

## INSTRUÇÃO TÉCNICA

GR.IT.GER.002

# RETORNO DA CORRENTE DE TRAÇÃO, TERRAS E PROTEÇÕES - PARTE 13: ESPECIFICAÇÕES DOS COMPONENTES

---

Aplicação:  
Grupo IP

### CICLO DE PRODUÇÃO DO DOCUMENTO

ELABORAÇÃO	SUPERVISÃO	APROVAÇÃO
EA-ESL e EA-ECE	EA-EPF	DEA 2023-12-06



## ÍNDICE

	Pág.
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVO .....	10
3 ÂMBITO .....	10
4 SIGLAS E DEFINIÇÕES.....	11
4.1 Siglas.....	11
4.2 Definições.....	12
5 RESPONSABILIDADES .....	12
6 REQUISITOS GERAIS APLICÁVEIS .....	13
6.1 Normas .....	13
6.2 Aprovação de Materiais .....	13
6.3 Condições Ambientais .....	13
6.4 Tempo de Vida Útil .....	13
6.5 Proteção Antifurto .....	13
7 CABO DE TERRA ENTERRADO - CDTE .....	13
7.1 Âmbito e Definição.....	13
7.2 Aplicação .....	14
7.3 Manutenção .....	14
7.4 Propriedades Mecânicas.....	14
7.5 Propriedades Elétricas.....	15
8 LIGADOR TIPO C MONOMETÁLICO EM ALUMÍNIO.....	15
8.1 Âmbito e Definição.....	15
8.2 Aplicação .....	16
8.3 Manutenção .....	16
8.4 Propriedades mecânicas.....	16
8.5 Propriedades elétricas .....	16
9 LIGADOR DE CDTE EM FITA DE AÇO COBREDO A BARRA DE TERRA.....	16
9.1 Âmbito e definição .....	16
9.2 Aplicação .....	17
9.3 Manutenção .....	17
9.4 Propriedades mecânicas.....	17
9.5 Propriedades elétricas .....	17



9.6	Normas aplicáveis.....	18
10	EMPALME BIMETÁLICO (LIGADOR TOPO-A-TOPO) .....	18
10.1	Âmbito e definição .....	18
10.2	Aplicação .....	19
10.3	Manutenção .....	19
10.4	Propriedades mecânicas.....	19
10.5	Propriedades elétricas .....	19
11	TUBO TERMORETRÁTIL.....	19
11.1	Âmbito e definição .....	19
11.2	Aplicação .....	20
11.3	Manutenção .....	20
11.4	Propriedades mecânicas.....	20
11.5	Propriedades elétricas .....	20
12	BARRA DE TERRA.....	20
12.1	Âmbito e definição .....	20
12.2	Aplicação .....	20
12.3	Manutenção .....	21
12.4	Propriedades mecânicas.....	21
12.5	Dimensões e aplicação .....	22
12.5.1	Instalação em CI do tipo F - Barras de Terra planas .....	22
12.5.2	Instalação em CI do tipo E – Barras de Terra planas .....	23
12.5.3	Instalação em CI de sinalização, telecomunicações ou catenária em alvenaria – Designação “rabo de peixe” para chumbamento.....	23
12.5.4	Instalação em estrutura em betão – furação adequada para fixação por intermédio de bucha metálica e parafuso M10 (Aço Inox A2) .....	24
12.6	Propriedades elétricas .....	26
13	CAIXA DE INSPEÇÃO (CI) .....	26
13.1	Âmbito e definição .....	26
13.2	Aplicação .....	27
13.3	Manutenção .....	28
13.4	Propriedades mecânicas.....	28
14	CABO DE ALUMÍNIO LXV .....	28
14.1	Âmbito e definição .....	28
14.2	Aplicação .....	29



14.3	Manutenção .....	29
14.4	Propriedades mecânicas.....	29
14.5	Propriedades elétricas .....	29
15	BAIXADAS DE PÁRA RAIOS EM VARÃO DE AÇO INOX PARA TORRES DE ANTENAS DE TELECOMUNICAÇÕES.....	30
15.1	Âmbito e definição .....	30
15.2	Aplicação .....	30
15.3	Manutenção .....	30
15.4	Propriedades mecânicas.....	30
15.5	Propriedades elétricas .....	31
16	TERMINAIS .....	31
16.1	Âmbito e definição .....	31
16.2	Aplicação .....	31
16.3	Manutenção .....	31
16.4	Propriedades mecânicas.....	31
17	PARAFUSOS, ANILHAS E PORCAS .....	32
17.1	Âmbito e definição .....	32
17.2	Aplicação .....	32
17.3	Manutenção .....	32
17.4	Propriedades mecânicas.....	32
18	PLACA DE LIGAÇÃO À TERRA .....	33
18.1	Âmbito e definição .....	33
18.2	Aplicação .....	33
18.3	Manutenção .....	33
18.4	Propriedades mecânicas.....	33
18.5	Propriedades elétricas .....	34
19	CONEXÃO INDUTIVA TERRA SIMÉTRICA.....	34
19.1	Âmbito e definição .....	34
19.2	Aplicação .....	34
19.3	Manutenção .....	34
19.4	Proteção contra vandalismo.....	34
19.5	Propriedades mecânicas.....	34
19.6	Propriedades elétricas .....	35



20	CONEXÃO INDUTIVA TERRA ASSIMÉTRICA .....	36
20.1	Âmbito e definição .....	36
20.2	Aplicação .....	36
20.3	Manutenção .....	36
20.4	Proteção contra vandalismo.....	36
20.5	Propriedades mecânicas.....	36
20.6	Propriedades elétricas .....	37
21	LIGADOR PARA CONEXÃO DE REDES METÁLICAS.....	38
21.1	Âmbito e definição .....	38
21.2	Manutenção .....	38
21.3	Propriedades mecânicas.....	38
22	CONJUNTO PARA LIGAÇÃO DE CABOS AOS CARRIS (“TIPO CEMBRE”) .....	38
22.1	Âmbito e definição .....	38
22.2	Aplicação .....	38
22.3	Manutenção .....	39
22.4	Propriedades mecânicas.....	39
23	CAIXA DE IMPEDÂNCIA SINTONIZADA (CIS).....	39
23.1	Âmbito e definição .....	39
23.2	Aplicação .....	39
23.3	Manutenção .....	40
23.4	Proteção contra vandalismo.....	40
23.5	Propriedades mecânicas.....	40
23.6	Propriedades elétricas .....	40
24	RESINA PARA PREENCHER CAIXA DE IMPEDÂNCIA (SINTONIZADAS OU NÃO SINTONIZADAS) .....	41
24.1	Âmbito e definição .....	41
24.2	Aplicação .....	41
24.3	Manutenção .....	42
25	DISPOSITIVO LIMITADOR DE TENSÃO (VLD) .....	42
25.1	Âmbito e definição .....	42
25.2	Aplicação .....	42
25.3	Manutenção .....	43
25.4	Propriedades mecânicas.....	43



25.5	Propriedades elétricas .....	43
26	ELÉTRODO DE TERRA .....	43
26.1	Âmbito e definição .....	43
26.2	Aplicação .....	43
26.3	Manutenção .....	44
26.4	Propriedades mecânicas.....	44
26.5	Propriedades elétricas .....	45
27	TINTA REFLETORA PARA TRAVESSAS.....	45
27.1	Âmbito e definição .....	45
27.2	Aplicação .....	45
27.3	Manutenção .....	46
28	TUBO DE FERRO GALVANIZADO .....	46

## Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1 – Ligador tipo C .....	15
Figura 2 – Dimensões da cantoneira em aço inox A4 .....	17
Figura 3 – Empalme bimetálico .....	18
Figura 4 – Ligador bimetálico (à esquerda, antes da colocação da manga; à direita, depois da colocação da manga) .....	18
Figura 5 – Tubo Termoretrátil .....	19
Figura 6 – Desenho do Tubo Termoretrátil .....	20
Figura 7 – Exemplo de ligação à Barra de Terra .....	21
Figura 8 – Barra de Terra (plana) para CI pré-fabricada do tipo F .....	22
Figura 9 – Barra de Terra (plana) para CI pré-fabricada do tipo E .....	23
Figura 10 – Barra de Terra para CI em alvenaria.....	23
Figura 11 – Barra de Terra para estruturas em betão .....	24
Figura 12 – CI pré-fabricada (exemplo) .....	26
Figura 13 – CI do “tipo F” .....	27
Figura 14 – CI do “tipo E” .....	28
Figura 15 – Cabo LXV .....	29
Figura 16 – Placas de ligação à terra utilizadas no sistema de RCT+TP das instalações.....	33
Figura 17 – Enrolamento da conexão indutiva terra simétrica que liga aos carris. ....	35
Figura 18 – Medição de indutâncias. ....	36
Figura 19 – Enrolamento da conexão indutiva terra assimétrica.....	37
Figura 20 – Medição de indutâncias. ....	37
Figura 21 – Ligadores para conexão de redes metálicas.....	38
Figura 22 – Kit para ligação de cabos LXV aos carris.....	39
Figura 23 – Esquema elétrico da impedância sintonizada. ....	40
Figura 24 – Caixa de impedância com preenchimento em resina.....	42
Figura 25 – Ligador para elétrodo de terra em aço inox.....	44
Figura 26 – Ligador para elétrodo de terra em aço cobreado. ....	45



Figura 27 – Travessas pintadas com tinta refletora. ....	46
Figura 28 – Tubo ferro galvanizado para proteção de cabos. ....	46

## Índice de Tabelas

	Pág.
Tabela 1 – Condições Ambientais .....	13
Tabela 2 – Propriedades Mecânicas CDTE .....	14
Tabela 2 – Propriedades Elétricas CDTE .....	15
Tabela 4 – Dimensões do Tubo Termoretrátil.....	20
Tabela 4 – Furação da Barra de Terra em função da secção do cabo LXV .....	21
Tabela 6 – Composição química da liga de alumínio das Barras de Terra .....	21
Tabela 7 – Propriedades mecânicas cabo LXV .....	29
Tabela 8 – Propriedades elétricas cabo LXV .....	30
Tabela 9 – Características dos terminais .....	31
Tabela 10 – Características do parafuso de acordo com a secção do cabo .....	32
Tabela 11 – Características do ligador para conexão de redes metálicas .....	38
Tabela 12 – Características do kit .....	39



### Registo e controlo das alterações

VERSÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	PÁGINAS
v.01	2001-03-21	Versão inicial	Todas
v.02	2001-11-01	Versão adaptada aos comentários da REFER	Todas
v.03	2001-11-21	Idêntica à versão 002	Todas
v.04	2002-03-29	Tradução para a língua portuguesa, com incorporação de correções	Todas
v.05	2003-01-31	Revisão	Todas
v.06	2015-11-18	Revisão da Instrução Técnica para uma infraestrutura a 3 carris	Todas
v.07	2019-07-25	Revisão	Todas
v.08	2023-12-06	Revisão	Todas

### UO consultadas na elaboração da versão aprovada

Não aplicável.

### Documentos revogados

GR.IT.GER.002 – Parte 13 | v.07.

### Documentos de Referência

- [1] EN 50122-1 "Railway applications - Fixed installationsElectrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock", 2011.
- [2] EN 50329 "Railway applications – Fixed installationsTraction transformers", 2003.
- [3] EN 50388 "Railway Applications - Power supply and rolling stock - Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock to achieve interoperability", 2012.
- [4] NP 4426, "Proteção contra descargas atmosféricas. Sistemas com dispositivo de ionização não radioativo";.
- [5] IEEE 80:2000, "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding".
- [6] EN IEC 62305, "Protection against lightning".
- [7] IEC 62561-2, "Lightning protection system components (LPSC) –Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes";.
- [8] IEC 721-3-4, "Classification of groups of environmental parameter and their severities".
- [9] IEC 60502: "Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV).
- [10] HD 603 S1 (CENELEC): "Distribution Cables of Rated Voltage 0.6/1 kV".
- [11] IEC 60332-1-1: "Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions; Part 1-1: Test





for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable; Apparatus”.

[12] EN-ISO 9227, “Corrosion test in artificial atmospheres – Salt spray test”.

[13] IEC 61024-1, “Protection of structures against lightning – Part 1: General Principles”;

### **Documentos associados**

Não aplicável.

### **Referência SAP**

224 10002011160

### **Distribuição**

Restrito ao Grupo IP e Externa (Projetistas e Empreiteiros)



## 1 INTRODUÇÃO

O Normativo de RCT+TP é a especificação de Retorno da Corrente de Tração, Terras e Proteções.

Este normativo encontra-se dividido em 15 partes:

- Parte 1 Generalidades;
- Parte 2 Funcionamento do sistema de 25 kV;
- Parte 3 Introdução ao Sistema RCT+TP;
- Parte 4 Plena Via;
- Parte 5 Túneis;
- Parte 6 Pontes;
- Parte 7 Estruturas;
- Parte 8 Edifícios e Subestações;
- Parte 9 Áreas de Estação e Parques;
- Parte 10 Ligações Exteriores;
- Parte 11 Sinalização;
- Parte 12 Terceiros;
- **Parte 13 Especificações dos Componentes;**
- Parte 14 Manutenção e Ensaios;
- Parte 15 Regras de Projeto do Sistema RCT+TP

A Parte 13 especifica os componentes a serem utilizados no sistema de Retorno da Corrente de Tração, Terras e Proteção (RCT+TP) de instalações a 25 kV.

## 2 OBJETIVO

A presente Parte da norma tem como objetivo principal descrever os componentes essenciais utilizados para implementação do sistema de RCT+TP e quais as suas características para posterior seleção em fase de Projeto e/ou Obra.

## 3 ÂMBITO

Aplicam-se a instalações existentes e a instalações novas de toda a Rede Ferroviária Nacional (RFN) eletrificada.

Nesse âmbito, introduz-se uma revisão aos conteúdos da versão anterior em aspetos de natureza prática de implementação do sistema, sem, no entanto, alterar os seus pressupostos conceptuais de base iniciais, os quais se mantêm inalterados.



## 4 SIGLAS E DEFINIÇÕES

### 4.1 Siglas

#### Da Organização:

DEA	Direção de Engenharia e Ambiente
EA-EF	Estudos e Projetos Ferroviários
EA-ECE	Catenária e Energia de Tração
EA-ESL	Sinalização

#### Outras Siglas:

AT	Autotransformador
RT	Sistema com Condutores de Retorno
ST	Sistema Tradicional ( <i>standard</i> )
CIS	Caixa de Impedância Sintonizada
CDTA	Cabo de Terra Aéreo
CDTE	Cabo de Terra Enterrado
CEM	Compatibilidade Eletromagnética
CONVEL	Controlo de Velocidade
CV	Circuito de Via
DRCT	Diagrama de Retorno da Corrente de Tração
EN	Norma Europeia ( <i>European Norm</i> )
JES	Junta Elétrica de Separação ( <i>Joint Electrique de Séparation</i> )
LEAE	Ligação Equipotencial entre cabo(s) de Terra Aéreo(s) (CDTA) e cabo(s) de Terra Enterrado(s) (CDTE) de ambas ou mais vias
LTI	Ligação Transversal entre cabo(s) de Terra Enterrado(s) (CDTE), cabo(s) de Terra Aéreo(s) (CDTA) e os carris
PH	Passagem Hidráulica
PI	Passagem Inferior
PS	Passagem Superior
RFN	Rede Ferroviária Nacional
RCT+TP	Retorno da Corrente de Tração, Terras e Proteções
TN-C	Sistema com Terra e Neutro ligados
TN-S	Sistema com Terra e Neutro separados
TN-SC	Sistema com Terra e Neutro separados/ligados
TT	Sistema Terra-Terra



## **4.2 Definições**

Não aplicável.

## **5 RESPONSABILIDADES**

Não aplicável.



## 6 REQUISITOS GERAIS APLICÁVEIS

### 6.1 Normas

Os componentes do sistema referidos na presente parte da norma, têm de assegurar a sua conformidade com as normas específicas desses materiais, bem como aquelas que são identificadas, caso a caso, para cada componente nos pontos seguintes.

### 6.2 Aprovação de Materiais

Os diversos componentes do sistema de RCT+TP, identificados pelos projetistas ou instaladores, a instalar na RFN, carecem de aprovação prévia por parte da IP em fase de projeto ou de instalação, independentemente do tipo, sistema ou configuração de linha em causa.

### 6.3 Condições Ambientais

Os componentes referidos na presente parte da norma têm de funcionar nas condições seguidamente especificadas:

**Tabela 1 – Condições Ambientais**

	<b>Tabela Padrão IEC 721-3</b>	<b>Classe</b>
<b>Condições Climáticas</b>	A.2.1 K	4K2
<b>Condições Biológicas</b>	A.2.2 B	4B2
<b>Influência Química</b>	A.2.3 C	4C4
<b>Mecânicas (Vibrações)</b>	A.2.5 M	4M5

### 6.4 Tempo de Vida Útil

O tempo de vida útil dos componentes do sistema de RCT+TP das instalações deverá ser de pelo menos 40 anos.

### 6.5 Proteção Antifurto

Sem prejuízo dos restantes requisitos ou especificações para os componentes, a identificação destes bem como o seu acondicionamento e instalação, deve igualmente tomar em devida consideração os necessários critérios de proteção antifurto. Para o efeito, devem os projetistas e/ou instaladores salvaguardar esse requisito desde a fase inicial dos seus projetos e/ou instalações, identificando as ações, montagens ou alternativas viáveis que se propõem usar nesse âmbito.

## 7 CABO DE TERRA ENTERRADO - CDTE

### 7.1 Âmbito e Definição

Um Cabo de Terra Enterrado (CDTE) é um condutor instalado no solo ao longo da via.

Tipicamente esse condutor será materializado por uma fita de aço cobreado com as características adequadas para que possa desempenhar a função de eletrodo longitudinal enterrado no solo. Excecionalmente, quando solicitado pelo Dono de Obra, poderá ser utilizado, em alternativa, um varão de aço cobreado.



A continuidade longitudinal da fita de aço cobreado ou do varão de aço cobreado terá de ser garantida por intermédio de **soldadura aluminotérmica**, de acordo com os padrões de qualidade necessários para o efeito.

No caso de pontes, túneis, plataformas ou outras estruturas, o CDTE deixa de estar em contacto com o solo, sendo encaminhado através de caminhos ou condutas de cabos em cabo LXV.

O CDTE desempenha 3 funções essenciais:

1. Dar a possibilidade de ligar objetos à terra;
2. Providenciar uma ligação física com a “Terra Mãe”;
3. Reduzir as correntes de modo comum em blindagens de cabo, por via da sua ligação ao CDTE em ambas as extremidades.

## 7.2 Aplicação

O CDTE aplica-se/instala-se em paralelo com todos os caminhos de cabos que contenham cabos com condutores metálicos.

No mínimo será sempre instalado um CDTE em paralelo com os caminhos de cabos, mesmo que não sejam utilizados cabos com condutores metálicos.

## 7.3 Manutenção

Para a manutenção do CDTE, deve consultar-se a Parte 14 da norma GR.IT.GER.002.

## 7.4 Propriedades Mecânicas

O cabo de terra enterrado tem de cumprir os seguintes requisitos mínimos:

**Tabela 2 – Propriedades Mecânicas CDTE**

Material	Tipo de condutor	Diâmetro (real) [mm]	Dimensões [mm]	Secção (real) [mm <sup>2</sup> ]	Secção Designada [mm <sup>2</sup> ]	Diâmetro Condutores integrantes [mm]	Recobrimento Mínimo de cobre [µm]	Tensão mínima de rutura [kgf]
Aço Cobreado	Fita	-	3,5 x 30	105	105	-	70	-
	Varão <sup>1</sup>	10	-	78,5	70	1 Ø 10	70	-

<sup>1</sup> Só serão aceites soluções em varão de aço cobreado em instalações já executadas com esse tipo de material, onde se pretendam realizar ações de manutenção/reparação.



## 7.5 Propriedades Elétricas

O CDTE tem de cumprir os seguintes requisitos:

**Tabela 3 – Propriedades Elétricas CDTE**

Material	Tipo de condutor	Resistividade [Ω.m]	Condutividade [S/m]	Condutividade face a um condutor em cobre da mesma secção [%]	Resistência nominal DC [Ω/km]
Aço cobreado	Fita	$9,77 \times 10^{-8}$	$1,02 \times 10^7$	20	0,71
	Varão <sup>1</sup>	$1,39 \times 10^{-7}$	$7,19 \times 10^6$	20	1,15

As alternativas para o CDTE em cobre em materiais cuja composição seja distinta deste, têm de permitir suportar valores de corrente idênticas aos do CDTE em cobre, nomeadamente as seguintes:

- Regime Permanente 50 Hz: 250 A;
- Corrente de curto-circuito: 15 kA durante 100 ms;
- Correntes de pico: 200 kA, 10/350 µs;  
50 kA, 0,25/100 µs;  
400 A, 0.5 s.

## 8 LIGADOR TIPO C MONOMETÁLICO EM ALUMÍNIO

### 8.1 Âmbito e Definição

O ligador tipo C é um componente destinado a ligar por compressão dois cabos nus multicondutores maleáveis em alumínio, assegurando uma resistência elétrica de contacto baixa. Ver Figura 1.



**Figura 1 – Ligador tipo C**



## 8.2 Aplicação

Esta ligação terá de ser aprovada pela IP e só poderá ser efetuada em caminhos de cabos de Obras de Arte, interligando cabos LXV depois de descarnados. Deste modo a sua composição metálica tem de ser a mesma dos cabos a ligar.

Os ligadores C são utilizados na ligação de cabos do sistema RCT+TP, nomeadamente quando é necessário ligar o CDTE em cabo LXV (alumínio), instalado em caminho de cabos, a guarda-corpos ou a outros objectos metálicos, também através de cabo LXV (alumínio).

Só cabos entrançados podem ser conectados.

Deverão ser atendidas as normas específicas do fabricante, aplicáveis ao tipo de ligador específico a usar.

Os ligadores tipo C têm de possuir as seguintes informações. Exemplos:

- Secção:
  - 50 mm<sup>2</sup> – 50 mm<sup>2</sup>;
  - 50 mm<sup>2</sup> – 70 mm<sup>2</sup>;
  - 70 mm<sup>2</sup> – 70 mm<sup>2</sup>.
- Tipo de conexão:
  - Al-Al.

O ligador tipo C tem de ser aplicado com ferramenta hidráulica apropriada.

## 8.3 Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

## 8.4 Propriedades mecânicas

O ligador tipo C tem de ser em alumínio;

O ligador tipo C terá de ser capaz de suportar temperaturas até +100°C.

## 8.5 Propriedades elétricas

A resistência total de contacto da conexão (entre os dois cabos conectados) tem de ser menor do que 0,5 mΩ.

O ligador tipo C tem de ser capaz de suportar as mesmas correntes e regimes que estão em jogo nos condutores que são ligados eletricamente por este, sem alteração de quaisquer das suas propriedades mecânicas ou outras.

# 9 LIGADOR DE CDTE EM FITA DE AÇO COBREDO A BARRA DE TERRA

## 9.1 Âmbito e definição

Cantoneira em aço inox (A4) para ligação entre o CDTE em fita de aço cobreado e a barra de terra em alumínio.



## 9.2 Aplicação

Serão utilizadas cantoneiras em todas as barras de terra que se liguem diretamente ao CDTE, sempre que este se encontre materializado em fita de aço cobreado.

A cantoneira será fixa à barra de terra por intermédio de dois parafusos M12, porca e contraporca, do mesmo material (inox A4). A Fita de Aço Cobreado ligará na cantoneira conforme ilustrado na Figura 2.

## 9.3 Manutenção

A manutenção da cantoneira para ligação do CDTE à barra de terra consiste numa inspeção visual, verificação da ligação acompanhada do seu respetivo reaperto.

## 9.4 Propriedades mecânicas

As cantoneiras a utilizar terão de ser em aço (inox A4) e possuir dimensões adequadas, de acordo com a Figura 2.

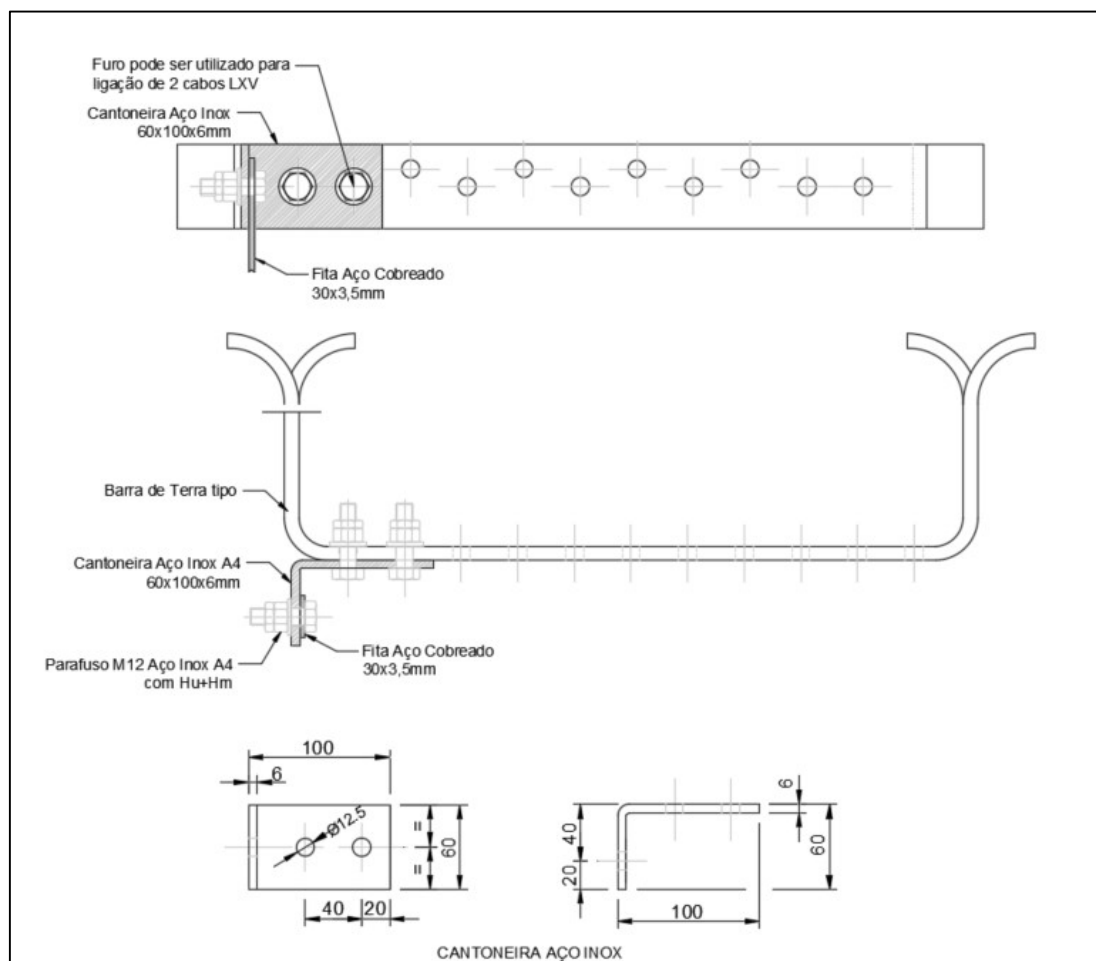


Figura 2 – Dimensões da cantoneira em aço inox A4

## 9.5 Propriedades elétricas

A resistência total de contacto da conexão entre o CDTE e a barra de terra tem de ser  $<0,5 \text{ m}\Omega$ .

A cantoneira tem de ser capaz de suportar as mesmas correntes e regimes em jogo nos condutores que são ligados eletricamente à barra, sem alteração de qualquer das suas propriedades mecânicas ou outras.

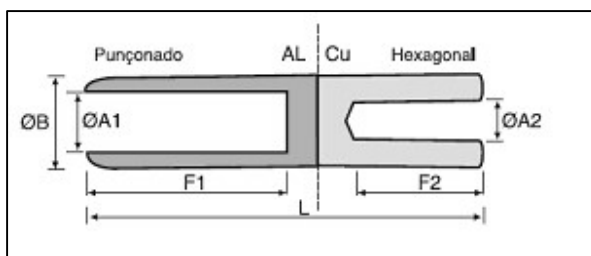
## 9.6 Normas aplicáveis

- EN-ISO 9227 “Corrosion test in artificial atmospheres – Salt spray test”;
- Normas específicas do fabricante, aplicáveis ao tipo de ligador em causa.

## 10 EMPALME BIMETÁLICO (LIGADOR TOPO-A-TOPO)

### 10.1 Âmbito e definição

O empalme bimetálico é um componente de montagem por compressão, dimensionado do ponto de vista elétrico e mecânico para ligar dois cabos de materiais diferentes, nomeadamente alumínio e cobre, Figura 3.



**Figura 3 – Empalme bimetálico**

Como exemplo de aplicação deste componente, temos a situação em que o empalme une um condutor isolado em cabo LXV com um condutor de cobre. Caso esta ligação se encontre enterrada no solo (eletrolito), terá de ser garantido que apenas o cobre fica em contacto com o solo, de forma a evitar fenómenos de corrosão eletrolítica. Para o efeito o ligador bimetálico topo-a-topo tem de ser devidamente protegido com tubo termoretrátil de parede média (ver ponto 11). O procedimento de instalação encontra-se na Figura 4.



**Figura 4 – Ligador bimetálico (à esquerda, antes da colocação da manga; à direita, depois da colocação da manga)**

## 10.2 Aplicação

O empalme bimetálico é usado apenas e excecionalmente em situações de reaproveitamento de CDTE de cobre existente (mediante aprovação prévia do Dono de Obra) bem como na ligação de um cabo de alumínio a um cabo de cobre ou cobreado. Quando a ligação se encontra no solo deve seguir-se o procedimento de montagem descrito no ponto anterior.

No empalme bimetálico têm de estar mencionadas as secções dos cabos a ligar. Exemplos:

- Cobre de 50 mm<sup>2</sup> – Alumínio de 50 mm<sup>2</sup>;
- Cobre de 50 mm<sup>2</sup> – Alumínio de 70 mm<sup>2</sup>;
- Cobre de 70 mm<sup>2</sup> – Alumínio de 50 mm<sup>2</sup>;
- Cobre de 70 mm<sup>2</sup> – Alumínio de 70 mm<sup>2</sup>.

## 10.3 Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

## 10.4 Propriedades mecânicas

- O ligador bimetálico tem de ser de cobre e alumínio;
- O ligador bimetálico tem de suportar temperaturas até +100°C.

## 10.5 Propriedades elétricas

A resistência total de contacto da conexão (entre os dois cabos conectados) tem de ser <0,5 mΩ.

O ligador tem de ser capaz de suportar as mesmas correntes e regimes em jogo nos condutores que são ligados eletricamente a este, sem alteração de quaisquer das suas propriedades mecânicas ou outras.

# 11 TUBO TERMORETRÁTIL

## 11.1 Âmbito e definição

Tubo de isolamento Termoretrátil de parede média, fabricada em poliolefina reticulada com adesivo interior. Destina-se a garantir o isolamento elétrico e a estanquicidade dos componentes a envolver.



Figura 5 – Tubo Termoretrátil

## 11.2 Aplicação

Aplicação em empalmes bimetálicos ou outros com o objetivo de proteção contra os efeitos da corrosão.

## 11.3 Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

## 11.4 Propriedades mecânicas

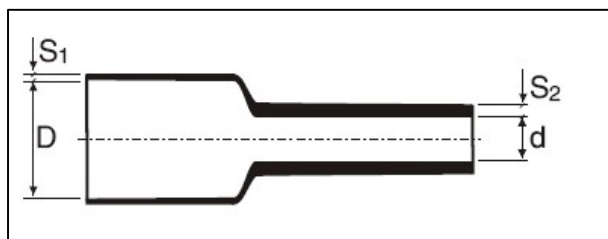


Figura 6 – Desenho do Tubo Termoretrátil

Tabela 4 – Dimensões do Tubo Termoretrátil

Ø do cabo [mm]	Dimensões da manga [mm]			
	Ø D	Ø d	S1	S2
8,5 – 22,0	25,0	8,0	0,7	2,0

## 11.5 Propriedades elétricas

- Isolamento elétrico: 1 kV

# 12 BARRA DE TERRA

## 12.1 Âmbito e definição

As Barras de Terra instaladas na RFN são em alumínio do tipo 5754 e servem para ligação de cabos do sistema de RCT+TP ao CDTE.

## 12.2 Aplicação

As barras de terra podem ser instaladas em Caixas de Inspeção (CI) das especialidades de sinalização e/ou catenária (tipo A, B, C ou D), fixas ou chumbadas às paredes interiores das mesmas, podem ser instaladas em estruturas ou caminhos de cabos em betão ou ainda podem ser instaladas nas CI pré-fabricadas do tipo E e F. Para cada uma das situações apresentadas, são indicadas barras com características específicas.



As Barras de Terra podem apresentar furações com diâmetros diferentes para permitirem o acoplamento de cabos LXV de secções diferentes. Ver Tabela 5.

**Tabela 5 – Furação da Barra de Terra em função da secção do cabo LXV**

Secção do cabo [mm <sup>2</sup> ]	Ø da furação [mm]
50	10,5 (M10)
70	12,5 (M12)
95	12,5 (M12)



**Figura 7 – Exemplo de ligação à Barra de Terra**

### 12.3 Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

### 12.4 Propriedades mecânicas

Liga de alumínio do tipo 5754:

- Designações: EN-AW-5754/ISO Mg3;
- Composição química:

**Tabela 6 – Composição química da liga de alumínio das Barras de Terra**

Elemento químico <sup>2</sup>	% presente
Mg	2,6-3,6%
Si	≤0,40%
Fe	≤0,40%
Mn	≤0,50%
Cr	≤0,30
Mn+Cr	0,10-0,6%

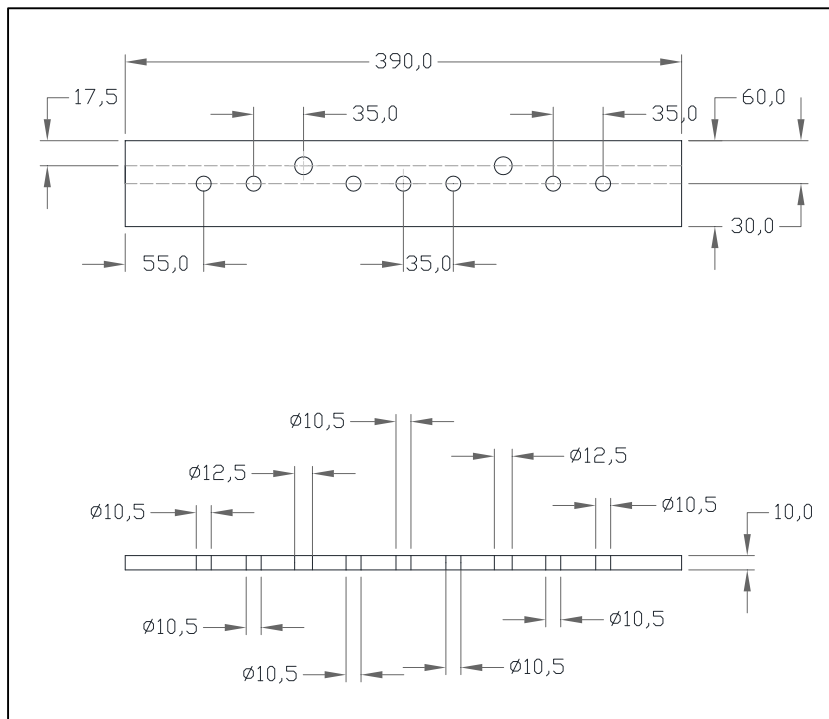
<sup>2</sup> A liga deverá respeitar os valores dos elementos apresentados na tabela. Outros elementos poderão fazer parte da estrutura química da liga.



Zn	≤0,20
Ti	≤0,15
Cu	≤0,10
Al	Restante

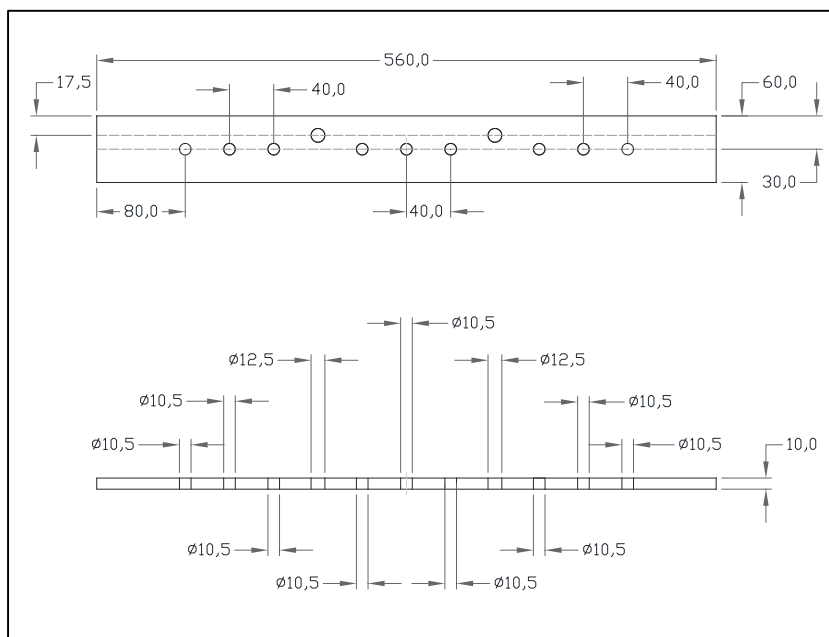
## 12.5 Dimensões e aplicação

### 12.5.1 Instalação em CI do tipo F - Barras de Terra planas



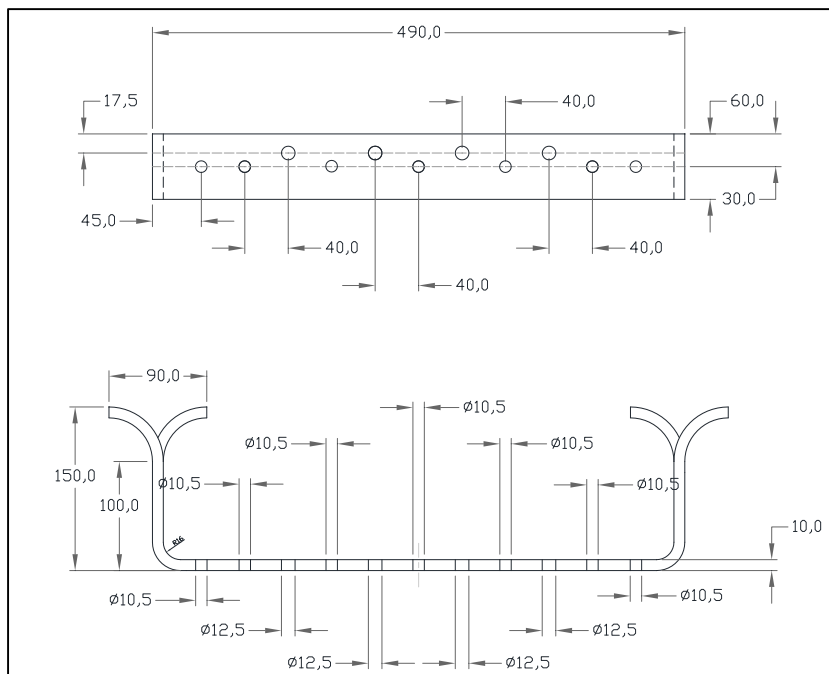
**Figura 8 – Barra de Terra (plana) para CI pré-fabricada do tipo F**

### 12.5.2 Instalação em CI do tipo E – Barras de Terra planas



**Figura 9 – Barra de Terra (plana) para CI pré-fabricada do tipo E**

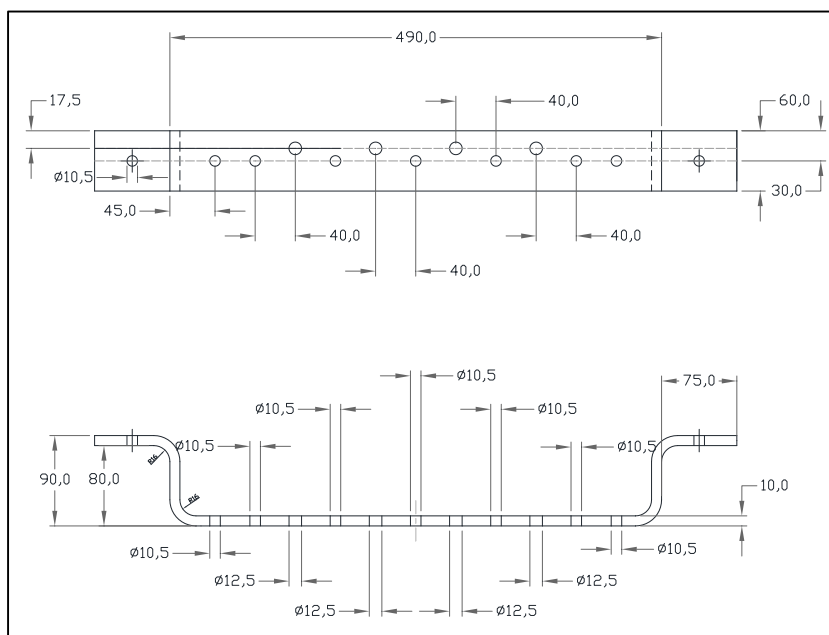
### 12.5.3 Instalação em CI de sinalização, telecomunicações ou catenária em alvenaria – Designação “rabo de peixe” para chumbamento



**Figura 10 – Barra de Terra para CI em alvenaria**



12.5.4 Instalação em estrutura em betão – furação adequada para fixação por intermédio de bucha metálica e parafuso M10 (Aço Inox A2)



**Figura 11 – Barra de Terra para estruturas em betão**

1. Nas barras de terra, a ligação do(s) CDTE é sempre realizada nos furos das extremidades do lado correspondente;
2. Quando uma barra de terra não apresenta nenhuma ligação direta ao CDTE, os furos das extremidades deverão ficar livres;
3. Sempre que possível, a distribuição dos cabos na barra de terra deverá ser efetuada de modo que todas as ligações que transportem corrente em regime permanente ocupem furos distintos na mesma, com os terminais encostadas diretamente à barra. Em cada uma dessas ligações, poderá ser apoiado outro terminal para ligação de objetos metálicos à terra;
4. Nas ligações equipotenciais das travessias, tipicamente materializadas por 2 ou 3 cabos LXV entre barras de terra, estes deverão ocupar furos distintos na barra de terra adjacentes entre si. Nas travessias com caixas intermédias, os cabos serão distribuídos de forma a não existirem mais do que 2 cabos por furo;
5. As barras planas são instaladas em caixas do tipo E ou F;
6. As barras destinadas ao chumbamento com formato em “rabo de peixe” são instaladas em caixas de alvenaria, do lado mais afastado da via, cerca de 10 cm abaixo do aro;
7. As barras de terra com abas são instaladas em caixas ou estruturas de betão segundo regras definidas;
8. Quando se verificar a necessidade de instalar dois terminais num mesmo furo, o procedimento de ligação na barra de terra deve ser o exposto no ponto 15;





9. Os cabos que ligam nas barras de terra terão de ser identificados com abraçadeiras de serrilha e marcadores a colocar no cabo, perto do terminal, e com as seguintes abreviaturas:

- CDTE N (CDTE Norte);
- CDTE S (CDTE Sul);
- XXX-YY (Poste de catenária n.º XXX-YY);
- XXX-YY/1 e XXX-YY/2 (Poste de catenária n.º XXX-YY com dois cabos ligados à barra. Junto do poste serão identificados como “1” e “2”);
- TP (TP);
- TT (TT);
- TEL (Telefone);
- JUN TEL (Junta de cabo de Telecomunicações);
- SINAL XX (Sinal XX);
- ARM XX-Y (Armário XX-Y);
- CE XXXX/YYYY (Contador de eixos XXXX/YYYY);
- AG XX (Motor da agulha XX);
- TR XX/YY (Transportador XX/YY);
- COMP AG XX (Comprovador agulha XX);
- FER AG XX (Ferrolo independente da agulha XX);
- PONTE;
- GC (Guarda-corpos);
- RSC (Rádio Solo-Comboio);
- PC (Posto de Catenária);
- TRAV (Travessia);
- COLECTOR (Cabo coletor BT ou outro em estações);
- ILU (Poste de iluminação);
- LIXO (Caixotes do lixo, papelerias, etc.);
- COB (Coberturas metálicas);
- BAN (Bancos de estações);
- SET (Sala de Equipamento de Telecomunicações);
- CE (Centro elétrico – Sala de Equipamento de Sinalização);
- CARRIL;
- SST (Subestação de tração);
- PQT (Piquet);
- VED (Vedação);

- PS (Passagem superior);
- BT (Baixa Tensão);
- PN (Abrigo de PN);
- CISXX/1 e CISXX/2 (CI sintonizada XX/n.º cabo. Junto da CIS serão identificados como “1” e “2”);
- CIXX/1 e CIXX/2 (CI XX/n.º cabo. Junto da CI serão identificados como “1” e “2”);
- MB X ou MB Y (Meia Barreira X ou Y);
- CNV SX (Convel Sinal X).

## 12.6 Propriedades elétricas

A resistência associada à barra de terra está diretamente relacionada com a liga de Alumínio anteriormente identificada, a qual deve ser neste âmbito escrupulosamente cumprida.

A resistência total das ligações efetuadas à barra de terra tem de ser inferior a 0,5 mΩ.

A barra de terra tem de ser capaz de suportar as mesmas correntes e regimes em jogo nos condutores que são ligados eletricamente a esta, sem alteração de qualquer das suas propriedades mecânicas ou outras.

## 13 CAIXA DE INSPEÇÃO (CI)

### 13.1 Âmbito e definição

Uma CI é tipicamente uma caixa de visita pré-fabricada em betão armado, munida de uma barra de alumínio, através da qual se podem efetuar ligações entre o CDTE e outros condutores do sistema de terras. Ver Figura 12.



Figura 12 – CI pré-fabricada (exemplo)

## 13.2 Aplicação

As CI são instaladas nos locais onde se pretende efetuar uma ligação ao sistema de terra. Esta situação verifica-se não só nas LTI ou LEAE mas também na ligação à terra de objetos tais como armários de sinalização, Postos AT e Postos de Catenária, etc.

As CI classificadas como “tipo E” e “tipo F” têm dimensões menores que as CI das outras especialidades cujas dimensões são superiores (classificadas A, B, C e D).

As barras de terra das CI “tipo E e F” apresentam tipicamente dupla furação (M10 e M12), estando preparadas para receber cabos de 50 e 70 mm<sup>2</sup>.

As dimensões das CI “tipo E e F” não suportam atravessamentos subterrâneos.

Na CI do “tipo F” o número de cabos a instalar para ligação de objetos e postes (cabos de 50 mm<sup>2</sup> e terminal M10) não deverá ser superior a 7, ver Figura 13.

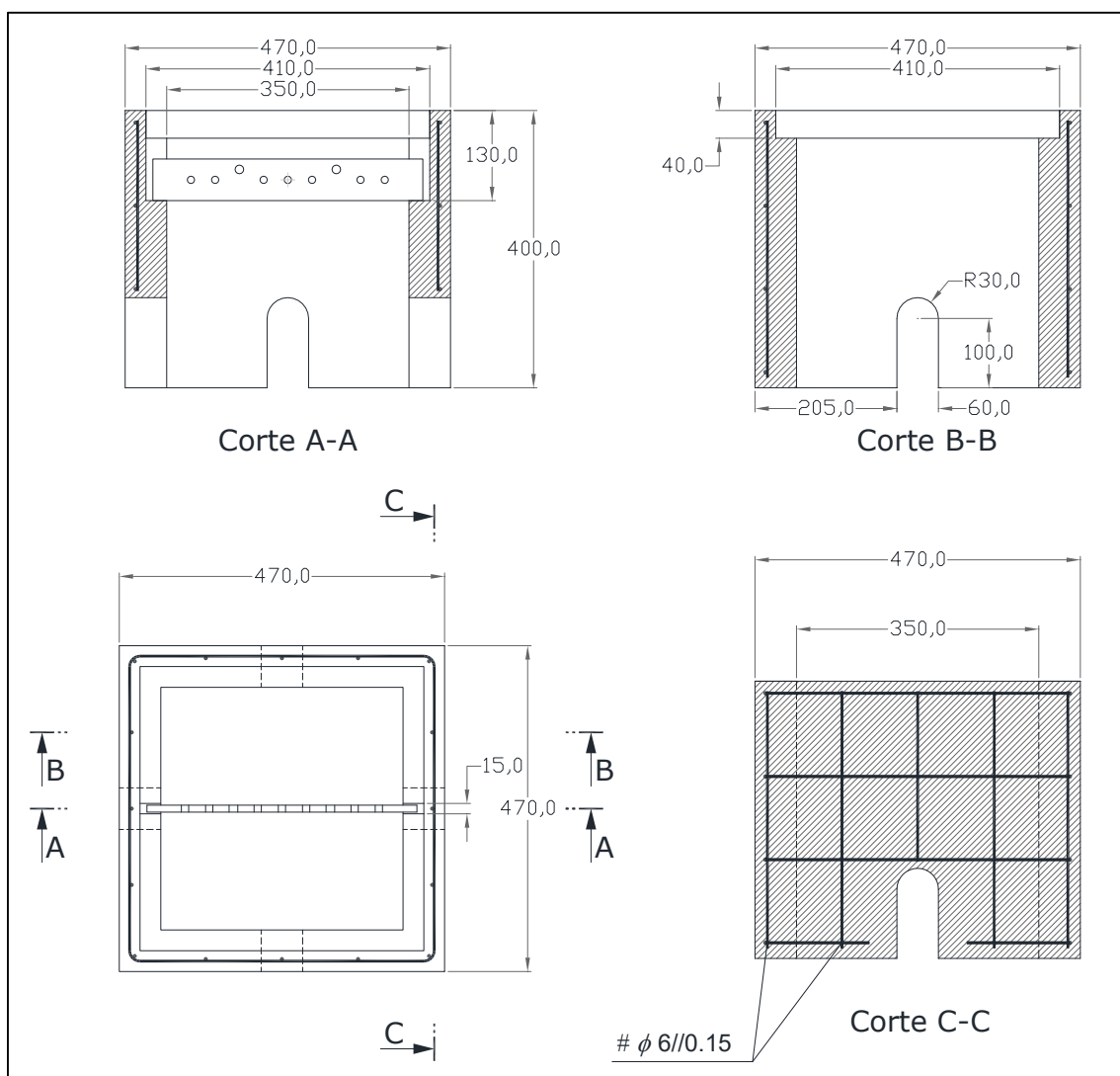
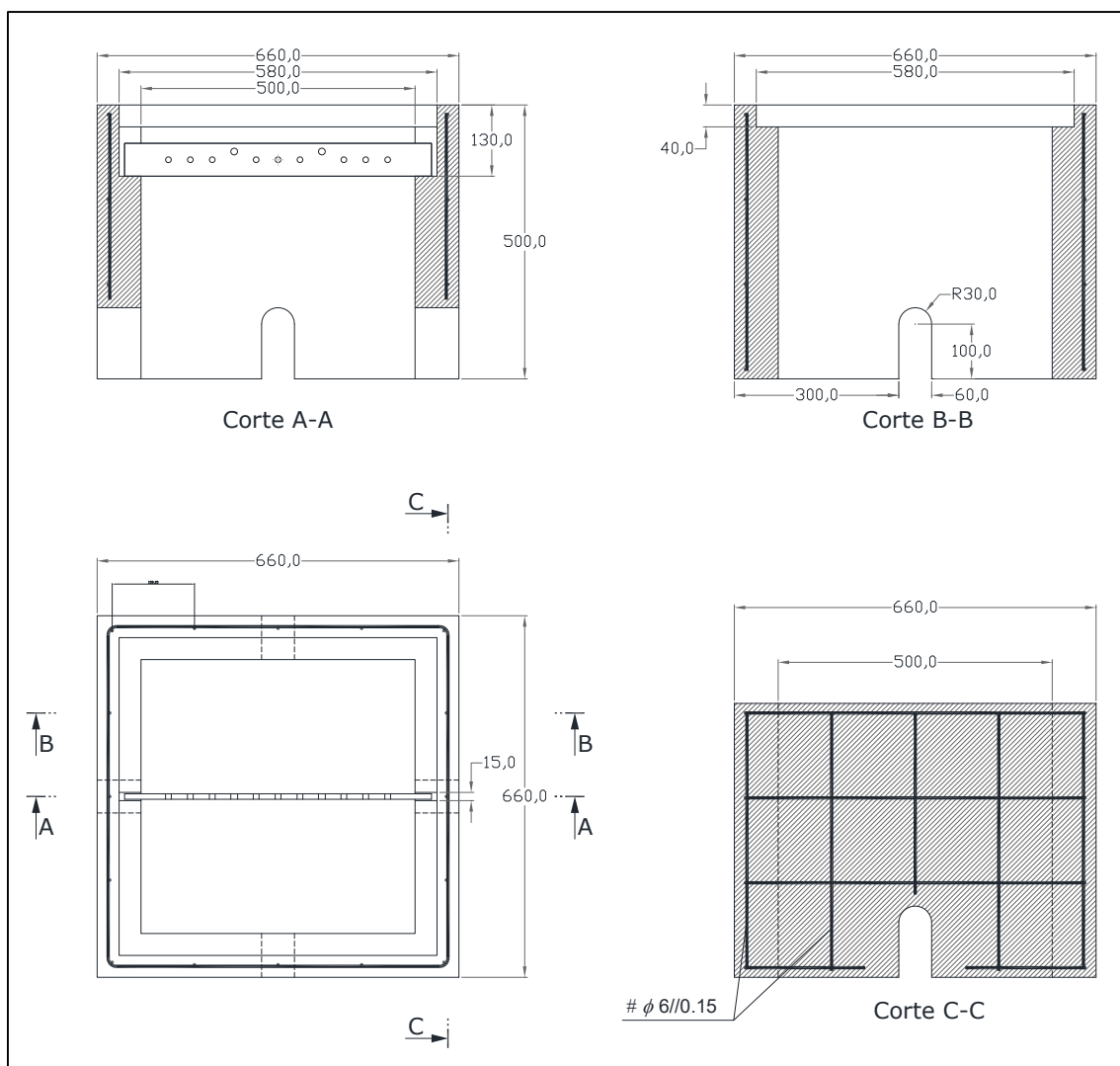


Figura 13 – CI do “tipo F”

A CI do “tipo E” será considerada quando o número de ligações a objetos e postes (cabos de 50 mm<sup>2</sup> e terminal M10) for superior a 7 e até um limite máximo de 14 cabos, ver Figura 14.



**Figura 14 – CI do “tipo E”**

A furação M12 será exclusiva para ligações através de cabos de 70 mm<sup>2</sup>, nomeadamente ligações ao carril e travessias em LTI.

### 13.3 Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

### 13.4 Propriedades mecânicas

As CI do “tipo E e F” são de betão armado ou de material com uma resistência equivalente. As suas dimensões mínimas estão apresentadas nas Figura 13 e Figura 14.

## 14 CABO DE ALUMÍNIO LXV

### 14.1 Âmbito e definição

Cabos entrançados de alumínio classe 2 com uma secção de 50 mm<sup>2</sup>, 70 mm<sup>2</sup>, 95mm<sup>2</sup> ou outra, com isolamento em Polietileno Reticulado e Bainha de PVC, ver Figura 15.



**Figura 15 –Cabo LXV**

## 14.2 Aplicação

Cabo de distribuição de energia em Baixa Tensão para instalações ao ar, entubadas e/ou enterradas.

É utilizado para efetuar conexões no sistema de terra.

Exemplos de aplicações:

- LTI;
- LEAE;
- ligação de objetos em geral à terra.

## 14.3 Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

## 14.4 Propriedades mecânicas

Boa relação resistência/peso e resistência à corrosão.

**Tabela 7 – Propriedades mecânicas cabo LXV**

Parâmetro	LXV 50mm <sup>2</sup>	LXV 70mm <sup>2</sup>	LXV 95mm <sup>2</sup>
Seção [mm <sup>2</sup> ]	50	70	95
Diâmetro exterior [mm]	12,9	14,7	16,8
Peso [Kg/Km]	230	305	400
Raio de Curvatura [mm]	55	60	70

## 14.5 Propriedades elétricas

Com elevada capacidade de condução de energia, o cabo de alumínio LXV de 50, 70 e 95 mm<sup>2</sup> têm de possuir os requisitos elétricos que constam das especificações técnicas, nomeadamente as especificações constantes na Tabela 8:



**Tabela 8 – Propriedades elétricas cabo LXV**

Parâmetro	LXV 50mm <sup>2</sup>	LXV 70mm <sup>2</sup>	LXV 95mm <sup>2</sup>
Intensidade ao Ar 40°C [A]	140	180	220
Intensidade Enterrada 25°C [A]	180	220	260
Corrente CC 100ms [kA]	14,7	20,58	27,93
Corrente permanente 3s [kA]	2,7	3,78	5,13

As Correntes de pico a suportar pelos cabos LXV deverão ser:

- 200 kA durante 10/350 µs;
- 50 kA durante 0.25/100 µs.

## **15 BAIXADAS DE PÁRA RAIOS EM VARÃO DE AÇO INOX PARA TORRES DE ANTENAS DE TELECOMUNICAÇÕES**

### **15.1 Âmbito e definição**

Baixas de pára raios em varão de aço inox para instalar nas torres das antenas de telecomunicações.

### **15.2 Aplicação**

Serão instaladas baixadas em varão de aço inox, nas “pernas” das torres das antenas de telecomunicações, desde o topo das antenas até ao nível do solo, para efetuar a ligação à terra dos pára raios e da própria estrutura das torres.

### **15.3 Manutenção**

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

### **15.4 Propriedades mecânicas**

O varão de aço inox tem de cumprir os seguintes requisitos mínimos:

- material: Aço Inox tipo 316L;
- diâmetro mínimo: 8 mm.



## 15.5 Propriedades elétricas

Com elevada capacidade de condução de energia, o varão de aço inox tem de suportar as seguintes correntes elétricas:

- Regime Permanente 50 Hz: 250 A;
- Corrente de curto-circuito: 15 kA durante 100 ms;
- Correntes de pico: 200 kA, 10/350 µs;  
50 kA, 0,25/100 µs;  
400 A, 0.5 s.

## 16 TERMINAIS

### 16.1 Âmbito e definição

Terminais de alumínio ou bimetálicos para cabos LXV do sistema de RCT+TP.

### 16.2 Aplicação

Serão utilizados terminais de olhal na ligação de todos os cabos do sistema de RCT+TP.

Os terminais bimetálicos são tipicamente utilizados sempre que existe a necessidade de conectar um cabo de Alumínio a uma peça ou barra em cobre ou liga de cobre.

### 16.3 Manutenção

Durante o tempo de vida útil dos terminais, é necessário a aplicação nos mesmos de massa neutra, de acordo com o plano de manutenção estabelecido.

### 16.4 Propriedades mecânicas

Terminais em alumínio estanhado com uma pureza mínima de 99,5% e massa neutra condutora.

Os terminais a utilizar deverão apresentar as características adequadas à ligação em causa (dimensões e tipos materiais a ligar) de acordo com a Tabela 9.

**Tabela 9 – Características dos terminais**

Secção do cabo [mm²]	Ø furação terminal [mm]
50	10,5 (M10)
70	12,5 (M12)
95	12,5 (M12)

Os valores apresentados são valores típicos para este tipo de terminais. Deverão ser sempre consultadas as especificações do fabricante para confirmar o tipo de furação disponível.

Quando se pretender ligar cabos de 50 mm² a uma barra de terra com furação para cabos de 70 mm² (normalmente M12), o terminal deverá ser o adequado, de forma a estar dimensionado a receber cabo de 50 mm² e apresentando uma furação M12 (Ø 12.5 mm).

Sempre que se pretenda ligar um cabo de alumínio a um objeto em cobre ter-se-á de utilizar um terminal bimetálico (olhal em cobre).



A cravação dos terminais terá de ser realizada com ferramentas e matrizes de cravar adequadas e de acordo com as instruções técnicas dos respetivos fabricantes.

Nas ligações, todos os terminais de alumínio, incluindo os bimetálicos, terão de ser protegidos com tubo termoretrátil de parede fina, cobrindo o corpo do terminal e pelo menos 3 cm do cabo LXV.

## 17 PARAFUSOS, ANILHAS E PORCAS

### 17.1 Âmbito e definição

Parafusos, anilhas e porcas para acoplamento de cabos LXV do sistema de RCT+TP, através de terminais de olhal.

### 17.2 Aplicação

Serão utilizados no acoplamento de todos os cabos do sistema de RCT+TP.

### 17.3 Manutenção

Durante o tempo de vida útil dos parafusos, anilhas e porcas, é necessário a aplicação nos mesmos de massa neutra, de acordo com o plano de manutenção estabelecido.

### 17.4 Propriedades mecânicas

Todas as porcas, anilhas e parafusos a aplicar terão de ser impreterivelmente de alumínio do tipo A2.

Os parafusos deverão apresentar uma dimensão e secção adequadas ao terminal em causa.

Quando se pretende acoplar um (1) ou dois (2) terminais com furação M10 num mesmo furo, utilizar-se-á de utilizar um parafuso de comprimento superior (45/45 mm).

Quando se pretende acoplar dois (2) terminais com furação M12 num mesmo furo, utilizar-se-á de utilizar um parafuso de comprimento 60/60 mm.

**Tabela 10 – Características do parafuso de acordo com a secção do cabo**

Secção do cabo [mm <sup>2</sup> ]	Parafuso
50	M10
70	M12
95	M12

O procedimento de ligação de um (1) terminal na barra de terra deve ser o seguinte:

- Parafuso / barra / terminal / anilha / porca / contra porca.

O procedimento de ligação de dois (2) terminais sobrepostos na barra de terra deve ser o seguinte:

- Parafuso / anilha / terminal / barra / terminal / anilha / porca / contra porca.

A título de exemplo, para um (1) cabo LXV de 50 mm<sup>2</sup> o parafuso a utilizar deverá ser, M10x45/45.



## 18 PLACA DE LIGAÇÃO À TERRA

### 18.1 Âmbito e definição

A placa de ligação à terra é um componente que permite ligar as armaduras de aço das construções de betão armado aos condutores do sistema de RCT+TP das instalações. Ver Figura 16.

A placa de terra é composta por uma superfície com furos roscados, que permite ligações aparafusadas de cabos, que por sua vez possui igualmente na sua retaguarda um perno ou varão que se solda às armaduras do betão. A placa é tipicamente montada lateralmente nas estruturas antes de se betonar o elemento onde ficará integrada, de modo que fique acessível uma vez concluída a execução da estrutura.

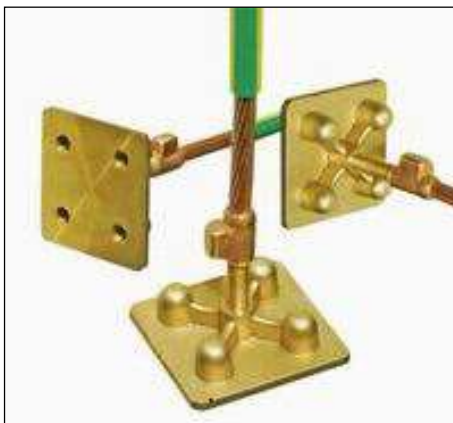


Figura 16 – Placas de ligação à terra utilizadas no sistema de RCT+TP das instalações.

### 18.2 Aplicação

As placas de ligação à terra são utilizadas para conexão às armaduras do betão armado das seguintes construções:

- Túneis;
- Viadutos;
- Pontes;
- Estruturas;
- Plataformas

### 18.3 Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o seu tempo de vida útil.

### 18.4 Propriedades mecânicas

- A placa de ligação à terra poderá ser executada com aço da classe Fe 220 B, galvanizado, ou outro material adequado compatível com as soluções disponíveis no mercado;
- A placa de ligação à terra tem de ser capaz de funcionar na gama de temperaturas de -20°C a +60°C;



- Têm de existir 4 terminais na placa de ligação à terra para a conexão de cabos LXV aos acoplamentos aparafusados;
- A placa de ligação à terra tem de ser apropriada para soldadura a armaduras de aço com 200 mm<sup>2</sup> de secção transversal;
- A soldadura entre a placa de ligação à terra e a armadura de aço terá um comprimento mínimo de 50 mm;
- A montagem de placas de terra é efetuada com as ferramentas usuais nas construções de betão armado.

### **18.5 Propriedades elétricas**

A resistência total de contacto da conexão, ou seja, entre a armadura de aço e o cabo LXV, tem de ser menor do que 5 mΩ.

A placa tem de ser capaz de suportar as mesmas correntes e regimes em jogo nos condutores que são ligados eletricamente a esta, sem alteração de quaisquer das suas propriedades mecânicas ou outras.

## **19 CONEXÃO INDUTIVA TERRA SIMÉTRICA**

### **19.1 Âmbito e definição**

Uma conexão indutiva terra simétrica é um componente que liga ambos os carris de uma mesma via aos outros condutores do sistema de terras, com o requisito de que um circuito de via (CV) ferroviário possa funcionar corretamente. Neste documento, são especificados os requisitos para a corrente de retorno de tração e ligação à terra. Os requisitos relativos à sinalização têm de ser especificados pelo fabricante do equipamento de sinalização.

### **19.2 Aplicação**

Uma conexão indutiva terra simétrica é utilizada em CV simétricos.

### **19.3 Manutenção**

A manutenção da conexão indutiva terra simétrica consiste na inspeção visual de:

- Componentes ligados à conexão indutiva;
- Ligações à conexão indutiva.

### **19.4 Proteção contra vandalismo**

As CI são preenchidas com resina no seu interior. A resina a aplicar terá de se encontrar de acordo com o especificado no ponto 24 .

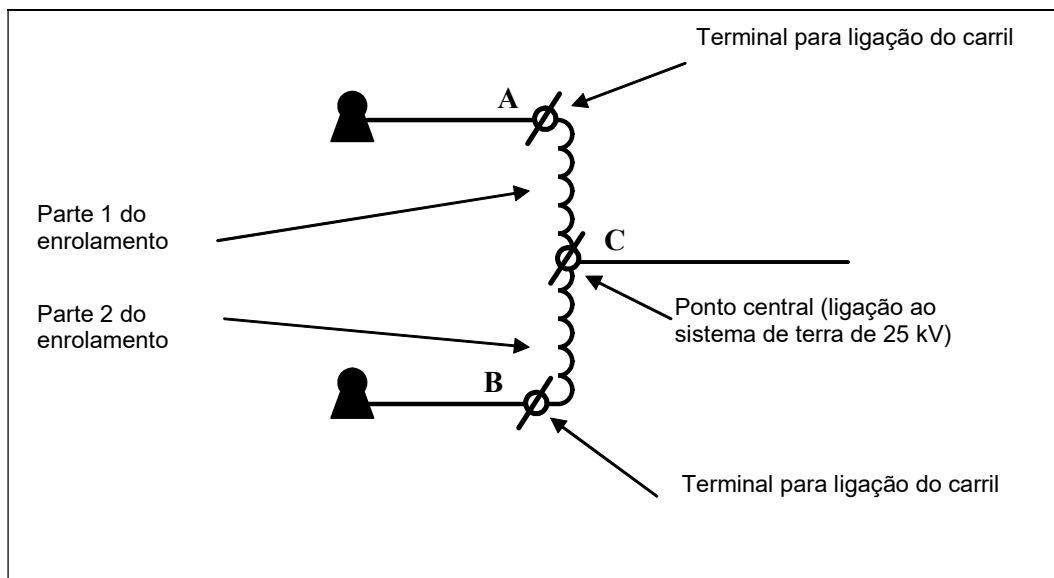
### **19.5 Propriedades mecânicas**

Os terminais da conexão indutiva têm de ser apropriados para a ligação de cabos LXV com uma seção mínima de 70mm<sup>2</sup>, por meio de acoplamentos aparafusados;

No terminal do ponto central da conexão indutiva (lado da via da conexão), têm de se aparafusar dois cabos LXV com uma seção mínima de 70 mm<sup>2</sup>.

## 19.6 Propriedades elétricas

Para a compreensão dos parâmetros especificados, incluiu-se a Figura 17.



**Figura 17 – Enrolamento da conexão indutiva terra simétrica que liga aos carris.**

A conexão indutiva terra simétrica tem de suportar as seguintes correntes:

- Permanente 50Hz: 320 A em cada parte do enrolamento;
- Corrente de curto-circuito: 7,5 kA durante 100 ms em cada parte do enrolamento.

A resistência da conexão indutiva simétrica terá de ser:

- 1 Enrolamento = 30 m $\Omega$ ;
- Contacto nos terminais = 5 m $\Omega$ .

A indutância da conexão indutiva simétrica terá de cumprir:

- A indutância da Parte 1 e da Parte 2 do enrolamento (Figura 17) tem de ser igual a 2 mH, medida com uma parte desligada. Ver Figura 18;
- A simetria entre as duas partes da conexão indutiva tem de ser igual a 90%;
- O fator de acoplamento entre as duas partes da conexão indutiva tem de ser superior a 0.8.

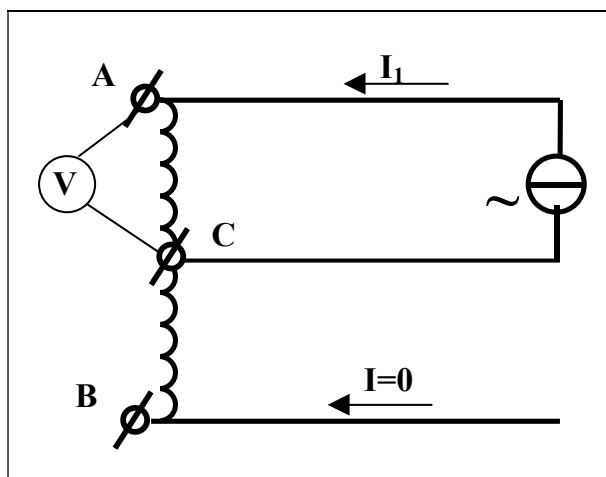


Figura 18 – Medição de indutâncias.

## 20 CONEXÃO INDUTIVA TERRA ASSIMÉTRICA

### 20.1 Âmbito e definição

Uma conexão indutiva terra assimétrica é um componente que liga ambos os carris de uma mesma via, com o objetivo de que um CV associado a essa via possa funcionar corretamente.

Neste documento, são especificados requisitos para a corrente de retorno de tração e ligação à terra de soluções técnicas deste tipo.

Os requisitos relativos à sinalização têm de ser especificados pelo fabricante do equipamento de sinalização.

### 20.2 Aplicação

Uma conexão indutiva terra assimétrica é utilizada com CV assimétricos.

A conexão pode ser implementada como uma bobina, ou sob outras formas como seja um laço ou cabo com o formato de espira entre as vias.

### 20.3 Manutenção

A manutenção da conexão indutiva terra assimétrica consiste na inspeção visual de:

- Componentes ligados à conexão indutiva;
- Ligações à conexão indutiva.

### 20.4 Proteção contra vandalismo

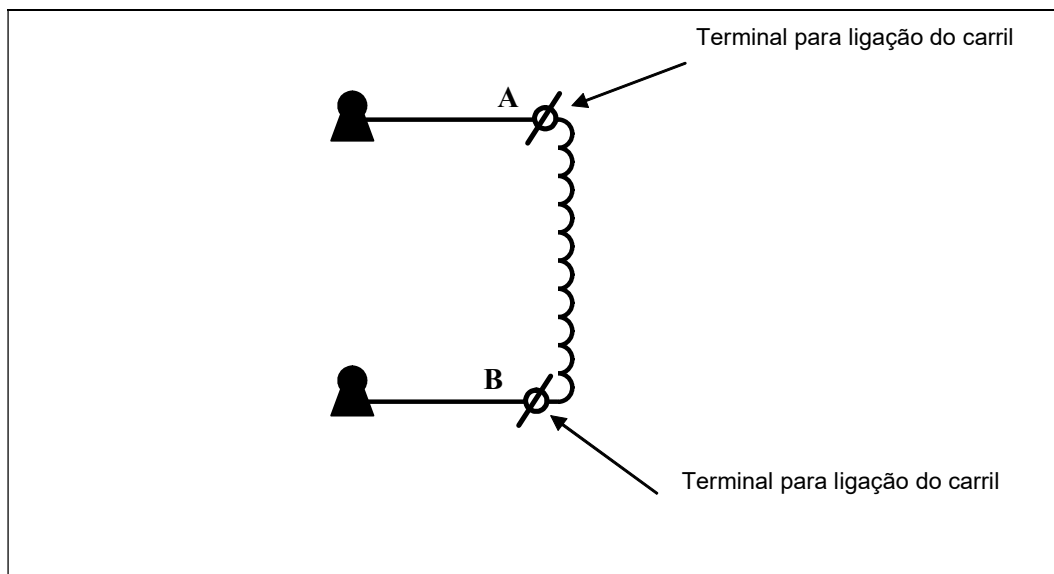
Caso se trate de bobinas, elas poderão ser preenchidas com resina no seu interior. A resina a aplicar terá de estar de acordo com o especificado no ponto 24 .

### 20.5 Propriedades mecânicas

Os terminais da conexão indutiva assimétrica têm de ser apropriados para a ligação de cabos LXV com acoplamentos aparafusados, em conformidade com a especificação do componente por parte do fabricante.

## 20.6 Propriedades elétricas

Para a compreensão dos parâmetros especificados, incluiu-se a Figura 19.



**Figura 19 – Enrolamento da conexão indutiva terra assimétrica.**

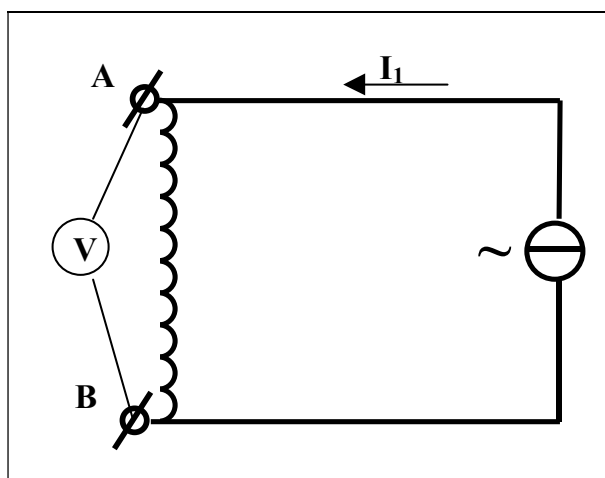
A conexão indutiva terra assimétrica tem de suportar as seguintes correntes:

- Permanente a 50Hz: 320 A;
- Corrente de curto-circuito: 7,5 kA durante 100 ms.

A resistência da conexão indutiva assimétrica terá de ser:

- A resistência de 1 enrolamento tem de ser = 50 mΩ;
- A resistência de contacto nos terminais tem de ser = 5 mΩ.

A indutância do enrolamento tem de ser igual a 6 mH. Ver Figura 20.



**Figura 20 – Medição de indutâncias.**

## 21 LIGADOR PARA CONEXÃO DE REDES METÁLICAS

### 21.1 Âmbito e definição

Para acoplamento de cabos LXV do sistema de RCT+TP às vedações são utilizados terminais de olhal.



Figura 21 – Ligadores para conexão de redes metálicas.

### 21.2 Manutenção

Durante o tempo de vida útil, o ligador para conexão de redes metálicas necessita da aplicação de massa neutra de acordo com o plano de manutenção estabelecido.

### 21.3 Propriedades mecânicas

O ligador para conexão de redes metálicas a utilizar deverá apresentar as características adequadas à ligação em causa (dimensões e tipos de materiais a ligar) de acordo com a Tabela 11.

Tabela 11 – Características do ligador para conexão de redes metálicas

Secção do cabo [mm <sup>2</sup> ]	Ø furação terminal [mm]
50	10,5 (M10)

Nas ligações, todos os terminais de alumínio, incluindo os bimetálicos, terão de ser protegidos com tubo termoretrátil de parede média, cobrindo o corpo do terminal e pelo menos 3 cm do cabo LXV.

## 22 CONJUNTO PARA LIGAÇÃO DE CABOS AOS CARRIS (“TIPO CEMBRE”)

### 22.1 Âmbito e definição

Conjunto de componentes, “Kit”, para acoplamento de cabos LXV do sistema de RCT+TP ao carril, através de terminais de olhal.

### 22.2 Aplicação

São utilizados no acoplamento de todos os cabos do sistema de RCT+TP aos carris.



Figura 22 – Kit para ligação de cabos LXV aos carris.

### 22.3 Manutenção

Durante o tempo de vida útil, os parafusos, anilhas e porcas do “kit” necessitam da aplicação de massa neutra de acordo com o plano de manutenção estabelecido.

### 22.4 Propriedades mecânicas

Os elementos constituintes do “kit” a utilizar deverão apresentar as características adequadas à ligação em causa (dimensões e tipos materiais a ligar) de acordo com a Tabela 12:

Tabela 12 – Características do kit

Secção do cabo [mm <sup>2</sup> ]	Ø furação terminal [mm]
70	12,5 (M12)
95	12,5 (M12)

Nas ligações, todos os terminais de alumínio ou bimetálicos, terão de ser protegidos com manga Termo retrátil de parede média, cobrindo o corpo do terminal e 3 cm do cabo LXV.

## 23 CAIXA DE IMPEDÂNCIA SINTONIZADA (CIS)

### 23.1 Âmbito e definição

É uma Impedância Z, constituída por um autotransformador da conexão indutiva ITE e um condensador ligado ao enrolamento de fio fino, por forma a criar uma impedância adicional nas malhas paralelas desses circuitos de via ITE e, simultaneamente, uma baixa impedância adicional para as correntes de retorno de tração.

### 23.2 Aplicação

Em alguns casos, a impedância de um caminho paralelo à via pode ser demasiado baixa para permitir a deteção de carril partido. Quando ocorre um carril partido, a corrente dos circuitos de via segue por esse caminho paralelo, o que faz com que o carril partido não seja detetado.

Para evitar esta situação, pode utilizar-se uma impedância adicional em série com o caminho paralelo. Esta impedância deverá ser suficientemente baixa para a corrente de retorno de tração



de 50 Hz e, dessa forma, evitar tensões elevadas de passo e de contacto. Para conseguir esse objetivo, utiliza-se um circuito ressonante na frequência do CV.

### 23.3 Manutenção

A manutenção das CIS consiste nas seguintes inspeções:

- Componentes ligados à conexão indutiva;
- Ligações à conexão indutiva;
- Condensador.

### 23.4 Proteção contra vandalismo

As CIS são preenchidas com resina no seu interior. A resina a aplicar terá de se encontrar de acordo com o especificado no ponto 24 .

### 23.5 Propriedades mecânicas

Os terminais da conexão indutiva têm de ser apropriados para a ligação de cabos LXV com uma seção mínima de 50mm<sup>2</sup> com acoplamentos aparafusados.

### 23.6 Propriedades elétricas

A impedância sintonizada é implementada tal como se mostra na Figura 23.

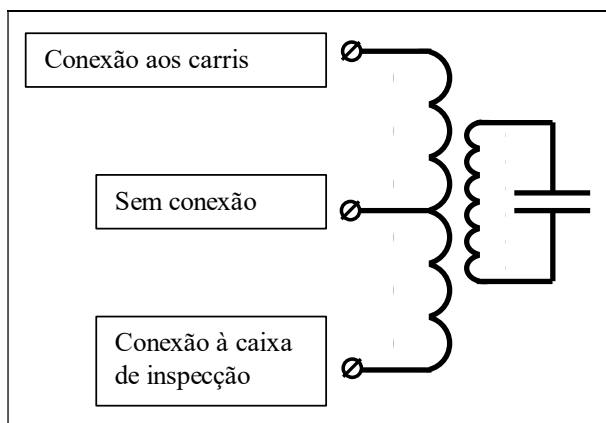


Figura 23 – Esquema elétrico da impedância sintonizada.

A impedância sintonizada consiste numa caixa de impedância (tal como utilizada no ITE, Refª CIT-430AT) e num condensador conectado ao enrolamento secundário. O circuito é sintonizado nas frequências que ocorrem no espectro do impulso ITE, de forma a suprimir a corrente nos caminhos paralelos. A impedância para 50 Hz é a mais baixa possível para evitar altas tensões de passo e de contacto.

O condensador é do tipo folha de propileno de 1 µF e deve obedecer aos seguintes critérios:

1. Deve suportar 1 kV;
2. Deve funcionar normalmente entre -40°C e +85°C;
3. O fator de dissipação deve ser inferior a 0.1%;
4. O coeficiente de temperatura deve ser inferior a 1000 ppm/°C.





A conexão no lado primário é efetuada ao enrolamento com 14 espiras e a conexão no lado secundário é efetuada ao enrolamento com 41 espiras (tipicamente bornes G e H).

A combinação destas espiras e de um condensador de 1  $\mu\text{F}$  resulta numa frequência de ressonância de 650 Hz.

O enrolamento primário da CIS tem de ser capaz de suportar as seguintes correntes:

- Permanente: 320 A;
- Durante 100 ms: 3.8 kA;
- Correntes de pico:
  - 200 kA, 10/350  $\mu\text{s}$ ;
  - 50 kA, 0.25/100  $\mu\text{s}$ ;
  - 400 A, 0.5 s.

Uma vez que o condensador pode falhar durante um curto-circuito ou em caso de descarga atmosférica, este deverá ser inspecionado ou submetido a manutenção regularmente.

## **24 RESINA PARA PREENCHER CAIXA DE IMPEDÂNCIA (SINTONIZADAS OU NÃO SINTONIZADAS)**

### **24.1 Âmbito e definição**

Resina para preencher o interior das caixas de impedância com o objetivo de evitar furtos.

### **24.2 Aplicação**

O interior das caixas de impedância será preenchido com resina epóxi Elantron MC28.1, endurecida com o componente WL228, ambos os produtos fabricados pela ELANTAS, ou por outro composto com resultados equivalentes, certificados nos testes de isolamento, de carga térmica e de fogo.

O preenchimento da caixa com resina deve cobrir na totalidade as cabeças dos parafusos de fixação do circuito magnético.



Figura 24 – Caixa de impedância com preenchimento em resina.

### 24.3 Manutenção

Não é necessária qualquer manutenção durante o tempo de vida útil.

## 25 DISPOSITIVO LIMITADOR DE TENSÃO (VLD)

### 25.1 Âmbito e definição

Um dispositivo limitador de tensão (VLD) limita a tensão a um valor especificado, entre dois objetos que não podem ser ligados entre si por um condutor normal.

### 25.2 Aplicação

Os VLD são instalados em certos locais do sistema de terras. Estes locais estão identificados nas outras Partes da presente Norma.

Por exemplo, no caso de CV monocarril a tensão entre o carril de sinalização e o carril de retorno da corrente de tração (ligado ao sistema de terras) não pode, por razões de segurança, exceder certos valores. Quando uma catenária parte e cai sobre o carril de sinalização, deve estabelecer-se um curto-circuito para que tal possa ser detetado pela Subestação. No entanto, não é possível ligar o carril de sinalização com um condutor normal ao carril de retorno da corrente de tração, sem prejudicar o sistema de deteção de comboios. Numa situação destas devem instalar-se VLD.

Em condições normais, os VLD possuem uma resistência muito elevada. Se um determinado nível de tensão, para o qual o VLD está especificado, for excedido, deve ocorrer um curto-circuito. Após



a interrupção da corrente de curto-circuito, o componente permanece em situação de circuito fechado.

### 25.3 Manutenção

O VLD não necessita de manutenção.

Em caso de disparo resultante de um curto-circuito, ou de outra razão qualquer que o tenha danificado, deverá ser substituído.

### 25.4 Propriedades mecânicas

- O VLD deve ter 2 conexões, às quais possam ser ligados cabos de 50 ou de 70 mm<sup>2</sup> por meio de acoplamentos aparafusados.
- O VLD não deve exceder as dimensões de 20 cm x 20 cm x 20 cm.

### 25.5 Propriedades elétricas

O VLD deverá ser capaz de suportar as seguintes correntes:

- Corrente de curto-circuito: 7,5 kA durante 100 ms
- Carga térmica (I<sub>2t</sub>): 6 kA durante 2s
- Correntes de pico: 200 kA durante 10/350 µs;  
50 kA durante 0,25/100 µs;  
400 A durante 0,5 s.
- A corrente de fuga deve ser inferior a 100 mA.
- A tensão de disparo é de 250 V (± 50 V).
- Depois de um disparo a tensão máxima no VLD é de 60 V ou inferior.

## 26 ELÉTRODO DE TERRA

### 26.1 Âmbito e definição

Um eletrodo de terra é formado por um condutor ou grupo de condutores que quando enterrados nus no solo asseguram um bom contacto elétrico com este.

Os eletrodos de terra poderão ser verticais ou horizontais consoante sua disposição quando enterrados no solo e relativamente a este possuam um alinhamento vertical ou horizontal respetivamente.

Este capítulo é dedicado aos eletrodos verticais, uma vez que será o CDTE que desempenha a função de eletrodo de terra horizontal no sistema RCT+TP.

### 26.2 Aplicação

Os eletrodos de terra são utilizados em locais onde é necessária uma baixa resistência de terra. Por exemplo no caso das Subestações, dos Postos AT, dos Edifícios Técnicos, das Passagens de Nível, Torres GSM-R entre outras instalações técnicas.

A ligação à terra ao longo da via é efetuada através do cabo de terra enterrado.

### 26.3 Manutenção

A ligação à CI deve poder ser inspecionada visualmente.

O elétrodo de terra terá de ser inspecionado de acordo com a periodicidade estabelecida. Durante esta inspeção, a resistência de terra terá de ser medida (em tempo seco) e comparada com os resultados das medições anteriores.

### 26.4 Propriedades mecânicas

Os elétrodos de terra serão tipicamente em Aço Inox cujas propriedades mecânicas são:

- Material: Aço Inox;
- Diâmetro: 16 mm;
- Comprimento das partes: 1,5 a 3 m;
- Acoplamentos: Aço Inox;
- Cabeça: Aço Inox.

As ligações ao elétrodo de terra em aço inox devem ser efetuadas mediante a utilização de um ligador semelhante ao que ilustra na Figura 25.



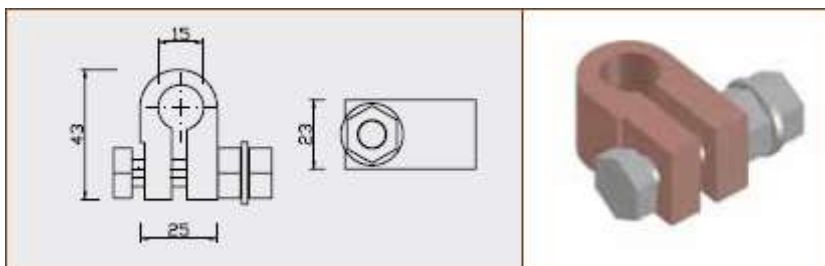
**Figura 25 – Ligador para elétrodo de terra em aço inox.**

Para ligação do elétrodo de terra em aço inox à barra de terra, será utilizado um cabo LXV acoplado através de um terminal em alumínio.

Aceita-se a instalação de elétrodos de terra em Aço Cobreado em situações devidamente justificadas e apenas quando solicitado pelo Dono de Obra. As propriedades mecânicas dos elétrodos de terra em Aço Cobreado são:

- Material: Aço;
- Revestimento: Cobre (mínimo de 0,25 mm);
- Diâmetro: 14 mm;
- Comprimento das partes: 1,5 a 3 m;
- Acoplamentos: Bronze;
- Cabeça: Rotativa.

As ligações ao elétrodo de terra em aço cobreado devem ser efetuadas mediante a utilização de um ligador semelhante ao que ilustra na Figura 26.



**Figura 26 – Ligador para elétrodo de terra em aço cobreado.**

Para ligação do elétrodo de terra em aço cobreado à barra de terra, será utilizado um cabo LXV acoplado através de ligador bimetálico (lado do elétrodo de terra).

A profundidade mínima de um elétrodo de terra é de 4 m e deverá ser possível atingir a profundidade de 20 m (dependendo das condições do solo).

### **26.5 Propriedades elétricas**

Os elétrodos de terra têm de ter a capacidade de suportar as seguintes correntes:

- Em regime permanente: 320 A;
- Durante 100 ms: 7,5 kA;
- Correntes de pico: 200 kA, durante 10/350  $\mu$ s;  
50 kA durante 0.25/100  $\mu$ s;  
400 A durante 0,5 s.

A resistência máxima de terra é determinada pela especificação que requer a utilização deste elétrodo, mas tipicamente não poderá ser superior a 2,5  $\Omega$ . Se o valor máximo de resistência de terra não puder ser atingido por um só elétrodo de terra, será necessário utilizar vários interligados em paralelo.

De notar que a corrente permanente está relacionada com a máxima corrente admissível através de um cabo de cobre de 50mm<sup>2</sup>.

## **27 TINTA REFLETORA PARA TRAVESSAS**

### **27.1 Âmbito e definição**

Tinta destinada a identificar as travessas onde são fixados cabos.

### **27.2 Aplicação**

As travessas da via em que sejam fixados cabos, terão de ser identificadas com tinta refletora cor amarelo com características refletoras, tipicamente utilizadas na sinalização rodoviária.



**Figura 27 – Travessas pintadas com tinta refletora.**

### **27.3 Manutenção**

A manutenção da tinta refletora consiste na sua inspeção visual e na sua reaplicação se for necessário.

## **28 TUBO DE FERRO GALVANIZADO**

Para melhoria da proteção mecânica dos cabos, nos casos em que estes possam ficar expostos e vulneráveis a possíveis atos de vandalismo, como poderá suceder em estruturas, obras de arte ou outras situações declaradamente vulneráveis, os cabos devem ser protegidos com Tubo de ferro galvanizado de diâmetro e comprimento apropriado, fixo por meio de abraçadeiras metálicas com espaçamento adequado.



**Figura 28 – Tubo ferro galvanizado para proteção de cabos.**