



## INSTRUÇÃO TÉCNICA

# GR.IT.GER.002 RETORNO DA CORRENTE DE TRAÇÃO, TERRAS E PROTEÇÕES PARTE 1: GENERALIDADES

---

### CICLO DE PRODUÇÃO DO DOCUMENTO

#### ELABORAÇÃO

#### SUPERVISÃO

#### APROVAÇÃO

**SCE-EP**

**IC-AC**

**ACD / REFER**

2015-05-29



| <b>ÍNDICE</b>   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                       | 6           |
| 2. OBJETIVO .....   | 6           |
| 3. ÂMBITO .....   | 7           |
| 4. ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES .....                        | 7           |
| 4.1. Abreviaturas .....                                   | 7           |
| 4.2. Definições .....                                     | 8           |
| 5. RESPONSABILIDADE .....                                 | 9           |
| 6. CONCEÇÃO GERAL DO SISTEMA DE TERRA .....               | 9           |
| 6.1. Organização dos pressupostos .....                   | 9           |
| 6.2. Pressupostos base.....                               | 9           |
| 6.3. Pressupostos base para uma linha a 3 carris .....    | 11          |
| 7. REGRAS APRESENTADAS NO CONJUNTO DE ESPECIFICAÇÕES..... | 12          |

## 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   | 2003-07-15 | Revisão  | Todas   |
| v.06   | 2015-05-29 | Revisão da Instrução Técnica para uma infraestrutura a 3 carris  | Todas   |

## Documentos Revogados

- IT.GER.002 | v.05, 1º Aditamento à IT.GER.002-5.

## Documentos de Referência do Normativo a 2 carris

- EN 50121-1: Aplicações ferroviárias – Compatibilidade eletromagnética, Parte 1: Generalidades; Setembro 2000;
- EN 50121-2: Aplicações ferroviárias – Compatibilidade eletromagnética, Parte 2: Emissão do sistema ferroviário, no seu conjunto para o mundo exterior; Setembro 2000;
- EN 50121-4: Aplicações ferroviárias – Compatibilidade eletromagnética, Parte 4: Emissão e imunidade dos equipamentos de sinalização e de telecomunicações; Setembro 2000;
- EN 50121-5: Aplicações ferroviárias – Compatibilidade eletromagnética, Parte 5: Emissão e imunidade de instalações fixas de alimentação de energia e dos seus equipamentos associados; Setembro 2000;
- EN 50122-1: Aplicações ferroviárias – Instalações fixas – Segurança elétrica, requisitos para as correntes de retorno e ligação à terra, Parte 1: Medidas de proteção contra os choques elétricos; Junho 1997;
- EN 50124-1: Aplicações ferroviárias – Coordenação do isolamento, Parte 1: Requisitos básicos – Distâncias de isolamento no ar e linhas de fuga para todo o equipamento elétrico e eletrónico; 2010;
- EN 50126: Aplicações Ferroviárias - Especificação e demonstração de Fiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança (RAMS); Setembro 1999;
- EN 50388: Aplicações ferroviárias - Alimentação de energia e material circulante - Critérios técnicos para a coordenação entre a alimentação de energia (subestação) e o material circulante para conseguir a interoperabilidade;
- IEC 479-1: Effects of current passing through the human body; General aspects;
- IEC 479-2: Effects of current passing through the human body; Special parts;

- IEC 1000-5-2: Electromagnetic Compatibility, Installation and mitigation guidelines, Earthing and Cabling, October 1995;
- 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.;
- TEBA10.0.INP: Earthing System Design, Overall Concept; Version 2,0;
- TEBA20.0.INP: Modelling the AC system; Version 2.0;
- TEBA30.0.INP: Measurement Plans; Version 2.0;
- TEBA40.0.INP: Measurement Results; Version 2.0;
- TEBA50.0.INP: Broken Rail protection for High Voltage Impulse Track Circuits; Version 1.1.

#### Documentos de Referência do Normativo a 3 carris

- EN 50121-1: Aplicações ferroviárias – Compatibilidade eletromagnética, Parte 1: Generalidades; Julho 2006;
- EN 50121-2: Aplicações ferroviárias – Compatibilidade eletromagnética, Parte 2: Emissão do sistema ferroviário, no seu conjunto para o mundo exterior; Julho 2006;
- EN 50121-4: Aplicações ferroviárias – Compatibilidade eletromagnética, Parte 4: Emissão e imunidade dos equipamentos de sinalização e de telecomunicações; Julho 2006;
- EN 50121-5: Aplicações ferroviárias – Compatibilidade eletromagnética, Parte 5: Emissão e imunidade de instalações fixas de alimentação de energia e dos seus equipamentos associados; Julho 2006;
- EN 50122-1: Aplicações ferroviárias – Instalações fixas – Segurança elétrica, requisitos para as correntes de retorno e ligação à terra , Parte 1: Medidas de proteção contra os choques elétricos; Janeiro 2011;
- EN 50329: Aplicações ferroviárias - Instalações fixas - Transformadores de tração elétrica, Dezembro 2006;
- EN 50124-1: Aplicações ferroviárias – Coordenação do isolamento, Parte 1: Requisitos básicos – Distâncias de isolamento no ar e linhas de fuga para todo o equipamento elétrico e eletrónico; 2010;
- EN 50126: Aplicações Ferroviárias - Especificação e demonstração de Fiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança (RAMS); Setembro 1999;
- EN 50388: Aplicações ferroviárias - Alimentação de energia e material circulante - Critérios técnicos para a coordenação entre a alimentação de energia (subestação) e o material circulante para conseguir a interoperabilidade;
- IEC 479-1: Effects of current passing through the human body; General aspects;
- IEC 479-2: Effects of current passing through the human body; Special parts;
- IEC 1000-5-2: Electromagnetic Compatibility, Installation and mitigation guidelines, Earthing and Cabling, October 1995;
- 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.;

- TEBA10.0.INP: Earthing System Design, Overall Concept; Version 2,0;
- TEBA20.0.INP: Modelling the AC system; Version 2.0;
- TEBA30.0.INP: Measurement Plans; Version 2.0;
- TEBA40.0.INP: Measurement Results; Version 2.0;
- TEBA50.0.INP: Broken Rail protection for High Voltage Impulse Track Circuits; Version 1.1;
- ITU-T, Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines, volume II, Calculating Induced Voltages and Currents In Practical Cases, 1998;
- Estudos de Simulação para uma linha a 3 carris, Versão 1.0 (DMS 10002863911-395).

#### Lista de Desenhos

A lista de desenhos tipo associados à presente Instrução Técnica consta da Parte 15 da Norma.

#### Macroprocesso de Enquadramento

Gestão de Estudos e Projetos.

#### Referência SAP/DMS

224 10002011148

#### Distribuição

Geral.

## 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.

A Parte 1 é geral e aplicável ao conjunto completo de especificações.

## 2. OBJETIVO

O Normativo de RCT+TP tem por objetivo dotar a REFER com as especificações de retorno da corrente de tração e de ligação à terra dos sistemas alimentados a 25 kV - 50Hz.

Este sistema garante o seguinte:

1. Uma área segura, no que diz respeito às tensões de passo e contacto, tanto para os passageiros como para os que trabalham na via;
2. Um sistema de ligação à terra compatível com os circuitos de via e outras instalações de sinalização e de telecomunicações;
3. Um sistema de ligação à terra que obedeça às normas europeias para as emissões em Alta Frequência;

4. A proteção das estruturas de construção civil contra as influências das correntes de retorno de tração, contactos diretos ou indiretos.

### 3. ÂMBITO

As especificações que constituem as Partes 1 a 15 têm de ser usadas como Norma para todos os sistemas ferroviários eletrificados a 25 kV cujas características se enquadrem no âmbito da mesma.

Tendo em conta que um sistema de RCT+TP tem impacto em muitas outras disciplinas técnicas, o presente documento descreve o seu processo de projeto, o qual deve ser seguido aquando da sua conceção.

Desta forma, o projeto completo de um sistema de RCT+TP integrará todas as medidas necessárias ao seu correto funcionamento.

A presente versão vem acrescentar o conjunto de especificações necessárias a ter em consideração para a implementação do sistema numa linha a 3 carris. Adicionalmente introduz 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, que se mantêm nesse contexto inalterados.

## 4. ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES

### 4.1. Abreviaturas

|           |   |
|-----------|---|
| AT        | Sistema de Auto Transformadores   |
| 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   |
| CV        | Circuito de via   |
| EN        | Norma Europeia (European Norm)  |
| JES       | Junta elétrica de separação (Joint Electrique de Séparation)  |
| LEAE      | Ligação Equipotencial entre cabo(s) de terra aéreo(s) e cabo(s) de terra (CDTA) 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              |

|       |   |
|-------|---|
| MC    | Modo comum  |
| MD    | Modo diferencial  |
| PI    | Passagem Inferior   |
| PS    | Passagem Superior   |
| PH    | Passagem Hidráulica   |
| REFER | Rede Ferroviária Nacional   |
| 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 Métalliques) |
| 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

| 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. |
| Zona Laranja  | Zona ao longo da via onde têm de ser instaladas LTI's e LEAE's para prevenir a existência de tensões de passo e contacto para além dos limites   |
| Zona Verde    | Zona ao longo da via onde é necessário instalar LTI's para prevenir a existência de tensões de passo e contacto para além dos limites.   |
| Zona Vermelha | Semelhante à Zona Laranja, embora com um espaçamento entre LTI's e LEAE's mais reduzido.   |



## 5. RESPONSABILIDADE

| MATRIZ DE RESPONSABILIDADE       |   |
|----------------------------------|---|
| ENTIDADE / INTERVENIENTE         | RESPONSABILIDADE  |
| Holland Railconsult<br>(Movares) | Estudos e Desenvolvimento da Norma                                  |
| REFER - DGE                      | Estudos e Desenvolvimento da Norma                                  |
| REFER-SICE                       | Revisão   |
| SCE-EP / RE                      | Estudos de Desenvolvimento complementares para uma linha a 3 carris |

## 6. CONCEÇÃO GERAL DO SISTEMA DE TERRA

### 6.1. Organização dos pressupostos

O presente documento distingue os pressupostos conceptuais utilizados como base para o desenvolvimento da versão 5 anterior, daqueles que foram utilizados para o desenvolvimento específico do sistema aplicado a uma linha de via única a 3 carris, onde os requisitos assumidos são os de uma linha Interoperável.

Tal como referido no ponto 3 anterior, a presente versão vem acrescentar o conjunto de especificações necessárias a ter em consideração para a implementação do sistema numa linha a 3 carris. Adicionalmente introduz uma revisão aos conteúdos da anterior versão aplicada a linhas a 2 carris convencionais, em aspetos de natureza prática de implementação do sistema, sem no entanto alterar os seus pressupostos conceptuais de base e respetivas referências bibliográficas, que se mantêm nesse contexto inalteradas.

Face ao anteriormente exposto, nos pontos 6.2 e 6.3 seguintes encontram-se enunciados os pressupostos base assumidos respetivamente para cada caso.

### 6.2. Pressupostos base

1. A alimentação de energia elétrica de tração faz-se a 25 kV – 50Hz;
2. Nesta especificação são utilizados os sistemas ST, RT e AT. Para cada caso específico são indicadas as alternativas possíveis do sistema a utilizar;
3. Em relação às tensões de passo e contacto, aplica-se o disposto na EN 50122-1. A tensão de contacto máxima é de 60 V em regime permanente e de 842 V durante 100ms em regime de curto-circuito;
4. A legislação nacional sobre segurança elétrica está em conformidade com a EN50122-1;

5. Para que se consigam manter as condições de segurança dos trabalhadores da REFER e dos trabalhadores ao serviço da REFER dentro dos limites estabelecidos na EN50122-1, são necessários procedimentos de trabalho em matéria de segurança, nomeadamente quando se lida com cabos ou outros condutores do sistema de ligação à terra;
6. Em relação à CEM (Compatibilidade Eletromagnética) aplica-se a norma EN50121, partes 1, 2, 4 e 5;
7. Relativamente a Terceiros consideram-se aplicáveis as normas EN50122-1 (segurança), EN50121-1, 50121-2 e 50121-5 (CEM);
8. Para a comunicação em banda de base (voz) em cabos de cobre, aplica-se o critério do CCITT/ITU de 1 mV de nível de ruído psfométrico;
9. Aplica-se o princípio das ligações de terra múltiplas. No caso de um sistema flutuante ou referenciado à massa, os requisitos específicos serão estabelecidos no interior de uma gaiola de Faraday, cujo exterior é instalado com base no princípio de terra múltipla. Salienta-se que a gaiola de Faraday é na realidade uma blindagem do sistema;
10. A corrente máxima em regime permanente no sistema depende da potência da subestação. Para as potências nominais instaladas na rede REFER à data da presente publicação (tomando como base a antiga classificação REFER para o regime nominal de carga das subestações), a corrente poderá apresentar valores máximos nominais de 400 A para 10 MVA, 640 A para 16 MVA e 800 A para 20 MVA. A corrente máxima em regime de sobrecarga durante 1 min é de 800 A para uma subestação de 10 MVA, 1280 A para 16 MVA e 1600 A para 20 MVA;  
  
A corrente máxima de curto-circuito é de 7,5 kA num intervalo não superior a 100ms;
11. A corrente máxima de um comboio assume-se como sendo de 320 A em regime permanente estacionário e apenas um comboio pode ocupar uma secção de via (pressuposto utilizado para determinar o espaçamento entre ligações transversais);
12. Os cabos de cobre de sinalização têm uma blindagem condutora que deve ser ligada à terra em ambas as extremidades (por exemplo: a armadura de aço ou a bainha de aço entrançado). Se necessário, a blindagem de alumínio de um cabo pode ser utilizada para este efeito (ligação à terra em ambas as extremidades);
13. Os cabos de cobre de telecomunicações têm uma blindagem condutora (por exemplo: blindagem em cobre ondulado que deve ser ligada à terra em ambas as extremidades);
14. Cabos de fibra ótica podem ter uma blindagem condutora cuja função é proporcionar resistência mecânica à(s) fibra(s). Se essa blindagem existir deve ser ligada à terra em ambas as extremidades;
15. Para satisfazer a aplicação dos devidos requisitos, assume-se que o sistema de terras se encontra em perfeitas condições de funcionamento, isto é, sem falhas;
16. De acordo com a EN50122-1 e por razões de resistência mecânica, os cabos utilizados nas ligações de terra não deverão possuir uma secção inferior a 50 mm<sup>2</sup>;

17. Para objetos ao longo da via, metálicos ou eletricamente ligados à infraestrutura ferroviária, contidos no Corredor Ferroviário ou que intersetem esse Corredor, distinguem-se duas situações em termos das medidas a adotar para as ligações de terra:

Corredor Ferroviário

- Zona de contacto de acordo com a [EN-50122-1];
- Fora da zona de contacto e até 7 metros contados a partir do carril exterior das linhas eletrificadas;

Zona sem ligação à terra

- Zona para além dos 7 metros contados a partir do carril exterior das linhas eletrificadas;

18. A imunidade em modo comum dos equipamentos é de 1 kV;
19. Para todos os condutores necessários ao sistema de terras e de retorno da corrente de tração (LTI, LEAE, carris, CDTE e CDTA), uma interrupção não pode originar tensões de contacto para além dos limites (critério de redundância);
20. Uma interrupção no sistema de retorno de corrente não pode originar a interrupção do circuito da corrente de retorno (critério de redundância);
21. Todas as ligações ao sistema de ligação à terra têm de ser as mais curtas possíveis;
22. As datas das Normas Europeias mencionadas no presente ponto são aquelas que constam das referências usadas por ocasião da publicação da versão 5 da IT.GER.002 (2003).

### 6.3. Pressupostos base para uma linha a 3 carris

1. A alimentação de energia elétrica de tração faz-se a 25 kV – 50Hz;
2. A linha a 3 carris é de via única<sup>1</sup>;
3. Nesta especificação é utilizado apenas o sistema AT;
4. Para efeito do estabelecimento dos requisitos de especificação e dimensionamento do circuito de Retorno e Terras, considera-se a linha a 3 carris como Interoperável podendo ser de categoria II ou III na classificação de alta velocidade ou de categoria inferior de alta potência na solução Convencional, com uma velocidade de exploração da ordem dos 200km/h, de acordo com os requisitos da norma EN50388 {2012};

---

<sup>1</sup> O estudo desenvolvido em “Estudos de Simulação para uma linha a 3 carris, Versão 1.0” baseou-se numa solução de via única. Na presente versão da IT.GER.002 (v.06) as regras a aplicar serão idênticas para uma via dupla a 3 carris.

5. Relativamente às tensões de passo e contacto, aplica-se o disposto na EN 50122-1 {2011}. A tensão de contacto efetiva permissível máxima é de 60 V em regime permanente e de 785 V durante 100ms em regime de curto-circuito;
6. Ao abrigo da ETI Energia, designadamente à luz do disposto na norma EN50388 {2012} uma composição elétrica nas condições anteriormente referidas em 4 poderá consumir uma potência até ao limite máximo de 15 MVA;
7. O espaçamento mínimo entre 2 comboios na mesma célula (entre postos AT) é aproximadamente 3 Km;
8. A potência nominal instalada na subestação numa solução de alimentação bifásica é de 32 MVA (Potência nominal segundo a Norma EN 30239), sendo que a corrente máxima do regime permanente ( $0,658 \times \text{Potência Nominal} \approx 21\text{MVA}$ ) será da ordem dos 842 A. Para uma alimentação em "V", a potência nominal de cada transformador será de 22MVA (Potência nominal segundo a Norma EN 30239) sendo que a corrente máxima do regime permanente ( $0,658 \times \text{Potência Nominal} = 15 \text{ MVA}$ ) será da ordem dos 579 A;
9. A corrente máxima em regime de sobrecarga para uma subestação de 32 MVA (bifásica), poderá assumir valores de 1683 A ( $1,315 \times \text{Potência Nominal}$ ) durante 2h e de 2480 A ( $1,937 \times \text{Potência Nominal}$ ) durante 300s;
10. A corrente máxima em regime de sobrecarga para uma subestação de 22 MVA (ligação em V) poderá assumir valores de 1158 A ( $1,315 \times \text{Potência Nominal}$ ) durante 2h e de 1705 A ( $1,937 \times \text{Potência Nominal}$ ) durante 300s;
11. A corrente curto-circuito para uma subestação de 32 MVA não ultrapassa o valor máximo de 8kA durante um intervalo de tempo de 100ms, cumprindo com o requisito da ETI Energia que limita o valor da corrente de curto-circuito a 15kA;
12. Mantém-se a aplicabilidade dos pressupostos constantes do item 6.1, à exceção dos pontos 2, 3, 10 e 11 (o pressuposto 3 de 6.1 é substituído pelo 5).

## 7. REGRAS APRESENTADAS NO CONJUNTO DE ESPECIFICAÇÕES

Os princípios a aplicar para a implementação de um projeto de retorno da corrente de tração, terras e proteções, estão distribuídos pelas Parte 1 a 15 deste conjunto de especificações. A Parte 15 é especificamente dedicada aos projetistas e contém regras de projeto complementadas por desenhos.

Em princípio, todo o texto é normativo e deve ser cumprido, com as seguintes exceções de carácter informativo:

- Parte 2 - Funcionamento do sistema de 25 kV;
- Parte 12 - Terceiros.

O objetivo da Parte 2 destina-se a dar ao projetista informação suficiente para a compreensão do funcionamento dos vários sistemas de alimentação de energia de tração, para que se possa produzir um projeto integrado.

A Parte 12 tem carácter informativo, já que a REFER não poderá impor regras a terceiros nomeadamente quando estes não intersectam ou interferem com o domínio Ferroviário.



**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.*