linguagem comum como descarregadores. |
| Proteção prévia por fusíveis antes dos descarregadores | Cada descarregador deve contar previamente com um fusível. Se a proteção prévia superar o valor máximo indicado para o descarregador (ver especificações técnicas dos descarregadores), este deverá ser protegido seletivamente com o valor exigido. |
| Sobretensão transitória (TOV) | Por sobretensão temporária (Temporary Overvoltage - TOV) entendem-se as sobretensões transitórias (temporárias) que podem surgir por falhas na rede de média e baixa tensão. |
| Vídeo de instalação | Vídeos relativos à montagem dos aparelhos de proteção contra sobretensões em: https://www.youtube.com/c/OBOBettermannPortugal |
| | Diferenciação: LPL = BKZ = Classe de proteção contra raios LPZ = Zona de proteção contra descargas atmosféricas LPS = Lightning Protection System = Sistema de proteção contra raios Importante: Terminologia consistente em termos técnicos/abbreviaturas |

| Binários de aperto | |
|--------------------|-------|
| M5 | 4 Nm |
| M6 | 6 Nm |
| M8 | 12 Nm |
| M10 | 20 Nm |

Informações detalhadas sobre binários de aperto e dados técnicos podem ser encontradas nas instruções de instalação ou solicitadas, caso seja necessário.

Isenção de responsabilidade

A editora não assume qualquer responsabilidade pela atualidade, correção, exaustividade ou qualidade da informação fornecida. Reivindicações de responsabilidade contra a editora relativas a danos de natureza material ou sentimental, provocados pela utilização ou não utilização das informações oferecidas ou decorrentes da utilização errónea e informações incompletas estão, fundamentalmente excluídos, desde que, por parte da editora, não haja culpa intencional demonstrável ou negligência grosseira. Todas as ofertas estão sujeitas a alterações e não são vinculativas. A editora reserva-se expressamente o direito de alterar, complementar ou eliminar partes das páginas ou a totalidade da oferta sem anúncio separado ou de cessar a publicação temporária ou permanentemente.

A editora declara expressamente que no momento da criação das ligações, nenhum conteúdo ilegal foi detetado nas páginas ligadas. A editora não tem influência sobre o design atual e futuro, conteúdo ou autoria das páginas ligadas. Por esta razão, distancia-se expressamente de todos os conteúdos de todas as páginas ligadas que foram alteradas após a ligação ter sido estabelecida. Esta declaração aplica-se a todas as ligações e referências estabelecidas dentro da própria oferta de Internet, bem como a entradas externas em livros de visitantes, fóruns de discussão e listas de correio criadas pela editora. Pelos conteúdos ilegais, incorretos ou incompletos e, em particular, pelos danos resultantes da utilização ou não utilização de tais informações, o fornecedor da página relativamente à qual é feita referência é o único responsável, e não quem se limita a remeter para a respetiva publicação através de links.

Todas as marcas no âmbito da oferta de internet e, eventualmente, protegidas por terceiros, estão sujeitas, sem restrições, às determinações do respetivo Direito de Marcas em vigor e aos Direitos de Propriedade dos respetivos proprietários registados. A simples menção de uma marca não significa que esta não esteja protegida por direitos de terceiros!

Os direitos de autor dos conteúdos publicados e objetos criados pela própria editora permanecem unicamente com a editora. Qualquer duplicação ou utilização de objetos tais como gráficos e textos noutras publicações eletrónicas ou impressas não é permitida sem o consentimento da editora.

Desde que no âmbito da oferta de internet exista a possibilidade de introdução de dados pessoais ou comerciais (endereços de e-mail, nomes, endereços postais), a divulgação destes dados por parte do utilizador tem lugar numa base expressamente voluntária. A utilização e pagamento de todos os serviços é permitida - desde que seja tecnicamente possível e viável - mesmo sem indicação de tais dados ou sob indicação de dados anonimizados ou de um pseudónimo. Não é permitida a utilização de dados de contacto tais como endereços postais, números de telefone e fax e endereços de e-mail publicados no impresso ou informações semelhantes por terceiros para efeitos de envio de informações que não tenham sido expressamente solicitadas. Fica expressamente reservado o direito de tomar medidas legais contra os remetentes dos chamados e-mails de spam em caso de violação desta proibição.

OBO Bettermann Holding GmbH & Co. KG
 Hüingser Ring 52
 58710 Menden
 Alemanha
 Telefone: +49 2373/ 89-0
 Fax: +49 2373/ 89-238
 E-Mail: info@obo.de
 Internet: www.obo.de

Membros do Conselho de Administração autorizados:

Ulrich Bettermann, Andreas Bettermann,
 Dr. Jens Uwe Drowatzky, Prof. Dr. Robert Gröning,
 Lajos Hernádi

Tribunal de registo: Tribunal de comarca de Arnsberg

Número de registo: HRA 4854

Número de identificação para efeitos de IVA,
 segundo § 27 da

Lei do Imposto sobre o Valor Acrescentado:

DE 811 792 270

Isenção de responsabilidade

A OBO Bettermann Holding GmbH Co. KG compila, com grande cuidado, os conteúdos destas páginas de internet e assegura a sua atualização regular. No entanto, as informações servem apenas para a informação geral não vinculativa e não substituem o aconselhamento individual pormenorizado.

A OBO Bettermann Holding GmbH & Co. KG não aceita qualquer responsabilidade pela actualidade, correção e integralidade da informação nestas páginas ou pelo acesso isento de problemas a qualquer altura. Quando referenciamos páginas de Internet de terceiros (links), não assumimos qualquer responsabilidade pelo conteúdo das páginas ligadas. Ao clicar no link, está a abandonar a informação oferecida pela OBO Bettermann Holding GmbH & Co. KG. Por esse motivo, podem aplicar-se regulamentos diferentes às ofertas de terceiros, em especial no que diz respeito à proteção de dados. Além disso, excluímos a responsabilidade em serviços, em especial no descarragamento de ficheiros disponibilizados nas páginas de internet da OBO Bettermann Holding GmbH & Co. KG por infrações de obrigações ligeiramente negligentes.

Proteção de dados

Todos os dados pessoais recolhidos no website da OBO Bettermann Holding GmbH Co. KG são armazenados e processados exclusivamente com o objetivo de lhe prestar apoio individual, de lhe enviar informações sobre produtos ou submeter ofertas de serviços. A OBO Bettermann Holding GmbH & Co. KG garante que os seus dados serão tratados de um modo confidencial de acordo com os regulamentos de proteção de dados aplicáveis.

Copyright

Todos os textos, imagens e outras obras publicadas na página de internet - salvo indicação em contrário - estão sujeitos ao Copyright da OBO Bettermann Holding GmbH & Co. KG, Menden. Qualquer reprodução, divulgação, armazenamento, transmissão, envio e comunicação ou transferência de conteúdos está expressamente proibida sem a autorização por escrito.

OBO Bettermann - Material para Instalações Eléctricas, Lda.

Estrada Nacional nº 249, Km 4,2 Armz. A Esq.
2635-047 Rio de Mouro
PORTUGAL

Atendimento técnico

Tel.: +351 219 253 220
info@obo.pt
www.obo.pt

© OBO Bettermann 06/2024 PT

Building Connections

