

INSTRUÇÃO TÉCNICA

GR.IT.GER.009

COMPATIBILIDADE DE VEÍCULOS FERROVIÁRIOS COM A INFRAESTRUTURA DE VIA LARGA

Versão 07

Entrada em vigor: 11-10-2025

Aplicação:

Grupo IP

CICLO DE PRODUÇÃO DO DOCUMENTO

| ELABORAÇÃO | SUPERVISÃO | APROVAÇÃO |
|------------------|------------|-------------------|
| EA-EF, DAT e DSS | EA-EF | DEA 2025-10-11 |

**ÍNDICE****Pág.**

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. | OBJETIVO | 13 |
| 3. | ÂMBITO | 14 |
| 4. | SIGLAS | 14 |
| 5. | RESPONSABILIDADE | 17 |
| 6. | DISPOSIÇÕES GERAIS | 17 |
| 7. | ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS | 17 |
| 7.1 | Gabarito | 17 |
| 7.1.1 | Contorno de referência cinemático | 17 |
| 7.1.2 | Gabarito de proteção lateral para os limites de resguardo de aparelhos de via | 18 |
| 7.2 | Comprimento e altura das plataformas / comprimento útil das linhas em estações | 18 |
| 7.3 | Via | 19 |
| 7.3.1 | Bitola | 19 |
| 7.3.2 | Sobrelarguras | 19 |
| 7.3.3 | Defeitos geométricos da via | 19 |
| 7.3.4 | Raios de curvatura em planta e perfil longitudinal | 19 |
| 7.3.5 | Distâncias entre eixos de via | 19 |
| 7.3.6 | Inclinação transversal dos carris | 19 |
| 7.3.7 | Escala | 19 |
| 7.3.8 | Insuficiência de escala | 19 |
| 7.3.9 | Variação brusca da insuficiência de escala | 20 |
| 7.3.10 | Solicitações verticais | 20 |
| 7.4 | Sistema de detecção de caixas e rodas quentes..... | 20 |
| 7.5 | Catenária..... | 21 |
| 7.5.1 | Tipos de catenária e suas principais características | 21 |
| 7.5.2 | Alimentação da catenária | 21 |
| 7.5.2.1 | 25 kV 50Hz..... | 21 |
| 7.5.2.2 | 1500 V CC..... | 21 |
| 7.5.3 | Altura do fio de contacto | 22 |
| 7.5.3.1 | Variação máxima admissível | 22 |
| 7.5.4 | Desalinhamento | 22 |



| | | |
|-----------|---|----|
| 7.5.5 | Pantógrafo..... | 22 |
| 7.5.5.1 | Geometria da paleta do pantógrafo | 22 |
| 7.5.5.2 | Distância entre pantógrafos - Catenária 25 kV 50 Hz | 23 |
| 7.5.5.3 | Gama de alturas de funcionamento..... | 23 |
| 7.5.5.4 | Força exercida pelo pantógrafo | 23 |
| 7.5.6 | Interação Pantógrafo Catenária..... | 23 |
| 7.6 | Subestações | 24 |
| 7.6.1 | Alimentação a 25 kV 50 Hz | 24 |
| 7.6.1.1 | Especificações | 24 |
| 7.6.1.2 | Especificações para ensaios e simulações..... | 26 |
| 7.6.1.2.1 | Estudo teórico | 26 |
| 7.6.1.2.2 | Ensaio de compatibilidade | 26 |
| 7.6.2 | Alimentação a 1500 V CC | 26 |
| 7.6.2.1 | Especificações | 27 |
| 7.7 | Compatibilidade Eletromagnética | 27 |
| 7.7.1 | Emissões radiadas | 27 |
| 7.7.2 | Emissões conduzidas - Sinalização e equipamentos de deteção de comboios | 27 |
| 7.7.2.1 | Introdução | 27 |
| 7.7.2.2 | Limites de Emissão para a compatibilidade com os circuitos de via na rede eletrificada a 25 kV AC | 28 |
| 7.7.2.3 | Regras de adição - Rede monofásica 25 kV 50 Hz ou 1500 V CC | 28 |
| 7.7.2.4 | Especificação de ensaios para aceitação | 28 |
| 7.7.2.4.1 | Condições para teste da unidade | 28 |
| 7.7.2.4.2 | Configurações de ensaio | 29 |
| 7.7.2.4.3 | Local de ensaio | 29 |
| 7.7.2.4.4 | Número de medições | 29 |
| 7.7.2.4.5 | Cadeia de medida | 29 |
| 7.7.2.4.6 | Ensaio de compatibilidade com Contadores de eixos e Pedais | 30 |
| 7.7.2.4.7 | Relatório de Ensaio | 30 |
| 7.7.2.5 | Limites de emissão para equipamentos de deteção da rede eletrificada a 25 kV 50 Hz 30 | |
| 7.7.2.5.1 | 125 Hz bifásico monocarril | 30 |
| 7.7.2.5.2 | DRS CC monocarril..... | 30 |
| 7.7.2.5.3 | UM71 | 31 |



| | | |
|------------|---|----|
| 7.7.2.5.4 | ITE - Impulsos de tensão elevada | 32 |
| 7.7.2.5.5 | ER 428 | 32 |
| 7.7.2.5.6 | CSEE 8700 Hz | 33 |
| 7.7.2.5.7 | FTGS 46 / FTGS 917 / TCM 100 | 33 |
| 7.7.2.5.8 | FS3000 | 33 |
| 7.7.2.5.9 | TTC - Thales Track Circuit..... | 33 |
| 7.7.2.5.10 | Detetor de CE THALES Zp30C (AZL 90 e AZL70-30)..... | 34 |
| 7.7.2.5.11 | Detetor de CE THALES Zp30K | 34 |
| 7.7.2.5.12 | Detetor de CE Siemens ACM 200 e ACM 250 - ZP D 43 | 34 |
| 7.7.2.5.13 | Detetor de CE Frauscher RSR180 | 34 |
| 7.7.2.5.14 | Pedal Siemens WSR..... | 34 |
| 7.7.2.5.15 | Pedal eletrónico CSEE/EFACEC - Detetores D39 e D50..... | 34 |
| 7.7.2.6 | Definição dos gabaritos dos circuitos de via na rede eletrificada a 1,5 kV CC | 35 |
| 7.7.2.6.1 | Siemens 50 Hz Monocarril bifásico..... | 35 |
| 7.7.2.6.2 | Detetor de CE ZP 43 (AZ S 350 U)..... | 35 |
| 7.7.2.6.3 | Caracterização dos filtros de medida dos equipamentos de deteção Nacionais | 36 |
| 7.7.2.7 | Gestão do Espetro de Frequência para Sistemas de Deteção Nacionais | 36 |
| 7.7.2.8 | Sistemas de transmissão de dados da sinalização..... | 40 |
| 7.8 | Sistemas de controlo de velocidade | 40 |
| 7.8.1 | ETCS | 40 |
| 7.8.2 | Compatibilidade com os sistemas de Classe A (ETCS + GSM-R) e Classe B (EBICAB 700)..... | 40 |
| 7.8.3 | Sistema Indusi I60 | 42 |
| 7.9 | Telecomunicações | 43 |
| 7.9.1 | Comunicações fixas | 43 |
| 7.9.2 | Comunicações móveis - Rádio Solo-Comboio..... | 43 |
| 7.9.2.1 | Sistema RSC CP-N | 44 |
| 7.9.2.2 | Sistema GSM-R | 45 |
| 7.9.2.2.1 | Infraestrutura GSM-R | 45 |
| 7.9.2.2.2 | Funcionalidades nacionais | 45 |
| 7.9.2.2.3 | Interfaces com sistemas exteriores | 46 |
| 7.9.2.2.4 | Especificações rádio | 46 |
| 7.9.2.2.5 | Rádio de cabina Multimode | 47 |



| | | |
|--|--|----|
| 7.10 | Desempenho de Frenagem | 47 |
| 7.11 | Contagem de energia a bordo dos veículos ferroviários de tração elétrica | 47 |
| 7.12 | Requisitos de segurança contra contactos diretos e indiretos | 47 |
| 7.13 | Ruído | 47 |
| 7.14 | Interface com circuitos de via | 47 |
| 7.15 | Demonstração de Compatibilidade e Plano de Ensaios | 48 |
| ANEXO A - PLANO DE ENSAIOS E VERIFICAÇÕES | | 49 |
| A1 | GABARITO..... | 50 |
| A2 | RODAS | 50 |
| A3 | BITOLA DOS RODADOS | 50 |
| A4 | PESOS..... | 50 |
| A5 | SISTEMAS ANTI PATINAGEM E ANTI PATINHAGEM | 50 |
| A6 | SUSPENSÃO PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA..... | 51 |
| A7 | ENSAIOS E APROVAÇÃO DE VEÍCULOS DO PONTO DE VISTA DO SEU COMPORTAMENTO DINÂMICO | 51 |
| A8 | TENSÃO NO PANTÓGRAFO EM SITUAÇÃO DE FRENAGEM COM RECUPERAÇÃO DE ENERGIA..... | 51 |
| A9 | CONTROLO DAS CARACTERÍSTICAS DO PANTÓGRAFO..... | 51 |
| A10 | SUBESTAÇÕES E OS VEÍCULOS FERROVIÁRIOS DE TRAÇÃO ELÉTRICA | 51 |
| A11 | CONTEÚDO HARMÓNICO INJETADO NA REDE PRIMÁRIA | 51 |
| A12 | RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA | 51 |
| A13 | COMPATIBILIDADE COM OS EQUIPAMENTOS DE DETEÇÃO MONTADOS NA VIA | 51 |
| A14 | DESEMPENHO DE FRENAGEM E CONTROLO DA FUNCIONALIDADE DO SISTEMA ATP EMBARCADO..... | 52 |
| A15 | CONTROLO DA FUNCIONALIDADE DO SISTEMA RSC | 52 |
| A16 | TELECOMUNICAÇÕES..... | 52 |
| A17 | RÚIDO | 53 |
| A18 | INTERFACE COM CIRCUITOS DE VIA..... | 53 |
| A19 | OUTROS REQUISITOS | 53 |
| ANEXO B - FUNCIONALIDADE MENSAGENS DE STATUS GSM-R..... | | 54 |
| ANEXO C - PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO E ESTRUTURA DAS MENSAGENS ENTRE OS EQUIPAMENTOS RÁDIO DE CABINA E O CONVEL | | 58 |
| C1 | PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO ENTRE O RÁDIO DE CABINA E O CONVEL.... | 59 |



| | | |
|---|---|----|
| C2 | ENVIO DO NÚMERO DO COMBOIO DO RÁDIO DE CABINA PARA O CONVEL | 59 |
| C3 | MENSAGENS DO CONVEL PARA O RÁDIO DE CABINA..... | 60 |
| ANEXO D - REQUISITOS TÉCNICOS NACIONAIS | | 63 |
| ANEXO E - MATRIZ DE SUPORTE À AVALIAÇÃO DE REGRAS NACIONAIS ATPN..... | | 65 |

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Limite para a corrente de “Inrush - quasi DC” - Gabarito com Delay..... | 31 |
| Figura 2 - Curva de funcionamento do circuito de via ITE..... | 32 |
| Figura 3 - Limites de emissão - CDV DRS..... | 37 |
| Figura 4 - Limites de emissão - CDV 125 Hz..... | 37 |
| Figura 5 - Limites de emissão - CDV - UM71..... | 38 |
| Figura 6 - Limites de emissão - CDV - ER428 e CSEE 8700 Hz..... | 38 |
| Figura 7 - Limites de emissão - CE Thales com detetor ZP30C..... | 39 |
| Figura 8 - Limites de emissão - Pedal CSEE/EFACEC..... | 39 |
| Figura 9 - Layout do sistema INDUSI I60 - componente infraestrutura e veículo ferroviário | 42 |
| Figura 10 - Formato de codificação genérico para elementos de informação “User-to-User” (UUIE) usando protocolo específico do utilizador no contexto GSM-R (de ETSI TS 102 610)..... | 55 |
| Figura 11 - Codificação UUIE das mensagens de status | 55 |
| Figura 12 - Valores possíveis para “Source/Destination Identifier”, “message number” e correspondente mensagem | 56 |
| Figura 13 - Mensagem Ack/Cause | 56 |
| Figura 14 - Valores possíveis para Ack/Cause | 57 |

ÍNDICE DE TABELAS

Pág.

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Tipos de catenária | 21 |
| Tabela 2 - Geometria da paleta do pantógrafo | 23 |
| Tabela 3 - Caracterização das subestações CA | 25 |
| Tabela 4 - Caracterização das subestações CC..... | 27 |
| Tabela 5 - Limites de emissão - CDV 125 Hz | 30 |
| Tabela 6 - Limites de emissão - CDV UM71 | 32 |
| Tabela 7 - Limites de emissão - CDV ER428..... | 32 |
| Tabela 8 - Limites de emissão - CDV CSEE 8700 Hz..... | 33 |
| Tabela 9 - Limites de imunidade - CDV TTC | 33 |
| Tabela 10 - Limites de emissão - CE THALES ZP30C (AZL 90 e AZL70-30) | 34 |
| Tabela 11 - Limites de emissão - Pedal CSEE/EFACEC | 35 |
| Tabela 12 - Resumo de características dos filtros de medida | 36 |
| Tabela 13 - Resumo especificações técnicas - Sistema de CONVEL | 41 |
| Tabela 14 - Resumo especificações para instalação da antena - Sistema de CONVEL | 41 |



Registo e controlo das alterações

| VERSÃO | DATA | DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO | PÁGINAS |
|--------|------------|---|---------------|
| v.01 | 2012-08-01 | Correção da referência feita ao Anexo A. | Pág. 10. |
| v.02 | 2018-11-30 | Revisão no âmbito dos critérios de Interoperabilidade. | Todas. |
| v.03 | 2020-05-21 | Revisão dos pontos 7.1 a 7.4. | Pág. 19 a 22. |
| v.04 | 2021-05-03 | Incorporação das alterações indicadas pelo IMT e revisão integral. | Todas. |
| v.05 | 2022-08-29 | Tabela 13 - Correção do valor mínimo de tensão correspondente ao nível 1. | Todas. |
| v.06 | 2023-01-11 | Adaptações necessárias para sistematização das regras técnicas nacionais e revisão geral. | Todas. |
| v.07 | 2025-10-11 | Alteração do Título. Clarificação da metodologia a adotar perante modificações em veículos já autorizados. Uniformização de terminologia técnica associada a compatibilidade eletromagnética. Inclusão de referências às normas IP com impacto nas regras técnicas nacionais específicas. Correção das tolerâncias dos parâmetros na tabela 14. Inclusão de recomendações do IMT relativas ao processo de autorização para colocação de veículos no mercado Novo Anexo E. | Todas. |

UO consultadas na elaboração da versão aprovada

- DAT, DEA e DSS.

Documentos revogados

- GR.IT.GER.009 - Compatibilidade do material circulante com a infraestrutura de via larga, versão 06 de 2023-01-11.

Documentos de referência

As versões dos documentos de referência a considerar serão as que se encontrem em vigor à data de edição da presente instrução técnica.

- [1] Diretiva (UE) 2016/797 do Parlamento Europeu e do Conselho de 11 de Maio de 2016 relativa à interoperabilidade do sistema ferroviário na União Europeia (Reformulação).
- [2] Decisão de Execução (UE) 2015/2299 - «lista de parâmetros a utilizar para a classificação das normas nacionais».
- [3] Desenho nº 10002054476-318 - Linha de Cascais - Contorno de referência cinemático.
- [4] EN 15273-1 - Railway Application - Gauges - Part 1: General - Common rules for infrastructure and rolling stock.



- [5] EN 15273-2 - Railway Application - Gauges - Part 2: Rolling stock gauge.
- [6] GR.IT.SIN.046 - Especificações Relativas a Detecção de Comboios.
- [7] ERA/ERTMS/033281 - Interfaces between control-command and signalling trackside and other subsystems.
- [8] Diretório da Rede.
- [9] Regulamento (UE) N° 1299/2014 - ETI « subsistema infraestrutura » - Versão Consolidada.
- [10] GR.IT.VIA.023 - Parâmetros de projeto de traçado de via férrea.
- [11] IT.VIA.002 - Bitolas de Via Larga, Sobrelarguras e Tolerâncias.
- [12] GR.IT.VIA.018 - Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via.
- [13] EN 15528 - Railway Application - Line categories for managing the interface between load limits of vehicles and the infrastructure.
- [14] IET 50 - Rede Ferroviária Nacional.
- [15] Regulamento (EU) N° 1302/2014 - ETI «material circulante - locomotivas e material circulante de passageiros» - Versão Consolidada.
- [16] GR.IT.CAT.034 - Linhas aéreas para tração elétrica ferroviária 25 kV-50 Hz.
- [17] Regulamento (UE) N° 1301/2014 - ETI «subsistema energia» - Versão Consolidada.
- [18] EN 50388 - Railway Applications - Current collection systems - Requirements for and validation of measurements of the dynamic interaction between pantograph and overhead contact line.
- [19] NP EN 50119 - Aplicações Ferroviárias - Instalações fixas - Linha aéreas de contacto para a tração elétrica.
- [20] IT.CAT.045 - Zonas Neutras.
- [21] EN 50329 - Railway Applications - Fixed installations - Traction transformers.
- [22] Regulamento n° 629/2017 - Regulamento da Qualidade do Serviço de Setor Elétrico e do Setor do Gás Natural, ERSE.
- [23] NP EN 50160 - Características da tensão fornecida pelas redes de distribuição pública de energia eléctrica.
- [24] EN 50121-1 - Railway Applications - Electromagnetic compatibility - Part 1: General.
- [25] EN 50121-2 - Railway Applications - Electromagnetic compatibility - Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world.
- [26] EN 50121-3-1 - Railway Applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-1: Rolling stock - Train and complete vehicle.



- [27] EN 50121-3-2 - Railway Applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock - Apparatus.
- [28] ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz).
- [29] EN 50238-1 - Railway Applications - Compatibility between rolling stock and train detection systems - Part 1: General.
- [30] EN 50238-2 - Railway Applications - Compatibility between rolling stock and train detection systems - Part 2: Compatibility with track circuits.
- [31] EN 50238-3 - Railway Applications - Compatibility between rolling stock and train detection systems - Part 3: Compatibility with axle counters.
- [32] EN 50617-1 - Railway Applications - Technical parameters of train detection systems for the interoperability of the trans-European railway system - Part 1: Track circuits.
- [33] EN 50617-2 - Railway Applications - Technical parameters of train detection systems for the interoperability of the trans-European railway system - Part 2: Axle counters.
- [34] EN 50592 - Railway Applications - Testing of rolling stock for electromagnetic compatibility with axle counters.
- [35] ELS-DOC-3783 MK2 - Trackside Data Link Message Format and Protocol Specification (incluindo adendas RD 531 e RD 532).
- [36] Regulamento (UE) 2016/919 - ETI «subsistema de controlo-comando e sinalização» - Versão Consolidada.
- [37] GR.IT.SIN.074 - Módulo de Transmissão Específica - Nacional ATPN STM.
- [38] GR.MN.GER.026 - STM - Manual de compatibilidade do sistema EBICAB 700 - Equipamento embarcado e infraestrutura.
- [39] Indusi I60 - Automatic Magnetic Train Control - Siemens.
- [40] UIC 751-3 - 4ª Edição julho 2005 - Technical regulations for international ground-train radio systems.
- [41] IET 57 - Utilização dos Equipamentos de Telecomunicações.
- [42] UIC 568 - Loudspeaker and telephone systems in RIC coaches Standard technical characteristics.
- [43] ETSI TS 102 933-1 V2.1.1 - Railway Telecommunications (RT); GSM-R improved receiver parameters; Part 1: Requirements for radio reception.
- [44] UIC 544-1- Brakes - Braking performance.
- [45] IET 5 - Tabelas de frenagem.
- [46] EN 50463-1 - Railway Applications - Energy measurement on board trains - General.



- [47] EN 50153 - Railway Applications - Rolling stock - Protective provisions relating to electrical hazards.
- [48] Regulamento (UE) N° 1304/2014 - ETI «subsistema material circulante - ruído» - Versão Consolidada.
- [49] IRS 50505-1 - Railway transport stock - Rolling stock construction gauge.
- [50] Regulamento (UE) N° 321/2013 - ETI «material circulante - vagões de mercadorias» - Versão Consolidada.
- [51] UIC 1-19006E - Classification of lines - Resulting load limits for wagons.
- [52] EN 14363 - Railway Applications - Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles - Testing of running behavior and stationary tests.
- [53] UIC 518 - Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behavior - Safety - Track fatigue - Ride quality.
- [54] EN 50163 - Supply voltages of traction systems.
- [55] SUBSET 091 - «Safety Requirements for Technical Interoperability of ETCS in Levels 1 and 2_3.6.0».
- [56] RGS I - Princípios Fundamentais.
- [57] RGS II - Sinais.
- [58] ICS 104/06 - Sistema de controlo automático de velocidade-CONVEL.
- [59] ICS 27/13 - Circulação de comboios em condições de aderência roda/carril degradada.
- [60] EN ISO 3095 - Railway Applications - Acoustics - Measurement of noise emitted by railbound vehicles.
- [61] CLC/TS 50459-1 - Railway Applications - Communication, Signalling and Processing Systems - European Rail Traffic Management System. Driver-Machine Interface. General Principles for the Presentation of ERTMS/ETCS/GSM-R information.
- [62] CLC/TS 50459-3 - Railway Applications - Communication, signalling and processing systems - European Rail Traffic Management System - Driver-Machine Interface - Part 3: Ergonomic arrangements of non ETCS information.
- [63] CLC/TS 50459-4 - Railway Applications - Communication, Signalling and Processing Systems - European Rail Traffic Management System - Driver-Machine Interface Part 4: Data Entry for the ERTMS/ETCS/GSM-R Systems.
- [64] CLC/TS 50459-5 - Railway Applications - Communication, Signalling and Processing Systems - European Rail Traffic Management System - Driver-Machine Interface Part 5: Symbols.



[65] CLC/TS 50459-6 - Railway Applications - Communication, Signalling and Processing Systems - European Rail Traffic Management System - Driver-Machine Interface Part 6: Audible Information.

[66] GR.MN.SIN.004 - Ensaio e verificação de conformidade do sistema EBICAB700.

[67] Regulamento de execução (UE) 2018/545 - Estabelece as regras detalhadas para a autorização dos veículos ferroviários e para o processo de autorização de tipo de veículo ferroviário nos termos da Diretiva (UE) 2016/797.

Referência Gestor Documental

224 10002011429.

Distribuição

Grupo IP e Externo.

1. INTRODUÇÃO

A Diretiva em [1] alarga o conceito de interoperabilidade, introduzindo simultaneamente um novo processo de autorização europeia de entrada em serviço dos veículos. Para o efeito, a ERA tem o seu papel reforçado e desenvolveu várias ferramentas e processos, nomeadamente:

- Um balcão único on-line OSS, que serve como um portal para todas as partes interessadas, destinado ao envio dos pedidos de autorização do veículo;
- Uma Câmara de Recurso BoA, que serve como órgão de decisão em casos de litígio;
- Bases de dados RINF e RDD, entre outras.

A referida Diretiva aplica-se:

- A todo o sistema ferroviário da União Europeia;
- Ao sistema de “tram-train” desde que opere na RFN;
- Ao projeto, construção, colocação em serviço, modernização, renovação, exploração e manutenção das partes desse sistema;
- Às qualificações profissionais, condições de saúde e segurança aplicáveis ao pessoal que contribui para o seu funcionamento e manutenção.

A referida Diretiva, não se aplica a:

- Metropolitanos;
- Elétricos e metropolitanos ligeiros;
- Redes funcionalmente separadas da RFN.

Podem ser excluídos do âmbito de aplicação da referida Diretiva:

- Infraestruturas e veículos de propriedade privada (incluindo ramais);
- Infraestruturas e veículos de utilização local, histórica ou turística.

A Diretiva em [1] define o procedimento para a autorização de colocação de veículos no mercado e aprovação do equipamento de via do ERTMS, nomeadamente:

- Prevê que todas as candidaturas a autorizações nacionais e internacionais de colocação de veículos no mercado, bem como a aprovação do concurso de equipamentos de via do ERTMS, sejam submetidas através do seu portal eletrónico - OSS;
- O requerente ainda pode escolher a ANSF como entidade autorizadora, se a área de utilização estiver limitada a Portugal;
- A ERA pode subcontratar o processamento das candidaturas aos peritos individuais, através de uma bolsa de peritos;
- A avaliação feita pela ANSF envolvida no processo de autorização tem de ser levada em consideração pela ERA com todas as aprovações;
- A ERA cobra honorários e taxas associadas ao processamento das candidaturas, seguindo um método de cálculo pré-definido;



- Em caso de parecer positivo, a ERA ou a ANSF concederá ao requerente a autorização de colocação do veículo no mercado;
- No caso de concurso de equipamentos de via do ERTMS a aprovação é feita pela ERA;
- Após a decisão positiva da ERA, a ANSF continuará a acompanhar o concurso de equipamentos de via do ERTMS.

A referida Diretiva de interoperabilidade estipula que a ERA e as ANSF assumem plena responsabilidade pelas autorizações que emitem.

No caso de litígio relacionado com a autorização de entrada em serviço de um veículo, o requerente tem de remeter o seu caso para a Câmara de Recurso da ERA.

A Câmara de Recurso tem de ser composta por peritos nomeados pelo Conselho de Administração da ERA (EM/ANSF, UE, ERA).

Em caso de divergência entre a ERA, as ANSF e/ou o requerente, a Câmara de Recurso emitirá parecer.

A ERA irá cobrar ao requerente os honorários e taxas associados ao parecer da Câmara de Recurso.

Num horizonte interoperável, as regras e especificações a aplicar no âmbito dos processos de autorização de circulação de veículos ferroviários são as mesmas para todos os EM da União, pelo que se prevê que as especificidades próprias constantes das regras Nacionais de cada EM sejam gradualmente ultrapassadas, para que os requisitos comuns interoperáveis possam ser alcançados a médio ou longo prazo, consoante a disponibilidade e estratégias para o efeito por parte dos vários interlocutores.

Para veículos ferroviários em que sejam introduzidas modificações, que alterem as características descritas na sua autorização de circulação, a entidade gestora da alteração deve informar a IP no caso ser necessário proceder a alterações regulamentares.

A lista de parâmetros utilizados para a classificação das normas nacionais referida no artigo 14º ponto 10 de [1] consta em [2] e a lista de regras nacionais notificadas para Portugal encontra-se na RDD.

A presente IT constitui uma revisão da anterior versão e tem por objetivo distinguir as regras nacionais específicas que se encontram em vigor, das regras já consideradas ou abrangidas pelas ETI e normas ou regulamentos europeus associados e aplicáveis.

Considerando que as regras técnicas nacionais ainda se encontram em processo de notificação progressiva junto da ERA, nomeadamente as relativas ao módulo de transmissão específica externo (ATPN STM), inclui-se no Anexo D a lista de requisitos técnicos nacionais específicos da RFN, encontrando-se no Anexo E os requisitos de verificação das regras nacionais referentes à instalação do sistema ATPN (EBICAB 700).

2. OBJETIVO

Fornecer os requisitos técnicos específicos para os quais a compatibilidade de veículos ferroviários com a infraestrutura tem de ser demonstrada.



3. ÂMBITO

Aplica-se na avaliação da compatibilidade de veículos ferroviários com os requisitos ou regras específicas relativas às infraestruturas ao serviço na RFN.

Para cada interface são apresentados os requisitos e especificações da RFN, em relação aos quais tem de ser demonstrada a compatibilidade de veículos ferroviários, e as especificações relativas à infraestrutura.

4. SIGLAS

Da Organização:

| | |
|-------|--|
| DEA | Direção de Engenharia e Ambiente |
| DSS | Direção de Segurança |
| EA-EF | Departamento de Estudos e Projetos e Ferroviários da DEA |
| IP | Infraestruturas de Portugal, S.A. |

Outras siglas:

| | |
|--------------------|---|
| A, kA, mA Elétrica | [Ampere, quilo ampere, miliampere] -Unidade de Medida de Intensidade de Corrente Elétrica |
| A/MW | [Ampere por megawatt] - Unidade de Medida de Intensidade de Corrente Perturbadora Equivalente |
| ABS | Sistema Anti Bloqueio dos Freios |
| Aef, mAef | [Ampere, miliampere (valor eficaz)] - Unidade de Medida de Intensidade de Corrente Elétrica |
| AMV | Aparelho de Mudança de Via |
| ANSF | Autoridade Nacional de Segurança Ferroviária |
| ATP | Automatic Train Protection |
| ATPN | Automatic Train Protection - Nacional |
| ATU | Autorização Temporária de Utilização para ensaios |
| BoA | Board of Appeal |
| CA | Corrente Alternada |
| CAT | Catenária |
| CC | Corrente Continua |
| CCS | Controlo-Comando e Sinalização |
| CDV | Circuito de Via |
| CE | Contador de Eixos |
| CEM | Compatibilidade Eletromagnética |
| CONVEL | Sistema de Controlo Automático de Velocidade (ATPN - Sistema EBICAB 700) |



| | |
|--------------|---|
| CP | Comboios de Portugal, E.P.E. |
| CP-N | Sistema Radio Solo Comboio Normalizado ou Sistema de Comunicações Analógico |
| CS | Cabo de Suporte |
| CSD | Circuit Switched Data |
| DeBo | Designated Body - Organismo Designado |
| Dist. | Distância |
| DHT | Distorção Harmónica Total |
| DMI | Driver Machine Interface |
| E-GSM | Extended GSM |
| EBICAB 700 | Sistema de ATP adaptado para a RFN |
| EIRENE | European Integrated Radio Enhanced NEtwork |
| EN | Norma Europeia |
| EM | Estado Membro |
| ERA | European Union Agency for Railways - Agência Ferroviária da União Europeia |
| ERTMS | European Railways Traffic Management System |
| ET | Especificação Técnica |
| ETCS | European Train Control System |
| F | Frequência |
| FC | Fio de Contacto |
| FFSK | Fast Frequency Shift Keying |
| FSK | Frequency Shift Keying |
| GI | Gestor de Infraestrutura |
| GPRS | General Packet Radio Services |
| GPS | Global Positioning System |
| GSM | Global System for Mobile Communications |
| GSM-R | Global System for Mobile Communications for Railways |
| Hz, kHz, MHz | [Hertz, quilohertz, megahertz] - Unidade de Medida de Frequência |
| I | Intensidade de Corrente Elétrica |
| ICS | Instrução Complementar de Segurança |
| IET | Instrução de Exploração Técnica |
| IMT | Instituto da Mobilidade e dos Transportes |
| INRUSH | Intensidade de Corrente de Magnetização |
| Ipe | Intensidade da Corrente Perturbadora Equivalente |



| | |
|-----------------------|--|
| Ipso | Intensidade da Corrente Psofométrica |
| IT | Instrução Técnica |
| ITE | Impulsos de Tensão Elevada |
| kBit/s | [Quilobit por segundo] - Unidade de Medida de Velocidade de Transferência de Dados |
| kg, t | [Quilograma, tonelada] - Unidade de Medida de Massa |
| km/h, mm/s | [Quilómetro por hora, milímetro por segundo] - Unidade de Medida de Velocidade |
| LC | Linha de Cascais |
| LCS | Linha de Contacto Simples |
| LP | Linha Principal |
| LS | Linha Secundária |
| m, mm | [Metro, milímetro] - Unidade de Medida de Comprimento |
| MORANE | Mobile Radio for Railway Networks in Europe |
| MPT | Ministry of Posts and Telegraph |
| N, daN, kN | [Newton, decanewton, quilonewton - Unidade de Medida de Força |
| NP | Norma Portuguesa |
| NoBo | Notified Body - Organismo Notificado |
| Ω , k Ω | [Ohm, quilo ohm] - Unidade de Medida de Resistência Elétrica |
| OSS | One-Stop-Shop “Balcão Único” |
| OTA | Over the Air |
| PTb | Contorno de Referência Cinemático |
| R | Raio |
| RDD | Reference Document Database - Base de Dados dos Documentos de Referência |
| RQS | Regulamento de Qualidade de Serviço |
| RFN | Rede Ferroviária Nacional |
| RINF | Register of Infrastructure - Base de Dados do Registo da Infraestrutura |
| RSC | Radio Solo Comboio |
| Rms | Root Mean Square - Valor Eficaz |
| SIM | Subscriber Identification Module |
| s, ms | [segundo, milissegundo] - Unidade de Medida de Tempo |
| SMS | Short Message Service |
| STM | Specific Transmission Module |
| SW | Software |



| | |
|-----------|---|
| t/m | [tonelada por metro] - Unidade de Medida de Carga Distribuída |
| UE | União Europeia |
| UIC | União Internacional dos Caminhos-de-Ferro |
| UM | Unidade Múltipla |
| US | Unidade Simples |
| UUS1 | User to User Signalling 1 |
| v | Velocidade |
| V, kV | [Volt, quilovolt] - Unidade de Medida de Potencial Elétrico |
| W, kW, MW | [Watt, quilowatt, megawatt] - Unidade de Medida de Potência |

5. Responsabilidade

| MATRIZ DE RESPONSABILIDADE | |
|----------------------------|---------------------|
| ENTIDADE INTERVENIENTE | RESPONSABILIDADE |
| IP | Edição e aprovação |
| IMT | Revisão e validação |

6. DISPOSIÇÕES GERAIS

Os Processos têm de ser organizados de acordo com o estabelecido pela ERA e demais legislação europeia, bem como o indicado na presente IT.

7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

7.1 Gabarito

7.1.1 Contorno de referência cinemático

O perfil máximo de construção dos veículos que venham a operar na RFN tem de ser determinado com base no contorno de referência cinemático PTb. Para o caso das unidades destinadas à Linha de Cascais tem de ser verificada a compatibilidade do perfil de construção de veículos ferroviários com o contorno de referência cinemático para esta Linha definido em [3].

As dimensões do contorno de referência cinemático e regras associadas (partes altas e partes baixas) a considerar na determinação do perfil de construção têm de respeitar o descrito em [4].

As regras de cálculo do gabarito de veículos ferroviários e regras associadas para o CRC de Portugal têm de respeitar o descrito em [5], nomeadamente o que consta no seu anexo relativo aos contornos portugueses (PTb, PTb+, PTc).

Além das evidências do respeito pela aplicação dos citados documentos normativos têm de ser facultados à IP as características e os parâmetros de verificação do gabarito do veículo ferroviário, nomeadamente:



- Dimensões do veículo, com cotagem de todas as secções mais desfavoráveis, incluindo a meia secção e a secção extrema;
- No caso de veículos de bogies, tem de ser indicado o tipo de bogie;
- Distância entre os eixos extremos no caso de veículos de eixos ou entre pivot no caso de veículo de bogies;
- Distância entre os eixos extremos e a secção extrema, no caso de veículos de eixos ou entre o pivot e a secção extrema, no caso de veículo de bogies;
- Embasamento do bogie;
- Coeficiente de souplesse;
- Altura do centro de rouli;
- Dissimetria do veículo;
- Jogo entre caixa de eixo e chassi do bogie + desgastes (suspensão primária);
- Jogo transversal entre bogie e caixa (suspensão secundária), em alinhamento reto e curva de raio 250 m em plena via.

7.1.2 Gabarito de proteção lateral para os limites de resguardo de aparelhos de via

A proteção lateral (obviando embates de flanco de comboios nas zonas de aparelhos de via) garantida pelos sistemas de sinalização considera uma distância de segurança mínima de 6 m entre o limite de resguardo das agulhas e os correspondentes limites dos circuitos de via (materializados por juntas físicas ou elétricas), conforme especificado em [6].

O parâmetro harmonizado para os veículos ferroviários, referido em [7], especifica a distância entre o primeiro eixo e a correspondente extremidade de um veículo ferroviário (normalmente os tampões de choque) com valor de 5 m para as linhas de alta velocidade.

Para material circulante que possa circular em outras linhas, nomeadamente em linhas convencionais com bitola 1668 mm, o valor não pode exceder 4,2 m.

Este requisito aplica-se para ambas as extremidades dos veículos ferroviários.

7.2 Comprimento e altura das plataformas / comprimento útil das linhas em estações

As características físicas referentes às plataformas de passageiros existentes na RFN, quanto ao seu comprimento, largura e altura, encontram-se expressas em [8], publicado anualmente pelo GI. Em alinhamento, o RINF é atualizado sempre que existam alterações.

A altura das plataformas na RFN são as definidas nos pontos 4.2.9.2 e 7.7.13.5 de [9], com exceção das plataformas da Linha de Cascais com uma altura 1100 mm.

Em linhas ou troços de linha ainda não intervencionadas existem plataformas com altura de 400 mm, devendo ser consultado o RINF para comprovação.

Os valores limite de raio de curvas circulares em planta em linhas adjacentes a plataformas de passageiros são os descritos em [10].



7.3 Via

7.3.1 Bitola

A bitola nominal da via é de 1668 mm, medida entre faces internas dos carris, 15 mm abaixo da superfície de rolamento, conforme alínea 3 do ponto 4.2.4.1 de [9].

7.3.2 Sobrelarguras

As sobrelarguras a considerar em curva constam em [11].

7.3.3 Defeitos geométricos da via

Têm de ser consideradas as tolerâncias dos parâmetros geométricos (afastamentos em relação a valores de referência) constantes em [12].

7.3.4 Raios de curvatura em planta e perfil longitudinal

Os valores dos raios de curvas circulares em planta e curvas verticais a considerar na determinação do perfil máximo de construção são os descritos em [4] e em [5], sem prejuízo das verificações para os valores excecionais dos raios de curvas circulares em planta e curvas verticais descritos nos pontos 4.2.3.4 e 4.2.3.5 de [9], respetivamente.

7.3.5 Distâncias entre eixos de via

A distância entre eixos de via acima dos 160 km/h cumpre com os valores do Quadro 6 de [9].

Para velocidades inferiores ou iguais a 160 km/h o valor mínimo de entre eixos de via na RFN é de 3808 mm, com exceção dos casos específicos dos túneis de Fátima e de Albergaria que é de 3538 mm.

7.3.6 Inclinação transversal dos carris

A inclinação transversal dos carris (tombo) é de 1/20, com exceção dos AMV mais antigos, cujo carril é vertical.

7.3.7 Escala

A escala de projeto de linhas novas cumpre com o ponto 4.2.4.2 de [9]. Nas linhas existentes os valores de escala prática podem chegar aos 200 mm.

7.3.8 Insuficiência de escala

O dimensionamento dos veículos ferroviários tem de ter presente os valores do limite máximo da insuficiência de escala, descritos no ponto 4.2.4.3 de [9], incluindo os valores excecionais associados a situações específicas das linhas existentes na RFN.



Nas linhas existentes para as velocidades máximas de via associadas a comboios convencionais de passageiros ou mercadorias, os valores de insuficiência de escala podem atingir em situações específicas o limite máximo excecional de 180 mm.

Para minimizar o número de casos específicos de valores de insuficiência de escala excecionais acima referidos, os comboios de mercadorias ficam limitados à velocidade máxima de 100 km/h. Para velocidades superiores têm de ser realizados ensaios específicos para verificação do comportamento do veículo ferroviário em análise, nessas situações limite.

Do processo de avaliação dos veículos tem de constar, para o sistema de bitola 1668 mm, a relação do valor da insuficiência de escala admissível versus velocidade de circulação.

7.3.9 Variação brusca da insuficiência de escala

O dimensionamento dos veículos tem de ter presente os valores do limite máximo da variação brusca da insuficiência de escala, descritos no ponto 4.2.4.4 de [9].

7.3.10 Solicitações verticais

Em [13] estabelece-se o modo de classificar as linhas ou troços de linhas em categorias, com vista à aceitação de vagões de acordo com as suas características geométricas, a massa por eixo e massa por unidade de comprimento. A classificação de linhas na RFN está referenciada no ponto 10, listada no Quadro VII e representada no Mapa 3 de [14].

7.4 Sistema de deteção de caixas e rodas quentes

Os veículos ferroviários têm de permitir a medição das temperaturas das caixas de eixo e das rodas. Os requisitos para os sistemas de deteção de caixas e rodas quentes na IP estão de acordo com o especificado na alínea 2-A) do ponto 4.2.3.3.2.2 de [15].

7.5 Catenária

7.5.1 Tipos de catenária e suas principais características

A catenária instalada na RFN, conforme especificada em [16], apresenta as características indicadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Tipos de catenária

| Tipo | Velocidade máxima (km/h) | Força tensora (daN) | | Y | Flecha inicial | Equipamento AMV |
|-------|--------------------------|---------------------|------|-------------|----------------|----------------------|
| | | FC | CS | | | |
| LCS | 40 | 800 | Não | Não | Não | Cruzado |
| LS | 60 | 980 | | Não | Não | Cruzado |
| LP1 | 120 | 980 | | Não | Não | Cruzado |
| LP2 | 140 | 980 | | 12 m 6 m | Não | Cruzado |
| LP3 | 160 | 980 | | 12 m 6 m | Não | Cruzado |
| LP4 | 200 | 1176 | | Não | 1/1000 do vão | Tangencial / Cruzado |
| LP5 | 220 | 1176 | | Não | 1/1000 do vão | Tangencial |
| LP10 | 120 | 980 | | Não | Não | Cruzado |
| LP12 | 220 | 1176 | | Não | 1/1000 do vão | Cruzado / Tangencial |
| LC | 90 | 980 | | Não | Não | Cruzado |
| LP300 | 300 | 2000 | 1400 | Não | Sim | Tangencial |

7.5.2 Alimentação da catenária

7.5.2.1 25 kV 50Hz

A tensão nominal de alimentação da catenária é de 25 kV e a frequência é de 50 Hz. A tensão e frequência podem variar de acordo com o ponto 4.2.3 de [17]. O requerente tem de apresentar a curva de variação da potência com a tensão da catenária de acordo com as condições previstas em [18], tanto em tração como em frenagem por recuperação.

O requerente tem também de fornecer uma tabela que sintetize os valores de tensão de catenária que influenciam a abertura e fecho do disjuntor principal, assim como as temporizações respectivas de autorização dessas manobras.

7.5.2.2 1500 V CC

A tensão nominal de alimentação da catenária é de 1500 V CC. A tensão pode variar de acordo com o ponto 4.2.3 de [17]. O requerente tem de apresentar a curva de variação da potência com a

tensão da catenária, de acordo com as condições previstas em [18], tanto em tração, como em frenagem por recuperação.

O requerente tem também de fornecer uma tabela que sintetize os valores de tensão de catenária que influenciam a abertura e fecho do disjuntor principal, assim como as temporizações respetivas de autorização dessas manobras.

7.5.3 Altura do fio de contacto

A altura do fio de contacto, acima do plano de rolamento dos carris, respeita o especificado no ponto 4.2.9.1 de [17], que é a seguinte:

Na catenária 25 kV 50Hz:

Altura nominal: 5 500 mm

Altura máxima: 6 000 mm

Altura mínima: 4 800 mm

Na catenária 1500 V CC (Linha de Cascais):

Altura nominal: 5 500 mm

Altura máxima: 6 500 mm

Altura mínima: 4 800 mm

7.5.3.1 Variação máxima admissível

A variação máxima admissível da altura do fio de contacto consta em [19].

7.5.4 Desalinhamento

O desalinhamento do fio de contacto relativamente ao eixo do pantógrafo é:

Na catenária de 25 kV 50 Hz:

Em reta: ± 200 mm

Em curva (para o exterior da curva): 250 mm

Na catenária de 1500 V CC (Linha de Cascais):

Em reta: ± 350 mm

Em curva (para o exterior da curva): 450 mm

7.5.5 Pantógrafo

7.5.5.1 Geometria da paleta do pantógrafo

Para garantir a compatibilidade com a infraestrutura, a geometria da paleta do pantógrafo tem de respeitar as especificações da Tabela 2, conforme especificado nos pontos 4.2.8.2.9.2 e 7.3.2.14 de [15].

Tabela 2 - Geometria da paleta do pantógrafo

| Alimentação da catenária | Velocidade | Interoperável (subsistema energia) | Geometria da paleta do pantógrafo autorizada |
|--------------------------|------------|------------------------------------|--|
| 25 kV 50 Hz | < 250 km/h | Não | 1 450 mm |
| 25 kV 50 Hz | < 250 km/h | Sim | 1 450 mm 1 600 mm |
| 25 kV 50 Hz | ≥ 250 km/h | Sim | 1 450 mm 1 600 mm 1 950 mm |
| 1 500 V CC | - | Não | 2 180 mm |

7.5.5.2 Distância entre pantógrafos - Catenária 25 kV 50 Hz

A distância entre pantógrafos em serviço tem de ser compatível com as zonas neutras do tipo Zona Neutra Curta e Zona Neutra Seccionada (configuração II), conforme especificado no ponto 4.2.15.1 de [17].

Na RFN as distâncias entre pantógrafos em serviço (L) têm de cumprir com as seguintes regras:

$L > 8,0$ m para pantógrafos consecutivos

$L > 79,0$ m para pantógrafos não consecutivos

Adicionalmente, de forma a assegurar a compatibilidade com as zonas neutras mais antigas, ainda existentes na RFN conforme descrito em [20], têm também de ser cumpridas as seguintes distâncias entre pantógrafos em serviço (L):

$L \leq 25,20$ m ou $L \geq 39,68$ m para pantógrafos consecutivos

7.5.5.3 Gama de alturas de funcionamento

Em serviço, os pantógrafos têm de garantir uma gama de funcionamento compatível com as alturas máximas e mínimas do fio de contacto, acrescidas das oscilações/variações que resultam da interação com o pantógrafo.

7.5.5.4 Força exercida pelo pantógrafo

A força exercida pelo pantógrafo tem de respeitar o especificado no ponto 4.2.11 de [17].

7.5.6 Interação Pantógrafo Catenária

A compatibilidade do pantógrafo com a catenária tem de ser comprovada através de simulações e ensaios dinâmicos destinados a avaliar a interação entre ambos os sistemas e a qualidade de captação de energia, acompanhados dos respetivos relatórios.

Os ensaios de interação entre o pantógrafo e a catenária têm de ser realizados de acordo com o ponto 6.1.4.1 de [17].



7.6 Subestações

7.6.1 Alimentação a 25 kV 50 Hz

A tensão nominal de alimentação da catenária é de 25 kV e a frequência é de 50 Hz. A componente fundamental da tensão e a frequência podem variar de acordo com o ponto 4.2.3 de [17].

7.6.1.1 Especificações

Os veículos ferroviários têm de cumprir com o especificado em [18].

A corrente máxima de um comboio não pode exceder 500 A.

A localização e principais características das subestações de tração de corrente alternada são as indicadas na Tabela 3.



Tabela 3 - Caracterização das subestações CA

| Linha | Subestação | Primário | | | Transformadores | | | | Potência de Curto Circuito Fase-Fase Primário SST [MVA] | | Catenária |
|--------------|-------------------|-----------|----------------------|-----------------|-----------------|---|------------------------------|---------------------------|---|--------|-----------|
| | | Sistema | Nível de Tensão [kV] | Tipo de Ligação | N Trfs | Potência Nominal por Trf. [MVA] ¹⁾ | Tensão de Curto-Circuito [%] | Potência em Serviço [MVA] | Mínima | Máxima | Sistema |
| Sintra | Amadora | Bifásica | 63 | Bifásica | 3 | 16 | 11,70 | 32 | 825 | 914 | 25 kVac |
| Norte | V.F. Xira | Trifásica | 63 | "V" | 3 | 16 | 8,48 | 32 | 536 | 580 | 25 kVac |
| | Entroncamento | Trifásica | 63 | "V" | 3 | 10 | 9,50 | 20 | 176 | 183 | 25 kVac |
| | Litém | Bifásica | 63 | Bifásica | 2 | 10 | 8,30 | 10 | 378 | 548 | 25 kVac |
| | Alfarelos | Trifásica | 63 | "V" | 3 | 16 | 9,03 | 32 | 365 | 750 | 25 kVac |
| | Salreu | Trifásica | 63 | "V" | 3 | 16 | 9,03 | 32 | 819 | 1191 | 25 kVac |
| Minho | Travagem | Trifásica | 63 | "V" | 3 | 16 | 9,03 | 32 | 977 | 1707 | 25 kVac |
| | Vila Fria | Bifásica | 150 | Bifásica | 2 | 20 ²⁾ | 7,00 | 20 | 1507 | 1689 | 2x25 kVac |
| Douro | Irivo | Bifásica | 220 | Bifásica | 2 | 20 | 9,23 | 20 | 2618 | 3234 | 25 kVac |
| Beira Alta | Mortágua | Bifásica | 220 | Bifásica | 2 | 16,2 | 7,28 | 16,2 | 1408 | 1826 | 2x25 kVac |
| | Gouveia | Bifásica | 220 | Bifásica | 2 | 16,2 | 7,28 | 16,2 | 1584 | 1892 | 2x25 kVac |
| | Sobral | Bifásica | 220 | Bifásica | 2 | 16,2 | 7,28 | 16,2 | 1496 | 1782 | 2x25 kVac |
| Beira Baixa | Abrantes | Bifásica | 63 | Bifásica | 2 | 10 | 8,72 | 10 | 239 | 259 | 25 kVac |
| | Rodão | Bifásica | 150 | Bifásica | 2 | 16,2 | 7,00 | 16,2 | 1005 | 1170 | 25 kVac |
| | Fatela | Bifásica | 220 | Bifásica | 2 | 20 | 7,00 | 20 | 2140 | 2320 | 2x25 kVac |
| Vendas Novas | Quinta Grande | Bifásica | 150 | Bifásica | 2 | 16,2 | 9,30 | 16,2 | 420 | 450 | 25 kVac |
| Alentejo | Pegões | Trifásica | 150 | Bifásica | 2 | 16,2 | 9,30 | 16,2 | 840 | 930 | 25 kVac |
| Sul | Fogueteiro | Bifásica | 150 | Bifásica | 2 | 20 | 9,18 | 20 | 1590 | 1980 | 25 kVac |
| | Monte Novo | Bifásica | 150 | Bifásica | 2 | 12 | 6,69 | 12 | 840 | 975 | 25 kVac |
| | Ermidas Do Sado | Bifásica | 150 | Bifásica | 2 | 12 | 6,60 | 12 | 1065 | 1215 | 25 kVac |
| | Luzianes | Bifásica | 150 | Bifásica | 2 | 12 | 7,00 | 12 | 540 | 630 | 25 kVac |
| | Tunes | Bifásica | 63 | Bifásica | 2 | 12 | 7,00 | 12 | 454 | 491 | 25 kVac |
| | Santiago do Cacém | Bifásica | 63 | Bifásica | 2 | 12 | 6,39 | 12 | 231 | 235 | 25 kVac |

NOTAS:

- 1) Com um regime de carga de 100% em permanência, 150% durante 30 min e 200% durante 5 min
- 2) Com um regime de carga conforme classe IXB de [21]

7.6.1.2 Especificações para ensaios e simulações

7.6.1.2.1 Estudo teórico

Ao abrigo do estabelecido em [18], o requerente tem de efetuar a seu cargo os trabalhos e ensaios necessários para garantir que o veículo ferroviário de tração elétrica proposto é compatível com todas as instalações de energia de tração incluídas nos itinerários onde pretende que circule, e que o mesmo não introduz perturbações no sistema de alimentação. Em particular sublinhamos as situações de potenciais ressonâncias, tanto na catenária conforme descrito em [18], como na rede de alimentação primária conforme descrito em [22].

A análise tem de cobrir todos os modos de funcionamento previstos para os conversores de tração e serviços auxiliares.

7.6.1.2.2 Ensaios de compatibilidade

De forma a garantir resultados fiáveis os equipamentos de medida, bem como os transdutores de medida de corrente e tensão, têm de possuir uma largura de banda não inferior a 20 kHz.

As medições respeitantes aos ensaios de compatibilidade com as infraestruturas fixas de alimentação têm de ser efetuadas a bordo do veículo ferroviário de tração elétrica.

As medições respeitantes aos ensaios de compatibilidade com a rede de alimentação primária têm de ser efetuadas no primário e secundário das subestações de tração.

Os ensaios para verificação da compatibilidade com as infraestruturas fixas de alimentação e com a rede de alimentação primária podem ser realizados simultaneamente.

Tem de ser elaborada uma grelha de marchas que abranja todos os modos de funcionamento do material motor em regime normal e degradado e preveja a reserva de períodos prévios para análise dos parâmetros elétricos da rede de alimentação em vazio (não sujeita a interferências de qualquer veículo ferroviário de tração elétrica distinto do que se pretende ensaiar).

De acordo com o descrito em [22], a DHT em percentagem do lado primário, calculada de acordo com o descrito em [23], não poderá ser superior a 4%.

Os ensaios têm de ser efetuados sem qualquer outro veículo ferroviário de tração elétrica presente nos sectores afetos às subestações em que se realizem as medições.

A análise tem de considerar todos os modos de funcionamento previstos para os conversores de tração e serviços auxiliares.

7.6.2 Alimentação a 1500 V CC

As subestações CC, apenas instaladas na linha de Cascais, funcionam com dois grupos transformador mais retificador a díodos, em ponte trifásica (6 pulsos), em paralelo, desfasados de 30°, o que resulta numa retificação global a 12 pulsos.

Em modo degradado, as subestações funcionam apenas com um grupo transformador mais retificador (6 pulsos).

7.6.2.1 Especificações

Os veículos ferroviários de tração elétrica têm de cumprir com o especificado em [18].

A localização e principais características das subestações de tração CC são as indicadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Caracterização das subestações CC

| Linha | Subestação | Primário | | | Transformadores | | | | Secundário |
|---------|------------------|-----------|----------------------|-----------------------|-----------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------|
| | | Sistema | Nível de Tensão [kV] | Tipo de Ligação | Nº Trfs | Potência Nominal por Trf. [MVA] | Tensão de Curto-Circuito [%] | Potência em Serviço [MVA] | Sistema |
| Cascais | Cais do Sodré | Trifásica | 10 | Retificação Trifásica | 2 | 1,35 | 8 | 2 x 1,35 | 1,5 kVdc |
| | Belém | Trifásica | 10 | Retificação Trifásica | 2 | 2 | 8 | 2 x 2 | 1,5 kVdc |
| | Cruz Quebrada | Trifásica | 10 | Retificação Trifásica | 2 | 2 | 8 | 2 x 2 | 1,5 kVdc |
| | Paço D'arcos | Trifásica | 10 | Retificação Trifásica | 2 | 1,5 | 8 | 2 x 1,5 | 1,5 kVdc |
| | Carcavelos | Trifásica | 10 | Retificação Trifásica | 2 | 2 | 8 | 2 x 2 | 1,5 kVdc |
| | S. Pedro Estoril | Trifásica | 10 | Retificação Trifásica | 2 | 2 | 8 | 2 x 2 | 1,5 kVdc |

7.7 Compatibilidade Eletromagnética

7.7.1 Emissões radiadas

Limites de Emissão e de Imunidade de acordo com as Normas [24], [25], [26], [27] e [28].

7.7.2 Emissões conduzidas - Sinalização e equipamentos de deteção de comboios

7.7.2.1 Introdução

Tem de ser garantida a circulação do veículo ferroviário na RFN sem perigo de perturbação, quaisquer que sejam os tipos de equipamentos de deteção de comboios, pedais ou contadores de eixos instalados nas vias, qualquer que seja o regime de tração, normal ou degradado ou o tipo de comando, simples ou múltiplo.

Qualquer que seja o regime de circulação, normal ou degradado, os veículos ferroviários não podem produzir correntes ou campos magnéticos nos carris que ultrapassem os limites de emissão estabelecidos na presente IT, bem como nas Normas Europeias ou documentos ERA aplicáveis aos sistemas de deteção de comboios em [7] [29], [30], [31], [32], [33] e [34].

7.7.2.2 Limites de Emissão para a compatibilidade com os circuitos de via na rede eletrificada a 25 kV AC

Para cada circuito de via perturbável pelas harmônicas de corrente geradas pelos veículos ferroviários são apresentados limites máximos de emissão. O limite de emissão corresponde ao valor máximo de amplitude de corrente perturbadora em função da frequência. As questões de natureza temporal têm de ser analisadas caso a caso, para cada tipo de circuito de via e gama de frequência.

Em regime de ensaios, qualquer grandeza em análise que ultrapasse os limites de emissão, incluindo transitórios, tem de ser alvo de referência no relatório, bem como de uma avaliação das condições de ensaio em que decorreu a violação do limite estabelecido. Da análise a efetuar tem ainda de ser possível avaliar se a perturbação registada é “produzida” ou “recebida” pela unidade.

7.7.2.3 Regras de adição - Rede monofásica 25 kV 50 Hz ou 1500 V CC

Para configurações em unidade múltipla, entrelaçadas ou não entrelaçadas, podem ser utilizadas regras de adição, conforme disposto em [29], com especial destaque para o que diz respeito à interdependência dos conversores de tração. Quando utilizadas regras de adição é necessária a demonstração prática, através de ensaios, da validade das mesmas em regime normal e degradado.

7.7.2.4 Especificação de ensaios para aceitação

De modo a constituir o processo de compatibilidade de acordo com o descrito em [29] e a presente IT, tem de ser organizado um programa de ensaios que contemple os testes, verificações e ensaios a realizar.

Os veículos ferroviários têm de estar na sua configuração final, não sendo permitido qualquer alteração na unidade durante os ensaios.

Os ensaios têm de ser realizados num local onde não seja possível perturbar a circulação e o normal funcionamento dos sistemas e equipamentos existentes na infraestrutura ferroviária.

7.7.2.4.1 Condições para teste da unidade

Os ensaios têm de ser realizados para todas as tensões compatíveis com a unidade em teste.

Para cada tensão definida, a análise tem de cobrir todas as frequências ou bandas de frequência associadas aos limites de emissão a cumprir.

Para cada configuração de funcionamento do veículo, o ensaio tem de ser realizado de acordo com o seguinte protocolo:

- Unidade ligada, sem esforço de tração;
- 0 até V_{max} , com 100 % esforço de tração;
- V_{max} até 0, com 100 % esforço de frenagem;
- 0 até V_{max} , com 50 % esforço de tração;



- V_{max} até 0, com 50 % esforço de frenagem;
- 0 até V_{max} , com patamares de velocidade de $1/3 \cdot V_{max}$, $2/3 \cdot V_{max}$ e V_{max} com 0-100% de esforço de tração;
- V_{max} até 0, com patamares de velocidade de $1/3 \cdot V_{max}$, $2/3 \cdot V_{max}$ e V_{max} com 0-100% esforço de frenagem.

7.7.2.4.2 Configurações de ensaio

Todas as configurações de ensaio, em regime normal ou degradado, têm de ser tomadas em consideração para efeitos de ensaio, incluindo a retirada/entrada ao serviço dos conversores auxiliares da unidade.

7.7.2.4.3 Local de ensaio

O ensaio da unidade ou unidades tem de ser realizado num local onde não seja possível perturbar os sistemas existentes na RFN.

7.7.2.4.4 Número de medições

Todas as configurações de regime normal ou degradado têm de ser ensaiadas pelo menos duas vezes.

7.7.2.4.5 Cadeia de medida

A cadeia de medida a utilizar tem de permitir a aquisição, processamento e análise em tempo real das correntes de perturbação, assim como a gravação e armazenamento dos dados para posterior análise. Os sistemas de análise diferida têm de ter a mesma precisão dos equipamentos de análise em tempo real. Todas as medições têm de ser síncronas com a gravação dos valores RMS da corrente nas frequências dos circuitos de via.

Os procedimentos de análise dependem do tipo de perturbação que se pretende analisar, pelo que dois tipos de análise e processamento podem ser utilizados ou combinados para o efeito:

- Análise temporal do valor RMS da saída de um filtro passa-banda adaptado à corrente perturbadora que se quer medir. Tem de ser utilizada uma análise espectral se os valores de gabarito forem ultrapassados;
- Análise espectral numa banda determinada. As gravações e a sua análise têm de permitir a determinação da amplitude do valor RMS da corrente e do intervalo (de tempo) em que ocorreu a violação de um limite. Assim, a análise espectral tem de apresentar as seguintes características:
 - Modo RMS;
 - Janela temporal de HANNING;
 - Resolução de 1 Hz.

7.7.2.4.6 Ensaios de compatibilidade com Contadores de eixos e Pedais

Os ensaios de compatibilidade dos veículos ferroviários com os contadores de eixos e pedais são efetuados de acordo com o estabelecido em [7], [31] e [34] sempre que aplicável.

A título de exemplo fica excluído deste procedimento o pedal eletrónico CSEE/EFACEC para o qual o procedimento de ensaio é idêntico ao aplicado aos CDV.

7.7.2.4.7 Relatório de Ensaios

Os requisitos e condições apresentados anteriormente têm de constar do “Relatório de Ensaios” organizado de acordo com o estabelecido em [29].

7.7.2.5 Limites de emissão para equipamentos de deteção da rede eletrificada a 25 kV 50 Hz

Os limites de emissão indicados nos pontos seguintes, aplicam-se a uma unidade de interferência (UI), pelo que os limites de emissão a aplicar a cada unidade de tração que compõe uma UI, tem de ser adequado por via de regras de adição conforme referido no ponto 7.7.2.3.

7.7.2.5.1 125 Hz bifásico monocarril

O presente circuito de via encontra-se temporizado à atração em 2s (mudança de estado ocupado/desocupado). Deste modo, os fenómenos transitórios gerados pelos veículos ferroviários com uma duração de 2s ficam cobertos pela temporização implementada.

Os limites de emissão para uma corrente de interferência a 125 Hz com uma duração $\Delta t > 2$ s são os indicados na Tabela 5.

Tabela 5 - Limites de emissão - CDV 125 Hz

| Fc [Hz] | I _{max} [mArms] | BW [Hz] | T _i [ms] |
|---------|--------------------------|---------|---------------------|
| 125 | 250 | 4 | 1000 |

7.7.2.5.2 DRS CC monocarril

O presente circuito de via encontra-se temporizado à atração em 2s (mudança de estado ocupado/desocupado). Nestas condições a corrente de magnetização ou “Inrush” medida depois de eliminada a componente de 50 Hz através de um filtro passa-baixo [0-45 Hz], não poderá ultrapassar a curva limite definida pelas equações (1) e (2) cujo gráfico se ilustra na Figura 1.

$$\begin{cases} I(t) = H(t) \left(D \left(e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \right) & \text{para } t \leq 1,9s \\ I(t) = 25A & \text{para } t > 1,9s \end{cases} \quad (1)$$

$$(2)$$

onde:

D = Valor da corrente quasi DC para $t = 0$, neste caso 200 A

τ = constante de tempo = 0,9s

$H(t)$ = função escalão de Heavisyde

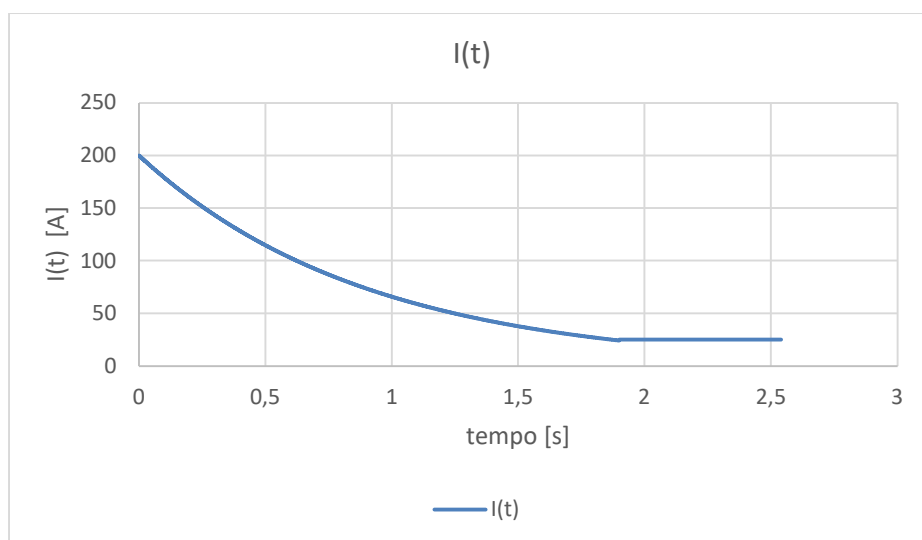


Figura 1 - Limite para a corrente de “Inrush - quasi DC” - Gabarito com Delay

Em configuração de unidade múltipla, com mais do que um pantógrafo, o atraso na ligação entre disjuntores tem de ser ajustado de modo que a amplitude da soma das várias correntes de “Inrush” medidas nessa configuração não ultrapasse a curva limite da Figura 1 medida nas mesmas condições.

De DC a 5 Hz, a corrente permitida é de 10,5 A; para frequências de 5 a 30 Hz, a corrente de interferência permitida está entre 32 e 71 A (RMS), sendo o comportamento linear com a frequência. Acima de 30 Hz, não são estabelecidos limites, uma vez que o relé de via aparenta ser imune acima dessa frequência.

7.7.2.5.3 UM71

Existem três tipos de circuito de via UM71 na RFN, nomeadamente UM71 TADERC BA sem juntas, UM71 TADERC BU sem juntas e UM71 CI com juntas isolantes. A versão deste CDV foi especificamente desenvolvida pela CSEE para bitola ibérica 1668 mm.

Os limites de emissão a respeitar pela UI constam da Tabela 6.

Tabela 6 - Limites de emissão - CDV UM71

| f_c [Hz] | I_{max} [mA _{rms}] | Δf_{3dB} [Hz] | T_i [ms] | T [s] | Ordem | Overlap [%] |
|------------|--------------------------------|-----------------------|------------|---------|-------|-------------|
| 1700 | 140 | 10 | 400 | 2 | 5 | 90 |
| 2000 | 124 | 10 | 400 | 2 | 5 | 90 |
| 2300 | 112 | 10 | 400 | 2 | 5 | 90 |
| 2600 | 96 | 10 | 400 | 2 | 5 | 90 |

7.7.2.5.4 ITE - Impulsos de tensão elevada

O funcionamento do circuito de via ITE tem de ser compatível com a curva da Figura 2 onde são apresentadas as tensões V1 e V2 do relé diferencial.

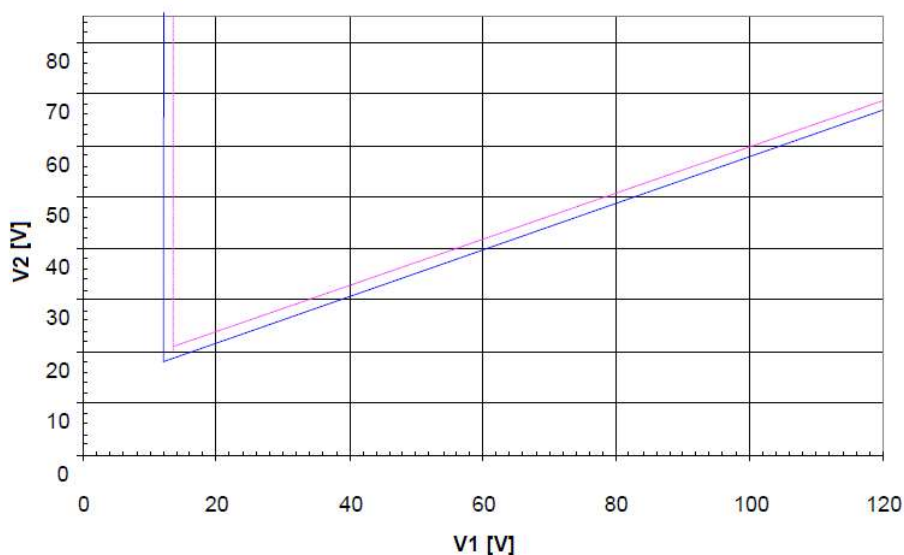


Figura 2 - Curva de funcionamento do circuito de via ITE

O relé apresenta-se excitado dentro do ângulo agudo formado pelo traço a magenta (interior) e não excitado fora do ângulo agudo formado pelo traço azul (exterior). Entre os dois traços o relé manter-se-á excitado se previamente excitado.

7.7.2.5.5 ER 428

A corrente máxima de interferência, produzida pela unidade, qualquer que seja o seu regime de funcionamento, normal ou degradado, não poderá exceder os limites de emissão da Tabela 7.

Tabela 7 - Limites de emissão - CDV ER428

| f_c [kHz] | I_{max} [mA _{rms}] | Δf_{3dB} [kHz] | T_i [ms] | Ordem | Overlap [%] |
|-------------|--------------------------------|------------------------|------------|-------|-------------|
| 15 | 300 | 6 | 40 | 5 | 90 |

Exige-se igualmente a ausência de impulsos recorrentes com padrão semelhante ao utilizado por este circuito de via.

7.7.2.5.6 CSEE 8700 Hz

A corrente máxima de interferência, produzida pela unidade, qualquer que seja o seu regime de funcionamento, normal ou degradado, não poderá exceder os limites de emissão da Tabela 8.

Tabela 8 - Limites de emissão - CDV CSEE 8700 Hz

| f_c [kHz] | I_{max} [mA _{rms}] | Δf_{3dB} [kHz] | T_i [ms] | Ordem |
|-------------|--------------------------------|------------------------|------------|-------|
| 8,7 | 200 | 4 | 40 | 5 |
| 12,85 | 300 | 4,3 | 40 | 5 |

7.7.2.5.7 FTGS 46 / FTGS 917 / TCM 100

Limites de Emissão de acordo com o descrito em [7], [30] e [32].

7.7.2.5.8 FS3000

Limites de Emissão de acordo com o descrito em [7], [30] e [32].

7.7.2.5.9 TTC - Thales Track Circuit

O Circuito de Via TTC encontra-se em processo de certificação no âmbito da interoperabilidade Ferroviária, sendo suportado nas Declarações de Verificação Intermédia seguidamente apresentadas:

- 0986/8.1/SB/2019/CCT/ESEN/146
- 0986/8.4/SD/2021/CCT/ESEN/122/V01
- 0986/8.6/SD/2021/CCT/ESEN/123/V01

Os limites de imunidade definidos pelo fabricante para o TTC são os indicados na Tabela 9 seguinte.

Tabela 9 - Limites de imunidade - CDV TTC

| f_c [kHz] | Δf_{3dB} [Hz] | Δf_{20dB} [Hz] | I_{max} [mA _{rms}] | T_i [ms] | T [s] | T_p [s] |
|-------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|------------|---------|-----------|
| 9 | 158 | 280 | 1374 | 20 | 0,02 | 0,35 |
| 10 | 158 | 280 | 996 | 20 | 0,02 | 0,35 |
| 11 | 158 | 280 | 818 | 20 | 0,02 | 0,35 |
| 12 | 158 | 280 | 616 | 20 | 0,02 | 0,35 |
| 13 | 158 | 280 | 514 | 20 | 0,02 | 0,35 |
| 14 | 158 | 280 | 445 | 20 | 0,02 | 0,35 |
| 15 | 158 | 280 | 381 | 20 | 0,02 | 0,35 |
| 16 | 158 | 280 | 338 | 20 | 0,02 | 0,35 |
| 17 | 158 | 280 | 336 | 20 | 0,02 | 0,35 |

7.7.2.5.10 Detetor de CE THALES Zp30C (AZL 90 e AZL70-30)

A corrente máxima de interferência, produzida pela unidade, qualquer que seja o seu regime de funcionamento, normal ou degradado, não poderá exceder os limites de emissão da Tabela 10.

Tabela 10 - Limites de emissão - CE THALES ZP30C (AZL 90 e AZL70-30)

| f_c [kHz] | I_{max} [mA _{rms}] | Δf_{3dB} [Hz] | T_i [ms] | Ordem |
|-------------|--------------------------------|-----------------------|------------|-------|
| 27 | 50 | 0,120 | 4 | 4 |
| 32 | 50 | 0,450 | 4 | 4 |

A corrente máxima de interferência no carril na banda de operação dos contadores de eixos Alcatel, com frequências de funcionamento de 27.3 - 31.3 kHz é de 25 mA. Dado que a corrente limite é por fila de carril, admite-se o valor máximo de 50 mA para a corrente máxima produzida pelos veículos ferroviários, no pressuposto de que a corrente se distribui em partes iguais pelas duas filas não ultrapassando a mesma 25 mA em cada carril. Este facto pressupõe que as duas filas estão equilibradas em termos de retorno de tração por intermédio de equipotenciais na proximidade da cabeça do contador. Este valor é o mais restritivo entre as várias configurações da rede IP, sendo aplicáveis aos detetores Zp30C com placas analógicas S/E-A e sensor Sk30.

Têm igualmente de ser observadas as especificações TSI relativas à velocidade, diâmetro das rodas, perfil do rodado, protocolo de ensaios ou outros.

São ainda aplicáveis os seguintes requisitos:

- Ausência de freio eletromagnético ou de correntes de Foucault;
- Ausência de reactâncias “selfs” de alisamento da corrente de tração.

7.7.2.5.11 Detetor de CE THALES Zp30K

Limites de Emissão de acordo com o descrito em [7], [31] e [33].

7.7.2.5.12 Detetor de CE Siemens ACM 200 e ACM 250 - ZP D 43

Limites de Emissão de acordo com o descrito em [7], [31] e [33].

7.7.2.5.13 Detetor de CE Frauscher RSR180

Limites de Emissão de acordo com o descrito em [7], [31] e [33].

7.7.2.5.14 Pedal Siemens WSR

Limites de Emissão de acordo com o descrito em [7], [31] e [33].

7.7.2.5.15 Pedal eletrónico CSEE/EFACEC - Detetores D39 e D50

A corrente máxima de interferência, produzida pela unidade, qualquer que seja o seu regime de funcionamento, normal ou degradado, não poderá exceder os limites de emissão da Tabela 11.

Tabela 11 - Limites de emissão - Pedal CSEE/EFACEC

| f_c [Hz] | I_{max} [A_{rms}] | T_i [ms] |
|-------------------|-------------------------------|------------|
| 50 | 600 | 1000 |
| $50 < f \leq 300$ | 100 | FFT |
| $300 < f < 5000$ | $I = \frac{3 \times 10^4}{f}$ | FFT |

Limites de emissão para os detetores D39 e D50 de acordo com o descrito em [7], [31] e [33].

Têm ainda de ser observadas as especificações indicadas nos manuais do fabricante nomeadamente as relativas à velocidade, diâmetro das rodas e perfil do rodado.

7.7.2.6 Definição dos gabaritos dos circuitos de via na rede eletrificada a 1,5 kV CC

Os limites de emissão constantes dos pontos seguintes são válidos para uma unidade de interferência (UI). Neste âmbito têm de ser usadas regras de adição conforme referido no ponto 7.7.2.3.

7.7.2.6.1 Siemens 50 Hz Monocarril bifásico

O limite máximo para a corrente de interferência a 50 Hz gerado pela totalidade das fontes presentes numa unidade simples é de 1 Ampere rms.

O fabricante tem de adequar a impedância de entrada da unidade, para que o seu valor, conjugado com o ripple máximo na catenária a 50 Hz, cumpra com o limite estabelecido.

O ripple máximo na catenária tem de ser aquele que se obtém para a situação de consumo mais desfavorável.

Cada unidade isolada tem de ser equipada com um circuito de supervisão da corrente a 50 Hz (ICMU - “*Interference Current Monitoring Unit*”) conjugada com uma proteção (HSCB - “*High Speed Circuit Breaker*”) que atue com uma corrente de 1 ampere com a duração de 1s.

O equipamento tem de ser em tudo idêntico ao instalado, à data da publicação desta IT, nas unidades remodeladas da linha de Cascais.

Os circuitos auxiliares que funcionem à frequência de 50 Hz, têm de ser igualmente protegidos por um dispositivo com características idênticas.

7.7.2.6.2 Detetor de CE ZP 43 (AZ S 350 U)

Limites de Emissão de acordo com o descrito em [7], [31] e [33].

7.7.2.6.3 Caracterização dos filtros de medida dos equipamentos de deteção Nacionais

Na Tabela 12 é apresentado um resumo das características dos filtros a utilizar para avaliação das correntes de interferência.

Para os restantes equipamentos as características dos filtros constam das normas [7], [30], [31], [32] e [33].

Tabela 12 - Resumo de características dos filtros de medida

| Designação | f_c [kHz] | Δf_{3dB} [Hz] | Δf_{20dB} [Hz] | T [s] ⁽⁴⁾ | T_i [ms] ⁽⁵⁾ | Overlap [%] | Ordem ⁽¹⁾ | I_{max} [mA _{rms}] | OBS |
|--------------------------|-------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------|----------------------|--------------------------------|-----|
| DRS | - | DC a 5 | | 2 | 1000 | 90 | 5 | $10,5 * 10^3$ | |
| | - | 5 a 30 | | 2 | - | - | - | Figura 2 | 2) |
| | - | 45 | | 2 | - | - | 5 | Figura 1 | |
| 125 Hz | 0,125 | 4 | | 2 | 1000 | 90 | 10 | 250 | |
| Pedal CSEE/EFAC EC | 0,050 | 10 | | 0 | 1000 | 90 | 10 | $600 * 10^3$ | |
| | - | 50 a 300 | | 0 | - | - | - | $100 * 10^3$ | 3) |
| | - | 300 a 5000 | | 0 | - | - | - | $3 * \frac{10^4}{f} * 10^3$ | |
| UM71 | 1,7 | 10 | | 2 | 400 | 90 | 10 | 140 | |
| | 2 | 10 | | 2 | 400 | 90 | | 124 | |
| | 2,3 | 10 | | 2 | 400 | 90 | | 112 | |
| | 2,6 | 10 | | 2 | 400 | 90 | | 96 | |
| ER428 | 15 | 6000 | | 0 | 40 | 90 | 10 | 300 | |
| ZP30C | 27 | 120 | | 0 | 40 | 90 | 10 | 50 | |
| | 32 | 450 | | 0 | 40 | 90 | | | |
| 8700 Hz | 8,7 | 4000 | | 0 | 40 | 90 | 10 | 200 | |
| | 12,85 | 4300 | | 0 | 40 | 90 | 10 | 300 | |

NOTAS:

- Ordem 10 significa Ordem 5 lado passa baixo e Ordem 5 lado passa alto.
- Amplitude da FFT (RMS) tem de ser inferior à curva definida na Figura 2 Resolução de 1 Hz.
- Amplitude da FFT (RMS) tem de ser inferior aos limites estabelecidos.
- T [ms] =
Tempo max que corrente de interferencia pode exceder o limite ou Tempo de reação do recetor do CDV
- T_i [ms] = *Tempo de Integração*

7.7.2.7 Gestão do Espetro de Frequência para Sistemas de Deteção Nacionais

Nas Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura 7 e Figura 8 estão apresentados os limites de emissão na frequência dos sistemas de deteção não interoperáveis instalados na RFN, que como

tal não estão considerados nas normas [7], [30], [31], [32] e [33]. Fica excluído desta análise o CDV ITE.

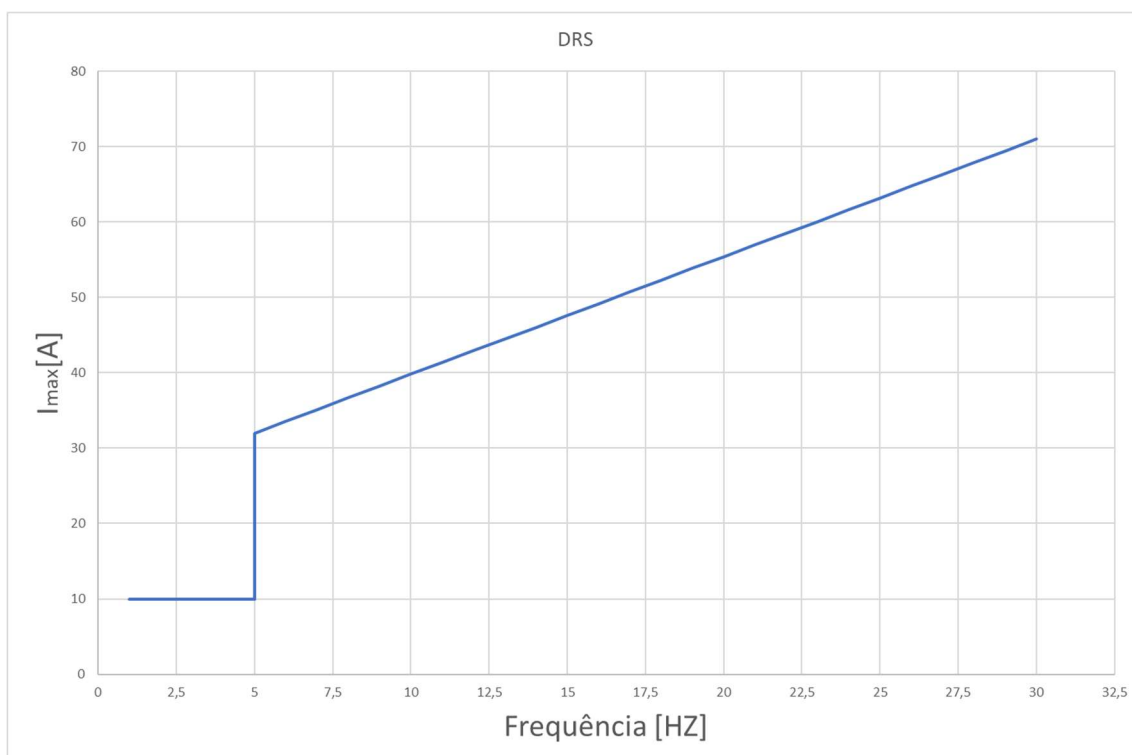


Figura 3 - Limites de emissão - CDV DRS

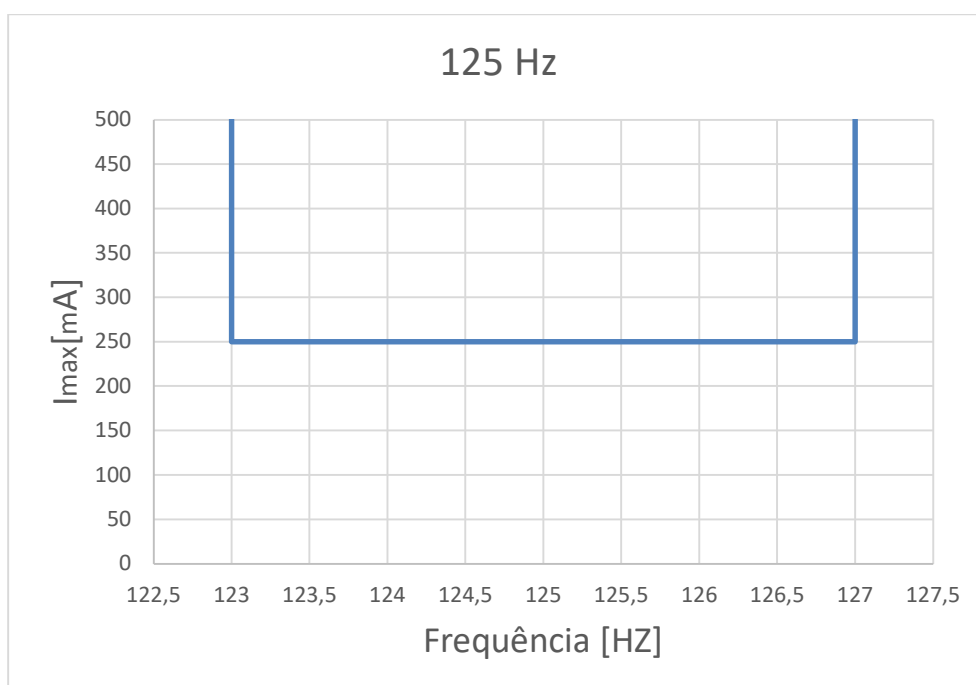
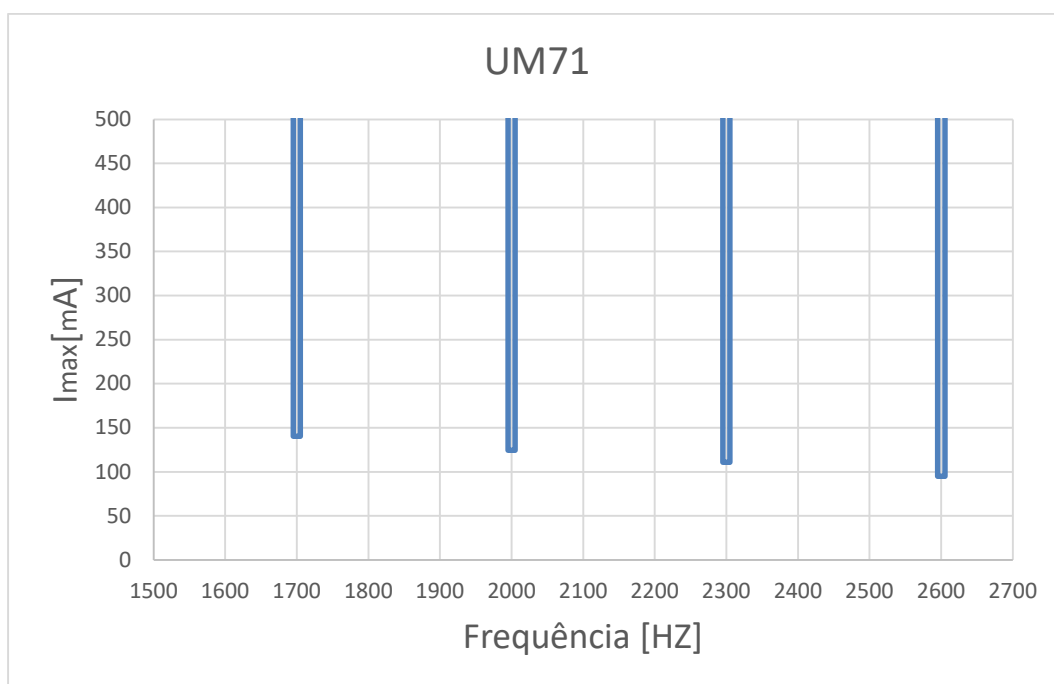
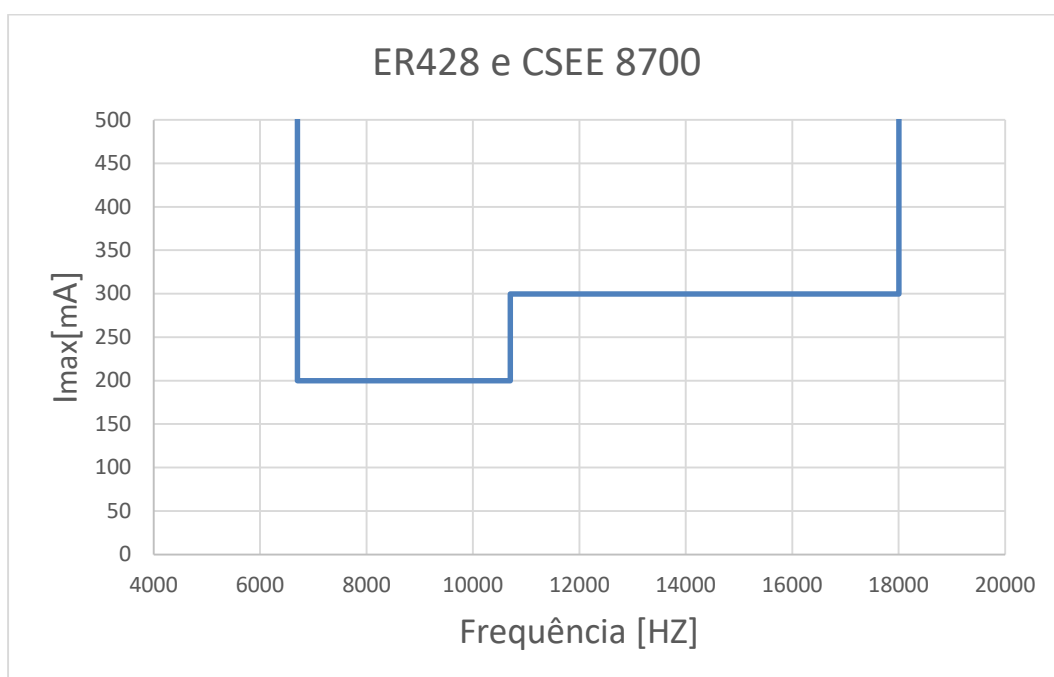


Figura 4 - Limites de emissão - CDV 125 Hz

**Figura 5 - Limites de emissão - CDV - UM71****Figura 6 - Limites de emissão - CDV - ER428 e CSEE 8700 Hz**

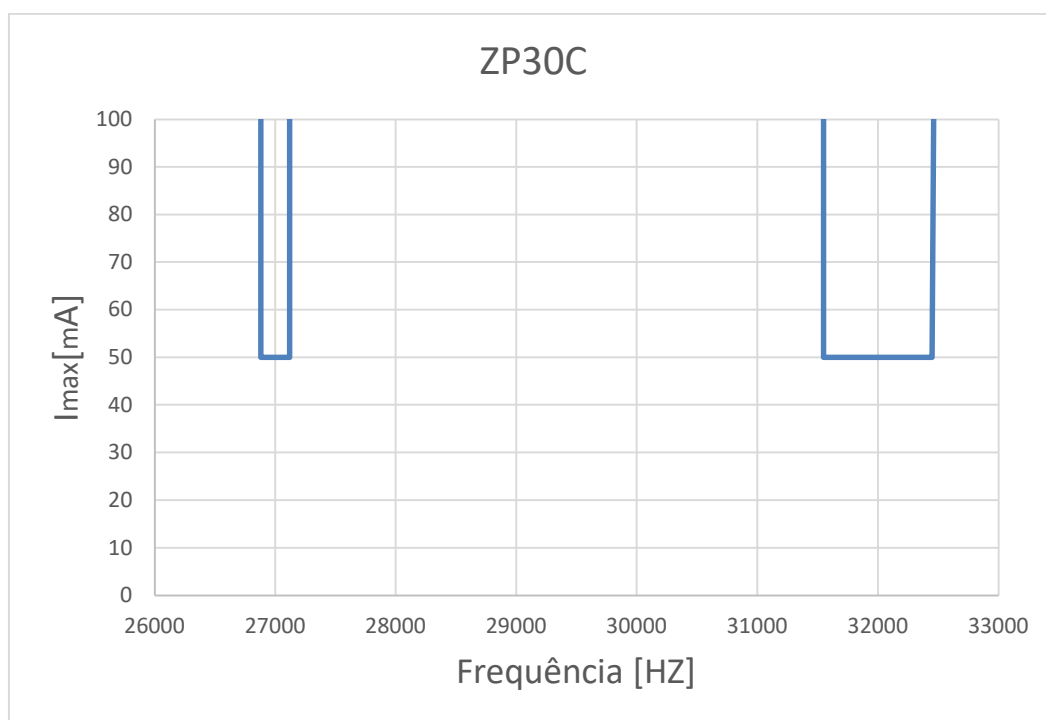


Figura 7 - Limites de emissão - CE Thales com detetor ZP30C

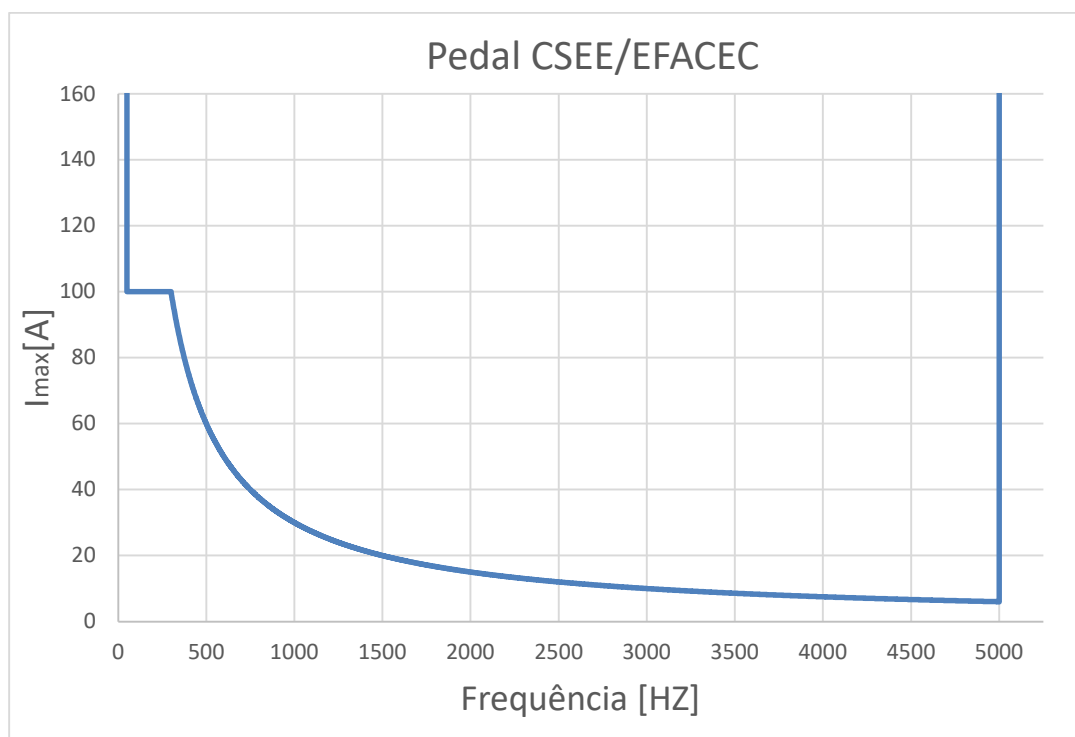


Figura 8 - Limites de emissão - Pedal CSEE/EFACEC

7.7.2.8 Sistemas de transmissão de dados da sinalização

As unidades não podem produzir conteúdo harmónico suscetível de perturbar a transmissão de dados ou “telegramas” do sistema de sinalização SSI, cujos requisitos técnicos incorporam a especificação [35].

7.8 Sistemas de controlo de velocidade

As unidades motoras têm de ser fornecidas com os equipamentos embarcados de controlo de velocidade que permitam a sua operação de forma indiferenciada em infraestruturas dotadas quer do sistema ETCS (Classe A) quer do sistema CONVEL (Classe B). Para o efeito, é exigida a instalação de um módulo de transmissão específica externo (ATPN STM) em unidades motoras equipadas com ETCS.

7.8.1 ETCS

O sistema ETCS tem de incluir os subsistemas necessários, cumprir os requisitos das especificações técnicas de interoperabilidade, das normas europeias e demais requisitos de segurança aplicáveis.

O sistema a instalar a bordo tem de ser compatível com o conjunto de especificações indicadas em [36] aplicáveis à Infraestrutura. O fornecedor dos veículos ferroviários tem de assegurar o desenvolvimento das ações necessárias à validação e correta integração das componentes embarcadas do sistema ETCS com a componente infraestrutura, de forma a garantir o correto funcionamento global do sistema ERTMS.

7.8.2 Compatibilidade com os sistemas de Classe A (ETCS + GSM-R) e Classe B (EBICAB 700)

Os equipamentos embarcados têm de permitir a implementação do nível 2 do sistema ETCS e a versão do sistema a fornecer tem de ser compatível com a versão presente na infraestrutura (sistema ETCS versão base nº 3, release 2, configuração X=2; e versão base nº 1 do sistema GSM-R). tem de ser ainda verificada a compatibilidade dos veículos ferroviários com a infraestrutura definido em [7].

Esses equipamentos têm igualmente de estar dotados de módulo específico de transmissão - STM para o sistema EBICAB 700 configurado para a RFN (sistema ETCS - versão base nº 3, release 2, configuração X=2).

O sistema tem de compreender todos os subsistemas necessários e tem de respeitar os requisitos descritos em [36] e a compatibilidade dos veículos ferroviários com a infraestrutura definido em [7].

O fornecedor dos veículos ferroviários tem de assegurar o desenvolvimento de todas as ações necessárias a uma correta integração das componentes embarcadas do sistema ETCS com as componentes da infraestrutura de Classe A e Classe B, de forma a garantir a correta interação entre o subsistema CCS de bordo e o subsistema CCS de via.

Tem de ser assegurado o princípio base da compatibilidade. A versão base de ERTMS/ETCS a instalar a bordo dos veículos ferroviários ter características de “backward compatibility” por forma a



assegurar a interoperabilidade com versões base prévias, sistema ETCS - versão base nº 3, maintenance release 1).

As transições bidirecionais entre os sistemas CCS de Classe B e de Classe A e as transições de nível do sistema de classe A têm de ser efetuadas de forma dinâmica.

Os requisitos técnicos, os critérios de verificação de conformidade e os ensaios de compatibilidade dos módulos de transmissão específica externos (ATPN STM) encontram-se especificados em [37] e [38], tanto para a componente embarcada do sistema como para a infraestrutura.

Os requisitos associados à verificação das regras nacionais referentes à instalação do sistema ATPN (EBICAB 700), bem como as respetivas evidências que atestam a sua conformidade, encontram-se definidos no Anexo E.

As principais características dos equipamentos deste sistema de ATPN em termos de conteúdos eletromagnéticos, parâmetros dimensionais e de instalação, relativos ao seu funcionamento, constam na Tabela 13 e na Tabela 14.

Tabela 13 - Resumo especificações técnicas - Sistema de CONVEL

| Balizas | | Antena | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Tamanho | 400 x 536 x 62 mm | Tamanho | 505 x 549 x 180 mm |
| Peso | 6,5 kg | Peso | 14,5 kg |
| Frequência recebida | 27 MHz | Sinal de saída | |
| Frequência de repetição de impulsos | 50 kHz | Frequência portadora | 27,115 MHz |
| Frequência transmitida | 4,5 MHz | Frequência de modulação | 50 kHz |
| Débito de dados | 50 kBit/s | Sinal de entrada | |
| Sinal de Entrada | | Sinal de entrada | |
| Bits de Dados | 8 ou 16 | Frequência | 4,5 MHz |
| Nível de tensão | nível 1: min. 7,7 V | | |
| | nível 0: max. 2,7 V min. 0,0 V | Débito de dados | 50 kbit/s |
| Impedância de entrada | 4,7 kOhm | | |

Tabela 14 - Resumo especificações para instalação da antena - Sistema de CONVEL

| Dados de instalação | |
|---|------------------|
| Distância da antena ao plano de rolamento do carril | 217 mm +/- 40 mm |
| Distância da antena à baliza | 367 mm +/- 40 mm |
| Deslocamento horizontal máximo | 180 mm +/- 10 mm |

7.8.3 Sistema Indusi I60

O sistema Indusi I60, conforme especificado em [39], existente na Linha de Cascais tem de ser mantido ao serviço de forma a permitir a continuidade da operação, em segurança, dos veículos ferroviários existentes nesta linha, o qual se encontra equipado com este sistema. Tem de ser integrado transitoriamente com a nova sinalização eletrónica a instalar na linha de Cascais.

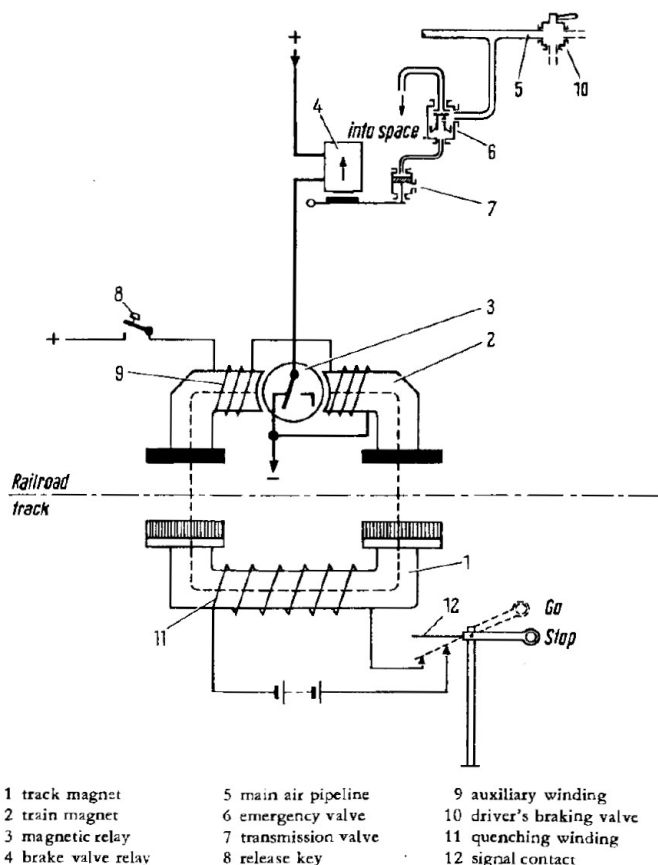


Figura 9 - Layout do sistema INDUSI I60 - componente infraestrutura e veículo ferroviário

O equipamento na infraestrutura - magneto de via, é colocado à distância de frenagem antes de cada sinal. Esta distância varia em função da velocidade máxima da linha e do perfil longitudinal. O magneto de via quando o sinal está vermelho ou vermelho intermitente faz atuar, à passagem do comboio, a válvula de freio de emergência no equipamento embarcado se circular acima de 60 km/h. Se circular abaixo de 60 km/h e acima de 30 km/h tem 12 segundos para reduzir a velocidade abaixo de 30 km/h após esse tempo atua o freio, se circular abaixo de 30 km/h atua apenas a campainha. O rearme do sistema dá-se automaticamente passados cerca de 6 a 7 segundos se a velocidade era superior a 60 km/h e de 20 a 22 segundos se a velocidade era inferior a 60 km/h.

Para os restantes aspetos do sinal, o magneto de via não interage com o equipamento embarcado à passagem de comboio, não existindo atuação na válvula de freio.

Na restante RFN, o magneto de via não é aplicável.



7.9 Telecomunicações

Os sistemas e subsistemas de telecomunicações instalados a bordo dos veículos ferroviários e os instalados do lado da infraestrutura ferroviária têm de ser compatíveis do ponto de vista técnico e funcional.

Para o efeito têm de garantir:

- A CEM entre os sistemas embarcados e os equipamentos de telecomunicações implementados na infraestrutura ferroviária;
- Que as especificações técnicas e funcionais das componentes embarcadas integrantes dos sistemas de comunicação rádio, sejam inteiramente compatíveis com as componentes implementadas do lado da infraestrutura.

São definidas nos pontos seguintes as características técnicas e funcionais a respeitar pelos equipamentos embarcados.

7.9.1 Comunicações fixas

Em relação às comunicações suportadas em cabos de comunicações instalados na infraestrutura ferroviária, o valor máximo de Ipe admissível gerada pelos sistemas embarcados, não poderá exceder 0,5 A por cada MW de potência instalada.

A metodologia de avaliação tem de ser efetuada em conformidade com o Anexo A de [26].

7.9.2 Comunicações móveis - Rádio Solo-Comboio

Os equipamentos embarcados têm de obedecer às especificações técnicas dos sistemas adiante definidos.

Na RFN, existem duas gerações tecnologicamente distintas de sistemas comunicações rádio móveis a ter em consideração:

- Sistema de Comunicações Analógico designado CP-N;
- Sistema de Comunicações Digital designado GSM-R.

Em [8] consta informação sobre a localização onde cada um dos sistemas se encontra em exploração.

O sistema CP-N, de modo geral encontra-se em serviço na rede principal conforme detalhado em [8]. O sistema GSM-R tem de ser implementado de acordo com o plano de migração dos atuais sistemas de comunicação analógicos para o sistema digital.

Os equipamentos rádio instalados nas cabinas de condução, quer sejam do tipo analógico ou digital, são denominados por rádios de cabina ou abreviadamente “Cabradio”.

Os rádios de cabina a instalar nos comboios têm de garantir a total compatibilidade com a componente de infraestrutura dos sistemas mencionados. As especificações técnicas e funcionais dos sistemas e rádios de cabina são indicadas nos pontos seguintes.

7.9.2.1 Sistema RSC CP-N

- Este sistema é uma evolução do definido em [40], ao qual foram adicionadas funcionalidades específicas para utilização a nível nacional, destinando-se a comunicações de voz e dados (mensagens curtas);
- Trata-se de um sistema analógico, composto por equipamentos instalados ao longo da via e equipamentos móveis instalados a bordo dos comboios;
- O sistema de radiocomunicações implementa chamadas seletivas digitais, em conformidade com o protocolo MPT 1327 com modulação FFSK a 1 200 bit/s, e FSK subáudio de 50 baud para a sinalização da estação de base. O sistema permite comunicações vocais em simplex e semi-duplex, chamadas seletivas e transmissão de dados, “short data messages”;
- As características técnicas principais são:
 - Frequências:
 - Comboio-solo:
 - 457,700 MHz ... 457,800 MHz
 - Solo-comboio:
 - Banda A: 467,625 MHz ... 467,875 MHz
 - Espaçamento entre frequências 12,5 KHz
 - Pares de frequência duplex com uma separação de 10 MHz
 - Agrupamento de 4 canais, de preferência 62, 63, 73 e 75 para o tráfego internacional
 - Sensibilidade:
 - 1 mV com relação sinal-ruído (móvel) > 20 dB
 - 2 mV (solo)
 - Potência de radiação:
 - 6 W (móvel)
 - 6 W (solo)
 - Características da antena:
 - $\lambda/4$ omnidirecional (móvel)
 - 4 m acima dos carris (móvel)
 - Omnidirecional ou direcional (solo)
 - Em túneis cabos de fuga ou antenas helicoidais (solo)
 - Resistência de terminação 50 Ω
 - Polarização:
 - Vertical

- Em túneis, qualquer polarização
- Modulação RF:
 - Modem rádio 1 200b/s, FM
 - Modem rádio (apenas Tx) subáudio a 50 baud, FM
 - Voz em PM
- Desvio de frequência:
 - 1,75 KHz para FFSK (1 200 bit/s)
 - 0,3 KHz para FSK (50 baud)
 - < 2,3 KHz para a voz
- Modos de funcionamento:
 - Modo 1, modo semidúplex
 - Modo 1, modo simplex
- Comutação de canais a bordo:
 - Manual, introduzindo o número do grupo
 - Automática dentro do grupo, dependendo da tensão do recetor
- Estrutura dos telegramas:
 - Em conformidade com MPT 1327
- Transmissão de telegramas:
 - 1 200 bit/s

Modulação FSK, «0» = 1 800 Hz, «1» = 1 200 Hz

- A descrição funcional do sistema encontra-se publicada em [41].

7.9.2.2 Sistema GSM-R

7.9.2.2.1 Infraestrutura GSM-R

A componente infraestrutura da rede GSM-R, respeita as especificações obrigatórias de interoperabilidade, expressas nos normativos EIRENE e MORANE tendo os equipamentos embarcados garantir a total interoperabilidade e compatibilidade com a rede e suportar as seguintes funcionalidades de carácter nacional.

7.9.2.2.2 Funcionalidades nacionais

As funcionalidades de carácter nacional a utilizar na RFN são as seguintes:

- O rádio de cabina tem de suportar o serviço de envio e receção de mensagens por SMS do sistema GSM-R. No que se refere às mensagens destinadas ou originadas no maquinista,

as mensagens recebidas têm de ser afixadas no display dos DMI e as mensagens a enviar têm de se compostas a partir de teclado alfanumérico configurado através de “soft-keys”;

- O rádio de cabina tem de suportar o envio e receção de mensagens “status” pré-configuradas;
- Têm de ser previstas no mínimo dezasseis mensagens pré-configuradas a enviar e dezasseis mensagens pré-configuradas a receber pelo DMI. O envio far-se-á a partir de teclas específicas para cada mensagem, através de “soft-keys” configuradas para o efeito num ecrã de trabalho acessível por menu. A receção far-se-á no display, por afixação do texto completo associado a cada mensagem;
- As mensagens “status” têm de ser suportadas através do protocolo UUS1 ou equivalente. O protocolo USS1 e o conteúdo das mensagens encontram-se definidos no Anexo B;
- O rádio de cabina tem de suportar ainda o envio de um mínimo de dezasseis mensagens “status” originadas, pelo sistema CONVEL ou ETCS, ou outros sistemas de bordo. E tem de suportar o envio de um mínimo de dezasseis mensagens “status” para o sistema CONVEL ou ETCS, ou outros sistemas de bordo;
- O protocolo e as mensagens entre o rádio de cabina e o sistema CONVEL estão definidos no Anexo C;
- O rádio de cabina tem de suportar a atualização via OTA do cartão SIM;
- O rádio de cabina tem de suportar a transmissão de dados através da rede GSM-R, quer em CSD quer em GPRS/EDGE;
- A faixa de frequência da antena tem de cobrir as bandas normalizadas para o sistema digital GSM-R e GSM público, 870-960 MHz. Recomenda-se ainda a instalação de uma segunda antena, ou de uma antena multibanda para GPS 1575 MHz, antena GPS ativa.

7.9.2.2.3 Interfaces com sistemas exteriores

O rádio de cabina tem de garantir a interligação com diversos sistemas do comboio, nomeadamente sistema de interfonia e sonorização conforme o descrito em [42] e com o sistema ATP CONVEL/ETCS.

7.9.2.2.4 Especificações rádio

- Bandas de frequência - GSM-R band, Extended Band and Public GSM (E-UIC, UIC, E-GSM e GSM):
 - Uplink = 873-876; 876-880; 880-890; 890-915 MHz
 - Downlink = 918-921; 921-925; 925-935; 935-960 MHz Espaçamento de canais: 200 KHz
 - Número de canais GSM-R: 19 (34 com E-UIC)
 - Espaçamento Uplink/Downlink: 45 MHz
- Potência de saída: classe 2 para estações móveis (8 W)

- Sensibilidade do recetor: -104 dBm
- Recetor com características de receção melhoradas em conformidade com o descrito em [43]
- Características GPRS:
 - Class B (GSM e GPRS não simultaneamente);
 - GPRS Multislot class 10 (Rx=4 / Tx=1 ou Rx=3 / Tx=2; Sum= 5)

7.9.2.2.5 Rádio de cabina Multimode

Tendo em vista a possibilidade de os comboios poderem circular em linhas equipadas com sistemas rádio distintos, os rádios de cabina podem ser do tipo “dualmode” ou “multimode”.

Em termos de especificações técnicas e funcionais os rádios de cabina têm de respeitar integralmente essas especificações para cada um dos modos, nomeadamente o RSC CP-N e o GSM-R.

7.10 Desempenho de Frenagem

O apuramento de desempenho de frenagem tem de ser realizado de acordo com a ficha [44], cujo relatório de ensaios tem de ser disponibilizado à IP para verificação da compatibilidade com os parâmetros de distâncias de frenagem utilizados no sistema de CONVEL e ETCS.

As tabelas das envolventes das distâncias de frenagem utilizadas pelo ATP são as definidas em [45].

7.11 Contagem de energia a bordo dos veículos ferroviários de tração elétrica

Os veículos ferroviários de tração elétrica têm de ser dotados de contador de energia. As características a respeitar são as definidas em [46].

7.12 Requisitos de segurança contra contactos diretos e indiretos

Com o objetivo de definir as condições de segurança relativamente ao risco elétrico, os veículos ferroviários têm de cumprir com o definido em [47].

7.13 Ruído

Os veículos ferroviários destinados a operar na RFN têm de verificar os requisitos preconizados em [48], ou as disposições que constarem da revisão do mesmo.

7.14 Interface com circuitos de via

De forma a evitar falhas de deteção de comboios em secções dotadas de circuitos de via, o desquadramento/desalinhamento máximo permitido entre um mesmo par de juntas (físicas ou



elétricas) é de 2,5 m, conforme especificado em [6]. Desta forma, a distância entre os eixos extremos de um veículo ferroviário tem de cumprir com este requisito.

O parâmetro harmonizado para os veículos ferroviários, referido em [7], especifica a distância mínima de 3 m entre os seus eixos extremos.

7.15 Demonstração de Compatibilidade e Plano de Ensaios

Para efeito da elaboração do plano de ensaios, tem de ser tomado em consideração o disposto no Anexo A da presente IT.

Os trabalhos associados ao processo de demonstração da compatibilidade dos veículos ferroviários com as infraestruturas e o seu respetivo plano de ensaios são da responsabilidade do requerente.

Para o desenvolvimento do processo de demonstração da compatibilidade dos veículos ferroviários com as Infraestruturas e especificação dos ensaios necessários a realizar com as unidades de tração elétrica ou outras, é necessária a coordenação do processo com a ERA, ANSF e o GI.

A ANSF emite ATU e o GI disponibiliza a infraestrutura e define as condições operacionais para realização dos ensaios.



ANEXO A - PLANO DE ENSAIOS E VERIFICAÇÕES



Neste Anexo são indicados os requisitos a considerar para a elaboração do plano de ensaios destinado ao processo de avaliação da compatibilidade com as instalações da RFN.

O processo de aceitação obedece ao fluxograma que consta da Figura 7 de [29], sem prejuízo do estabelecido para o efeito pela ERA.

A1 GABARITO

Tem de ser verificado o gabarito atendendo ao anexo respetivo em [8]. Tem de ser evidenciado, através do cálculo da inserção do veículo no contorno de referência cinemático, a inscrição no gabarito.

A metodologia a utilizar para o referido cálculo tem de estar conforme o disposto em [4] ou [49].

No que respeita à distância entre o primeiro eixo e a correspondente extremidade do veículo ferroviário, tem de ser evidenciado que a medição para cada um dos lados do veículo cumpre com o disposto em [7].

A2 RODAS

Têm de ser verificadas as características geométricas das rodas de acordo com o Quadro 2 e a Figura 2 do ponto 4.2.3.5.2.2 de [15], ou o Quadro 4 e a Figura 2 do ponto 4.2.3.6.3 de [50], conforme seja aplicável.

A3 BITOLA DOS RODADOS

Têm de ser verificadas as dimensões geométricas (bitola) dos rodados de acordo com o Quadro 1 e a Figura 1 do ponto 4.2.3.5.2.1 de [15], ou o Quadro 3 e Figura 1 do ponto 4.2.3.6.2 de [50], conforme seja aplicável.

A4 PESOS

Têm de ser verificados os pesos por eixo de forma a verificar o cumprimento das restrições impostas na RFN conforme consta em [8] e de acordo com o descrito em [51], bem como a distribuição dos pesos por roda de acordo com o especificado pelo fabricante e o estabelecido no RINF.

A5 SISTEMAS ANTI PATINAGEM E ANTI PATINHAGEM

Tem de ser verificado, quando aplicável, o correto funcionamento dos equipamentos de anti patinagem e anti patinhagem, areeiros, lubrificadores de verdugo e “ABS” ou similares de acordo com as especificações.



A6 SUSPENSÃO PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA

Tem de ser verificado o normal funcionamento da suspensão primária e secundária de acordo com a especificação do fabricante.

A7 ENSAIOS E APROVAÇÃO DE VEÍCULOS DO PONTO DE VISTA DO SEU COMPORTAMENTO DINÂMICO

Tem de ser evidenciado o cumprimento de [52] e [53], bem como a realização de ensaios, quando tal seja necessário, segundo as normas referidas.

A8 TENSÃO NO PANTÓGRAFO EM SITUAÇÃO DE FRENAGEM COM RECUPERAÇÃO DE ENERGIA

Tem de ser verificada a compatibilidade com o estabelecido em [54].

A9 CONTROLO DAS CARACTERÍSTICAS DO PANTÓGRAFO

O pantógrafo tem de ser objeto de ensaio para que sejam garantidas as características constantes da especificação de funcionamento indicada pelo fabricante.

A10 SUBESTAÇÕES E OS VEÍCULOS FERROVIÁRIOS DE TRAÇÃO ELÉTRICA

Tem de ser verificado o cumprimento do estabelecido em [18], nomeadamente o disposto no ponto 7.6 desta IT.

A11 CONTEÚDO HARMÓNICO INJETADO NA REDE PRIMÁRIA

Tem de ser verificado que a DHT em percentagem do lado primário, calculada de acordo com o descrito em [23], não ultrapassa o limite de 4% conforme estabelecido em [22].

As medições são efetuadas no primário da Subestação da IP.

A12 RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Tem de ser verificada a conformidade com o estabelecido em [26] e [27] através da realização dos testes e ensaios previstos nas referidas normas.

A13 COMPATIBILIDADE COM OS EQUIPAMENTOS DE DETEÇÃO MONTADOS NA VIA

Os ensaios a realizar têm de avaliar o cumprimento dos limites de emissão de acordo com o definido no ponto 7.7.

Nesse contexto, os ensaios a realizar têm de demonstrar que, qualquer que seja a situação de tração normal ou degradada, bem como o modo US ou UM, as unidades podem circular, sem perigo

de perturbação, em vias equipadas com qualquer um dos tipos de equipamentos de deteção existentes na RFN.

Caso sejam utilizadas regras de adição, é exigida a demonstração prática através de ensaios da sua validade em regime normal e degradado.

Os modos degradados têm de ser selecionados/identificados para efeito dos ensaios a realizar.

A14 DESEMPENHO DE FRENAGEM E CONTROLO DA FUNCIONALIDADE DO SISTEMA ATP EMBARCADO

Para avaliação do desempenho do sistema de frenagem têm de ser realizados ensaios de frenagem de acordo com o disposto em [44].

O sistema ATP embarcado é um sistema de segurança cujo controlo de funcionalidade tem de demonstrar a sua plena satisfação das funções de segurança que lhe estão cometidas, tendo para o efeito de ser realizados os testes e ensaios de acordo com o estabelecido pelo respetivo fabricante.

Têm de ser realizados os testes e ensaios necessários para o efeito, por Laboratório Independente, incluindo os destinados a validar o correto funcionamento e a compatibilidade das componentes embarcadas com as componentes da infraestrutura do sistema.

O relatório de ensaios tem de ser disponibilizado à IP para verificação da sua conformidade com os parâmetros de distâncias de frenagem utilizados pelo ATP, cujas tabelas de envolventes das distâncias de frenagem utilizadas são as definidas em [45].

O controlo da funcionalidade do sistema ETCS tem de demonstrar o pleno cumprimento das funções de segurança que lhe estão cometidas, nomeadamente com os requisitos definidos em [55].

O sistema CONVEL é um sistema de segurança cujo controlo de funcionalidade tem de demonstrar o pleno cumprimento das funções de segurança que lhe estão cometidas, para o efeito têm de ser realizados os testes e ensaios de acordo com o estabelecido pelo respetivo fabricante, bem como o cumprimento da regulamentação nacional em [56], [57], [58], [59] e [45]).

A15 CONTROLO DA FUNCIONALIDADE DO SISTEMA RSC

O sistema rádio solo-comboio embarcado faz parte de um sistema de apoio à gestão da circulação cuja funcionalidade tem de ser demonstrada no âmbito dos testes a realizar.

De forma a garantir uma adequada interligação entre a componente embarcada e a componente fixa do referido sistema, têm de ser verificadas as condições de utilização do rádio embarcado de acordo com os procedimentos previstos na especificação.

A16 TELECOMUNICAÇÕES

Verificação da conformidade do nível de intensidade da corrente psofométrica. Qualquer que seja o regime de funcionamento normal ou degradado a I_{pso} não tem de exceder o valor máximo de 0,5 A/MW de potência instalada.



Os ensaios têm de ser feitos em conformidade com o descrito em [26].

A17 RUÍDO

Nos veículos ferroviários para tráfego interno têm de ser verificados os parâmetros fundamentais conforme estabelecido em [48].

As medições têm de ser feitas em conformidade com o descrito em [60].

A18 INTERFACE COM CIRCUITOS DE VIA

A distância mínima entre os eixos extremos de um veículo ferroviário tem de cumprir com o estipulado em [7].

A19 OUTROS REQUISITOS

Para a verificação da conformidade com os requisitos indicados têm de ser realizados ensaios de acordo com um programa e calendário previamente apresentado e acordado com os vários interlocutores e o GI.

Para cumprimento dos requisitos especificados e dos testes previstos tem de ser prevista a participação de um DeBo e/ou NoBo, o qual emite certificados de bom cumprimento dos ensaios efetuados, com base nos critérios de referência para aceitação estabelecidos em [29].

A IP reserva-se o direito de acompanhar os ensaios, sempre que entender necessário, bem como ter acesso a toda a informação necessária à definição das condições operacionais subjacentes à ATU.



ANEXO B - FUNCIONALIDADE MENSAGENS DE STATUS GSM-R

Mensagens de Status em GSM-R

O rádio de cabina tem de suportar o uso de mensagens de “status”, que é uma funcionalidade nacional em uso na RFN nas comunicações móveis Rádio Solo-Comboio.

Estas mensagens são enviadas através do Serviço Complementar de Sinalização User-to-User do GSM, de acordo com a ETSI TS 102 610. O Serviço Complementar de Sinalização User-to-User é amplamente utilizado na operação no sistema GSM-R. As aplicações de "Presentation of Functional Numbers" e de "Confirmation of High Priority Calls" (CHPC) são alguns dos exemplos onde este serviço complementar é utilizado no GSM-R.



Figura 10 - Formato de codificação genérico para elementos de informação “User-to-User” (UUIE) usando protocolo específico do utilizador no contexto GSM-R (de ETSI TS 102 610)

O equipamento tem de estar preparado para usar um valor da “Tag” na faixa reservada para uso nacional e o “Length of Tag” tem de ser igual a 4. Tem de ser possível configurar o “Tag Value” no menu de configuração ou no modo de manutenção do rádio de cabina. O “Information content for Tag” tem de ter a informação relativa à Source/Destination da mensagem e um identificador numérico da mensagem predefinida.

| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
|-------------------------------|---|---|---|------|---|---|---|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0x01 | 0 | 0 | 1 | Octet 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0x02 | 0 | 0 | 2 | Octet 2 |
| Source/Destination Identifier | | | | | | | | Octet 3 |
| Message Number | | | | | | | | Octet 4 |

Figura 11 - Codificação UUIE das mensagens de status



Os valores possíveis, presentemente, para os campos Source/Destination Identifier, Message Number e a correspondente mensagem são apresentados na tabela seguinte:

| Message Number | Source/Destination Identifier | | | |
|----------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | 0x01 | 0x02 | 0x03 | 0x04 |
| | Message from Train Driver | Message from Other onboard Systems | Message to Train Driver | Message to Other onboard Systems |
| 0x01 | FIM CIRCULAÇÃO SAÍDA SEC. REG | STATUS 1 DA URD | PARAGEM IMEDIAT AGUARDE INF | STATUS 1 PARA URD |
| 0x02 | COMB PARADO AVARIA MAT CIRC | STATUS 2 DA URD | CIRCULAR EM MARCHA A VISTA | STATUS 2 PARA URD |
| 0x03 | COMB PARADO A UM SINAL | STATUS 3 DA URD | PARAGEM NA PROXIMA ESTACAO | STATUS 3 PARA URD |
| 0x04 | RETOMADA A MARCHA | STATUS 4 DA URD | RETARDAR A MARCHA | STATUS 4 PARA URD |
| 0x05 | CHAMADA DO REVISOR | STATUS 5 DA URD | ALTERACAO NA CIRCULACAO | STATUS 5 PARA URD |
| 0x06 | ANOMALIA EM INSTAL. FIXAS | STATUS 6 DA URD | RETOMAR MARCHA NORMAL | STATUS 6 PARA URD |
| 0x07 | MENSAGEM DO REG ENTENDIDA | STATUS 7 DA URD | BAIXAR PANTOGRAFOS | STATUS 7 PARA URD |
| 0x08 | PEDIDO PARA PASSAR A SIMPLEX | STATUS 8 DA URD | CHAMADA PARA REVISOR | STATUS 8 PARA URD |
| 0x09 | <i>Reserved for future use</i> | CONVEL LIGADO | AUTORIZADO PASSAR PARA SIMPLEX | <i>Reserved for future use</i> |
| 0x0A | <i>Reserved for future use</i> | CONVEL DESLIGADO | MENSAGEM PARA REGUL ENTENDIDA | <i>Reserved for future use</i> |
| 0x0B | <i>Reserved for future use</i> | FRENAGEM DE EMERGENCIA | <i>Reserved for future use</i> | <i>Reserved for future use</i> |
| 0x0C | <i>Reserved for future use</i> | ERRO DE BALIZA | <i>Reserved for future use</i> | <i>Reserved for future use</i> |
| 0x0D | <i>Reserved for future use</i> | ENTRADA DE ESTACAO | <i>Reserved for future use</i> | <i>Reserved for future use</i> |
| 0x0E | ANUNCIO PASSAGEIROS OCUPADO | SAIDA DE ESTACAO | <i>Reserved for future use</i> | <i>Reserved for future use</i> |
| 0x0F | LOGIN | FALHA DE COMUM. CONVEL->URD | <i>Reserved for future use</i> | <i>Reserved for future use</i> |
| 0x10 | LOGOUT | AVARIA NA UNIDADE DE REGISTO | <i>Reserved for future use</i> | <i>Reserved for future use</i> |

Figura 12 - Valores possíveis para “Source/Destination Identifier”, “message number” e correspondente mensagem

Tem de ser possível introduzir novas mensagens no rádio de cabina a partir do menu de configuração ou no modo de manutenção.

De uma forma semelhante ao procedimento CHPC (ETSI TS 102 610), o dispositivo da rede que vai receber a mensagem de “status” tem de informar o dispositivo que enviou a mensagem “status” se recebeu ou não a informação com sucesso.

A “Tag” tem de ser incluída numa mensagem “RELEASE_COMPLETE” que tem de possuir o campo “release cause” com a causa “Normal Call Clearing”. O “Tag Value” tem de ser configurável no intervalo reservado para o uso nacional e o “Length of Tag” tem de ser igual a 2.

| | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---------|
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| TAG Value | | | | | | | | Octet 1 |
| Ack/Cause | | | | | | | | Octet 2 |

Figura 13 - Mensagem Ack/Cause

Os valores possíveis para Ack/Cause encontram-se listados na tabela em baixo:



| Ack/Cause | Meaning of |
|--------------|---|
| 0x00 | ACK, no error. |
| 0x01 | NACK -1, Unknown Message |
| 0x02 | NACK -2, Process error. Repetition should take place. |
| 0x03 | NACK-3, Fatal Error. No Repetition to take place |
| 0x04 to 0xFF | Reserved for future use |

Figura 14 - Valores possíveis para Ack/Cause



ANEXO C - PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO E ESTRUTURA DAS MENSAGENS ENTRE OS EQUIPAMENTOS RÁDIO DE CABINA E O CONVEL



C1 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO ENTRE O RÁDIO DE CABINA E O CONVEL

O rádio de cabina comunica com o CONVEL através de uma porta série RS 485 em que são usados 3 condutores, TxD, RxD e GND.

O protocolo desta comunicação é o seguinte:

- 1200 baud
- 8 bit
- sem paridade
- 1 start bit
- 2 stop bit

C2 ENVIO DO NÚMERO DO COMBOIO DO RÁDIO DE CABINA PARA O CONVEL

Sempre que um novo número de comboio é registado no CCO o rádio de cabina tem de transmiti-lo ao CONVEL. O número do comboio tem um máximo de 6 dígitos.

A estrutura da mensagem de envio do número do comboio é a seguinte:

| | | | | | |
|-----|-----|------|------|-----|-----|
| STX | END | COMP | DATA | ETX | CHK |
|-----|-----|------|------|-----|-----|

Sendo:

STX = 02H

END = Endereços dos dispositivos de destino e de origem (Cabradio = 0000 e CONVEL = 0001)

Cabradio → CONVEL: 0001+0000 (10H)

CONVEL → Cabradio: 0000+0001 (01H)

COMP = Código do tipo e tamanho da mensagem

8 bit = 01 + xxxxxx, sendo xxxxxx o número de bytes de dados a transmitir, incluindo o cabeçalho

DATA = Dados da mensagem D0 ... Dn (código ASCII), sendo os dois primeiros bytes o cabeçalho (header) da mensagem, que neste caso é (33H + 30H)

ETX = Caracter de fim de transmissão (03H)

CHK = Checksum = - (END + COMP + DATA + ETX) (byte menos significativo da soma obtida)

Exemplos:

Comboio n.º 123 (valores hexadecimais)

Cabradio → CONVEL: 02H+10H + 45H + (33H+30H+31H+32H+33H) + 03H + CHK



Sendo $CHK = - (10H + 45H + 33H + 30H + 31H + 32H + 33H + 03H) = AFH$

Comboio n.º 12345 (valores hexadecimais)

Cabradio → CONVEL: $02H + 10H + 47H + (33H + 30H + 31H + 32H + 33H + 34H + 35H) + 03H + CHK$

Sendo $CHK = - (10H + 47H + 33H + 30H + 31H + 32H + 33H + 34H + 35H + 03H) = 44H$

A reposta do CONVEL à mensagem do número do comboio é efetuada usando o mesmo protocolo e o formato ACK ou NACK.

Resposta CONVEL em caso de ACK: $02H + 01H + 86H + 03H + CHK$

Sendo $CHK = - (01H + 86H + 03H) = 76H$

Resposta CONVEL em caso de NACK: $02H + 01H + 95H + 03H + CHK$

Sendo $CHK = - (01H + 95H + 03H) = 67H$

C3 MENSAGENS DO CONVEL PARA O RÁDIO DE CABINA

As mensagens do CONVEL para o rádio de cabina têm a seguinte estrutura:

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| STX | STH | STL | CHK | ETX |
|-----|-----|-----|-----|-----|

sendo:

STX = $02H$

STL = código ASCII do carácter menos significativo a enviar

STH = código ASCII do carácter mais significativo a enviar

CHK = checksum = $- (STH + STL)$ (byte menos significativo da soma obtida)

ETX = carácter de fim de transmissão ($03H$)

As respostas às mensagens enviadas pelo CONVEL são recebidas usando o mesmo protocolo e o formato ACK ou NACK.

ACK = se a mensagem tiver sido corretamente recebida (carácter $06H$)

NACK = se a mensagem não tiver sido corretamente recebida (carácter $15H$)

As mensagens enviadas pelo CONVEL têm a seguinte codificação:



| STH | STL | Mensagem |
|-----|-----|--|
| "0" | "9" | CONVEL em serviço (ON) |
| "1" | "0" | CONVEL fora de serviço (OFF) |
| "1" | "1" | Aplicação do freio de emergência |
| "1" | "2" | Erro de baliza do CONVEL |
| "1" | "3" | Entrada de estação |
| "1" | "4" | Saída de estação |
| "1" | "5" | Unidade de Registo do CONVEL Ligada |
| "1" | "6" | Avaria da Unidade de Registo do CONVEL |

Mensagem "CONVEL em serviço (ON)", (09)

| STX | STH | STL | CHK | ETX |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 02H | 30H | 39H | 97H | 03H |

Mensagem "CONVEL fora de serviço (OFF)", (10)

| STX | STH | STL | CHK | ETX |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 02H | 31H | 30H | 9FH | 03H |

Mensagem "Aplicação do freio de emergência", (11)

| STX | STH | STL | CHK | ETX |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 02H | 31H | 31H | 9EH | 03H |

Mensagem "Erro de baliza do CONVEL", (12)

| STX | STH | STL | CHK | ETX |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 02H | 31H | 32H | 9DH | 03H |

Mensagem "Entrada de estação", (13)

| STX | STH | STL | CHK | ETX |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 02H | 31H | 33H | 9CH | 03H |

Mensagem "Saída de estação", (14)

| STX | STH | STL | CHK | ETX |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 02H | 31H | 34H | 9BH | 03H |

Mensagem "Unidade de Registo do CONVEL Ligada" (15)

| STX | STH | STL | CHK | ETX |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 02H | 31H | 35H | 9AH | 03H |

Mensagem "Avaria da Unidade de Registo do CONVEL", (16)

| STX | STH | STL | CHK | ETX |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 02H | 31H | 36H | 99H | 03H |

A mensagem "Unidade de Registo do CONVEL Ligada" é usada como mensagem pré-definida



sendo enviada quando nenhuma das outras mensagens está na pilha de mensagens da Unidade de Registo CONVEL.

Esta mensagem é assim usada para informar o rádio de cabina de que a unidade de registo do CONVEL está operacional. Em caso de ausência desta mensagem o rádio de cabina gera automaticamente a mensagem de Status "Falha de Comum. CONVEL -> URD " e transmite-a ao CCO.

A iniciativa da comunicação é sempre desencadeada pelo CONVEL, tendo em conta as mensagens existentes na pilha de mensagens da sua Unidade de Registo. Se ao fim de um máximo de 10 segundos não existirem mensagens para enviar a unidade de registos do CONVEL transmitirá a mensagem de "Unidade de Registo de CONVEL Ligada" (15).

No caso de avaria na interface entre unidade de registo do CONVEL e o rádio de cabina não são enviadas quaisquer mensagens para o rádio de cabina.

Quando o CONVEL é ligado tem de ser enviada pela unidade de registo do CONVEL a mensagem "CONVEL em serviço (ON)", (09), ou a mensagem "CONVEL fora de serviço (OFF)", (10) quando o CONVEL não se encontra ligado.

Se o rádio de cabina estiver desligado e for ligado, o CONVEL deteta essa situação e transmitirá a mensagem "CONVEL em serviço (ON)", (09), ou a mensagem "CONVEL fora de serviço (OFF)", (10) correspondente ao seu estado atual.

Quando o CONVEL envia uma mensagem e não recebe uma resposta ao fim de 2 segundos (timeout) ou recebe a resposta NACK (mensagem recebida com erros, provavelmente devido a erro de checksum), iniciará a repetição do envio da mensagem até um máximo de duas vezes. Após a terceira tentativa de envio falhada (1º envio + 2 repetições) a mensagem é dada como perdida. Este ciclo repete-se para todas as restantes mensagens da pilha de mensagens do CONVEL.



ANEXO D - REQUISITOS TÉCNICOS NACIONAIS



| Requisitos Técnicos Nacionais | | Regra Nacional | Verificação | |
|-------------------------------|--|----------------|----------------|---------------------|
| | | | Infraestrutura | Material Circulante |
| 7.1 | Gabarito | X | | |
| 7.1.1 | Controlo de referência cinemático - Linha de Cascais | | X | X |
| 7.7 | Compatibilidade Eletromagnética | X | | |
| 7.7.2.5.1 | 125 Hz bifásico monocarril | X | | X |
| 7.7.2.5.2 | DRS CC monocarril | X | | X |
| 7.7.2.5.3 | UM71 | X | | X |
| 7.7.2.5.4 | ITE - Impulsos de tensão elevada | X | | X |
| 7.7.2.5.5 | ER 428 | X | | X |
| 7.7.2.5.6 | CSEE 8700 Hz | X | | X |
| 7.7.2.5.10 | Detetor de CE THALES Zp30C (AZL 90 e AZL70-30) | X | | X |
| 7.7.2.5.15 | Pedal eletrónico CSEE/EFACEC | X | | X |
| 7.7.2.6 | Definição dos gabaritos dos circuitos de via na rede eletrificada a 1,5 kV CC | | | |
| 7.7.2.6.1 | Siemens 50 Hz Monocarril bifásico | X | | X |
| 7.7.2.6.2 | Detetor de CE ZP 43 (AZ S 350 U) | X | | X |
| 7.8 | Sistemas de controlo de velocidade | | | |
| 7.8.1 | ETCS | | | |
| 7.8.2 | Compatibilidade com os sistemas de Classe A (ETCS + GSM-R) e Classe B (EBICAB 700) | X | X | X |
| 7.8.3 | Sistema Indusi I60 | | X | X |
| 7.9 | Telecomunicações | | | |
| 7.9.1 | Comunicações fixas | X | | X |
| 7.9.2 | Comunicações móveis - Rádio Solo-Comboio | X | | |
| 7.9.2.1 | Sistema RSC CP-N | X | X | X |
| 7.9.2.2 | Sistema GSM-R | | | |
| 7.9.2.2.1 | Infraestrutura GSM-R | | | |
| 7.9.2.2.2 | Funcionalidades nacionais | X | X | X |
| 7.9.2.2.3 | Interfaces com sistemas exteriores | | X | X |
| 7.9.2.2.4 | Especificações rádio | | X | X |
| 7.9.2.2.5 | Cab radios Multimode | X | X | X |
| 7.10 | Desempenho de Frenagem | X | X | X |



ANEXO E - MATRIZ DE SUPORTE À AVALIAÇÃO DE REGRAS NACIONAIS ATPN



Os requisitos técnicos, os critérios de verificação de conformidade e os ensaios de compatibilidade dos módulos de transmissão específica externos (ATPN STM) encontram-se especificados em [37] e [38], tanto para a componente embarcada do sistema como para a infraestrutura.

As principais características dos equipamentos deste sistema de ATPN em termos de conteúdos eletromagnéticos, parâmetros dimensionais e de instalação, relativos ao seu funcionamento, constam na Tabela 13 - **Balizas**.

As principais características dos equipamentos deste sistema de ATPN em termos de conteúdos eletromagnéticos, parâmetros dimensionais e de instalação, relativos ao seu funcionamento, constam na Tabela 13 - **Antena**.

As principais características dos equipamentos deste sistema de ATPN em termos de conteúdos eletromagnéticos, parâmetros dimensionais e instalação, relativos ao seu funcionamento, constam na Tabela 14.

1. Instalação sem Sistema -> ATPN

| Evidências | Cumpra com a norma GR.MN.SIN.004 | Cumpra com a norma GR.IT.GER.009 e GR.MN.GER.026 | Data |
|--|-------------------------------------|--|------|
| Rastreabilidade de componentes (por exemplo: números de série) | | | |
| Ensaio dinâmico | | | |
| Piquetagem | | | |
| Análise de projeto | | | |
| Testes de terreno | | | |
| Colocação ao Serviço | | | |
| Análise de dados da Unidade de Registro | | | |

2. Instalação sem Sistema -> Produto Ebilink

| Evidências | Cumpre com a norma GR.MN.SIN.004 | Cumpre com a norma GR.IT.GER.009 e GR.MN.GER.026 | Data |
|--|-------------------------------------|--|------|
| Rastreabilidade de componentes (por exemplo: números de série) | | | |
| Ensaio dinâmico | | | |
| Piquetagens | | | |
| Análise de projeto | | | |
| Ensaio de laboratório (BDB's) | | | |
| Testes de terreno | | | |
| Colocação ao Serviço | | | |
| Análise de dados da Unidade de Registro | | | |

3. Instalação com Produto CONVEL -> Produto Ebilink

| Evidências | Cumpre com a norma GR.MN.SIN.004 | Cumpre com a norma GR.IT.GER.009 e GR.MN.GER.026 | Data |
|--|-------------------------------------|--|------|
| Rastreabilidade de componentes (por exemplo: números de série) | | | |
| Ensaio dinâmico | | | |
| Piquetagens | | | |
| Análise de projeto | | | |
| Ensaio de laboratório (BDB's) | | | |
| Testes de terreno | | | |
| Colocação ao Serviço | | | |
| Análise de dados da Unidade de Registro | | | |

4. Instalação sem Sistema -> Produto Ebilink (*)

| Evidências | Cumpre com a norma GR.MN.SIN.004 | Cumpre com a norma GR.IT.GER.009 e GR.MN.GER.026 | Data |
|--|-------------------------------------|--|------|
| Rastreabilidade de componentes (por exemplo: números de série) | | | |
| Ensaio dinâmico | | | |
| Piquetagens | | | |
| Análise de projeto | | | |
| Ensaio de laboratório (DBDB's) | | | |
| Testes de terreno | | | |
| Colocação ao Serviço | | | |
| Análise de dados da Unidade de Registro | | | |

(*) Para estes componentes, deverá ser considerada a instalação completa, ou seja, não deve existir mistura de componentes de outras versões. A versão do LEU será sempre V7.0