

MATERIAIS PARA PROTEÇÃO DE REDES

Guia prático de seleção e disposição de descarregadores de sobretensões em instalações AT e MT

Regras de execução e de montagem

Elaboração: DIT

Homologação: conforme despacho do CA de 2012-12-05

Edição: 1ª.

Revisão: 1ª. Conforme despacho do diretor da DIT de 2022-09-26

Acesso: X Livre

Restrito

Confidencial

Emissão: E-REDES - Distribuição de Eletricidade, S.A.

DIT – Direção Inovação e Desenvolvimento Tecnológico

R. Camilo Castelo Branco, 43 • 1050-044 Lisboa • Tel.: 218100100

E-mail: TEC@e-redes.pt

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO.....	3
1	OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO.....	3
2	DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES	3
2.1	Generalidades.....	3
2.2	Descarregadores de sobretensões normalizados	3
3	APLICAÇÃO DE DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES NORMALIZADOS	4
3.1	Generalidades.....	4
3.2	Subestações AT/MT e postos de corte AT	6
3.2.1	Proteção do painel de entrada AT	6
3.2.2	Proteção do transformador de potência AT/MT.....	7
3.2.2.1	Lado AT do transformador de potência	7
3.2.2.2	Lado MT do transformador de potência AT/MT.....	8
3.2.2.3	Terminais de neutro do transformador de potência.....	10
3.2.3	Cabos isolados de MT para equipamentos no interior da subestação	10
3.2.3.1	Proteção da blindagem dos cabos isolados de MT	11
3.2.4	Proteção do painel de saída MT	11
3.3	Rede de distribuição AT.....	12
3.4	Rede de distribuição MT.....	13
3.4.1	Transição aéreo-subterrânea de MT	14
3.4.2	Postos de transformação aéreos	14
3.4.3	Postos de transformação de cabina alta	15
3.4.4	Postos de transformação de cabina baixa	18
	ANEXO A.....	22
	DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES NORMALIZADOS.....	22
	ANEXO B.....	23
	MATRIZ DE SELEÇÃO DE DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES NORMALIZADOS	23
	ANEXO C.....	24
	INSTALAÇÃO DE DESCARREGADORES NO INTERIOR DO PTCA.....	24
	ANEXO D.....	25
	LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	25
	ANEXO E	26
	BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	26

0 INTRODUÇÃO

A E-REDES preza-se por melhorar a qualidade de serviço técnico através de uma redução do número e tempo de interrupção no fornecimento de energia elétrica aos seus clientes. Com esta ambição, foi elaborado o Guia de Coordenação de Isolamento (DRE-C10-001¹⁾) que estabelece uma estratégia em coordenação de isolamento e propõe soluções para proteger a rede e os equipamentos de sobretensões com origem diversa, com particular incidência nas de origem atmosférica.

De forma sucinta, a solução preconizada para proteção contra sobretensões com origem em descargas elétricas atmosféricas (diretas e indiretas), estabelece a uniformização do isolamento ao choque atmosférico das redes (250 kV para redes de MT e 325 kV para redes de AT), devendo os equipamentos (com menor rigidez dielétrica ao choque atmosférico) ser protegidos com a instalação de descarregadores de sobretensões²⁾.

A revisão 1 da edição 1 do presente documento visou as principais modificações:

- Retificação de todas as referências feitas aos DST utilizados pela E-REDES e respectivas características. em linha com o preconizado no DMA-C65-110;
- Atualização dos códigos SAP/JUMP dos DST com relação aos códigos SIAG anteriormente em vigor;
- Atualização de figuras e esquemas representativos das ligações dos DST nos diferentes tipo de instalações.

1 OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento apresenta linhas orientadoras na seleção³⁾ e disposição⁴⁾ de descarregadores de sobretensões para as diversas situações recomendadas no Guia de Coordenação de Isolamento (GCI). Contudo, não é objeto do presente documento estabelecer as regras de execução e montagem dos descarregadores de sobretensões nas diversas situações apresentadas, contudo, são identificados os documentos orientadores ao longo do presente guia.

2 DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES

2.1 Generalidades

Os descarregadores de sobretensões, devido à característica não linear das resistências de óxido de zinco, operam como um “caminho” de baixa impedância na presença de sobretensões, escoando a corrente de descarga para a terra de proteção e limitando a tensão aos terminais do descarregador. Por outro lado, operam como um “caminho” de elevada impedância perante os valores nominais de tensão à frequência industrial, atuando como um isolador.

Os DST são instalados nos sistemas de energia elétrica para proteger o isolamento não autorregenerável dos equipamentos de avaria permanente e tentar evitar que sobretensões de origem atmosférica (SOA) provoquem a interrupção do fornecimento de energia elétrica.

2.2 Descarregadores de sobretensões normalizados

O DMA-C65-110⁵⁾ define as características e ensaios que os descarregadores de sobretensões têm de satisfazer para poderem ser incorporadas nas instalações da E-REDES. São definidas 3 “famílias” de DST:

- DST de “subestação”⁶⁾: têm maior capacidade de absorção de energia, em relação aos DST de “distribuição” e são aplicados para proteção:
 - de aparelhagem de AT (transformador de potência AT/MT, cabos isolados de AT, disjuntor de AT, ...);

1) DRE-C10-001 - Instalações elétricas. Guia de coordenação de isolamento. Regras de execução e de montagem.

2) Doravante também designados por descarregadores ou simplesmente por DST.

3) Escolha do descarregador de sobretensões normalizado pela E-REDES adequado à instalação.

4) Localização e distâncias máximas de protecção do descarregador ao equipamento a proteger.

5) DMA-C65-110 - Materiais para protecção de redes. Descarregadores de sobretensões para redes AT e MT. Características e ensaios

6) A designação “subestação” não limita a sua instalação apenas no interior de uma subestação.

- de aparelhagem de MT (transformador de potência AT/MT e MT/MT, disjuntores de MT, ...).
- DST de “distribuição”: são aplicados para proteção de equipamentos de MT instalados/associados às linhas elétricas aéreas (transformadores de distribuição MT/BT, aparelhagem de corte e de seccionamento de rede, troços em cabo isolado de MT, ...).

Nota: os DST de “distribuição” são equipados com desconector, com o intuito de permitir a reposição célere de serviço melhorando os indicadores de qualidade de serviço e em simultâneo permite a detecção local das unidades em defeito.

- DST de “blindagem”: são aplicados para proteção da bainha exterior dos cabos isolados de MT, quando apenas uma das extremidades da blindagem dos cabos está com ligação efetiva à terra de proteção.

O DMA-C65-111⁷⁾ estipula as características e ensaios que os DST “amovíveis” têm de satisfazer para poderem ser incorporados nas redes da E-REDES.

Os DST “amovíveis” são aplicados nas travessias de cone exterior com interface do tipo C (630 A) que equipam os blocos para rede em anel (BRA) nas situações identificadas na secção 3.4.4 seguinte, para proteção dos equipamentos de MT em postos de transformação de cabina baixa.

O quadro A.1 do anexo A do presente documento apresenta os modelos normalizados de descarregadores de sobretensões, bem como as suas principais características.

3 APLICAÇÃO DE DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES NORMALIZADOS

3.1 Generalidades

A amplitude da sobretensão incidente aos terminais do equipamento a proteger está dependente:

- da amplitude e duração da sobretensão incidente (não controlável);
- das características do DST (normalizado);
- do comprimento das ligações de fase e de terra entre o DST e o equipamento (controlável);
- da terra de proteção (controlável).

Assim, é necessária especial atenção na seleção do DST, e principalmente nas distâncias elétricas de proteção/separação e no valor da resistência da terra de proteção.

As figuras 1 e 2 apresentam um esquema elétrico representativo das distâncias de proteção para sistemas sem malha de terra (rede de distribuição) e com malha de terra (subestações), respetivamente.

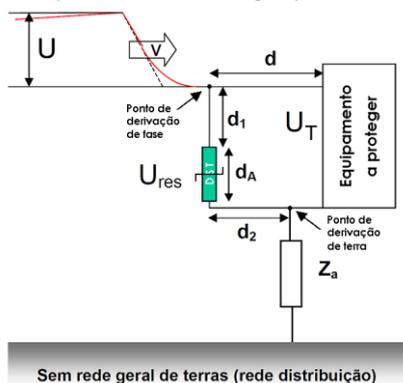


Figura 1 - Esquema elétrico para explicação da distância de proteção dos DST (rede de distribuição)

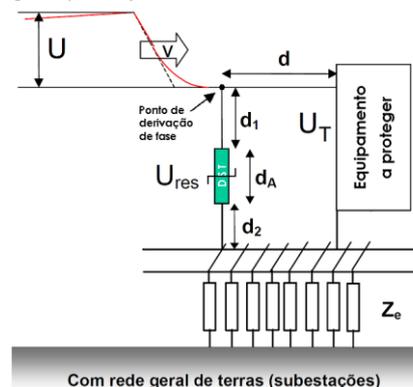


Figura 2 - Esquema elétrico para explicação da distância de proteção dos DST (subestação e posto de corte AT)

Legenda das figuras 1 e 2 acima:

U valor de pico da onda de sobretensão

7) DMA-C65-111 - Materiais para proteção de redes. Descarregadores amovíveis. Características e ensaios

U_{res}	tensão residual do DST
U_T	sobretensão aos terminais do equipamento a proteger
DST	descarregador de sobretensões
d	distância entre o ponto de derivação de fase e o equipamento a proteger
d_1	distância entre o ponto de derivação de fase e o terminal de fase do DST
d_2	distância entre o terminal de terra do DST e o ponto de derivação de terra (rede de distribuição) ou o ponto de ligação à rede geral de terras (subestação)
d_a	“altura” do DST
Z_a	impedância da terra de proteção (rede de distribuição)
Z_e	impedância da terra de proteção (subestação)

O LABLELEC realizou vários estudos para determinar as distâncias de proteção entre os descarregadores e os equipamentos, para diversas configurações típicas da E-REDES. As distâncias máximas de proteção, L_p , são apresentadas nas diversas secções do presente documento e definidas de acordo com a nota 1 seguinte.

Nota 1: para efeitos do presente documento considera-se que $L_p = d + d_1 + d_a + d_2$ (ver figuras 1 e 2).

Nota 2: dos relatórios produzidos pelo LABLELEC foi possível verificar que os valores de d_1 e d_2 devem ser o mais reduzidos possível.

Nota 3: quando possível e para uma melhor proteção, é aconselhável que $d_1 < d$.

Na instalação de DST é necessário verificar o valor da terra de proteção da instalação. Quanto menor for o valor de resistência da terra de proteção melhor será a proteção proporcionada pelo descarregador.

Os valores recomendados para a terra de proteção nas instalações da E-REDES são apresentados no Quadro 1 seguinte.

Quadro 1
Valor recomendados da terra de proteção em instalações tipo

Instalação	Terra de proteção	Documento de referência
Subestação	$< 1 \Omega$	RSSPTS ¹⁾
Apoios de AT (até 1km da subestação)	$< 30 \Omega$	DRE-C10-001
Apoios de AT com transição aéreo-subterrânea	$< 30 \Omega$	²⁾
Apoios de MT com transição aéreo-subterrânea	$< 20 \Omega$	DRE-C11-040 ³⁾
Postos de transformação do tipo aéreo	$< 20 \Omega$	DRE-C11-040
Postos de transformação do tipo cabina alta	$< 20 \Omega$	DRE-C11-040
Postos de transformação do tipo cabina baixa	$< 20 \Omega$	DRE-C11-040
Apoios MT com órgãos de corte de rede	$< 20 \Omega$	DRE-C11-040
Apoios MT com seccionadores equipados com DST	$< 20 \Omega$	DRE-C11-040

1) Regulamento de Segurança de Subestações e de Postos de Transformação e de Seccionamento (RSSPTS). Nos locais onde não é possível garantir no máximo 1Ω para a terra de proteção, devem ser consideradas as recomendações do DRP-C13-530 - Instalações AT e MT. Validação de redes de terra de subestações AT/MT pelo controlo das tensões de contacto e de passo. Recomendações de projeto.

2) por analogia com o definido para os apoios de AT com cabo de guarda até 1 km da subestação no DRE-C10-001, não sendo este valor regulamentar.

3) DRE-C11-040 – Guia Técnico de Terras.

Na instalação dos descarregadores de sobretensões devem ser consideradas as recomendações efetuadas na secção 3.6 do GCI, que estão devidamente transpostas para o presente documento.

No anexo B do presente documento é apresentada uma matriz resumo de apoio à seleção dos descarregadores normalizados para as diversas aplicações.

3.2 Subestações AT/MT e postos de corte AT

Nas subestações (SE)/postos de corte AT, como pontos críticos do sistema elétrico, é fundamental a sua proteção contra SOA, principalmente nos equipamentos mais dispendiosos e com isolamento não autorregenerável.

No presente guia, considera-se que os equipamentos instalados no interior das SE estão protegidos de descargas elétricas atmosféricas diretas, com a disposição de cabos de guarda sobre a instalação. Porém, os cabos de guarda não protegem a diversa aparelhagem de SOA provenientes das redes AT e MT, sendo necessário dotar os equipamentos da SE de proteção adequada, com a aplicação de DST.

Segundo o disposto no GCI, as subestações necessitam de instalação de descarregadores na entrada AT da SE, junto ao transformador de potência AT/MT, quer do lado AT, quer do lado MT e nas saídas MT da subestação.

Nota: no presente documento é considerado que as subestações/postos de corte AT estão protegidas com cabo de guarda, e que as linhas aéreas AT são equipadas com cabo de guarda até 1km da subestação, com o necessário controlo da terra de proteção dos apoios AT (igual ou inferior a 30Ω de acordo com o GCI).

3.2.1 Proteção do painel de entrada AT

A proteção contra sobretensões dos equipamentos do painel de entrada AT de uma subestação/posto de corte AT deve ser assegurada com a instalação de descarregadores. A proteção contra sobretensões do painel de linha toma maior importância nas situações em que o disjuntor está na posição “aberto”.

A instalação de descarregadores está dependente da forma como é efetuada a entrada AT na subestação/posto de corte AT:

- **linha aérea:** deve ser instalado descarregador à entrada do painel de linha de acordo com o recomendado no GCI, definido no projeto-tipo de subestações e esquematizado na Figura 3;
- **cabo subterrâneo:** quando a subestação é alimentada por cabo subterrâneo AT, não é necessário instalar descarregadores no painel de entrada, de acordo com o indicado no GCI.

Nota: o pressuposto anterior apenas é válido para a entrada a cabo subterrâneo em troços de alimentação totalmente subterrâneos, ou em troços com rede aérea desde que na transição aéreo-subterrânea o cabo isolado AT esteja protegido contra SOA com a instalação de descarregadores.

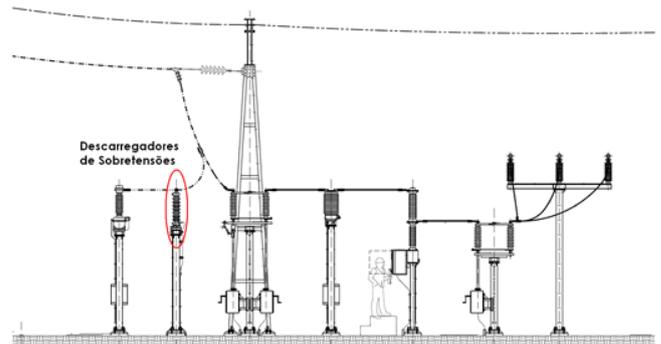


Figura 3 - Disposição do equipamento no painel de linha AT (apenas exemplificativo)

A proteção do painel de entrada AT deve ser efetuada com DST de “subestação”. Os descarregadores de sobretensões a aplicar consoante nível de poluição e localização, devem estar de acordo com o especificado no Quadro 2 seguinte.

Quadro 2
DST normalizados para proteção do painel de linha AT

Entrada AT	Local de instalação	Nível de poluição	Designação E-REDES	Código JUMP
Linha aérea	Estrutura de suporte normalizada (projeto-tipo) ⁽¹⁾	Forte	DSF7210B3	20146102
		Muito forte	DSF7210B4	20146103
	Estrutura do pórtico	Forte	DSF7210B3	20146102
		Muito forte	DSF7210B4	20146103
Cabo subterrâneo ⁽²⁾	Transição aéreo-subterrânea	Forte	DSF7210B3	20146102
		Muito forte	DSF7210B4	20146103

(1) Consultar os planos indicados na memória descritiva do projeto tipo da instalação AT correspondente.

(2) Nas situações em que a alimentação é totalmente efetuada em troço subterrâneo não é necessário instalar descarregadores de sobretensões em nenhuma das extremidades do cabo isolado de AT.

O GCI estabelece **13,5 metros** como distância máxima de separação, L_p , entre o DST e o disjuntor de painel de linha AT (distância apenas válida para a entrada em linha aérea).

Nota 1: a blindagem dos cabos isolados de AT deve ser ligada à terra de acordo com as indicações do fabricante do cabo.

Nota 2: as cadeias de isoladores utilizadas na amarração da linha aérea ao pórtico de AT devem ser iguais às cadeias de isoladores utilizadas ao longo da linha com as hastes de descarga fixas.

3.2.2 Proteção do transformador de potência AT/MT

A proteção do transformador de potência (TP) deve ser sempre realizada com recurso a descarregadores de sobretensões.

Nota: sempre que existam as hastes de descarga nas travessias de interior dos TP, as mesmas devem ser removidas para não influenciarem o desempenho pretendido para os DST.

3.2.2.1 Lado AT do transformador de potência

Os descarregadores de sobretensões para proteção do lado de AT do transformador de potência devem ser dispostos, sempre que possível, como definido no projeto-tipo de subestações⁸⁾ e esquematizado na Figura 4 seguinte.

As distâncias de separação entre o descarregador e o transformador de potência definidas no projeto-tipo de subestações são apresentadas no Quadro 3 seguinte.

Quadro 3
Distância de proteção para os DST no lado AT do TP

Troço	Comprimento
d_1+d	2,12 metros
d_a	1,26 metros
d_2	3,36 metros

8) Consultar planos indicados na memória descritiva do projeto tipo da instalação AT correspondente.

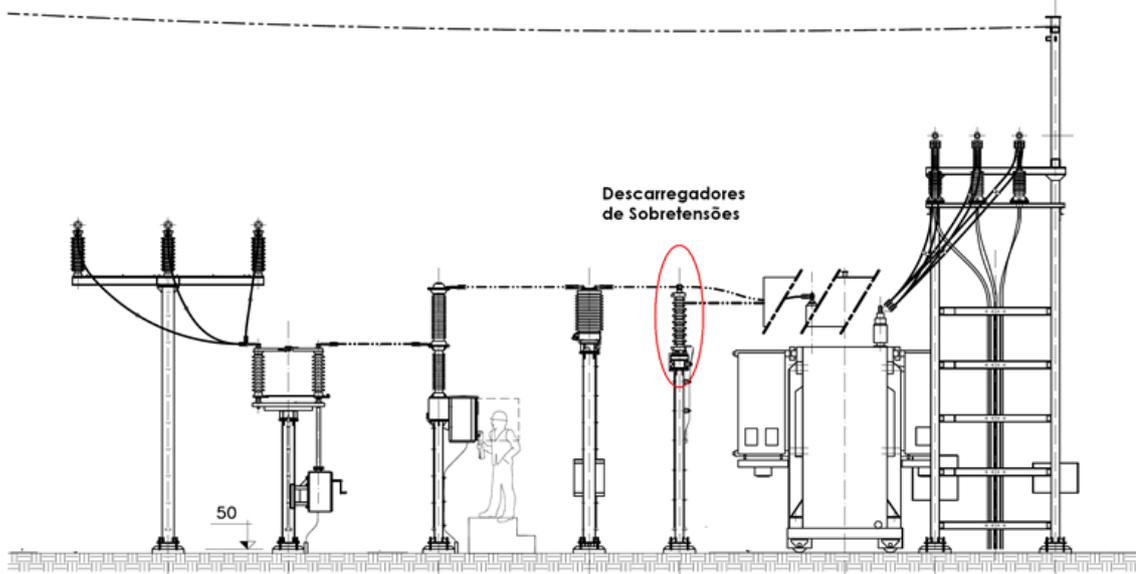


Figura 4 - Disposição do equipamento no painel do TP AT/MT

Quando não é possível aplicar as distâncias indicadas no projeto-tipo devem ser respeitadas, sempre que possível, as distâncias máximas de separação, L_p , consoante o tipo de alimentação da subestação de acordo com os estudos realizados pelo LABELEC e apresentados no Quadro 4 seguinte.

Quadro 4

Distâncias máximas de proteção, L_p , para os DST instalados no lado AT do transformador

Tipo de entrada de alimentação da subestação	Distância, L_p
Uma ou mais linhas aéreas de circuito simples	10 metros
Linha aérea de duplo circuito com chegada ao mesmo painel de linha	7 metros
Linha aérea de duplo circuito com chegada a painéis de linha diferentes	10 metros
Cabo isolado de AT	10 metros

O DST de “subestação” a utilizar na proteção do lado AT do TP de acordo com o nível de poluição no local da instalação, deve ser selecionado de acordo com Quadro 5 abaixo.

Quadro 5

DST normalizados para proteção do lado AT do transformador de potência

Nível de tensão	Nível de poluição	Designação E-REDES	Código JUMP
60 kV	Forte	DSF7210B3	20146102
	Muito forte	DSF7210B4	20146103

3.2.2.2 Lado MT do transformador de potência AT/MT

Tal como o lado AT do transformador, o lado MT deve ser protegido contra sobretensões.

Na instalação dos descarregadores deve ser tomada em consideração as orientações do GCI, assim:

- nas subestações em que as celas de MT ligam ao transformador através de cabos isolados de MT, as distâncias de proteção, L_p , para todos os níveis de tensão (30 kV, 15 kV e 10 kV) são iguais a **10,5 metros** como definido no projeto-tipo de subestações⁹⁾, e esquematizada na Figura 5 que se segue;

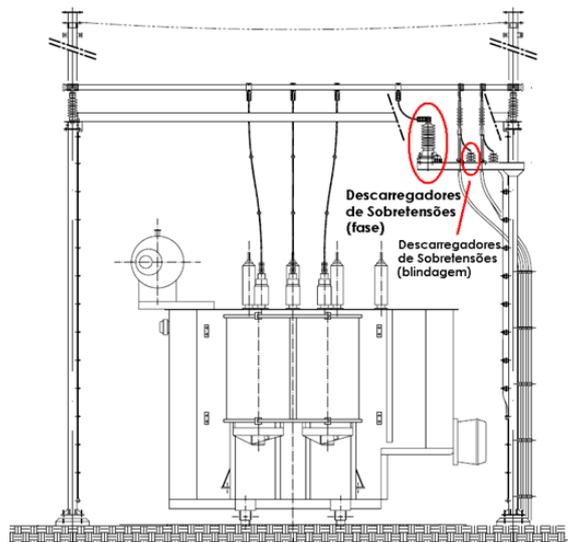


Figura 5 - Disposição dos DST no lado MT do TP

Nota: as blindagens dos cabos isolados de MT devem ser ligadas à terra de proteção através de um DST de “blindagem” (ver figuras 6 e 7 seguintes). As características do DST de “blindagem” normalizado são apresentadas no Quadro 10 da secção 3.2.3.1 do presente documento.

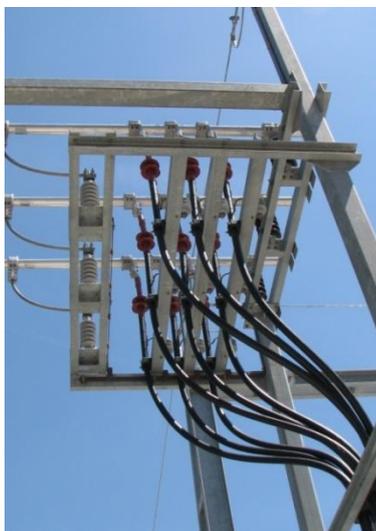


Figura 6 - Barramento MT junto ao TP



Figura 7 - Pormenor de ligação do DST de blindagem no barramento MT junto ao TP

- nas subestações com andar de MT exterior onde as ligações são efetuadas em rede aérea, recomenda-se que a instalação dos descarregadores seja estabelecida, sempre que possível, na cuba dos TP (para reduzir as distâncias de proteção) com as distâncias máximas de proteção, L_p , apresentadas no Quadro 6 seguinte.

9) Consultar planos indicados na memória descritiva do projeto tipo da instalação AT correspondente.

Quadro 6
Distâncias máximas de proteção para os DST instalados no lado MT do TP em SE com andar MT exterior

Nível de tensão	Distância máxima de proteção, l_p
10 kV	3 metros
15 kV	4 metros
30 kV	7 metros

Na proteção do lado de MT do transformador de potência de AT/MT, deve ser utilizado o DST de “subestação”. Os descarregadores normalizados a instalar consoante o nível de tensão, devem estar de acordo com o indicado no Quadro 7 seguinte.

Quadro 7
DST normalizados para proteção do lado MT do TP

Nível de tensão	Designação E-REDES	Código JUMP
10 kV	DSF1210B4	20146095
15 kV	DSF1810B4	20146097
30 kV	DSF3610B4	20146099

Nota: para proteção de ambos os lados do transformador de potência MT/MT, devem ser adotadas as distâncias máximas acima recomendadas no Quadro 6, e devem ser utilizados os descarregadores normalizados de acordo com este Quadro 7.

3.2.2.3 Terminais de neutro do transformador de potência

O terminal de neutro do TP de AT/MT, sempre que seja acessível do exterior, deve ser equipado com descarregador de sobretensões, ao abrigo das recomendações do GCI.

Os descarregadores normalizados a aplicar consoante o nível de tensão e nível de poluição, devem estar de acordo com o indicado no Quadro 8 seguinte.

Quadro 8
DST normalizados para proteção do terminal de neutro do TP

Nível de tensão	Nível de poluição	Designação E-REDES	Código JUMP
15 kV	Muito forte	DSN1310B4	20146104
30 kV	Muito forte	DSN2510B4	20146105
60 kV	Forte	DSN44102B3	20144166
60 kV	Muito forte	DSN44102B4	20146106

As distâncias de proteção a considerar para a proteção do terminal de neutro, são as mesmas utilizadas para a proteção dos terminais de fase correspondentes (ver, acima, secção 3.2.2.1 para terminal de neutro do lado de AT e secção 3.2.2.2 para terminal de neutro do lado MT do TP).

3.2.3 Cabos isolados de MT para equipamentos no interior da subestação

Nas subestações em que os painéis de MT são celas metálicas interiores, as ligações entre os diversos equipamentos e as respetivas celas de MT são realizadas com cabo isolado de MT.

A proteção contra SOA da SE (cabos de guarda e DST dos painéis de AT e MT) configura-se como suficiente para proteger os cabos isolados MT, não sendo por isso, necessária a instalação de DST adicionais para a proteção de fase dos cabos isolados de MT e equipamentos associados (reatância de neutro (RN), transformador de serviços auxiliares (TSA) e escalões de baterias de condensadores (EBC)).

3.2.3.1 Proteção da blindagem dos cabos isolados de MT

Segundo o GCI a filosofia da ligação da blindagem dos cabos isolados de MT no interior da subestação é a apresentada no Quadro 9 seguinte.

Quadro 9
Filosofia de ligação da blindagem dos cabos isolados de MT no interior da SE

Troço da ligação		Filosofia da ligação da blindagem à terra	
“Na origem”	“Na chegada”	“Na origem”	“Na chegada”
TP de AT/MT	Celas MT	DST de blindagem	Diretamente
Celas MT	EBC	Diretamente	Diretamente
Celas MT	TSA + RN	Diretamente	Diretamente
Celas MT	Saídas MT	Diretamente	DST de “blindagem” na transição aéreo-subterrânea ⁽¹⁾

(1) Nas situações que o cabo subterrâneo liga diretamente a uma rede subterrânea, a blindagem deve ser ligada à terra na cela MT e isolada da terra no 1º posto de transformação da rede subterrânea e envolta em manga termorretrátil, ou equivalente para evitar possíveis contatos (de acordo com o Guia Técnico de Terras).

Para proteção da bainha exterior do cabo, deve ser utilizado o DST de “blindagem”. O DST normalizado a instalar deve estar de acordo com o indicado no Quadro 10 seguinte.

Quadro 10
DST de “blindagem” normalizado para proteção da bainha exterior dos cabos isolados MT

Nível de tensão	Designação E-REDES	Código JUMP
10 kV, 15 kV e 30 kV	DBB0310M4	20146107

3.2.4 Proteção do painel de saída MT

O projeto-tipo de subestações estabelece que as saídas MT são efetuadas em cabo isolado de MT entre as celas MT (interiores) e as transições aéreo-subterrâneas das saídas MT junto à subestação (ou ligar diretamente a uma rede subterrânea de MT). Nestas condições o GCI considera que os equipamentos do painel de saída de MT estão protegidos contra sobretensões provenientes da rede aérea, apenas se na transição aéreo-subterrânea forem instalados descarregadores para proteção do cabo isolado de MT.

Nota: o GCI recomenda que a distância entre o disjuntor MT e a transição aéreo-subterrânea não seja superior a 110 metros, de modo a reduzir o risco de avaria nos equipamentos do painel MT.

Nas subestações em que as saídas MT sejam efetuadas em linha aérea é necessário proteger os equipamentos de MT contra sobretensões, principalmente quando disjuntor de MT está na posição “aberto”. Os descarregadores normalizados a instalar devem estar de acordo com o indicado no Quadro 11 seguinte.

Quadro 11
DST normalizados para proteção do painel de saída MT

Saída MT	Andar MT	Local de instalação	Nível de tensão	Designação E-REDES	Código JUMP
Linha aérea	Exterior	Pórtico de MT	10 kV	DSF1210M4	20146096
		Passa-muros	15 kV	DSF1810M4	20146098
Cabo subterrâneo	Interior	Transição aéreo-subterrânea	30 kV	DSF3610M4	20146100

As distâncias máximas de proteção, L_p , são as definidas para a rede aérea de MT e devem estar de acordo, sempre que possível, com as distâncias indicadas no Quadro 12 seguinte.

Quadro 12
Distâncias máximas de proteção dos DST instalados no painel de saída MT

Nível de tensão	Distância máxima de proteção, L_p
10 kV	3 metros
15 kV	4 metros
30 kV	7 metros

Nota: para o cálculo de L_p , na instalação de DST em transições aéreo-subterrânea, deve ser considerado o esquema da Figura 1, secção 3.1 do presente documento.

3.3 Rede de distribuição AT

A rede de distribuição AT é maioritariamente em rede aérea, contudo, sempre que se verifique uma transição entre linha aérea e linha subterrânea, o cabo isolado de AT deve ser protegido contra SOA com a instalação de descarregadores. Os descarregadores normalizados a aplicar em função do nível de poluição da instalação, devem estar de acordo com o especificado no Quadro 13 seguinte.

Quadro 13
DST normalizados para proteção do cabo isolado AT

Nível de tensão	Nível de poluição	Designação E-REDES	Código JUMP
60 kV	Médio, Forte	DSF7210B3	20146102
	Muito Forte	DSF7210B4	20146103

A distância máxima de proteção, L_p , recomendada é de **10 metros**, correspondendo à distância máxima recomendada para a proteção do lado AT de um TP de AT/MT em subestações alimentadas por uma ou mais linhas aéreas em circuito simples.

Nota 1: A proteção da bainha exterior do cabo isolado de AT deve ser realizada de acordo com as recomendações do fabricante do cabo isolado de AT.

Nota 2: Recomenda-se que a resistência da terra de proteção do apoio de AT seja menor ou igual a 30 Ω .

3.4 Rede de distribuição MT

A estratégia da coordenação de isolamento preconizada no GCI estabelece 250 kV como a tensão suportável ao choque atmosférico para as linhas aéreas de MT. Contudo, esta tensão de isolamento não é repercutida nos equipamentos associados/ligados à rede aérea¹⁰.

Neste sentido, é necessário prover os equipamentos de MT de dispositivos de proteção adequados contra sobretensões, a fim de evitar avarias e/ou taxas de contornamentos elevadas nos locais onde estão instalados os equipamentos de MT.

A aparelhagem elétrica de MT que possua isolamento autorregenerável (seccionadores, interruptores-seccionadores), ou seja, com menor risco de ocorrência de um defeito permanente, não é prioritária na instalação de descarregadores de sobretensões de acordo com o preconizado no GCI.

O Quadro 14 seguinte apresenta um conjunto de situações e as respectivas soluções sobre a aplicação de descarregadores de sobretensões em equipamentos diretamente associados à rede aérea de MT.

Quadro 14
Necessidade de instalação de DST em equipamento MT associado à rede aérea

Equipamento MT	Instalação de DST	Observações
Órgãos de corte de rede	Obrigatório	Instalação em ambos os lados
Troço de cabo subterrâneo	Obrigatório	De acordo com a secção 3.4.1 deste DRE
Transformadores de MT/BT	Obrigatório	De acordo com as secção 3.4.2 , 3.4.3 e 3.4.4 deste DRE
Seccionadores	Não obrigatório (1)	Instalação de 1 lado ou dos 2 lados, se o seccionador é normalmente fechado ou normalmente aberto, respetivamente
<i>(1) A aplicação de descarregadores deve ser realizada de acordo com a experiência de terreno, ou seja, se se considerar que a taxa de contornamentos for excessiva.</i>		

Os DST a instalar nas redes de MT para proteção dos equipamentos devem ser dispostos com a distância máxima de proteção, L_p , conforme definido no GCI e apresentado no Quadro 15 seguinte.

Quadro 15
Distâncias máximas de proteção dos DST instalados junto a equipamentos MT associados à rede aérea

Nível de tensão	Distância máxima de proteção, L_p
10 kV	3 metros
15 kV	4 metros
30 kV	7 metros

Nota: deve ser garantido que as distâncias d_1 e d_2 conforme apresentado na Figura 1, são o mais curtas possível.

A proteção dos equipamentos de MT instalados na rede aérea de MT deve ser realizada com DST de “distribuição” com desconector. Os descarregadores normalizados a aplicar consoante o nível tensão, devem estar de acordo com o especificado no Quadro 16 seguinte.

¹⁰⁾ Os valores de tensão suportável ao choque atmosférico para os equipamentos de MT são: 75 kV, 95 kV e 170 kV para redes de 10 kV, 15 kV e 30 kV, respetivamente.

Quadro 16
DST normalizados para proteção dos equipamentos MT associados à rede aérea

Nível de tensão	Designação E-REDES	Código JUMP
10 kV	DDF121014	20172654
15 kV	DDF181014	20172655
30 kV	DDF361014	20172656

3.4.1 Transição aéreo-subterrânea de MT

As transições aéreo-subterrâneas são **sempre** equipadas com descarregadores de sobretensões para proteção dos cabos isolados de MT. Os DST de “distribuição” com desconector normalizados a utilizar consoante o nível de tensão devem estar de acordo com o anterior Quadro 16.

Os descarregadores a instalar nas redes de MT para proteção dos equipamentos devem ser colocados a distância máxima de proteção, L_p , conforme definido no GCI e apresentado no anterior Quadro 15.

O DRE-C11-601 (transições aéreo-subterrâneas de MT – instalação de descarregadores de sobretensões), estabelece as regras de instalação dos descarregadores de sobretensões em transições aéreo-subterrâneas.

O GCI recomenda que do ponto de vista de coordenação de isolamento a blindagem dos cabos seja ligada à terra na transição aéreo-subterrânea.

Nota: apenas nas saídas das subestações (consultar secção 3.2.4) deve instalar-se o DST de “blindagem” entre a blindagem e a terra de proteção.

3.4.2 Postos de transformação aéreos

Os postos de transformação (PT) do tipo aéreos devem ser sempre protegidos contra sobretensões. Os descarregadores devem ser montados na cuba do transformador e as ligações ao equipamento a proteger (ligação de fase (d_1+d) e ligação de terra (d_2)) devem ser o mais curta e direta possível, de acordo com o seguidamente apresentado nas figuras 8, 9 e 10.

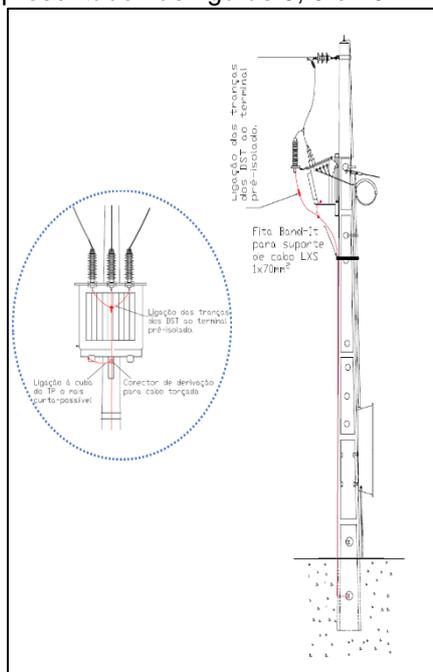


Figura 8 - PT aéreo tipo A. Ligação dos DST

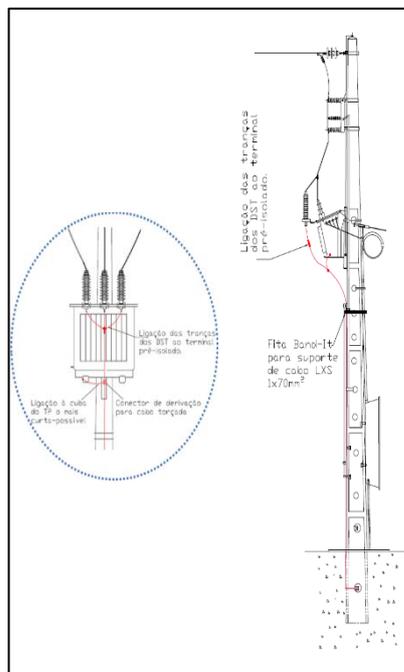


Figura 9 - PT aéreo tipo R100. Ligação dos DST

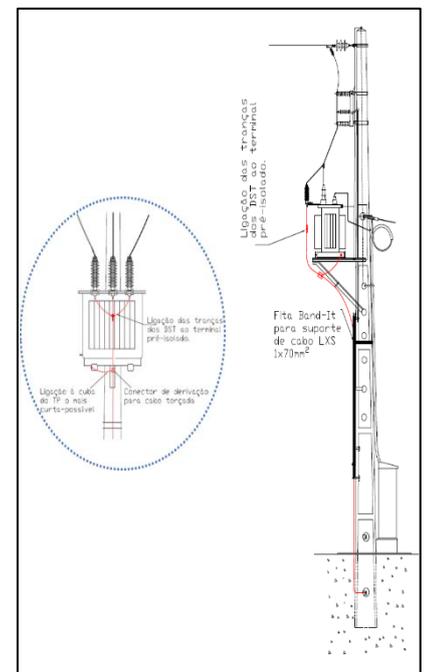


Figura 10 - PT aéreo tipo R250. Ligação dos DST

A distância máxima de separação, L_p , deve estar de acordo com as distâncias máximas definidas para os equipamentos associados à rede MT conforme apresentado no Quadro 15, secção 3.4 do presente documento.

A proteção dos equipamentos de MT instalados na rede aérea de MT deve ser realizada com DST de “distribuição” com desconector. Os descarregadores normalizados a aplicar consoante o nível tensão, devem estar de acordo com o especificado no Quadro 16, da secção 3.4 do presente DRE.

O guia técnico de terras, estabelece as regras de instalação dos descarregadores nos postos de transformação do tipo aéreos (PT-A, PT-R100 e PT-R250).

3.4.3 Postos de transformação de cabina alta

O GCI apresenta a matriz de decisão para remodelação a aplicar aos postos de transformação MT/BT de cabina alta (PTCA), apresentado seguidamente no Quadro 17, resultante de um estudo técnico-económico efetuado pela E-REDES.

As posições 3, 4 e 5 do Quadro 17 preveem a instalação de descarregadores no exterior da cabina alta (posições 3, 4 e 5) e no interior e exterior da cabina alta (posição 4).

A proteção dos PTCA (soluções das posições 3, 4 e 5) deve ser realizada com DST de “distribuição” com desconector. Os descarregadores normalizados a aplicar consoante o nível tensão devem estar de acordo com o especificado no anterior Quadro 16, secção 3.4 .

Os descarregadores aplicados no exterior do PTCA (proteção dos isoladores de travessia, situação 4, ou para proteção do cabo isolado MT, situação 3 e 5) devem ser instalados com as distâncias máximas definidas para a rede MT no Quadro 15 da secção 3.4 do presente documento.

Quadro 17
Matriz de decisão para postos de transformação de cabina alta

	Considerações							Solução
	Tipo de travessia	Necessita de ser substituída por outro equipamento	Problemas de contornos	Humidade no edifício	Localização rural (< 100 kVA)	Localização rural (< 250 kVA)	Semiurbana	
1	Porcelana	Não	Não	Não	X	X	X	Não fazer nada
2	Resina epoxy	Não	Não	Não	X	X	X	Aplicação de RTV nas travessias
3	Resina epoxy	Sim	Sim ou não	Não	X	X	X	Substituir travessias por cabo e equipamento de corte no ar por corte em SF ₆
4	Porcelana	Não	Sim	Não	X	X	X	Mover os DST para o transformador e aplicar um segundo conjunto de DST
5	Porcelana	Sim	Sim	Não	X	X	X	Substituir travessias por cabo e equipamento de corte no ar por corte em SF ₆
6	Porcelana ou resina epoxy	Sim ou não	Sim ou não	Sim	X			Posto de transformação aéreo tipo R100
								(PTR100 < 100 kVA)
7	Porcelana ou resina epoxy	Sim ou não	Sim ou não	Sim			X	Posto de transformação aéreo tipo R250
								(PTR250 < 250 kVA)
8	Porcelana ou resina epoxy	Sim ou não	Sim ou não	Sim			X	Posto de transformação tipo cabina baixa
								(PTCB < 630 kVA)

Os descarregadores aplicados no interior do PTCA (proteção do TP MT/BT, situação 4) devem ser instalados, sempre que possível¹¹⁾, na cuba do transformador com as distâncias máximas de proteção, L_p , definidas para os equipamentos associados à rede MT no Quadro 15 da secção 3.4 do presente documento.

A Figura 11 apresenta um exemplo de instalação de DST na cuba do transformador nos PTCA em que o transformador está elevado numa plataforma e não existe rede de vedação.

11) Sempre que se garanta as distâncias de isolamentos regulamentares entre as partes ativas e entre as partes ativas e a terra (por exemplo: rede de vedação).



Figura 11 - Exemplo de montagem de DST diretamente na cuba do transformador

Nos PTCA em que não é possível cumprir as distâncias de isolamento devem ser respeitadas as distâncias de separação definidas no GCI e apresentadas na Figura 12, cuja aplicação real é demonstrada pela Figura 13.

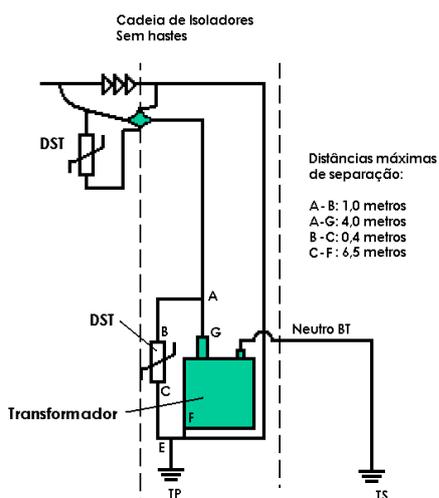


Figura 12 - Esquema da disposição dos DST para a proteção dos PTCA (afastado do transformador)



Figura 13 - Montagem de DST no interior de PTCA (afastado do transformador). Exemplificativo

Nota: A disposição dos equipamentos no interior do PTCA é apresentada no anexo C.

No DRE-C13-861¹²⁾ são estabelecidas as regras de execução e montagem para as situações 3 e 5 do Quadro 17 acima apresentado.

Nota: quando adotadas as soluções para as situações 3 e 5 a blindagem do cabo isolado de MT é ligada à terra de proteção em ambas as extremidades.

12) DRE-C13-861 - Instalações de AT e MT. Postos de transformação em cabina alta. Remodelação de entrada para cabo e bloco de uma função. Regras de execução e de montagem.

3.4.4 Postos de transformação de cabina baixa

Os postos de transformação de cabina baixa (PTCB) podem necessitar de proteção contra SOA se forem alimentados por uma rede aérea, ou mesmo, se apenas estiverem inseridos numa rede subterrânea com troços em rede aérea.

O DRE-C13-901¹³⁾ estabelece as regras de execução e montagem de descarregadores em PTCB, definindo, também, as situações em que a instalação de descarregadores deve ser realizada.

Nota: a instalação de DST é **sempre obrigatória** em todas as transições aéreo-subterrânea.

O fluxograma da Figura 14 apresenta um conjunto de perguntas/resposta para apoio à decisão de instalação de DST, para proteção contra SOA do transformador de potência MT/BT em PTCB.

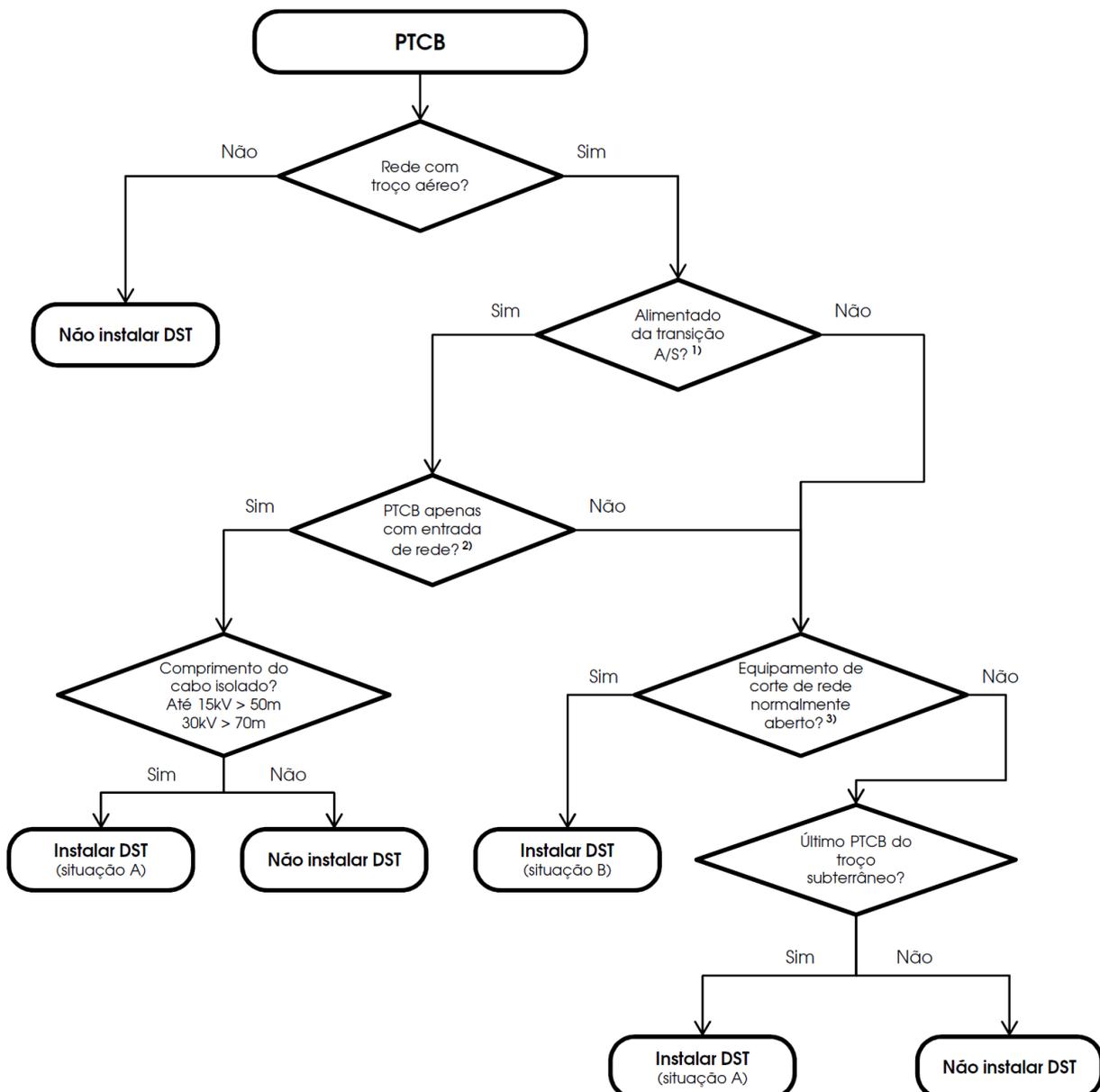


Figura 14 - Fluxograma de decisão para instalação de DST em PTCB

13) DRE-C13-901 - Instalações de AT e MT. Postos de transformação em cabina baixa. Instalação de descarregadores de sobretensões. Regras de execução e de montagem.

Notas identificadas na Figura 14:

- 1) O PTCB pode estar diretamente ligado à rede aérea através de cabo isolado, ou inserido numa rede subterrânea alimentada a partir de uma rede aérea (considera-se em ambos os casos que na transição aéreo-subterrânea são instalados DST de acordo com a secção 3.4.1 do presente documento).
- 2) No presente documento considera-se que “PTCB apenas com entrada de rede” são PTCB que não permitem a interligação/continuidade de rede, ou seja, são instalações “em ponta”.
- 3) Considera-se que PTCB com equipamento de corte de rede normalmente aberto são PTCB onde é efetuada a separação de alimentação da rede em regime normal de exploração.

No fluxograma da Figura 14 acima são apresentadas as situações em que é necessário instalar DST adicionais para proteção dos TP dos PTCB, sendo definidas duas situações base, a situação A e a situação B.

No Quadro 18 seguinte são apresentadas as soluções possíveis de proteção contra sobretensões para cada situação referida anteriormente consoante o tipo de quadro de MT que equipa o PTCB.

Quadro 18
Soluções de instalação de descarregadores no interior de um PTCB

Situação	Quadro de MT	Solução
Situação A	Bloco para rede em anel (BRA)	1) instalar DST junto do transformador
		2) instalar DST no BRA
	Celas modulares	1) instalar DST junto do transformador
		2) substituir celas modulares por BRA e instalar DST no BRA
Situação B	Bloco para rede em anel (BRA)	Troço aéreo apenas de um lado: 1) instalar DST no interruptor “normalmente aberto” do BRA, se o troço aéreo for do lado interruptor “normalmente aberto” 2) instalar DST no interruptor “normalmente fechado” do BRA, ou junto do transformador, se o troço aéreo não for do lado interruptor “normalmente aberto”
		Troço aéreo de ambos os lados: 1) instalar DST no interruptor “normalmente aberto” do BRA e Instalar DST no interruptor “normalmente fechado” do BRA, ou junto do transformador
		1) Mudar o local de corte de rede para um PTCB equipado com BRA e adotar uma das soluções apresentadas para a situação B em que o quadro de MT é um BRA
	Celas modulares	1) Substituir as celas modulares por BRA e adotar uma das soluções apresentadas para a situação B em que o quadro de MT é um BRA
		2) Substituir as celas modulares por BRA e adotar uma das soluções apresentadas para a situação B em que o quadro de MT é um BRA
<p>Nota 1: sempre que forem apresentadas várias soluções para a mesma situação, deve ser adotada a solução em função dos seguintes aspetos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - técnicos; - económicos; - facilidade de montagem e desmontagem dos descarregadores. <p>Nota 2: a opção por instalação de DST nos BRA deve apenas ocorrer excecionalmente, e após avaliação técnico-económica.</p>		

Do Quadro 18 acima conclui-se que a instalação de descarregadores no interior de PTCB pode ser efetuada de 2 formas:

- **Junto ao Transformador de Potência MT/BT (solução preferencial, quando possível)**

A proteção junto ao transformador deve ser realizada com DST de “distribuição” com desconector. Os descarregadores normalizados devem estar de acordo com o especificado no Quadro 16, da secção 3.4 do presente documento.

A distância máxima de separação, L_p , deve estar de acordo com as distâncias máximas definidas para os equipamentos associados à rede aérea conforme apresentado no Quadro 15 da secção 3.4 do presente documento.

A Figura 15 seguinte apresenta um exemplo de montagem de DST no interior de um PTCB.



Figura 15 - Montagem de DST no interior de PTCB junto ao transformador (apenas ilustrativo)

Nota 1: o DRE-C13-901 estabelece as regras de execução e montagem de descarregadores em PTCB.

Nota 2: a ligação do entre o terminal de terra do DST e a terra de proteção do PTCB deve ser direta, com derivação para a cuba do transformador MT/BT e blindagem dos cabos isolados de MT (a distância d_2 , da Figura 1 (apresentada na secção 3.1 do presente documento), deve ser o mais curta possível).

Nota 3: nos PTCB a instalação dos DST deve ser efetuada na cuba do transformador. Para os casos em que não seja possível instalar os DST na cuba do transformador e de modo a garantir a segurança da instalação (pessoas e bens) aquando atuação, recomenda-se, nesta situação, a não instalação do suporte isolante e respetivo desconector. O DST deve ser fixado diretamente à ferragem concebida para o efeito, contudo deve ser validado que o PTCB em questão admite espaço suficiente para seguir esta abordagem respeitando as distâncias de isolamento das partes metálicas normalmente sem tensão previstas no GCI (e.g: cela do transformador para o compartimento de manobra).

— Equipamento de corte (Bloco para Rede em Anel)

A instalação da proteção contra SOA do PTCB, no bloco para rede em anel, deve ser realizada com DST “amovível” com interface de ligação do tipo C (630 A). Os DST normalizados devem estar de acordo com o seguidamente indicado no Quadro 19.

Quadro 19
DST normalizados para proteção dos PTCB a instalar no BRA

Nível de tensão	Nível de poluição	Designação E-REDES	Código JUMP
10 kV	Indiferente	DAF12101Nx	-
15 kV	Indiferente	DAF18101Nx	-
30 kV	Indiferente	DAF36101Nx	-

Nota: o DRE-C13-901 estabelece as regras de execução e montagem de descarregadores em PTCB.

ANEXO A
DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES NORMALIZADOS
Quadro A.1
Descarregadores de sobretensões normalizados

Código JUMP	Designação E-REDES	Classificação	Ligação	Ur (kV) Tensão estipulada	Terminal de fase	Fixação (Suporte)	Poluição (Nível)
20146095	DSF1210B4	Subestação	F-T fase-terra	12	Patilha 4 furos (NEMA)	Base metálica	Muito forte
20146096	DSF1210M4	Subestação	F-T fase-terra	12	Perno M12	Braço metálico	Muito forte
20146097	DSF1810B4	Subestação	F-T	18	Patilha 4 furos (NEMA)	Base metálica	Muito forte
20146098	DSF1810M4	Subestação	F-T	18	Perno M12	Braço metálico	Muito forte
20146099	DSF3610B4	Subestação	F-T	36	Patilha 4 furos (NEMA)	Base metálica	Muito forte
20146100	DSF3610M4	Subestação	F-T	36	Perno M12	Braço metálico	Muito forte
20146102	DSF7210B3	Subestação	F-T	72	Patilha 4 furos (NEMA)	Base metálica	Forte
20146103	DSF7210B4	Subestação	F-T	72	Patilha 4 furos (NEMA)	Base metálica	Muito forte
20146104	DSN1310B4	Subestação	N-T	13	Patilha 4 furos (NEMA)	Base metálica	Muito forte
20146105	DSN2510B4	Subestação	N-T	25	Patilha 4 furos (NEMA)	Base metálica	Muito forte
20144166	DSN4410B3	Subestação	N-T	44	Patilha 4 furos (NEMA)	Base metálica	Forte
20146106	DSN4410B4	Subestação	N-T	44	Patilha 4 furos (NEMA)	Base metálica	Muito forte
20146107	DBB0310M4	Blindagem	B-T blindagem- terra	2,8	Perno M12	Braço metálico	-
20172654	DDF1210I4	Distribuição	F-T	12	Perno M12	Braço isolante e desconector	Muito forte
20172655	DDF1810I4	Distribuição	F-T	18	Perno M12	Braço isolante e desconector	Muito forte
20172656	DDF3610I4	Distribuição	F-T	36	Perno M12	Braço isolante e desconector	Muito forte
-	DAF12101Nx	Amovível	F-T	12	Interface tipo C		-
-	DAF18101Nx	Amovível	F-T	18	Interface tipo C		-
-	DAF36101Nx	Amovível	F-T	36	Interface tipo C		-

ANEXO B
MATRIZ DE SELEÇÃO DE DESCARREGADORES DE SOBRETENSÕES NORMALIZADOS

Nível de tensão	Local	Aplicação	Nível de poluição	Anterior designação E-REDES (DMA-C65-110: Ed4)	Atual designação E-REDES (DMA-C65-110 Ed 5, Rev 2)	Código JUMP	
10 kV	Subestação	- barramento MT no painel do transformador de potência	Forte	DSF12102B3	DSF1210B4	20146095	
			Muito forte	DSF12102B4			
		- painel de saída MT - transição aéreo-subterrânea na saída MT	Forte	DSF12102M3	DSF1210M4	20146096	
			Muito forte	DSF12102M4			
	Rede MT	- transições aéreo-subterrâneas, exceto à saída das SE - postos de transformação MT/BT - equipamentos de rede (OCR,...)	Médio	DDF12101M2	DDF1210I4	20172654	
			Muito forte	DDF12101M4			
		- bloco para rede em anel nos PTCB	Qualquer	DAF12101Nx	DAF12101Nx	-	
15 kV	Subestação	- barramento MT no painel do transformador de potência	Forte	DSF18102B3	DSF1810B4	20146097	
			Muito forte	DSF18102B4			
		- painel de saída MT - transição aéreo-subterrânea na saída MT	Forte	DSF18102M3	DSF1810M4	20146098	
			Muito forte	DSF18102M4			
		- neutro do enrolamento MT	Forte	DSN13102B3	DSN1310B4	20146104	
			Muito forte	DSN13102B4			
	Rede MT	- transições aéreo-subterrâneas, exceto à saída das SE - postos de transformação MT/BT - equipamentos de rede (OCR,...)	Médio	DDF18101M2	DDF1810I4	20172655	
			Muito forte	DDF18101M4			
			- bloco para rede em anel nos PTCB	Qualquer	DAF18101Nx	DAF18101Nx	-
30 kV	Subestação	- barramento MT no painel do transformador de potência	Forte	DSF36102B3	DSF3610B4	20146099	
			Muito forte	DSF36102B4			
		- painel de saída MT - transição aéreo-subterrânea na saída MT	Forte	DSF36102M3	DSF3610M4	20146100	
			Muito forte	DSF36102M4			
		- neutro do enrolamento MT	Forte	DSN25102B3	DSN2510B4	20146105	
			Muito forte	DSN25102B4			
	Rede MT	- transições aéreo-subterrâneas, exceto à saída das SE - postos de transformação MT/BT - equipamentos de rede (OCR,...)	Médio	DDF36101M2	DDF3610I4	20172656	
			Muito forte	DDF36101M4			
		- bloco para rede em anel nos PTCB	Qualquer	DAF36101Nx	DAF36101Nx	-	
60 kV	Subestação	- painel do transformador de potência - painel de entrada AT	Forte	DSF72102B3	DSF7210B3	20146102	
			Muito forte	DSF72102B4	DSF7210B4	20146103	
		- transição aéreo-subterrânea de entrada AT	Forte	DSF72102B3	DSF7210B3	20146102	
			Muito forte	DSF72102B4	DSF7210B4	20146103	
			- neutro do enrolamento AT	Forte	DSN44102B3	DSN4410B3	20144166
				Muito forte	DSN44102B4	DSN4410B4	20146106
	Rede AT	- transição aéreo-subterrânea	Médio	DSF72102B3	DSF7210B4	20146103	
			Muito forte	DSF72102B4			
MT	Subestação/rede MT	- blindagem dos cabos isolados de MT	Qualquer	DBB03101M4	DBB0310M4	20146107	

ANEXO C

INSTALAÇÃO DE DESCARREGADORES NO INTERIOR DO PTCA

Os desenhos da figura C.1 seguinte apresentam a disposição dos DST no interior de um PTCA quando não é possível instalá-los na cuba do transformador de potência MT/BT.

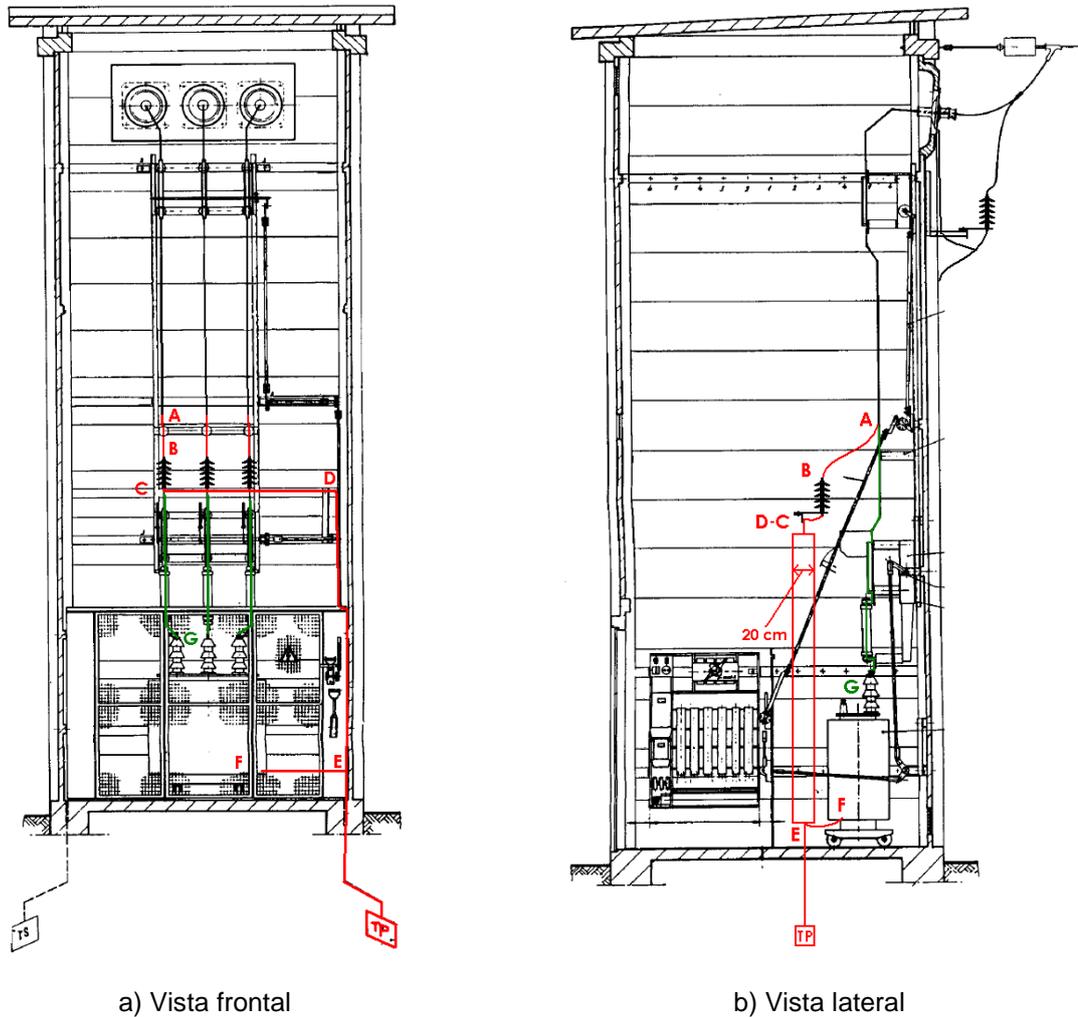


Figura C.1 - Desenhos detalhados para a disposição dos DST no interior de um PTCA

Distância máxima de separação:

A-B = 1 metro

A-G = 4 metros

B-C = 0,4 metros

C-D + D-E + F-G = 6,5 metros

Nota: de modo a reduzir a queda de tensão na ligação de terra é recomendável que na ligação entre D e E sejam utilizados 2 cabos LXS 1x70mm² de secção, afastados de 20 cm.

ANEXO D**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

Ao longo do presente documento foram sendo referidas as siglas e abreviaturas seguidamente discriminadas.

AT	alta tensão
BRA	bloco para rede em anel
BT	baixa tensão
B-T	ligação blindagem-terra
DEA	descargas elétricas atmosférica
DMA	documento de materiais e aparelhos. Características e ensaios
DRE	documento de regras de execução, utilização e montagem
DRP	documento de recomendações de projeto
DST	descarregador de sobretensões
F-T	ligação fase-terra
GCI	guia de coordenação de isolamento
L_p	distância máxima de proteção do DST
MT	média tensão
N-T	ligação neutro-terra
PT	posto de transformação
PT-A	posto de transformação do tipo aéreo
PT-R250	posto de transformação do tipo aéreo com interruptor
PT-R100	posto de transformação do tipo aéreo com seccionador
PTCA	posto de transformação do tipo cabina alta
PTCB	posto de transformação do tipo cabina baixa
RSSPTS	regulamento de segurança de subestações e de postos de transformação e de seccionamento
SE	subestações
SOA	sobretensões de origem atmosférica
TP	transformador de potência
USCD	linha de fuga específica unificada (<i>unified specific creepage distance</i>)
ZnO	óxido de zinco

ANEXO E**BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

Para a elaboração do presente DRE foi necessária a consulta da documentação seguidamente discriminada.

DMA-C65-110	Materiais para proteção de redes. Descarregadores de sobretensões de óxido de zinco sem explosores para redes de corrente alternada. Características e ensaios
DMA-C65-111	Materiais para proteção de redes. Descarregadores amovíveis. Características e ensaios
DRE-C10-001	Instalações elétricas. Guia de coordenação de isolamento. Regras de execução e de montagem
DRE-C11-040	Guia técnico de terras. 1ª parte – ligações à terra. (Regras para ligação à terra das instalações de distribuição de energia em MT e BT (redes de média tensão, postos de transformação e redes de baixa tensão)). Regras de execução e de montagem
DRE-C11-601	Redes – Linhas. Transições aéreo-subterrâneas de MT. Instalação de descarregadores de sobretensões. Regras de execução e de montagem
DRE-C13-861	Instalações de AT e MT. Postos de transformação em cabina alta. Remodelação de entrada para cabo e bloco de uma função. Regras de execução e de montagem
DRE-C13-901	Instalações de AT e MT. Postos de transformação em cabina baixa. Instalação de descarregadores de sobretensões. Regras de execução e de montagem
DRP-C13-530	Instalações AT e MT. Subestações de distribuição. Validação de redes de terra de subestações AT/MT pelo controlo das tensões de contacto e de passo. Recomendações de projeto
LABELEC – RL 05/12 – DED – ER	Distâncias de instalação de DS em subestações AT/MT da E-REDES
LABELEC – RL 07/02 - ED	Coordenação de isolamento no lado AT das subestações: substituição das hastes de guarda reguláveis por descarregadores de sobretensões
LABELEC – RL 07/03 - ED	Proteção contra sobretensões no lado MT das subestações
LABELEC – RL 07/07 – ED	Proteção do lado BT do PT aéreo face a descargas atmosféricas sobre a linha MT
LABELEC – RL 08/28 – DED	Coordenação de isolamento em postos de transformação em série, interligados por rede subterrânea
LABELEC (E-mail)	Installation of surge arresters on indoor transformers fed by overhead lines – document with drawings