

# Descarregadores de sobretensões em redes de alimentação eléctrica principais

Seleccção das soluções práticas correctas de acordo com a norma DIN EN 61643-11 (VDE 0675 Partes 6-11): 2002-12

Stefan Kemper

**O artigo responde a três questões fundamentais: De que forma se reveste uma protecção adequada contra sobretensões atmosféricas e eléctricas dos sistemas de alimentação de energia eléctrica principais? Como seleccionar o descarregador de sobretensões? Os descarregadores de sobretensões de classes de requisitos diferentes influenciam-se mutuamente?**

Os maiores picos de tensão de uma rede de alimentação de baixa tensão resultam de descargas de raios.

Devido ao elevado teor de energia gerada pelos raios que incidem directamente no equipamento de protecção contra descargas atmosféricas exterior ou numa linha aérea de baixa tensão, essas sobretensões atmosféricas provocam frequentemente uma falha total de energia em todos os consumidores ligados à rede bem como danos no isolamento.

Contudo, os picos de tensão induzidos em instalações de edifícios, linhas de energia ou linhas de dados também atingem com frequência valores múltiplos da tensão de serviço. Assim, as tensões de ligação também podem provocar a imediata falha

Eng. Lic. *Stefan Kemper*,  
Gestor de Produto TBS, OBO Bettermann GmbH & Co., Menden,

de energia dos equipamentos. Embora sem atingir picos de tensão tão elevados como as descargas de raios, surgem com frequência consideravelmente superior.

Actualmente, as entidades que exploram essas redes procuram sobretudo reduzir o perigo de incêndio e evitar a perda de hardware e de software, exigindo cada vez mais uma disponibilidade máxima dos consumidores finais.

Uma protecção eficaz contra a ocorrência de sobretensões nos sistemas de alimentação de energia eléctrica principais representa, pois, uma base sólida para dar cumprimento às exigências dessas entidades.

## Requisitos orientados para zonas de protecção contra descargas atmosféricas

Neste artigo procuramos explicar o processo de seleccção dos dispositivos de protecção contra sobretensões para sistemas de alimentação de energia eléctrica principais com base na nova norma de produtos DIN EN 61643-11 (VDE 0675 Partes 6-11):2002-12 [1].

Basicamente, os descarregadores de sobretensões têm classes de requisitos diferentes conforme as funções a que se destinam. Não se pode exigir que um descarregador de sobretensões atmosféricas instalado na entrada do edifício, por exemplo, exerça funções de protecção de

equipamentos ou de protecção específica, pois reage com maior lentidão e, cada vez que responde, sobrecarrega a instalação a montante. Por outro lado, os dispositivos que oferecem protecção específica não podem ser utilizados como descarregadores de sobretensões atmosféricas, porque seriam sujeitos a cargas excessivas e, eventualmente, acabariam por ser destruídos.

As propriedades dos vários sistemas de protecção contra sobretensões são seleccionadas com base num plano de zonas de protecção contra descargas atmosféricas [2]. Este plano obedece ao princípio básico da redução gradual das sobretensões para níveis que não ofereçam perigo, antes que elas possam atingir e danificar o equipamento final. Para o efeito, a rede de energia eléctrica é subdividida em zonas de protecção contra descargas atmosféricas (LPZ = Lightning Protection Zone). Na transição de uma zona para a outra é instalado um descarregador de sobretensões, escalonado de acordo com a classe de requisitos respectivamente necessária. As principais vantagens deste sistema são:

### Normas sobre equipamentos de protecção contra sobretensões

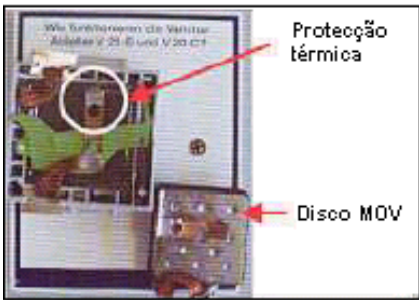
	Norma antiga: E DIN VDE 0675 Parte 6 (Projecto de 1989); A1/A2	Nova Norma: DIN EN 61643-11 (VDE 0675 Partes 6-11): 2002-12	IEC 61643-1:1998	Aplicação/Utilização, na transição de zonas
Descarregadores de sobretensões atmosféricas (Protecção básica)	Classe de requisitos B	Tipo 1	Classe I	LPZ 0 ... LPZ 1
Protecção de instalações eléctricas contra sobretensões (Protecção média)	Classe de requisitos C	Tipo 2	Classe II	LPZ 1 ... LPZ 2
Protecção contra sobretensões para equipamentos terminais (Protecção específica de aparelhos)	Classe de requisitos D	Tipo 3	Classe III	LPZ 2 ... LPZ 3

**Classificação dos descarregadores de sobretensões (SPD - Surge Protection Device)**



Fonte: OBO Bettermann

**Figura 1: Descarregadores de sobretensões com explosores baseados na tecnologia do carbono**



Fonte: OBO Bettermann

**Figura 2: Tecnologia MOV (metal oxide varistor) com disjuntor térmico**

- A descarga da corrente gerada por um raio, perigosa e plena de energia, directamente no ponto de entrada das linhas de energia no edifício, permite reduzir ao mínimo o número de ligações a outras redes, e

- Evitam-se avarias provocadas por campos magnéticos.

As LPZ de um edifício são definidas a partir do exterior para o interior:

- LPZ 0A - Zona não protegida, no exterior do edifício; o raio incide directamente, não existe protecção contra interferências electromagnéticas, os impulsos electromagnéticos gerados por descargas atmosféricas LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse)

- LPZ 0B - Zona protegida por um equipamento exterior de protecção contra descargas atmosféricas; sem escudo de protecção contra impulsos electromagnéticos gerados por descargas atmosféricas (LEMP)

- LPZ 1 - Zona no interior do edifício; é possível a presença de uma parte diminuta da energia libertada pelo raio

- LPZ 2 - Zona no interior do edifício; é possível a ocorrência de sobretensões diminutas

- LPZ 3 - Zona no interior do edifício (também pode ser a caixa exterior metálica de um consumidor); não ocorrem impulsos electromagnéticos gerados por descargas atmosféricas (LEMP), nem sobretensões.

O plano das zonas de protecção contra descargas atmosféricas prevê a

instalação de dispositivos de protecção contra sobretensões sempre que uma linha electrónica atravessa os limites entre duas zonas [2]. Estes dispositivos, designados por supressores de picos de tensão DST (Descarregadores de Sobretensões) têm de ser coordenados a nível da energia eléctrica, para que a carga total possa ser distribuída de acordo com a respectiva resistência energética e, simultaneamente, as descargas atmosféricas iniciais sejam reduzidas para valores inferiores aos que podem ser suportados sem danificação pelo equipamento que se pretende proteger.

Os fabricantes subdividem os equipamentos de protecção contra sobretensões de acordo com classes de requisitos ou de ensaio (Quadro) [3].

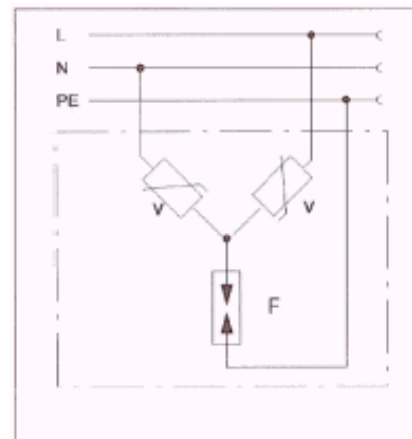
### Tipo 1 - Classe de requisitos B

Os técnicos conhecem estes equipamentos supressores de picos de tensão como descarregadores de sobretensões atmosféricas ou equipamentos de protecção básica. Têm por objectivo a equipotencialidade das descargas atmosféricas segundo [4] directas ou induzidas. Caracterizam-se pela sua elevada capacidade de resistência à corrente de impulsos (10/350  $\mu$ s) e assentam, quase sempre, no princípio do explosor ou do explosor múltiplo.

O equipamento deve ser montado tão próximo quanto possível da entrada das linhas eléctricas do edifício. Quando um raio incide directamente, os equipamentos do tipo 1 desviam e afastam do edifício as correntes de impulso (Figura 1).

### Tipo 2 - Classe de requisitos C

Estes equipamentos oferecem protecção contra as sobretensões



Fonte: OBO Bettermann

**Figura 3: Circuito em Y**

provocados pela ocorrência de descargas atmosféricas longínquas ou de actos de ligação, que penetram através da rede de alimentação [5]. Embora estes equipamentos do tipo 2 transportem uma corrente de descarga menor (8/20  $\mu$ s) do que os descarregadores de sobretensões atmosféricas, dispõem, em regra, de um nível de protecção ( $U_p$ ) e de um período de reacção menores.

A maior parte dos descarregadores de sobretensões do tipo II (Classe C) funciona internamente com resistências dependentes da tensão (MOV - Metal Oxide Varistors). Ao contrário dos descarregadores de sobretensões com explosor, possuem um dispositivo de disjunção térmico que, em caso de fusão dos discos de óxido metálico, desliga o descarregador de sobretensões da rede. Um indicador de estado indica a avaria do condutor (Figura 2).

A função de protecção dos equipamentos do tipo 2 é baseada na chamada ligação em Y. Trata-se de um circuito de protecção integrada, composto basicamente por dois varistores e por um disruptor a gás (Figura 3). Os varistores, unidos por uma das faces ao condutor exterior ou condutor neutro, estão igualmente ligados a um disruptor a gás. Se o disruptor a gás se incendiar na direcção da terra, os varistores funcionam como limitadores de corrente. O disruptor a gás controla a corrente de sequência e impede com eficácia um curto-circuito.

### Tipo 3 - Classe de requisitos D

A designada protecção de equipamentos ou específica, isto é, o descarregador do tipo 3 (Classe de requisitos D), é instalado directamente a montante dos equipamentos que tem por objectivo proteger (Distância < 5 m). Os projectistas e os instaladores devem prever estes equipamentos principalmente quando existem grandes distâncias entre a linha de entrada e o equipamento final. Linhas eléctricas muito longas permitem a formação de lacetes nos condutores que, em determinadas

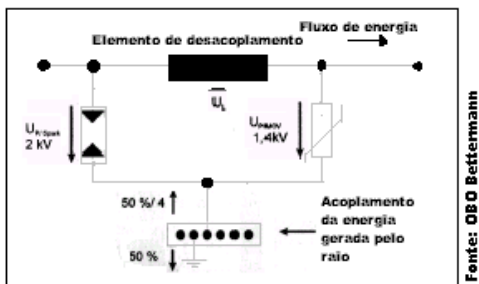
circunstâncias, actuam como antenas.

Estes descarregadores dispõem de um período de reacção curto, sendo elementos de protecção que se baseiam igualmente numa ligação em Y (Figura 3).

### Coordenação energética dos equipamentos de protecção contra sobretensões

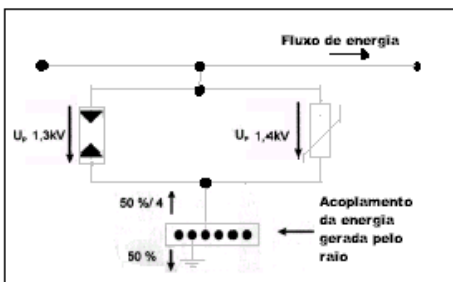
Os equipamentos de protecção contra sobretensões, instalados em espaços exíguos, podem influenciar-se mutuamente. Nestes casos, o projectista deve efectuar uma coordenação energética dos elementos do descarregador que se encontram ligados em paralelo, para que os equipamentos de protecção contra sobretensões reajam de forma selectiva.

A coordenação energética preconizada por [1] implica que a percentagem de energia de cada SPD seja igual ou inferior ao valor máximo, para todas as correntes de impulso, que o dispositivo pode suportar sem ser danificado.



Fonte: OBO Bettermann

**Figura 4: Coordenação com elementos de desacoplamento separados**



Fonte: OBO Bettermann

**Figura 5: Coordenação da protecção através de DST com baixo nível de protecção**

Os métodos de coordenação distinguem-se de acordo com as seguintes variantes de coordenação:

- sem elemento de desacoplamento separado
- com elemento de desacoplamento separado
- DST com baixo nível de protecção

As duas figuras anteriores explicam a diferença entre a coordenação com elementos de desacoplamento separados e a coordenação através de DST com baixo nível de protecção (Figura 4).

A reacção coordenada do descarregador com explosor é obtida por:

$$U_{p/Spark} = U_{p/MOV} + U_L = U_{p/MOV} + L \cdot di/dt$$

O disjuntor com explosor tem de deflagrar antes de ser excedido o valor máximo de energia que o MOV pode suportar. O elemento de desacoplamento necessário é determinado com base numa velocidade de subida da corrente di/dt (segundo [1]) mínima de 0,1 kA/ms. Se a impedância da linha eléctrica (L = 1 µH/m) entre os SPD não for suficiente para a coordenação, o projectista deverá incluir indutâncias de desacoplamento adicionais.

A figura 5 indica uma nova variante de disjuntor de sobretensões atmosféricas com explosor, que providencia uma reacção coordenada em combinação com os descarregadores de sobretensões montados directamente a jusante, sem necessidade de elementos de desacoplamento adicionais. Deste modo, o projectista consegue poupanças de espaço até 45% para projectos de protecção CEM compactos e eliminar a necessidade de delimitar com bobinas de desacoplamento a corrente nominal do ramo longitudinal. Nos sistemas compactos de redes TT e TI também deixam de ser necessários disjuntores com explosor N-PE no descarregador de sobretensões (classe de requisitos C).

### Conclusão

Os projectistas e os instaladores de um sistema de protecção contra interferências magnéticas CEM ou de um sistema de protecção contra sobretensões devem prever níveis de protecção escalonados ao longo do sistema de alimentação de energia eléctrica principal, o que lhes permite reduzir as sobretensões acopladas para níveis que não constituem perigo para o consumidor final. A utilização ou o local de implementação influenciam de forma determinante a selecção dos elementos condutores.

### Bibliografia

- [1] EN 61643-11 2002-12: Dispositivos de protecção contra sobretensões para baixa tensão - Parte 11: Dispositivos de protecção contra as sobretensões conectadas às redes de distribuição de baixa tensão - Requisitos e ensaios
- [2] DIN V VDE 0185-4:2002-11 Protecção contra descargas eléctricas atmosféricas - Parte 4: Sistemas eléctricos e electrónicos em edificações
- [3] E DIN 0675-6/A2: 1996-10 Descarregadores de sobretensões para utilização em redes de corrente alterna com tensões nominais de 100V a 1000V
- [4] DIN V VDE 185-3:2002-11 Protecção contra descargas eléctricas atmosféricas - Parte 3: Protecção de edificações e de pessoas
- [5] DIN V VDE 0100-443:2002-01: Montagem de sistemas de baixa tensão - Parte 4: Protecção dos sistemas de protecção contra sobretensões na sequência de influências atmosféricas ou de actos de ligação