

INSTRUÇÃO TÉCNICA

GR.IT.GER.002 RETORNO DA CORRENTE DE TRAÇÃO, TERRAS E PROTEÇÕES PARTE 11: SINALIZAÇÃO

Aplicação:
Grupo IP

Ciclo de Produção do Documento

Elaboração	Supervisão	Aprovação
EA-ESL	EA-EPF	DEA 2022-11-24

GR.MOD.001_v01

“Este documento é propriedade exclusiva da IP, não podendo ser reproduzido, utilizado, modificado ou comunicado a terceiros sem autorização expressa”



Co-financiamento da União Europeia
Rede Transeuropeia de Transportes (RTE-T)



Índice

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO	9
3. ÂMBITO	9
4. SIGLAS E DEFINIÇÕES	9
4.1 Siglas	9
4.2 Definições	10
5. RESPONSABILIDADE	10
6. REGRAS PARA LIGAÇÃO À TERRA	11
6.1 Introdução	11
6.2 Circuitos de via de audiofrequência do tipo UM71	12
6.2.1 Geral	12
6.2.2 Regras de ligação à terra e de retorno	12
6.3 Circuitos de via de impulsos de tensão elevada tipo ITE	14
6.3.1 Geral	14
6.3.2 Regras para ligação à terra na configuração bicarril	15
6.3.3 Regras para ligação à terra na configuração monocarril	15
6.4 Circuitos de via de audiofrequência SIEMENS FTGS	16
6.4.1 Geral	16
6.4.2 Regras de ligação à terra	17
6.5 Circuitos de via SIEMENS 125 Hz	19
6.5.1 Geral	19
6.5.2 Regras de ligação à terra	19
6.6 Circuitos de via SIEMENS DRS	19
6.6.1 Geral	19
6.6.2 Regras de ligação à terra	20
6.7 Circuitos de via FS3000	20
6.7.1 Geral	20
6.7.2 Regras de ligação à terra	21
6.8 Circuitos de via SIEMENS TCM100	22
6.9 Circuitos de via Thales TTC	22
6.10 Conexão longitudinal entre diferentes circuitos de via de linhas a 2 carris	22
6.11 Conexão longitudinal entre diferentes circuitos de via de linhas a 3 carris	33
6.12 Ligações transversais na proximidade de interfaces	33
6.13 Ligação entre circuitos de via adjacentes de linhas a 2 carris	34
6.13.1 Polaridade dos circuitos de via	34
6.14 Ligação entre circuitos de via adjacentes de linhas a 3 carris	35
6.15 Circuitos de via nas agulhas em linhas a 2 carris	35
6.16 Circuitos de via nas agulhas em linhas a 3 carris	37



7. CABOS OU CABLAGEM (Requisitos Eletromagnéticos)	37
7.1 Requisitos base	37
7.2 Cabos de sinalização	38
7.3 Cabos de telecomunicações	39
7.4 Ligação das blindagens dos cabos	39
8. DETEÇÃO DE CARRIL PARTIDO EM LINHAS A 2 CARRIS	42
8.1 Introdução	42
8.2 Medidas a adotar	42
8.3 Detecção de Carril Partido versus circuitos de via	43
8.3.1 Princípio de funcionamento dos circuitos de via	43
8.3.2 Tipos de circuitos de via	44
8.3.3 Valor acrescentado dos circuitos de via	44
8.4 Ligações transversais e de terra	46
8.5 Melhoria da funcionalidade da detecção de carril partido	46
8.5.1 Consequências do carril partido	46
8.5.2 Como implementar a detecção de carril partido	47
8.6 Regras de princípio	50
8.7 Exemplos de interfaces entre ITE e outros tipos de detecção de comboios	52
8.7.1 ITE e contadores de eixos	52
8.7.2 ITE e UM71	52
8.8 Escolhas a fazer em linhas a 2 carris	53
8.8.1 Especificações não completamente implementadas	53
8.8.2 Especificações implementadas	54
8.9 Exemplos com utilização de caixas de impedância sintonizadas (CIS)	56
8.9.1 Exemplo da utilização de CIS em estações	56
8.9.2 Exemplo da utilização de CIS em parques	57



Índice de Figuras

Figura 1 - Distância mínima entre a ligação indutiva (CI) e a junta elétrica (SVA)	13
Figura 2 - Distância mínima entre conexões indutivas (CI)	13
Figura 3 - Circuito de via terminando em via não isolada	14
Figura 4 - Ligação transversal para ITE	15
Figura 5 - Configuração ITE monocarril	15
Figura 6 - FTGS, Laço de ligação "S"	16
Figura 7 - FTGS, Laço de ligação final	17
Figura 8 - FTGS; inversão de carril de ligação à terra	18
Figura 9 - FTGS; inversão de carril de terra numa diagonal	18
Figura 10 - FTGS; mudança de ligação transversal	19
Figura 11 - Circuito de Via SIEMENS 125 Hz	19
Figura 12 - DRS - Separação entre circuitos de via	20
Figura 13 - FS300, junta de separação elétrica (cv de estação)	21
Figura 14 - Conexão transversal entre duas vias	21
Figura 15 - Separação mínima entre ligações	22
Figura 16 - Interface A1	24
Figura 17 - Interface A2	24
Figura 18 - Interface A3	24
Figura 19 - Interface A4	25
Figura 20 - Interface A5	25
Figura 21 - Interface A6	25
Figura 22 - Interface A7	26
Figura 23 - Interface A8	26
Figura 24 - Interface A9	26
Figura 25 - Interface A10	27
Figura 26 - Interface A11	27
Figura 27 - Interface A12	27
Figura 28 - Interface A13	28
Figura 29 - Interface A14	28
Figura 30 - Interface A15	28
Figura 31 - Interface A16	29
Figura 32 - Interface A17	29
Figura 33 - Interface A18	29
Figura 34 - Interface A19	30
Figura 35 - Interface A20	30
Figura 36 - Interface A21	30
Figura 37 - Interface A22	31
Figura 38 - Interface A23	31
Figura 39 - Interface A24	31
Figura 40 - Interface A25	32
Figura 41 - Interface A26	32
Figura 42 - Interface A27	32
Figura 43 - Interface A28	33
Figura 44 - Instalação correta dos circuitos de via	34
Figura 45 - Instalação incorreta de circuitos de via	34
Figura 46 - Instalação incorreta das juntas isolantes	35
Figura 47 - Ligações nas agulhas com circuitos de via bicarril	36
Figura 48 - Ligações nas agulhas com circuitos de via monocarril	36
Figura 49 - Ligações nas agulhas com circuitos de via monocarril (melhorada)	36
Figura 50 - Ligação a 360° em ambas as extremidades [14]	40
Figura 51 - Ecrã CEM em armários - Ligação das blindagens dos cabos	40



Figura 52 – Ligação da blindagem em ambas as extremidades Lightning protection IEC 62305-441	
Figura 53 - Utilização de junta para ligação de cabo com blindagem mecanicamente frágil a um Ecrã CEM	41
Figura 54 - Circuito de via.....	43
Figura 55 - Carril partido não detetado na agulha.....	45
Figura 56 - Ligações paralelas aos circuitos de via	46
Figura 57 - Avaria contra a segurança causada por dois defeitos num só circuito de via	47
Figura 58 - Avaria contra segurança causada por defeitos em circuitos de via diferentes	47
Figura 59 - Passeio paralelo no meio de vias paralelas	48
Figura 60 - A Impedância depende do sentido das correntes	49
Figura 61 - Conexão indutiva sintonizada para aumentar a impedância.....	49
Figura 62 - Característica de Impedância de uma conexão sintonizada	50
Figura 63 - Caixa de impedância sintonizada montada na ligação transversal.....	52
Figura 64 - Sistema de ligação à terra na transição ITE / contador de eixos	52
Figura 65 - Sistema de ligação à terra na transição ITE / UM71	53
Figura 66 - Exemplo 1.....	53
Figura 67 - Exemplo 2.....	54
Figura 68 - Exemplo 3.....	55
Figura 69 - Exemplo 4.....	55
Figura 70 - Exemplo 5.....	56
Figura 71 - Exemplo 6.....	56
Figura 72 - Exemplo 7.....	57
Figura 73 - Exemplo 8.....	57
Figura 74 - Exemplo 9.....	58
Figura 75 - Exemplo 10.....	58
Figura 76 - Exemplo 11.....	59



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	2015-12-14	Revisão da Instrução Técnica para uma infraestrutura a 3 carris	Todas
v.07	2022-11-24	Revisão de conteúdos	Todas

UO Consultadas na elaboração da versão aprovada

Não aplicável.

Documentos Revogados

GR.IT.GER.002 – Parte 11 | v.06

Documentos de Referência

- [1] IP, GR.IT.SIN.046 ESPECIFICAÇÕES RELATIVAS A DETECÇÃO DE COMBOIOS, 2018.
- [2] SNCF, NOTICE GENERALE E 5B 32 N°6 Installations de Sinalisation Circuits de Voie à Impulsions Généralités, 25/05/1977.
- [3] Directriz de Aplicación de Circuitos de Via de Audiofrecuencia FTGS.
- [4] Siemens, FTGS S (incl. LZB-Interface Remote-fed and Coded Jointless Audio Frequency Track Circuit with Electrically-divided Sections, 31-08-93.
- [5] SIEMENS, Instructions for Use Clearguard TCM 100 Track Vacancy Detection System without TCS.
- [6] Thales, MANUAL DE INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS CIRCUITOS DE VIA TTC, 08/08/2018.
- [7] TEBA10.0.INP: Earthing System Design, Overall Concept; Version 2,0, 02/04/2001.



- [8] IEC 61000-5-2 “Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 5: Installation and Mitigation Guidelines - Section 2: Earthing and cabling”, 1997.
- [9] IEC, IEC TR 61000-5-6 “Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5-6: Installation and mitigation guidelines – Mitigation of external EM influences”, 2002.
- [10] IEC, IEC TR 61000-5-3 Electromagnetic compatibility (EMC) Installation and mitigation guidelines – HEMP protection concepts.
- [11] IEC 62305-4 Protection against lightning - Part 4: Electrical and electronic systems within structures., 2010.
- [12] REFER, IT.SIN.053 Especificações Relativas a Cabos e Instalação de Cabos, 2008.
- [13] Tim Williams and Keith Armstrong “EMC for Systems and Installations”, Newnes, ISBN: 0 7506 4167 3, 2000.
- [14] THE BENEFITS OF APPLYING IEC 61000-5-2 TO CABLE SCREEN BONDING AND EARTHING
Eurlng Keith Armstrong Cherry Clough Consultants, U.K., www.cherryclough.com E-mail: keith.armstrong@cherryclough.com.
- [15] TEBA50.0.INP: Broken Rail protection for High Voltage Impulse Track Circuits; Version 1.1.

Documentos Associados

- IEC TR 61000-5-1 Installation and mitigation guidelines - General considerations
- IEC TS 61000-5-4 Installation and mitigation guidelines - Immunity to HEMP - Specifications for protective devices against HEMP radiated disturbance. Basic EMC Publication
- IEC 61000-5-5 Installation and mitigation guidelines - Section 5: Specification of protective devices for HEMP conducted disturbance. Basic EMC Publication
- IEC 61000-5-7 Installation and mitigation guidelines - Degrees of protection provided by enclosures against electromagnetic disturbances (EM code)
- EMC for Product Designers Tim Williams, Newnes - Technology & Engineering, 2001.
- CCITT/ITU: CCITT, Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines, volume VII, Protective Measures and Safety Precautions, Geneva.
- TEBA40.0.INP: Measurement Results; Version 2.0.
- TEBA20.0.INP: Modelling the AC system; Version 2.0.

Referência Gestor Documental

224 10002011158

Distribuição

Restrita ao Grupo IP e Externo: Projetistas e Empreiteiros ao serviço da IP.



1. INTRODUÇÃO

O Normativo RCT+TP é a especificação de retorno da corrente de tração, terras e proteções.

O seu principal objetivo é criar um ambiente seguro para os seres humanos e sistemas (eletrotécnicos) na vizinhança da via-férrea. Esta especificação está dividida 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
- Parte 15 Regras de Projeto do Sistema RCT+TP

As especificações que constam da presente Parte 11 vêm acrescentar à anterior versão as especificações ou orientações necessárias a ter em consideração para a implementação do sistema numa linha a 3 carris, cujos pressupostos base foram enunciados na Parte 1.

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

Os requisitos específicos a respeitar, aplicáveis a uma linha a 3 carris, são, sempre que aplicável, destacados ou referenciados no texto da Norma e remetidos, caso se justifique, para um item adicional.

Deverão ainda ser tomados em consideração os pressupostos de sinalização constantes da norma IP [1] desenvolvida no âmbito do normativo técnico a 3 carris, em particular no que se refere aos pressupostos de sinalização a aplicar em matéria de deteção de comboios numa linha a 3 carris interoperável.



2. OBJETIVO

Estabelecer regras para a ligação à terra das vias a 2 carris do ponto de vista da sinalização. Adicionalmente são incorporadas orientações a aplicar numa linha a 3 carris interoperável.

Esta parte não especifica as regras do sistema de sinalização em si.

3. ÂMBITO

Aplica-se à instalação do sistema de terras num sistema de alimentação de tração de 25 kV no que diz respeito à sinalização. A presente parte incorpora as alterações necessárias a aplicar numa linha a 3 carris interoperável.

4. SIGLAS E DEFINIÇÕES

4.1 Siglas

Da Organização:

DEA	Direção de Engenharia e Ambiente
EA-EF	Estudos e Projetos Ferroviários
EA-ESL	Sinalização

Outras Siglas:

AT	Autotransformador
RT	Sistema com condutores de retorno
ST	Sistema tradicional (standard)
CI	Conexão Indutiva (Connection Indutive)
CIS	Caixa de Impedância Sintonizada
CCITT/ITU	International Telecommunication Union
CDTA	Cabo de terra aéreo
CDTE	Cabo de terra enterrado
CEM	Compatibilidade eletromagnética
CONVEL	Controlo de Velocidade
CV	Circuito de via
CSEE	ex-Compagnie des Signaux
EN	Norma Europeia (European Norm)
ETCS	European Train Control System



JES	Junta elétrica de separação (Joint Electrique de Séparation)
LEAE	Ligação Equipotencial entre cabo(s) de terra aéreo(s) (CDTA) e cabo(s) de terra enterrado(s) (CDTE) de ambas ou mais vias
LT	Ligação transversal entre carris de uma só via ou entre carris de múltiplas vias
LTI	Ligação transversal entre cabo(s) de terra enterrado(s) (CDTE), cabo(s) de terra aéreo(s) (CDTA) e os carris
LPZ	Lightning Protection Zone
MC	Modo comum
MD	Modo diferencial
PI	Passagem Inferior
PS	Passagem Superior
PH	Passagem Hidráulica
SVA	Bobine com núcleo de ar (Self de Voie à Air) (componente específico de uma montagem UM71)
SVPMM	Conexão indutiva, não transporta corrente de tração (Self de Voie pour Protection des Masses Métaliques)
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
TTC	Thales Track Circuit

4.2 Definições

TERMO	DEFINIÇÃO
Ecrã CEM	O local único tanto para um armário como para um edifício ao qual todos os condutores que entrem ou saiam desse espaço são ligados à terra. Deste modo o Ecrã CEM separa o ambiente exterior «com ruído EM» e o ambiente interior «sem ruído EM». O Ecrã CEM é o local onde todas as correntes de modo comum nas blindagens dos cabos podem permutar, sem entrar nesse espaço.

5. RESPONSABILIDADE

Não Aplicável.



6. REGRAS PARA LIGAÇÃO À TERRA

6.1 Introdução

Este capítulo descreve as regras para a ligação à terra a serem aplicadas nos vários sistemas de deteção usados pela IP em linhas a 2 carris, nomeadamente:

- JEUMONT/ALSTOM/EFACEC ITE (monocarril e bicarril);
- CSEE UM71;
- SIEMENS FTGS;
- SIEMENS 125 Hz;
- ERICSSON 125 Hz;
- SIEMENS DRS DC;
- INVENSYS/WESTINGHOUSE FS3000;
- SIEMENS TCM100;
- THALES TTC

Da lista de sistemas de deteção indicada, admite-se que alguns destes possam ser compatíveis com linhas a 3 carris interoperáveis. Para esse efeito, os projetistas deverão consultar e/ou requerer do fabricante as especificações técnicas para uma montagem numa linha a 3 carris, sendo essas soluções ou especificações as enquadradas no âmbito do projeto de sinalização para o efeito, ao abrigo das regras e normativos vigentes aplicáveis em matéria de deteção de comboios.

Sublinhamos, porém, não ser recomendada a aplicação de circuitos de via com junta física em linhas novas a 3 carris, pelo que esse pressuposto ou recomendação deverá ser igualmente tomado em consideração na elaboração do projeto de sinalização, bem como no projeto de retorno e terras decorrente deste.

Os circuitos de via indicados na lista anterior encontram-se instalados na Rede e são aplicáveis em linhas a 2 carris

Nos subcapítulos seguintes descrevem-se as regras para a ligação à terra de cada um destes sistemas enunciados. Descrevem-se igualmente as medidas a aplicar na interface entre dois sistemas de deteção de comboios distintos.

Outros tipos de deteção de comboios, tais como pedais e contadores de eixos, não são aqui descritos, dado que estes sistemas de deteção não impõem requisitos e/ou restrições específicas relativamente à localização das ligações transversais, o que a verificar-se constitui uma das maiores dificuldades na implementação de um sistema de ligação à terra.

No que se refere aos circuitos de via curtos sobrepostos, aplicados tipicamente em passagens de nível, devem ser observadas as regras impostas pelos fabricantes em matéria de restrições a considerar para a ligação à terra na sua zona de influência.



6.2 Circuitos de via de audiofrequência do tipo UM71

6.2.1 Geral

UM71 é um circuito de via de audiofrequência que pode ser caracterizado como se segue:

- Emissão central e emissão na extremidade;
- Possibilidade de instalar recetores adicionais;
- Comprimentos até 2.200m;
- Possibilidade de utilização de juntas elétricas de separação entre circuitos de via adjacentes;
- Quando aplicadas juntas elétricas existe um percurso contínuo para a corrente de tração;
- Quando aplicadas juntas isolantes utilizam-se conexões indutivas. Através destas ligações, a corrente de tração pode circular numa secção para a outra;
- Circuitos de via deste tipo detetam eletricamente a ocorrência de carris ou cabos partidos de acordo com as exigências da IP;
- A montagem UM71 com junta elétrica existente na rede IP à data da presente especificação foi desenvolvida para a rede de bitola ibérica Portuguesa pela CSEE e intitula-se montagem UM71 com TAdERC.

6.2.2 Regras de ligação à terra e de retorno

1. Os condutores da corrente de tração que integram a tomada de retorno de uma subestação numa zona equipada com este tipo de circuito de via, devem ser conectados aos carris por intermédio de uma conexão indutiva (CI) desde que a mesma possua a potência necessária para o efeito, bem como a seção e nº de fiadores de ligação seja a adequada. Não obstante, entende-se que este tipo de ligação de uma tomada de retorno que utiliza apenas uma CI, não é aconselhável do ponto de vista da segurança ou redundância da ligação, pelo facto de concentrar numa única CI a ligação de retorno à via de dois setores de uma subestação;
2. Podem efetuar-se ligações transversais entre vias principais e secundárias por intermédio do ponto médio da bobina de núcleo de ar (SVA) de uma junta elétrica;
3. Se a ligação à bobina de núcleo de ar se encontrar a mais de 100 metros de distância do ponto onde se pretende a ligação transversal, pode ser usada uma conexão indutiva adicional (CI), ver Figura 1;

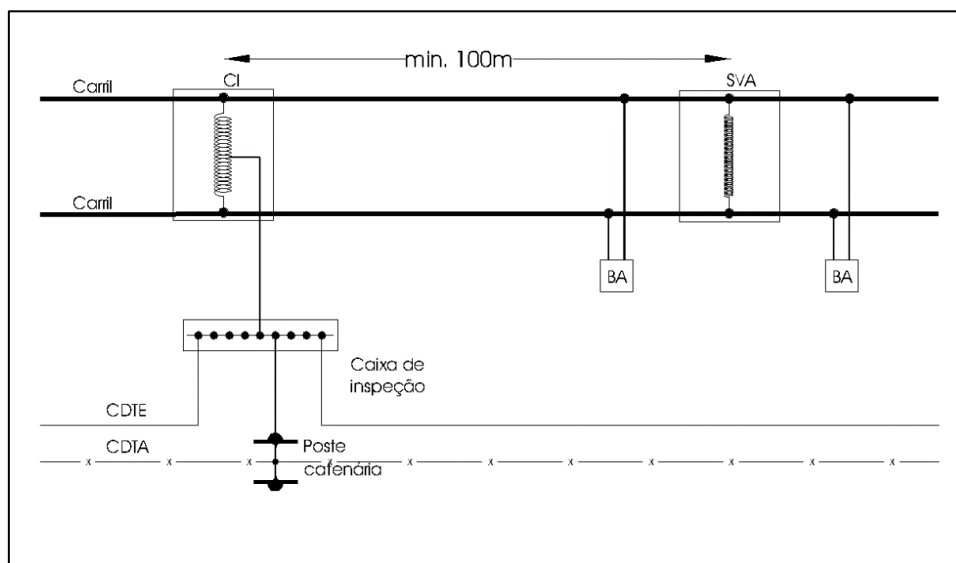


Figura 1 - Distância mínima entre a ligação indutiva (CI) e a junta elétrica (SVA)

4. Num circuito de via de emissão na extremidade, apenas uma ligação indutiva adicional pode ser usada. Num circuito de via de emissão central podem ser usadas duas conexões indutivas adicionais, uma em cada metade do circuito de via;
5. A distância entre as conexões indutivas adicionais deve ser de pelo menos 1000 metros, Figura 2;

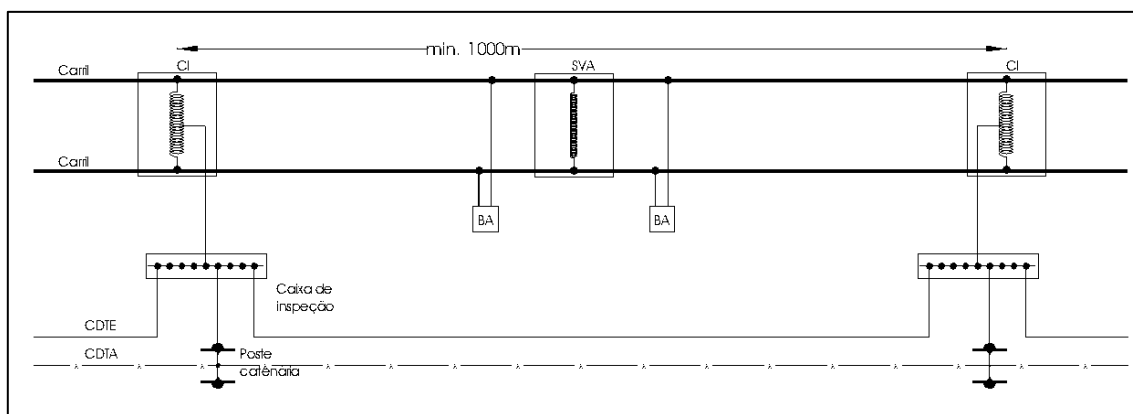


Figura 2 - Distância mínima entre conexões indutivas (CI)

6. A distância entre uma conexão indutiva adicional e uma junta elétrica deverá ser de pelo menos 100 metros (ver Figura 1);
7. Nos circuitos de via com junta elétrica que terminam em juntas isolantes utiliza-se um interface com uma CI em paralelo com a bobina de núcleo ar (SVA). Podem efetuar-se conexões ao ponto médio desta CI;
8. Circuitos de via que se completam em vias não isoladas terminam numa junta elétrica, utilizando também uma bobina de núcleo de ar SVA (ver Figura 3);

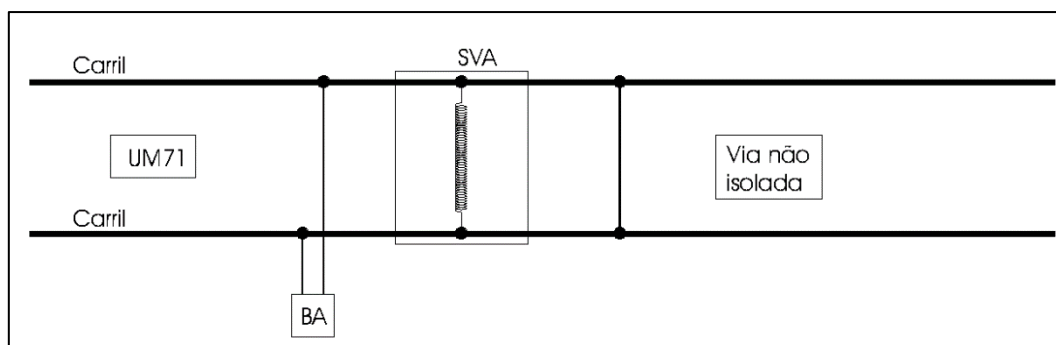


Figura 3 - Circuito de via terminando em via não isolada

9. Os circuitos de via de emissão central têm também uma bobina de núcleo de ar SVA no centro do circuito de via (no transmissor). Esta bobina pode também ser usada para ligações transversais por intermédio do ponto médio da mesma;
10. A distância entre ligações transversais de vias paralelas ou vias paralelas a outros condutores do sistema de retorno não pode ser inferior a 1.000 m, conforme ilustrado na Figura 2;
11. Não estão totalmente identificadas as condições exatas para as quais se pode garantir a detecção de carril partido (detecção de quebra de fiadores associada à componente de audiofrequência do circuito de via) visto o fabricante não indicar quais as regras a seguir. Por outro lado, na documentação do fabricante não é efetuada qualquer referência sobre esta matéria. Note-se que os testes de verificação da funcionalidade da detecção de carril partido (por remoção de um cabo) não podem ser efetuados na versão sem juntas deste tipo de circuito de via.

6.3 Circuitos de via de impulsos de tensão elevada tipo ITE

6.3.1 Geral

ITE é um circuito de via de impulsos de tensão elevada [2] que pode ser caracterizado como se segue:

- São possíveis ambas as configurações monocarril e bicarril;
- Os circuitos de via são separados por juntas isolantes;
- Para circuitos de via bicarril são usadas conexões indutivas. Através das conexões indutivas a corrente de tração pode circular de um circuito de via para outro;
- Para circuitos de via monocarril isola-se um carril, transportando o outro carril a corrente de tração de um circuito de via para outro;

A IP impõe que o circuito de via detete (eletricamente) a ocorrência de cabos e carris partidos.

6.3.2 Regras para ligação à terra na configuração bicarril

1. Para cada via, a distância máxima entre ligações transversais ao sistema terras (LTI e/ou LEAE) será a aplicável de acordo com o estabelecido na Parte 4 – Plena Via;
2. Podem efetuar-se ligações transversais nos pontos médios das conexões indutivas colocadas nas extremidades do circuito de via;

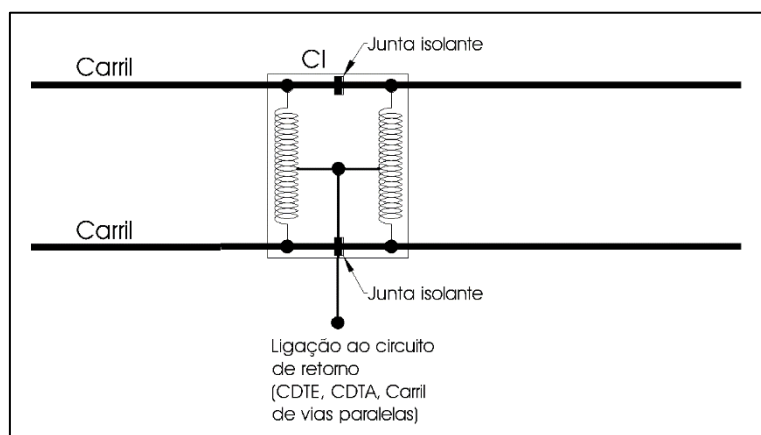


Figura 4 - Ligação transversal para ITE

3. Quando a regra 2 não puder ser aplicada por comprometer a funcionalidade da deteção de carril partido, coloca-se uma conexão indutiva sintonizada em série com a ligação transversal para aumentar a impedância do caminho paralelo (ver ponto 8).

6.3.3 Regras para ligação à terra na configuração monocarril

1. Comprimento até 200 m;
2. Só um carril pode ser utilizado para a corrente de tração e ligação à terra;

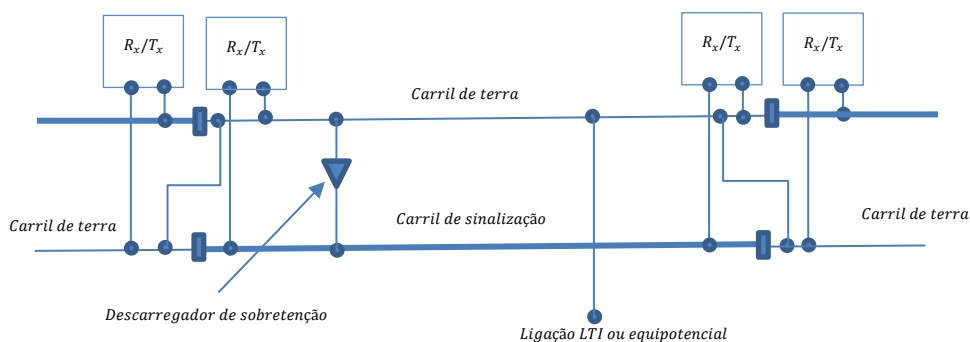


Figura 5 - Configuração ITE monocarril

3. Para o bom funcionamento do circuito de via, a tensão de 50 Hz entre o carril de tração e o carril isolado não pode ser muito alta. Isto quer dizer que o carril de tração deve ter ligações transversais com as vias paralelas;
4. Quando são efetuadas ligações transversais em ambas as extremidades do circuito de via deve pelo menos ser efetuada mais uma ligação transversal num outro local do circuito de via, sendo estas ligações distribuídas com igual espaçamento entre as mesmas. Isto é necessário para garantir a deteção de comboios na eventualidade de um carril (de tração) partido;
5. Um carril partido não pode ser detetado fora do carril isolado.

6.4 Circuitos de via de audiofrequência SIEMENS FTGS

6.4.1 Geral

FTGS é um circuito de via de audiofrequência, [3] [4], que pode ser caracterizado da forma seguinte:

- Configurações com emissão central e emissão na extremidade;
- Dois tipos: FTGS 46 e FTGS 917;
- Podem ser utilizados recetores adicionais (por exemplo nas agulhas);
- Comprimento até 1.500 m, dependendo do tipo e especificações do balastro;
- Ambas as juntas elétricas e isolantes são possíveis;
- Ligação assimétrica de terra e retorno: um dos carris é designado carril de terra. Neste carril, podem efetuar-se ligações transversais. O outro carril é conectado ao carril de terra por intermédio de um laço de ligação “S”. A impedância para a corrente de tração da ligação “S” é muito baixa, pelo que a corrente de tração se dividirá quase que igualmente por ambos os carris;

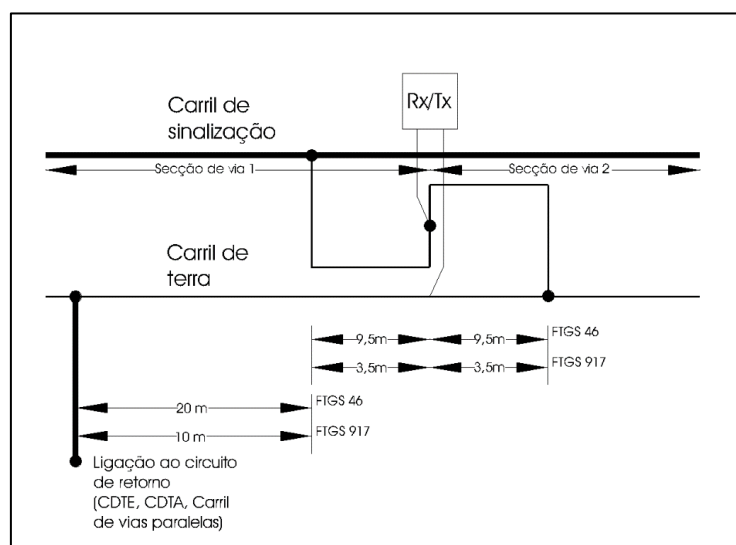


Figura 6 - FTGS, Laço de ligação "S"

- Quando se utilizam juntas elétricas existe um trajeto contínuo para a corrente de tração; quando se utilizam juntas isolantes executa-se uma junta isolante no carril isolado sendo o outro carril (carril de terra) contínuo. De ambos os lados da junta pode colocar-se um laço de ligação final equilibrar a corrente de tração em ambos os carris.

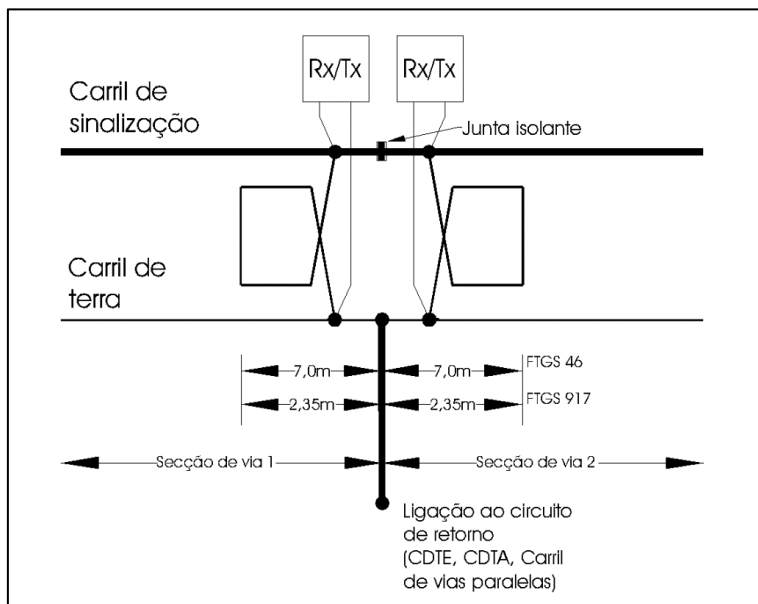


Figura 7 - FTGS, Laço de ligação final

6.4.2 Regras de ligação à terra

- Um dos carris é considerado carril de terra;
- Os carris de terra podem ter conexões transversais com os carris de terra FTGS nas vias paralelas sem necessidade de outras condições;
- A inversão do carril de terra pode efetuar-se nas seguintes condições:
 - Numa junta elétrica ou isolante;
 - As ligações transversais de ambos os lados da inversão devem estar separadas de pelo menos 400 m no caso FTGS 46 e 200 m no caso FTGS 917.

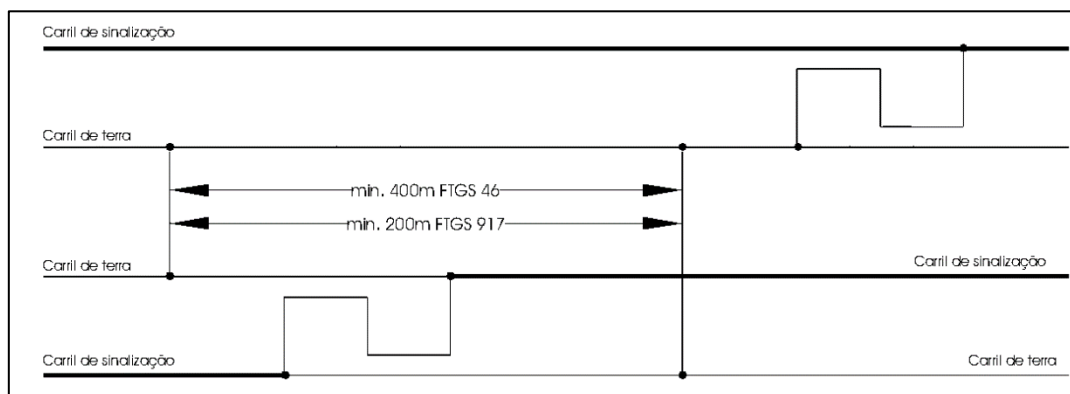


Figura 8 - FTGS; inversão de carril de ligação à terra

4. Nas diagonais e nas agulhas a regra acima mencionada deve igualmente ser cumprida, já que nas agulhas a troca de carril de terra também se efetua;

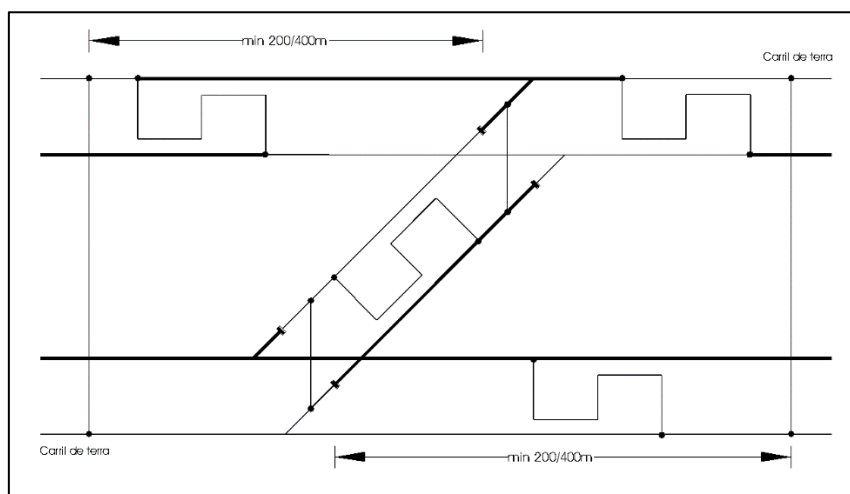


Figura 9 - FTGS; inversão de carril de terra numa diagonal

5. Se a regra acima mencionada não poder ser cumprida, a ligação transversal deve ser mudada de forma a conectar o mesmo carril de terra;

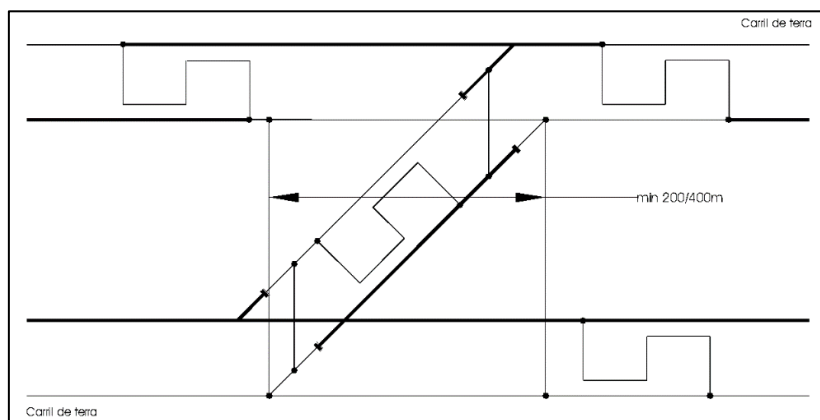


Figura 10 - FTGS; mudança de ligação transversal

6. Apenas o carril isolado deteta o carril partido e não o carril de terra.

6.5 Circuitos de via SIEMENS 125 Hz

6.5.1 Geral

1. O circuito de via SIEMENS 125 Hz é um circuito de via de baixa frequência (125 Hz), onde os critérios de detecção são a fase e a amplitude da corrente;
2. Só está disponível na versão monocarril.

6.5.2 Regras de ligação à terra

1. O comprimento do circuito de via depende do número de vias paralelas e ligações transversais. Num sistema de 25 kV, para duas vias paralelas o comprimento máximo é de 380 m. Para 5 vias paralelas o comprimento máximo é de 1.000 m;
2. Podem efetuar-se ligações transversais no carril não isolado.

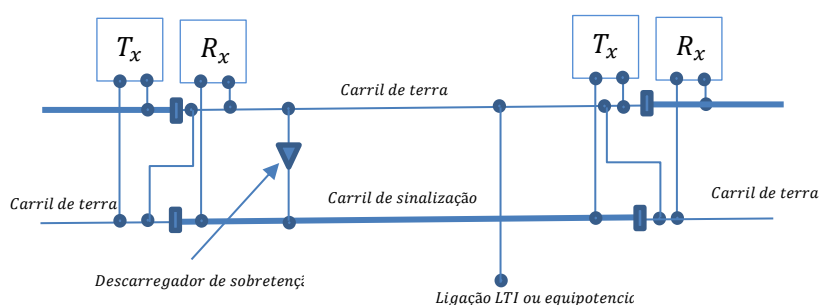


Figura 11 - Circuito de Via SIEMENS 125 Hz

6.6 Circuitos de via SIEMENS DRS

6.6.1 Geral

1. O circuito de via DRS é um circuito de via de CC. Utiliza-se uma alimentação fixa de 12 V CC sem qualquer codificação do circuito de via;

2. O circuito de via é do tipo monocarril. Em cada extremidade do circuito colocam-se duas juntas isolantes, com um cabo (diagonal) entre um carril de tração e o outro carril de tração adjacente;
3. Não é aconselhável a utilização deste circuito de via em linhas eletrificadas a 25kV 50Hz, dada a possibilidade de perturbação do relé de via DRS associada às características da montagem monocarril com retorno por uma fila única e à possibilidade de excitação do relé DRS, caso não sejam aplicadas medidas específicas que permitam mitigar essa eventual perturbação diretamente relacionada com o comprimento da fila de terra.

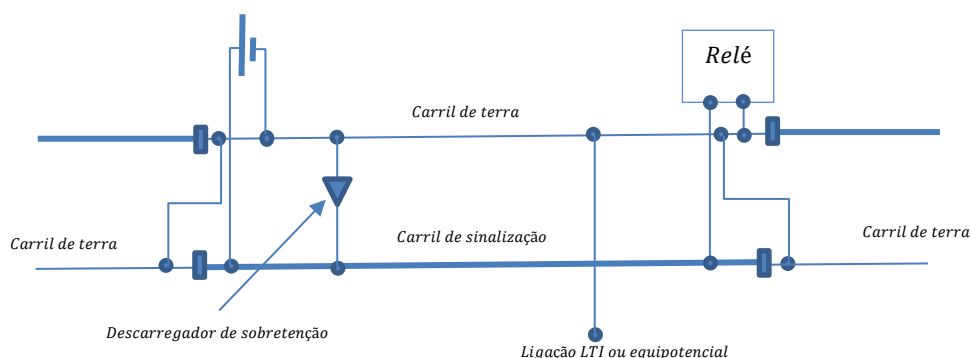


Figura 12 – DRS - Separação entre circuitos de via

6.6.2 Regras de ligação à terra

1. Devem ser colocados limitadores de tensão entre o carril isolado e o carril não isolado. Nos circuitos de via superiores a 200 m deve utilizar-se mais do que um limitador de tensão;
2. Não se estabelecem regras para as ligações transversais;
3. As ligações transversais serão efetuadas no carril de tração;
4. Com este circuito de via apenas é possível garantir a deteção de carril partido no carril isolado.

6.7 Circuitos de via FS3000

6.7.1 Geral

Os circuitos de via FS3000 caracterizam-se da seguinte forma:

- Ausência de juntas isolantes mecânicas no carril. A separação elétrica entre circuitos de via é conseguida através de circuitos ressonantes;
- Funcionam com frequências compreendidas entre os 4 e os 7.2kHz, subdivididas em 3 grupos de 3 frequências, perfazendo um total de 9 frequências distintas de funcionamento;
- A alimentação (emissão) pode ser feita num extremo ou no centro do circuito de via;
- Podem ser utilizados recetores adicionais (por exemplo nas agulhas);

- Comprimento até 1400m (plena via com alimentação central), dependendo do tipo e especificações do balastro;
- Ambos os carris estão disponíveis para o retorno da corrente de tração.

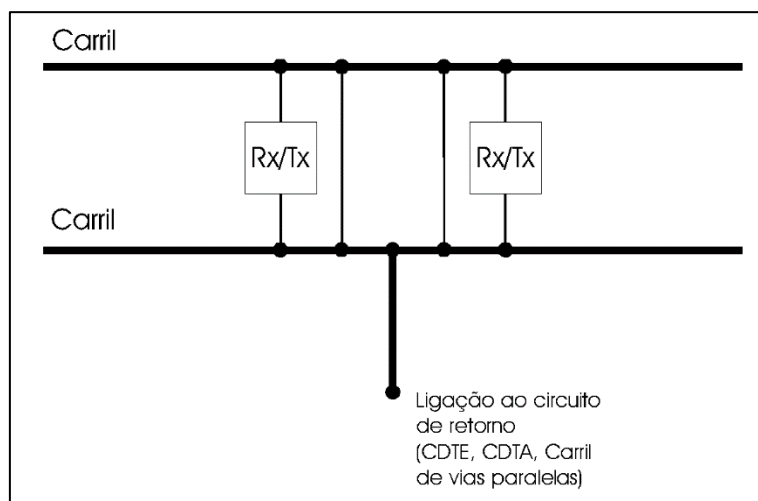


Figura 13 - FS300, junta de separação elétrica (cv de estação)

6.7.2 Regras de ligação à terra

1. Ambos os carris se encontram disponíveis para o retorno da corrente de tração;
2. É possível efetuar ligações transversais com vias paralelas, para a compensação da corrente de tração, Figura 14;
3. As ligações não devem situar-se a distâncias menores que 1,75 vezes o comprimento do circuito de via mais comprido dentro dos limites das ligações, Figura 15;

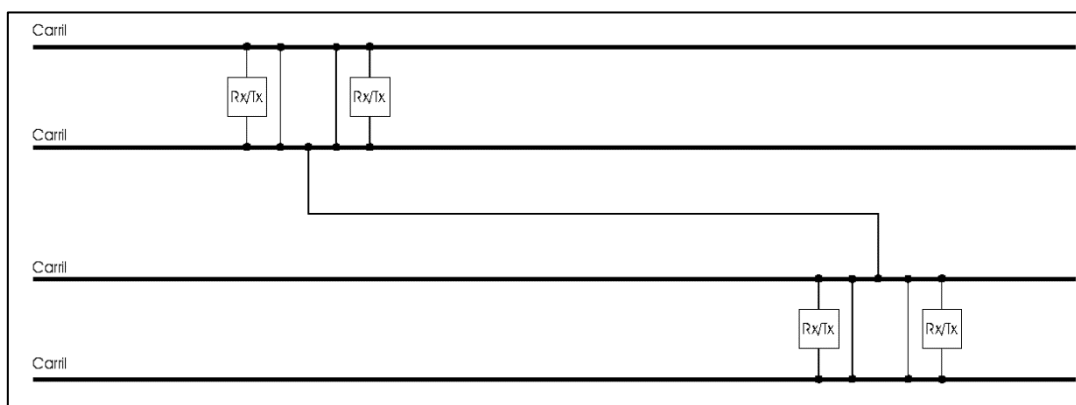


Figura 14 - Conexão transversal entre duas vias

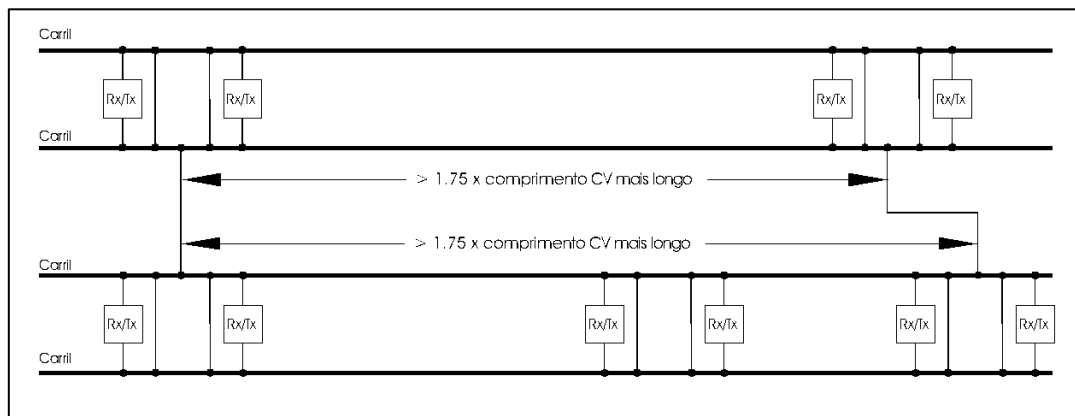


Figura 15 - Separação mínima entre ligações

6.8 Circuitos de via SIEMENS TCM100

As regras de ligação são idênticas às do circuito de via de audiofrequência SIEMENS FTGS indicadas no ponto 6.4. Para mais informação consultar [5]

6.9 Circuitos de via Thales TTC

As regras de ligação são idênticas às do circuito de via de audiofrequência SIEMENS FTGS indicadas no ponto 6.4. Para mais informação consultar [6].

6.10 Conexão longitudinal entre diferentes circuitos de via de linhas a 2 carris

O quadro seguinte faz referência a desenhos esquematizados dos diferentes tipos de conexões entre sistemas de deteção de comboios [7]. Na figura correspondente à conexão entre sistemas de deteção, deve substituir-se a palavra “sistema 1” nessa figura pelo sistema mencionado na primeira coluna, e a palavra “sistema 2” pelo sistema mencionado na primeira linha.

Sistema 2 → ↓ Sistema 1	ITE monocarril	ITE bicarril / UM71 c/junta isolante (JI)	UM71 c/junta elétrica (JE)	UM71 com JE terminado em JI	FTGS/ TCM100	Siemens 125Hz	DRS	FS3000	Contador de Eixos
ITE monocarril	A1	A3	A8	A8	A10	A1	A2	A27	A13
ITE bicarril / UM71 c/junta isolante (JI)		A5	A6	A6	A7	A4	A4	A25	A12



UM71 c/junta elétrica (JE)			A15	A14	A18	A9	A9	A24	A28
UM71 com JE terminado em JI				A14	A18	A9	A9	A24	A20
FTGS/ TCM100					A16/A17	A11	A11	A22	A21
Siemens 125Hz						A1/A2	A1	A26	A13
DRS							A2	A26	A13
FS3000								A22	A23
Contador de Eixos									A19

Nas figuras seguintes apenas estão desenhados os cabos que transportam corrente de tração.

Os interfaces apresentados não dispensam a eventual consulta da documentação técnica do fabricante associada a estes.

Outras conexões para os equipamentos de deteção de comboios não são referidas. Essa informação é fornecida pela documentação do fabricante.

Outras legendas nas figuras:

TX: Transmissor

RX: Recetor

CI: Conexão Indutiva

SVA: Bobina de Núcleo de Ar (equipamento específico UM71)

Sistema 1 / Sistema 2: ver quadro anterior.

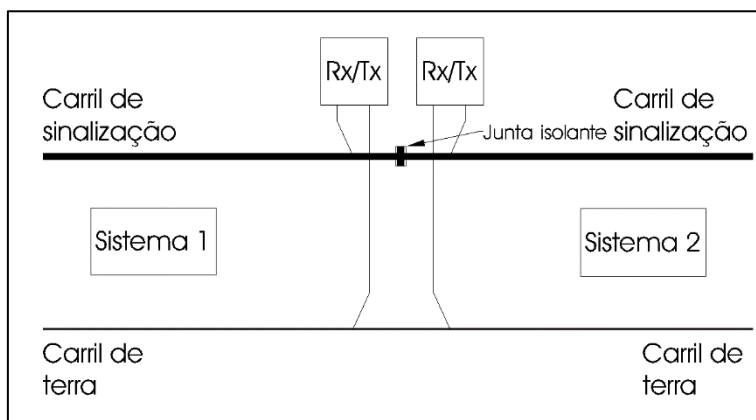


Figura 16 - Interface A1

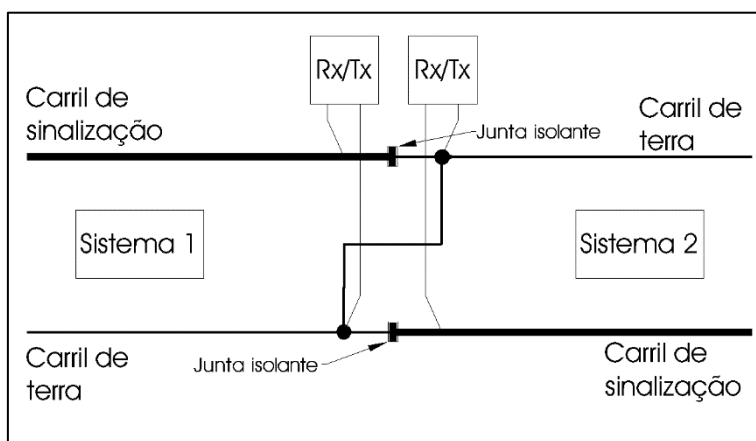


Figura 17 - Interface A2

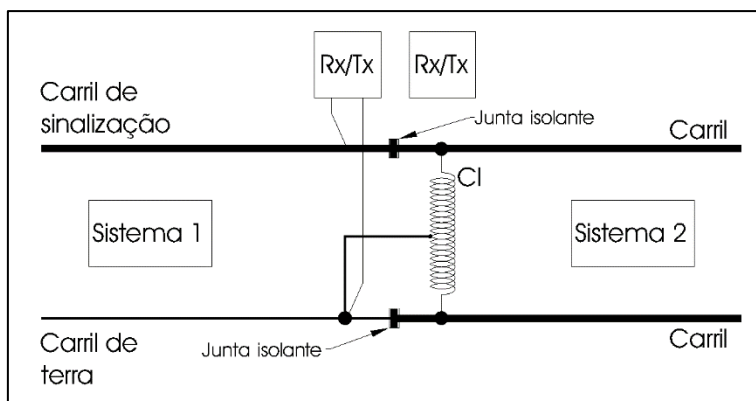


Figura 18 - Interface A3

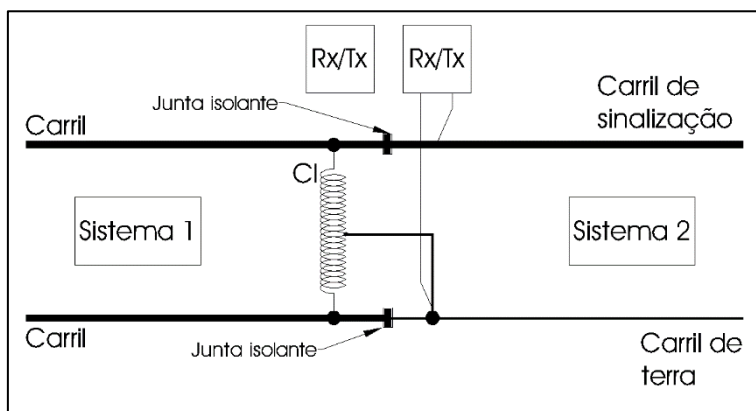


Figura 19 - Interface A4

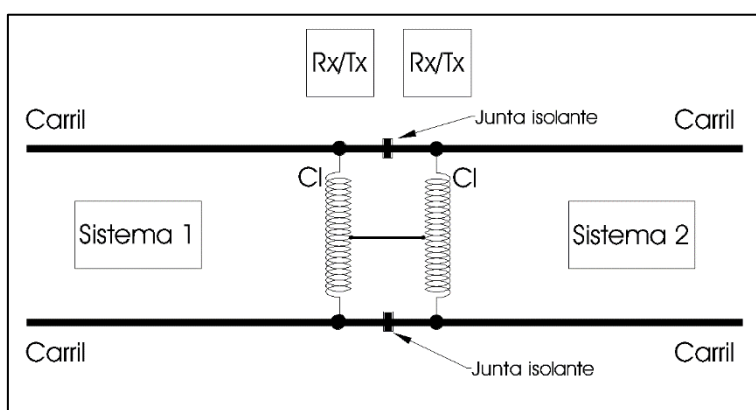


Figura 20 - Interface A5

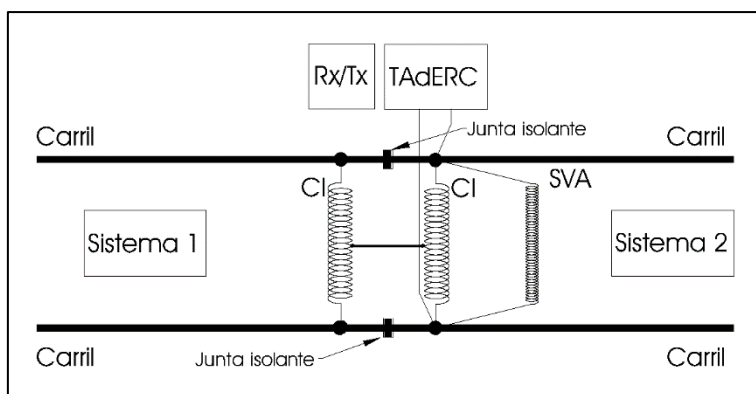


Figura 21 - Interface A6

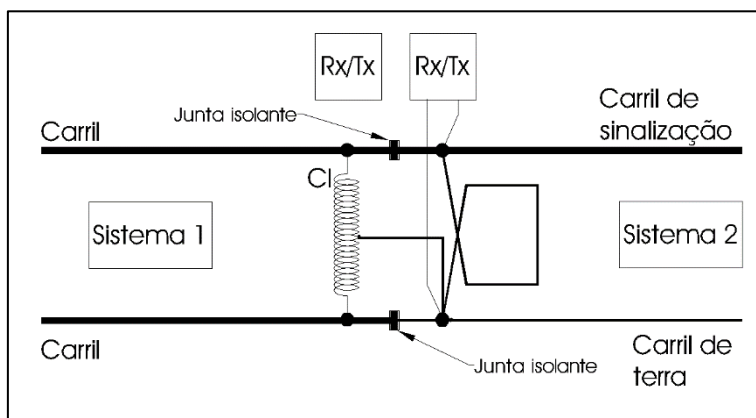


Figura 22 - Interface A7

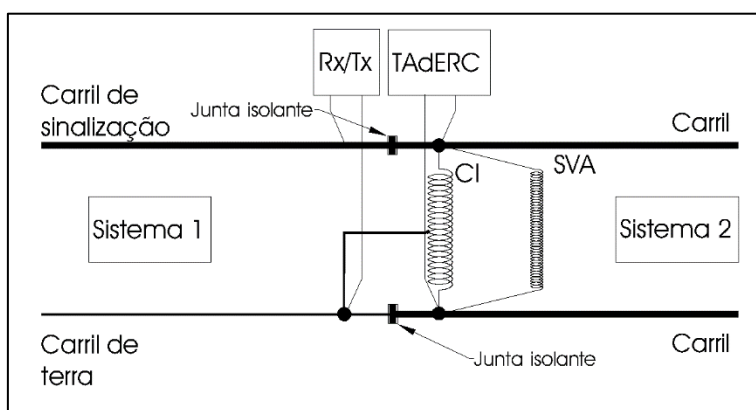


Figura 23 - Interface A8

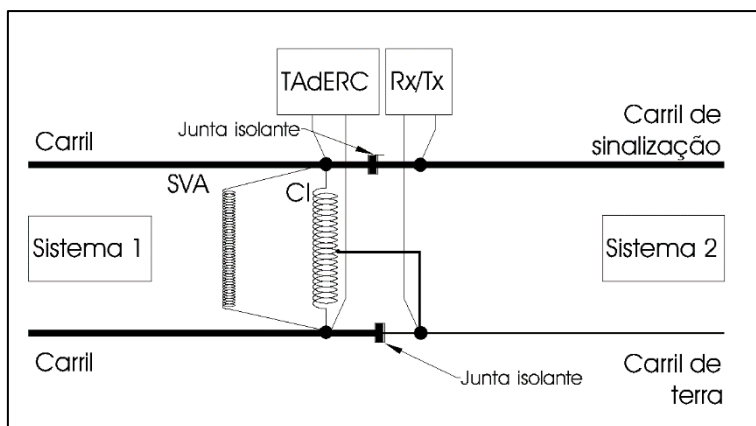


Figura 24 - Interface A9

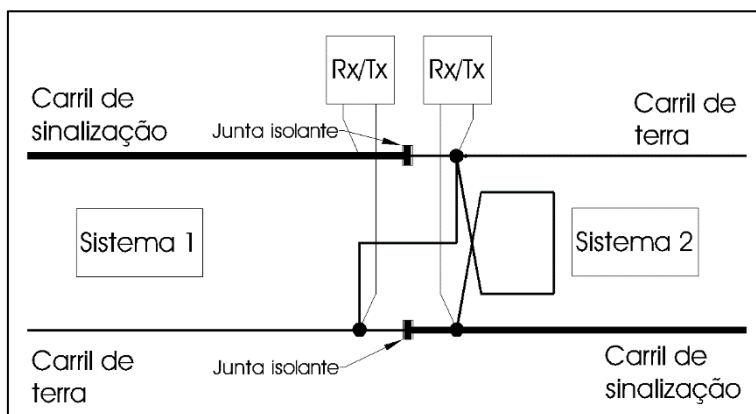


Figura 25 - Interface A10

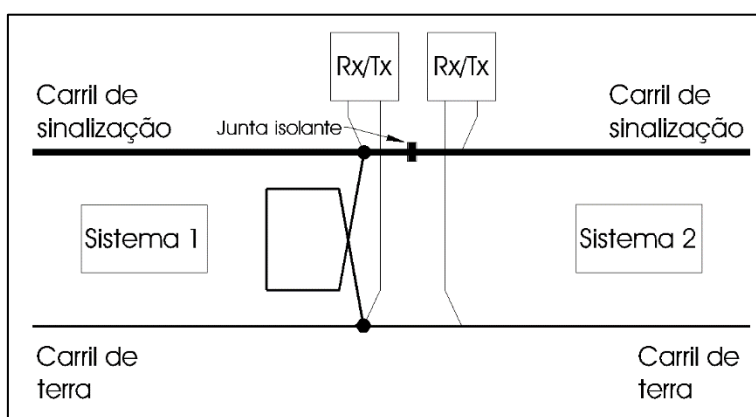


Figura 26 - Interface A11

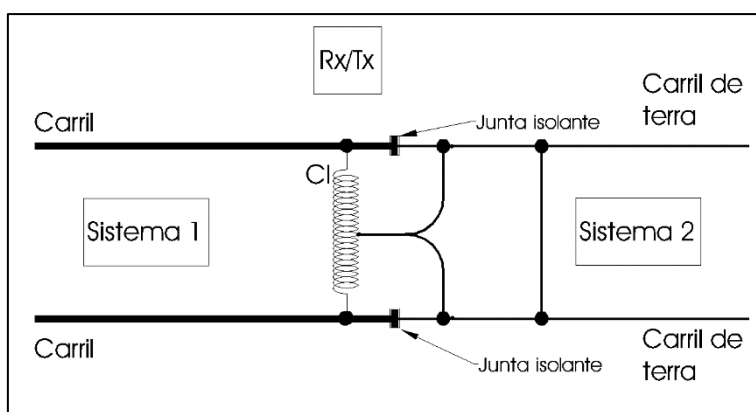


Figura 27 - Interface A12

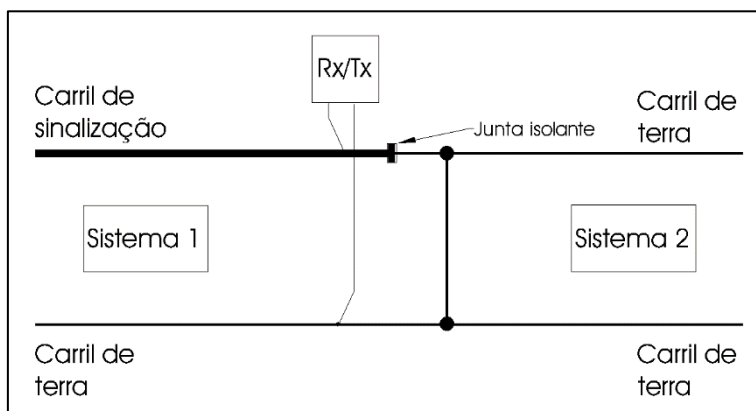


Figura 28 - Interface A13

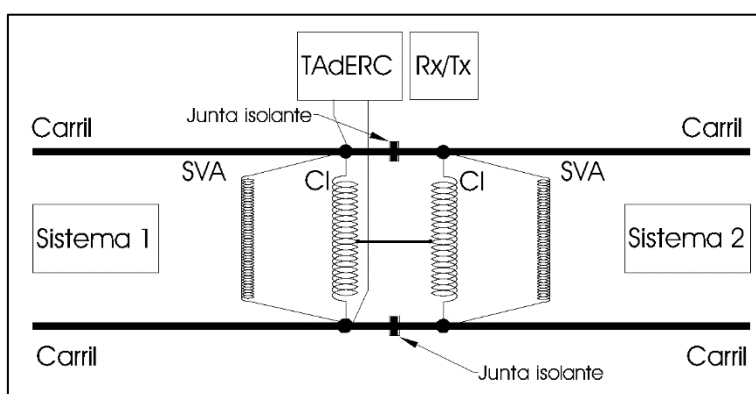


Figura 29 - Interface A14

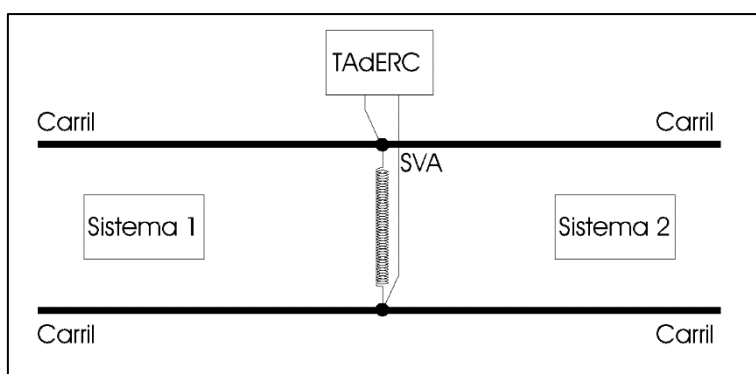


Figura 30 - Interface A15

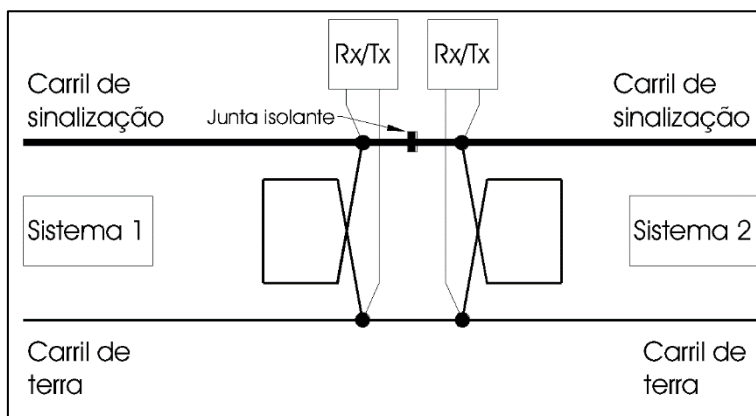


Figura 31 - Interface A16

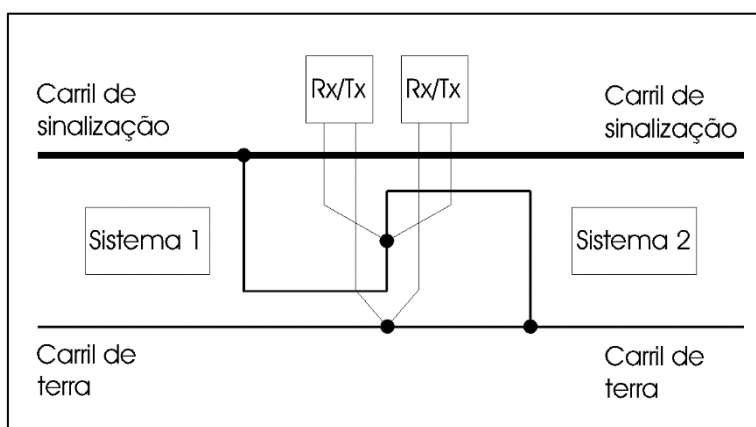


Figura 32 - Interface A17

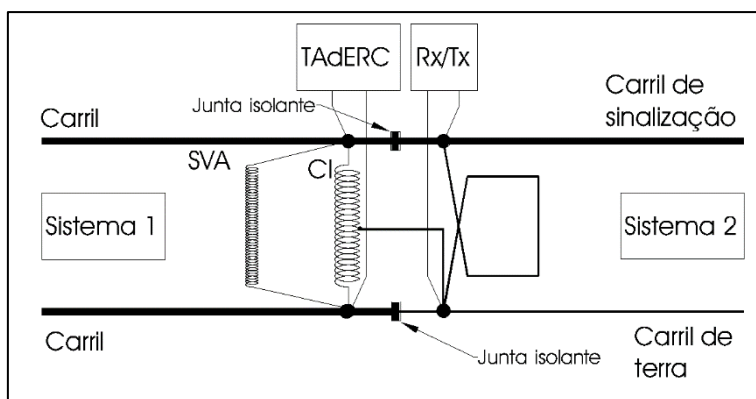


Figura 33 - Interface A18



Figura 34 - Interface A19

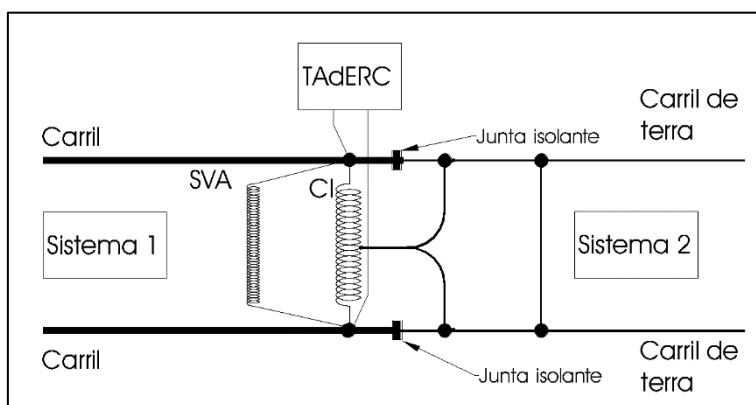


Figura 35 - Interface A20

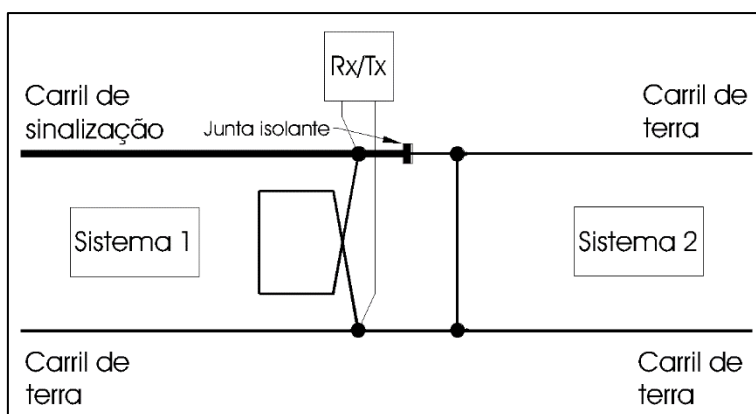


Figura 36 - Interface A21

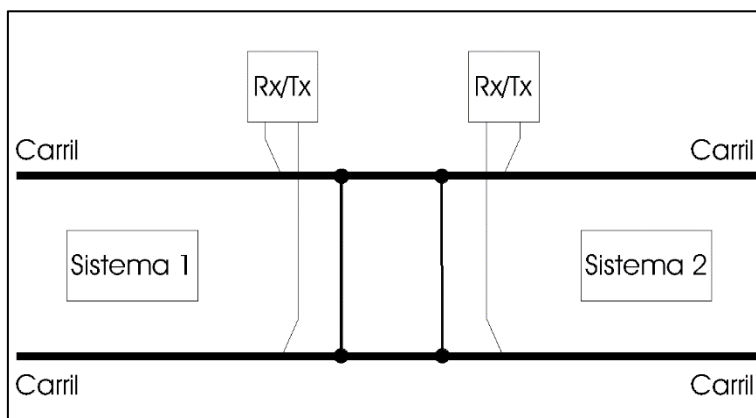


Figura 37 - Interface A22

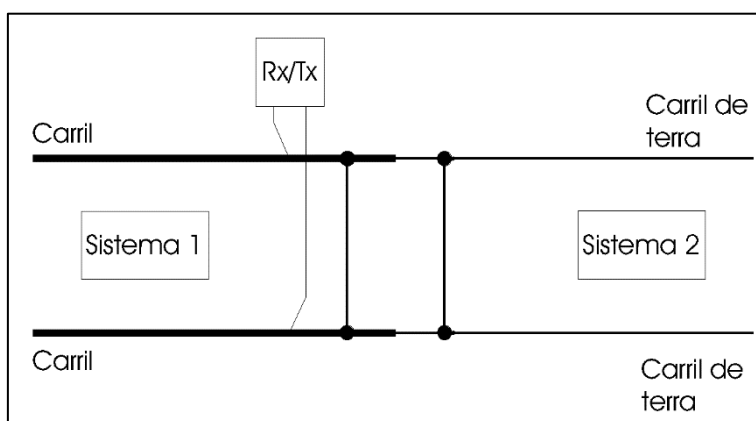


Figura 38 - Interface A23

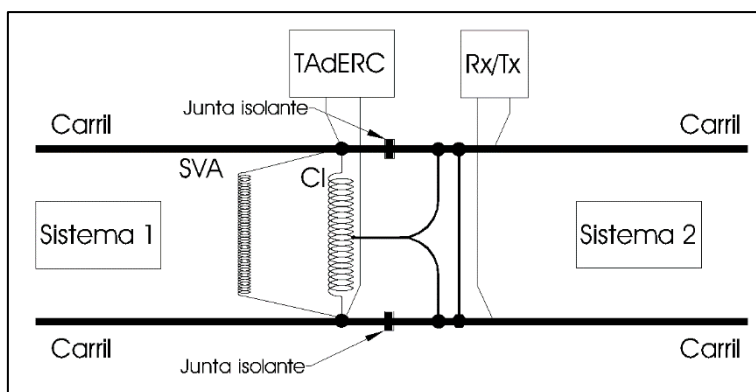


Figura 39 - Interface A24

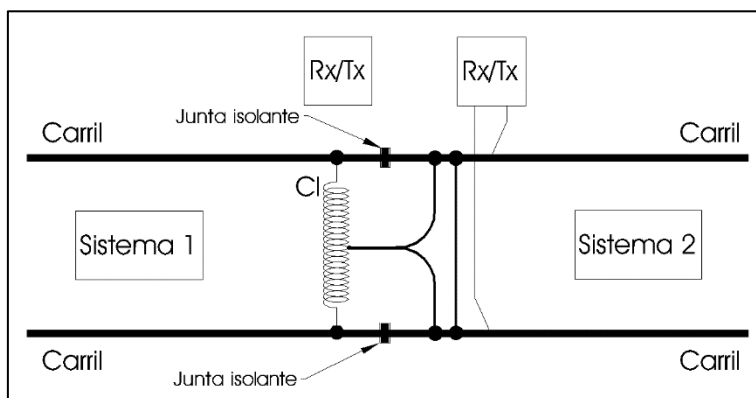


Figura 40 - Interface A25

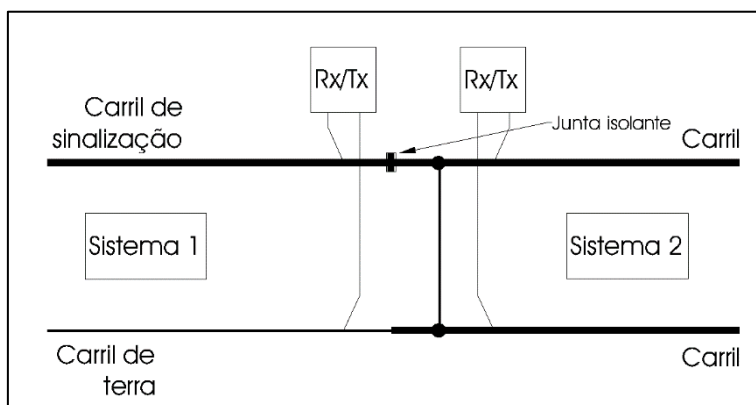


Figura 41 - Interface A26

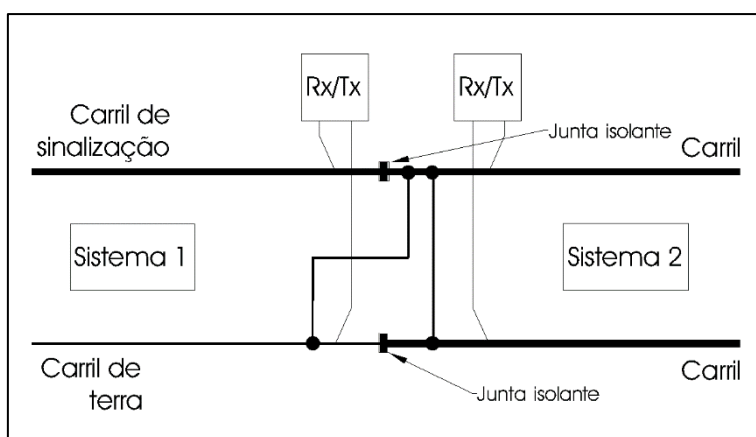


Figura 42 - Interface A27

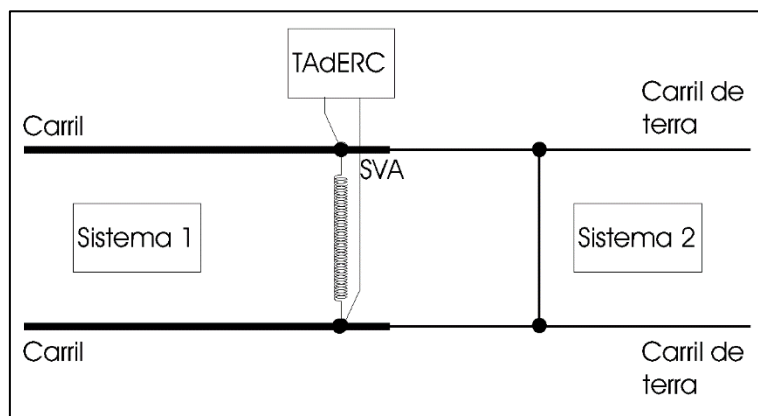


Figura 43 - Interface A28

6.11 Conexão longitudinal entre diferentes circuitos de via de linhas a 3 carris

As soluções de ligação longitudinal entre circuitos de via distintos que equipam linhas a 3 carris dependerão naturalmente das combinações estabelecidas entre sistemas de detecção de comboios adjacentes.

A seleção dos sistemas de detecção a aplicar numa linha a 3 carris dependerá das soluções que o mercado oferecer que concorram para esse objetivo. Tendo em conta que a premissa fundamental de uma linha a 3 carris interoperável se baseia na utilização de sistemas de detecção sem juntas físicas, o universo de soluções que daí resultam combinadas com aquelas que o mercado oferece resulta num conjunto mais restrito de conexões longitudinais comparativamente àquele que se apresentou anteriormente para linhas a 2 carris.

Face ao anteriormente exposto, as soluções de conexão longitudinal deverão ser analisadas caso a caso em função das soluções de detecção escolhidas pela sinalização e disponíveis no mercado, em concordância com as regras de ligação à terra estabelecidas pelos fabricantes para esses mesmos sistemas de detecção.

6.12 Ligações transversais na proximidade de interfaces

Nos locais onde se faz uma interface entre dois sistemas diferentes de detecção de comboios (por exemplo, entre ITE e contadores de eixos), têm de ser seguidas as regras de ligação transversal de ambos os sistemas. Em geral, isto significa que as regras do sistema mais restritivo devem ser aplicadas também na interface. Esta regra é válida tanto para linhas a 2 carris, como para linhas a 3 carris, sem prejuízo, neste ultimo caso, de eventuais restrições ou situações de exceção decorrentes das regras de sinalização associadas aos circuitos de via aplicados nas linhas a 3 carris.

A título de exemplo, na situação de interface entre ITE e contador de eixos de uma linha a 2 carris, aplicam-se as regras do ITE. A localização das primeiras conexões transversais, na área do contador de eixos, deve ser escolhida de acordo com as regras do ITE.

6.13 Ligação entre circuitos de via adjacentes de linhas a 2 carris

6.13.1 Polaridade dos circuitos de via

Ao instalar circuitos de via a polaridade deve ser invertida na transição para o circuito adjacente, conforme indicado na Figura 44. Para o circuito de via 1 o carril superior está conectado ao terminal positivo do emissor e o carril inferior está conectado ao terminal negativo. Para o circuito de via 2 o carril superior está adjacente ao terminal negativo do emissor e o carril inferior está conectado ao terminal positivo.

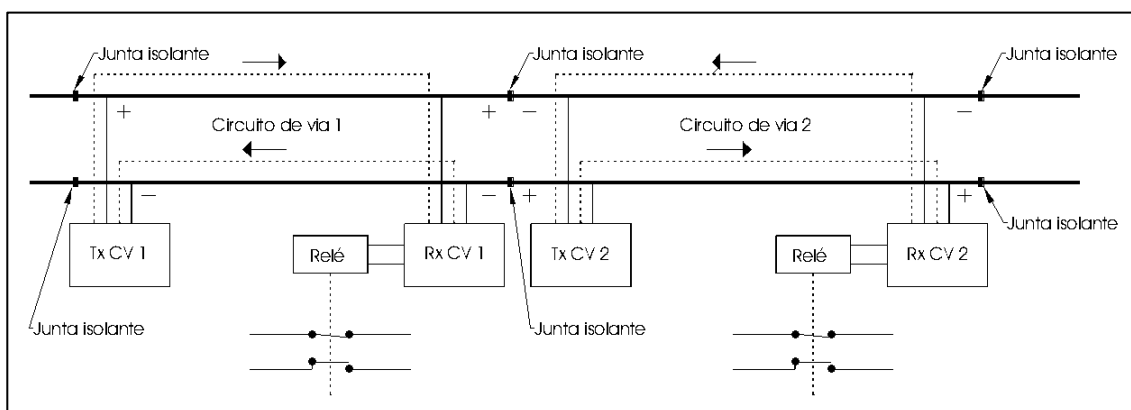


Figura 44 - Instalação correta dos circuitos de via

Quando se instalam dois circuitos de via adjacentes com a mesma polaridade de ambos os lados pode conduzir-se à não deteção de eixos tal como ilustrado na Figura 45. Neste caso o carril superior está conectado ao terminal positivo de ambos os emissores. As correntes de fuga através das juntas podem impedir o recetor do circuito de via 1 de cair, pelo que um comboio na secção não será detetado.

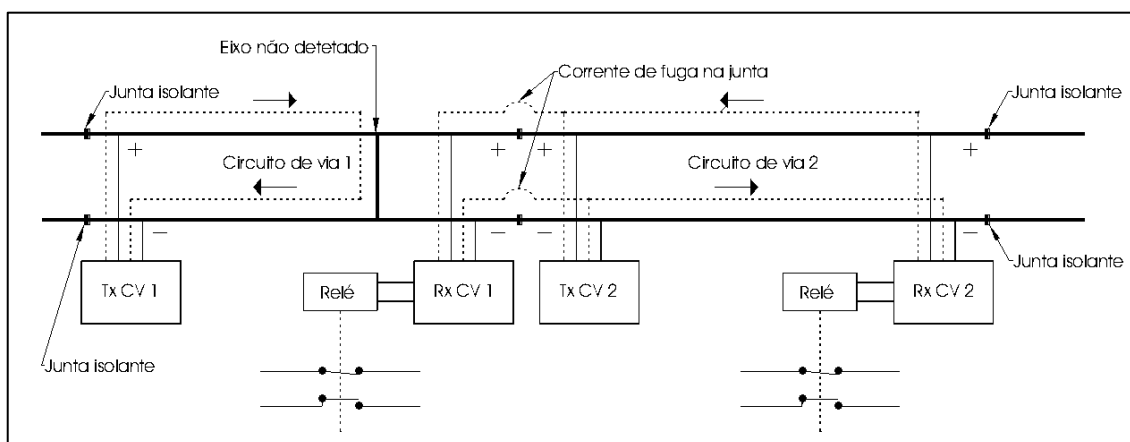


Figura 45 - Instalação incorreta de circuitos de via

A polaridade do circuito de via é definida da seguinte forma:

- Para ITE: pelos picos positivo e negativo dos impulsos (os picos positivo e negativo têm amplitudes diferente);
- Para circuitos de via 125Hz: a polaridade é definida pela alimentação de energia; a polaridade na via é definida pelas ligações dos cabos a esta alimentação;
- Para circuitos de via de audiofrequência FTGS e UM71: a polaridade não é importante; no entanto, em ambos os lados duma junta (isolada ou elétrica), tem de se utilizar uma frequência e um código diferentes.

Para além disto, as juntas isolantes devem ser colocadas na mesma posição transversal (opostas transversalmente) para evitar eixos não detetados, tal como descrito na Figura 46.

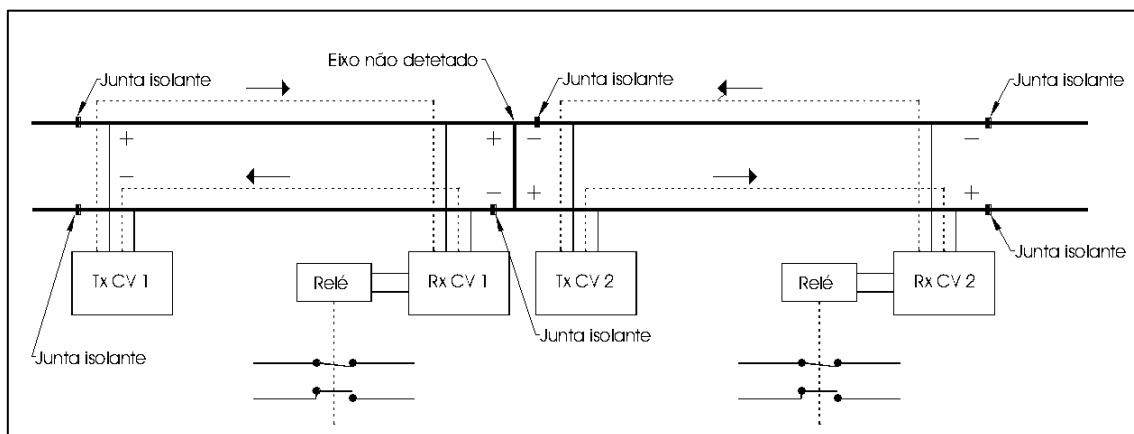


Figura 46 - Instalação incorreta das juntas isolantes

6.14 Ligação entre circuitos de via adjacentes de linhas a 3 carris

A ligação entre circuitos de via adjacentes de linhas a 3 carris obedecerá às regras estabelecidas pelo fabricante dos referidos circuitos de via selecionados pela sinalização para este tipo de linha.

6.15 Circuitos de via nas agulhas em linhas a 2 carris

Nas agulhas são necessárias ligações adicionais para garantir o correto funcionamento dos circuitos de via. A Figura 47 apresenta as conexões para circuitos de via bicarril; a Figura 48 apresenta as conexões para circuitos de via monocarril.

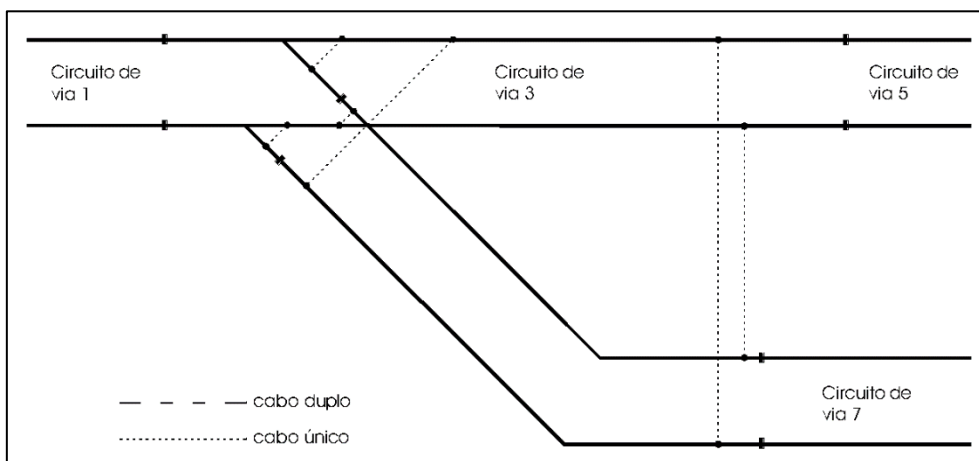


Figura 47 - Ligações nas agulhas com circuitos de via bicarril

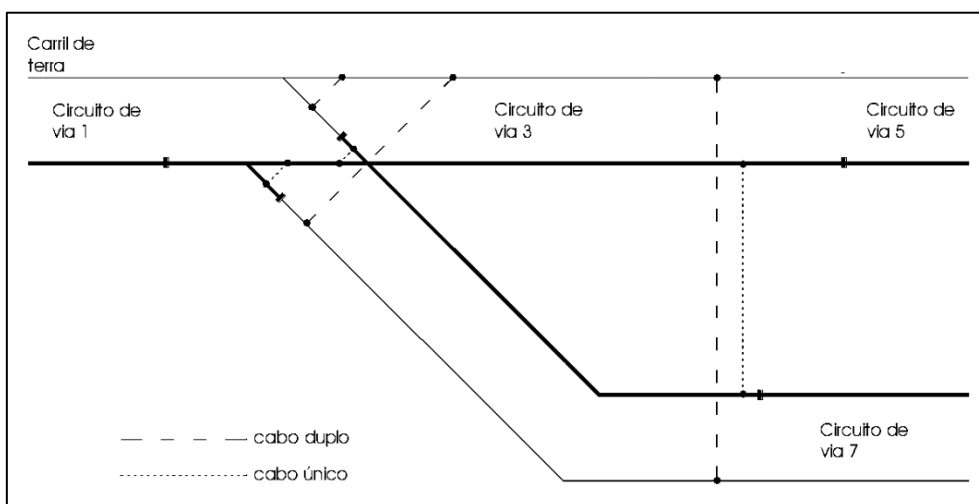


Figura 48 - Ligações nas agulhas com circuitos de via monocarril

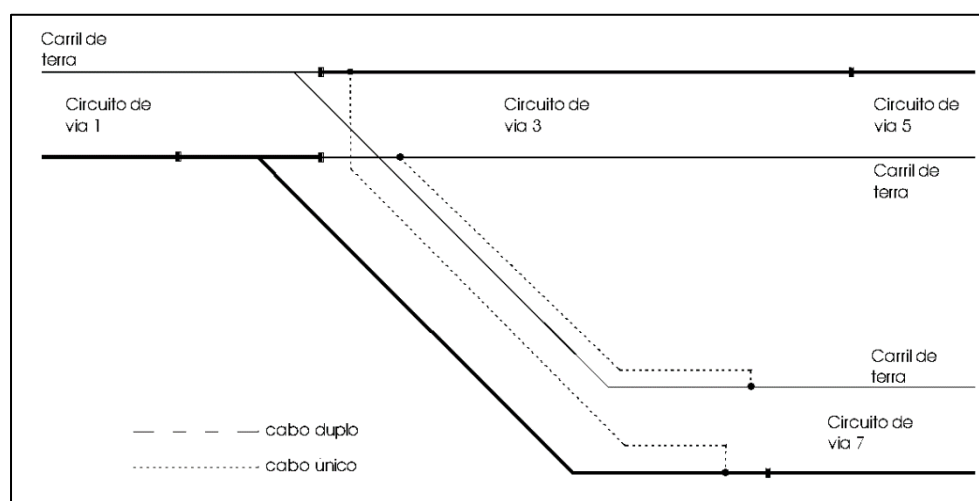


Figura 49 - Ligações nas agulhas com circuitos de via monocarril (melhorada)



Na Figura 49 apresenta-se uma alternativa de implementação de um circuito de via monocarril numa agulha. A antena da agulha é colocada em série com o resto da via. Isto melhora as capacidades de deteção da via e também melhora a deteção de carril e cabos partidos no carril isolado. Para obter um efeito otimizado, o cabo série que liga o carril isolado à antena deverá ser colocado como indicado no desenho, junto ao carril de retorno.

De salientar a colocação das juntas isolantes na agulha e a colocação do transmissor e do recetor. Se as juntas têm de ser efetuadas no ramal inferior da agulha, então o recetor também deverá ser mudado para este ramal.

6.16 Circuitos de via nas agulhas em linhas a 3 carris

Conforme exposto em 6.1, admite-se que alguns dos circuitos de via referenciados possam ser compatíveis com linhas a 3 carris interoperáveis. As regras de instalação, isolamento e retorno a praticar nas agulhas das estações, parques, bifurcações ou ramais de plena via deverão ser identificadas em função do tipo de aparelho de mudança de via (AMV) em causa e do circuito de via que se pretende instalar no referido AMV. Para esse efeito, os projetistas deverão consultar e/ou requerer do fabricante ou fornecedor do sistema de sinalização as especificações técnicas adequadas a cada caso ou montagem/AMV. A montagem e respetiva solução decorrem do projeto de sinalização, ao abrigo das regras e normativos vigentes aplicáveis em matéria de deteção de comboios em linhas interoperáveis.

7. CABOS OU CABLAGEM (Requisitos Eletromagnéticos)

7.1 Requisitos base

Todos os cabos com condutores metálicos a instalar terão de ser obrigatoriamente dotados de blindagem, tipicamente cabos com blindagem em cobre e dotados de armadura. Esta regra ou requisito eletromagnético é imperativo(a), qualquer que seja o comprimento dos cabos, quer se trate de cabos de sinalização, telecomunicações ou energia, quer os mesmos se destinem a equipar instalações locais ou longitudinais ao longo da via, no interior ou no exterior de edifícios técnicos. A blindagem destina-se a assegurar a proteção dos condutores de interferências eletromagnéticas, decorrentes de acoplamentos do tipo indutivo, capacitivo, conduzido ou em modo de antena, acopladas em regime estacionário ou impulsivo, cumprindo com as normas CEM [8], [9], [10] e [11] e outras igualmente relevantes.

As correntes de modo comum na blindagem dos cabos, induzem perturbações em tensão nos cabos, em modo diferencial (entre condutores) ou em modo comum (entre condutores e blindagem), que aumentam linearmente com o comprimento do cabo. A razão entre esta tensão induzida e a corrente de modo comum na blindagem é chamada impedância de transferência. A impedância de transferência poderá ser de modo diferencial ou de modo comum, consoante a relação se estabelece entre a tensão do mesmo nome e corrente de modo comum que circula na blindagem do cabo. Quanto menor for a impedância de Transferência, melhor será o cabo e o seu



desempenho em termos eletromagnéticos, ou seja, menores são as tensões acopladas em modo comum ou diferencial entre condutores do cabo.

O comprimento de um cabo depende do valor da sua impedância de transferência e da imunidade dos equipamentos interligados, sendo que o comprimento de um cabo e a sua impedância de transferência terão sempre de assegurar que as tensões perturbadoras se mantêm abaixo dos limites de imunidade dos equipamentos interligados.

As blindagens e a sua correta instalação e ligação terão de garantir margens CEM e de Relação Sinal/Ruido elevadas, em presença de ambiente eletromagnético adverso associado nomeadamente ao sistema de alimentação e de retorno de tração, às descargas atmosféricas e seus efeitos nefastos, bem como ser compatíveis com a possibilidade de conduzir correntes de modo comum de valor elevado. Terão de ser cumpridos os procedimentos e boas práticas associados à utilização e correto desempenho da blindagem de acordo com os normativos e especificações CEM aplicáveis neste âmbito, com particular destaque para os normativos europeus/internacionais [8], [9], [10] e [11], entre outros.

As armaduras de aço dos cabos não poderão ser consideradas por si só como blindagem, embora as mesmas se possam e devam interligar com estas.

As esteiras de cabos metálicas instaladas no exterior como canalização de cabos, obedecem aos mesmos requisitos de instalação interior enunciados na parte 8.

Os requisitos enunciados neste capítulo assumem prioridade, sobrepondo-se a quaisquer outras considerações sobre este assunto constantes de outra normalização ou regulamentação da IP sobre o tema, nomeadamente sobrepondo-se ao disposto na Norma [12].

Quaisquer cabos a aplicar carecem de aprovação prévia do órgão Técnico de Engenharia da IP.

Estas regras e conceitos são universais e como tal aplicam-se quer se trate de uma linha a 2 carris ou a 3 carris.

Para mais informações consultar [7], [8], [9], [10], [11], [13], [14].

7.2 Cabos de sinalização

Todos os cabos de sinalização, interiores ou exteriores, independentemente do seu comprimento, curtos ou compridos, locais ou longitudinais, serão sempre dotados de blindagem e armadura.

A blindagem de um cabo de sinalização é obrigatória e terá de possuir características anti indutivas, com comprimento, valores de impedância de transferência e fator redutor compatíveis com a imunidade dos equipamentos interligados. Os cabos de sinalização serão por regra cabos do tipo ZPAU, CCPSSP, CCTSST, ou outros desde que possuam um fator de redução nunca superior a 0,3 e baixa impedância de transferência compatível com a imunidade dos equipamentos interligados. A sua blindagem terá de permitir a circulação de correntes de modo comum na periferia do condutor/blindagem, quer em regime estacionário quer em regime transitório/impulsivo, quando estabelecida a ligação da blindagem do cabo ao ecrã CEM em ambas as extremidades deste. As características elétricas das blindagens dos cabos a aplicar serão do tipo anti indutivo, sendo que não serão aceites blindagens de tipologia “folha de alumínio”, “moisture barriers” ou semelhante,



cujas características não conferem de todo ao cabo características anti indutivas, com fator de redução e impedância de transferência baixas e adequadas.

Na proximidade de subestações (2 Km para cada lado) e em linhas de Alta Velocidade, o fator de redução máximo será por regra 0,1.

Não são autorizados cabos do tipo SPGU, ZPFU ou EAPSP ou equivalentes/semelhantes, dado que os mesmos não reúnem os requisitos CEM pretendidos e a sua aplicação torna as instalações de sinalização vulneráveis e frágeis do ponto e vista CEM.

Os cabos de baliza utilizados pelo sistemas CONVEL e ETCS são dotados de blindagem e possuem uma especificação própria.

Quaisquer cabos a aplicar carecem de aprovação prévia do órgão Técnico de Engenharia da IP.

7.3 Cabos de telecomunicações

A blindagem dos cabos de telecomunicações com condutores metálicos, obedece às mesmas regras dos cabos de sinalização referidas antes.

As fibras óticas sem condutores ou blindagens metálicas, são imunes a perturbações eletromagnéticas acopladas.

O comprimento de um cabo de telecomunicações está por regra limitado pela tensão de modo diferencial acoplada.

Quaisquer cabos a aplicar carecem de aprovação prévia do órgão Técnico de Engenharia da IP.

7.4 Ligação das blindagens dos cabos

A ligação das blindagens será efetuada em ambas as extremidades ao ecrã CEM dos objetos, armários ou edifícios Técnicos, sendo vinculativo o cumprimento dos requisitos necessários em matéria de proteção contra descargas atmosféricas, designadamente as Normas [8], [11] entre outras e em particular a figura 3b de [11]. Ver Figuras 50, 51 e 52.

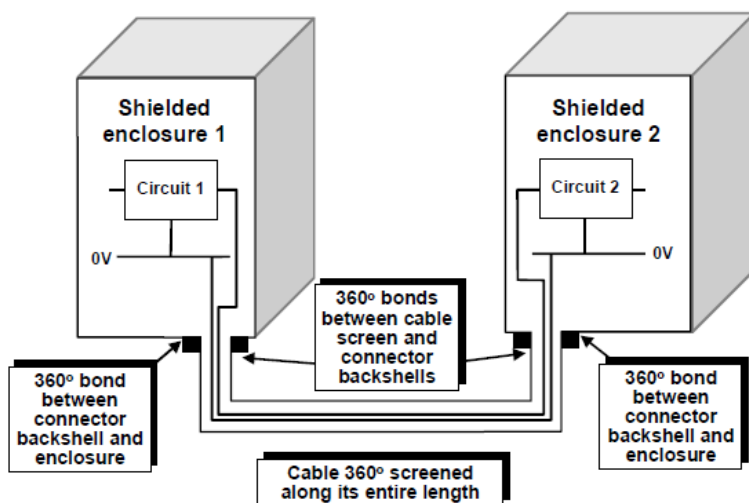


Figura 50 – Ligação a 360° em ambas as extremidades [14]

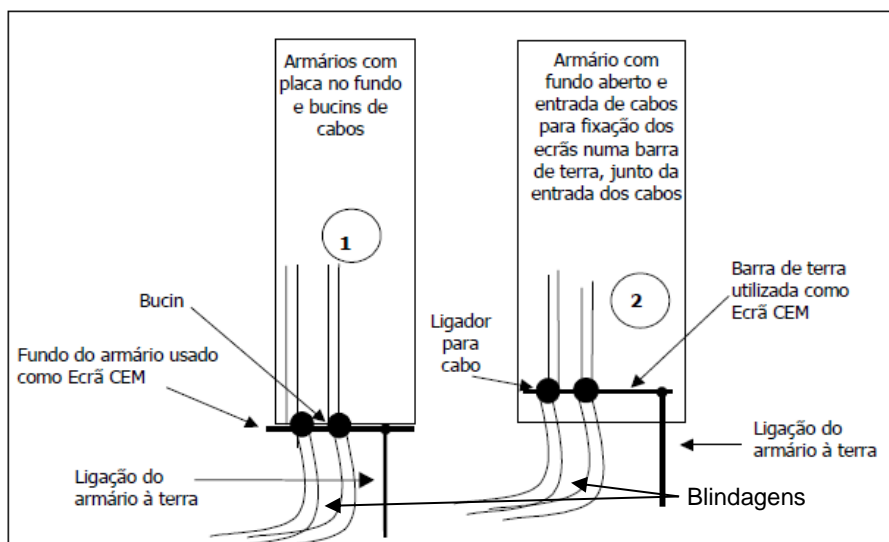


Figura 51 – Ecrã CEM em armários – Ligação das blindagens dos cabos

Cada armário metálico no exterior ou no interior de um edifício terá de ter o seu próprio ecrã CEM. Este ecrã CEM pode ser o armário metálico (*solução 1*) ou a barra ou placa de terra no armário (*solução 2*) na Figura 51

Na Figura 52 vemos a aplicação da proteção contra descargas atmosféricas preconizada pela norma [11]. A gaiola de Faraday prolonga-se através da blindagem até desde o 1º armário (à esquerda) até ao 2º armário (à direita). A blindagem terá de possuir capacidade para drenar a descarga que se traduz numa corrente de valor elevado.

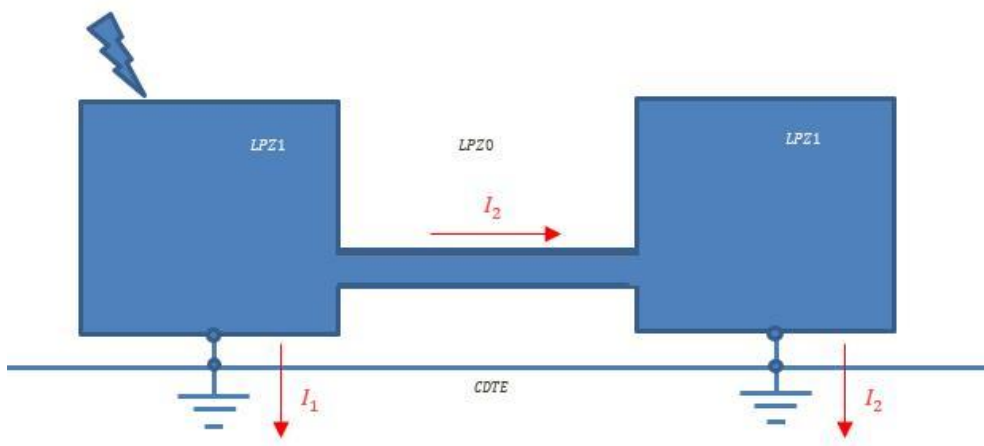


Figura 52 – Ligação da blindagem em ambas as extremidades Lightning protection IEC 62305-4

A ligação das blindagens aos objetos, armários ou ecrã CEM obedece às mesmas regras estabelecidas na parte 8 desta norma. Para outras informações consultar [7], [8], [9], [10], [11], [13], [14].

A blindagem dos cabos terá de permitir uma topologia de ligação intitulada “multipoint grounding” (designação inglesa) ou terra multiponto, associada e integrada de forma compatível com as instalações de RCT+TP.

Em alguns casos, a estabilidade mecânica das blindagens dos cabos pode ser muito baixa (o que quer dizer facilmente danificável). Neste caso terá de sobrepor-se à blindagem frágil outra blindagem mais robusta, unindo as 2 blindagens metálicas em contacto elétrico total de 360°, que por sua vez ligarão ao ecrã CEM do armário através de grampo ou bucim. Ver Figura 53.

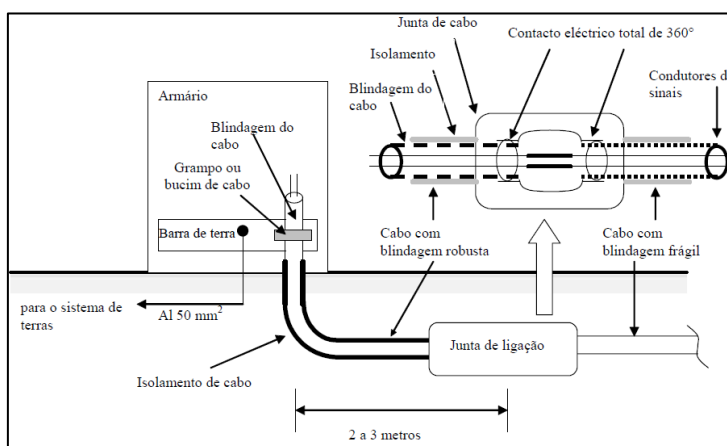


Figura 53 - Utilização de junta para ligação de cabo com blindagem mecanicamente frágil a um Ecrã CEM



Salientam-se os seguintes aspetos:

1. No solo, a uma distância de 2-3 m do armário, é colocada uma junta de ligação;
2. Nos últimos 2 a 3 m antes do armário, utiliza-se um cabo com blindagem metálica robusta (exemplo, blindagem em aço entrançado);
3. Na junta do cabo, ligam-se as blindagens metálicas de ambos os cabos utilizando um tubo de rede/malha (moldada em formato cilíndrico);
4. O contacto entre a blindagem mais frágil e a malha mencionada em (3) deve estabelecer um contacto elétrico total de 360°;
5. Admite-se que a blindagem assumida ou ilustrada na Figura 53 como sendo frágil, possui características elétricas compatíveis com os valores de intensidade da corrente de modo comum em jogo na mesma. Caso contrário terá de ser considerada a substituição desse cabo por outro que reúna os requisitos CEM requeridas.

8. DETEÇÃO DE CARRIL PARTIDO EM LINHAS A 2 CARRIS

8.1 Introdução

Os carris são utilizados com múltiplos objetivos. A sua principal função consiste em dar suporte e conduzir os comboios. São, contudo, utilizados em outras funções, tais como:

- Nas vias eletrificadas, conduzir a corrente de retorno de tração desde o comboio até à subestação;
- Como parte dos circuitos de via, na deteção de comboios, por meio do curto-circuito entre carris;
- Como parte dos circuitos de via, na comunicação entre a via e o comboio (sistemas ATP). Esta funcionalidade não é presentemente utilizada pela IP.

Quando um carril se parte, estas funções são influenciadas:

- (Partes de) comboios podem descarrilar, o que é obviamente perigoso;
- A corrente de retorno de tração não pode circular através de um carril partido e não existindo outros condutores paralelos, podem ocorrer tensões perigosas para os seres humanos;
- O funcionamento correto dos circuitos de via é influenciado. Na maioria dos casos, as quebras de carris não ocasionam uma imediata situação de perigo; no entanto, combinadas com outras avarias, podem conduzir a situações perigosas.

8.2 Medidas a adotar

Para reduzir o risco de descarrilamento, devem-se observar as seguintes medidas:

- Inspeção visual regular dos carris, ou com equipamento especial;
- Deteção de quebra elétrica de carril por parte dos circuitos de via.

Para reduzir o risco associado à corrente de tração, as medidas a tomar são as seguintes:

- Utilização de conexões redundantes;
- Instalação de cabos paralelos (especialmente nas agulhas e nos atravessamentos);
- Implementação de regras que garantam a existência de mais de um trajeto possível para a corrente de tração;
- Inspeção regular.

Para reduzir os riscos associados ao funcionamento dos circuitos de via:

- Autodetecção de quebras elétricas nos carris. Isto significa que será o próprio circuito de via a detetar o carril partido garantindo a queda do relé de via;
- Redundância dos cabos (para reduzir o risco de ocorrência de avarias que, combinadas com as quebras de carril, conduzem a situações perigosas);
- Inspeção visual regular dos carris ou utilizando equipamento especial.

8.3 Detecção de Carril Partido versus circuitos de via

8.3.1 Princípio de funcionamento dos circuitos de via

Os circuitos de via estão baseados no princípio segundo o qual um eixo de comboio cria um curto-circuito entre carris de uma via. As vias são seccionadas e aplica-se uma tensão nos carris numa extremidade da secção. Essa tensão é recebida na outra extremidade da secção. Quando um comboio está presente a tensão na extremidade recetora é muito menor, já que a corrente no carril está em curto-circuito através do eixo do comboio.

A função descrita é válida para quase todos os tipos de circuito de via, incluindo os circuitos de via de impulsos de tensão elevada, de audiofrequência, de corrente contínua, etc.

Todos estes tipos funcionam com base no princípio da intensidade de corrente de trabalho. Isto quer dizer que a via não é declarada ocupada, mas sim declarada livre. Enquanto o recetor receber tensão acima dum certo nível, a via está livre. Caso contrário, declara-se a secção de via como ocupada.

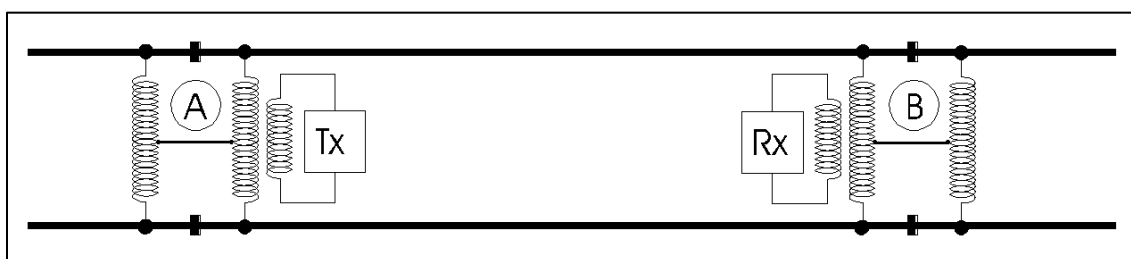


Figura 54 - Circuito de via



Este princípio constitui uma das formas destinadas a permitir um sistema cujo funcionamento é de segurança intrínseca: defeitos associados a cabos partidos, carris partidos, avaria no fornecimento de energia, não devem ocasionar uma situação contra a segurança.

O princípio de intensidade da corrente garante que defeitos como cabos partidos, carris partidos, etc., não podem ocasionar a não deteção dum comboio. Estas quebras causam uma baixa de tensão no recetor, para que a secção de via seja declarada ocupada.

Existem outras avarias que não podem ser controladas pelo princípio de intensidade da corrente, devendo ser utilizadas outras técnicas para evitar avarias contra a segurança.

8.3.2 Tipos de circuitos de via

A introdução da tração elétrica criou um problema para a utilização dos circuitos de via. Para simplificar o fornecimento de energia de tração são utilizados os carris para conduzir a corrente de tração de retorno à subestação. Este facto entra em conflito com as juntas isolantes.

Para tornar possível o seccionamento das vias (para deteção de comboios), mantendo, no entanto, a possibilidade de circulação da corrente de tração, foram introduzidos dois métodos:

- Isolamento de um só carril: neste caso apenas um dos carris é seccionado por meio de uma junta isolante, enquanto o outro carril permanece contínuo. Isto quer dizer que apenas um carril fica disponível para a corrente de retorno de tração. Esta situação pode conduzir a elevadas tensões de passo e contacto.
- Isolamento bicarril utilizando ligações indutivas: ambos os carris têm uma junta isolante e utilizando um transformador (conexão indutiva) é criado um caminho contínuo para a corrente de retorno de tração (ver Figura 54). A conexão indutiva cria uma impedância relativamente elevada para as correntes que circulam no circuito de via; para correntes que circulam na mesma direção em ambos os carris a impedância é muito baixa. As conexões indutivas só podem ser utilizadas nos circuitos de via AC (incluindo ITE) e podem ser utilizadas tanto para a corrente de tração AC como CC. Ficam disponíveis dois carris para a corrente de tração o que leva a tensões de passo e contacto mais baixas.

Posteriormente foram desenvolvidos os circuitos de via de audiofrequência, possibilitando assim a realização de juntas elétricas que já não necessitam do isolamento através de cortes de carril. Desta forma, ambos os carris podem ser utilizados para a corrente de retorno de tração, sem serem necessárias conexões indutivas.

8.3.3 Valor acrescentado dos circuitos de via

Os circuitos de via conseguem detetar carris partidos. No entanto, os circuitos de via só podem detetar carris ou cabos partidos se observarem determinadas condições:

- Deve ser uma quebra elétrica total. Fendas, quebras incompletas e testas de linhas partidas não serão detetadas;
- Carris partidos em agulhas e atravessamentos não serão detetados. Nas agulhas e nos atravessamentos utilizam-se cabos paralelos para assegurar a correta deteção dos

comboios e a circulação da corrente de tração (também em situação de carril partido) (ver Figura 55). As avarias mais perigosas para os comboios (carril partido nas agulhas, cruzamentos partidos) não serão detetadas por esse circuito de via.

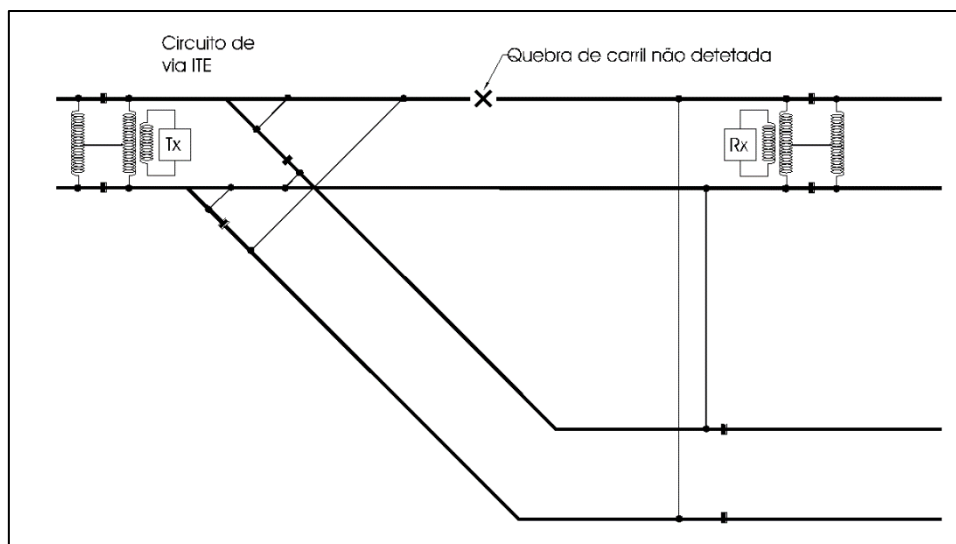


Figura 55 - Carril partido não detetado na agulha

O circuito de via também não deteta outros defeitos que podem ser causa de descarrilamento. Desalinhamento do carril e outros defeitos não serão detetados pelo circuito de via. Também é preciso saber que, por vezes, o carril parte por baixo do comboio causando um descarrilamento imediato. Fendas já existentes podem causar quebras totais quando o comboio passa. As fendas não são detetadas pelo circuito de via.

Esta é a razão pela qual em muitos países os gestores da infraestrutura ferroviária não confiam nos circuitos de via para a deteção de carril partido. Consideram que a possível deteção de carril partido por parte dos circuitos de via uma função "boa de se ter", mais do que uma função exigida. A inspeção visual regular e por meio de equipamento ultrassónico reduz o risco de um carril partido. As fendas podem ser detetadas previamente antes de se tornarem verdadeiras quebras, podendo-se tomar medidas de prevenção.

No entanto, avarias nos carris ou nos cabos que fazem parte do circuito de via podem não ocasionar uma situação de perigo. A exigência de deteção de carril partido pelo circuito de via trará benefícios para a segurança, já que uma primeira avaria (não imediatamente perigosa) é detetada antes de acontecer uma segunda (que pode ocasionar uma situação de perigo). Esta é também a razão pela qual a IP exige a deteção de carril partido.

Nota:

A quebra ou o roubo de cabos pode, juntamente com outras avarias, ocasionar situações de perigo tal como acontece quando o carril possui dois defeitos.

8.4 Ligações transversais e de terra

Para vias eletrificadas são necessárias conexões transversais e/ou de terra das vias.

Para tração CC utiliza-se a ligação transversal para criar caminhos paralelos para a corrente de tração, de forma a reduzir a impedância do circuito de retorno e das correntes de fuga.

Para tração AC utilizam-se a ligação transversal e a ligação de terra para reduzir a impedância e a tensão entre carris e terra. De acordo com a EN50122-1 esta tensão tem de ser inferior a 60 V.

Para poder manter a tensão de contacto suficientemente baixa é necessário que as vias tenham ligações transversais e de terra com espaçamentos relativamente curtos.

As ligações transversais e de terra podem entrar em conflito com a deteção de carril partido. Como se pode verificar na Figura 56, as ligações transversais introduzem caminhos paralelos. Em situação de carril partido a corrente do emissor pode continuar a fluir através de meia conexão indutiva. Pelos caminhos paralelos a corrente circulará através da conexão indutiva na extremidade recetora, pelo que este continuará a receber sinal. Dependendo da impedância total do caminho paralelo, esta tensão pode ser suficientemente alta para excitar o recetor, não permitindo assim a deteção de carril partido.

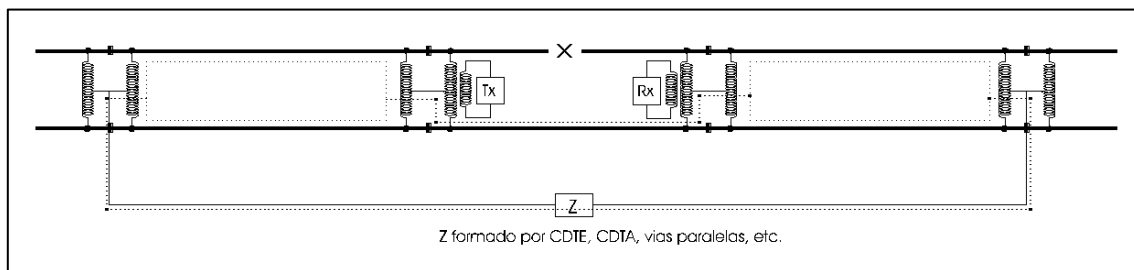


Figura 56 - Ligações paralelas aos circuitos de via

Note-se que sem carril partido o circuito de via está equilibrado: (quase que) não há tensão entre os pontos A e B (Figura 54). Assim, independentemente da impedância dos caminhos paralelos, a corrente que aí circula é praticamente nula.

8.5 Melhoria da funcionalidade da deteção de carril partido

8.5.1 Consequências do carril partido

Carris partidos (ou cabos partidos) geram riscos. Na maioria dos circuitos de via, incluindo ITE, um único defeito não ocasionará uma situação de perigo. Os comboios continuarão a ser detetados com segurança. É sempre o defeito seguinte que pode vir a ocasionar um problema de segurança.

Um carril partido seguido por um outro carril partido (até pode ser um carril partido num circuito de via diferente do primeiro) pode causar uma avaria contra a segurança: um comboio que não é detetado.

Descrevem-se duas possíveis avarias contra a segurança nas seguintes figuras:

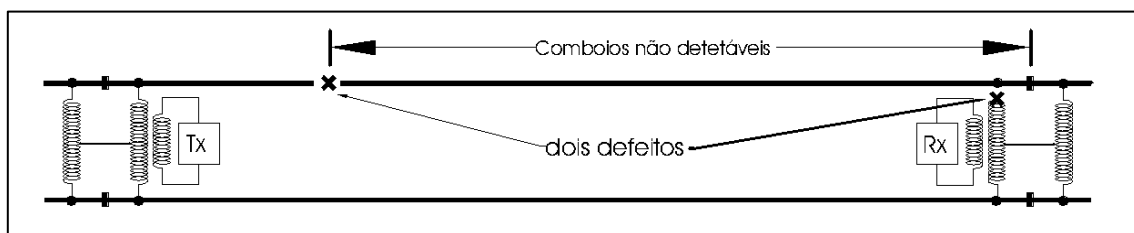


Figura 57 - Avaria contra a segurança causada por dois defeitos num só circuito de via

Na Figura 57 mostra-se uma situação em que um carril partido e um cabo partido criam uma parte do circuito de via onde deixa de ser possível a deteção de comboios. Se estes defeitos não forem detetados, o comboio seguinte também não será detetado. De notar que nem todas as avarias duplas ocasionam uma avaria contra a segurança, tudo depende do local onde se deu a avaria. Se ocorre uma fratura em ambos os carris será detetado. Se os dois defeitos estão muito próximos, um do outro, o risco será mínimo.

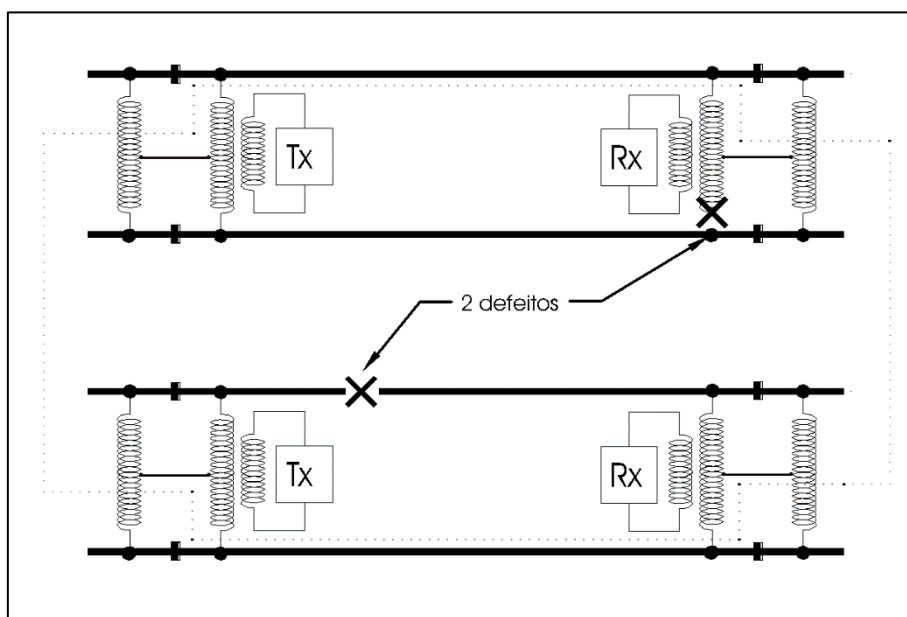


Figura 58 - Avaria contra segurança causada por defeitos em circuitos de via diferentes

Na Figura 58 mostra-se uma situação diferente. Neste caso os dois circuitos de via, conectados entre si por ligações transversais, têm um defeito. Numa situação como esta a corrente de um dos circuitos de via pode excitar o recetor do outro circuito de via, mesmo quando exista um comboio nesse circuito de via.

8.5.2 Como implementar a deteção de carril partido

Com base na existência de caminhos paralelos, existem modos de tornar a deteção de carril partido mais verosímil, sem se ter de utilizar sistemas adicionais.

As correntes que circulam nos caminhos paralelos podem mascarar a ocorrência de um carril partido. Para evitar este efeito deve diminuir-se a corrente no caminho paralelo. Mais ainda, no ITE, também é possível deformar o impulso de modo que a corrente resultante não excite o recetor. Para diminuir a corrente, a impedância do caminho paralelo deverá ser relativamente alta comparada com a impedância normal do circuito de via.

Normalmente isto faz-se prescrevendo um comprimento mínimo para caminhos paralelos. Por exemplo, pode aplicar-se a regra que diz que a maior secção entre duas ligações transversais não deverá ser superior a um terço da distância entre essas ligações transversais. Geralmente esta regra funciona bem.

No entanto, dado que a distância máxima autorizada entre as ligações transversais é a indicada na Parte 4 – Plena Via, isto pode conduzir a circuitos de via relativamente curtos e consequentemente a uma sinalização dispendiosa.

Tal como já foi mencionado, nas áreas de estação a regra torna-se ainda mais difícil de cumprir. Agulhas e atravessamentos formam conexões entre vias paralelas a curta distância.

De notar que o número de circuitos no caminho paralelo não contribui para a impedância (ver Figura 59).

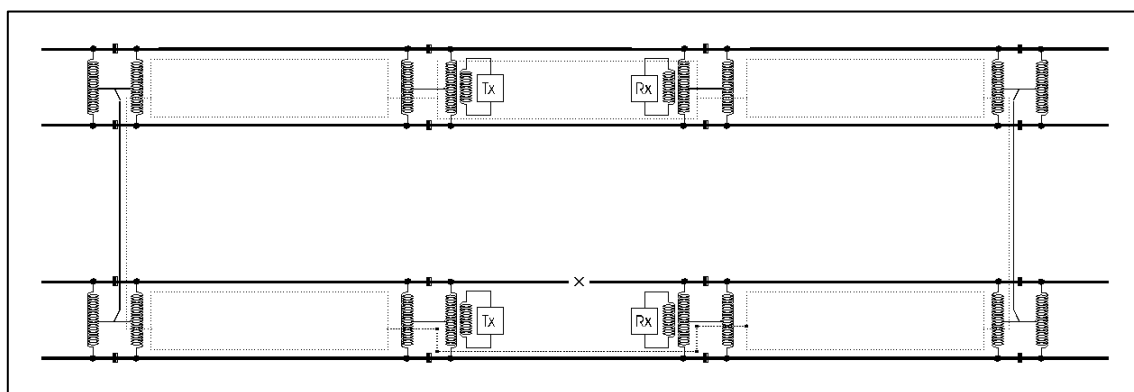


Figura 59 - Passeio paralelo no meio de vias paralelas

A corrente circulará igualmente através de ambas as metades da conexão indutiva. A indução resultante será quase igual a zero (apenas a indução de fuga da conexão indutiva poderá ser “vista”) (ver Figura 60). No lado direito desta figura, mostra-se como a corrente circula. A impedância residual será baixa.

O comprimento do caminho paralelo em relação ao comprimento do circuito de via é mais importante.

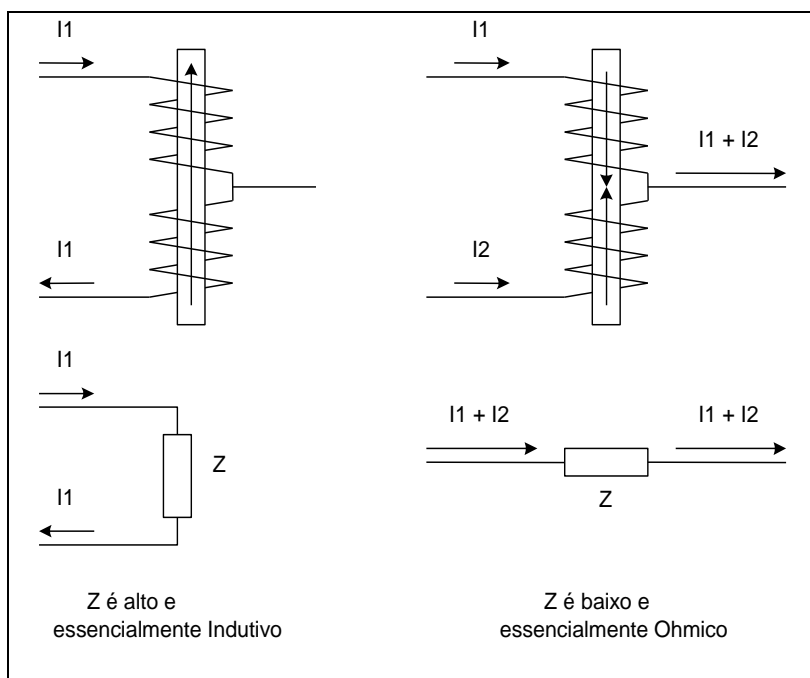


Figura 60 - A Impedância depende do sentido das correntes

Uma outra possibilidade consiste na utilização de dispositivos adicionais para aumentar a impedância. Para este fim, pode utilizar-se uma conexão indutiva normal. Uma vez que o sinal ITE tem um largo espectro com harmónicas entre 100 e 1.000 Hz, a indução da conexão formará uma impedância relativamente alta para o ITE e uma impedância relativamente baixa para a corrente de tração. A conexão deverá ser efetuada corretamente tal como se mostra na parte esquerda da Figura 60.

A conexão é colocada perto da via, em série com a ligação aos condutores paralelos, conforme ilustrado na Figura 61.

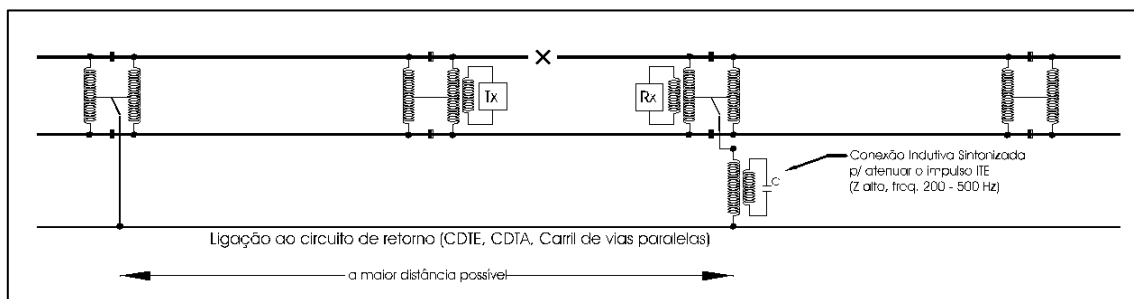


Figura 61 - Conexão indutiva sintonizada para aumentar a impedância

A impedância para uma tração de 50 Hz pode ser reduzida utilizando apenas metade da conexão. A impedância para o sinal ITE pode ser aumentada pela sintonia da conexão. Quando se utiliza um condensador de sintonia de $1 \mu F$ a característica de impedância tem o aspeto que se ilustra na Figura 62.

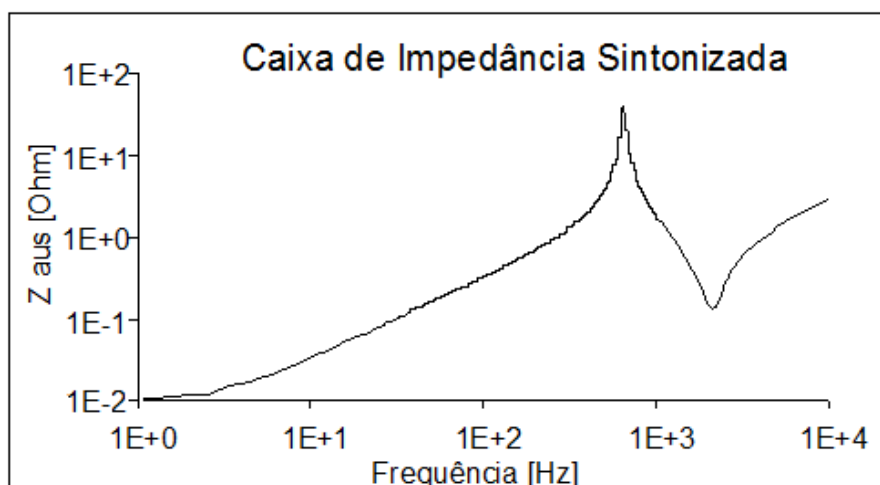


Figura 62 - Característica de Impedância de uma conexão sintonizada

Neste gráfico apresenta-se impedância da conexão sintonizada em função da frequência. Ambas as escalas do gráfico são logarítmicas.

O pico de impedância pode ser deslocado para outras frequências utilizando tomadas diferentes da conexão indutiva ou um valor de capacidade diferente.

O sinal ITE tem um largo espectro. Quando a conexão indutiva está sintonizada, nem todas as frequências são amortecidas da mesma forma. Para o ITE é uma vantagem. O impulso ficará deformado e o recetor terá mais dificuldade em ficar excitado.

A caixa de impedância sintonizada e a combinação entre uma caixa de impedância e um condensador está especificada na Parte 13 – Especificação de Componentes.

Falhas nesta ligação sintonizada (por exemplo, um defeito no condensador) não serão detetadas. Deverá efetuar-se uma inspeção regular. No entanto, deve ter-se em consideração que uma falha apenas influencia a deteção de carril partido, mas não a segurança dos circuitos de via. Neste caso os problemas de segurança poderão apenas surgir após três falhas consecutivas independentes.

Outros desenvolvimentos sobre a ligação sintonizada (caixa de impedância sintonizada) podem ser consultados em [15].

8.6 Regras de princípio

1. A deteção de carril partido (e cabos partidos) é exigida pela IP para circuitos de via bicarril. Isto quer dizer que a quebra (elétrica) do carril e a quebra dos cabos (possivelmente por vandalismo) devem conduzir ao estado “via ocupada”. Esta funcionalidade é vulgarmente conhecida por “deteção de carril partido”;
2. A ligação transversal das vias (por cabos ou outros circuitos de corrente de retorno de tração) diminui inevitavelmente a possibilidade de deteção de carril partido. No entanto, as ligações transversais são necessárias para manter as tensões de contacto dentro dos limites



permitidos;

3. Em recintos e áreas de estação as agulhas formam uma ligação transversal entre as vias paralelas; isto também limita a funcionalidade de detecção de carril partido;
4. Nas agulhas não é possível a detecção de carril partido por parte dos circuitos de via; por essa razão são utilizadas conexões de cabo para prevenir situações de avaria contra a segurança (não detetando comboios), no caso de um carril partir (redundância);
5. Em circuitos de via monocarril a detecção de carris partidos só é possível no carril isolado. O carril de retorno está ligado à terra e às vias paralelas, e consequentemente não se consegue detetar uma quebra neste carril.
6. Em circuitos de via bicarril um carril partido pode ser detetado desde que a impedância dos caminhos paralelos seja relativamente alta. Isto pode ser conseguido mantendo uma grande distância entre as ligações transversais comparativamente ao comprimento dos circuitos de via entre essas ligações transversais. No entanto, isto nem sempre é possível:
 - Em áreas de estação e recintos as agulhas formam automaticamente uma ligação transversal (e a corrente de tração deve poder circular em pelo menos dois caminhos independentes, de acordo com a Parte 3 - Introdução ao Sistema RCT + TP e os exemplos no ponto 8.7);
 - A distância entre as ligações transversais não pode ultrapassar certos limites, de forma a manter as tensões de passo e contacto no sistema de retorno da corrente de tração suficientemente baixa. Estes limites são discutidos nas outras Partes; por exemplo: para a plena via na Parte 4 – Plena Via.
7. A impedância dos caminhos paralelos deve ser aumentada mediante a utilização de uma caixa de impedância sintonizada em série com a ligação transversal. Esta caixa de impedância sintonizada está sintonizada com a frequência do circuito de via de forma a aumentar a impedância para o circuito de via e manter o mais baixa possível a impedância das correntes de retorno a 50 Hz. Estas caixas devem ser colocadas para que cada caminho paralelo para a corrente ITE tenha pelo menos uma caixa de impedância, tal como ilustrado na Figura 63.

Regra base para inserção de caixas de impedância sintonizadas (CIS)

A maior secção entre duas ligações transversais não deverá ser superior a um terço da distância entre essas ligações transversais. Se para uma malha formada por uma série de circuitos de via e um caminho paralelo isto não for válido, será inserida uma caixa de impedância sintonizada no caminho paralelo. Portanto, se existem 4 ou mais circuitos de via com o mesmo comprimento entre duas LTI e se não existe qualquer caminho paralelo alternativo para a corrente, a caixa de impedância sintonizada adicional não é necessária.

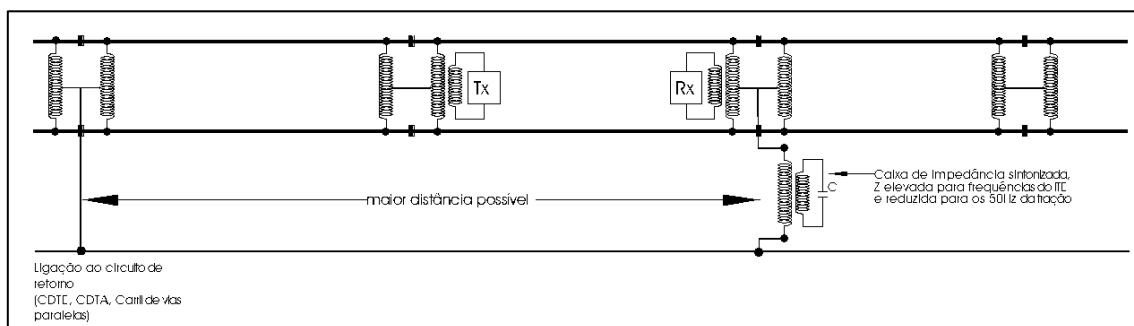


Figura 63 - Caixa de impedância sintonizada montada na ligação transversal

As especificações da caixa de impedância sintonizada (valor do condensador, número de espiras, etc.) estão descritas na Parte 13 – Especificação de Componentes.

8.7 Exemplos de interfaces entre ITE e outros tipos de detecção de comboios

8.7.1 ITE e contadores de eixos

A Figura 64 exemplifica a transição do ITE para contador de eixos. A LTI (B) é uma conexão direta entre conexão indutiva, o CDTE e cabo de retorno; a LTI da esquerda (A) e a LTI da direita (C) possuem caixa de impedância sintonizada. Desta forma há sempre pelo menos 1 caixa de impedância sintonizada no caminho paralelo.

Para mais LTI à direita (D, etc.) não é necessária caixa de impedância sintonizada; pode ser utilizada uma ligação direta dos carris ao sistema de ligação à terra.

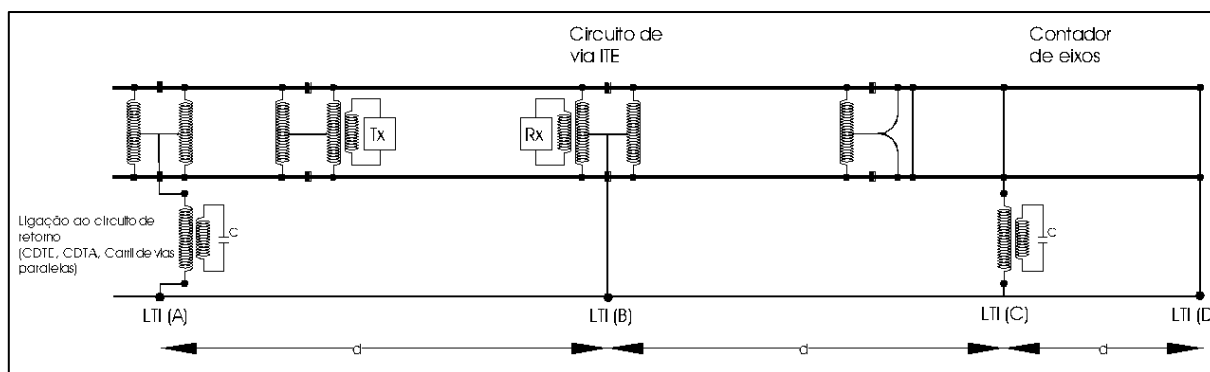


Figura 64 - Sistema de ligação à terra na transição ITE / contador de eixos

8.7.2 ITE e UM71

Na Figura 65 exemplifica a transição ITE / UM71. As conexões no lado esquerdo são conexões indutivas (CIT-430AT), no lado direito são bobinas de núcleo de ar (SVA).

Tal como no exemplo anterior, CIS são colocadas para que os circuitos de via ITE tenham sempre uma conexão indutiva sintonizada num possível caminho paralelo.

As LTI mais à direita podem ser conectadas diretamente ao sistema de ligação à terra não sendo necessárias mais CIS na área UM71.

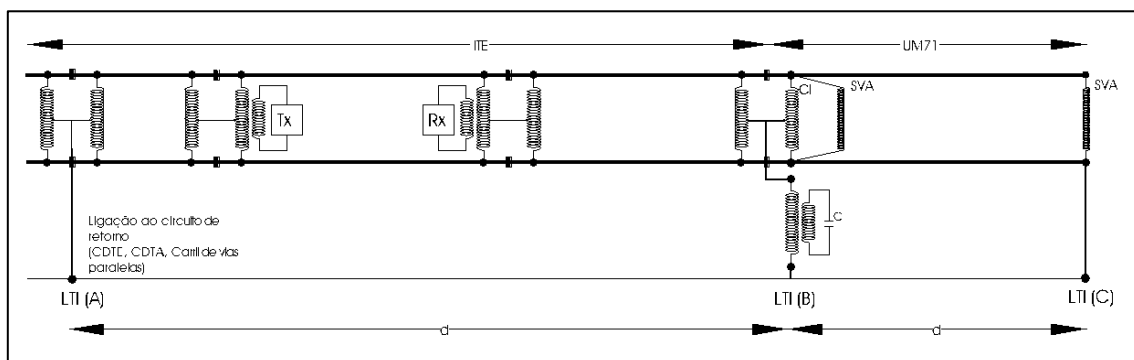


Figura 65 - Sistema de ligação à terra na transição ITE / UM71

8.8 Escolhas a fazer em linhas a 2 carris

8.8.1 Especificações não completamente implementadas

Para aumentar a possibilidade de deteção de carris partidos será atrativo aumentar a distância entre as ligações transversais e não implementar as Especificações. No entanto, existem alguns riscos:

- Tensões de contato não conformes com a EN50122-1, o que porá em perigo o pessoal e os passageiros (tensão demasiado alta entre o comboio e a plataforma ou entre os carris e os objetos ligados à terra);
- No caso de não existirem cabos de retorno em algumas partes (devido a roubo ou quebra), quando um comboio está presente a corrente de tração não pode retornar à subestação. A tensão da catenária estará presente entre as carruagens do comboio e a terra, o que gera um risco considerável. Esta situação não obedece à EN50122-1;
- Esta solução pode garantir a deteção de carril partido, mas também introduz novos riscos, possivelmente maiores que o risco associado a um carril ou cabo partido.

Seguidamente apresentam-se alguns exemplos onde todos os circuitos de via são bicarril; as vias são desenhadas como linhas simples, onde as conexões indutivas são indicadas sob a forma de quadrados.

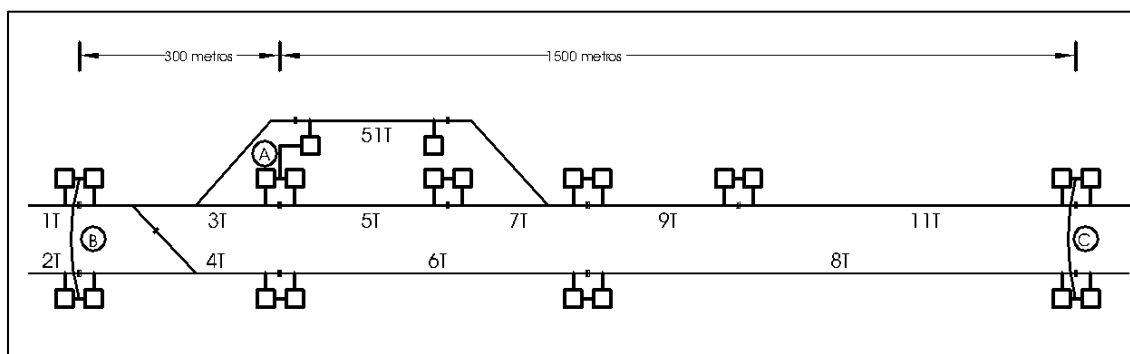


Figura 66 - Exemplo 1

Na Figura 66 a via 51T está conectada à via principal e ao resto do circuito de retorno unicamente através de um cabo no ponto A. Se esta conexão se parte e se um comboio estiver na linha 51T gerar-se-á uma situação perigosa. Efetuam-se ligações transversais entre as vias principais nos pontos B e C, os quais podem estar demasiado afastados (mais de 1.600 m). Se for este o caso, as tensões de contacto podem ser demasiado altas. A deteção de carril partido está garantida para todos os circuitos de via utilizando um sistema de retorno em forma de “estrela” e grandes distâncias entre as ligações transversais das vias paralelas.

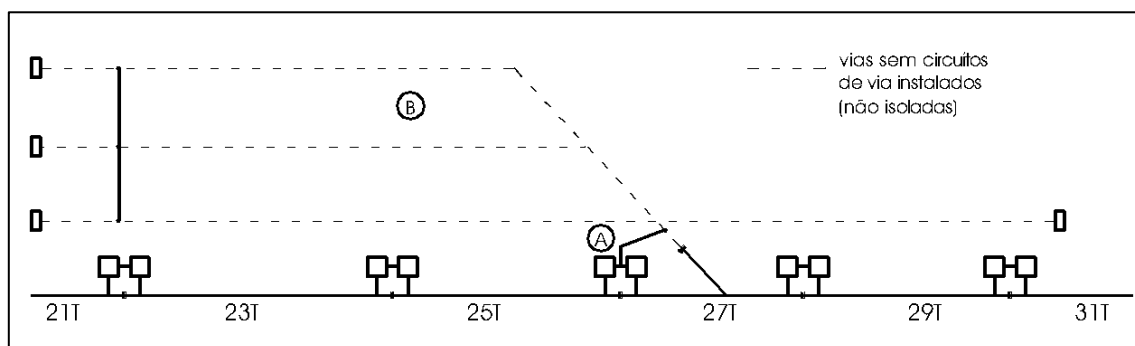


Figura 67 - Exemplo 2

Na Figura 67 a instalação de triagem (B) está unicamente conectada à via principal e ao resto do circuito de retorno por um cabo no ponto A. Quando esta conexão se partir e um comboio se encontrar na instalação de triagem gerar-se-á uma situação perigosa. Da mesma forma já que o comprimento da instalação de triagem pode ser bastante longa, a tensão induzida nas vias poderá exceder os 60 V.

Uma vez que não são efetuadas ligações transversais estabelecendo caminhos paralelos para os circuitos de via na linha principal, está garantida a deteção de carril partido.

8.8.2 ESPECIFICAÇÕES IMPLEMENTADAS

Com a implementação das regras destas Especificações, os circuitos de via terão uma ligação transversal de acordo com o estabelecido na Parte 4 – Plena Via.

Entre ligações transversais podem existir um ou mais circuitos de via. Caso entre duas ligações transversais existam menos de três circuitos de via, dos quais o mais comprido é maior do que um terço da distância entre as ligações transversais, não pode garantir-se a deteção de carril partido sem que se tomem medidas adicionais.

Nas áreas de estação, devido ao traçado da via nesses locais, é provável que as ligações transversais sejam efetuadas com intervalos mais curtos.

Utilizando o mesmo traçado de via das figuras do ponto anterior, são apresentados os seguintes exemplos:

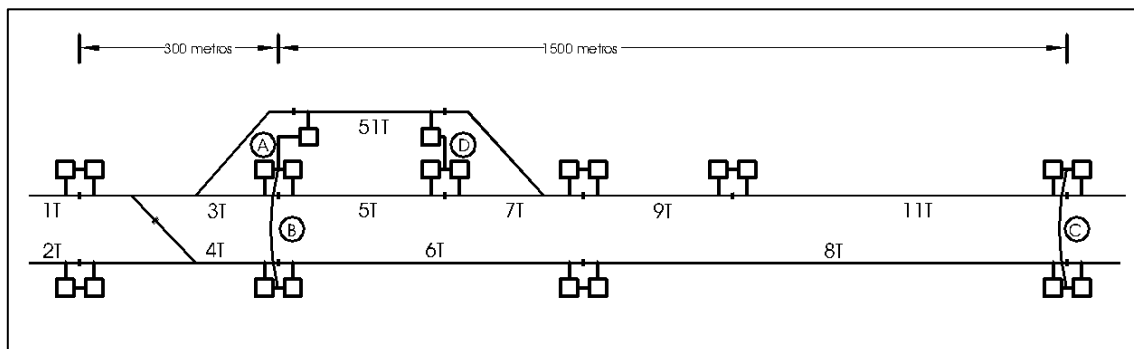


Figura 68 - Exemplo 3

Na Figura 68 o circuito de via 51T está agora conectado à via principal e ao resto do circuito de retorno em dois locais, A e D. Quando uma ligação se parte as tensões de contacto permanecem baixas. São efetuadas ligações transversais entre as vias principais nos pontos B e C; estes pontos estão situados a uma distância inferior que já poderá neste caso ser considerada adequada (menos de 1.600 m). A deteção de carril partido não é garantida para de via 5T, 51T, 6T e 8T; os circuitos de via 7T, 9T e 11T são passíveis de detetar um carril partido (caminho paralelo muito maior do que o comprimento do circuito de via). Provavelmente as vias 6T e 8T detetarão um carril partido depois do comboio ter passado.

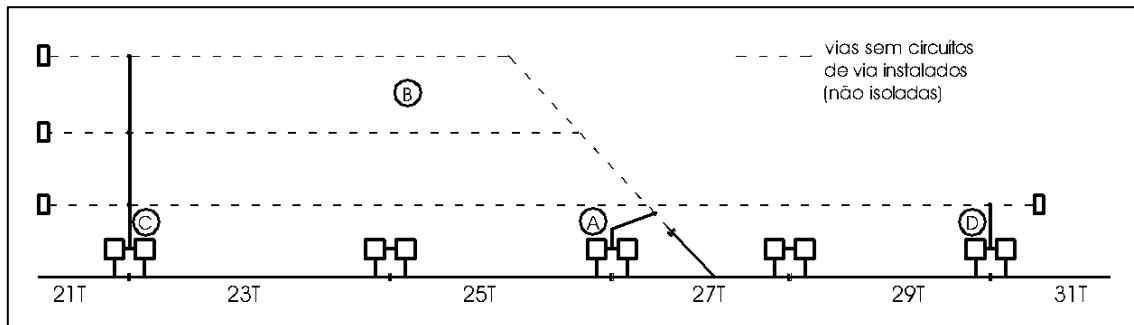


Figura 69 - Exemplo 4

Na Figura 69 as instalações de triagem (B) estão ligadas à via principal e ao resto do circuito de retorno nos pontos A, C e D. Fica garantida a ligação ao sistema de retorno. A tensão induzida nas vias das instalações de triagem será suficientemente baixa.

No entanto a deteção de carril partido não é garantida em nenhum dos circuitos de via entre C e D. Uma vez que o caminho paralelo tem aproximadamente o dobro do comprimento do circuito de via, é provável que neste caso se detete um carril partido. A deteção de carril partido acontecerá provavelmente após a passagem de um comboio (a via permanece ocupada depois da passagem do comboio).

8.9 Exemplos com utilização de caixas de impedância sintonizadas (CIS)

8.9.1 Exemplo da utilização de CIS em estações

Na Figura 70 verifica-se que o circuito de via 51T está conectado à via principal através de uma única ligação no ponto A. Ao inserir uma ligação no ponto D os efeitos negativos resultantes duma falha no ponto A podem ser anulados.

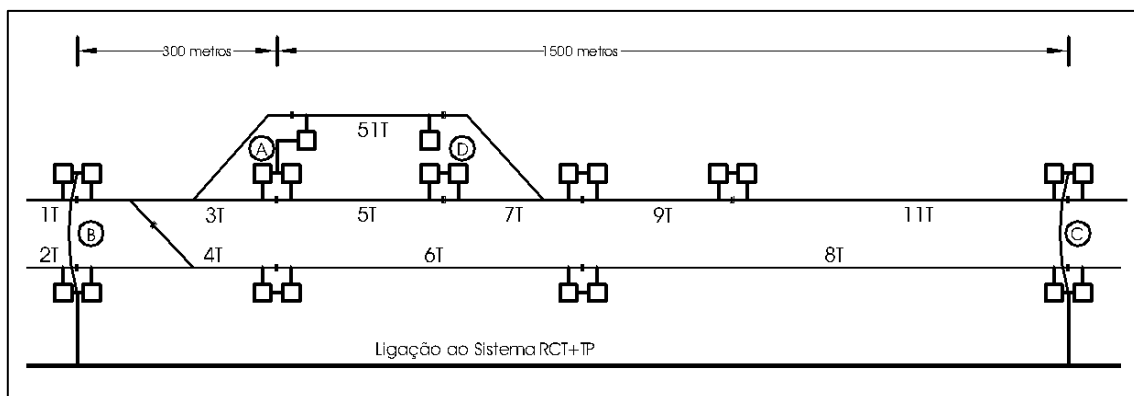


Figura 70 - Exemplo 5

Adicionalmente, conforme já referido antes, a distância entre as ligações transversais em B e C é superior a 1.600 m, que seria neste exemplo superior à distância máxima permitida para esta situação (situação normal, sistema de sinalização bicarril, via dupla e Subestação com 15 MVA). A solução consiste em mudar a ligação transversal existente em B para a posição A, sendo o resultado o ilustrado na Figura 71.

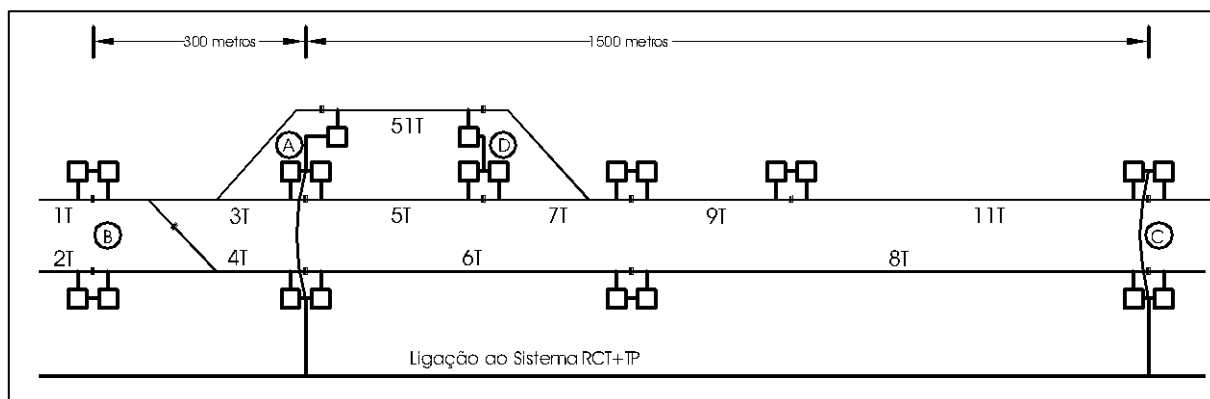


Figura 71 - Exemplo 6

Na Figura 71 fica claro que a detecção de carril partido está comprometida para as seções de circuito de via 51T, 5T, 6T e 8T. Pode verificar-se que os circuitos de via 51T e 5T formam uma malha fechada e que, entre as ligações transversais nos pontos A e C na via descendente da linha geral, apenas existem dois circuitos de via (6T e 8T). Em consequência, a impedância do sinal do

circuito de via nestas malhas deverá ser aumentada com inserção de CIS. Apresenta-se um exemplo na Figura 72.

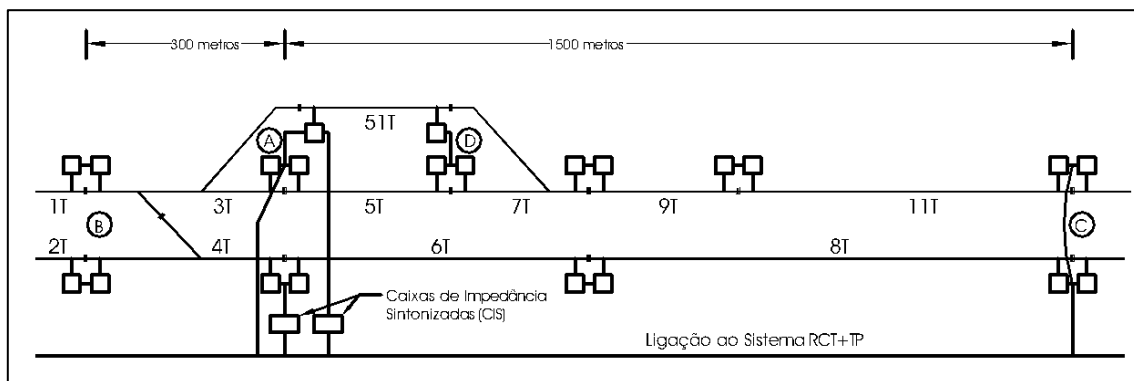


Figura 72 - Exemplo 7

A CIS da esquerda protege os circuitos 6T e 8T, enquanto a CIS da direita protege os circuitos 51T e 5T. Como nenhum dos circuitos de via 5T, 7T, 9T e 11T tem um comprimento superior a 500 m ($1.500 \text{ m} / 3$), não é necessária uma caixa de impedância sintonizada na conexão entre A (CI3T e CI5T) e o sistema de terra.

8.9.2 Exemplo da utilização de CIS em parques

As linhas de triagem (B) (ver Figura 73) estão conectadas à via principal somente por um cabo no ponto A. Também o topo E possui apenas uma ligação de retorno de corrente de tração. Isto significa que a ocorrência de uma falha simples no ponto A pode conduzir a situações inaceitáveis. As distâncias entre as conexões ao sistema de terra são também bastante grandes.

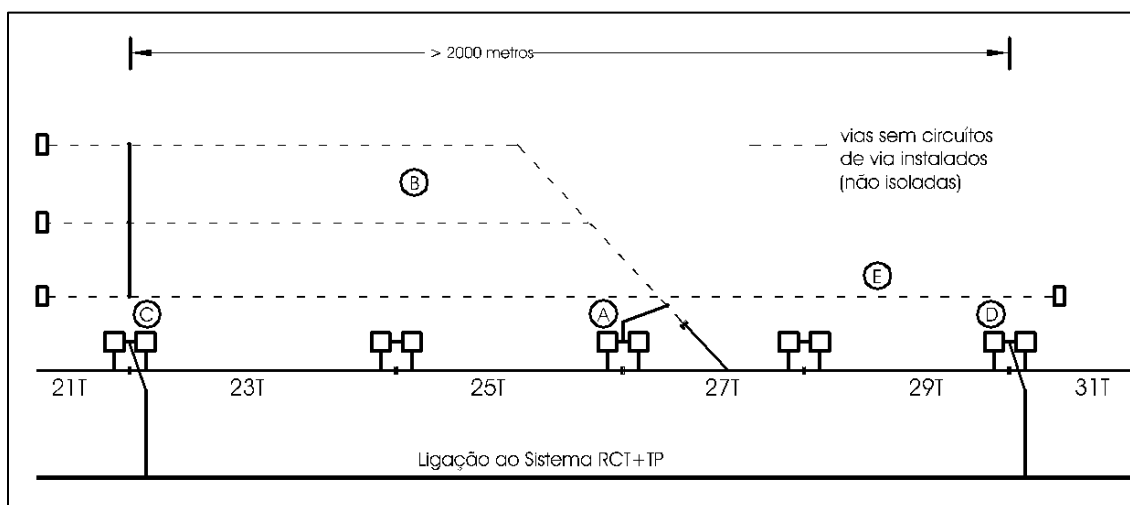


Figura 73 - Exemplo 8

Ao inserir uma conexão no ponto C, os efeitos nefastos duma avaria de cabo no ponto A podem ser ultrapassados. A conexão no ponto D é necessária, de forma a estabelecer um sistema de retorno de corrente de tração redundante para o topo E (ver Figura 73).

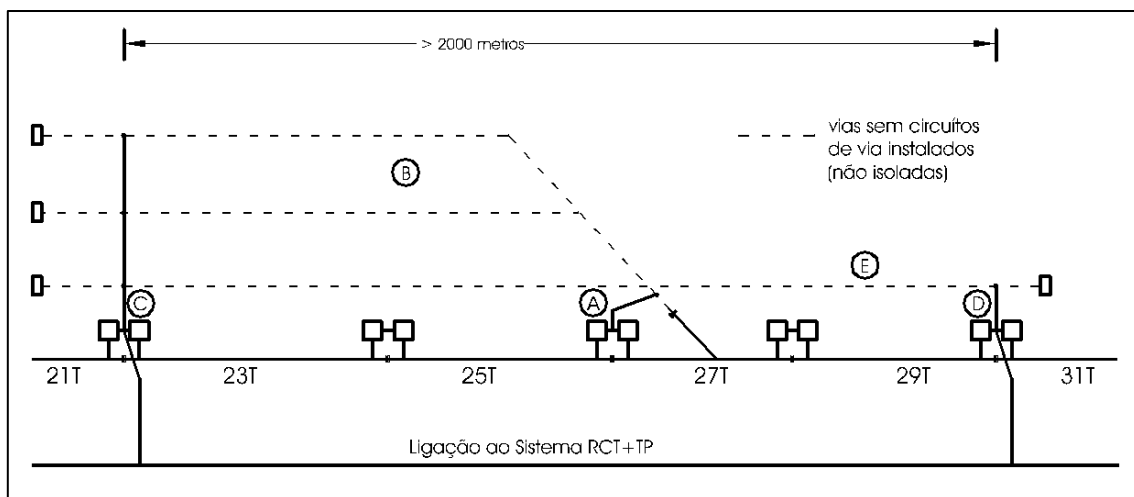


Figura 74 - Exemplo 9

A solução apresentada na Figura 74 pode prejudicar a detecção de carril partido em todos os circuitos de via entre C e D. As linhas de triagem B formam uma malha fechada para os circuitos 23T e 25T, enquanto o topo E forma uma malha fechada com os circuitos 27T e 29T. Deste modo a impedância do sinal do circuito de via nestas malhas deve ser aumentada pela inserção de CIS. A conexão em A é efetuada devido à grande distância entre ligações transversais (ver Figura 75).

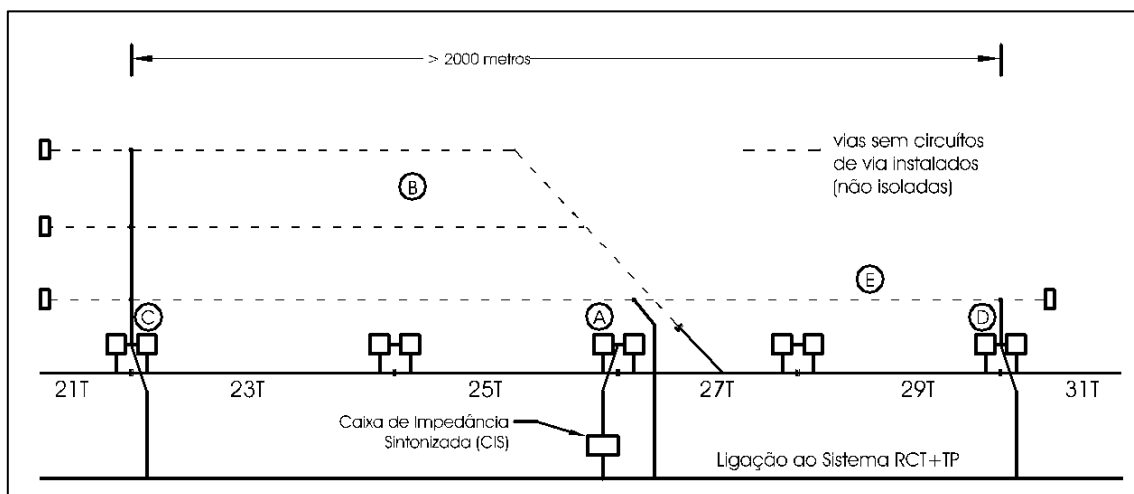


Figura 75 - Exemplo 10

A CIS aumenta a impedância na malha formada pelas linhas de triagem (B) e o sistema de terra protegendo deste modo os circuitos 23T e 25T. A mesma caixa aumenta também a impedância na

malha formada pelo topo E e o sistema de terra protegendo os circuitos 27T e 29T.

Apresenta-se uma solução alternativa na Figura 76 onde se utilizam duas caixas em (C) e em (D). Dependendo da situação das secções adjacentes, esta pode ser uma solução mais económica, por exemplo quando 21T e 31T são as últimas secções de circuito de via ITE no parque, antes da plena via onde se utilizam contadores de eixo. Ao colocar as CIS em (C) e em (D) não só ficam protegidos os circuitos 23T, 25T, 27T e 29T, como também os circuitos 21T e 31T.

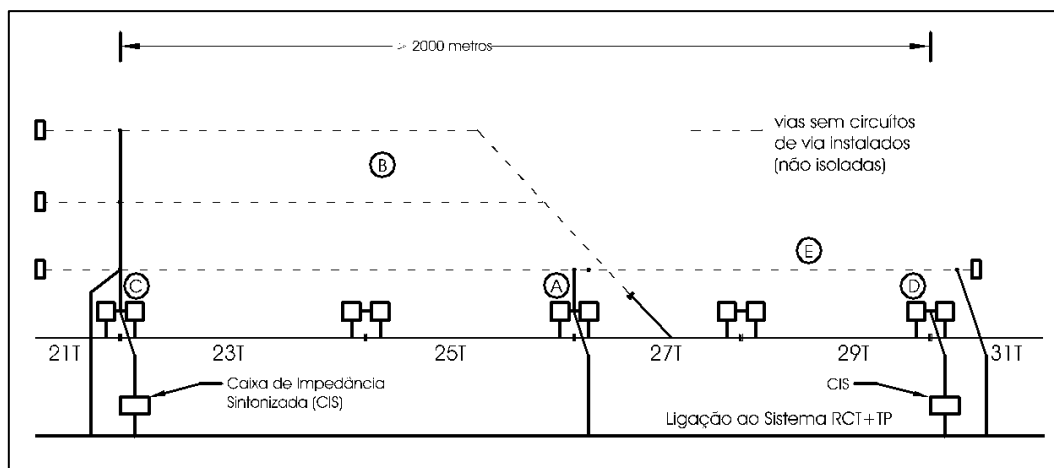


Figura 76 - Exemplo 11



Co-financiamento da União Europeia
Rede Transeuropeia de Transportes (RTE-T)

A presente publicação é da exclusiva responsabilidade do autor. A União Europeia não se responsabiliza pela eventual utilização das informações nela contida.