

# etz

Elektrotechnik + Automation

Os valores interiores fazem a diferença.  
Chegaram os novos OBO LightningController.



Os descarregadores de corrente de raio fabricados, com a nova tecnologia multicarbono - não deixam passar as sobretensões. É o fim dos sopros de plasma.

[www.obo.de](http://www.obo.de)



**OBO**  
BETTERMANN

**Descarregadores de tensões atmosféricas fechados, com funcionalidades alargadas**

por

C. Drilling • M. Droidner • E. Jordan  
J. Meppelink • J. Trinkwald

# Descarregadores de sobretensões atmosféricas blindados com funcionalidades alargadas

C. Drilling • M. Droidner • E. Jordan • J. Meppelink • J. Trinkwald

Os descarregadores de sobretensões atmosféricas abertos, que funcionam com plasma, exigem cuidados especiais de instalação. Um disruptor de sobretensões atmosféricas com explosor múltiplo, fechado, equipado com eléctrodos de grafite, evita essas desvantagens, oferece maior segurança e permite novas aplicações

Uma descarga atmosférica provocada por um raio gera sobretensões elevadas perigosas na impedância do aterramento, provocando a destruição do isolamento. Os descarregadores de sobretensões atmosféricas resolvem esse problema, gerando a equipotencialidade transitória das sobretensões atmosféricas. Os descarregadores de sobretensões atmosféricas mais potentes têm sido construídos como explosores abertos que apagam o arco voltaico [1, 2]. A sua instalação exige a adopção de medidas

adequadas para impedir os riscos inerentes à montagem sob pressão em caixas de distribuição e o risco de incêndio de materiais. Um explosor múltiplo fechado, com eléctrodos de grafite, evita essas desvantagens e permite novas aplicações.

## Função básica e concepção do descarregador de sobretensões atmosféricas

A Figura 1a apresenta um sistema TN C. A Figura 1b reproduz uma simulação dos processos no con-

Eng. Lic. Christoph Drilling, Eng. Lic. Markus Droidner e o Eng. Ernst Jordan são colaboradores do BET (Centro de tecnologia de protecção contra sobretensões atmosféricas e interferências magnéticas EMV) em Menden.

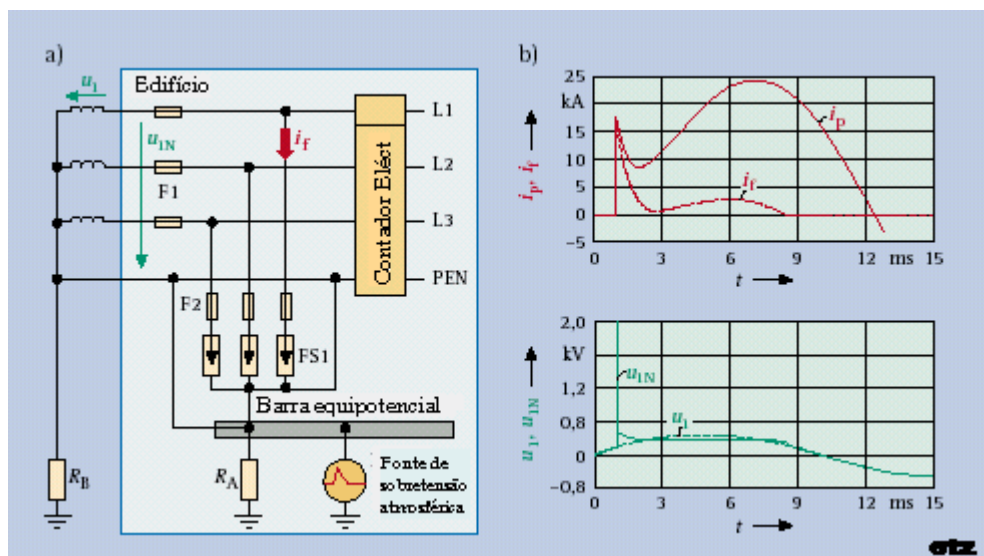
Eng. Dout. Jan Meppelink é professor de Tecnologias de Alta Tensão na Universidade de Paderborn e consultor científico do BET.

Eng. Lic. Jürgen Trinkwald é Director de Desenvolvimento do Departamento de Sistemas de Protecção e Ligação Eléctricos (ESV) da OBO Bettermann GmbH em Menden.

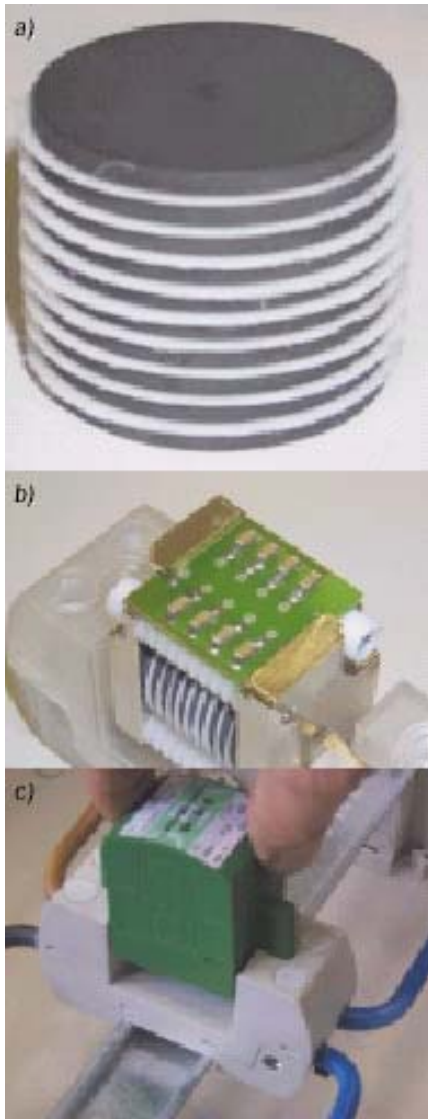
ductor exterior L1 em caso de incidência directa de descargas atmosféricas no condutor de terra da instalação. O explosor responde, dirige as sobretensões geradas pelas descargas atmosféricas para a rede, conduz e elimina a corrente secundária influenciada pela tensão de serviço aí produzida. Uma comparação com a corrente de curto-circuito prospectiva (não influenciada)  $i_p$  da Figura 1b revela a supressão da corrente secundária  $i_f$  mediante a formação de uma tensão contrária no explosor e a interrupção antes do processo natural de redução da corrente a zero.

Da função básica resultam os seguintes objectivos para o novo modelo em desenvolvimento: baixa tensão de reacção e, por conseguinte, um nível de protecção abaixo das sobretensões, forte supressão da corrente secundária gerada na rede, liberdade de reacendimento e envelhecimento reduzido.

A Figura 3 apresenta o novo descarregador de sobretensões atmosféricas, o disruptor MC 50-B. A necessidade de suprimir a corrente secundária gerada na rede obriga à presença de uma tensão contrária, concretizada nas soluções técnicas actuais - por exemplo, através do prolongamento do arco voltaico - com arrefecimento ou com gás. Um explosor numa caixa fechada parece



**Figura 1:**  
a) Disposição de descarregadores de sobretensões atmosféricas na rede e acoplamento de uma corrente de impulso de 10/350  $\mu$ s com um valor de crista de 200 kA  
FS1 Descarregador de sobretensões atmosféricas  
F1 Fusível principal RA Condutor de terra da instalação  
F2 Fusível de reserva separado RB Condutor de terra da rede (de serviço)  
b) Simulação dos processos de equipotencialidade na Figura 1a para o descarregador de sobretensões atmosféricas MC 50-B  
 $i_p$  Corrente de curto-circuito prospectiva  $i_f$  Corrente secundária gerada por influência da tensão de serviço na sequência de sobretensões atmosféricas



**Figura 2:** Montagem do MC 50-B para 50 kA 10/350  $\mu$ s e 25 kA capacidade de supressão da corrente secundária

- a) Explosores de grafite
- b) Controlo por capacitância
- c) Disruptores de encaixe, com ligação em V

impossível à primeira vista, porque é difícil dominar a formação de pressão devido à energia do arco voltaico. Neste explosor utiliza-se, em vez de um arco voltaico, uma ligação em série de vários explosores com distâncias disruptivas entre si muito pequenas. A queda de tensão resulta da soma da queda das tensões anódica e catódica do plasma difuso de todos os explosores parciais, formando desse modo a tensão contrária necessária para suprimir a corrente secundária. Já não é preciso soprar para extinguir o arco voltaico. Como o comprimento do arco voltaico dos explosores parciais se reduz

praticamente a zero, a formação de pressão é diminuta e permite uma caixa fechada. No ensaio de tipo de acordo com a Figura 6, foi medida uma queda de tensão de 285 V nos nove explosores múltiplos segundo a Figura 2a, pelo que ocorre uma queda de tensão de, aproximadamente, 30 V em cada um dos explosores parciais. O aumento do número de explosores parciais permitirá, por conseguinte, obter um explosor sem gerar corrente secundária. Devido à possibilidade de regular a tensão contrária através do número de explosores parciais, o disruptor é adequado para redes de corrente contínua. Basta que o valor seleccionado para a tensão contrária formada pelo explosor seja superior à tensão contínua nominal.

Mesmo quando sujeitos às máximas sobretensões atmosféricas, os eléctrodos de grafite (Figura 2a) dos explosores não revelam praticamente erosão eléctrica, porque não se evapora metal que, nos explosores convencionais, pode depositar-se sobre os materiais isolantes e influenciar negativamente a eficácia de desempenho num funcionamento de longa duração. A utilização de grafite garante pois a estabilidade duradoura da tensão de reacção.

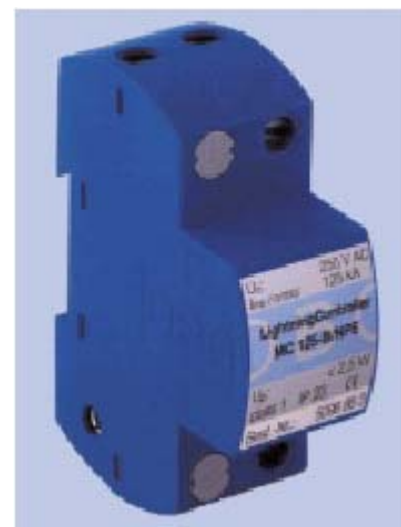
Para accionar um explosor de n-múltiplos é necessário controlar por capacitância a tensão dos explosores parciais (n-1) remanescentes. O primeiro explosor não é controlado e cumpre, por isso, o requisito de ausência de corrente de fuga. Perante a incidência de sobretensões atmosféricas, o explosor parcial inicial deflagra em primeiro lugar, a que se segue a disruptção sucessiva dos restantes explosores parciais (n-1), o que permite manter uma tensão de reacção diminuta, abaixo de 2 kV

### Estrutura

O explosor do LightningController MC 50-C é composto por nove explosores parciais blindados. A distância entre os eléctrodos é garantida por teflon, termicamente estável e resistente ao plasma. Para obter uma tensão de reacção baixa, os eléctrodos dos nove explosores parciais são controlados por capacitância, através de oito condensadores SMD (Figura 2b). A tensão de reacção não excede 2 kV. A



**Figura 3:** O disruptor LightningController MC 50-B



**Figura 4:** LightningController MC 125-B/NPE para 125 kA 10/350  $\mu$ s, (disruptor N PE)

construção como explosor de encaixe simplifica os procedimentos de inspecção e de substituição (Figura 2c). O LightningController MC foi dimensionado de modo a tomar em consideração as forças electrodinâmicas das sobretensões. As forças exercidas sobre os condutores ligados incidem, sobretudo, na ligação aos terminais (bornes). A construção do contacto dos terminais, prevista para resistir às sobretensões consideradas na norma, exclui a formação de faíscas e a erosão por fusão local do metal no ponto de contacto. Os condutores mantêm-se ligados com segurança ao terminal mesmo perante a incidência de sobretensões de 125 kA. Para o efeito foram utilizados terminais roscados M8 maciços, em vez de abraçadeiras de aperto. O terminal duplo permite a



**Figura 5:** Comparação de descarregadores de sobretensões atmosféricas: Lightning Controller MC 50-B (em cima) e descarregador de sobretensões atmosféricas convencional LA 60-B (em baixo)

ligação correcta em V, que evita interferências electromagnéticas, de fios com uma secção máxima de 35 mm<sup>2</sup>. A Figura 4 apresenta um explosor N PE do modelo MC 125-B/NPE para ligações 3+1, que pode ser utilizada com vantagem em todas as formas de rede. O explosor N PE é composto por dois explosores de grafite, cujos eléctrodos estão preparados, no entanto, para uma corrente de impulso de 125 kA 10/350 µs. Este aparelho também é construído como explosor fechado.

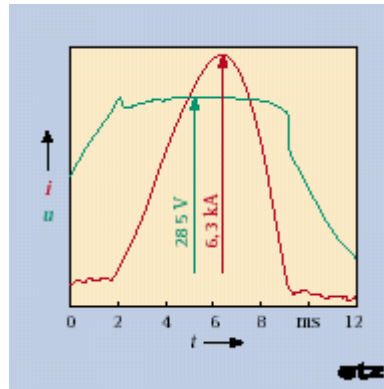
### Resultados dos ensaios

Os LightningController MC foram submetidos a um exame de tipo em conformidade com as normas VDE e IEC em vigor [3,4]. A Figura 5 apresenta o ensaio realizado por aplicação de uma corrente [5] de 50 kA com a forma de onda de impulso de 10/350 µs, em comparação com um descarregador de sobretensões atmosféricas convencional do modelo LA 60-B, onde são visíveis as vantagens do LightningController MC. Enquanto o descarregador de sobretensões atmosféricas convencional sopra plasma quente, no novo LightningController MC 50-B o plasma está ausente, o que permite a instalação sem problemas em caixas de protecção com código IP junto de caixas de ligação domésticas, quadros eléctricos, armários de distribuição e sistemas de controlo baixa tensão.

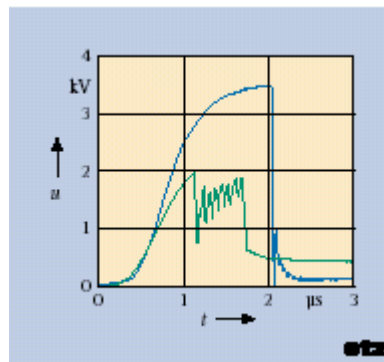
A capacidade de descarga nominal do descarregador de sobretensões atmosféricas MC 50-B é de 50 kA 10/350 µs, que até cumpre as exigências [6] máximas das redes monofásicas. As redes TT colocam exigências específicas aos descarregadores de sobretensões

atmosféricas N PE. Por norma, quando um raio incide sobre um equipamento exterior de protecção contra descargas atmosféricas, 50% da corrente passa para o condutor de terra da instalação e 50% é absorvida pela rede através do descarregador. Esta divisão depende na realidade das condições locais das resistências de aterramento. Na classe 1 de protecção contra sobretensões atmosféricas é considerada uma sobretensão atmosférica de 200 kA 10/350 µs, pelo que 100 kA passarão para a rede através do descarregador. O novo explosor N PE descarrega 125kA 10/350 µs e cobre mesmo exigências acrescidas da classe 1 de protecção contra sobretensões atmosféricas em redes TT, inclusive acima de uma divisão de 50% da corrente para o explosor.

O MC 50-B é montado sem fusível de reserva separado, porque o seu



**Figura 6:** Capacidade de supressão da corrente secundária de uma corrente de curto-circuito prospectiva de 25 kA,  $\cos \varphi = 0,2 \text{ ind.}$  O explosor foi deflagrado por uma corrente de impulso (não contida neste oscilograma) com um ângulo de fase de 30°



**Figura 7:** Tensão de reacção da sobretensão atmosférica 1,2/50 µs do novo LightningController (a verde) em comparação com o descarregador convencional a plasma (a azul)

elevado poder de supressão de correntes secundárias lhe permite dominar com autonomia correntes de curto-circuito (prospectivas) até 25 kA. A Figura 6 apresenta um exame de tipo da capacidade de supressão da corrente secundária para uma corrente de curto-circuito prospectiva de 25 kA,  $\cos \varphi = 0,2 \text{ ind.}$  A tensão contrária formada pelo explosor pode ser aplicada com vantagem em redes de corrente contínua.

Como o explosor do novo disruptor é isento de corrente de fuga, pode ser utilizado na zona a montante do contador. O nível de protecção (tensão de reacção do explosor) de 2 kV situa-se abaixo, inclusive, do valor da tensão transitória indicado para a categoria de sobretensões III segundo [7]. Por esse motivo, os novos LightningController MC também podem ser utilizados como descarregadores B em redes monofásicas de 120 V - 240 V com ponto central. A Figura 7 apresenta a comparação das sobretensões de reacção do disruptor com o descarregador de sobretensões atmosféricas. O MC 50-B deflagra ao fim de menos tempo e com tensões de reacção menores, apresentando, assim, um nível de protecção superior.

A coordenação de disruptores da categoria B, C e D [6] exige um desacoplamento através de uma linha de comprimento  $l$  ou de uma bobina de indutância  $L$ . Este desacoplamento garante que a sobretensão atmosférica comuta para os descarregadores de sobretensões da categoria B após os disruptores das categorias D e C terem previamente conduzido sobretensões atmosféricas parciais durante alguns µs. Devido ao baixo nível de protecção de 2 kV, estes disruptores necessitam de uma linha com um comprimento  $l$  menor ou uma indutância  $L$  menor do que os disruptores B com nível de protecção superior.

### Funcionamento

Os LightningController MC fechados podem ser montados em todos os quadros sem alívio adicional da pressão da caixa e sem respeitar distâncias mínimas das linhas eléctricas dentro do quadro, como acontece obrigatoriamente com os descarregadores de sobretensões atmosféricas a plasma. Como o explosor está fechado, não existe perigo de incêndio.



**Figura 8:** Aparelho de verificação do isolamento

As ligações estão ordenadas em V, o que permite otimizar o nível de protecção dos disjuntores segundo [6].

Um terminal duplo para secções de 35 mm<sup>2</sup>, resistente a sobretensões, permite o contacto e uma ligação em V de todo os condutores, para uma corrente nominal de 100 A. O canal de ligação inferior lateral do disjuntor (ver Figuras 2 e 4) evita a utilização de barramentos para as fases ou de pontes exteriores, com consequente redução significativa do tempo de montagem.

O LightningController MC 50-B é montado por encaixe, o que facilita as inspecções durante o funcionamento, cumprindo também neste ponto as exigências de [8]. A Figura 8 apresenta o aparelho de verificação do isolamento no âmbito do ensaio de funcionamento dos disjuntores segundo [8].

## Bibliografia

- [1] *Scheibe, K.; Schimanski, J.*: Practical experiences with surge protection devices. Proceedings of 24th International Conference on Lightning Protection (ICLP), pp. 801-807, Birmingham: School of Engineering and Advanced Technology, 1998. À venda através do Dr. Moofik al-Tai, School of Engineering and Advanced Technology, P.O.Box 33, Beaconside, Stafford, ST18 0DF, United Kingdom.
- [2] *Pospiech, J.; Noack, F.; Brocke, R.; Hasse, P.; Zahlmann, P.*: Self blast spark gaps: A new solution for lightning current arresters in low-voltage mains. Proceedings of 24th International Conference on Lightning Protection (ICLP), pp. 746-751, Birmingham: School of Engineering and Advanced Technology, 1998. À venda através do Dr. Moofik al-Tai, School of Engineering and Advanced Technology, P.O.Box 33, Beaconside, Stafford, ST18 0DF, United Kingdom.
- [3] E DIN VDE 0675-6/A2 (E VDE 0675 Parte 6/A2): 1996-10 Descarregadores de sobretensões para utilização em redes de corrente alterna com tensões nominais entre 100 V e 1 000 V. Alteração 2. Berlin-Offenbach: Editora VDE VERLAG
- [4] IEC 6143-1:1998-02 Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Part 1: Performance requirements and testing methods. Genebra/Suíça: Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale. À venda na editora VDE VERLAG, Berlin-Offenbach
- [5] *Drilling, C.; Droidner, M.; Jordan, E., Meppelink, J.*: Blitzschutzeinrichtungen auf dem Prüfstand (Equipamentos de protecção contra sobretensões atmosféricas no banco de ensaio). etz Elektrotech.+Autom. 119 (1998) H. 3-4, pp. 68-69
- [6] DIN V VDE V 0100-534 (VDE V V 0100 Parte 534): 1999-04 Instalações eléctricas de edifícios - Parte 534: Selecção e montagem de equipamentos - Equipamentos de protecção contra sobretensões. Berlin • Offenbach: editora VDE VERLAG
- [7] DIN V VDE V 0100-1 (VDE V V 0100 Parte 1):1997-04 Coordenação do isolamento de equipamentos eléctricos em instalações de baixa tensão - Parte 1: Princípios, requisitos e ensaios. Berlin • Offenbach: editora VDE VERLAG
- [8] Equipamentos de protecção contra sobretensões da classe de requisitos B. Directriz para a utilização em sistemas de alimentação eléctrica principais. Directriz VDEW, Frankfurt/M.: Verl. und Wirtschaftsges. der Elektrizitätswerke (VVEW)