

Guia Técnico Completo sobre Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS)

Eng° Walterney Luis Pinto

Guia Técnico Completo sobre Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS)

1. Introdução aos Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS).....	3
1.1. O Fenômeno dos Surtos Elétricos (Sobretensões Transitórias).....	3
1.2. Definição e Função Essencial do DPS.....	4
1.3. A Importância Crescente da Proteção contra Surtos.....	4
2. Princípios de Funcionamento dos DPS.....	5
2.1. O Conceito Ideal vs. Real.....	5
2.2. Tecnologias Predominantes.....	5
2.3. Comparativo entre MOV e GDT.....	7
3. Normas Técnicas Aplicáveis aos DPS.....	8
3.1. Visão Geral do Arcabouço Normativo Brasileiro.....	9
3.2. ABNT NBR IEC 61643 - O Padrão para DPS.....	9
3.3. ABNT NBR 5419 - Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA).....	10
3.4. ABNT NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.....	11
4. Classificação e Parâmetros Técnicos dos DPS.....	12
4.1. Classes de DPS (Conforme ABNT NBR IEC 61643-11).....	12
4.2. Parâmetros Técnicos Fundamentais.....	14
5. Seleção e Dimensionamento de DPS.....	18
5.1. Processo de Seleção - Passo a Passo.....	18
5.2. Considerações Específicas.....	20
6. Instalação de DPS Conforme Normas.....	20
6.1. Localização Estratégica dos DPS.....	20
6.2. Conexão ao Sistema Elétrico e Equipotencialização.....	21
6.3. Dimensionamento e Comprimento dos Condutores de Ligação.....	21
6.4. Dispositivos de Proteção Contra Sobrecorrente (DPCS).....	23
6.5. Sinalização de Fim de Vida Útil.....	24
7. Coordenação entre DPS.....	24
7.1. A Necessidade de Proteção em Cascata.....	24
7.2. Coordenação Energética.....	25
7.3. O Papel da Distância e/ou Indutores de Desacoplamento.....	25
7.4. Verificação da Coordenação.....	26
8. Aplicações Típicas dos DPS.....	27
8.1. Instalações Residenciais.....	27
8.2. Instalações Comerciais e Industriais.....	27
8.3. Sistemas Fotovoltaicos (FV).....	28
8.4. Proteção de Linhas de Sinal e Dados.....	28
9. Conclusão e Recomendações.....	28

9.1. Recapitulação da Importância Estratégica dos DPS.....	29
9.2. Aderência às Normas: Um Requisito Não Negociável.....	29
9.3. Recomendações Finais.....	29
Referências citadas.....	30

1. Introdução aos Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS)

As instalações elétricas modernas, repletas de equipamentos eletrônicos sensíveis, estão constantemente expostas a distúrbios que podem comprometer sua integridade e funcionamento. Um dos fenômenos mais prejudiciais é o surto elétrico, também conhecido como sobretensão transitória.

1.1. O Fenômeno dos Surtos Elétricos (Sobretensões Transitórias)

Um surto elétrico é caracterizado por um pico de tensão de curtíssima duração (geralmente microssegundos a milissegundos) que excede significativamente a tensão nominal da rede elétrica. Embora breves, esses eventos podem atingir amplitudes de milhares de volts, representando um risco considerável para os equipamentos conectados.

As fontes mais comuns desses distúrbios são:

- **Descargas Atmosféricas (Raios):** Considerada a fonte mais destrutiva ¹, as descargas atmosféricas podem injetar enormes quantidades de energia na rede elétrica. Isso pode ocorrer por impacto direto na estrutura, na rede de distribuição aérea ou mesmo por efeitos indiretos, como a indução eletromagnética gerada por um raio que cai a quilômetros de distância. O campo eletromagnético irradiado pode induzir correntes e tensões perigosas em condutores metálicos ².
- **Manobras na Rede Elétrica:** Operações de chaveamento realizadas pelas concessionárias de energia, como ligamentos, desligamentos ou transferências de carga, bem como interrupções e tentativas de religamento, geram distúrbios eletromagnéticos que frequentemente resultam em surtos de tensão ².
- **Operação de Cargas Indutivas e Capacitivas:** O acionamento e desligamento de equipamentos com altas cargas indutivas (grandes motores, transformadores) ou capacitivas (bancos de capacitores) dentro da própria instalação, como elevadores, aparelhos de ar-condicionado industriais, máquinas de solda e grandes maquinários, geram sobretensões transitórias que se propagam pela rede interna ².

O impacto desses surtos nos equipamentos pode ser devastador. Podem causar danos imediatos, como a queima de componentes e a falha total do aparelho, ou podem levar a uma degradação progressiva e invisível, reduzindo a vida útil dos componentes eletrônicos e causando falhas prematuras ³.

1.2. Definição e Função Essencial do DPS

Para mitigar os riscos associados aos surtos elétricos, utiliza-se o Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS). Trata-se de um componente projetado especificamente para detectar a ocorrência de uma sobretensão transitória na rede elétrica e atuar rapidamente para desviar a corrente associada a esse surto para o sistema de aterramento da instalação ².

A função primordial do DPS é limitar a tensão que chega aos terminais dos equipamentos conectados à rede a um nível seguro, conhecido como Nível de Proteção de Tensão (Up). Ao oferecer um caminho de baixa impedância momentâneo para a corrente do surto fluir para a terra, o DPS "grampeia" a tensão, evitando que ela atinja valores perigosos para os equipamentos a jusante ². Essencialmente, o DPS atua como um "curto-circuito controlado e temporário" especificamente para a energia do surto.

1.3. A Importância Crescente da Proteção contra Surtos

A necessidade de proteção contra surtos elétricos tem se tornado cada vez mais crítica no cenário tecnológico atual. Diversos fatores contribuem para essa crescente importância:

- **Miniaturização e Sensibilidade dos Equipamentos:** A eletrônica moderna, presente em computadores, televisores, sistemas de automação, equipamentos de telecomunicações, inversores fotovoltaicos e até mesmo em eletrodomésticos, utiliza componentes semicondutores (microprocessadores, memórias, etc.) que operam com tensões muito baixas e são intrinsecamente mais sensíveis a sobretensões do que os equipamentos eletromecânicos de gerações anteriores ⁴.
- **Confiabilidade e Continuidade Operacional:** Em ambientes residenciais (com home offices, sistemas de segurança), comerciais (pontos de venda, servidores) e industriais (linhas de produção automatizadas, data centers, sistemas de controle), a falha de equipamentos devido a surtos pode levar a perdas financeiras significativas, interrupção de serviços essenciais e comprometimento da segurança ⁴. A proteção com DPS é fundamental para garantir a continuidade e a confiabilidade desses sistemas.
- **Requisitos Normativos e de Concessionárias:** A instalação de DPS deixou de ser uma recomendação em muitos casos e passou a ser uma exigência de normas técnicas brasileiras, como a ABNT NBR 5410 e a ABNT NBR 5419, especialmente em edificações que possuem Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) ou são alimentadas por redes aéreas. Além disso, algumas concessionárias de energia podem exigir a instalação de DPS como condição para a ligação ou para garantir a qualidade do fornecimento ⁷.

A proliferação de dispositivos eletrônicos sensíveis transformou o DPS de um item opcional para um componente fundamental da infraestrutura elétrica moderna. A lógica é clara: os componentes eletrônicos são vulneráveis, os surtos são eventos relativamente comuns ², e a ausência de proteção expõe diretamente esses componentes ao risco. Frequentemente, o custo associado à não proteção – incluindo a substituição de equipamentos danificados, perda de dados, interrupção de atividades e potenciais riscos à segurança (como a falha de equipamentos médicos ou sistemas de alarme ⁴) – supera em muito o investimento na instalação de um sistema de proteção contra surtos adequado. Portanto, a implementação de DPS representa um investimento essencial na resiliência e segurança das instalações elétricas.

2. Princípios de Funcionamento dos DPS

Para cumprir sua função de desviar surtos de corrente e limitar sobretensões, os DPS utilizam componentes com características elétricas não lineares, que alteram drasticamente sua impedância em resposta a variações na tensão aplicada.

2.1. O Conceito Ideal vs. Real

Um DPS ideal se comportaria como um circuito aberto em condições normais de operação da rede elétrica, apresentando impedância infinita e não interferindo no funcionamento do sistema. Ao detectar um surto de tensão, sua impedância cairia instantaneamente para zero, criando um caminho perfeito para a corrente do surto ser desviada para o terra, enquanto a tensão nos seus terminais (e, consequentemente, nos equipamentos protegidos) permaneceria constante no valor nominal da rede ⁹.

Na prática, os DPS reais utilizam componentes que se aproximam desse comportamento ideal, mas com limitações inerentes. As tecnologias mais comuns empregadas são os Varistores de Óxido Metálico (MOV) e os Centelhadores a Gás (GDT).

2.2. Tecnologias Predominantes

- **Varistor de Óxido Metálico (MOV - Metal Oxide Varistor):**
 - **Composição:** São componentes cerâmicos semicondutores, geralmente fabricados a partir de uma matriz de grãos de óxido de zinco (ZnO) com outros aditivos metálicos, sinterizados em alta temperatura ⁹.
 - **Funcionamento:** O MOV comporta-se como um Resistor Dependente de Tensão (VDR - Voltage Dependent Resistor). Em condições normais de tensão

da rede, sua resistência elétrica é muito elevada (na ordem de megaohms ou gigaohms), resultando em uma corrente de fuga muito pequena ². Quando a tensão em seus terminais excede um determinado valor (tensão de referência ou joelho da curva V-I), a resistência do MOV diminui drasticamente (para a ordem de ohms ou menos) em questão de nanossegundos. Isso cria um caminho de baixa impedância para a corrente do surto fluir através do varistor para o sistema de aterramento, limitando a tensão nos equipamentos conectados ². Por essa característica, os DPS baseados em MOV são classificados como "dispositivos de limitação de tensão" ⁹. Após a passagem do surto e o retorno da tensão ao nível normal, a resistência do MOV volta a ser alta, interrompendo a condução ¹⁰.

- **Características:** Apresentam tempo de resposta muito rápido (tipicamente < 25 ns), são versáteis e eficazes na limitação de sobretensões. No entanto, possuem uma corrente de fuga inerente em estado normal e podem sofrer degradação gradual a cada surto que desviam, o que eventualmente leva ao fim de sua vida útil (geralmente falhando em curto-circuito ou com aumento da corrente de fuga) ⁹.
- **Centelhador a Gás (GDT - Gas Discharge Tube) / Dispositivo de Comutação:**
 - **Composição:** Consistem basicamente em dois ou mais eletrodos metálicos acondicionados em um invólucro hermeticamente selado (cerâmico ou de vidro) preenchido com uma mistura de gases nobres (como argônio, neônio) ou simplesmente ar, sob baixa pressão ¹⁰.
 - **Funcionamento:** Em condições normais de tensão, o gás entre os eletrodos atua como um excelente isolante (impedância na ordem de gigaohms) ⁹. Quando a tensão entre os eletrodos ultrapassa a tensão disruptiva do gás (tensão de ignição ou disparo - U_{in}), ocorre a ionização do gás e a formação de um arco elétrico entre os eletrodos. Esse arco apresenta uma impedância extremamente baixa (menos de 1 ohm), criando um caminho de condução para a corrente do surto ⁹. Durante a condução do arco, a tensão nos terminais do GDT cai para um valor baixo, conhecido como tensão de arco (que contribui para a tensão residual U_{res}) ⁹. Por essa mudança abrupta de estado (isolante para condutor), os DPS baseados em GDT são classificados como "dispositivos de comutação de tensão" ⁹. O arco se extingue quando a corrente que passa pelo GDT cai abaixo de um valor mínimo necessário para mantê-lo ou quando a tensão da rede passa por zero (no caso de CA) ⁹.
 - **Características:** Possuem altíssima capacidade de condução de corrente de surto, especialmente as correntes de impulso associadas a descargas atmosféricas diretas (forma de onda 10/350 μ s), tornando-os muito robustos ⁹. Apresentam capacitância muito baixa e corrente de fuga praticamente nula

em estado normal. Contudo, seu tempo de resposta é mais lento que o dos MOVs (dezenas a centenas de nanossegundos) ⁹. Uma característica importante é que, após a extinção do surto, o GDT pode permitir a passagem de uma "corrente subsequente" (follow current - I_f) alimentada pela própria rede elétrica, caso a tensão da rede seja suficiente para manter o arco. Portanto, DPS com GDT frequentemente requerem mecanismos adicionais (ou coordenação com fusíveis/disjuntores) para interromper essa corrente subsequente ¹¹.

- **Diodo de Supressão de Transientes (TVS Diode - Transient Voltage Suppression Diode):**

- **Funcionamento:** São diodos semicondutores (similares a diodos Zener, mas otimizados para surtos) projetados para conduzir rapidamente quando a tensão reversa excede sua tensão de ruptura (clamping voltage).
- **Características:** Oferecem o tempo de resposta mais rápido entre as tecnologias (picossegundos) e um nível de proteção (U_p) muito baixo e preciso. No entanto, sua capacidade de dissipar energia é significativamente menor que a dos MOVs e GDTs. São mais comuns em DPS Classe III para proteção fina de equipamentos muito sensíveis ou em protetores para linhas de sinal e dados, onde a baixa capacidade de energia é aceitável e a resposta rápida é crucial.

2.3. Comparativo entre MOV e GDT

A escolha entre MOV e GDT (ou uma combinação híbrida) depende da aplicação específica:

Característica	Varistor de Óxido Metálico (MOV)	Centelhador a Gás (GDT)
Tecnologia	Limitação de Tensão	Comutação de Tensão
Velocidade de Resposta	Muito Rápida (< 25 ns) ⁹	Rápida (50-500 ns) ⁹
Capacidade Iimp (10/350µs)	Moderada a Alta	Muito Alta ⁹
Capacidade In/Imax (8/20µs)	Alta	Alta

Nível de Proteção (Up)	Baixo a Médio ⁹	Médio (limitado pela Uin e Uarco) ⁹
Corrente de Fuga	Pequena, presente ⁹	Praticamente Nula ⁹
Degradação	Gradual, por múltiplos surtos	Menos suscetível a degradação
Falha Típica	Curto-circuito	Curto ou Aberto
Corrente Subsequente (If)	Geralmente auto-extinguível	Pode ocorrer, requer interrupção ¹¹
Classe Típica (IEC)	II, III ¹⁰	I, II ¹²

A análise comparativa revela uma complementaridade entre as tecnologias. GDTs são frequentemente preferidos para DPS Classe I, instalados na entrada da edificação, devido à sua robustez e capacidade superior para lidar com as altas energias das correntes de impulso de descargas atmosféricas diretas (forma de onda 10/350 μ s) ⁶. Por outro lado, MOVs são amplamente utilizados em DPS Classe II e III, onde a velocidade de resposta para limitar surtos induzidos (forma de onda 8/20 μ s) e oferecer um nível de proteção (Up) mais baixo são mais críticos ². DPS híbridos, que combinam GDTs e MOVs (às vezes com elementos de desacoplamento internos), buscam aliar a robustez dos GDTs com a rápida resposta e baixo Up dos MOVs, oferecendo uma solução de proteção mais completa. A escolha envolve, portanto, um balanço técnico entre capacidade de energia, velocidade de atuação e nível de proteção residual desejado para a aplicação específica.

3. Normas Técnicas Aplicáveis aos DPS

A correta especificação, instalação e utilização de Dispositivos de Proteção contra Surtos são regidas por um conjunto de normas técnicas, tanto nacionais quanto internacionais, que visam garantir a segurança das instalações e pessoas, o desempenho adequado dos dispositivos e a interoperabilidade entre diferentes componentes e sistemas. No Brasil, o arcabouço normativo principal é composto por normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), muitas das quais são harmonizadas com normas internacionais da International Electrotechnical Commission (IEC).

3.1. Visão Geral do Arcabouço Normativo Brasileiro

As três normas fundamentais que abordam direta ou indiretamente os DPS em instalações de baixa tensão no Brasil são:

- **ABNT NBR IEC 61643:** Série de normas específicas para dispositivos de proteção contra surtos.
- **ABNT NBR 5419:** Norma para proteção de estruturas contra descargas atmosféricas (SPDA).
- **ABNT NBR 5410:** Norma para instalações elétricas de baixa tensão.

A compreensão e aplicação conjunta dessas normas são essenciais para um projeto de proteção contra surtos eficaz e seguro.

3.2. ABNT NBR IEC 61643 - O Padrão para DPS

Esta série de normas é a referência primária para os requisitos de desempenho, métodos de ensaio, seleção e aplicação de DPS. As partes mais relevantes para a maioria das aplicações são:

- **ABNT NBR IEC 61643-11:** Especifica os requisitos e métodos de ensaio para DPS projetados para serem conectados a sistemas de distribuição de energia de baixa tensão em corrente alternada (CA) com tensões nominais até 1000 V (eficaz). Esta norma define as classes de ensaio (I, II e III), os parâmetros técnicos fundamentais (U_c , U_p , I_n , I_{max} , I_{imp} , etc.), os ensaios de tipo que os fabricantes devem realizar para certificar seus produtos, as marcações obrigatórias no corpo do dispositivo e as informações que devem constar na documentação técnica ⁶. Ela também aborda requisitos relacionados à segurança, como comportamento em sobretensão temporária (TOV), capacidade de interrupção de corrente subsequente (I_{fi}) para DPS de comutação, e a necessidade de indicadores de fim de vida útil ⁷.
- **ABNT NBR IEC 61643-31:** Trata especificamente dos requisitos e métodos de ensaio para DPS destinados a aplicações em instalações fotovoltaicas (FV), no lado de corrente contínua (CC), com tensões nominais até 1500 V CC ¹⁷. Considera as particularidades dos sistemas FV, como as altas tensões CC e a necessidade de proteção contra falhas específicas desse tipo de sistema.
- **ABNT NBR IEC 61643-32:** Fornece os princípios para a seleção, instalação e coordenação de DPS em sistemas fotovoltaicos, complementando a NBR IEC 61643-31 ¹⁸. Aborda a aplicação de DPS tanto no lado CC quanto no lado CA de instalações FV.

Outras partes da série NBR IEC 61643 cobrem DPS para linhas de telecomunicação e

sinalização (-21, -22), princípios de seleção e aplicação em baixa tensão (-12), entre outros aspectos.

3.3. ABNT NBR 5419 - Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

Publicada em 2015, esta norma é dividida em quatro partes e estabelece os requisitos para a proteção de estruturas e pessoas contra os efeitos das descargas atmosféricas. Ela integra o DPS como um componente essencial das Medidas de Proteção contra Surtos (MPS), que complementam o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) externo.

- **Parte 1 - Princípios Gerais:** Apresenta os conceitos básicos sobre descargas atmosféricas, os tipos de danos que podem causar (à estrutura, às pessoas, aos sistemas internos), os tipos de perdas associadas (vida humana, serviço público, patrimônio cultural, valor econômico) e introduz as medidas de proteção ²⁰.
- **Parte 2 - Gerenciamento de Risco:** É uma parte crucial, pois define a metodologia detalhada para realizar a análise de risco de uma estrutura. Com base em parâmetros como a densidade de descargas atmosféricas local, as características da estrutura, as linhas conectadas e as medidas de proteção existentes ou planejadas, calcula-se o risco de cada tipo de perda. Se o risco calculado exceder o risco tolerável definido na norma, a implementação ou melhoria do SPDA e/ou das MPS (incluindo DPS) torna-se mandatória ⁸. A análise de risco é fundamental para determinar a necessidade de um SPDA, o Nível de Proteção (NP I a IV) requerido e, conseqüentemente, a corrente de impulso (Iimp) que o DPS Classe I na entrada da edificação deve ser capaz de suportar ⁸.
- **Parte 3 - Danos Físicos à Estrutura e Perigos à Vida:** Foca no projeto e instalação do SPDA externo (subsistemas de captação, descida e aterramento) e nas medidas para evitar tensões de toque e passo perigosas. Define também os requisitos para a equipotencialização na entrada da estrutura ²¹.
- **Parte 4 - Sistemas Elétricos e Eletrônicos Internos:** Trata especificamente das Medidas de Proteção contra Surtos (MPS) para proteger os sistemas internos contra os efeitos das LEMP (Lightning Electromagnetic Pulses). Aborda o conceito de Zonas de Proteção contra Raios (ZPR), aterramento e equipotencialização internos, blindagem magnética, roteamento de cabos e, de forma central, a seleção e instalação de DPS coordenados nas fronteiras das ZPRs ¹². Esta parte define, por exemplo, as seções mínimas para os condutores de ligação dos DPS ²⁴. A norma enfatiza a importância da equipotencialização de todas as instalações metálicas, sistemas internos (energia, dados, etc.) e partes condutoras externas que entram na estrutura, conectando-as ao Barramento de Equipotencialização Principal (BEP) ou a Barramentos de Equipotencialização

Locais (BEL), diretamente ou através de DPS (especialmente para condutores ativos), para evitar centelhamentos perigosos durante uma descarga ²³. O DPS Classe I tem um papel fundamental nesta equipotencialização na fronteira ZPR OB-1 (entrada) ¹².

3.4. ABNT NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão

Esta é a norma fundamental para o projeto, execução, verificação e manutenção de instalações elétricas de baixa tensão (até 1000 V CA ou 1500 V CC) no Brasil. Ela estabelece os requisitos mínimos para garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Em relação aos DPS, a NBR 5410:2004 (com suas atualizações) define:

- **Obrigatoriedade e Recomendação:** O item 5.4.2.1 indica as situações em que a proteção contra sobretensões transitórias (usando DPS) é obrigatória. Isso inclui edificações protegidas por SPDA, aquelas alimentadas total ou parcialmente por rede aérea e que se situam em regiões com alta densidade de descargas atmosféricas (índice ceráunico > 25 dias/ano), ou situações onde a continuidade de serviço é essencial. Mesmo quando não obrigatório, a proteção é recomendada para instalações com equipamentos eletrônicos sensíveis.
- **Localização:** O item 6.3.5.2.1 recomenda que os DPS sejam instalados o mais próximo possível da origem da instalação (ponto de entrega ou quadro principal) ou do ponto de entrada da linha na edificação, visando interceptar o surto antes que ele se propague pela instalação interna ²⁵.
- **Comprimento dos Condutores de Ligação:** Este é um dos requisitos mais críticos da NBR 5410 para a eficácia do DPS. O item 6.3.5.2.9 estabelece que, nos quadros de distribuição, a soma dos comprimentos dos condutores que conectam os terminais de linha/neutro do DPS aos respectivos barramentos/condutores e o terminal de terra do DPS ao barramento de equipotencialização (BEP ou PE) **não deve exceder 0,5 metro** ²⁴. O objetivo é minimizar a tensão adicional induzida nesses condutores durante a passagem da corrente de surto, que possui uma taxa de variação (di/dt) muito elevada (ver Seção 6.3).
- **Seção dos Condutores:** A norma define as seções mínimas para os condutores de proteção (PE) e de equipotencialização, que devem ser respeitadas também nas conexões do DPS ao sistema de aterramento.
- **Esquemas de Aterramento:** A NBR 5410 descreve os diferentes esquemas de aterramento permitidos (TN-S, TN-C, TN-C-S, TT, IT). A correta identificação do esquema da instalação é fundamental para determinar os modos de proteção que o DPS deve prover (ex: Fase-PE, Fase-Neutro, Neutro-PE) e para a seleção

adequada da tensão U_c ²⁶.

Fica evidente, portanto, a interdependência crítica entre estas três normas. A NBR 5419, através da análise de risco, determina se a proteção é necessária e *qual* o nível de robustez exigido (especialmente para Classe I, definindo limp). A NBR IEC 61643 define *como* o DPS deve ser construído e testado para atender a esses requisitos de desempenho (garantindo que um DPS rotulado como Classe X, com parâmetros Y e Z, realmente os cumpra). Finalmente, a NBR 5410 dita *como* esse DPS deve ser integrado à instalação elétrica de baixa tensão na prática (localização, modo de conexão, e crucialmente, o comprimento máximo dos cabos de ligação e a conexão ao sistema de aterramento). Ignorar qualquer uma dessas normas compromete a integridade e a eficácia de todo o sistema de proteção contra surtos. A aplicação conjunta e correta das três é a única forma de garantir que a proteção projetada seja efetivamente entregue aos equipamentos.

4. Classificação e Parâmetros Técnicos dos DPS

Para selecionar e aplicar corretamente os DPS, é fundamental compreender sua classificação conforme as normas e os parâmetros técnicos que definem seu desempenho e suas características operacionais. A norma ABNT NBR IEC 61643-11 é a principal referência para DPS em corrente alternada.

4.1. Classes de DPS (Conforme ABNT NBR IEC 61643-11)

A norma classifica os DPS em três categorias principais, com base em sua capacidade de suportar diferentes níveis de energia de surto e em seu local de aplicação recomendado dentro da instalação, utilizando o conceito de Zonas de Proteção contra Raios (ZPR).

- **Classe I (ou Tipo 1):**

- **Ensaio Principal:** Testado com Corrente de Impulso (limp), utilizando uma forma de onda de 10/350 μs ⁶. Esta forma de onda simula a energia e a duração de uma corrente de descarga atmosférica direta.
- **Aplicação Típica:** Proteção primária, instalada na entrada principal de energia da edificação (Quadro Geral de Baixa Tensão - QGBT, ou quadro de entrada). É obrigatório ou fortemente recomendado em edificações com SPDA externo, alimentadas por rede aérea em áreas de alta incidência de raios, ou onde a análise de risco da NBR 5419 indicar a necessidade ³. Localiza-se na fronteira entre a ZPR 0 (externa, exposta a raios diretos) e a ZPR 1 (interna, protegida contra raios diretos) ¹².
- **Objetivo:** Desviar a maior parte da energia de uma corrente de raio que

possa entrar na instalação pelos condutores de energia ou pelo sistema de aterramento. Possuem alta capacidade de condução de corrente (limp), mas geralmente apresentam um Nível de Proteção de Tensão (Up) mais elevado em comparação com as outras classes.

- **Classe II (ou Tipo 2):**

- **Ensaio Principal:** Testado com Corrente Nominal de Descarga (In) e Corrente Máxima de Descarga (Imax), utilizando uma forma de onda de 8/20 μ s⁶. Esta forma de onda simula surtos de menor energia, como os induzidos por descargas atmosféricas próximas ou os gerados por manobras na rede elétrica.
- **Aplicação Típica:** Proteção secundária, instalada em quadros de distribuição secundários (QDLs) ou painéis de alimentação de circuitos específicos. Pode também ser utilizado como proteção principal na entrada de edificações em áreas de baixo risco de descargas diretas e sem SPDA (ex: centros urbanos densos)³. Localiza-se tipicamente na fronteira entre a ZPR 1 e a ZPR 2, ou a jusante de um DPS Classe I.
- **Objetivo:** Limitar as sobretensões residuais que passam pelo DPS Classe I ou proteger contra surtos induzidos ou de manobra que se originam ou se propagam dentro da instalação. Possuem capacidade de corrente inferior à Classe I, mas geralmente oferecem um Up mais baixo.

- **Classe III (ou Tipo 3):**

- **Ensaio Principal:** Testado com uma onda combinada, que consiste em um gerador de tensão em circuito aberto (forma de onda 1,2/50 μ s) e um gerador de corrente em curto-circuito (forma de onda 8/20 μ s)⁶. Simula surtos de baixa energia que podem chegar próximos aos equipamentos.
- **Aplicação Típica:** Proteção fina ou complementar, instalada o mais próximo possível dos equipamentos sensíveis que se deseja proteger (ex: em tomadas, régua de proteção, ou pequenos quadros terminais)³. É particularmente recomendada quando os equipamentos estão localizados a uma distância considerável (tipicamente > 10 a 30 metros de cabo) do DPS Classe II a montante, devido à possibilidade de oscilações e amplificação de sobretensões nos cabos²⁸. Localiza-se na fronteira entre a ZPR 2 e a ZPR 3 (ambiente do equipamento).
- **Objetivo:** Prover o menor Nível de Proteção de Tensão (Up) possível, garantindo a segurança de equipamentos eletrônicos muito sensíveis contra os surtos residuais. Possuem baixa capacidade de condução de corrente.

A tabela a seguir resume as principais características de cada classe:

Tabela 1: Resumo das Classes de DPS (ABNT NBR IEC 61643-11)

Classe (ABNT)	Tipo (IEC)	Forma de Onda Principal	Parâmetro de Corrente Principal	Local Típico (Fronteira ZPR)	Objetivo Principal
Classe I	Tipo 1	10/350 μ s	limp	OB - 1 (Entrada)	Desviar alta energia de raios diretos
Classe II	Tipo 2	8/20 μ s	I_n , I_{max}	1 - 2 (Quadros Secundários)	Limitar surtos induzidos/residuais
Classe III	Tipo 3	Onda Combinada	-	2 - 3 (Junto ao Equipamento)	Proteção fina, U_p muito baixo para equip. sensíveis

Fonte: Baseado em ³.

4.2. Parâmetros Técnicos Fundamentais

Além da classe, diversos parâmetros técnicos definidos na NBR IEC 61643-11 são cruciais para entender, comparar e selecionar DPS:

- **Un (Tensão Nominal):** Indica a tensão nominal do sistema de alimentação (CA ou CC) ao qual o DPS se destina (ex: 127 V, 220 V, 380 V CA). Embora não seja um parâmetro intrínseco do DPS, serve como referência para a escolha de U_c ⁶.
- **U_c (Máxima Tensão de Operação Contínua):** É o valor máximo da tensão eficaz (para CA) ou contínua (para CC) que pode ser aplicado de forma permanente aos terminais do DPS sem que ele entre em condução significativa ou sofra danos ⁶. Este é um parâmetro **vital** para a durabilidade do DPS. U_c deve ser escolhido acima da tensão nominal U_n , levando em conta as possíveis flutuações de tensão da rede e os requisitos de suportabilidade a sobretensões temporárias (TOV). Regras comuns, conforme IEC 60364-5-534, sugerem $U_c \geq 1,1 \times U_n$ para conexões fase-neutro ou fase-PE em sistemas TT e TN, e $U_c \geq 3 \times U_n$ para conexões fase-terra em sistemas IT ⁹. Escolher um U_c muito baixo pode levar à atuação prematura ou falha do DPS, enquanto um U_c excessivamente alto pode comprometer o nível de proteção.

- **Up (Nível de Proteção de Tensão):** Representa a tensão residual máxima que aparece nos terminais do DPS quando ele está desviando uma corrente de surto específica (geralmente I_n para Classe II, ou outras correntes definidas para Classe I e III) ⁶. Este é o parâmetro **mais crítico** do ponto de vista da proteção do equipamento. **Quanto menor o valor de Up, melhor a proteção oferecida pelo DPS.** O valor de Up do DPS (somado à queda de tensão nos cabos de conexão) deve ser **inferior** à tensão suportável de impulso (U_w) do equipamento que se deseja proteger ⁶. A NBR 5410 (Tabela 31) classifica os equipamentos em categorias de suportabilidade a impulso.
- **I_n (Corrente Nominal de Descarga):** É o valor de pico da corrente com forma de onda 8/20 μs que um DPS Classe II (ou Classe I que também passe por este teste) é capaz de suportar por um número definido de vezes (tipicamente 15 impulsos segundo a NBR IEC 61643-11) sem apresentar degradação significativa em seu desempenho (especialmente no Up) ⁶. Este parâmetro indica a robustez do DPS frente a surtos mais frequentes, de menor energia. Valores comuns são 5 kA, 10 kA, 20 kA, 40 kA. A norma exige $I_n \geq 5$ kA para DPS entre Linha e PE/PEN ¹⁴.
- **I_{max} (Corrente Máxima de Descarga):** É o valor de pico da corrente com forma de onda 8/20 μs que um DPS Classe II é capaz de suportar pelo menos uma única vez sem falhar permanentemente ⁶. Indica a capacidade limite do dispositivo para surtos com essa forma de onda. Geralmente, I_{max} é cerca de duas vezes o valor de I_n ⁹.
- **I_{imp} (Corrente de Impulso):** É o valor de pico da corrente com forma de onda 10/350 μs que um DPS Classe I deve ser capaz de suportar por um número especificado de impulsos ⁶. Este é o parâmetro chave que define a capacidade do DPS de lidar com a energia de descargas atmosféricas diretas. O valor de I_{imp} necessário para uma instalação é determinado pela análise de risco da NBR 5419 ⁸. Valores típicos por polo são 12,5 kA (associado ao Nível de Proteção III ou IV) ou 25 kA (associado ao Nível de Proteção I ou II). A norma exige $I_{imp} \geq 12,5$ kA para DPS entre Linha e PE/PEN em instalações com SPDA ¹⁴.
- **I_{fi} (Corrente Subsequente de Interrupção) / I_f (Follow Current):** Relevante principalmente para DPS com tecnologia de comutação (GDT). É a corrente proveniente da rede elétrica que pode continuar a fluir através do DPS após a cessação do surto, devido à manutenção do arco pela tensão da rede. O DPS (ou um dispositivo de proteção associado a ele) deve ser capaz de interromper essa corrente de forma segura, dentro de limites especificados ¹¹. Para DPS do tipo limitador (MOV), a corrente subsequente é geralmente desprezível.
- **TOV (Sobretensão Temporária):** Refere-se à capacidade do DPS de suportar sobretensões de frequência industrial (50/60 Hz) com duração maior que um surto (segundos a horas), que podem ocorrer devido a faltas no sistema de

distribuição (ex: perda de neutro, falhas em alta tensão). O DPS não deve ser danificado nem atuar de forma perigosa sob condições de TOV especificadas ⁷.

- **ISCCR (Short-Circuit Current Rating):** É a corrente de curto-circuito prospectiva máxima que o DPS, em conjunto com seu dispositivo de proteção contra sobrecorrente (DPCS) especificado (fusível ou disjuntor), pode suportar no ponto de instalação sem causar danos perigosos (como explosão ou incêndio) ¹³. Este parâmetro é crucial para a segurança da instalação em caso de falha do DPS (entrada em curto). O ISCCR do conjunto DPS+DPCS deve ser maior ou igual à corrente de curto-circuito presumida (I_k) no ponto de instalação ¹⁴.

A tabela a seguir consolida as definições destes parâmetros:

Tabela 2: Definição dos Parâmetros Técnicos do DPS

Parâmetro (Símbolo)	Nome Completo	Descrição	Unidade Típica	Norma (IEC 61643)	Classe(s) Associada(s)
Un	Tensão Nominal	Tensão nominal do sistema de alimentação (referência).	V	-	Todas
Uc	Máxima Tensão de Operação Contínua	Tensão máxima (RMS ou CC) aplicável continuamente sem atuação/dano. ⁶	V	-11, -31	Todas
Up	Nível de Proteção de Tensão	Tensão residual máxima nos terminais durante a passagem de corrente de teste	kV	-11, -31	Todas

		específica. ⁶			
I _n	Corrente Nominal de Descarga	Pico de corrente (8/20 μs) suportado 15x sem degradação. ⁶	kA	-11	II (e I)
I _{max}	Corrente Máxima de Descarga	Pico de corrente (8/20 μs) suportado 1x sem falha. ⁶	kA	-11	II (e I)
I _{imp}	Corrente de Impulso	Pico de corrente (10/350 μs) suportado (múltiplos impulsos). ⁶	kA	-11	I
I _{fi} / I _f	Corrente Subsequente (Interrupção)	Corrente da rede que flui após o surto (em GDTs); capacidade de interrupção. ¹¹	kA	-11	I, II (GDT)
TOV	Suportabilidade a Sobretenção Temp.	Capacidade de suportar sobretenções de frequência industrial. ⁷	V, s	-11	Todas
ISCCR	Capacidade Nom. Corrente	Corrente de curto-circuito máxima suportável	kA	-11	Todas

	Curto-Circ.	com DPCS especificado .13			
--	-------------	---------------------------------	--	--	--

Fonte: Baseado em ⁶.

5. Seleção e Dimensionamento de DPS

A escolha correta de um DPS não se resume a selecionar um dispositivo com base apenas na tensão da rede. É um processo de engenharia que envolve a análise de múltiplos fatores e a aplicação integrada das normas técnicas para garantir uma proteção eficaz e segura.

5.1. Processo de Seleção - Passo a Passo

Um roteiro sistemático para a seleção e dimensionamento de DPS pode ser descrito da seguinte forma:

1. **Análise de Risco (NBR 5419-2):** O ponto de partida fundamental é determinar se a estrutura requer proteção contra descargas atmosféricas (SPDA e MPS). Isso é feito através da análise de risco detalhada na Parte 2 da NBR 5419. Se a proteção for necessária, a análise definirá o Nível de Proteção (NP I a IV) requerido. Com base no NP e nas características das linhas que entram na estrutura, calcula-se a corrente de impulso (I_{imp}) que pode ser esperada nos condutores na entrada da edificação. Este valor de I_{imp} é crucial para dimensionar corretamente o DPS Classe I ⁸. Se a análise de risco indicar que SPDA não é necessário, ainda assim a proteção com DPS Classe II ou III pode ser recomendada ou exigida pela NBR 5410.
2. **Identificar o Esquema de Aterramento:** Verificar qual esquema de aterramento é utilizado na instalação (TN-S, TN-C, TN-C-S, TT ou IT). Isso é essencial para definir quais modos de proteção são necessários (ex: Fase-PE, Fase-Neutro, Neutro-PE) e para a correta seleção da tensão U_c para cada modo ⁶. Por exemplo, em um sistema TT, a proteção Neutro-PE é fundamental, enquanto em um TN-C, ela não existe (Neutro e PE são combinados no condutor PEN).
3. **Determinar Classes e Locais de Instalação:** Com base nos resultados da análise de risco, na presença ou ausência de SPDA, no layout da instalação e na sensibilidade dos equipamentos, definir quais classes de DPS (I, II, III) são necessárias e onde devem ser instaladas, seguindo o conceito das Zonas de Proteção contra Raios (ZPRs): Classe I na entrada (fronteira OB-1), Classe II em quadros secundários (fronteira 1-2), Classe III junto aos equipamentos (fronteira 2-3) ³.

4. **Selecionar a Máxima Tensão de Operação Contínua (Uc):** Escolher o valor de Uc para cada modo de proteção. Uc deve ser maior que a tensão nominal (Un) entre os pontos de conexão, com uma margem de segurança para acomodar flutuações normais da rede e garantir suportabilidade a sobretensões temporárias (TOV) ⁶. A escolha deve seguir as recomendações da IEC 60364-5-534 (ex: $U_c \geq 1,1 \times U_n$ para Fase-Neutro em TN/TT) e considerar a qualidade da energia local. Valores comuns para redes 127/220V são $U_c = 175V$ ou $U_c = 275V$; para redes 220/380V, $U_c = 275V$ ou $U_c = 385V$ (ou até maiores, como 440V ou 460V, dependendo do TOV e do esquema IT) ¹¹.
5. **Selecionar o Nível de Proteção (Up):** Este é um passo crítico. O Up do DPS, **somado** à queda de tensão induzida nos cabos de conexão (ver Seção 6), deve ser **inferior** à tensão suportável de impulso (Uw) dos equipamentos que se deseja proteger ⁶. Consultar a NBR 5410 (Tabela 31 - Categorias de sobretensão) ou as especificações dos fabricantes dos equipamentos para determinar o Uw. Escolher o DPS com o menor Up disponível que atenda aos demais requisitos.
6. **Dimensionar a Capacidade de Corrente:**
 - **Classe I:** O valor de Iimp deve ser igual ou superior ao calculado na análise de risco da NBR 5419-2, ou atender aos valores mínimos recomendados pela norma (ex: 12,5 kA por polo para NP III/IV) ⁸.
 - **Classe II:** Selecionar In e Imax. A NBR IEC 61643-11 exige $I_n \geq 5 \text{ kA}$ ¹⁴. Valores maiores (10 kA, 20 kA, 40 kA ou mais) proporcionam maior robustez e vida útil, sendo recomendados para locais com maior exposição a surtos induzidos ou como uma margem de segurança.
 - **Classe III:** A capacidade de corrente é geralmente menor, pois o foco principal é obter o Up mais baixo possível.
7. **Escolher a Tecnologia:** Decidir entre MOV, GDT ou tecnologia híbrida, com base nas características de cada uma (ver Seção 2.3) e nos requisitos da classe e aplicação. Por exemplo, GDT ou híbrido para Classe I; MOV para Classe II e III.
8. **Verificar Coordenação Energética:** Se múltiplos DPS forem instalados em cascata (ex: Classe I na entrada e Classe II no quadro secundário), garantir que eles estejam coordenados energeticamente para que atuem na sequência correta. Isso geralmente é alcançado pela distância entre eles ou pelo uso de indutores de desacoplamento (ver Seção 7).
9. **Considerar Dispositivo de Desconexão e Sinalização:** Verificar se o DPS possui um indicador de fim de vida útil (visual ou contato remoto). Prever a instalação de um dispositivo de proteção contra sobrecorrente a montante (fusível ou disjuntor), coordenado com o DPS conforme recomendação do fabricante, garantindo que o ISCCR seja adequado ⁷.

5.2. Considerações Específicas

- **Sistemas Fotovoltaicos (FV):** Exigem atenção especial. No lado de corrente contínua (CC), devem ser usados DPS específicos que atendam à NBR IEC 61643-31/32¹⁷. A tensão U_c (neste caso, UCPV) deve ser selecionada com base na tensão máxima de circuito aberto do sistema FV (VOC,STC) em baixa temperatura, com margem de segurança. Os modos de proteção (+)-PE, (-)-PE e, às vezes, (+)-(-) devem ser considerados. No lado CA, aplicam-se as regras normais para DPS CA.
- **Linhas de Sinal e Telecomunicação:** Surtos também podem danificar equipamentos através de linhas de dados (Ethernet), telefonia, TV a cabo, etc. Devem ser utilizados DPS específicos para essas linhas, projetados para não atenuar ou distorcer o sinal (baixa capacitância, impedância adequada) e com conectores apropriados.

A seleção de DPS transcende a simples escolha de um componente em um catálogo. É um processo que exige uma compreensão profunda e integrada das normas técnicas (NBR 5419 para análise de risco e definição de limp; NBR IEC 61643 para os parâmetros de desempenho do dispositivo; NBR 5410 para as regras de instalação, esquemas de aterramento e suportabilidade U_w dos equipamentos), aliada ao conhecimento das características específicas da instalação (layout, tipo de rede) e dos equipamentos a serem protegidos. Um equívoco em qualquer uma dessas etapas – como subestimar a corrente de impulso limp necessária, selecionar um U_c inadequado para a tensão da rede ou o TOV esperado, escolher um U_p superior ao U_w do equipamento, ou negligenciar a coordenação entre DPS – pode resultar em uma proteção ineficaz, falha prematura do DPS ou, pior, danos aos equipamentos que se pretendia proteger. A seleção correta é, portanto, um elo fundamental na cadeia de proteção contra surtos.

6. Instalação de DPS Conforme Normas

Mesmo o DPS mais bem selecionado e dimensionado pode ter sua eficácia comprometida se não for instalado corretamente. As normas ABNT NBR 5410 e NBR 5419 fornecem diretrizes precisas sobre a instalação, com destaque para a localização, as conexões e, crucialmente, o comprimento dos condutores.

6.1. Localização Estratégica dos DPS

A localização dos DPS na instalação elétrica deve seguir o princípio das Zonas de Proteção contra Raios (ZPR), definido na NBR 5419-4²¹. O objetivo é criar barreiras sucessivas onde os níveis de surto são gradualmente reduzidos:

- **DPS Classe I:** Instalado na fronteira entre a ZPR 0 (ambiente externo, sujeito a descargas diretas e campo eletromagnético pleno) e a ZPR 1 (interior da estrutura, protegido contra descargas diretas). Tipicamente, isso corresponde ao quadro de distribuição principal (QGBT) ou ao ponto de entrada da linha elétrica na edificação ¹².
- **DPS Classe II:** Instalado na fronteira entre a ZPR 1 e a ZPR 2 (ambiente com campos eletromagnéticos atenuados, onde se localizam quadros secundários). Tipicamente, em quadros de distribuição secundários (QDLs) ³.
- **DPS Classe III:** Instalado na fronteira entre a ZPR 2 e a ZPR 3 (ambiente do equipamento sensível, com campos ainda mais atenuados). Deve ser localizado o mais próximo possível do equipamento a proteger (ex: em tomadas com proteção, régua, ou no painel de alimentação do equipamento) ³.

A NBR 5410 também reforça a recomendação de instalar o DPS principal (geralmente Classe I ou II) o mais próximo possível da origem da instalação ou do ponto de entrada da linha na edificação ²⁵.

6.2. Conexão ao Sistema Elétrico e Equipotencialização

Os DPS devem ser conectados em derivação (paralelo) com a carga a ser protegida. Os modos de conexão dependem do esquema de aterramento da instalação (TN-S, TT, etc.) e dos modos de proteção oferecidos pelo DPS (Fase-Neutro, Fase-PE, Neutro-PE).

A conexão mais crítica para o funcionamento do DPS é a sua ligação ao sistema de equipotencialização da instalação. O terminal PE (ou N, em esquemas TN-C) do DPS **deve** ser conectado ao Barramento de Equipotencialização Principal (BEP) ou a um Barramento de Equipotencialização Local (BEL) ²³. Este barramento, por sua vez, deve estar solidamente conectado ao eletrodo de aterramento geral da edificação ²⁶. É através desta conexão que a corrente do surto é desviada para a terra. Uma conexão deficiente ou inexistente ao sistema de aterramento torna o DPS completamente inútil.

6.3. Dimensionamento e Comprimento dos Condutores de Ligação

Dois aspectos são fundamentais em relação aos condutores que conectam o DPS ao circuito e ao barramento de equipotencialização: a seção transversal (bitola) e o comprimento.

- **Seção Mínima dos Condutores:** A NBR 5419-4, na sua Tabela 1, especifica as seções transversais mínimas para os condutores de cobre utilizados na ligação de DPS (considerados como parte do sistema de equipotencialização) ²⁴:

- **DPS Classe I:** 16 mm²
- **DPS Classe II:** 6 mm²
- **DPS Classe III:** 1 mm² (ou a mesma seção do condutor de fase do circuito protegido, se maior) Além disso, a seção do condutor de proteção (PE) utilizada para conectar o DPS ao BEP/BEL deve atender também aos requisitos de dimensionamento da NBR 5410 para condutores PE.

Tabela 3: Seções Mínimas dos Condutores de Ligação do DPS (Cobre)

Classe do DPS	Norma de Referência	Seção Mínima (mm ²)	Observações
Classe I	NBR 5419-4	16	Atender também requisitos NBR 5410 para PE.
Classe II	NBR 5419-4	6	Atender também requisitos NBR 5410 para PE.
Classe III	NBR 5419-4	1	Ou seção do condutor de fase, se maior.

Fonte: Baseado em ²⁴.

- **Comprimento dos Condutores - O Fator Crítico:** Este é, possivelmente, o aspecto mais crucial e frequentemente negligenciado na instalação de DPS. A eficácia do DPS em limitar a tensão no equipamento protegido depende diretamente do comprimento total dos seus condutores de ligação.
 - **Regra dos 0,5 metro (NBR 5410):** O item 6.3.5.2.9 da NBR 5410 é explícito ao determinar que a soma dos comprimentos dos condutores de ligação do DPS (trecho do barramento/condutor de fase até o DPS + trecho do DPS até o barramento de equipotencialização PE/BEP/BEL) **não deve exceder 0,5 metro** quando instalado dentro de quadros de distribuição ²⁴.
 - **Justificativa Física:** Durante a passagem de um surto, a corrente (i) varia muito rapidamente no tempo (t), resultando em uma alta taxa de variação (di/dt). Os condutores de ligação possuem uma indutância (L) inerente, que é aproximadamente proporcional ao seu comprimento. Essa indutância gera uma queda de tensão induzida (ΔU) nos próprios condutores, dada pela lei de

Faraday ($\Delta U = L \times di/dt$)²⁶. Mesmo para comprimentos curtos, a indutância (na ordem de 0,5 a 1 μH por metro) multiplicada por um di/dt elevado (na ordem de $\text{kA}/\mu\text{s}$ para surtos) pode gerar tensões induzidas de centenas ou até milhares de volts²⁶.

- **Impacto na Proteção:** Essa tensão induzida nos cabos ($\Delta U_{\text{condutores}}$) se **soma** ao Nível de Proteção de Tensão intrínseco do DPS ($U_{p,\text{DPS}}$). A tensão efetiva que chega ao equipamento ($U_{p,\text{efetivo}}$) é, portanto, $U_{p,\text{efetivo}} = U_{p,\text{DPS}} + \Delta U_{\text{condutores}}$ ²⁵. Se os condutores forem longos, $\Delta U_{\text{condutores}}$ pode se tornar tão significativo a ponto de elevar $U_{p,\text{efetivo}}$ acima da tensão suportável (U_w) do equipamento, **anulando o efeito protetor do DPS**, mesmo que o $U_{p,\text{DPS}}$ do dispositivo seja adequadamente baixo²⁴.
- **Prática de Instalação:** É imperativo que os instaladores otimizem o layout do quadro de distribuição para posicionar o DPS de forma a minimizar o comprimento total das suas conexões aos barramentos de fase/neutro e, principalmente, ao barramento de equipotencialização (PE/BEP/BEL). Os condutores devem ser os mais curtos e retos possíveis²⁶.

A regra dos 0,5 metro da NBR 5410 não é uma mera recomendação, mas um requisito técnico fundamental baseado em princípios físicos sólidos. Ignorá-la pode transformar um investimento em proteção contra surtos em uma falsa sensação de segurança. Um DPS Classe II com U_p de 1,2 kV, por exemplo, instalado com 1 metro de comprimento total de cabos, pode facilmente apresentar um $\Delta U_{\text{condutores}}$ adicional de 1 a 2 kV durante um surto rápido. O equipamento a jusante seria então exposto a quase 3 kV ou mais, mesmo com um DPS nominalmente bom. Isso demonstra que a qualidade da instalação, especificamente o comprimento das conexões, é tão ou mais determinante para o sucesso da proteção do que apenas a especificação do U_p do dispositivo.

6.4. Dispositivos de Proteção Contra Sobrecorrente (DPCS)

É necessário instalar um dispositivo de proteção contra sobrecorrente (geralmente um fusível ou disjuntor) em série, a montante de cada DPS (ou conjunto de DPS por fase)¹⁴. Este DPCS tem duas funções principais:

1. **Proteção do DPS:** Isolar o DPS da rede em caso de falha interna do dispositivo (ex: curto-circuito no fim de vida de um MOV) ou sob condições de sobretensão temporária (TOV) que excedam sua capacidade, evitando danos maiores à instalação.
2. **Desconexão para Manutenção:** Permitir a desconexão segura do DPS para

substituição ou manutenção sem desligar todo o circuito.

A escolha do DPCS (tipo e corrente nominal) deve ser feita em **coordenação** com o DPS, seguindo as recomendações do fabricante do DPS. O DPCS não deve atuar indevidamente durante a passagem das correntes nominais de surto (I_n , I_{max} , I_{imp}) que o DPS é projetado para suportar, mas deve atuar de forma confiável em caso de falha ou corrente subsequente (I_f) excessiva. A capacidade de interrupção do DPCS deve ser compatível com a corrente de curto-circuito presumida no ponto de instalação, e o conjunto DPS+DPCS deve atender ao requisito de ISCCR¹³.

6.5. Sinalização de Fim de Vida Útil

Como os componentes internos dos DPS (especialmente MOVs) podem degradar com o tempo e o número de atuações, é essencial que o dispositivo possua um mecanismo para indicar seu estado operacional⁷. Os métodos mais comuns são:

- **Indicador Visual:** Uma pequena janela ou bandeira no corpo do DPS que muda de cor (ex: de verde para vermelho) ou de posição quando o dispositivo atinge o fim de sua vida útil ou falha.
- **Contato de Sinalização Remota:** Um contato auxiliar (NA ou NF) que muda de estado quando o DPS falha, permitindo enviar um sinal para um sistema de monitoramento central ou acender uma lâmpada de aviso remota.

A presença e a verificação periódica dessa sinalização são importantes para garantir que a proteção contra surtos esteja sempre ativa.

7. Coordenação entre DPS

Em muitas instalações, especialmente as de maior porte, comerciais ou industriais, ou aquelas com equipamentos muito sensíveis, a instalação de um único DPS na entrada pode não ser suficiente para garantir a proteção adequada em todos os pontos. Nesses casos, adota-se uma estratégia de proteção em múltiplos níveis ou cascata, utilizando DPS de diferentes classes (I, II, III) instalados em série ao longo da distribuição elétrica. Para que essa estratégia funcione corretamente, é essencial garantir a **coordenação energética** entre os dispositivos.

7.1. A Necessidade de Proteção em Cascata

A instalação de DPS em cascata (ex: Classe I na entrada, Classe II em quadros secundários, Classe III junto aos equipamentos) é necessária por vários motivos⁶:

- **Limitação do Up:** O DPS Classe I, projetado para drenar altas correntes de impulso (I_{imp}), geralmente possui um Nível de Proteção (U_p) mais elevado (ex: 2,5

kV a 4 kV). Este nível pode ser excessivo para equipamentos eletrônicos sensíveis localizados dentro da instalação, que podem exigir um U_p bem menor (ex: < 1,5 kV).

- **Surtos Induzidos Internamente:** Surtos podem ser gerados dentro da própria instalação (ex: por chaveamento de motores) a jusante do DPS principal.
- **Atenuação e Oscilação nos Cabos:** Surtos que passam pelo DPS principal podem sofrer atenuação, mas também podem sofrer reflexões e oscilações ao se propagarem por longos trechos de cabeamento interno. Isso pode, paradoxalmente, resultar em picos de tensão em pontos distantes que são até maiores do que o U_p do DPS principal, especialmente para surtos com frentes de onda rápidas ⁶.

Portanto, a proteção em cascata visa reduzir progressivamente a energia e a tensão do surto em diferentes estágios da instalação, garantindo um nível de proteção adequado em cada ponto.

7.2. Coordenação Energética

O objetivo da coordenação energética é garantir que, quando um surto atinge a instalação, os DPS atuem na sequência correta e dividam a energia do surto de forma apropriada ⁶. Idealmente:

1. O DPS de montante (ex: Classe I, mais robusto) deve atuar primeiro e desviar a maior parte da energia do surto inicial.
2. O DPS de jusante (ex: Classe II ou III, mais sensível e com U_p menor) deve atuar apenas sobre o surto residual que passou pelo primeiro estágio, limitando a tensão a um nível ainda mais baixo.

O desafio reside no fato de que o DPS de jusante, por ter um U_p menor, pode ser "mais rápido" em atingir sua tensão de condução do que o DPS de montante, especialmente se este último utilizar tecnologia GDT (que tem um tempo de resposta ligeiramente maior e uma tensão de disparo U_{in} mais alta). Se o DPS de jusante tentar conduzir a maior parte da energia de um surto muito intenso para o qual não foi dimensionado, ele pode ser danificado ou destruído, comprometendo toda a proteção.

7.3. O Papel da Distância e/ou Indutores de Desacoplamento

Para garantir a coordenação correta, é necessário criar uma impedância entre os DPS instalados em cascata. Essa impedância tem o papel de "atrasar" a chegada do surto ao DPS de jusante e de elevar a tensão no DPS de montante durante a passagem da corrente, forçando-o a conduzir a maior parte da energia. Essa impedância pode ser

obtida de duas formas principais:

- **Distância de Cabeamento:** A indutância natural dos condutores elétricos entre os DPS pode fornecer a impedância de desacoplamento necessária, desde que a distância seja suficiente. Uma regra prática comumente citada na literatura técnica (embora não explicitamente encontrada nos snippets das normas NBR 5410/5419 fornecidos) é que uma distância de **pelo menos 10 metros de cabo** entre o DPS Classe I e o Classe II (e similarmente entre Classe II e Classe III) geralmente garante uma coordenação adequada ⁶. Essa distância permite que a tensão se eleve no DPS de montante antes que o surto chegue com força total no DPS de jusante.
- **Indutores de Desacoplamento:** Se a distância física entre os quadros onde os DPS estão instalados for curta (inferior a 10 metros), a indutância do cabo pode ser insuficiente para garantir a coordenação. Nesses casos, pode ser necessário instalar **indutores de desacoplamento** específicos em série com os condutores de fase, entre os estágios de DPS ¹⁸. Esses indutores adicionam a impedância necessária para forçar a atuação correta dos dispositivos. *Nota: As informações sobre indutores de desacoplamento foram limitadas nos materiais de pesquisa disponíveis para este relatório ¹⁸.*
- **DPS Coordenados de Fábrica:** Alguns fabricantes oferecem linhas de produtos DPS (ex: Classe I e Classe II) que são projetados e testados para serem coordenados energeticamente entre si, mesmo quando instalados próximos um do outro, sem a necessidade de distância mínima ou indutor externo. É importante verificar as especificações do fabricante nesses casos.

7.4. Verificação da Coordenação

A verificação da coordenação deve, idealmente, ser feita comparando as características dos DPS (tecnologia, Up, capacidade de corrente) e a impedância do trecho de cabo entre eles. Deve-se garantir que o Up do DPS de jusante seja significativamente menor que a tensão residual esperada após a atuação do DPS de montante (considerando a corrente que passa por ele e a impedância intermediária). A forma mais segura é seguir as recomendações e tabelas de coordenação fornecidas pelos fabricantes dos DPS.

A falta de coordenação adequada pode levar a uma falha catastrófica do sistema de proteção. Se o DPS de jusante for destruído ao tentar lidar com uma energia excessiva, o equipamento que ele deveria proteger ficará exposto. Por isso, a coordenação não é um detalhe, mas um requisito essencial para a eficácia de sistemas de proteção multicamadas.

8. Aplicações Típicas dos DPS

A necessidade de proteção contra surtos abrange praticamente todos os tipos de instalações elétricas, desde residências até complexos industriais e sistemas de energia renovável. A configuração da proteção, no entanto, varia conforme o nível de risco, a sensibilidade dos equipamentos e os requisitos de continuidade.

8.1. Instalações Residenciais

Em residências, o foco principal é proteger eletrodomésticos (geladeiras, máquinas de lavar), eletrônicos de entretenimento (TVs, home theaters, videogames), equipamentos de informática (computadores, modems, roteadores) e sistemas de automação residencial ⁴. A configuração típica inclui:

- **Proteção Geral:** Instalação de DPS Classe II no quadro de distribuição principal, protegendo todos os circuitos da casa contra surtos vindos da rede externa ou gerados internamente.
- **Proteção Fina (Opcional/Recomendada):** Uso de DPS Classe III incorporados em tomadas específicas, régua de proteção ("filtros de linha" com proteção contra surtos real) ou módulos individuais para proteger equipamentos particularmente sensíveis ou caros, especialmente se estiverem distantes do quadro principal ⁴.

8.2. Instalações Comerciais e Industriais

Nestes ambientes, as consequências de falhas devido a surtos podem ser muito mais severas, impactando a operação, a segurança e as finanças. A proteção costuma ser mais robusta e escalonada ⁴:

- **Proteção de Entrada (Classe I):** Frequentemente necessária, especialmente se a instalação possuir SPDA, for alimentada por rede aérea, ou estiver em área de alta incidência de raios. O DPS Classe I é instalado no QGBT ¹².
- **Proteção Secundária (Classe II):** Instalada em quadros de distribuição secundários que alimentam áreas ou processos específicos.
- **Proteção Local (Classe III):** Utilizada para proteger equipamentos críticos e sensíveis, como:
 - Servidores e equipamentos de rede em Data Centers.
 - Equipamentos médicos em hospitais e clínicas.
 - Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) e sistemas de automação industrial.
 - Equipamentos de telecomunicações.
 - Sistemas de segurança (centrais de alarme de incêndio, CFTV, controle de

acesso) ⁴.

A prioridade é garantir a continuidade operacional, proteger investimentos elevados em equipamentos e assegurar o funcionamento de sistemas vitais ⁴.

8.3. Sistemas Fotovoltaicos (FV)

Instalações fotovoltaicas possuem características particulares que exigem proteção específica ³²:

- **Proteção Lado CC:** Os longos strings de painéis fotovoltaicos expostos ao tempo são muito suscetíveis a surtos induzidos por descargas atmosféricas. É essencial instalar DPS específicos para corrente contínua (atendendo à NBR IEC 61643-31/32) na caixa de junção (stringbox) ou na entrada CC do inversor, para proteger tanto os painéis quanto o inversor ¹⁷.
- **Proteção Lado CA:** O lado CA do inversor deve ser protegido contra surtos provenientes da rede elétrica, utilizando DPS Classe II (ou Classe I, se a análise de risco da edificação exigir) instalados no quadro de distribuição ao qual o inversor está conectado.
- **Coordenação:** É importante garantir a coordenação entre a proteção CC e CA para uma proteção completa do sistema FV.

8.4. Proteção de Linhas de Sinal e Dados

Os surtos elétricos não se propagam apenas pelas linhas de energia. Linhas de comunicação e sinal também podem ser portas de entrada para surtos, danificando equipamentos conectados. É crucial proteger:

- Linhas telefônicas (analógicas ou digitais).
- Redes de dados Ethernet (cabos UTP).
- Cabos coaxiais (TV a cabo, antenas).
- Linhas de sensores e atuadores em sistemas de automação.

Para essas aplicações, devem ser utilizados DPS específicos, projetados com características elétricas (impedância, capacitância, frequência de corte) adequadas para não interferir na transmissão do sinal, além de oferecerem a proteção contra sobretensões.

9. Conclusão e Recomendações

Os Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) representam uma tecnologia fundamental na engenharia elétrica contemporânea, indispensável para a salvaguarda de equipamentos e a garantia da operacionalidade das instalações frente aos

inevitáveis distúrbios da rede elétrica.

9.1. Recapitulação da Importância Estratégica dos DPS

Como detalhado ao longo deste guia, os surtos elétricos, originados por descargas atmosféricas, manobras na rede ou operações internas, podem causar danos significativos e custos elevados. Os DPS atuam como sentinelas, detectando essas sobretensões transitórias e desviando sua energia de forma segura para o sistema de aterramento. Os benefícios de um sistema de proteção contra surtos bem projetado e instalado são inegáveis:

- **Preservação de Equipamentos:** Aumento da vida útil e prevenção de falhas catastróficas em equipamentos eletrônicos sensíveis e caros.
- **Continuidade Operacional:** Redução de paradas não planejadas em processos comerciais e industriais, evitando perdas de produção e dados.
- **Redução de Custos:** Minimização de despesas com reparos, substituição de equipamentos e custos indiretos associados a interrupções.
- **Aumento da Segurança:** Garantia do funcionamento de sistemas críticos de segurança e prevenção de riscos associados a falhas elétricas.

9.2. Aderência às Normas: Um Requisito Não Negociável

A eficácia de qualquer sistema de proteção contra surtos depende intrinsecamente da correta aplicação das normas técnicas vigentes. A seleção de classes (I, II, III), o dimensionamento de parâmetros (U_c , U_p , I_{imp} , I_n), a instalação (localização, modos de conexão, aterramento) e a coordenação entre dispositivos devem seguir rigorosamente as prescrições da ABNT NBR 5410, ABNT NBR 5419 e da série ABNT NBR IEC 61643. A conformidade normativa não é apenas uma questão de boas práticas, mas um requisito essencial para garantir a segurança e o desempenho esperado da proteção.

9.3. Recomendações Finais

Para implementar uma proteção contra surtos eficaz e confiável, recomenda-se:

- **Projeto Especializado:** A proteção contra surtos deve ser parte integrante do projeto elétrico, começando com uma análise de risco conforme a NBR 5419 e culminando em um projeto detalhado das Medidas de Proteção contra Surtos (MPS), realizado por profissional qualificado e habilitado.
- **Seleção Criteriosa:** Utilizar DPS de fabricantes reconhecidos, com certificação de conformidade aos requisitos da NBR IEC 61643. Selecionar os parâmetros técnicos (U_c , U_p , I_{imp}/I_n) adequados para a aplicação específica, considerando o esquema de aterramento, a tensão da rede, a suportabilidade dos equipamentos

(Uw) e a análise de risco.

- **Instalação Impecável:** A instalação deve ser executada por profissionais capacitados, seguindo estritamente as recomendações das normas e do fabricante. Atenção redobrada deve ser dada à correta conexão ao sistema de equipotencialização (BEP/BEL) e, fundamentalmente, ao **cumprimento rigoroso do limite de 0,5 metro para o comprimento total dos condutores de ligação** do DPS nos quadros, conforme NBR 5410.
- **Manutenção Preventiva:** Incluir a inspeção visual periódica dos indicadores de estado dos DPS nos planos de manutenção da instalação elétrica. DPS que indiquem falha ou fim de vida útil devem ser substituídos imediatamente para não comprometer a proteção.

Em última análise, é crucial reconhecer que a proteção contra surtos não se resume à simples compra e instalação de um dispositivo. Trata-se de um **sistema** complexo que envolve análise de risco, conhecimento normativo, seleção criteriosa de componentes, instalação meticulosa e coordenação entre diferentes níveis de proteção. A falha em qualquer um desses elos pode comprometer a eficácia do sistema como um todo. Investir em DPS de qualidade, em um projeto bem elaborado e em uma instalação que siga as melhores práticas e os requisitos normativos é, na verdade, investir na resiliência, segurança e longevidade de toda a instalação elétrica.

Referências citadas

1. LIGHTNING AND SURGE PROTECTION SPECIALISTS - Mersen, acessado em maio 4, 2025,
https://ep-ca.mersen.com/sites/mercen_ca/files/BR-SPD-SURGE-TRAP-IEC-LIGHTNING-SURGE-PROTECTION-Mersen-EN.pdf
2. Dispositivo de proteção contra surtos: o que é e como funciona ..., acessado em maio 4, 2025,
<https://loja.br.abb.com/blog/post/dispositivo-de-protecao-contrasurtos>
3. O que é DPS? Conheça os Dispositivos de Proteção contra Surtos e ..., acessado em maio 4, 2025,
<https://clamper.com.br/dicasdpsnoticias/o-que-e-dps-dispositivos-de-protecao-contrasurtos-eletricos/>
4. Tudo sobre dispositivos de proteção contra surtos - OOHMAGE, acessado em maio 4, 2025,
<https://www.ooimage.com/pt/everything-about-surge-protection-devices/>
5. DPS: o que é Dispositivo de Proteção contra Surtos Elétricos e por que investir na sua empresa? - Valemam, acessado em maio 4, 2025,
<https://valemam.com.br/blog/dps-o-que-e-dispositivo-de-protecao-contrasurtos-e-por-que-voce-precisa-de-um-na-sua-empresa/>
6. www.mersen.com.br, acessado em maio 4, 2025,

- <https://www.mersen.com.br/sites/brazil/files/publications-media/5-epc-surge-trap-iec-surge-protective-devices-solution-mersen.pdf>
7. [www.celesc.com.br](https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/E-321.0031_DPS_DISPOSITIVO_DE_PROTECAO_CONTRA_SURTOS_25032024.pdf), acessado em maio 4, 2025,
https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/E-321.0031_DPS_DISPOSITIVO_DE_PROTECAO_CONTRA_SURTOS_25032024.pdf
 8. [repositorio.unesp.br](https://repositorio.unesp.br/bitstreams/25591339-505d-42a3-8994-39e3ba9f27a1/download), acessado em maio 4, 2025,
<https://repositorio.unesp.br/bitstreams/25591339-505d-42a3-8994-39e3ba9f27a1/download>
 9. [cdn.findernet.com](https://cdn.findernet.com/app/uploads/2020/09/15130941/Surge_protection_PT.pdf), acessado em maio 4, 2025,
https://cdn.findernet.com/app/uploads/2020/09/15130941/Surge_protection_PT.pdf
 10. Descubra como funciona o centelhador e o varistor - CLAMPER ..., acessado em maio 4, 2025,
<https://clamper.com.br/dpsnoticias/ descubra-como-funciona-o-centelhador-e-o-varistor/>
 11. DPS CLAMPER SCL 60kA, acessado em maio 4, 2025,
<https://www.lojaclamper.com.br/dps-clamper-scl-60ka/p>
 12. [www.rumoengenharia.com.br](https://www.rumoengenharia.com.br/imagens/informativo/06c8f1ec7abfbd718779dd5e4351c9ff.pdf), acessado em maio 4, 2025,
<https://www.rumoengenharia.com.br/imagens/informativo/06c8f1ec7abfbd718779dd5e4351c9ff.pdf>
 13. [bourns.com](https://bourns.com/whitepapers/bourns_differences_in_spd_classification_standards_whitepaper.pdf), acessado em maio 4, 2025,
https://bourns.com/whitepapers/bourns_differences_in_spd_classification_standards_whitepaper.pdf
 14. [www.udesc.br](https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/9731/PROTE_O_CONTRA_SOB_RETENS_ES_SPR1_10_24_17307205133865_9731.pdf), acessado em maio 4, 2025,
https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/9731/PROTE_O_CONTRA_SOB_RETENS_ES_SPR1_10_24_17307205133865_9731.pdf
 15. ABNT NBR IEC 61643-11 NBRIEC61643-11 Dispositivos - Target Normas, acessado em maio 4, 2025,
<https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/13042/abnt-nbriec61643-11-dispositivos-de-protecao-contrasurtos-de-baixa-tensao-parte-11-dispositivos-de-protecao-contrasurtos-conectados-aos-sistemas-de-baixa-tensao-requisitos-e-metodos-de-ensaio>
 16. ABNT NBR IEC 61643-1 NBRIEC61643-1 Dispositivos - Target Normas, acessado em maio 4, 2025,
<https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/26680/abnt-nbriec61643-1-dispositivos-de-protecao-contrasurtos-em-baixa-tensao-parte-1-dispositivos-de-protecao-conectados-aosistemas-de-distribuicao-de-energia-de-baixa-tensao-requisitos-de-desempenho-e-metodos-de-ensaio>
 17. ABNT NBR IEC 61643-31 NBRIEC61643-31 Dispositivos de proteção contra - Target, acessado em maio 4, 2025,
<https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/45868/nbriec61643-31-dispositivos-de-protecao-contrasurtos-de-baixa-tensao-parte-31-dps-para-utilizacao-especifica-em-corrente-continua-requisitos-e-metodos-de-ensaio-para-os-dispositivos-de-protecao-contrasurtos-para-instalacoes-fotovoltaicas>
 18. clamper.com.br, acessado em maio 4, 2025,

- https://clamper.com.br/wp-content/uploads/2023/07/A-ilusao_-Protecao-interna-contra-surtos-eletricos-em-inversores-fotovoltaicos.pdf
19. ABNT NBR IEC 61643-32 NBRIEC61643-32 Dispositivos de proteção contra - Target, acessado em maio 4, 2025, <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/46050/nbriec61643-32-dispositivos-de-protecao-contra-surtos-de-baixa-tensao-parte-32-dps-conectado-no-lado-corrente-continua-das-instalacoes-fotovoltaicas-principios-de-selecao-e-aplicacao>
 20. Nbr 5419 | PDF - SlideShare, acessado em maio 4, 2025, <https://pt.slideshare.net/ingarmandoportillo/nbr-5419-157666449>
 21. NBR 5419: o que é, principais mudanças e norma atualizada - Produttivo, acessado em maio 4, 2025, <https://www.produttivo.com.br/blog/nbr-5419/>
 22. Como especificar DPS conforme a ABNT NBR 5419-2: 2015? - O Setor Elétrico, acessado em maio 4, 2025, <https://www.osetoreletrico.com.br/especificacao-de-dps-em-conjunto-com-analise-de-risco-conforme-abnt-nbr-5419-2-2015/>
 23. www.udesc.br, acessado em maio 4, 2025, https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/9731/spda3_v5_19_17218293553749_9731.pdf
 24. Como dimensionar os condutores de DPS, acessado em maio 4, 2025, <https://www.pabloguimaraes-professor.com.br/post/como-dimensionar-os-condutores-de-dps>
 25. Live #037 - 5410+5419 (5419) - 7 Dicas DPS | PDF - Scribd, acessado em maio 4, 2025, <https://ru.scribd.com/document/761868836/Live-037-5410-5419-5419-7-dicas-DPS>
 26. Mais que DPS - O Setor Elétrico | Conteúdo técnico para ..., acessado em maio 4, 2025, <https://www.osetoreletrico.com.br/mais-que-dps/>
 27. DPS - Dispositivo de Proteção Contra Surtos | Schneider Electric ..., acessado em maio 4, 2025, <https://www.se.com/br/pt/work/local-content/dps-dispositivo-protecao-contra-surtos/>
 28. www.udesc.br, acessado em maio 4, 2025, https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/9731/PROTE_O_CONTRA_SOBRETENS_ES_SPR1_8_24_17272908693018_9731.pdf
 29. Guía para el uso de los protectores contra sobretensiones - Finder, acessado em maio 4, 2025, https://cdn.findernet.com/app/uploads/2020/07/29130117/protectores-sobretensiones_ES.pdf
 30. Protectores de sobretensión Estándar IEC y UL - ABB, acessado em maio 4, 2025, [https://new.abb.com/docs/librariesprovider78/chile-documentos/11-supresores-transientes-\(ovr-spd\).pdf?sfvrsn=c84c0617_2](https://new.abb.com/docs/librariesprovider78/chile-documentos/11-supresores-transientes-(ovr-spd).pdf?sfvrsn=c84c0617_2)
 31. PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES PARA TODOS SUS PROYECTOS - Legrand, acessado em maio 4, 2025, <https://www.legrand.com.co/sites/g/files/ocwmcr491/files/2024-10/Catalogo-Cla>

[mper-Legrand-2024-2.pdf](#)

32. O que é DPS e como é usado nos sistemas fotovoltaicos? - Canal Solar, acessado em maio 4, 2025,
<https://canalsolar.com.br/o-que-e-dps-e-como-e-usado-nos-sistemas-fotovoltaicos/>
33. Proteção contra surtos de tensão em linhas de sinal - Termotécnica Para-raios e Aterramentos, acessado em maio 4, 2025,
<https://tel.com.br/protecao-contrasurtos-de-tensao-em-linhas-de-sinal/>
34. clamper.com.br, acessado em maio 4, 2025,
<https://clamper.com.br/wp-content/uploads/2023/01/PROTECAO-DE-EQUIPAMENTOS-ELETRICOS-E-ELETRONICOS-CONTRA-SURTOS-ELETRICOS-EM-INSTALACOES-CLAMPER.pdf>