



# **MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS – SPDA**

## **E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO**

**Endereço: Av. Jorge Teixeira de Oliveira, Nº 766**

**Bairro: Centro**

**Município: São Felipe D'Oeste / RO**

**Proprietário: SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO**

**CNPJ/MF nº: 04.564.530/0001-13**

**Resp. Técnico pelo Projeto: Sidnei da Silva Lima**

**Porto Velho/RO, 15 de outubro de 2024.**



## **MEMORIAL DESCRITIVO**

Este Memorial Técnico Descritivo tem como objetivo descrever as premissas que serão utilizadas no projeto de SPDA no **E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO** no Município de São Felipe d'Oeste/ RO.

Tal projeto não impede a ocorrência das descargas atmosféricas, o SPDA projetado não assegura a proteção absoluta da estrutura, de pessoas e objetos, ele reduz de forma significativa os riscos de danos devido à descarga atmosférica, conforme a NBR-5419/2015 Partes I, II, III e IV.

A CONTRATADA deverá montar os equipamentos e materiais necessários às instalações do sistema de proteção contra descarga atmosférica, de modo a torná-las completas, sem falhas ou omissões que venham a prejudicar o perfeito funcionamento dos conjuntos.

As discrepâncias porventura existentes entre os projetos, o memorial e as especificações deverão ser apresentados antecipadamente ao RESPONSÁVEL antes de sua execução, para decisão.

### **Documentos e Projetos**

Projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas compostas por duas pranchas:

PRANCHA 01/02 – SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO, SUBSISTEMA DE DESCIDAS, SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO E ZONAS DE PROTEÇÃO.

PRANCHA 02/02 – ZONAS DE PROTEÇÃO E DETALHES.

Memorial Descritivo;

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica.

### **Normas Técnicas e Fontes De Consulta**

**E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO**  
Av. Jorge Teixeira de Oliveira - Centro, nº 766 – SÃO FELIPE D'OESTE/RO  
Resp. Técnico: Sidnei da Silva Lima  
Engenheiro eletricista  
CREA: 22128 D/AC



O projeto foi elaborado de acordo com as prescrições das Normas Técnicas, códigos e regulamentos aplicáveis aos serviços em pauta, sendo que as especificações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e normas abaixo relacionadas deverão ser consideradas como elementos base para quaisquer serviços ou fornecimentos de materiais e equipamentos.

- NBR - 5410:2004 - Instalações Elétricas de baixa tensão;
- NBR 6323:1990 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Especificação;
- NBR 9518:1997 - Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Requisitos gerais – Especificação;
- NBR13571:1996 - Hastes de aterramento em aço cobreado e acessórios – Especificação;
- NBR 5419:2015 - Proteção Contra Descargas Atmosféricas;
- IEC 62793 – Protection Against Lightning;
- NEMA – National Electrical Manufacturers Association;
- NBR 6323 – Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido;
- NBR 13571 – Haste de aterramento aço-cobreado e acessórios.

As prescrições, indicações, especificações e normas de instalação dos fabricantes dos equipamentos a serem fornecidos e instalados, deverão ser obedecidas, atendendo as normas especificadas.

## **SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

Na proposta para elaboração deste projeto de SPDA foi visando à segurança de todos os indivíduos que utilizam a edificação, de acordo com a NBR 5419-2015.

Foi efetuado o gerenciamento de risco preliminar, através da planilha de gerenciamento de risco TUPAN, analisando os danos físicos a estruturas e perigo a vida, conforme apresentado a seguir:

### **1. Gerenciamento de Risco – E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO**

**E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO**  
Av. Jorge Teixeira de Oliveira - Centro, nº 766 – SÃO FELIPE D'OESTE/RO  
Resp. Técnico: Sidnei da Silva Lima  
**Engenheiro eletricista**  
**CREA: 22128 D/AC**



• Análise de Risco Base sem nenhuma medida de Proteção

Projeto: E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO - CASO BASE	Z1 (EXTERNA)	Z2 (INTERNA)
<b>Dimensões da estrutura</b>		
<b>Zona:</b>	Externa	Interna
<b>Área de exposição equivalente <math>A_D</math> [m<sup>2</sup>]</b>	3816	3816
<b>Influências ambientais</b>		
<b>Localização (<math>c_D</math>):</b>	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos
<b>Frequência de descarga para terra <math>N_g</math> [1/km<sup>2</sup>/ano]:</b>	6,338918012	6,338918012
<b>Tipo de solo:</b>	Agrícola, Concreto	Mármore, Cerâmico
<b>Tipo de estrutura:</b>	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas
<b>Risco de incêndio (<math>r_f</math>):</b>	Incêndio Normal	Incêndio Normal
<b>Perigo especial (<math>h_z</math>):</b>	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)
<b>Número de pessoas na zona:</b>	50	800
<b>Serviços conectados:</b>		
<b>Largura da blindagem ou distância entre as descidas <math>w_1</math> [m]</b>	8,3333	8,3333
<b>Largura da blindagem ou distância entre as descidas <math>w_2</math> [m]</b>	8,3333	8,3333
<b>Medidas de proteção</b>		
<b>Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA):</b>	Sem SPDA	Sem SPDA



<b>Meios para restringir as consequências de incêndio (<math>r_p</math>):</b>	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção
<b>Contra tensão de toque ou passo na estrutura (<math>P_{TA}</math>):</b>	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção
<b>Contra tensão de toque ou passo na linha (<math>P_{TA}</math>):</b>	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção
<b>Atributos da linha conectada:</b>		
<b>Linha de energia</b>		
<b>Fator ambiental da linha:</b>	Urbano	Urbano
<b>Fiação interna:</b>	Não blindado-sem precaução para evitar laços	Não blindado-sem precaução para evitar laços
<b>Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]</b>	2,5kV	2,5kV
<b>Dispositivo de proteção contra Surto DPS (<math>P_{SPD}</math>):</b>	Sem proteção coordenada com DPS	Sem proteção coordenada com DPS
<b>Modo de instalação da linha (<math>C_l</math>):</b>	Enterrado	Enterrado
<b>Linha de telecomunicação</b>		
<b>Fator ambiental da linha:</b>	Urbano	Urbano
<b>Fiação interna:</b>	Não blindado-precaução para evitar grandes laços	Não blindado-precaução para evitar grandes laços
<b>Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]</b>	1,5kV	1,5kV
<b>Dispositivo de proteção contra Surto DPS (<math>P_{SPD}</math>):</b>	Sem proteção coordenada com DPS	Sem proteção coordenada com DPS
<b>Modo de instalação da linha (<math>C_l</math>):</b>	Aéreo	Aéreo
<b>Resultado</b>		
<b>Perda de vida humana <math>R_1</math></b>	$4,7794 \times 10^{-06}$	$7,5120 \times 10^{-05}$
<b>Avaliação de risco:</b>	Tolerável	Intolerável
<b>Perda de serviço público <math>R_2</math></b>	$5,0499 \times 10^{-05}$	$8,0799 \times 10^{-04}$
<b>Avaliação de risco:</b>	Tolerável	Tolerável
<b>Perda de herança cultural <math>R_3</math></b>	<0,1	<0,1
<b>Avaliação de risco:</b>	Tolerável	Tolerável



Perda econômica $R_4$	<0,1	<0,1
Avaliação de risco:	Tolerável	Tolerável
Projeto avaliado por:	LETICIA LUCENA	
Data da avaliação:	28/12/2022	
Total:		
Perda de vida humana $R_1$	$7,5120 \times 10^{-05}$	Intolerável
Perda de serviço público $R_2$	$8,0799 \times 10^{-04}$	Tolerável
Perda de herança cultural $R_3$	<0,1	Tolerável
Perda econômica $R_4$	<0,1	Tolerável

De acordo com os parâmetros do gerenciamento de risco preliminar o valor de  $R_1$  – Perda de Vida Humana:  $7,5120 \times 10^{-05}$ , está acima do tolerável sendo necessária adotar medidas de proteção contra descargas atmosféricas para essa Edificação, conforme o dimensionado abaixo:

#### Análise de Risco Base com medidas de Proteção

Projeto: E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO - CASO 1	Z1(EXTERNA)	Z2(INTERNA)
Dimensões da estrutura		
Zona:	Externa	Interna
Área de exposição equivalente $A_D$ [m <sup>2</sup> ]	3816	3816
Influências ambientais		
Localização ( $c_D$ ):	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos
Frequência de descarga para terra $N_G$ [1/km <sup>2</sup> /ano]:	6,338918012	6,338918012
Tipo de solo:	Agrícola, concreto	Mármore, cerâmico
Tipo de estrutura:	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas
Risco de incêndio ( $r_f$ ):	Incêndio Normal	Incêndio Normal



<b>Perigo especial (<math>h_z</math>):</b>	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)
<b>Número de pessoas na zona:</b>	50	800
<b>Serviços conectados:</b>		
<b>Largura da blindagem ou distância entre as descidas <math>w_1</math> [m]</b>	8,3333	8,3333
<b>Largura da blindagem ou distância entre as descidas <math>w_2</math> [m]</b>	8,3333	8,3333
<b>Medidas de proteção</b>		
<b>Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA):</b>	Classe do SPDA IV	Classe do SPDA IV
<b>Meios para restringir as consequências de incêndio (<math>r_p</math>):</b>	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo
<b>Contra tensão de toque ou passo na estrutura (<math>P_{TA}</math>):</b>	Restrições físicas ou estrutura como sist. descida	Restrições físicas ou estrutura como sist. descida
<b>Contra tensão de toque ou passo na linha (<math>P_{TA}</math>):</b>	Isolação elétrica	Isolação elétrica
<b>Atributos da linha conectada:</b>		
<b>Linha de energia</b>		
<b>Fator ambiental da linha:</b>	Urbano	Urbano
<b>Fiação interna:</b>	Não blindado - sem precaução para evitar laços	Não blindado - sem precaução para evitar laços
<b>Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]</b>	1, kV	1, kV
<b>Dispositivo de proteção contra Surto DPS (<math>P_{SPD}</math>):</b>	III-IV	III-IV
<b>Modo de instalação da linha (<math>C_l</math>):</b>	Enterrado	Enterrado
<b>Linha de telecomunicação</b>		
<b>Fator ambiental da linha:</b>	Urbano	Urbano



<b>Fiação interna:</b>	Não blindado - precaução para evitar grandes laços	Não blindado- precaução para evitar grandes laços
<b>Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]</b>	1,5kV	1,5kV
<b>Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P<sub>SPD</sub>):</b>	III-IV	III-IV
<b>Modo de instalação da linha (C<sub>l</sub>):</b>	Aéreo	Aéreo
<b>Resultado</b>		
<b>Perda de vida humana R<sub>1</sub></b>	<b>3,8397 x 10<sup>-07</sup></b>	<b>6,1435 x 10<sup>-06</sup></b>
<b>Avaliação de risco:</b>	<b>Tolerável</b>	<b>Tolerável</b>
<b>Perda de serviço público R<sub>2</sub></b>	<b>1,5101 x 10<sup>-05</sup></b>	<b>2,4161 x 10<sup>-04</sup></b>
<b>Avaliação de risco:</b>	<b>Tolerável</b>	<b>Tolerável</b>
<b>Perda de herança cultural R<sub>3</sub></b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,1</b>
<b>Avaliação de risco:</b>	<b>Tolerável</b>	<b>Tolerável</b>
<b>Perda econômica R<sub>4</sub></b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;0,1</b>
<b>Avaliação de risco:</b>	<b>Tolerável</b>	<b>Tolerável</b>
<b>Projeto avaliado por:</b>	LETICIA LUCENA	
<b>Data da avaliação:</b>	30/09/2022	
<b>Total:</b>		
<b>Perda de vida humana R<sub>1</sub></b>	<b>6,5275 x 10<sup>-06</sup></b>	<b>Tolerável</b>
<b>Perda de serviço público R<sub>2</sub></b>	<b>2,5671 x 10<sup>-04</sup></b>	<b>Tolerável</b>
<b>Perda de herança cultural R<sub>3</sub></b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>Tolerável</b>
<b>Perda econômica R<sub>4</sub></b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>Tolerável</b>
<b>Perdas para estrutura não protegida (unidades monetárias)</b>	0,00	
<b>Perda residual para estrutura protegida (unidades monetárias)</b>	0,00	
<b>Custo anual da proteção (unidades monetárias) R\$</b>	1.000,00	
<b>Economia anual (unidades monetárias)</b>	0,00	

Conforme a análise de risco proposta acima com seus parâmetros de cálculos, o projeto do **E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO**, deverá compor com as seguintes medidas a serem implementados na edificação, tais como:

- SPDA de nível IV;

E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO  
Av. Jorge Teixeira de Oliveira - Centro, nº 766 – SÃO FELIPE D'OESTE/RO  
Resp. Técnico: Sidnei da Silva Lima  
Engenheiro eletricista  
CREA: 22128 D/AC





- MPS de nível IV;
- Sistema ou Detecção de incêndio manual na zona Z2;

## 1. Determinação do Tipo de SPDA e seus Dimensionamentos

Para o dimensionamento do SPDA, foi utilizada a norma NBR 5419/2015.

O SPDA é dividido em subsistemas

- SPDA externo
- MPS interno.

Exemplo de Sistema de SPDA.



### 1.1 Características do SPDA Externo.

CONFIGURAÇÕES DO SPDA	
Nível de proteção	IV

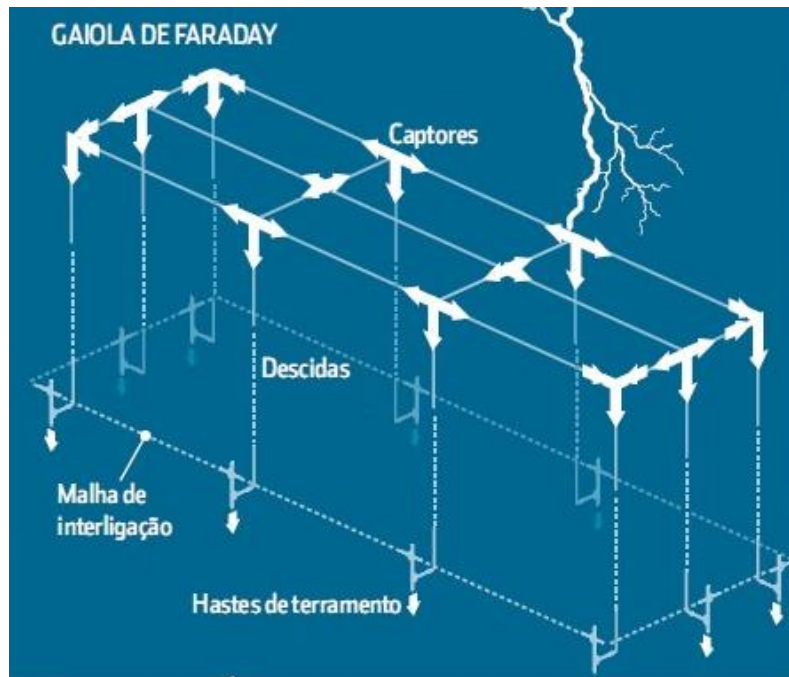
E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO  
Av. Jorge Teixeira de Oliveira - Centro, nº 766 – SÃO FELIPE D'OESTE/RO  
Resp. Técnico: Sidnei da Silva Lima  
Engenheiro eletricitista  
CREA: 22128 D/AC



Método		Esfera Rolante
Tipo de sistema		SPDA externo isolado do volume a se proteger
Altura do captor		30cm
Diâmetro do cone		Não se aplica
Ângulo de proteção		Não se aplica
Raio da esfera		60m
Largura do módulo da malha (a)		20m
Comprimento máximo do módulo da malha (b)		20m
Captor		Terminal Aéreo – 30cm
Cobertura		
Material		Cobre
Espessura		35mm²
Descidas		
Material		Cobre
Seção		35mm²
Laço		Não se aplica
Distância de portas, janelas e outras aberturas		≥ 0,5 m
Material da parede		Não inflamável
Espaçamento médio entre os condutores de descida		20m
Distância do primeiro anel do solo		Não se aplica
Perímetro da edificação		843 m
Número de descidas		48
Proteção contra danos mecânicos acima do solo		(≥ 3 m)
Aterramento		
Resistividade do solo		(≤ 25Ω)
Eletrodos	Tipo	Hastes verticais
	Material	Cobre
	Profundidade	(≥ 0,5 m)
	Ângulo entre eles	(≥ 60º)
	Distância da estrutura	1,50m
	Seção	5/8”x 3000mm

## 1.2 Subsistema de Captação:

*Serão utilizados como captação, captadores metálicos de 30cm, conectados através de uma malha com cabo de cobre nú de 35mm<sup>2</sup>, usando a metodologia da Esfera Rolante.*



Subsistema de Captação.

### 1.3 Subsistema de Descida:

Serão utilizados cabo de cobre nú de 35mm<sup>2</sup> fixados na estrutura das paredes existentes de forma a possibilitar os escoamentos das descargas captadas.

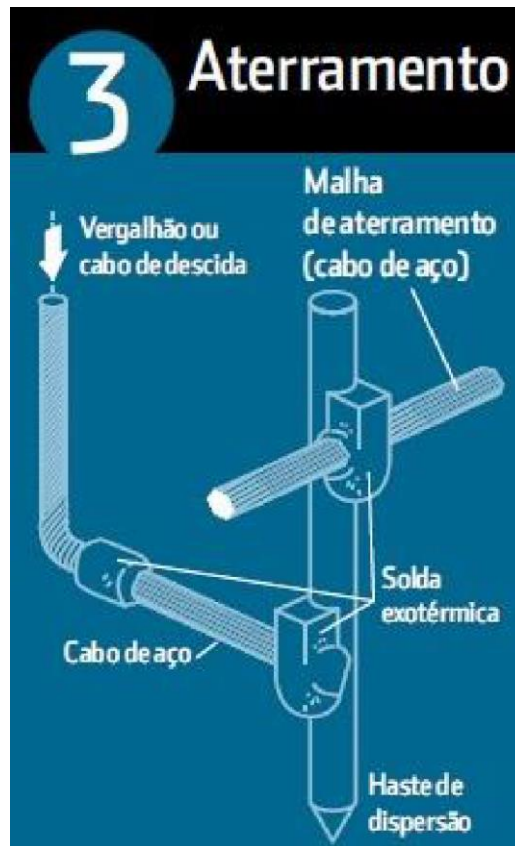


Subsistema de Descidas.

#### 1.4 Subsistema de Aterramento:

Deverá ser instalado haste tipo Copperweld 5/8x3,00 fechando todo o anel externo da malha de aterramento, formando um anel sendo que o mesmo deverá ser interligado com as demais ferragens da edificação.

A execução do anel de aterramento horizontal, conforme detalhes no projeto atende às normas NBR-5419/2015 e NBR-5410/2004



Exemplo de Ligações da Malha de Aterramento.

### 1.5 Fixação

Elementos captadores e condutores de descida devem ser fixados de forma a garantir afrouxamento ou quebra dos condutores. As distâncias máximas das fixações serão:

- 1 metro para condutores flexíveis na horizontal;
- 1,5 metro para condutores flexíveis na vertical ou inclinado;
- 1 metro para condutores rígidos na horizontal;
- 1,5 metro para condutores rígidos na vertical ou inclinado.



## 1.6 Conexões

O número de conexões ao longo dos condutores deve ser o menor possível. Quando for necessário deverá usar solda exotérmica, ou conexões mecânicas de pressão ou compressão.

## 2. Medidas de Proteção Contra Surto (MPS)

- a. A Primeira medida contra surto é a equipotencialização direta de linhas de serviços (tubulações metálicas de água, linha de telecomunicações, linha elétrica de energia, cabo de antena, mastro ou guarda corpo etc.) que entram no prédio e equipotencialização por meio de DPS. Tal medida será implementada através das barras de equipotencialização instaladas em cada pavimento e interligadas, utilizando o caminho mais curto.
- b. Deverá ser utilizado DPS para entradas de sinais de telecomunicações que entram na zona interna da edificação conforme especificado abaixo.
- c. Roteamento dos cabos através do distanciamento dos cabos de energia e de telecomunicações para redução do laço, tais medidas de roteamento deverão ser adotadas tanto na entrada dos cabos de energia e telecomunicação quanto após os DPS, para ajudar a diminuir e/ou eliminar os efeitos das induções deverão seguir as seguintes observações:
  - Cruzando das linhas sempre com ângulo de 90°.
  - Caso seja viável, recomenda-se que os cabos que vão do DPS até o equipamento sejam trançados
- d. Coordenação do DPS: Será instalado um DPS Classe I no QGBT, classe II nos quadros de distribuição.
  - Classe (de teste) I: a esta classe pertence os DPS testados pelo fabricante com um gerador de forma de onda de 10/350  $\mu$ s
  - Classe II: os DPS desta classe são testados com um gerador de forma de onda 8/20  $\mu$ s (típica dos surtos de tensão induzidos)
  - Atende Classe I com corrente de impulso de 12,5 a 50 kA;
  - Atende Classe II com corrente máxima de 5 a 20 kA;



- Atende a norma NBR IEC 61643-1;
- Fixação em trilho DIN 35 mm;
- Tecnologia de proteção: varistor de óxido de zinco (MOV);
- Pode atuar diversas vezes sem a necessidade de ser substituído ou religado;
- Possui sinalização remota opcional;
- Acondicionamento em caixa plástica antichamas;
- Grau de proteção IP 20.

Tensão máxima de operação contínua $U_c$	Corrente de descarga nominal @ $8/20\mu s$	Corrente de descarga máxima @ $8/20\mu s$	Corrente de impulso máxima @ $10/350\mu s$	Nível de Proteção
$U_c$	$I_n$	$I_{max}$	$I_{imp}$	$U_p$
275 V	20kA	50kA	12,5kA	0,8kV

Os DPS para linhas de telecomunicações devem ser instalados no Distribuidor Geral (DG) de telecomunicações do prédio conforme observâncias do princípio e dimensionamento abaixo:

## 2.1 Princípios básicos da proteção contra surtos para entrada de sinais

Um Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) para proteção de entrada de sinais<sup>1</sup> tem o mesmo princípio de funcionamento de um DPS para entrada de energia. Todo DPS é uma chave aberta que após a diferença de potencial em seus terminais atingir um determinado valor se transforma em uma chave fechada conduzindo a corrente de surto de forma segura para, em princípio, o sistema de aterramento, sem danificar os Equipamentos de Tecnologia da Informação (ETI)<sup>2</sup>

A principal diferença entre os DPS de energia e de sinal é a frequência da corrente em regime conduzida por ambos. A corrente elétrica dos sistemas de energia tem frequência zero para sistemas de corrente contínua e 60Hz nos sistemas em corrente alternada (Em alguns países 50Hz). As correntes de sinal têm frequência que



chegam até a faixa de Giga-hertz (GHz). Ao ser percorrido por correntes de frequência elevada os DPS passam a apresentar reatâncias capacitivas e indutivas que são desprezíveis para correntes com frequência menores que 1 KHz. Desta forma o projetista deve especificar o DPS de sinal levando em conta qual a frequência do sinal que é transmitido na linha que será protegida, sob pena de proteger o equipamento, mas inviabilizar a transmissão porque a atenuação provocada pelo DPS é superior à que o sistema de transmissão pode aceitar.

## **2.2 Componentes de um DPS**

Na fabricação de um DPS são utilizados centelhadores, varistores ou diodos. Cada um destes elementos tem características positivas e negativas em relação às necessidades de um DPS, resultando na impossibilidade de um único destes três elementos poderem ser utilizado em todos os inúmeros modelos de DPS.

Estes componentes possuem os mesmos princípios de funcionamento, mas características elétricas (Resistências, indutâncias e capacitâncias) diferentes.

Por isso a utilização destes componentes na fabricação de DPS para sinais é muito mais restrita do que na fabricação de DPS para energia. O circuito básico de um DPS para sinal compreende um centelhador, uma impedância (Um resistor ou indutor) em série para o desacoplamento<sup>3</sup> e um diodo avalanche (Figura 1).

Devido a sua relativamente alta capacitância os varistores normalmente não são utilizados na fabricação de DPS para sinais ou são utilizados apenas em DPS instalados em sistemas de menor frequência ( $\leq$ kHz). Além da impedância dos seus componentes não lineares, o layout, o invólucro, os condutores internos e o processo de fabricação determinam a impedância total de um DPS. Se forem utilizadas resistências no desacoplamento eliminam-se as indutâncias e consequentemente pode-se trabalhar com sinais de maior frequência. Com a utilização de indutores, existe uma indutância que reduz a frequência de transmissão permitida, mas permite a





condução de sinais de maior intensidade, já que para a frequência de trabalho a queda de tensão no indutor será menor do que em um resistor com a mesma função.

## 2.3 Especificação

A escolha do DPS adequado para a proteção de uma entrada de sinal<sup>4</sup> depende de vários fatores, mas o mais crítico é o tipo de sinal ou o protocolo do sistema. Diferentes tipos de sinal têm tensão, corrente e frequência específicas.

Existem vários sistemas de transmissão como redes em estrela, sistema de telefonia analógica e digital, interfaces RS232 e RS485 e redes ethernet cat. 6.

Cada um destes sistemas é padronizado por normas técnicas que determinam sua tensão de trabalho e sua frequência de transmissão. O projetista deve procurar o DPS, que seja, ao mesmo tempo, compatível com o sistema de transmissão, com capacidade de condução da corrente de surto e nível de proteção adequada ao ETI. Caso contrário o equipamento estará protegido, mas o sistema não conseguirá comunicar-se ou o sistema funcionará corretamente, mas os DPS especificados não protegerão os equipamentos.

Entre as características mais importantes dos sistemas de transmissão, devemos prestar atenção nos parâmetros a seguir:

- Perda por inserção (a/dB) – Atenuação do sistema desde a entrada até a saída. Mostra a função de transferência do sistema e o ponto de 3 dB.
- Perda por retorno (dB) – Parâmetro que indica em dB a perda de potência de entrada devido à reflexão. Em sistemas bem ajustados, este valor é de aproximadamente 20 dB, sendo ele particularmente importante em sistemas com antenas.
- Frequência limite (Fg) – A frequência limite descreve o comportamento do DPS em função da frequência. As propriedades capacitivas e/ou indutivas dos componentes atenuam o sinal em caso de frequências demasiadamente altas. O ponto crítico se denomina frequência limite Fg.



A partir deste ponto o sinal já perdeu 50% (3dB) de sua potência de entrada. A frequência limite é determinada como função de critérios de medição definidos. Normalmente quando não se tem nenhum dado, refere-se aos chamados sistemas 50Ω.

Os DPS para sinal são classificados em proteção básica, média ou fina, dependendo da sua localização entre as zonas de proteção contra raios (ZPR) e a distância ao equipamento protegido. A proteção básica é utilizada na transição entre as ZPR0B→1, e os DPS são ensaiados na curva 10/350μS não podendo ser instalados junto aos ETIs devido ao seu nível de proteção maior que a suportabilidade dos equipamentos.

A proteção fina é aquela utilizada na transição entre as ZPR1→3, e os DPS são ensaiados na curva 8/20μS, devendo ser instalados junto aos ETIs. A proteção média é uma combinação entre as duas formas anteriores de proteção, podendo ser instalada entre qualquer ponto entre as ZPR0B→3. Os DPS para esta aplicação podem ser instalados em qualquer fronteira entre as ZPRs. Outros fatores importantes são o tipo de conector, o espaço disponível para instalação do DPS e a distância do condutor de equipotencialização do DPS. É fundamental que o condutor de proteção do DPS seja interligado ao equipamento e vice-versa e apenas um deles, DPS ou equipamento esteja aterrado, e nunca os dois individualmente.

## **2.4 Instalação do DPS de Entrada de Sinais**

Uma dúvida comum na proteção de ETIs é onde o DPS deve ser instalado. Em um sistema de vídeo, por exemplo, um DPS de sinal deve ser instalado junto à câmera e outro junto ao receptor ou gravador de imagens. A ausência de um destes DPS em um dos ETIs não compromete a proteção do outro, porque a DPS protege individualmente o equipamento onde ele se encontra. Como qualquer dispositivo, o DPS deve ser instalado corretamente para proteger os ETIs sem interferir com o funcionamento do sistema.

Os DPS de sinal devem ser conectados às portas destes equipamentos e aterrados nos próprios ETIs (Figura 2). Para que isto seja possível, estes DPSs devem



ter conexões adequadas ou o formato de conectores (Figura3), para facilitar a conexão e permitir o melhor posicionamento junto aos ETIs. A atenção com a instalação deve-se principalmente aos motivos abaixo:

1. Comprimentos adicionais dos cabos podem introduzir impedâncias suficientes para a atenuação do sinal além do limite permitido;
2. A instalação do DPS distante do ETI pode fazer com que a tensão entre os terminais do DPS e do ETI sejam diferentes e o DPS não atue adequadamente;
3. Se as conexões entre o DPS e o ETI forem diferentes, serão necessários adaptadores que acrescentam atenuação ao sistema e custos adicionais.

Os erros mais comuns na especificação ou instalação de um DPS de sinal.

- Não considerar a frequência de transmissão do DPS;
- Não verificar o tipo de conector do ETI;
- Não instalar o DPS de sinal junto ao ETI;
- Não aterrar o DPS no terminal de aterramento do ETI;
- Instalar o DPS apenas no transmissor ou no receptor.

Para a proteção de ETIs contra surtos de tensão é necessária a atuação em conjunto dos fornecedores dos ETIs, dos profissionais da proteção contra surtos e o responsável pela operação dos sistemas. Sem as informações corretas sobre as características de frequência de transmissão, origem e destino dos condutores e suportabilidade dos ETIs, torna-se difícil especificar as Medidas de Proteção contra Surtos (MPS)<sup>5</sup>adequadas.

Mais importante ainda é obter um comprometimento do fornecedor dos ETIs com as MPSs necessárias para reduzir a vulnerabilidade do sistema de transmissão, evitando que futuramente que a queima ou mau funcionamento destes equipamentos devido a um surto de tensão seja considerado inevitável.

### **3. Inspeções:**

As inspeções visam a assegurar que:

- a. O SPDA está conforme o projeto;

**E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO**  
**Av. Jorge Teixeira de Oliveira - Centro, nº 766 – SÃO FELIPE D'OESTE/RO**  
Resp. Técnico: Sidnei da Silva Lima  
**Engenheiro eletricista**  
**CREA: 22128 D/AC**



- b. Todos os componentes do SPDA estão em bom estado, as conexões e fixações estão firmes e livres de corrosão;
- c. O valor da resistência de aterramento e resistência ôhmica da gaiola sejam compatíveis com o arranjo, com as dimensões do subsistema de aterramento e com a resistividade do solo;
- d. Todas as construções acrescentadas à estrutura posteriormente à instalação original estão integradas no volume a proteger, mediante ligação ao SPDA ou ampliação deste;

As inspeções prescritas devem ser efetuadas na seguinte ordem cronológica:

- a. Durante a construção da estrutura, para verificar a correta instalação dos eletrodos de aterramento, dos captosres e das condições para utilização das armaduras como integrantes da gaiola de Faraday;
- b. Periodicamente, para todas as inspeções prescritas em acima, e respectiva manutenção, em intervalos não superiores aos estabelecidos abaixo;
- c. Após qualquer modificação ou reparo no SPDA, para inspeções completas;
- d. Quando for constatado que o SPDA foi atingido por uma descarga atmosférica, para inspeções;

**Uma inspeção de todo sistema do SPDA deve ser efetuada anualmente ou sempre que ocorrer a captação de um raio, bem como seus devidos reparos e manutenção.**

Medições de aterramento e resistência ôhmica da gaiola (Anexo F NBR 5419) devem ser executadas no período determinado abaixo.

Inspeções completas conforme listados acima devem ser efetuadas periodicamente, em intervalos de:

- a. 5 anos, para estruturas destinadas a fins residenciais, comerciais, administrativos, agrícolas ou industriais, excetuando-se áreas classificadas com risco de incêndio ou explosão;



b. 3 anos, para áreas com risco de explosão, conforme a NBR 9518, e depósitos de material inflamável;

As medições de Ensaio de continuidade de armaduras deverão atender os seguintes requisitos da norma:

E.1 O ensaio de verificação da continuidade das armaduras de um edifício deve ser feito por injeção de corrente. Para melhorar a precisão da medição e diminuir os cuidados necessários para executar uma medição confiável, é preferível dispor de uma máquina de solda, do tipo de transformador monofásico de enrolamentos separados, com tensão em circuito aberto da ordem de 60 V e capaz de injetar uma corrente da ordem de 100 A. Estas características diminuem a exigência de limpeza da superfície onde se faz a injeção de corrente.

E.2 A impedância entre dois pontos é medida dividindo a tensão aplicada entre os pontos de injeção de corrente pela corrente injetada. Considerando o valor elevado da corrente injetada e o comprimento apreciável do condutor de injeção de corrente, a tensão entre pontos de injeção de corrente deve ser calculada diminuindo a queda de tensão no condutor de injeção de corrente, da tensão aplicada ao circuito completo. Numa primeira aproximação pode considerar-se apenas a queda de tensão ôhmica no condutor de injeção.

E.3 O afastamento dos pontos onde se faz a injeção de corrente deve ser de dezenas de metros, por exemplo entre o piso térreo e a laje do último piso ou entre a fachada da frente e a dos fundos, de preferência na diagonal. Procedendo a diversas medições entre pontos diferentes, se os valores medidos forem da mesma ordem de grandeza e inferiores a  $1 \Omega$ , pode-se admitir que a continuidade das armaduras fosse aceitável.



E.4 A medição pode ser feita diretamente com o uso de um mili ou micro-ohmímetro, capaz de fornecer corrente da ordem de 10 A, sendo admissível o valor mínimo de 1 A. Não é admissível a utilização de multímetro

Conforme anexo F da NBR-5419-3 de 2015, deverão ser efetuadas ao menos duas verificações da continuidade elétrica das armaduras do concreto armado.

A primeira verificação é feita em todos os pilares que são utilizados como descidas e nos trechos de vigas baldrame que fazem parte do anel de aterramento ao nível do solo. Os valores de resistência medidos por instrumentos adequados devem ser inferiores a  $1\Omega$  nestes trechos. A instalação de ATERRINSERT's nestes pontos de medição durante a construção evita a quebra do cobrimento de concreto e a exposição das ferragens.

A verificação final de continuidade é feita após a conclusão da instalação do SPDA. A medição da resistência deve ser realizada entre a parte mais alta do subsistema de captação e o aterramento, preferencialmente no BEP

Todas as medições e inspeções devem ser realizadas por profissional legalmente habilitado com registro em conselho de classe, mediante apresentação de ART.

---

**Sidnei da Silva Lima**  
Engenheiro eletricista  
CREA: 22128 D/AC

**E.E.E.F.M. FELIPE CAMARÃO**  
Av. Jorge Teixeira de Oliveira - Centro, nº 766 – SÃO FELIPE D'OESTE/RO  
Resp. Técnico: **Sidnei da Silva Lima**  
Engenheiro eletricista  
CREA: 22128 D/AC