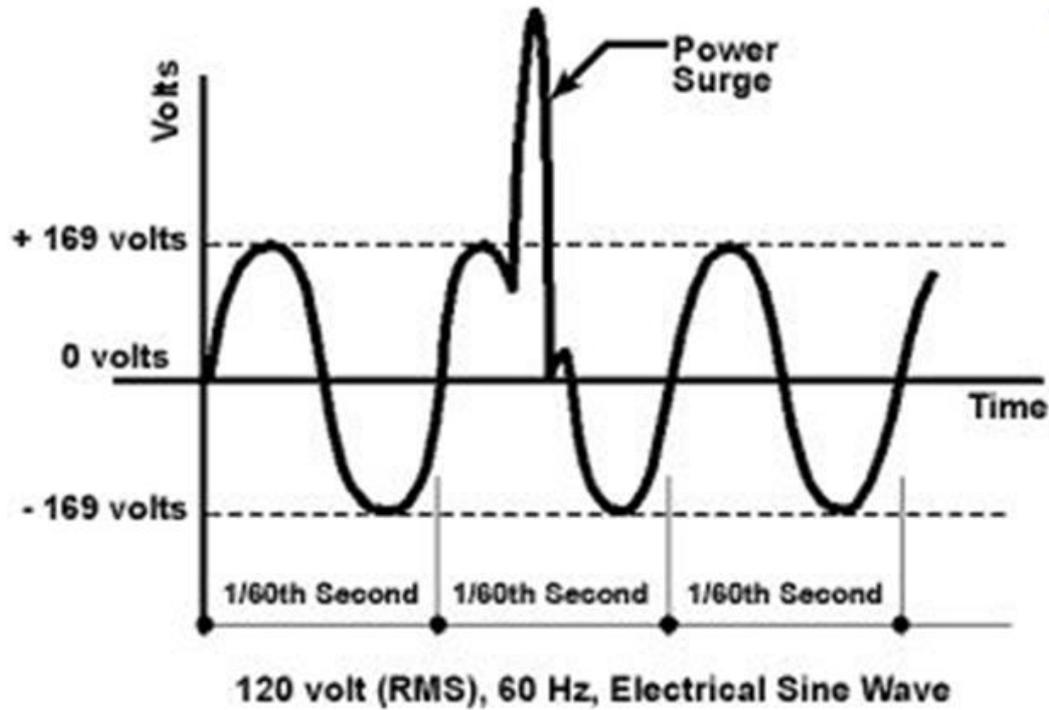


PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES

Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS)

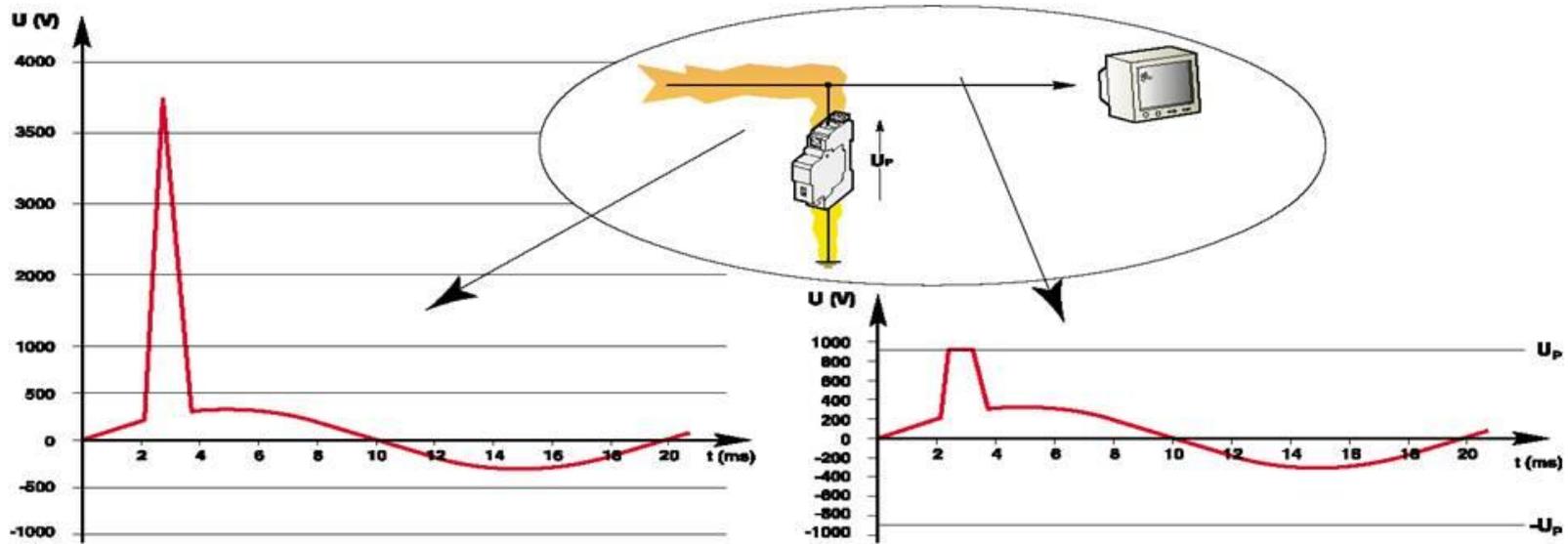
- O Surto



- Geração da Sobretenção (Surto):

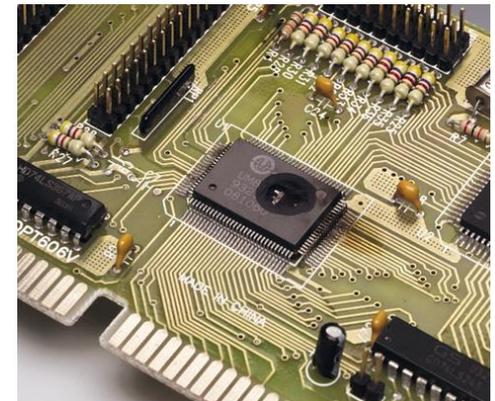
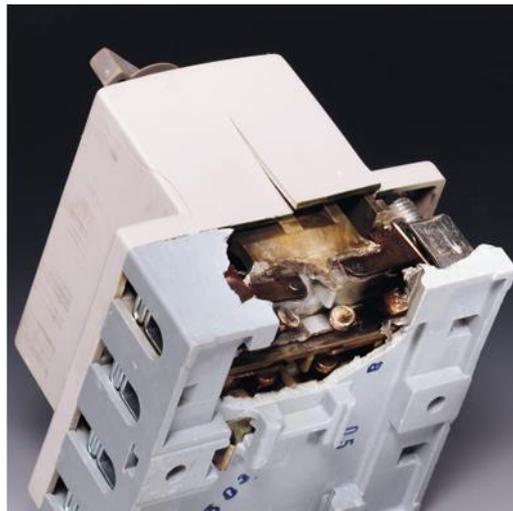
- Descarga Atmosférica (raio) Direta;
- Indução por descarga Atmosférica;
- Manobra da Instalação.

EFEITO DO SURTO E DA PROTEÇÃO EM UMA ONDA DE TENSÃO



Fonte: www.voltimum.com.br

DANOS CAUSADOS POR SURTOS

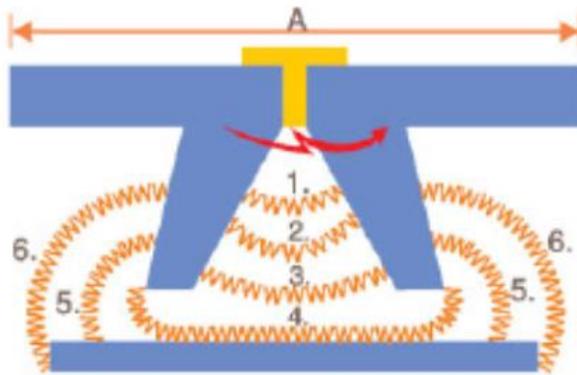


- CONSTITUIÇÃO DE UM DPS

- **Centelhador (curto-circuitante);**
- **Varistor (não curto-circuitante);**
- **Associação série centelhador + varistor;**
- **Associação paralela centelhador + varistor + fusível.**

• Centelhador

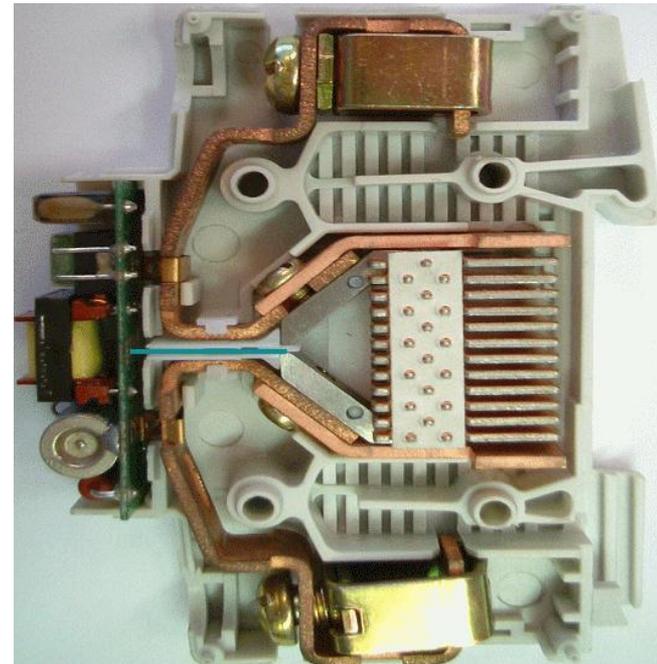
- Corta um pulso de tensão reduzindo muito rapidamente a tensão
- Ao valor do pico que o centelhador deixa passar é denominado tensão disruptiva.



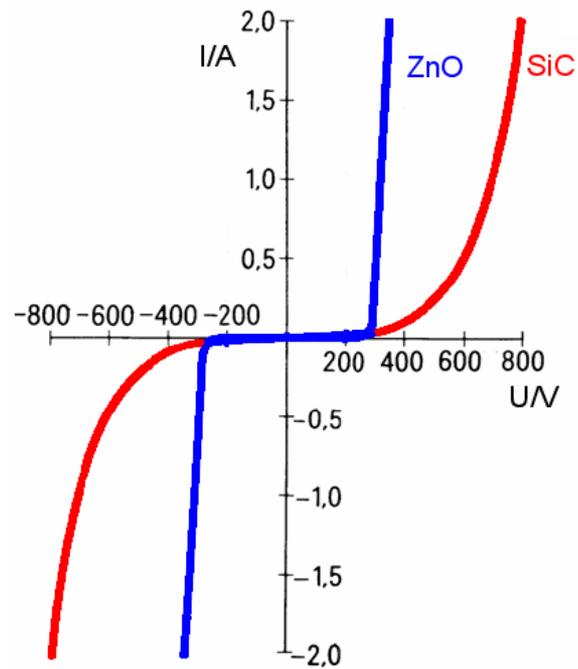
Princípio de funcionamento FLT 60-400

A) Pulso de tensão para disparo

- 1 - ignição através de sobretensão
- 2 - O arco caminha através dos eletrodos
- 3 - Arco é empurrado para o exterior
- 4 - Arco é arremessado contra a placa de choque
- 5 - Formação de arcos parciais
- 6 - Interrupção e extinção de arcos parciais

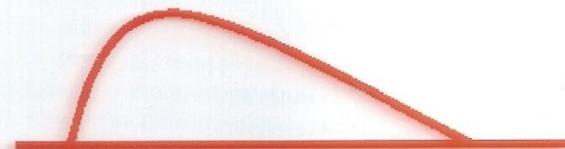


• Varistor



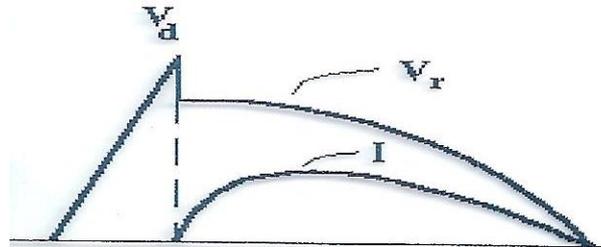
- reduz a uma onda de tensão de forma contínua;

- O valor máximo remanescente é denominado tensão residual.

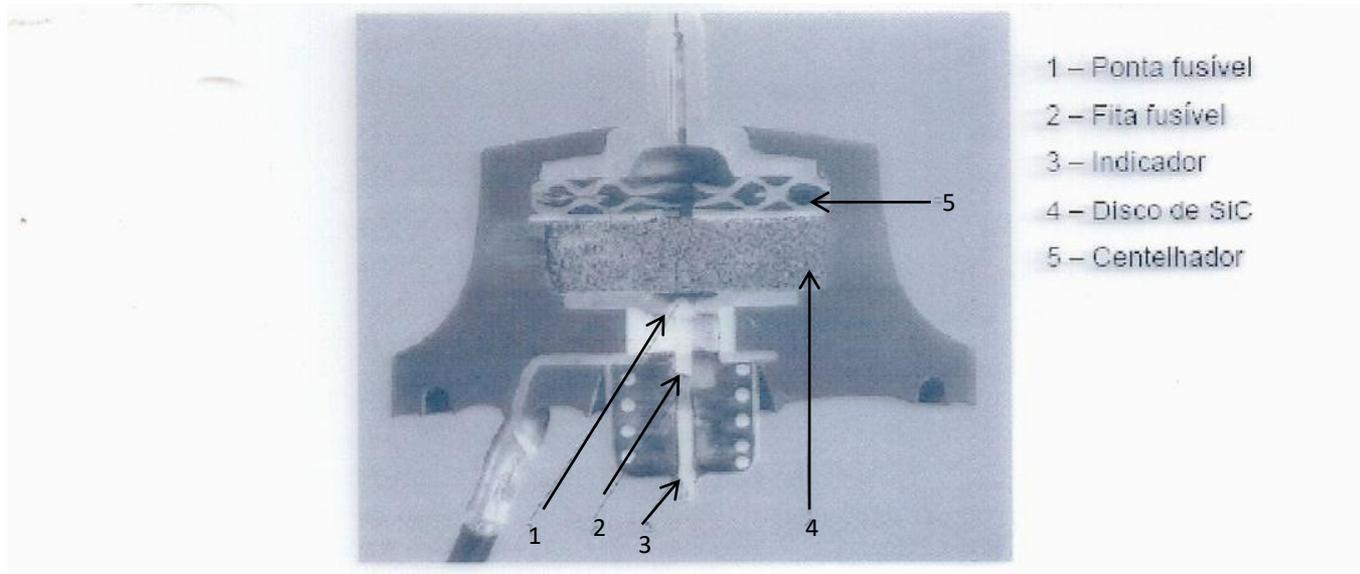


• Centelhador + Varistor

- Apresenta as duas características

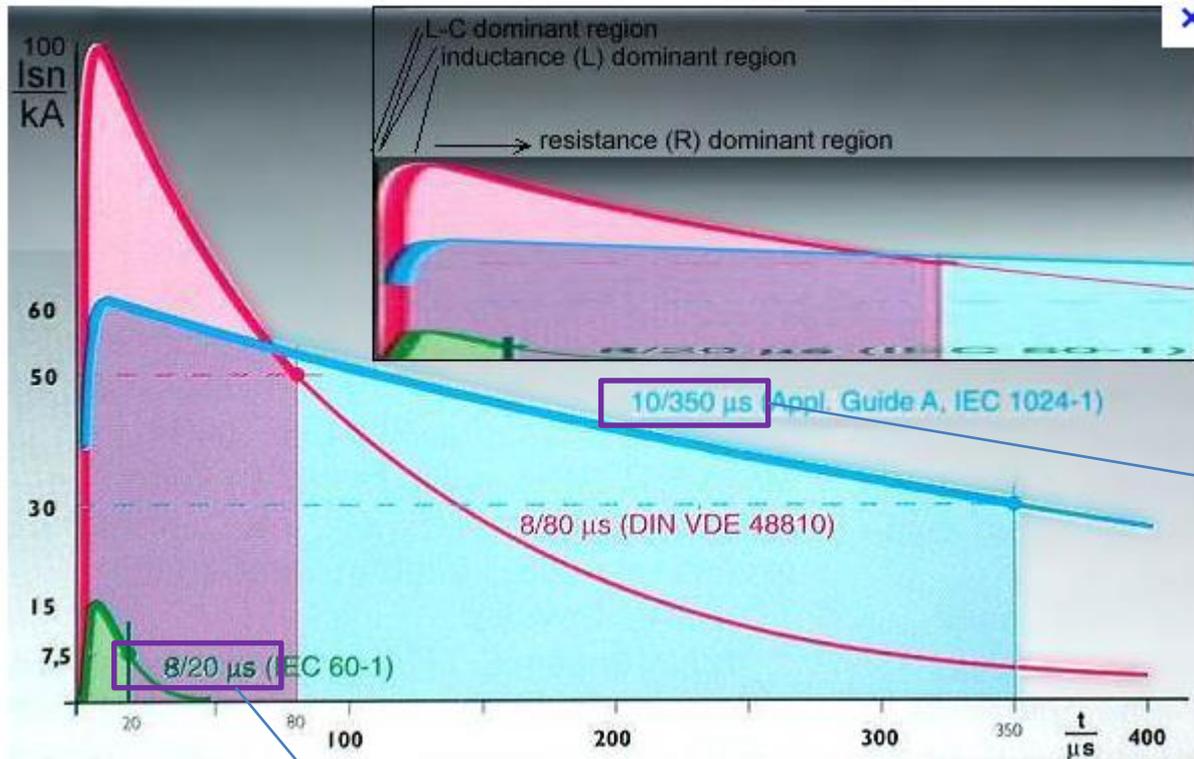


- V_r = tensão residual
- V_d = tensão disruptiva
- I = corrente de descarga



DPS

- Padrão de Impulso



Impactos Diretos
(Raio)

Impactos Indiretos
(Rede)

- Proteção Contra Sobretensões Transitórias em Linhas de Energia

A NBR5410, no Item 5.4.2.1.1, define que a proteção contra sobretensões transitórias devem ser providas nos seguintes casos:

- ❖ Instalação em situação AQ2, ou seja, instalações com alimentação por rede total ou parcialmente aérea (risco indireto) e mais de 25 dias de trovoada/ano, ou;
- ❖ Instalação em situação AQ3, ou seja, partes da instalação situada no exterior (risco direto)

NOTA: é admitido o não emprego de proteção se as consequências dessa omissão, do ponto de vista material, constituir um risco calculado e assumido. Contudo, nos casos de risco direto ou indireto à segurança e à saúde, não se pode omitir a proteção.

O item 5.4.2.1.2 define que a proteção deve ser feita por:

- ✓ Dispositivo de Proteção Contra Surto (DPS), ou;
- ✓ Outro método que garanta as mesmas condições se aplicado um DPS.

O item 5.4.2.2 prevê que linhas de sinais (telefone/dados/vídeo e outros) devem ter DPS na entrada e/ou saída, conforme item 6.3.5.3.

- Localização dos DPS

O item 6.3.5.2, da NBR5410/04, estabelece os seguintes critérios para a instalação dos DPS:

- Para proteção contra sobretensões de manobra e/ou de origem atmosférica (raio) pela linha externa de alimentação, então, os DPS devem ser instalados junto ao ponto de entrada da edificação, ou no quadro de distribuição principal, localizado o mais próximo possível do ponto de entrada; ou
- Para proteção contra sobretensões originadas por descarga atmosférica direta sobre a edificação ou proximidades (Área Equivalente - Ae), os DPS devem estar instalados no ponto de entrada da linha na edificação.

- Notas:

- Para edificações de uso individual (casa) existentes, com atendimento em baixa tensão, o DPS pode ficar junto à caixa de medição, desde que a barra PE usada para conexão dos DPS seja interligada ao BEP, conforme item 6.4.2.1, sendo que, a caixa de medição não deve estar a mais de 10m do ponto de entrada;
- DPS adicionais para proteção de equipamentos sensíveis (TI) podem ser instalados, desde que haja coordenação a montante e jusante;
- DPS não instalados em quadros de distribuição (e.g.: incorporados à tomadas) devem ter sua presença indicadas por meio de etiquetas ou similar, na origem ou o mais próximo possível da origem do circuito no qual se encontra inserido.

- Classes de DPS

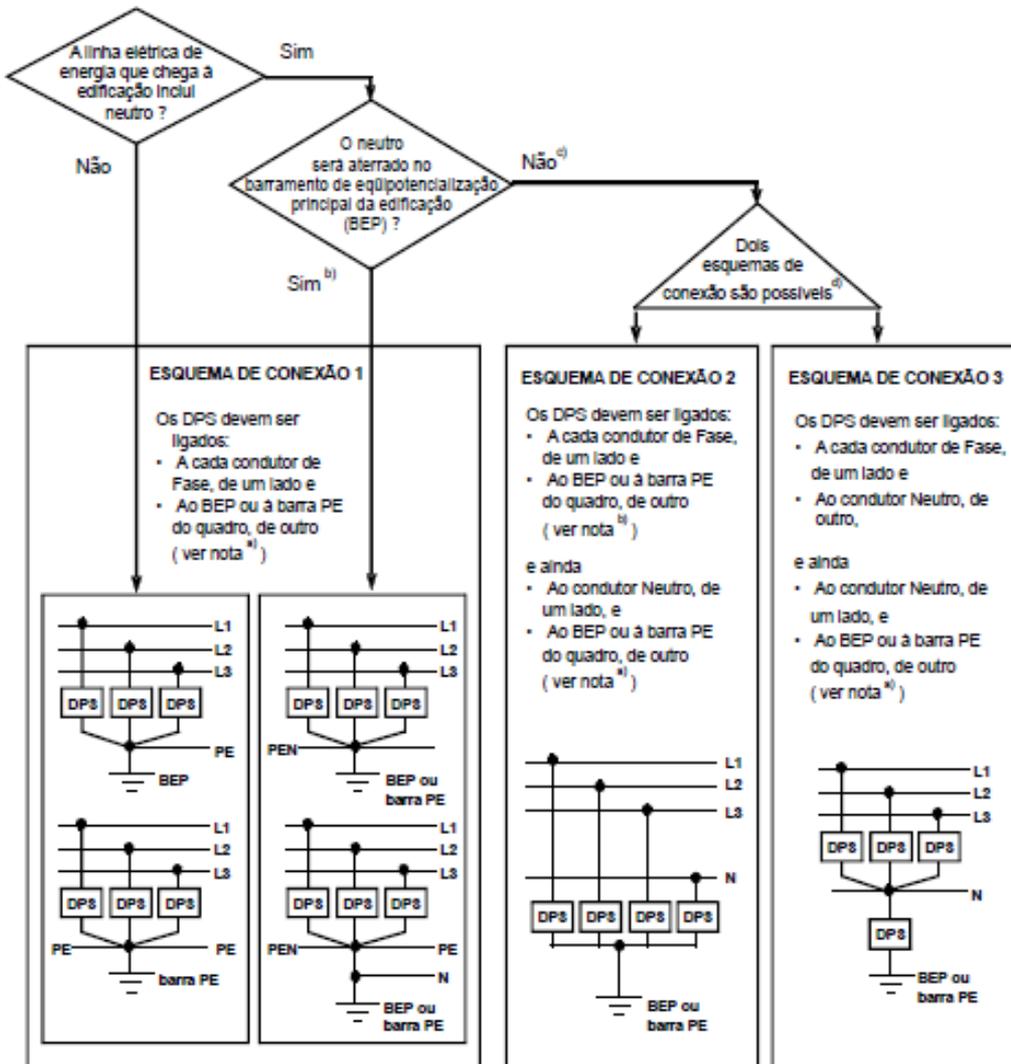
Um DPS deve suportar as ondas de choques do raio normalizadas segundo ensaios correspondentes à sua Classe I, II ou III, conforme a norma ABNT NBR IEC 61643-1.

- ❑ **Classe I:** os DPS Classe I permitem eliminar os efeitos diretos causados pelas descargas atmosféricas. O DPS Classe I é instalado obrigatoriamente quando a edificação está protegida por um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), conhecido como para-raios. Os ensaios do DPS Classe I são realizados com uma corrente de choque impulsional (limp) de forma de onda 10/350 μs . Ele deve ser instalado com um dispositivo de desconexão a montante (tipo disjuntor), cuja capacidade de interrupção deve ser no mínimo igual à corrente máxima de curto-circuito presumida no ponto da instalação.
- ❑ **Classe II:** os DPS Classe II são destinados a proteger os equipamentos elétricos contra sobretensões induzidas ou conduzidas (efeitos indiretos) causados pelas descargas atmosféricas. Os ensaios do DPS Classe II são efetuados com corrente máxima de descarga ($I_{\text{máx}}$) de forma de onda 8/20 μs . Ele pode ser instalado sozinho ou em cascata com um DPS Classe I ou com outro DPS Classe II; também deve ser instalado com um dispositivo de desconexão a montante (tipo disjuntor), cuja capacidade de interrupção deve ser no mínimo igual à corrente máxima de curto-circuito presumida no local da instalação.
- ❑ **Classe I+II:** Os DPS Classes I + II asseguram a proteção contra os efeitos diretos e indiretos causados pelas descargas atmosféricas, no mesmo produto.
- ❑ **Classe III:** os DPS Classe III são destinados à proteção fina de equipamentos situados a mais de 30 m do DPS de cabeceira. O DPS Classe III é testado com uma forma de onda de corrente combinada 1,2/50 μs e 8/20 μs .

- Instalação dos DPS no Ponto de Entrada ou Quadro de Distribuição – Modo Comum

NBR 5410: 2004 - Figura 13

Esquemas de conexão dos DPS no ponto de entrada da alimentação de energia ou no quadro de distribuição da edificação



NOTAS

a) A ligação ao BEP ou à barra PE depende de onde, exatamente, os DPS serão instalados e de como o BEP é implementado, na prática. Assim, a ligação será no BEP quando:

- o BEP se situar a montante do quadro de distribuição principal (com o BEP localizado, como deve ser, nas proximidades imediatas do ponto de entrada da linha na edificação) e os DPS forem instalados então junto do BEP, e não no quadro; ou
- os DPS forem instalados no quadro de distribuição principal da edificação e a barra PE do quadro acumular a função de BEP.

Por consequência, a ligação será na barra PE, propriamente dita, quando os DPS forem instalados no quadro de distribuição e a barra PE do quadro não acumular a função de BEP.

b) A hipótese configura um esquema que entra TN-C e que prossegue instalação adentro TN-C, ou que entra TN-C e em seguida passa a TN-S (aliás, como requer a regra geral de 5.4.3.6). O neutro de entrada, necessariamente PEN, deve ser aterrado no BEP, direta ou indiretamente (ver figura G.2). A passagem do esquema TN C a TN-S, com a separação do condutor PEN de chegada em condutor neutro e condutor PE, seria feita no quadro de distribuição principal (globalmente, o esquema é TN-C-S).

c) A hipótese configura três possibilidades de esquema de aterramento: TT (com neutro), IT com neutro e linha que entra na edificação já em esquema TN-S.

d) Há situações em que um dos dois esquemas se torna obrigatório, como a do caso relacionado na alínea b) de 6.3.5.2.6

Fonte: <http://www.industry.siemens.com.br/buildingtechnologies>

Nota: Modo Diferencial = ligação dos DPS entre condutores vivos

5.4.2.3 Seleção dos componentes da instalação sob o critério de sua suportabilidade às sobretensões transitórias

Os componentes da instalação devem ser selecionados de modo que o valor nominal de sua tensão de impulso suportável não seja inferior àqueles indicados na tabela 31.

NOTA A tensão de impulso suportável caracteriza o nível de sobretensões transitórias que o isolamento de um produto é capaz de suportar, sem disrupções. Esse valor deve ser informado pelo fabricante e deve ser igual ou superior ao prescrito pela norma do produto em questão. Os valores mínimos indicados na tabela 31 são os valores referenciais dados pela IEC 60664-1 (ver anexo E).

Tabela 31— Suportabilidade a impulso exigível dos componentes da instalação

Tensão nominal da instalação V		Tensão de impulso suportável requerida kV			
		Categoria de produto			
Sistemas trifásicos	Sistemas monofásicos com neutro	Produto a ser utilizado na entrada da instalação	Produto a ser utilizado em circuitos de distribuição e circuitos terminais	Equipamentos de utilização	Produtos especialmente protegidos
		Categoria de suportabilidade a impulsos			
		IV	III	II	I
120/208 127/220	115–230 120–240 127–254	4	2,5	1,5	0,8
220/380, 230/400, 277/480	–	6	4	2,5	1,5
400/690	–	8	6	4	2,5

NOTAS

- O anexo E traz orientação sobre esta tabela.
- Valores válidos especificamente para seccionadores e interruptores-seccionadores são dados na tabela 50.
- Para componentes associados a linhas de sinal utilizados na entrada da instalação (categoria IV de suportabilidade), a tensão de impulso suportável mínima é de 1 500 V (ver IEC 61663-2).

Nível I → equipamentos de TI

Nível II → Eletrodomésticos e ferramentas portáteis

Nível III → Componentes da instalação: fiação, disjuntores e quadros

Nível IV → componentes da entrada da instalação: medidor de energia, dispositivos de seccionamento, quadros

- SELEÇÃO DO DPS

a) **Nível de Proteção (U_p):** valor da tensão residual transmitida aos equipamentos no momento da descarga. Este parâmetro caracteriza as performances de proteção do DPS (quanto mais baixo for o valor U_p do DPS, melhor será sua proteção). O valor deve ser compatível com a **Categoria II** dada pela Tabela 31, para ligação entre **FASE e PE**. Conforme a Tabela 31, o nível de proteção depende da tensão nominal da alimentação. Assim, o nível de proteção será:

$$U_p \leq 2,5kV \quad \text{para } 220V/380V \text{ (Santa Catarina)}$$

$$U_p \leq 1,5kV \quad \text{para } 127V/220V \text{ (Paraná)}$$

b) **Máxima Tensão de Operação Contínua (U_c):** valor admissível de tensão eficaz que pode ser aplicado de modo contínuo nos bornes do DPS sem afetar a operação. U_c é uma característica do DPS, deve ser **igual ou superior** à tensão nominal da rede conforme a Tabela 49.

Tabela 49 — Valor mínimo de U_c exigível do DPS, em função do esquema de aterramento

DPS conectado entre				Esquema de aterramento				
Fase	Neutro	PE	PEN	TT	TN-C	TN-S	IT com neutro distribuído	IT sem neutro distribuído
X	X			$1,1 U_o$		$1,1 U_o$	$1,1 U_o$	
X		X		$1,1 U_o$		$1,1 U_o$	$\sqrt{3} U_o$	U
X			X		$1,1 U_o$			
	X	X		U_o		U_o	U_o	

NOTAS

- 1 Ausência de indicação significa que a conexão considerada não se aplica ao esquema de aterramento.
- 2 U_o é a tensão fase-neutro.
- 3 U é a tensão entre fases.
- 4 Os valores adequados de U_c podem ser significativamente superiores aos valores mínimos da tabela.

$$U_c \geq 1,1 U_o$$

$$U_o = 220V$$

$$U_c \geq 242V$$

c) Sobretensões Temporárias: O DPS deve atender aos requisitos dos ensaios especificados na IEC 61643-1. Os ensaios são referentes ao suporte às sobretensões temporárias originadas de faltas na instalação de Baixa Tensão (BT) e/ou Alta Tensão (AT).

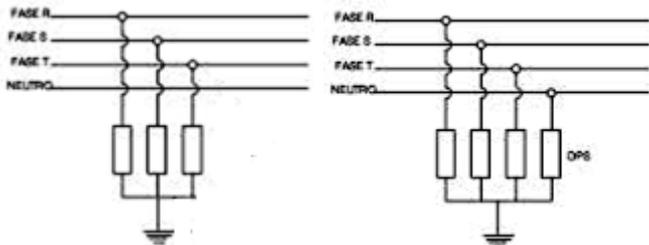
d) Especificações de Corrente

d1) Corrente Nominal de Descarga (I_n): Valor que o DPS deve suportar quando estiver instalado para proteção contra sobretensões na linha de alimentação oriundas de efeitos atmosféricos (raios) ou de manobras.

d2) Corrente de Impulso (I_{imp}): Valor que o DPS deve suportar quando estiver instalado para proteção contra sobretensões oriundas de descargas atmosféricas diretas (raios).

d3) Corrente de Curto-Circuito (I_k): Valor que o DPS deverá suportar, caso o mesmo venha a falhar (fechamento do curto via DPS).

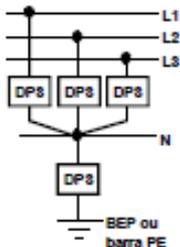
- Para DPS entre Linha e PEN/PE (BEP) →



$$\left\{ \begin{array}{l} I_n \geq 5 \text{ kA (8/20}\mu\text{s)} \\ I_{imp} \geq 12,5 \text{ kA} \\ I_k \geq I_{kk} \end{array} \right.$$

I_{kk} → Corrente de curto-circuito presumida no ponto de instalação do DPS

- Para DPS entre Neutro e PE/BEP →



$$I_n \geq 10 \text{ kA (8/20}\mu\text{s)}$$

$$I_{imp} \geq 25 \text{ kA}$$

Redes Monofásicas

$$I_n \geq 20 \text{ kA (8/20}\mu\text{s)}$$

$$I_{imp} \geq 50 \text{ kA}$$

Redes Trifásicas

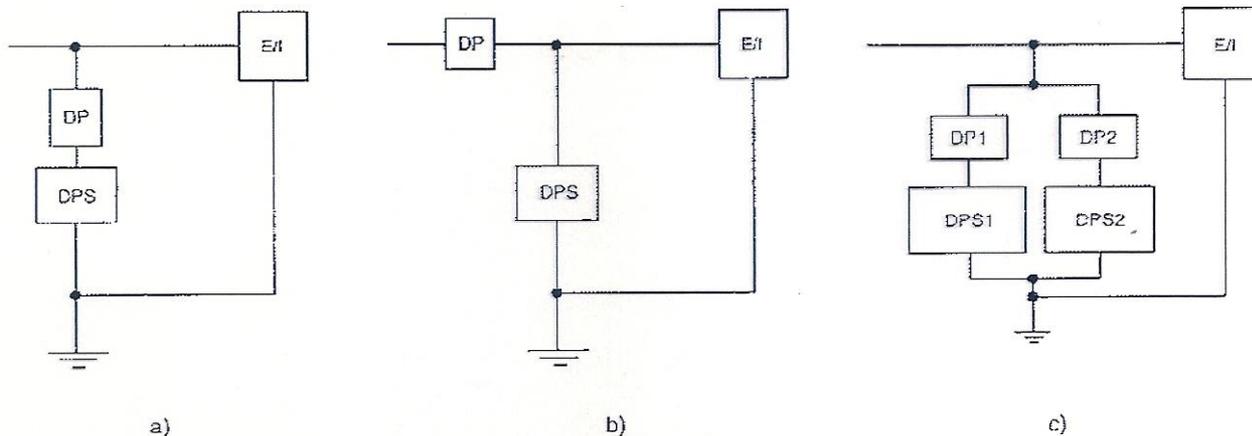
$$I_k \geq 100\text{A (Esquema TN/TT)}$$

Coordenação de DPS

- Falha e Proteção Contra Sobrecorrentes

O item 6.3.5.2.5, trata da possibilidade de falhas internas no DPS virem a causar um curto-circuito. Portanto, deve-se tomar alguns cuidados para minimizar os riscos e consequências de uma possível falha.

1) Posicionamento do Dispositivo de Proteção (DP)



2) Seleção do DP

O DP destinado a realizar a eliminação do curto-circuito, proveniente de falha do DPS, deve possuir corrente nominal igual ou inferior à indicada pelo fabricante do DPS.

3) Condutores de Conexão

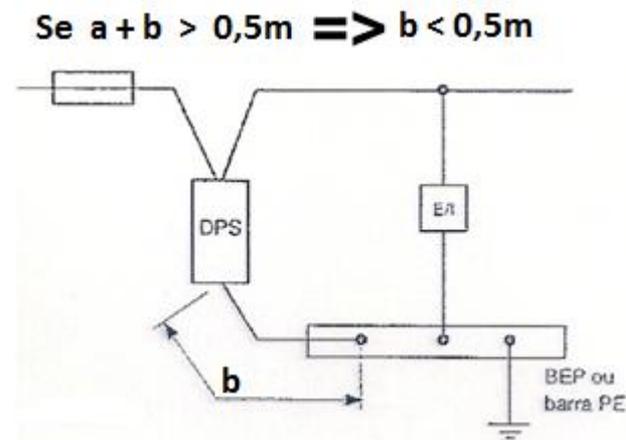
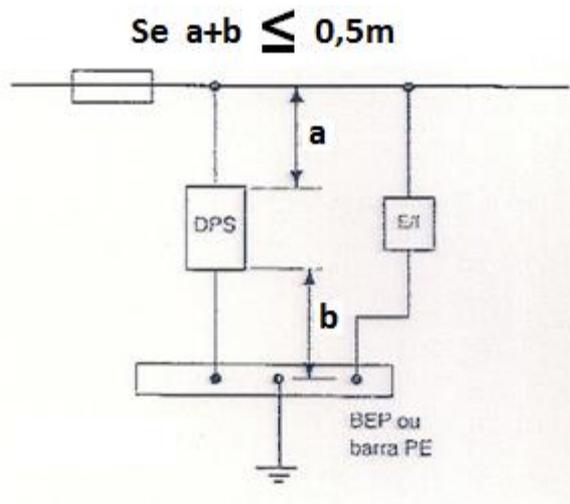
Os condutores, destinados a conexão de um DP aos condutores de fase, devem ter sua seção nominal determinada pela máxima corrente de curto-circuito suscetível a circular pela conexão.

O item 6.3.5.2.8 preconiza que quando o DPS deixar de cumprir sua função de proteção contra sobretensões, deve haver uma sinalização, tal qual:

- Por um indicador de estado, ou;
- Por um DP à parte, conforme 6.3.5.2.5.

- Condutores de Conexão do DPS

O item 6.3.5.2.9 apresenta as formas de realizar a conexão dos DPS ao PE, bem como as bitolas mínimas exigidas.



- DPS instalado no ponto de entrada deve ter condutores com bitola no mínimo de 4mm² em cobre ou equivalente;

- Instalações com SPDA, então, o condutor do DPS deve ser de no mínimo 16mm² em cobre ou equivalente.

Especificação Técnica do DPS

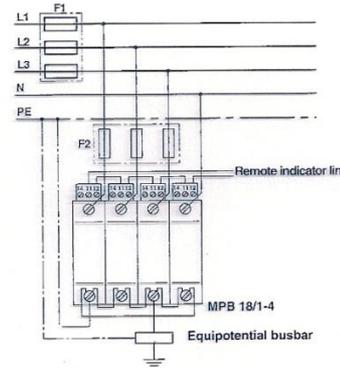
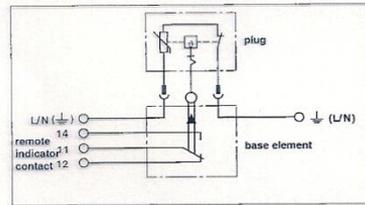
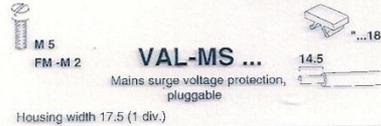
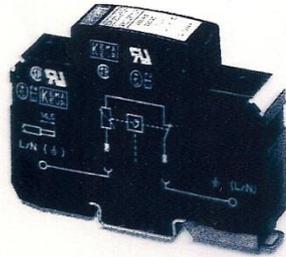


Fig. 22/1: Connection schematic VALVETRAB MS

Installation instructions:
If fuses F1 exceeding 125 A gL are used on the supply side, VALVETRAB MS/ME requires an additional back-up fuse F2 = 125 A gL (see figure 22/1).

Technical data

Tested / Arrester class:
 Nominal voltage U_N 1):
 U_C - Arrester rated voltage U_C :
 I_n - Discharge current to PE with U_N :
 I_n - Nominal discharge surge current i_{sn} (8/20) μ s: common (PE)
 I_p - Max. discharge surge current $i_{s,max}$ (8/20) μ s: common (PE)
 I_p - Protection level with i_{sn} : common
 with 5 kA: common (PE)
 P_C - Response time t_a :
 Required back-up fuse max.:
 Remote indicator max. perm. operating voltage U_{max}
 contact: PDT max. perm. operating current I_{max} AC (Ω /Ind.)
 max. perm. operating current I_{max} DC (Ω /Ind.)
 Temperature range:
 Protect. type acc. to IEC 529/EN 60 529:
 Approvals:

VAL-... 60 VAL-... 120 VAL-... 230

in accordance with DIN VDE 0675-6: 1989-11, draft /C		
60 V AC	120 V AC	230 V AC
75 V AC	150 V AC	275 V AC
≤ 0.3 mA	≤ 0.3 mA	≤ 0.3 mA
15 kA	15 kA	15 kA
40 kA	40 kA	40 kA
≤ 400 V	≤ 700 V	$\leq 1,35$ kV
300 V	550 V	1 kV
≤ 25 ns	≤ 25 ns	≤ 25 ns
125 A gL	125 A gL	125 A gL
----- 250 V AC/125 V DC -----		
1 A/1 A	1 A/1 A	1 A/1 A
----- 0,2 A/30 mA -----		
----- -40 °C to +80 °C -----		
IP 20		

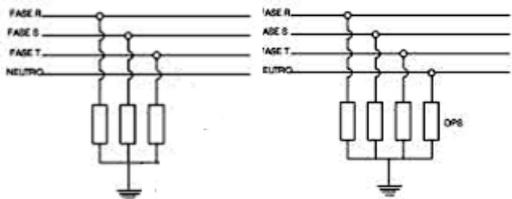


$U_C > 1.1 U_0$
 $I_n \geq 5kA (8/20 \mu s)$
 $P_C \rightarrow$ Proteção contra curto-circuitos do DPS

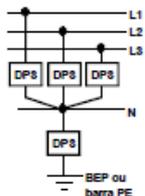


PRF1 12.5r

• Para DPS entre Linha e PEN/PE (BEP) →



• Para DPS entre Neutro e PE/BEP →



$I_n \geq 10 \text{ kA (8/20}\mu\text{s)}$

$I_{imp} \geq 25 \text{ kA}$

$I_n \geq 20 \text{ kA (8/20}\mu\text{s)}$

$I_{imp} \geq 50 \text{ kA}$

$I_k \geq 100A$ (Esquema TN/TT)

$I_n \geq 5 \text{ kA (8/20}\mu\text{s)}$

$I_{imp} \geq 12,5 \text{ kA}$

$I_k \geq I_{kk}$

Redes Monofásicas

Redes Trifásicas

$U_p \leq 2,5kV$ 220V/380V

$U_p \leq 1,5kV$ 127V/220V

$U_c \geq 1,1 U_o$

DPS	Nº de polos	Largura em passos de 9 mm	I_{imp} (kA) (10/350 μs)	I máx (kA) (8/20 μs)	I_n (kA)	U_p (kV)	U_n (V)	U_c (V)	Ref.
PRD1 Master Classe I – versão extraível									
PRD1 Master 1P	1P	4	25	-	25	1,5	230	350	16360
PRD1 Master 3P	3P	12	25	-	25	1,5	230	350	16362
PRD1 Master 3P+N	3P+N	16	25/100 N/PE	-	25	1,5	230/400	350	16363
PRF1 Master Classe I – versão fixa									
PRF1 Master 1P 440 V	1P	4	50	-	50	1,5	230	440	16630
PRF1 12.5r Classe I + II – versão fixa									
PRF1 12.5r 3P 350 V	3P	8	12,5	50	25	1,5	230 / 400	350	16633
PRF1 12.5r 3P+N 350 V	3P+N	8	12,5/50 N/PE	50	25	1,5	230 / 400	350	16634
PRD1 25r Classe I + II – versão extraível									
PRD1 25r 1P	1P	4	25	40	25	1,5	230	350	16329
PRD1 25r 3P	3P	12	25	40	25	1,5	230	350	16331
PRD1 25r 3P+N	3P+N	16	25/100 N/PE	40	25	1,5	230/400	350	16332
Cartucho									
C1 Master-350	1P	4	-	-	25	1,5	-	350	16314
C1 25-350	1P	23 mm	-	-	25	1,5	-	350	16315
C2 40-350	1P	12 mm	-	-	20	1,4	-	350	16316
C1 Neutral-350	1P	4	-	-	-	-	-	350	16317

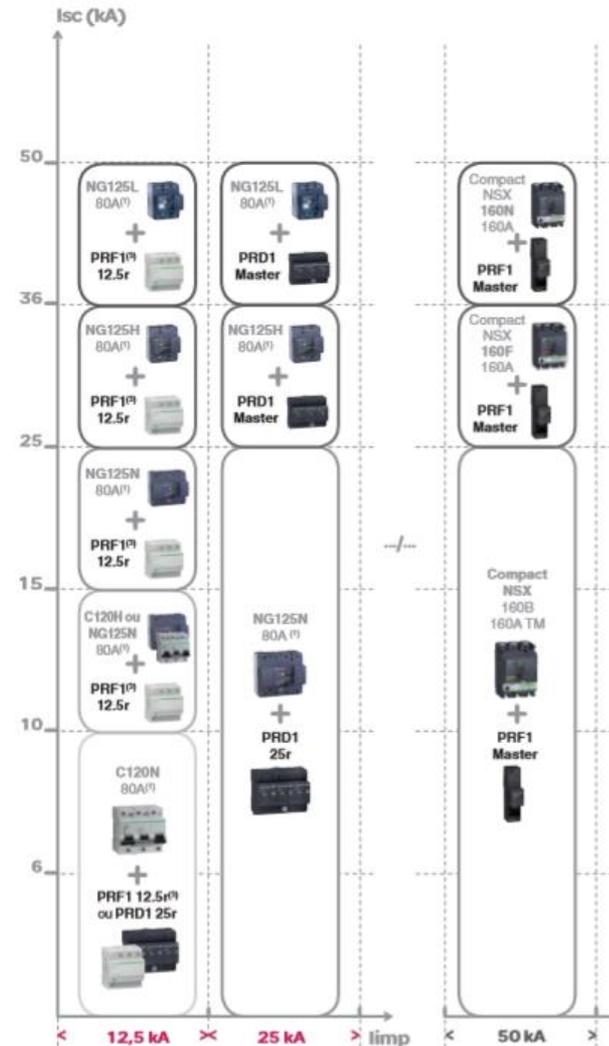
disjuntor de desconexão

Classe I (efeito direto - onda 10/350 μ s)

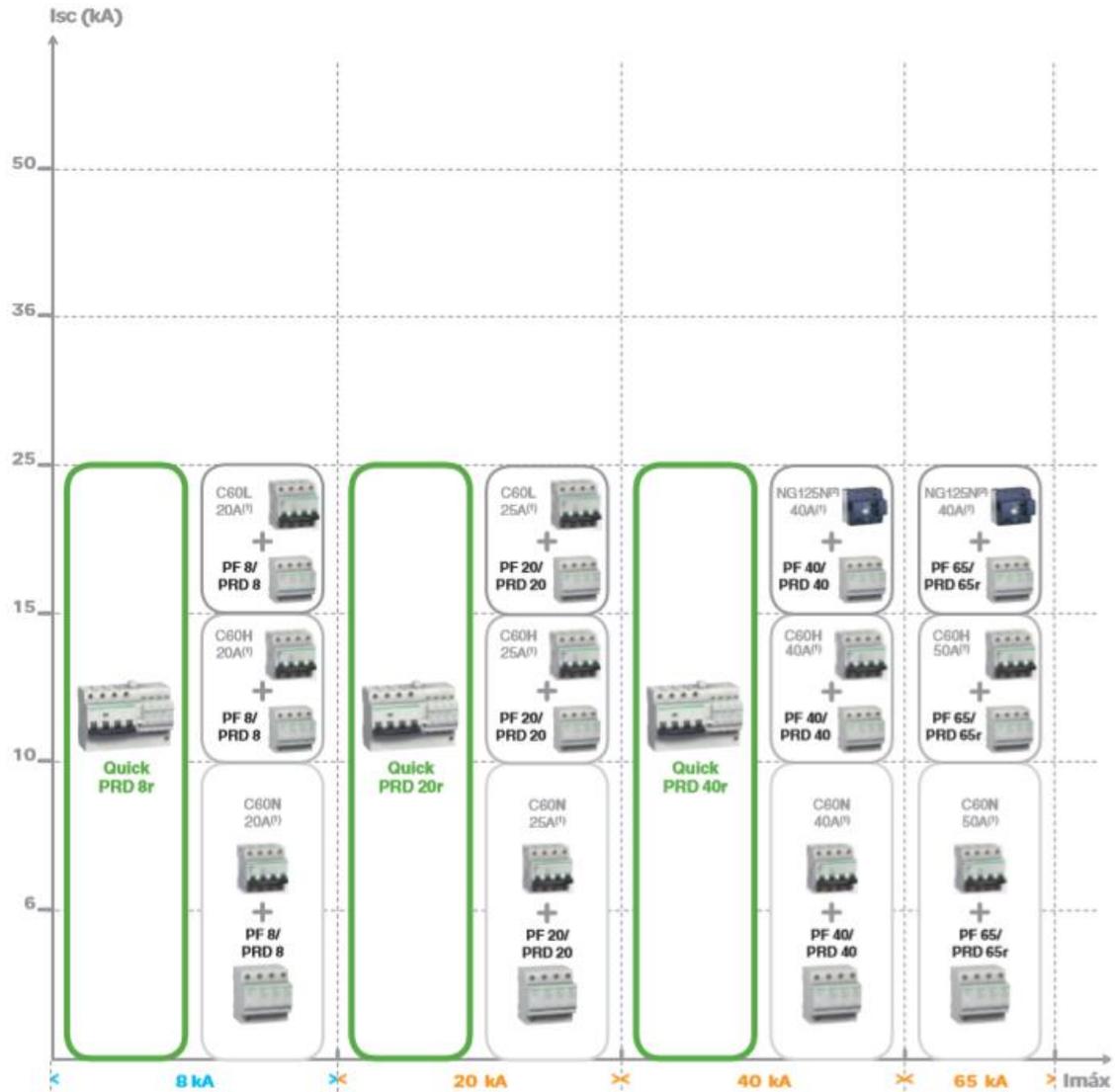
Classe I+II (efeito direto e indireto - ondas 10/350 μ s e 8/20 μ s)



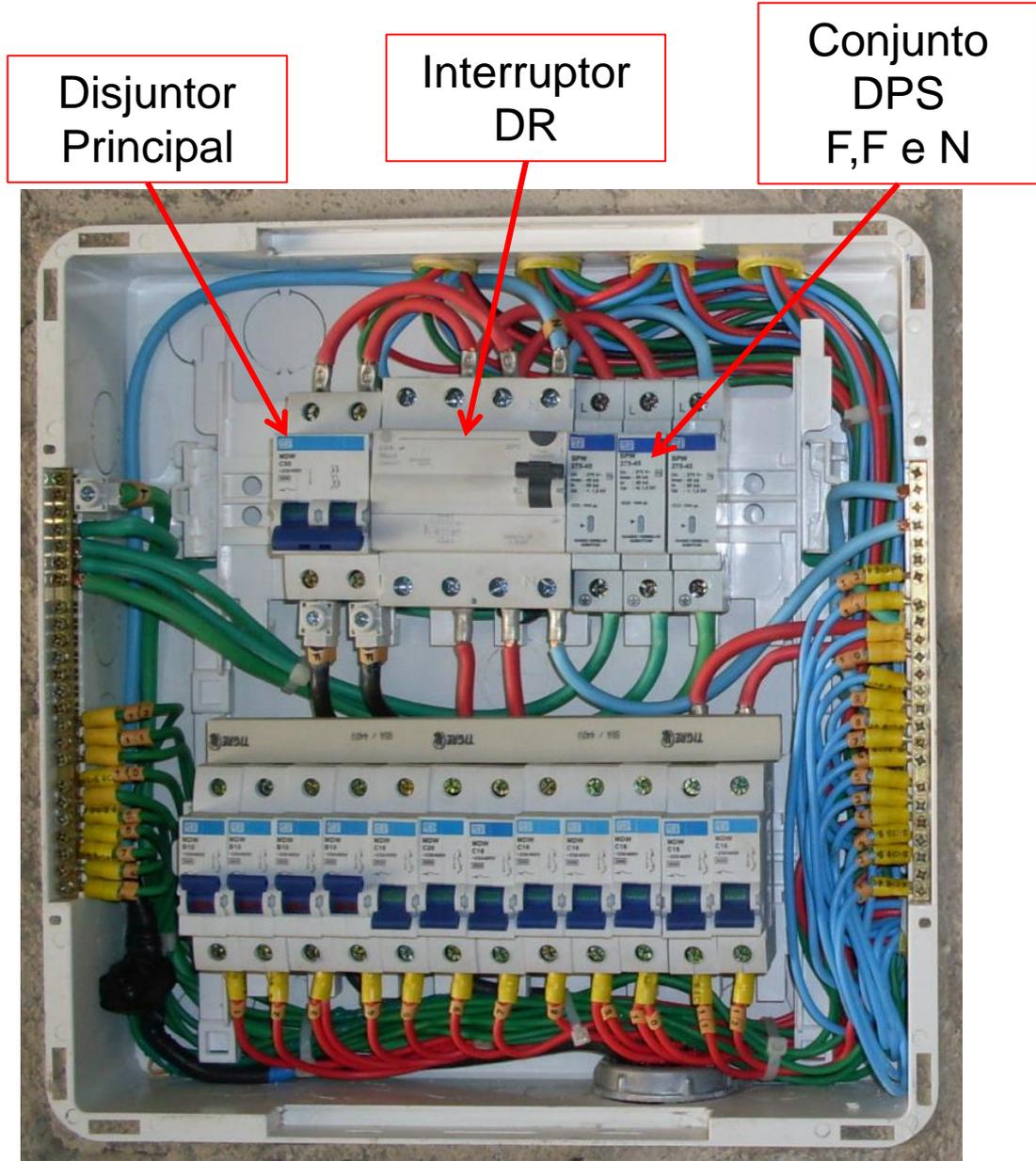
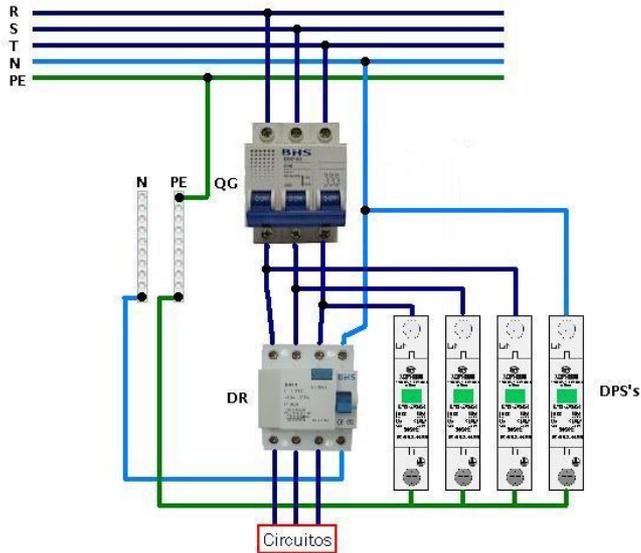
DPS	Nº de polos	Largura em passos de 9 mm
PRD1 Master Classe I – versão extraível		
PRD1 Master 1P	1P	4
PRD1 Master 3P	3P	12
PRD1 Master 3P+N	3P+N	16
PRF1 Master Classe I – versão fixa		
PRF1 Master 1P 440 V	1P	4
PRF1 12.5r Classe I + II – versão fixa		
PRF1 12.5r 3P 350 V	3P	8
PRF1 12.5r 3P+N 350 V	3P+N	8
PRD1 25r Classe I + II – versão extraível		
PRD1 25r 1P	1P	4
PRD1 25r 3P	3P	12
PRD1 25r 3P+N	3P+N	16
Cartucho		
C1 Master-350	1P	4
C1 25-350	1P	23 mm
C2 40-350	1P	12 mm
C1 Neutral-350	1P	4



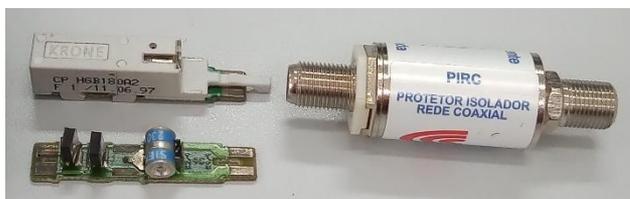
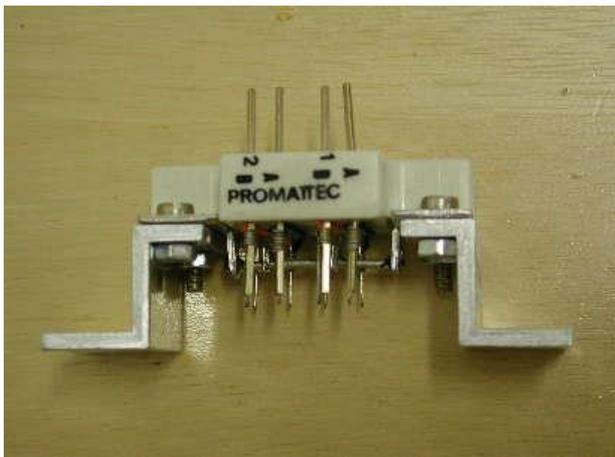
Classe II (efeito indireto - onda 8/20 μs)

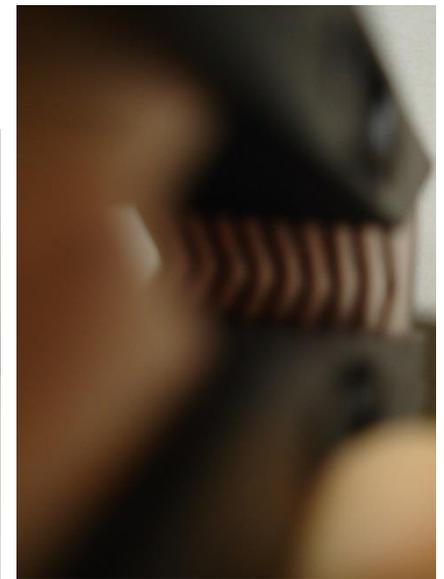
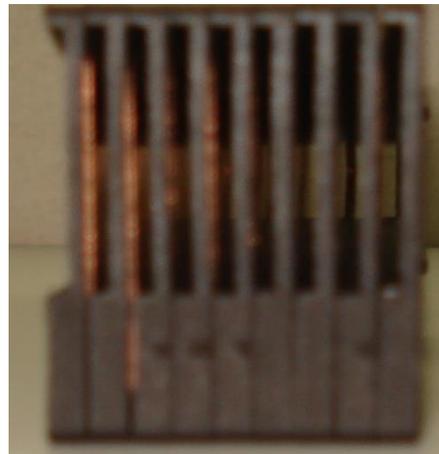
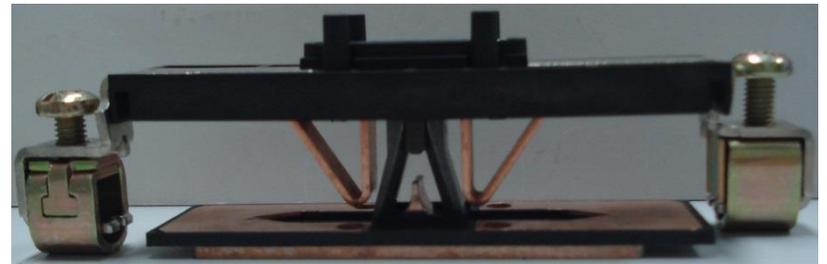
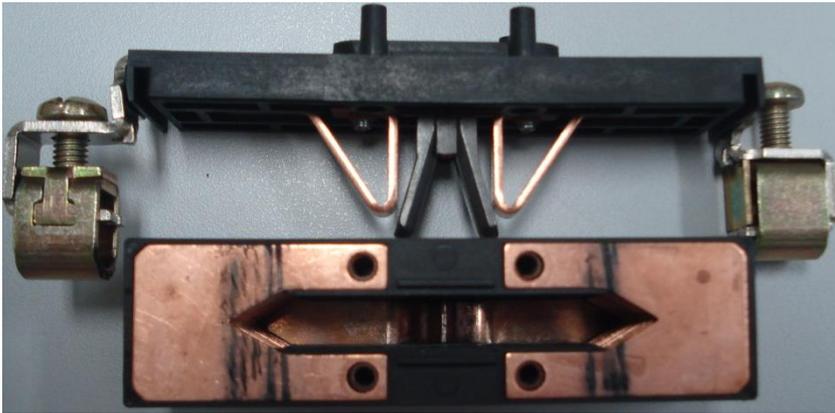
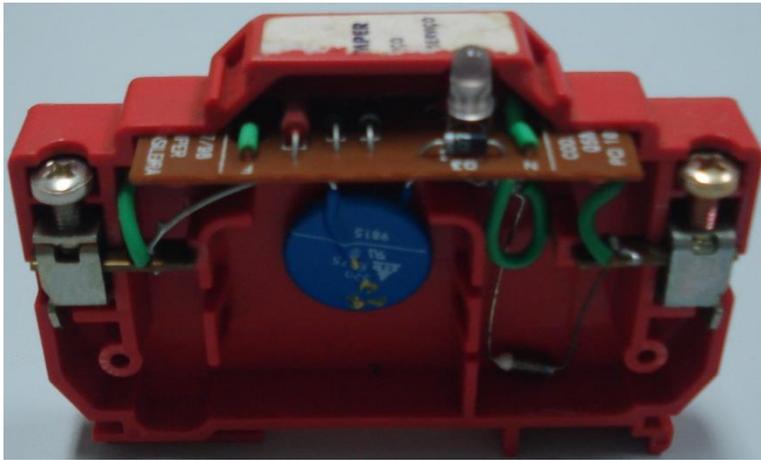


Esquema de Proteção em Quadros de Distribuição



6.3.5.3 Proteção em linhas de sinal





Retorno