

Protecção de um complexo de edifícios contra raios e sobretensões

Levantamento dos danos, Elaboração de novo projecto, Execução

A. König, Menden, M Weinig, Bergisch Gladbach

Na nova série de pré-normas VDE V 0185:2002-11 [1] relativas à protecção contra descargas atmosféricas, a protecção contra descargas atmosféricas e sobretensões é tratada como um sistema integrado de componentes. Tendo por base um complexo de edifícios concreto, o artigo descreve como são cumpridos os requisitos da série de normas e que vantagens trazem.



para questões de segurança (Custo de uma consulta: de aprox. 40,00 euros a 100,00 euros, dependendo da extensão das informações. Mais informações em www.vds.de) produziu os seguintes resultados : nesse dia entre as 18h31 e as 19h23 foram registadas 167 descargas atmosféricas num perímetro de 4 km das coordenadas do complexo. Foi registada uma descarga directa sobre o edifício às 18H52:56 - descarga nuvem-solo de sinal negativo, com 11,3 kA de intensidade, confirmando-se, assim, as indicações da testemunha ocular.

3 Causas e danos concretos

3.1 Sistema de alarme de incêndios

A protecção do edifício neste domínio é assegurada por um sistema de alarme de incêndios que dispõe de 12 circuitos de alarme. A sua cablagem atravessa os dois edifícios do complexo. Porque as distâncias observadas se revelaram insuficientes, a descarga provocou a absorção pela rede de parte da energia eléctrica gerada pelo raio e libertada através dos circuitos de alarme. As sobretensões atmosféricas destruíram uma placa de circuitos impressos de controlo (Figura 1), provocando a avaria do sistema de alarme de incêndios.

3.2 Avaria da central de rádio/central de controlo de tráfego por rádio

O tráfego das carreiras de autocarro é totalmente coordenado e controlado por uma central de controlo de tráfego por rádio. Todos os veículos permitem que a central consulte "em linha" os dados relativos aos condutores e aos veículos e a sua localização. Este sistema possibilita à KWS detectar em devido tempo eventuais atrasos de horários e problemas dos veículos e intervir quando necessário. O sistema permite ainda intervir na gestão do tráfego (comutação dos semáforos). Este posto de trabalho está ligado em rede a uma central de rádio UHF.

1 Descrição do Complexo

O complexo funciona, desde 1979, como sede administrativa da Kraftverkehr Wupper-Sieg AG (KWS). Daqui partem diariamente 90 carreiras de autocarros para a área de transportes de Leverkusen. O complexo aloja a oficina, uma moderna central de controlo de tráfego por rádio e todos os departamentos comerciais.

O complexo é composto por dois edifícios

- Administração: 40 m x 67 m e
- Terminal: 107,5 m x 61 m.

Dados relevantes para o equipamento de protecção contra descargas atmosféricas:

- Altura dos edifícios: 9/12 e 15 m (Zona da chaminé) - 59,55 m abaixo do nível médio do mar
- Sistema de protecção contra descargas atmosféricas existente: cumpre a norma DIN VDE 0185 Parte 1:1982-11 [2]
- Equipamento de captação: composto por cabo de alumínio de 8 mm, hastes de captação e coberturas de alumínio shuntadas por forma a resistir às sobretensões

- Linha de descarga: cabo de aço galvanizado com 8 mm de diâmetro, parcialmente colocado em juntas, e painéis de parede metálicos
- Equipamento de ligação à terra: condutor de terra redondo, elemento de aço em fita galvanizado, com 30 x 3,5 mm, e desacoplamento galvânico por disruptor com explosor, condutor de terra nos alicerces (fundações) FT 30 x 3,5 mm
- Os equipamentos de terra dos edifícios estão ligados entre si
- Equipotencialidade: existente
- Protecção contra sobretensões: apenas parcialmente existente
- Equipotencialidade para protecção contra descargas atmosféricas: existente no quadro eléctrico principal.

2 Incidências de descargas atmosféricas num edifício

Segundo declarações de um funcionário do piquete de serviço de electricidade, em 10 de Maio de 2002, um raio avariou o sistema de alarme de incêndios e o sistema RDIS-TTD (teletransmissão de dados) do complexo e destruiu a ligação de rádio da central de controlo de tráfego. Os danos e as avarias foram provocados pelas sobretensões geradas pelas descargas atmosféricas.

Uma consulta junto do departamento de prevenção de danos e perdas da VdS (Vertrauen durch Sicherheit), uma empresa da Associação das Companhias de Seguro, acreditada

Autores

Eng. *Andreas König*, OBO Bettermann GmbH & Co., Menden. Colaborador em UK 767,6 do DKE, e convidado / participante de outros grémios especializados da DKE/VE.

Manfred Weinig: Blitzableiter-Bau B. Graff & Co., Bergisch-Gladbach. Membro do Conselho de Administração da Verband deutscher Blitzschutzfirmen e.V (Federação das empresas alemãs de protecção contra descargas atmosféricas) e colaborador de grémios nacionais especializados em protecção contra descargas atmosféricas

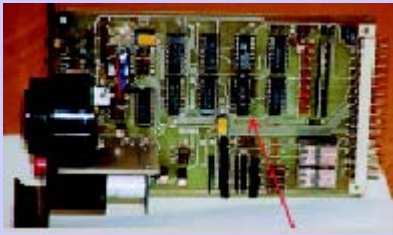


Figura 1: A proximidade entre a linha de dados e o descarregador de sobretensões atmosféricas levou à destruição de uma placa de circuitos impressos do sistema de alarme de incêndios.

Quadro 1 Excerto da directriz VdS 2010: Protecção contra descargas atmosféricas e protecção contra sobretensões orientadas para os riscos - Directrizes relativas à prevenção de danos

Objecto	Edifício	Equipamento de protecção contra descargas atmosféricas			Protecção contra Sobretensões	
		Segundo VDE 0185	Intervalo de inspecção (anos) Imposição oficial	Recomendação VdS	Necessária	Execução segundo
Edifício de escritórios	> 2000 m ² de área útil	III		5	x	VdS 2569
Edifício administrativo	> 2000 m ² de área útil	III		5	x	VdS 2569

Os dois equipamentos, a central de rádio e a central informática, estão alojados numa sala climatizada. Aspecto a considerar: uma linha de AF, resistente às sobretensões atmosféricas, liga directamente a antena de rádio da chaminé (a cerca de 8 m de altura) à central de rádio. Na tarde de 10 de Maio, a ligação de rádio avariou.

Dano concreto: a placa de AF de entrada da central de rádio foi destruída. Foi confirmado que na sua origem esteve a passagem de parte da energia gerada pela descarga atmosférica através da antena ligada ao sistema de protecção contra descargas atmosféricas, pela linha de AF, para a central de rádio. A passagem desta energia parcial destruiu a placa de AF referida.

3.3 Avaria da ligação TTD-RDIS na sala de informática

Para manter em funcionamento uma ligação de rádio que cobrisse a totalidade da área de transportes operada pela KWS, foi necessário montar outras centrais de rádios no Kath. Marienkrankenhaus de Bergisch Gladbach, na Kreishaus de Rübzahlwald e na Wagenhalle de Weiden. Estes pontos estão equipados com uma ligação TTD para o intercâmbio de dados. O servidor e a unidade TTD (NT-BA-S₀) também se encontram na mesma área da central de rádio.

Dano concreto: O raio destruiu a unidade TTD e o NT-S₀.

Causa: a parte da energia gerada pela descarga atmosférica, acoplada pela linha adutora de AF, gerou uma diferença local de tensão entre a linha TTD e a alimentação de energia. As sobretensões (correntes transitórias) geradas pela descarga atmosférica foram conduzidas para o exterior do edifício através dos equipamentos TTD.

3.4 Resumo

Embora o complexo referido estivesse equipado correctamente em conformidade com uma norma em vigor na altura

(DIN VDE 0185 Parte 1: 1982-11 [2], não foi possível evitar a destruição dos componentes electrónicos. Este resultado prende-se com a abordagem adoptada na norma antiga que coloca a ênfase na protecção dos edifícios contra descargas atmosféricas e contra incêndios. As medidas de protecção dos componentes electrónicos revelaram-se insuficientes. A nova série de normas [1] encara de forma integrada a protecção contra descargas atmosféricas e eléctricas.

4 Planeamento de uma protecção suficiente contra sobretensões

Para obter uma protecção eficaz contra sobretensões no objecto referido, convém elaborar o projecto completo de acordo com a nova norma VDE V 0185 Partes 1-4. Os projectos das novas normas (a que o autor teve acesso com antecedência), que se encontravam em fase de aplicação experimental, foram aplicados no objecto KWS O fluxograma indicado na VDE V 0185 Parte 3 é uma boa ferramenta para o planeamento /execução destes trabalhos (ver Figura 2 em [1], página 125).

4.1 Classificação da estrutura a proteger

Como o tipo de utilização/fim a que se destina o objecto são escritórios e/ou instalações industriais, não se aplica a montagem de um equipamento de protecção contra descargas atmosféricas destinado a estruturas construtivas especiais de acordo com o n.º 2 da VDE V 0185 Parte 3 [5].

4.2 Fixação da classe de protecção contra descargas atmosféricas

Poderia realizar-se um cálculo concreto segundo a VDE V 0185 Parte 2. Na norma VDE V 0185 Parte 3, mais orientada para a prática concreta dos utilizadores, lê-se a dado passo: "Salvo disposto em contrário por outras

normas, a classe de protecção necessária (I a IV) do sistema de protecção contra descargas atmosféricas é determinada por uma análise de risco segundo a norma DIN V VDE V 0185 - 2 (VDE V 0185 Parte 2). Se as normas nacionais exigirem a adopção de medidas de protecção contra descargas atmosféricas, é obrigatória a sua instalação. Se as normas não especificarem as medidas de protecção contra descargas atmosféricas, recomenda-se, no mínimo, um sistema de protecção contra descargas atmosféricas da classe III segundo a norma DIN V VDE V 0185 - 3 (VDE V 0185 Parte 3).

Observação: a directriz VdS 2010 contém um apanhado das imposições legais e de exemplos de atribuição da classe de protecção para estruturas construtivas com base em experiências de peritos."

Tendo em consideração o texto anterior e após análise da directriz VdS 2010 (Quadro 1), foi fixada a classe de protecção 3 por se considerar, em conjunto com o explorador do objecto, que essa protecção seria conveniente e vantajosa do ponto de vista económico. Foi dispensada a realização de um cálculo abrangente.

4.3 Selecção do tipo de protecção externa contra descargas atmosféricas

Tipo de material: sem superfícies combustíveis, sem materiais de cobre → Material aplicável: Alumínio ou ferro

Dimensionamento dos componentes: segundo a classe III de protecção contra descargas atmosféricas → máximo 100 kA

Componentes naturais: Cobertura metálica no terminal, cobertura metálica no edifício administrativo (unidades electricamente)

Equipamento de captação: Para a cobertura plana foi utilizado o mesmo processo de construção de uma malha de fio de alumínio redondo com 8 mm Ø segundo a classe III (máx. 15 m x 15 m) ou utilizada a cobertura metálica do terminal como equipamento de captação natural. Nota: as espessuras da chapa da cobertura metálica satisfazem os requisitos essenciais do quadro 4 da VDE V 0185 Parte 3. Foi aceite o risco de perda da impermeabilização do forro da cobertura em caso de incidência directa de uma descarga atmosférica. As superestruturas da cobertura foram protegidas pelo método do ângulo de protecção. As medidas de protecção do pátio interior foram executadas com cabos aéreos (foi respeitada a dimensão da malha de 15 m x 15 m). A coberta de alumínio da cobertura (sótão) foi curto-circuitada por forma a resistir às sobretensões atmosféricas. A figura 2 apresenta as larguras de malha/ângulos de protecção, etc., que devem ser respeitadas para cumprir a nova série de normas [3] a [7]. As resistências destes materiais também cumprem os requisitos essenciais do quadro 1. Para impedir eventuais danos (danificação da impermeabilização em caso de incidência directa de descargas atmosféricas), recomenda-se uma aplicação contínua em todo o perímetro de uma malha de fio metálico redondo com 8 mm Ø por cima da coberta da cobertura ou, em alternativa, a inclusão da coberta da cobertura na zona de protecção mediante, por exemplo, a colocação de hastes de captação adicionais

5 Medidas de protecção concretas relativas à torre emissora

A torre emissora completa foi protegida com um equipamento de captação isolado contra a incidência directa de descargas atmosféricas (Figura 3). A distância de corte s , necessária, foi calculada segundo a secção 5.3 da VDE V 0185 Parte 3:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} L$$

sendo

k_i dependente da classe de protecção seleccionada para o sistema de protecção contra descargas atmosféricas

k_c dependente das sobretensões,

geradas pelas descargas atmosféricas, que percorrem as linhas de descarga

k_m dependente do material do isolamento eléctrico

L a distância vertical entre o ponto em que se pretende determinar a distância de corte s e o ponto equipotencial seguinte

A partir de agora, a energia gerada pelas descargas atmosféricas já não consegue penetrar através da linha de AF que alimenta a central de rádio. Os eventuais acoplamentos magnéticos são minimizados por tubos metálicos ligados electricamente (escudo de protecção) e introduzidos com segurança no edifício, sem proximidade com o sistema de protecção externa contra descargas atmosféricas, bem como na zona de protecção das hastes de captação. Esta medida pode impedir com eficácia uma repetição dos danos provocados por um incidente como o referido.

5.1 Alimentação da lâmpada de sinalização / aparelhos de medição

A linha adutora ligada aos aparelhos referidos passa através da coberta da cobertura (sótão) para o quadro secundário do piso superior. De acordo com o tipo de montagem antigo da linha adutora, perante as distâncias de proximidade insuficientes ao sótão, era de prever que, em caso de incidência de um raio na torre emissora/sistema de protecção contra descargas atmosféricas, se verificasse o acoplamento (contornamento) de parte da energia libertada pela descarga atmosférica. A modificação do trajeto da linha adutora permite manter com segurança a distância de corte determinada. Por outro lado, a utilização de hastes de captação adicionais permitiu incluir a linha adutora na zona de protecção (Figura 4).

Seguindo um raciocínio similar, a unidade de refrigeração de retorno do equipamento de frio foi igualmente protegida contra a incidência directa de descargas atmosféricas mediante a instalação de um equipamento de captação isolado (Figura 5). Por sua vez, a distância de corte necessária foi calculada de acordo com a fórmula referida (1) segundo a VDE V 0185 Parte 3.

5.2 Equipamento derivador

Fio de aço galvanizado com 8 mm Ø,

parcialmente colocado em juntas, assim como utilização de painéis de parede metálicos curto-circuitados para resistir às sobretensões. O número de condutores de descarga foi adaptado de modo a permitir a sua colocação com um intervalo médio de 15 m. A colocação de condutores de descarga adicionais permitiu reduzir o factor k_c . Vantagem desta adaptação: De acordo com a fórmula de cálculo (1) da distância de corte s , a alteração do factor k_c reduz a distância de corte necessária, o que, por sua vez, reduz os valores necessários para o equipamento de captação.

5.3 Equipamento de ligação à terra

Condutor de terra disposto em anel, elemento de aço em banda galvanizado com 30 x 3,5 mm e desacoplamento galvânico com dispositivo de corte da fásca do condutor de terra nos alicerces FT 30 x 3,5 mm.

Os equipamentos de terra do edifício estão unidos entre si.

5.4 Protecção interna contra descargas atmosféricas

Uma vez que não estava tratado adequadamente na antiga norma de protecção contra descargas atmosféricas, este é o aspecto que necessitou de uma intervenção mais ampla. No caso concreto é necessário aplicar o plano de zonas de protecção contra descargas atmosféricas (Figura 6) segundo a norma VDE V 0185 Parte 4 [6].

Objectivo desta medida: cumprir o nível de protecção exigido, imposto pelas especificações dos respectivos componentes eléctricos.

Foram executadas as seguintes medidas:

- Todas as condutas metálicas (sistemas de aquecimento, condutas de fornecimento de água, reservatórios) foram ligadas com componentes de shunt (curto-circuito) com capacidade para suportar a corrente dos raios (Figura 7). Estas medidas permitem evitar diferenças de tensão e dividir com segurança as sobretensões. Vantagem: as sobretensões que, eventualmente, se verificarem, são induzidas em quantidades significativamente menores através das linhas de dados ou de energia eléctrica.
- Malha equipotencial. É igualmente necessária para evitar tensões diferenciais e a distribuição de sobretensões. A figura 14 da VDEV0185 Parte 4 apresenta uma esquematização deste plano (Figura 8).

- Utilização de descarregadores de sobretensões atmosféricas da classe B ou I para a alimentação do quadro principal de baixa tensão (Figura 9). A sua utilização permite uma descarga segura das energias parciais presentes no quadro principal de baixa tensão, sem acoplamentos eléctricos, e assegura que se evita o risco de incêndio que lhe está associado. Acresce que a zona de protecção contra descargas atmosféricas passa de 0 para 1. Em termos concretos: a resistência do isolamento do quadro principal (4 kV) é assegurada por descarregadores (nível de protecção <2 kV).
- Descarregadores de sobretensões atmosféricas, com capacidade para suportar as sobretensões libertadas pelas descargas atmosféricas, para o quadro secundário de baixa tensão, quando exista o risco de proximidades. Neste objecto não é possível evitar todos os potenciais de risco de proximidades. Por esse motivo, alguns quadros secundários poderão receber energias parciais geradas pelas descargas atmosféricas. A aplicação correcta dos descarregadores de sobretensões atmosféricas designados por descarregadores combinados (descarregadores B+C [I+II]) permite atenuar a propagação da energia libertada pelas descargas atmosféricas para o quadro de distribuição. O nível de protecção, muito inferior a 2 kV, impede a danificação dos quadros secundários (resistência de isolamento 2,5 kV) devido à ocorrência de sobretensões. Resultado desta medida: zona de protecção contra descargas atmosféricas 2.
- Conexão dos postos de trabalho informáticos e dos servidores do fornecimento de energia eléctrica, bem como ligações à rede com dispositivos, da classe D ou III, de protecção específica contra sobretensões.
- Mesmo na presença de sistemas de protecção contra descargas atmosféricas executados na perfeição, os raios que incidem perto ou longe do objecto geram sempre campos magnéticos. De acordo com a lei da indução, esta energia magnética pode acoplar-se na linha adutora de dados e energia eléctrica e gerar sobretensões elevadas com fraca energia. Os dispositivos de protecção específica colocados directamente no equipamento terminal conseguem reduzir essas sobretensões para um nível que não prejudica o equipamen-

to. De acordo com a nova norma VDE V 0185 Parte 4, o plano das zonas de protecção contra descargas atmosféricas é igualmente aplicável às ligações de dados.

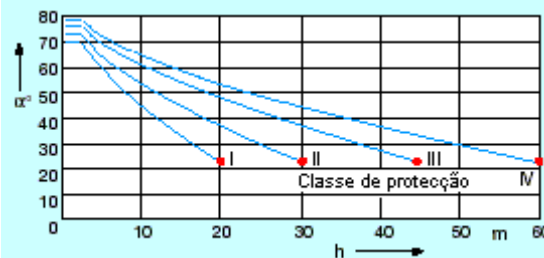
Objectivo alcançado: Garantia da zona de protecção contra descargas atmosféricas 3 directamente no equipamento terminal.

- Utilização de linhas protegidas. Trata-se de uma medida igualmente preconizada pela norma VDE V 0185 Parte 4 para reduzir o acoplamento electro-magnético e melhor distribuir as correntes parciais dos raios.

sistemas de servidores / postos de trabalho e a sistemas informáticos de controlo de tráfego oferecem segurança contra acoplamentos indutivos (zona de protecção contra descargas atmosféricas 3).

- Linha adutora de AF da central de rádio (caso de dano 2): Os dispositivos de protecção contra sobretensões, colocados directamente na central de rádio, reduzem as sobretensões ainda possíveis, atenuadas por um aparelho coaxial de protecção contra sobretensões, para um nível inócuo para a central de rádio (zona de protecção contra descar-

Classe de Protecção	Raio da esfera para-raios R, mt	Largura da malha, mt	Ângulo de protecção α°
I	20	5 x 5	ver imagem inferior
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	



Não aplicável para além dos valores assinalados com \bullet para estes casos só podem ser utilizados os métodos da esfera e da malha, h é a altura do captor acima da zona a proteger. O ângulo de protecção não se altera abaixo dos 2 m de altura.

Figura 2: Parâmetros dos métodos de protecção: raio da esfera, largura da malha e ângulo de protecção, de acordo com a classe de protecção (Excerto da VDE V 0185 Parte 3 [5])



Figura 3: Torre emissora com equipamento de captação isolado e distância de proximidade definida



Figura 4: Colocação segura da linha adutora



Figura 5: Unidade de frio isolada

- Alimentação da central telefónica S_{2M} (Caso de dano 3): a central telefónica foi convertida para condutores ópticos, que exclui danos directos da linha de alimentação da central telefónica S_{2M} provocados por raios e por sobretensões. Dispositivos de protecção específica colocados em ligações TTD acopladas a sistema

- gas atmosféricas 3) (figura 10).
- Sistema de alarme de incêndios (Caso de dano 1). Todas as linhas de alarme, a ligação de fornecimento de energia eléctrica e a ligação TTD foram ligadas ao sistema de alarme de incêndios (Figura 11), o que permite descarregar com segurança a energia gerada pelas descargas

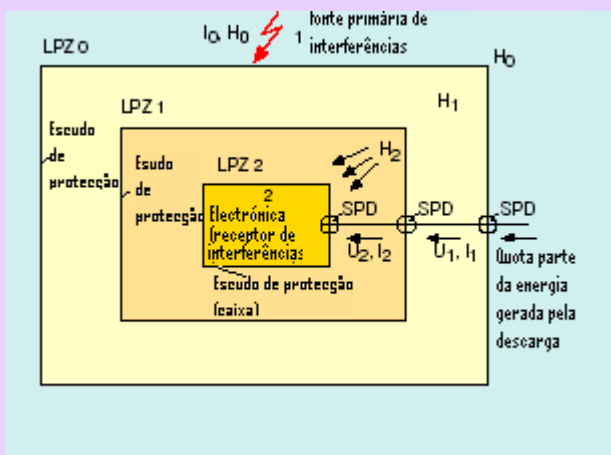


Figura 6: Plano de zonas de protecção contra descargas atmosféricas segundo a norma VDE V 0185 Parte 4 [6]

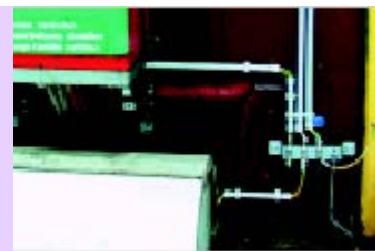


Figura 7: As medidas de equipotencialidade são fundamentais para a protecção interna contra descargas atmosféricas

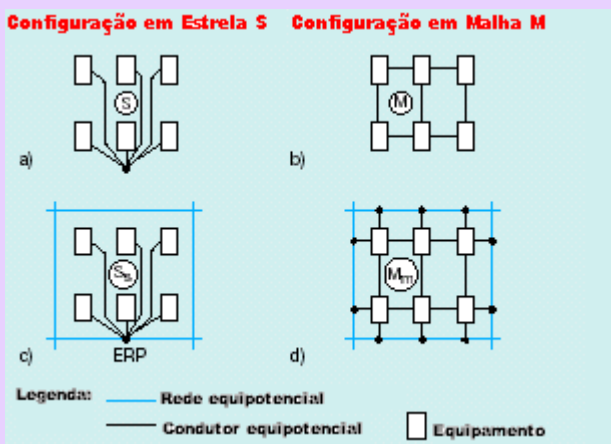


Figura 8: Protecção interna contra descargas atmosféricas: Plano de malha equipotencial, segundo a norma VDE V 0185 Parte 4

a) e b) disposição básica
 c) e d) integração no quadro equipotencial

- ponto de ligação à rede equipotencial

EPR Ponto de referência da ligação à terra
 S_s disposição em estrela integrada a partir de um ponto estrelar
 M_m disposição em malha integrada a partir de uma rede



Figura 9: Utilização de descarregadores de sobretensões atmosféricas da classe B ou I para a alimentação do quadro principal

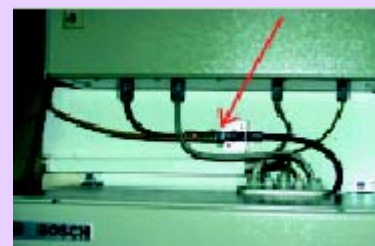


Figura 10: Linha adutora de alta frequência para a central de rádio

atmosféricas e os acoplamentos indirectos. Os sensores não são protegidos porque, em caso de sobretensões, as diferenças de tensão tendem a surgir antes entre as linhas de alarme e o potencial de terra. Uma vez que são utilizados sensores de alarme livres de potencial de terra, a colocação de elementos de protecção contra sobretensões directamente nos sensores de alarme seria um desperdício.

6 Conclusão

Apesar do sistema de protecção externa contra descargas atmosféricas, da equipotencialidade da protecção contra descargas atmosféricas e de algumas medidas de protecção contra sobretensões segundo a antiga norma VDE V 0185 Parte 1: 1982-11 relativa à protecção contra descargas atmosféricas, na prática não conseguiram ser evitados danos da parte electrónica e avarias da instalação. Graças às medidas

compensatórias de protecção contra as descargas atmosféricas e de equipotencialidade (descarregador de sobretensões atmosféricas), pelo menos o pior conseguiu ser evitado.

Tal como se verificou, as normas antigas já não respondem às actuais necessidades de protecção das técnicas de electricidade e de edifícios. Apenas um plano de protecção contra sobretensões, projectado de forma consequente, que inclua uma protecção interna e externa contra descargas atmosféricas, preparada por medida, adequada às necessidades e devidamente articulada, permite proteger os sensíveis componentes electrónicos dos sistemas de controlo de tráfego, do sistema de alarme de incêndios, das redes informáticas e de outros equipamentos da tecnologia da informação. Para que um plano de protecção completo dessa natureza possa ser elaborado, são necessárias informações suficientes sobre todas as linhas adutoras que podem transportar energia de entrada e saída do edifício. Importante: se não forem tomadas em

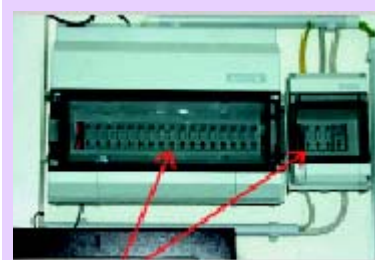


Figura 11: Protecção interna contra descargas atmosféricas do sistema de alarme de incêndios

consideração as distâncias de proximidade, a energia parcial libertada pelas descargas atmosféricas pode penetrar directamente na zona de protecção contra descargas atmosféricas LPZ 3.

Consequência: Evitar estes potenciais de risco e conectar dispositivos de protecção contra sobretensões também às ligações de dados.

Por conseguinte são importantes as seguintes medidas:

- Evitar as proximidades!
Exemplo: equipamentos de climatização, equipamentos satélite, equipamentos de rádio, etc.
- Ligação de todas as linhas adutoras provenientes do exterior com resistência às sobretensões atmosféricas nos casos em que são possíveis acoplamentos dessas energias parciais.
- Acoplamentos magnéticos: adoptar medidas de protecção específicas da rede de alimentação de energia eléctrica e das ligações de dados, directamente nos equipamentos terminais.
- Verificação periódica do sistema de protecção contra descargas atmosféricas nos termos da norma VDE V 0185 Parte 3, Secção principal 3 "Verificação e manutenção de sistemas de protecção contra descargas atmosféricas", de modo a incluir equipamentos entretanto montados (por exemplo, equipamentos de climatização, antenas) no plano de protecção.

Bibliografia

- [1] *Engelmann, E.*: Neue Normen für den Blitz- und Überspannungsschutz (Novas Normas para a protecção contra descargas atmosféricas e protecção contra sobretensões), Elektropraktiker, Berlin 57(2003) Parte 1. Caderno 1, pp. 39-41. Parte 2. Caderno 2, pp. 124-126.
- [2] VDE 0185 Parte 1:1982-11: Blitzschutzanlage; Teil 1: Allgemeines für das Errichten (Equipamentos de protecção contra descargas atmosféricas; Parte 1: Montagem; Generalidades).
- [3] VDE 0185 Parte 1:2002-11: Blitzschutz; Allgemeine Grundsätze für Gesamtkonzept; Blitz- und Überspannungsschutz (Protecção contra descargas atmosféricas; Princípios gerais para a elaboração de projectos integrados; Protecção contra descargas atmosféricas e protecção contra sobretensões).
- [4] VDE 0185 Parte 2:2002-11: -;Risiko-Management; Abschätzung des Schadenrisikos für bauliche Anlagen (Gestão de riscos; Avaliação do risco de danos para estruturas construtivas).
- [5] VDE 0185 Parte 3:2002-11: -;Schutz von baulichen Anlagen und Personen (Protecção de estruturas construtivas e de pessoas).
- [6] VDE 0185 Parte 4:2002-11: -;Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen (Sistemas eléctricos e electrónicos em estruturas construtivas).
- [7] DIN V VDE V 0100 Parte 534:19 9-04: Elektrische Anlagen von Gebäuden; Teil 534; Auswahl und Errichten von Betriebsmitteln; Überspannungs-Schutzeinrichtungen (Instalações eléctricas de edifícios; Parte 534; Selecção e montagem de equipamentos)

© by HUSS-MEDIEN GmbH
Verlag Technik
Am Friedrichshain 22
10400 Berlin