



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
ELETROTÉCNICA

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica

Especialização em Automação e Comunicações em
Sistemas de Energia

Autor

Tomás Costa Duarte

Orientador

Carlos Jorge Coelho Teixeira

Supervisor na empresa CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

Marco Paulo Coelho Martins



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, janeiro de 2023

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

“O comboio aparece, aparece limpo e aparece a horas.” (Freitas, 2019)

RESUMO

O presente relatório descreve as funções desempenhadas e projetos desenvolvidos durante o estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E., em Contumil, no Gabinete Técnico do Norte (GTN) da Manutenção Porto (ME-MP).

Atualmente, a CP atravessa uma crise na gestão da frota de material circulante devido ao envelhecimento e degradação de material que circula há mais de 50 anos. Uma forma eficaz de aumentar a capacidade de resposta, face às necessidades da empresa e à procura pós-pandémica, consiste no plano de recuperação de material circulante. Neste contexto, surgem ideias e projetos de modernização para dar vida às unidades encostadas pelo país e assegurar a capacidade de resposta e melhorar a qualidade de serviço prestado.

A primeira fase do estágio envolveu maioritariamente a vertente técnica, na qual se procedeu ao desenvolvimento e planeamento dos projetos de “Implementação de câmaras retrovisoras nos comboios” e “Modificação do sistema de controlo de portas”. Numa segunda fase, foi possível implementar e proceder a diversos testes estáticos e dinâmicos no âmbito dos protótipos desenvolvidos no material circulante.

No decorrer do estágio foram ainda elaborados documentos, propostas e fichas técnicas em concordância com as normas ferroviárias em vigor, para aquisição de material e apoio à sua implementação. Foram analisadas em detalhe as unidades circulantes abrangidas pelos respetivos projetos e efetuadas análises técnicas, tais como: levantamento de medições para gestão do espaço interior e exterior de cada veículo; identificação dos pontos de ligação para adaptação de cablagem/componentes; dimensionamento de equipamentos; ensaios estáticos e ensaios de linha na fase final de protótipo.

Palavras-chave: CP, Material Circulante, Plano de Recuperação, Projetos.

ABSTRACT

This report presents shows the activities and projects developed in the internship at CP - Comboios de Portugal, E.P.E., in Contumil, by the GTN (Northern Technical Office) of Porto Maintenance (ME-MP).

CP is currently going through a crisis in the management of its rolling stock fleet, due to the aging and degradation of material, that has been in operation for more than 50 years. An effective way to provide a response capacity is to have a recovery plan to meet the needs of the company and the post-pandemic demand. In this context, ideas and modernization projects arise, which give life to the units leaning over the country and ensure the response capacity and quality of service provided.

The first phase of the internship involved mostly the technical side, in which the development and planning of the projects "Implementation of rear-view cameras on trains" and "Modification of the door control system" was carried out. In a second phase, it was possible to implement and carry out several static and dynamic tests on the prototypes developed on rolling stock.

During the internship, documents, proposals and technical sheets were also prepared in accordance with the railway standards in force, for the acquisition of material and support for its implementation. The rolling stock units covered by the respective projects were analyzed in detail, and technical analyses were performed, such as the survey of measurements for managing the interior and exterior space of each vehicle, identification of connection points for adaptation of cabling/components, equipment sizing, static tests, and line tests in the final prototype phase.

Keywords: CP, Rolling Stock, Recovery Plan, Projects.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar demonstro o meu profundo agradecimento à CP – Comboios de Portugal, E.P.E. pela oportunidade de estágio concedida e a integração numa equipa excecional, que me proporcionou uma enorme aprendizagem e formação.

Quero agradecer ao meu orientador de estágio do ISEC, Carlos Jorge Coelho Teixeira, e ao Engenheiro Marco Paulo Coelho Martins da CP, pelo acompanhamento e disponibilidade prestada.

Quero expressar a minha gratidão para com os colegas Carlos Sampaio, José Cavadas, José Matias, José Tavares, Paulo Leal e Ricardo Cardoso do Gabinete Técnico do Norte pela disponibilidade e conhecimento partilhado.

Agradeço ainda a toda a equipa oficial pelo apoio e disponibilidade.

Por fim e o mais importante, agradeço à minha família pelo apoio incondicional transmitido, integração na empresa e ainda pelo financiamento que de outra forma não seria possível.

A todos, um grande obrigado!

ÍNDICE

Resumo	iii
Abstract.....	v
Agradecimentos	vii
Índice.....	ix
Índice de figuras.....	xiii
Índice de tabelas	xvii
Lista de siglas e acrónimos	xix
Lista de símbolos	xxi
1 Introdução	1
1.1 Breve Descrição.....	1
1.2 Enquadramento	1
1.3 Motivação e Objetivos.....	2
1.4 Estrutura do Relatório	2
2 Apresentação e Caraterização da entidade e local de estágio	5
2.1 A História de mais de 160 anos	5
2.2 Estrutura Organizacional.....	8
2.3 Missão, Visão e Valores	9
2.4 Local de realização do estágio - Gabinete Técnico do Norte.....	10
2.5 Classificação do Material Circulante	10
3 Projetos Desenvolvidos I - Implementação de Câmaras Retrovisoras.....	13
3.1 Caraterização e identificação do problema.....	13
3.2 Planeamento do sistema	15
3.2.1 Componentes do sistema	15
3.2.2 Área de operação das câmaras	18
3.2.3 Caraterísticas de operação	19
3.2.4 Condições meteorológicas.....	22
3.3 Funcionamento do Sistema.....	23
3.4 Pesquisa de mercado	25
3.5 Conclusão e perspetiva futura.....	27
4 Projetos Desenvolvidos II - Modificação do sistema de controlo de portas ...	29
4.1 Introdução	29

4.2	Sistema de portas.....	29
4.3	Proposta de alteração	31
4.4	Descrição do funcionamento.....	32
4.4.1	Atribuição de funções	33
4.4.2	Seletores de comando	36
4.4.3	Libertação seletiva de portas	36
4.4.4	Fecho de portas	36
4.4.5	Bloqueio por velocidade.....	37
4.4.6	<i>Loop</i> de portas	37
4.4.7	Abertura de emergência.....	38
4.5	Modificação na unidade motora LE 2612.....	38
4.5.1	Seletores de comando	39
4.5.2	Corte de tração do sistema de portas.....	40
4.5.3	Marcha de ensaios da LE 2612.....	45
4.6	Modificação no material rebocado	46
4.7	Unidade de controlo de portas	49
4.7.1	Desenvolvimento da UCP.....	49
4.7.2	Montagem da UCP na carruagem	53
4.8	Aquisição dos cabos IRS 50558.....	58
4.8.1	Controlo de qualidade.....	58
4.8.2	Análise corretiva	59
4.9	Ensaio estáticos e dinâmicos finais.....	61
4.9.1	Ensaio estático	61
4.9.2	Ensaio dinâmico	65
4.10	Conclusão e perspetiva futura.....	66
5	Conclusões.....	69
	Referências	71
	Anexos	75
	Anexo 1 – Especificação técnica do sistema de câmaras	77
	Anexo 2 – Esquema elétrico da UCP	103
	Anexo 3 – Esquema elétrico do sistema de portas para as carruagem Corail e Sorefame modernizadas.....	107
	Anexo 4 – Exemplo de relatório de não conformidade	111
	Anexo 5 – Protocolo de execução.....	115

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

Anexo 6 – Lista de materiais para o sistema de portas 121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Travessia da ponte de D. Maria Pia pelo Comboio “Foguete” (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2022).....	6
Figura 2.2 – Localização dos parques oficiais da CP (IP - Infraestruturas de Portugal, S.A., 2022).....	8
Figura 2.3 – Organograma da CP (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2020).....	8
Figura 3.1 – Comboio do MiraDouro (LD 1400 e quatro carruagens Schindler) (Pedro Mêda, 2021).....	14
Figura 3.2 – UDD 9632 no Parque Oficial de Guifões (TrainManiac, 2020).....	14
Figura 3.3 – UDD 453 no apeadeiro de Ferragudo (André, 2020).....	15
Figura 3.4 – Perspetiva da LD 1400: a) localização exterior das câmaras; b) localização interior dos displays LCD.....	16
Figura 3.5 – Perspetiva da UDD 9630: a) localização exterior das câmaras; b) localização interior do display LCD.....	17
Figura 3.6 – Perspetiva da UDD 450: a) interior da cabina de condução; b) localização da câmara exterior existente.....	17
Figura 3.7 – Área exterior operacional das câmaras.....	18
Figura 3.9 – LD 1400 inscrita em geometria plana curva (Whitford, 2005).....	20
Figura 3.10 – Vista sul da estação de Vila Meã (Santos, 2015).....	21
Figura 3.11 – Ensaio de freio dinâmico na automotora UDD 458 (EMEF, CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2017).....	22
Figura 3.12 – Esquema de ligação do SCR.....	24
Figura 4.1 – Manípulo de abertura e fecho de porta exterior de uma carruagem <i>Corail</i>	30
Figura 4.2 – Comutador Z15 de uma carruagem <i>Corail</i>	30
Figura 4.3 – Painel de acesso ao sistema de abertura e fecho de porta.....	31
Figura 4.4 – Tomadas macho UIC 558 de 13 polos: a) localização numa carruagem <i>Corail</i> ; b) localização numa carruagem <i>Arco</i>	32
Figura 4.5 – Representação do fecho de cauda através dos faróis (GPIAAF, 2020).....	37
Figura 4.6 – Manípulo de emergência da porta de acesso.....	38
Figura 4.7 – Configuração dos seletores de comando.....	39

Figura 4.8 – Seletores de comando para abertura e fecho de portas	40
Figura 4.9 – Esquema elétrico para o bloco do corte de tração do sistema de portas das LE 2600.....	41
Figura 4.10 – Mesa de condução da LE 2600.....	42
Figura 4.11 – Tomada atual UIC 558 na locomotiva LE 2612.....	44
Figura 4.12 – Acoplamento do cabo atual UIC 558 para a carruagem.....	45
Figura 4.13 – Marcha de ensaios n° 92201 com a LE 2612 e três carruagens Schindler rebocadas (Pinto, 2022)	46
Figura 4.14 – Esquema de ligação da interoperabilidade entre carruagens.....	46
Figura 4.15 – Acoplamento das tomadas UIC 558 entre carruagens.....	47
Figura 4.16 – Esquema atual de ligação dos faróis de cauda	48
Figura 4.17 – UCP protótipo projetada.....	49
Figura 4.18 – <i>Layout</i> do circuito da UCP desenvolvida	51
Figura 4.19 – Montagem da primeira UCP	51
Figura 4.20 – Bancada de teste das funcionalidades da UCP.....	52
Figura 4.21 – Inserção da UCP na caixa elétrica	53
Figura 4.22 – Material utilizado durante a montagem: a) Chave quadrada de portas; b) Conjunto de chaves.	54
Figura 4.23 – Barramento de alimentação do armário elétrico da carruagem	54
Figura 4.24 – Ligação do micro interruptor da porta à UCP.....	55
Figura 4.25 – Ligação do pressóstato e da eletroválvula à UCP.....	56
Figura 4.26 – Ligação ao comutador de serviço concluído.....	56
Figura 4.27 – LED Indicador de libertação e fecho de porta: a) permissão de abertura; b) porta bloqueada	57
Figura 4.28 – Sinalizador exterior do estado da porta: a) Indicação de porta aberta; b) Indicação de porta em emergência	57
Figura 4.29 – Descrição resumida dos documentos de inspeção previstos pela norma EN 10204:2004 (apta, 2004)	59
Figura 4.30 – Tomadas IRS 50558 Era-Invitécnica: a) tomada macho; b) tomada fêmea.....	60
Figura 4.31 – Teste dos seletores de comando de libertação e fecho de portas.....	62
Figura 4.32 – Circuito de controlo das entradas da UCP.....	63

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

Figura 4.33 – Fotoacoplador da UCP (TLP521-4): a) Circuito equivalente; b) Curva característica da corrente (I_F) em função da tensão (V_F) no fotodíodo (ISCOCOM Components, 2022)	64
Figura 4.34 – Reprojeto da UCP com as resistências implementadas	65
Figura 4.35 – Técnicos envolvidos na marcha de ensaios nº 92207 para o teste de interoperabilidade	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Valores da empresa (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2020)	9
Tabela 2.2 - Frota de material circulante da CP (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2022).....	11
Tabela 2.3 - Frota de material circulante da CP (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2022).....	12
Tabela 3.1 – Dimensões das unidades motoras e material rebocado em metros (CP - Comboios de Portugal, E.P.E.).....	18
Tabela 3.3 – Características das baterias equipadas nas unidades (Medway - Transporte & Logística) (CP - Comboios de Portugal, E.P.E.)	23
Tabela 3.4 – Distâncias de ligação ao módulo (M1)	24
Tabela 3.5 – Classificação dos índices de proteção IP (IEC - International Electrotechnical Commission, 2022)	27
Tabela 3.6 – Orçamento para a série LD 1400	28
Tabela 3.7 – Orçamento para as séries UDD 9630/450	28
Tabela 4.1 – Funções suportadas pelo cabo IRS 50558 (International Railway Solutions, 1ª edição 2017).....	34
Tabela 4.2 – Linhas de Ethernet (International Railway Solutions, 1ª edição 2017)	35
Tabela 4.3 – Comando seletivo de portas (International Railway Solutions, 1ª edição 2017).....	35
Tabela 4.4 – Disposição dos pinos em função das linhas de comboio	60
Tabela 4.5 – Disposição dos pinos em função das linhas de comunicação	61
Tabela 4.6 – Registo de ensaios no modo atual de funcionamento	65
Tabela 4.7 – Registo de ensaios no modo futuro de funcionamento	66

LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

AC	Corrente alternada
AP	Alfa pendular
CG	Conduta Geral
Convel	Sistema de Controlo de Velocidade de Comboios
CP	Comboios de Portugal, E.P.E.
CPA	Comboio de pendulação ativa
DC	Corrente contínua
EMEF	Empresa de Manutenção de Equipamento Ferroviário, S.A.
EN	Norma Europeia
E.P.	Entidade Pública
E.P.E.	Entidade Pública de Empresarial
GTN	Gabinete Técnico do Norte
IC	Intercidades
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IMT	Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.
IN	Internacional
INTF	Instituto Nacional de Transporte Ferroviário
IP	Infraestruturas de Portugal, S.A.
IR	Inter-regional
IRS	International Railway Solutions
ISC	Interoperabilidade dos Sistemas de Comunicação
ISO	International Organization for Standardization
LCD	Liquid Crystal Display
LD	Locomotiva Diesel
LE	Locomotiva Elétrica
LED	Light Emitting Diode
MC	Manutenção Centro
ME	Manutenção e Engenharia
MG	Manutenção Guifões
ML	Manutenção Lisboa
MP	Manutenção Porto
MS	Manutenção Sul
ORV	Operador de Revisão e Venda
PK	Ponto de Quilometragem
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
PON	Parque Oficinal do Norte
QLD	Documento da Qualidade
R	Regional
SCR	Sistema de Câmaras Retrovisoras

SGA	Sistema de Gestão de Ativos
SGS	<i>Société Générale de Surveillance</i>
SSR	<i>Solid State Relay</i>
U	Urbano
UCP	Unidade de Controlo de Portas
UDD	Unidade Dupla Diesel
UME	Unidade Múltipla Elétrica
UQE	Unidade Quádrupla Elétrica
UTE	Unidade Tripla Elétrica

LISTA DE SÍMBOLOS

Alfabeto latino

A	Ampere
I	Corrente Elétrica
l	Comprimento do arco
m	Metro
P	Potência
p	Pressão
r	Raio
R	Resistência elétrica
U	Tensão
V	Volt
v	Velocidade
W	Watt

Alfabeto grego

α	Ângulo de operação
θ	Ângulo de curvatura
Ω	Ómega

1 INTRODUÇÃO

1.1 Breve Descrição

Este relatório surge no âmbito do estágio curricular do curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica lecionado pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, e decorreu na CP – Comboios de Portugal, E.P.E, no GTN, em Contumil.

A fase de integração consistiu no conhecimento das instalações e áreas de operação do parque, organograma da empresa e do respetivo pessoal, bem como na identificação das séries de material circulante detido pela CP e do seu estado de arte.

Ao longo do estágio foram elaborados projetos (acompanhados de propostas de aquisição, fichas técnicas, protocolos de execução), dos quais alguns foram posteriormente implementados no material circulante como protótipo, para realização de estudos de rentabilidade e fiabilidade, e possível aplicação em outras unidades.

1.2 Enquadramento

Numa vertente de modernização, a fim de melhorar as condições de desempenho operacional proporcionando maior segurança e comodidade ao Cliente, surge um conjunto de diretrizes que definem os processos sistemáticos no âmbito de um sistema de gestão de ativos. O sistema de gestão de ativos (SGA) adotado pela CP – Comboios de Portugal, E.P.E, é baseado na Norma ISO 55001:2014 e envolve diversas áreas: operação, manutenção e modernização dos ativos de forma eficaz ao longo do seu ciclo de vida, coexistindo com o equilíbrio entre custos, desempenho e riscos associados ao material circulante (SGS - Société Générale de Surveillance, 2020).

Os Gabinetes Técnicos do Norte, Centro e Sul, representam uma primeira linha de engenharia na gestão técnica de série, com o objetivo de promover a melhoria contínua do material circulante numa proximidade prática que permita a resolu o dos problemas quotidianos. O Gabinete Técnico assenta numa intera o e articula o direta com as unidades oficinais (apoio   produ o), através dos respetivos Gestores Operacionais de Série (GOS), Repara o de rot veis (RR), Engenharia de Manuten o (MEME), a Engenharia de Sistemas (SEME), assim como as restantes áreas da Manuten o e Engenharia (ME), na qual agrega toda a informa o relativa às séries de material circulante (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2020).

1.3 Motivação e Objetivos

A principal motivação do estágio foi a ligação entre os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso de Licenciatura e Mestrado em Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e a sua aplicação no terreno, mais concretamente no material circulante da CP.

Este estágio teve como objetivo o estudo para implementação dos projetos “Implementação de câmaras retrovisoras nos comboios” e “Modificação do sistema de controlo de portas”, embora tenham sido realizados outros trabalhos durante o período de estágio tais como: ensaios e recolha de dados do ar condicionado instalado na cabine da série LD 1400, teste de sensores de velocidade e fichas de registo. Para além da montagem dos equipamentos, foram realizados ensaios estáticos e dinâmicos para assegurar o bom funcionamento e deteção de possíveis falhas, e elaborada a respetiva documentação técnica.

1.4 Estrutura do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em cinco capítulos:

- No primeiro capítulo é feita uma breve descrição do estágio realizado, seguida de um enquadramento teórico, e enumerados os principais objetivos a atingir.
- No segundo capítulo é abordada a história e caracterizada a empresa CP nas suas diversas áreas de operação e estrutura interna, bem como uma descrição relativa ao GTN, mencionando as suas funções e principais atividades desempenhadas. É ainda apresentado e classificado o material circulante detido atualmente.
- O terceiro capítulo corresponde ao primeiro projeto desenvolvido, “Implementação de câmaras retrovisoras”, começando pela introdução e identificação dos problemas. Posteriormente é feito o planeamento do sistema tendo em conta as normas ferroviárias em vigor, descrição do funcionamento do sistema de câmaras, pesquisa de mercado para aquisição de material e retiradas as respetivas conclusões e perspetivas futuras.
- O quarto capítulo diz respeito ao segundo projeto executado, “Modificação do sistema de controlo de portas”, começando pela introdução e funcionamento do sistema de portas atual. Depois é apresentada uma proposta de alteração e procedido ao estudo para a sua implementação. A fase seguinte remete a vertente prática do projeto, na qual foram desenvolvidos esquemas elétricos, efetuada a modificação da unidade motora LE 2612 e da carruagem Sorefame modernizada n.º2097030, produzida uma Unidade de Controlo de Portas (UCP) e testada no terreno, aquisição e controlo de qualidade dos materiais e por último, executados ensaios estáticos e dinâmicos com o intuito de procurar e resolver potenciais falhas. Neste capítulo são ainda apresentados os objetivos alcançados e perspetivas futuras do projeto realizado.

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

- No quinto capítulo é feita a conclusão relativa ao estágio realizado e dada uma perspetiva futura dos projetos desenvolvidos.

2 APRESENTAÇÃO E CARATERIZAÇÃO DA ENTIDADE E LOCAL DE ESTÁGIO

A CP é uma empresa pública portuguesa de transporte ferroviário, detida a 100% pelo Estado. Fundada a 11 de maio de 1860, a CP é uma das maiores e mais representativa empresa a operar em Portugal. A empresa presta serviços a nível nacional e internacional, contribuindo para o desenvolvimento económico e coesão social do país, através de um bom desempenho da sua atividade comercial. Os mais de 145 milhões de passageiros transportados em 2019, demonstram os 160 anos de experiência e a atual liderança no setor do transporte ferroviário de passageiros.

2.1 A História de mais de 160 anos

Desde a inauguração do primeiro troço de caminho de ferro português entre Lisboa e o Carregado, em 28 de outubro de 1856, embarca a história da ferrovia portuguesa numa viagem centenária com destino à atualidade.

Considerado como um meio poderoso da civilização e uma valiosa arma de defesa do país, os caminhos de ferro tornam-se um alicerce do desenvolvimento económico e expansão territorial do século XX (Esteves, 1938).

Em 20 de junho de 1860, a CP – Comboios de Portugal, E.P.E. torna-se herdeira da Companhia Real dos Caminhos de Ferro Portugueses, uma das companhias com exploração da ferrovia em diferentes pontos do país em “bitola ibérica” ou via larga (1668 mm) (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2021).

Após a implantação da república a designação social da empresa é alterada para Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses. Anos mais tarde, em 1914, após o início da primeira guerra mundial surge uma grande revolução industrial que obriga à redução dos serviços fornecidos pela empresa devido ao aumento dos preços do carvão, optando pela combustão de lenha. As barreiras à exploração dos caminhos de ferro permanecem durante vários anos, inclusivamente o encerramento das oficinas do Entroncamento que colocou a empresa numa posição desastrosa (Wikipédia, 2022).

Em 1927, a Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses ganha o concurso para arrendar a exploração das ligações ferroviárias detidas pelo governo português (redes do Minho, Douro, Sul e Sueste), alargando os serviços prestados. Na década de 1930 o setor ferroviário sofre uma quebra acentuada devido ao crescimento do transporte rodoviário reforçado pela produção em massa de automóveis com motor diesel.

As consequências agravam-se em 1940, com o início da segunda guerra mundial o cenário de escassez de recursos repete-se, o que conduziu a uma situação financeira

difícil das companhias existentes. Em virtude deste panorama, em 1947, é publicada a Lei 2008: Lei da Coordenação dos Transportes Terrestres, que acabou na fusão das várias companhias numa única empresa de exploração a nível nacional (exceto a linha de cascais, integrada em 1976). Mais tarde, em 1951, é assinado o contrato de Concessão Única entre a CP – Comboios de Portugal, E.P.E. e o Estado, que implicou a extinção da Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses da Beira Alta, da Companhia Nacional dos Caminhos de Ferro, da Companhia dos Caminhos de Ferro do Norte de Portugal e da Companhia dos Caminhos de Ferro do Vale do Vouga (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2021).

Com o objetivo objetivo modernizar os serviços realizados pela antiga Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses juntamente com a progressão dos avanços tecnológicos, o investimento no transporte ferroviário introduziu, em 1953, o serviço rápido do comboio “Foguete” entre Lisboa e o Porto. O comboio “Foguete” formado por três unidades automotoras diesel da série FIAT 0500 (Figura 2.1) era capaz de atingir uma velocidade máxima de 120km/h e garantiam um nível de luxo e conforto elevados para a altura. Entretanto, após a eletrificação completa da linha do Norte, as automotoras acabam por perder relevância sendo substituídas pelas locomotivas elétricas da série CP 2500 que oferecia uma maior capacidade de resposta aos passageiros (CP- Comboios de Portugal, E.P.E., 2022).



Figura 2.1 – Travessia da ponte de D. Maria Pia pelo Comboio “Foguete” (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2022)

Com a revolução de 25 de abril de 1974, a Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses sofre uma reestruturação completa do setor e altera a sua denominação social para Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses, E.P., detida a 100% pelo Estado. Reestruturação que introduziu os serviços atualmente designados por “Alfa” e “Intercidades” composto pelas locomotivas elétricas da série 2600 e assegurado pelas carruagens Corail, classificadas como sendo “topo de gama”.

Em 1991, segundo a Diretiva Comunitária 91/440 foi delineado pelo governo um novo modelo de organização da estrutura de gestão dos caminhos de ferro, sendo separada em três entidades: operadores de transporte, CP – Comboios de Portugal, E.P.E., gestor da infraestrutura, REFER, E.P.E. integrada atualmente na Infraestruturas de Portugal, S.A. (IP), e organismo regulador, Instituto Nacional de

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

Transporte Ferroviário (INTF) competência do Instituto da mobilidade e dos transportes, I.P. (IMT) (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2021).

A década de 90 fica marcada pela era de investimentos no setor ferroviário, desde a aquisição das locomotivas da série LE 5600 “Intercidades” e das automotoras da série CPA 4000 “Alfa Pendular” com velocidades comerciais de 220km/h para o serviço de longo curso, entrada do Sistema de Controlo de Velocidade de Comboios (Convel) e sistemas de sinalização automática e de telecomunicação, bem como a eletrificação e modernização de diversos ramais (Pego, Figueira da Foz, Leixões e Beira Alta).

A partir de 2009, a empresa transforma-se numa entidade pública empresarial de estado passando a designar-se por CP – Comboios de Portugal, E.P.E. Anos mais tarde, através da liberalização do mercado e devido à crise financeira que atravessava, a CP Carga, S.A. é privatizada e entregue à atual MEDWAY, S.A. (transporte de mercadorias).

Após vários anos de desinvestimento na ferrovia, o ano de 2020 é marcado pela pandemia COVID-19 que provoca uma redução drástica da procura pelos serviços e consequentemente a retração do PIB. Apesar de um ano atípico, a perseverança e resiliência da empresa prossegue com a incorporação da Empresa de Manutenção de Equipamento Ferroviário, S.A. (EMEF) reforçando a capacidade operacional e funcional do transporte de passageiros, bem como a reabertura das oficinas de Guifões e da Figueira da Foz (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2020).

Atualmente a CP – Comboios de Portugal, E.P.E., assegura os seus cargos e promove a melhoria contínua dos serviços representando cerca de 86% do transporte passageiros de norte a sul de Portugal (Autoridade da Mobilidade e dos Transportes, 2021)

A CP incorpora um conjunto de empresas subsidiárias e associadas, na área da manutenção do material circulante (SIMEF), formação (FERNAVE), cuidados de saúde (ECOSAÚDE), mediação de seguros (SAROS) e ainda outras participações (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2020).

A CP engloba também diversas valências na área da Manutenção e Engenharia (ME), onde se desenvolvem melhorias e se procuram soluções em atividades, de fabrico (produção nacional), reabilitação e acondicionamento (modernização e recuperação de material circulante obsoleto), grande reparação (conferir uma nova vida ao material circulante), manutenção de equipamentos e veículos ferroviários (manutenção preventiva e/ou corretiva) e ainda o estudo de instalações oficiais para manutenção. A ME é também responsável pela execução de manobras, assim como pela revisão e limpeza do próprio material circulante (CP - Comboios de Portugal, E.P.E.), e encontra-se desdobrada em nove parques oficiais de dimensões e atribuições específicas para cada série de material circulante, conforme representado na Figura 2.2.

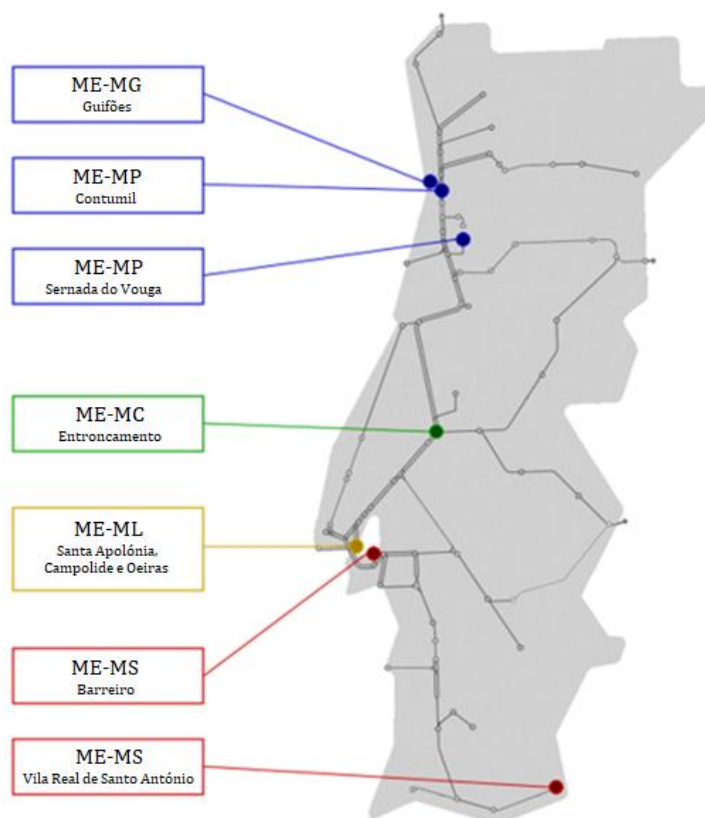


Figura 2.2 – Localização dos parques oficiais da CP (IP - Infraestruturas de Portugal, S.A., 2022)

2.2 Estrutura Organizacional

A estrutura da CP é representada de acordo com o organograma da Figura 2.3



Figura 2.3 – Organograma da CP (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2020)

2.3 Missão, Visão e Valores

A CP – Comboios de Portugal, E.P.E, valoriza os seus princípios intrínsecos e define como elementos fundamentais a cultura, comportamento e atitude, que consolida e coloca todas as equipas a colaborar no mesmo sentido.

❖ Missão

“Ligar pessoas e comunidades, de forma sustentada e alicerçada no modo ferroviário”.

❖ Visão

“A CP como líder nacional de mobilidade integrada – simples, pessoal e sustentável”.

❖ Valores

A Tabela 2.1 resume os pontos chave que a asseguram o bom funcionamento da empresa e a sua valorização.

Tabela 2.1 – Valores da empresa (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2020)

Cliente	Segurança – prestar o serviço ao Cliente com segurança.
	Ambiente – contribuir para a preservação do ambiente.
	Confiança – garantir a qualidade do serviço e a satisfação dos Clientes.
Equipa	Compromisso – trabalhar em equipa, com competência e partilha do conhecimento.
	Ética – atuar com responsabilidade, norteando-nos pela integridade, honestidade e respeito por todos.
	Resiliência – capacidade de adaptação à mudança e de encontrar soluções para as adversidades e desafios, superando-os mais fortalecidos.
Futuro	Inovação - inovar para garantir a competitividade da Empresa, a qualidade dos serviços e a satisfação do Cliente.
	Sustentabilidade – estar empenhados em obter a sustentabilidade económica, ambiental e social.
	Liderança na mobilidade – ir mais longe, para moldar o futuro da mobilidade nacional, aumentando a coesão territorial.

2.4 Local de realização do estágio - Gabinete Técnico do Norte

O GTN tem como função oferecer suporte técnico às respetivas séries de material circulante em serviço, de forma a garantir os objetivos de fiabilidade e de disponibilidade, dinamizar as ações de melhoria necessárias otimizando os custos de posse ao longo de todo ciclo de vida das unidades. As principais atividades desempenhadas pelo GTN são as seguintes (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2021):

- ❖ Registo de ocorrências e análise de incidentes, com vista à identificação das causas e ações corretivas concernentes;
- ❖ Acompanhamento do processo de reparação de veículos e/ou órgãos em articulação com a produção, nos requisitos normativos receções qualitativas de material, pesquisas de mercado, ensaios e emissão de relatórios de qualidade;
- ❖ Estudos e projetos para aplicações novas ou modificações em conjunto com diversas entidades na área da ME (Definição de equipamentos, estudos técnicos, análises económico-financeira, e problemas de obsolescência);
- ❖ Documentação de apoio à produção (desenvolvimento de esquemas, fichas de registo, instruções de trabalho, relatórios de implementação);
- ❖ Apoio à produção em ensaios estáticos e dinâmicos (Elaboração dos respetivos cadernos de ensaio);
- ❖ Colaborar/participar em comissões de inquéritos (apuramento das causas e responsabilidades) (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2021).









2.5 Classificação do Material Circulante

É necessário ter em vista algumas noções quanto ao termo “material circulante”. O material circulante, refere-se a toda a frota de veículos que operam na ferrovia nomeadamente locomotivas, automotoras e material rebocado, entre outros tipos de composições especiais. O material circulante detido pela CP é reconhecido pelo transporte de passageiros, embora haja outras entidades com exploração no transporte de mercadorias.

Cada série de material circulante é diferenciada pelo tipo de serviço prestado, tendo em conta as características relativas, tais como: Suburbano (U), Regional (R), Inter-regional (IR), Intercidades (IC), Alfa Pendular (AP) e Internacional (IN). A Tabela 2.2 e Tabela 2.3 mostram como é classificado o material circulante português.





Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

Tabela 2.2 - Frota de material circulante da CP (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2022)

Série	Ano de entrada	Tração	V _{máx} (km/h)	Serviço	
	Allan 350	2000	Diesel-Elétrica	100	R/IR
	UDD 450	1999	Diesel-Hidráulica	120	R/IR/IC
	LD 1400	1967 a 1969	Diesel-Elétrica	105	IR
	UTE 2240	2003	Elétrica (25kV/50Hz motores trifásicos assíncronos)	120	U/R/IR/IC
	UQE 2300 / UQE 2400	1992	Elétrica (25kV/50Hz motores trifásicos assíncronos)	120	U
	LE 2600 / LE 2620	1974 a 1987	Elétrica (25kV/50Hz motores DC ¹)	160	IR/IC
	UME 3400	2002	Elétrica (25kV/50Hz motores trifásicos assíncronos)	140	U
	UQE 3500	1999	Elétrica (25kV/50Hz motores trifásicos assíncronos)	140	U

¹ A alimentação dos motores de corrente contínua é feita através da eletrónica de potência, uma vez que a tensão captada pelo pantógrafo é em corrente alternada.

Tabela 2.3 - Frota de material circulante da CP (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2022)

Série	Ano de entrada	Tração	V _{máx} (km/h)	Serviço	
	CPA 4000	1999	Elétrica (25kV/50Hz motores trifásicos assíncronos)	220	AP
	LE 5600	1993	Elétrica (25kV/50Hz motores trifásicos assíncronos)	220	IC
	UDD 9630	1991	Diesel-Elétrica	90	R/IR
	UTE 3150 / UQE 3250	1998	Elétrica (1500VDC motores DC)	90	U

3 PROJETOS DESENVOLVIDOS I - IMPLEMENTAÇÃO DE CÂMARAS RETROVISORAS

3.1 Caraterização e identificação do problema

O sistema de espelhos retrovisores das locomotivas e automotoras fazem parte do grupo de equipamentos auxiliares, localizados junto das janelas laterais da cabina de condução. Cada série de material circulante possui um sistema de espelhos retrovisores que podem funcionar de forma tradicional, retrovisores de ajuste manual particularmente utilizado nas unidades motoras mais antigas, ou de acionamento eletropneumático com retrovisores reguláveis e rebatíveis controlados através do comando do maquinista na cabina de condução. Neste caso o sistema é dotado de um perfil aerodinâmico para redução da resistência e do ruído, e ainda uma resistência elétrica de aquecimento para o desembaciamento do espelho (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2019).

A maioria do material circulante detido pela CP, possui espelhos retrovisores em cada uma das extremidades laterais, que por vezes não oferecem boa visibilidade e perceção espacial ao maquinista, nas operações de embarque/desembarque de passageiros e aquando da realização de manobras na ferrovia.

Na vertente de melhorar as condições de visibilidade do maquinista, bem como, reduzir as perdas térmicas por abertura das janelas relativamente à fase de embarque/desembarque de passageiros, foram identificados alguns problemas que colocam entraves neste contexto. As séries em causa são as seguintes:

❖ LD 1400

A série LD 1400 (Figura 3.1) realiza o atual serviço IR na linha do Douro, entre Porto-Campanhã e Pocinho, após recuperação e reabilitação das carruagens Schindler no parque oficial de Guifões, em 2020 (Nunes, 2020). A inexistência de qualquer tipo de equipamento retrovisor juntamente com comprimento do nariz da locomotiva, dificulta a visibilidade do maquinista nas plataformas e obriga o acompanhamento do maquinista pelo condutor para leitura de sinais na lateral direita da via.



Figura 3.1 – Comboio do MiraDouro (LD 1400 e quatro carruagens Schindler) (Pedro Mêda, 2021)

❖ UDD 9630

A série UDD 9630 (Figura 3.2) realiza o serviço R entre Aveiro e Espinho-Vouga, no corredor complementar do ramal de Aveiro-Vouga em bitola métrica (1000mm). Os retrovisores tradicionais são pequenos, que retiram pouco partido das funções requeridas num traçado maioritariamente constituído por curvas.



Figura 3.2 – UDD 9632 no Parque Oficial de Guifões (TrainManiac, 2020)

❖ UDD 450

A série UDD 450 (Figura 3.3) realiza o serviço R na linha do Algarve, entre Lagos e Vila Real de Santo António, e o IR na linha do Oeste entre Lisboa Santa Apolónia e Figueira da Foz. A automotora possui câmaras retrovisoras no âmbito do projeto “Retrocam” iniciado em 2009, embora se encontrem num estado de obsolescência e fora de operação.



Figura 3.3 – UDD 453 no apeadeiro de Ferragudo (André, 2020)

Uma solução viável consiste na implementação de um sistema de câmaras retrovisoras nas extremidades laterais do veículo, a aplicar como protótipo em cada uma das unidades referidas. A captação de imagem será acessível ao maquinista por meio de um monitor LCD, localizado no interior da cabina de condução. Desta forma proporcionará um maior campo de visão, mesmo em áreas de fraca visibilidade, evitando situações perigosas e assegurando a proteção dos passageiros. Apesar do alvo deste projeto piloto ser direcionado apenas para as séries mencionadas, futuramente poderá existir a possibilidade de cobrir todo o material circulante.

3.2 Planeamento do sistema

Após a identificação do problema, procedeu-se a um estudo sistemático, na qual se efetuou uma especificação técnica (Anexo 1) relativa às condições de operação e funcionamento do sistema em ambas as unidades. Simultaneamente, foi elaborada de uma proposta para aquisição de material, seguida de uma vasta pesquisa de empresas fornecedoras para posterior seleção tendo em conta as normas ferroviárias e a relação preço/qualidade.

3.2.1 Componentes do sistema

Inicialmente, foi feita uma análise da localização mais adequada para implementação dos componentes necessários ao sistema de câmaras retrovisoras:

- ❖ Câmaras retrovisoras;
- ❖ Display LCD;
- ❖ Módulos de processamento analógico/digital;
- ❖ Cablagem.

Uma vez que as LD 1400 se encontram atribuídas à ME – Manutenção Porto (MP), facilitou o levantamento de dados relativos às dimensões interiores e exteriores de cada veículo. No caso das UDD 9630 e das UDD 450 implicou uma deslocação ao parque oficial de Guifões, a duas unidades que se encontravam prontas para a realização de ensaios de linha e outra para reparação.

Para a LD 1400 projetou-se um sistema de quatro câmaras, duas em cada uma das extremidades laterais da cabina de condução utilizadas como retrovisoras para as plataformas com vista ao embarque/desembarque de passageiros em ambos os sentidos. A LD 1400 é composta por duas mesas de comando na qual se prevê a montagem de dois monitores dependentes do sentido da marcha. Dado que o espaço livre é reduzido, devido à saturação de equipamentos ter-se-á que recorrer a modificações/remoção da caixa do livro horário (documento antigo em papel utilizado pelos maquinistas, para consulta e registo das horas de partida, atualmente substituído em formato digital) ou fixar um braço de suporte na coluna central da cabina.

A Figura 3.4a e Figura 3.4b mostram os possíveis locais de instalação dos equipamentos constituintes do sistema de câmaras na LD 1400.



Figura 3.4 – Perspetiva da LD 1400: a) localização exterior das câmaras; b) localização interior dos displays LCD

As UDD 9630, sendo uma automotora terá duas câmaras distribuídas em ambas as extremidades das duas cabinas, que eventualmente podem comunicar entre si dependendo das condições de operação. O comando múltiplo entre unidades foi projetado para uma composição de duas unidades, na qual as câmaras retrovisoras devem ter capacidade suficiente para visualizar na íntegra. Nesta série existe uma maior facilidade na gestão do espaço disponível, pelo que se antecipou a instalação de um monitor LCD junto ao velocímetro na lateral esquerda da cabina de condução. A Figura 3.5a e Figura 3.5b mostram os possíveis locais de instalação dos equipamentos constituintes do sistema de câmaras na UDD 9630.

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.



a)



b)

Figura 3.5 – Perspetiva da UDD 9630: a) localização exterior das câmaras; b) localização interior do display LCD

No caso das UDD 450, o sistema de câmaras já se encontra montado e definido, simplesmente se procederá à substituição integral dos equipamentos e a quaisquer furações necessárias a adaptar. A Figura 3.6a e Figura 3.6b mostram o interior da cabina de condução de uma unidade em reparação e a câmara retrovisora existente, respetivamente.



a)



b)

Figura 3.6 – Perspetiva da UDD 450: a) interior da cabina de condução; b) localização da câmara exterior existente

Contudo, poderão existir casos excecionais que afetem o serviço de passageiros e comprometam a receção habitual, tais como: trabalhos na infraestrutura, imobilizações na via, gestão de tráfego em situação degradada ou manobras com a unidade motora à cauda. Nestas circunstâncias, caso haja circulação do comboio em contra via, as operações embarque/desembarque de passageiros poderão ser feitas

do lado direito, para tal o maquinista poderá alternar a disposição de imagem das câmaras no LCD consoante as suas necessidades (IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P., 2020).

Durante a fase de planeamento, surgiu ainda a hipótese de colocar duas câmaras adicionais uma câmara na frente e outra na cauda para identificação de sinais e auxílio à realização de manobras na via. Desta forma proporciona um campo de visão mais amplo, evitando qualquer obstáculo que de alguma forma possa obstruir a visão do maquinista. Além disso, porventura, dispensar o condutor de apoio à marcha reduzindo os custos operacionais.

3.2.2 Área de operação das câmaras

A respeito das zonas de funcionamento pretendidas, foram retiradas as dimensões das seguintes unidades, que se encontram registadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Dimensões das unidades motoras e material rebocado em metros (CP - Comboios de Portugal, E.P.E.)

Série	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
LD 1400	12,72	3,00	4,36
Corail	26,40	2,83	4,05
UDD 9630	38,56	2,60	3,76
UDD 450	51,96	2,97	4,39

A carruagem Corail foi utilizada meramente como referência dimensional, apesar de na prática o material rebocado consistir em carruagens Schindler e Sorefame. As medições retiradas consideram o comprimento total das unidades incluindo o espaçamento entre os tampões de choque, para obtenção de resultados mais precisos.

A Figura 3.7 representa a configuração da área exterior abrangida pelas câmaras na LD 1400 e na UDD 9630, integradas com uma câmara lateral de plataforma com dupla lente de modo a cobrir a zona morta de visão e uma câmara na frente para identificação da sinalização e auxílio de manobras, respetivamente.

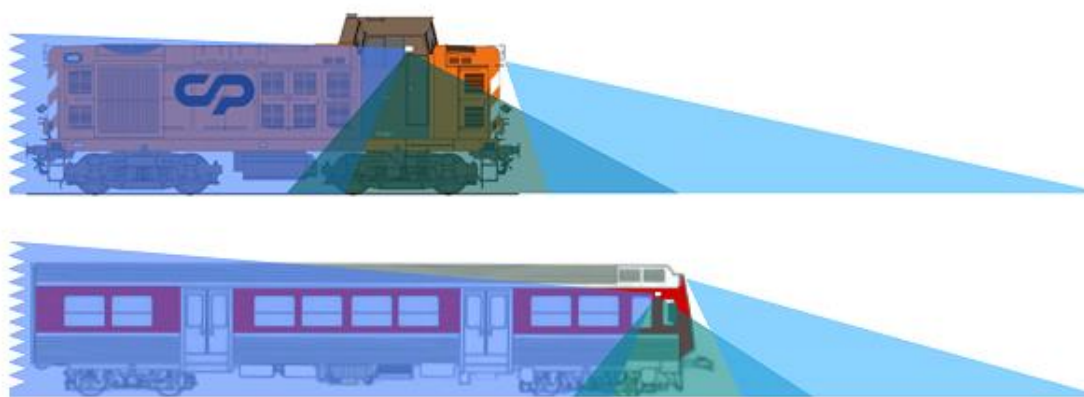


Figura 3.7 – Área exterior operacional das câmaras

Geralmente, a composição que realiza o serviço IR na linha do Douro é composta por uma unidade motora LD 1400 e cinco carruagens rebocadas (Schindler/Sorefame), portanto o comprimento total do conjunto será aproximadamente 145m. Consequentemente, as câmaras a selecionar, devem estabelecer os parâmetros dimensionais mínimos requeridos para o tipo de aplicação.

As automotoras UDD 9630 e UDD 450 são unidades indeformáveis compostas por um veículo “motor” e um veículo “reboque”, comportando duas cabinas de condução de forma que o sentido marcha seja sempre efetuado do lado esquerdo. Cada 9630 e 450 apresentam um comprimento total de aproximadamente 40m e 52m, respetivamente, embora possam funcionar em regime de unidades múltiplas de três unidades. Na linha do Vouga, somente em caso de socorro é permitido o engate de três unidades (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2013).

3.2.3 Caraterísticas de operação

Foi realizada uma análise a respeito das condições de operação em cada uma das regiões, com o objetivo de determinar os fatores externos que comprometem o funcionamento do sistema de câmaras. É importante avaliar estes fatores, para salvaguardar uma boa visibilidade e garantir a segurança de todos os ocupantes.

Por conseqüente foram identificados alguns problemas, relativamente ao perfil curvo das plataformas entre outros fatores meteorológicos adversos.

Devido à escassez de informação fornecida por parte da IP, não foi possível retirar caraterísticas técnicas da linha do Vouga, o que dificultou o estudo do traçado para a série 9630. Para tal levou-se a cabo, apenas o estudo na linha do Douro.

A Linha do Douro é um corredor complementar de via larga (1668mm), entre Ermesinde e o Pocinho, que se desenvolve ao longo de 160km. A linha do Douro é particularmente caraterizada pelo seu perfil longitudinal montanhoso, apresentando algumas dificuldades orográficas como rampas com inclinações superiores a 15‰ e um traçado em planta que se estende 58% em curva e 42% em reta (IP - Infraestruturas de Portugal, S.A., 2016).

A **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** mostra a extensão de traçado e m curva no troço Ermesinde-Pocinho. É de salientar que o raio das curvas é reduzido o que verifica a irregularidade da linha.

Tabela 3.2 - Características do traçado em planta no troço Ermesinde-Pocinho (IP - Infraestruturas de Portugal, S.A., 2016)

Raio (m)	Extensão (m)	% total
Reta	68373	42%
Curva	96047	58%
<300	6314	4%
>=300 e <400	25923	16%
>=400 e <500	19933	12%
>=500 e <600	13578	8%
>=600 e <700	7908	5%
>=700 e <800	6578	4%
>=800	15813	10%

Devido ao relevo da região, surgem alguns obstáculos face à captação de imagem. Dado que o terreno é predominantemente curvo existem estações onde a gare apresenta uma determinada curvatura.

Foi efetuada uma análise do pior cenário possível, onde o raio de curvatura é inferior a 300m. Na Figura 3.8 é possível observar a LD 1400 inscrita numa curva em geometria plana.

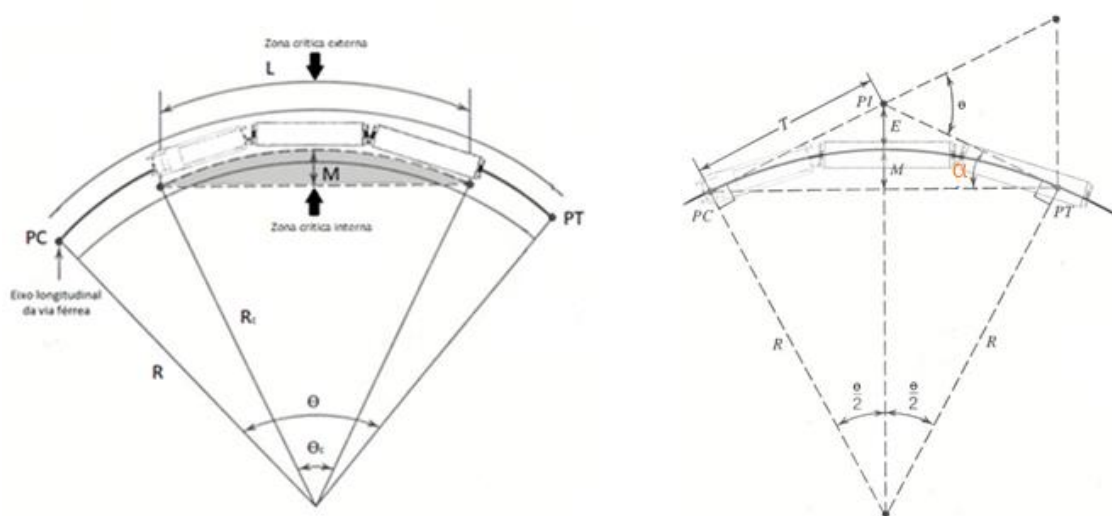


Figura 3.8 – LD 1400 inscrita em geometria plana curva (Whitford, 2005)

Uma simples curva é descrita por um raio (r) e um determinado ângulo ao centro (θ) formado através de dois pontos: ponto inicial de curvatura (PC) até ao ponto de tangência (PT) onde termina a curva. A distância entre esses dois pontos corresponde ao comprimento do arco (L), que sofre uma deflexão angular ao longo da sua extensão.

De acordo com os parâmetros que descrevem uma curva, considerou-se um raio $r = 250\text{m}$, e o comprimento do arco equivalente ao comprimento total da

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

composição LD 1400 + 5 Corail $\approx 145\text{m}$, logo, existirá um ângulo morto resultante da zona crítica interna.

A equação (3.1) representada, permite efetuar o cálculo do ângulo crítico (θ_c):

$$L = \frac{r \times \theta_c \times \pi}{180^\circ} \quad (3.1)$$

Substituindo pelos valores,

$$145 = \frac{250 \times \theta_c \times \pi}{180^\circ}$$

$$\theta_c \approx 33,23^\circ$$

Ao traçar duas tangentes externas, obtém-se o ponto de interseção (PI), cujo ângulo formado (a) corresponde ao ângulo mínimo que a câmara deverá possuir. Através da semelhança de triângulos conclui-se que a e $\theta/2$ são congruentes, logo para que a câmara consiga captar toda a composição será necessário $\alpha > 16,62^\circ$.

Uma boa exemplificação do contexto é o caso da estação de Vila Meã, representada na Figura 3.9, onde é possível observar que a operação de embarque/desembarque dos passageiros é feita em curva, que naturalmente não oferece grande visibilidade ao maquinista.



Figura 3.9 – Vista sul da estação de Vila Meã (Santos, 2015)

Porém, deve considerar-se que nem todas as plataformas curvas apresentam um perfil longitudinal convexo, isto é, por vezes haverá incapacidade visual em função da zona crítica externa (o que já acontece com os retrovisores convencionais). Neste caso a operação é assegurada por parte do Operador de Revisão e Venda (ORV) sinalizando ao maquinista a possibilidade de prosseguir viagem.

Uma das questões pertinentes, diz respeito à distância mínima de captação de imagem das câmaras, que evidentemente afeta os parâmetros de segurança de

visibilidade da via. Esta distância, deve assegurar uma margem após a identificação do aspeto do próximo sinal. Caso haja indicação de perigo, o maquinista atuará o freio eletropneumático de serviço ou de emergência consoante as circunstâncias.

A Figura 3.10 mostra o ensaio de freio dinâmico realizado na automotora UDD 458, realizado na linha do Douro no sentido de Contumil, registado ao PK=20.

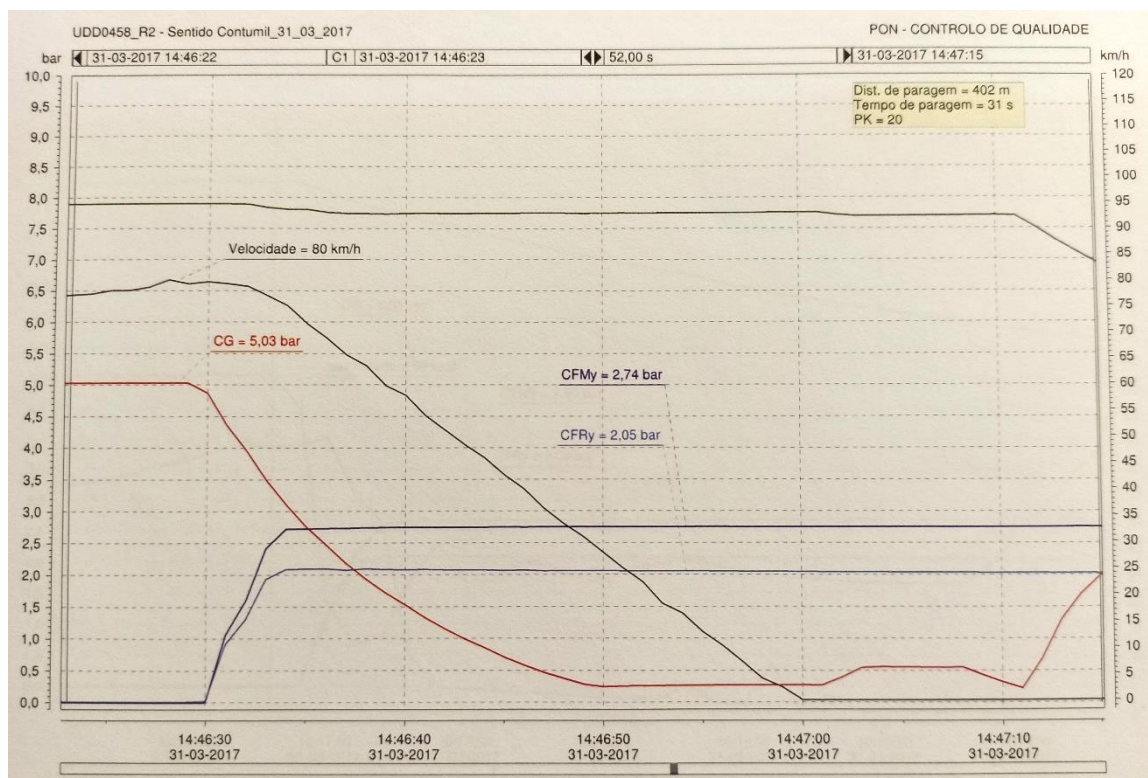


Figura 3.10 – Ensaio de freio dinâmico na automotora UDD 458 (EMEF, CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2017)

O ensaio foi realizado a uma velocidade de 80km/h, cujo freio de serviço fora aplicado numa rampa de declinação máxima de 15‰, de modo a obter o cenário mais adverso possível. Observa-se que desde o momento em que o maquinista aplicou o freio de serviço, a pressão da conduta geral (CG) reduziu progressivamente até $p=0,25$ bar, percorrendo uma distância de 402m num espaço de 31s, até efetuar uma paragem completa.

Portanto, calcula-se que as câmaras frontais tenham uma distância ideal de segurança para captação de objetos não inferior a 500m, a uma velocidade urbana (80km/h) devido à sinuosidade do traçado.

3.2.4 Condições meteorológicas

Relativamente às condições meteorológicas, de uma forma geral, a região do Douro verifica uma gama de variações de temperaturas mínimas de 2°C no inverno e 30°C de máxima no verão, os níveis de pluviosidade são relativamente baixos (59mm máximo) embora haja formação de nevoeiro regular. Pelo que um sistema de

aquecimento integrado nas câmaras potencia uma solução para o desembaciamento das lentes.

A região do Vouga é caracterizada pelo seu clima ameno com temperaturas máximas à volta dos 28°C no verão e mínima de 6°C no inverno. Os níveis de pluviosidade são superiores (142mm) e precipitação regular com possibilidade de formação de geada (meteoblue, 2022).

Em suma, o objetivo desta perspetiva meteorológica foi reconhecer as condições meteorológicas, uma vez que o sistema deve operar dentro dos padrões climáticos referidos, com a devida qualidade e fiabilidade.

3.3 Funcionamento do Sistema

Primeiramente, foi feita uma idealização do funcionamento do Sistema de câmaras retrovisoras (SCR), onde se discutiram vários aspetos e métodos de funcionamento do sistema para as duas séries.

Assim que o arranque da máquina é executado pelo maquinista, a ativação do sistema de câmaras retrovisoras ocorrerá automaticamente, através da ativação da cabina, seguida de um temporizador (15s/ajustável) e o regulador de carga existente, de modo a evitar potenciais picos de corrente, assegurando a proteção e bom funcionamento dos equipamentos.

A alimentação do SCR é feita pela bateria auxiliar, pelo que, permanecerá ligado independentemente da paragem do motor diesel, justamente para evitar que o sistema se desligue perante determinadas circunstâncias.

No entanto, averiguaram-se diferentes níveis de tensão utilizados pelas baterias, na locomotiva LD 1400 e nas automotoras UDD 9630 e UDD 450, no circuito de potência. A Tabela 3.2 mostra as especificações técnicas de cada uma das baterias equipadas.

Tabela 3.2 – Características das baterias equipadas nas unidades (Medway - Transporte & Logística) (CP - Comboios de Portugal, E.P.E.)

Série	LD 1400	UDD 9630	UDD 450
Tipo	Chumbo-Ácido	Níquel-Cádmio	Chumbo-Ácido
Intensidade de carga	---	100A	22,5...92A
Tensão	110V	24V	24V
Capacidade	120Ah	270Ah	58...86Ah

A locomotiva está equipada com uma bateria de chumbo-ácido e uma tensão de 110V aos terminais ao passo que as automotoras utilizam uma bateria de níquel-cádmio e chumbo-ácido com uma tensão à saída de 24V. Pelo que foi considerada a

hipótese de implementar um conversor DC/DC (110V/24V) auxiliar dependendo das características dos equipamentos selecionados.

A captação de imagem pelas câmaras é comunicada por meio de um cabo Ethernet, a uma entrada de vídeo no módulo de processamento de imagem, e posteriormente exibida num monitor LCD conectado à respetiva saída de vídeo. A disposição do LCD idealmente é feita em ecrã dividido para possibilitar visualização de ambas as câmaras laterais, permitindo a observação em redor do veículo.

O automatismo de comando e controlo é desenvolvido pelo laboratório de eletrónica da ME-MP e realizado de acordo com as necessidades operacionais de cada série. Este automatismo, futuramente poderá ser adaptado em todo o material circulante. A Figura 3.11 representa a configuração do esquema de ligação dos componentes do SCR.

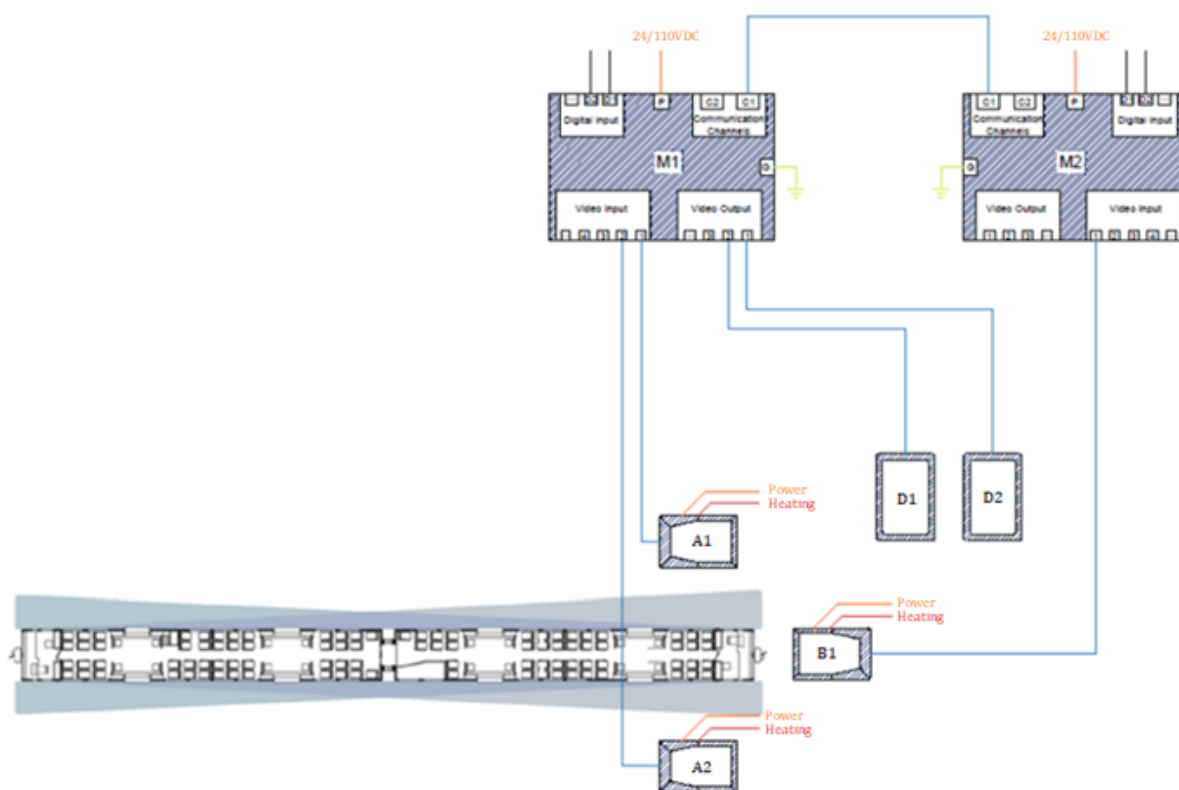


Figura 3.11 – Esquema de ligação do SCR

Para o comprimento da cablagem necessária a conectar ao módulo foram efetuadas medições no interior das cabinas em cada uma das séries e descrito na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Distâncias de ligação ao módulo (M1)

Distância	A1 – M1 (m)	A2 – M1 (m)	D1 – M1 (m)	D2 – M1 (m)
LD 1400	6,00	5,30	1,60	4,1
UDD 9630	3,55	4,95	5,25	5,25
UDD 450	2,65	4,40	1,60	1,60

Surgiu ainda a ideia de interoperabilidade entre os dois módulos de cada uma das cabinas das UDD 9630, embora se tenha constatado uma dificuldade de passagem de cablagem entre os dois veículos. O mesmo se verificou em unidades que circulem em comando múltiplo. Desta forma fica uniformizado com o sistema já existente nas UDD 450, que não realizam qualquer comunicação entre cabinas e engates.

O funcionamento do SCR é caracterizado em dois modos de operação:

- ❖ Modo automático, onde a alimentação do SCR é feita automaticamente após o arranque da máquina. Por defeito é selecionado o modo automático, que exhibe as imagens das câmaras laterais no LCD para velocidades inferiores a 10km/h. Para velocidades superiores a 10km/h, será comutado o sinal para “apenas exibir a câmara frontal”.

Este comando apenas será exequível, caso o módulo inclua suporte de entradas digitais, para posteriormente efetuar a leitura de informação binária proveniente do tacómetro (sensor que mede a velocidade de rotação) localizado na carcaça do motor de tração. O processamento de dados indicará o momento em que ocorre uma transição ascendente (0 para 1, se $v \leq 10\text{km/h}$), exibir câmaras laterais, ou descendente (1 para 0, se $v > 10\text{km/h}$), desligar o monitor e/ou exibir câmara frontal.

- ❖ Modo manual, na qual o maquinista, caso entender, poderá ligar ou desligar o sistema e para o efeito terá que pressionar no botão do SCR aplicado na mesa de condução ou incluído no próprio monitor. Ou seja, após o “desligar” automático do sistema ($v > 10\text{km/h}$), ao pressionar o botão durante 3s, a captação de imagem continuará a ser exibida no monitor sendo comutado para o modo manual. Neste modo, sempre que for oportuno, o maquinista poderá aceder a todas as câmaras pressionando o botão do SCR. Caso seja pressionado novamente, durante 3s, a comutação é feita para o modo automático.

No entanto, dependente do orçamento aprovado, o projeto pode sofrer alterações se não for possível a implementação das câmaras frontais. Para tal propôs-se apenas a utilização das câmaras laterais sem comutação para as câmaras opcionais.

3.4 Pesquisa de mercado

Posteriormente foi definida uma proposta técnica para aquisição de material por parte do GTN. A proposta foi estruturada com a descrição, objetivo do projeto e pretensões consideradas durante o seu desenvolvimento, bem como os requisitos de conformidade dos equipamentos com as normas ferroviárias em vigor. Particularmente a EN 50155: “Railway applications – Rolling stock – Electronic equipment”, aplicável a equipamentos eletrónicos utilizados no material circulante e destinada a classificar aos níveis íntegros de segurança (CENELEC, 2021).

A referida norma contempla padrões para proteção dos equipamentos ferroviários, entre diversas normas para classificação, desde:

- ❖ Resistência a choques e vibrações (EN 61373) – parâmetro fundamental, dado que as condições de operação do material circulante são bastante agressivas, pois envolve o ruído dos equipamentos motores e/ou de grande potência, a construção da própria unidade (carroçaria, suspensão do bogie, eixos e rolamentos, freio, entre outros componentes mecânicos relevantes) e ainda o estado da via.
- ❖ Compatibilidade eletromagnética (EN 50121-3-2)– requisito que assegura a produção de elevados níveis de ruído, que interfiram ou comprometam o funcionamento de outros equipamentos. No caso da infraestrutura ferroviária os sistemas eletrônicos tais como: telecomunicações, sinalização e Convel.
- ❖ Humidade (EN 50125-1) – Assegura ambientes onde determinados níveis de humidade possam deteriorar os equipamentos.
- ❖ Fornecimento de energia – Os valores padrão para a alimentação dos circuitos em corrente contínua (24V, 28V, 36V, 48V, 72V, 96V e 110V) devem cumprir um intervalo de tensão entre $0,7 \times U_n$ e $1,25 \times U_n$, sendo que o ripple de tensão gerado não deve ser superior a 5% da tensão nominal.
- ❖ Temperatura e isolamento – Os sistemas devem estar preparados para operar nas condições mencionadas pelo fabricante e adequadas para o tipo de aplicação com as devidas proteções térmicas (European Standards, 2017).

Relativamente à classificação do grau de proteção dos equipamentos contra a intrusão de poeira e líquidos, pela IEC (International Electrotechnical Commission), os índices de proteção são apresentados na Tabela 3.4.

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

Tabela 3.4 – Classificação dos índices de proteção IP (IEC - International Electrotechnical Commission, 2022)

1º Dígito	Proteção contra objetos sólidos	2º Dígito	Proteção contra líquidos
0	Sem proteção	0	Sem proteção
1	Objetos sólidos de 50mm ou superior	1	Queda de gotas verticais
2	Objetos sólidos de 12,5mm ou superior	2	Queda de gotas com inclinação até 15°
3	Objetos sólidos de 2,5mm ou superior	3	Pulverização de água com inclinação até 60°
4	Objetos sólidos de 1,0mm ou superior	4	Salpicos de água de qualquer direção
5	Proteção contra poeira	5	Projeção de jatos de água de qualquer direção
6	Totalmente protegido contra poeira	6	Projeção de fortes jatos de água de qualquer direção
---	---	7	Imersão temporária sob condições de pressão e tempo normalizadas
---	---	8	Imersão contínua sob condições acordadas entre o fabricante e o utilizador
---	---	9	Projeção de jatos de alta pressão e temperatura

Foi determinado um índice não inferior a IP65 para os invólucros das câmaras, dado que se encontram sujeitas a técnicas de limpeza regular. Já para os restantes equipamentos, uma vez que são dispostos dentro da cabina a exigência é bastante inferior, sendo apenas indispensável proteção contra poeira.

Nesta fase foi fundamental a certificação dos equipamentos em conformidade com as normas europeias, por questões de segurança, qualidade e fiabilidade, uma vez que a frota de material circulante da empresa é inspecionada pela entidade fiscalizadora da mobilidade e dos transportes.

3.5 Conclusão e perspetiva futura

Após os contactos entre diversas empresas, mediante as especificações técnicas do projeto a implementar, foram obtidas algumas propostas de orçamento cujo valores são apresentados na Tabela 3.5 e Tabela 3.6.

Tabela 3.5 – Orçamento para a série LD 1400

	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Quantidade	12	12	12
Valor protótipo	34.909,05€	27.129,75€	16.336,56€
Restantes unidades	14.809,06€	27.129,75€	16.336,56€
Total	197.808,71€	325.557,00€	196.038,72€

Tabela 3.6 – Orçamento para as séries UDD 9630/450²

	Empresa A	Empresa B	Empresa C
Quantidade	7/19	7/19	7/19
Valor protótipo	42.059,00€	37.798,24€	16.336,56€
Restantes unidades	24.237,32€	37.798,24€	16.336,56€
Total	665.813,68€	982.754,24€	424.750,56€

O facto de existir discrepância entre os orçamentos, é dado em função das características de cada sistema, tais como: o reconhecimento inteligente da sinalização, propriedades das câmaras e *software* incorporado nos monitores.

Devido à reprovação do orçamento de Estado, a empresa atravessou uma retenção nos investimentos avultados, o que comprometeu a fase de aprovação do projeto protótipo em tempo útil do estágio curricular. Não obstante, a aprovação futura do OE, permitirá prosseguir o planeamento já estruturado juntamente com as propostas pendentes. Apesar da não conclusão agradeço à CP – Comboios de Portugal, E.P.E. – pela oportunidade de realizar um projeto junto de uma equipa excepcional e dedicada sempre disponível.

² Uma vez que as automotoras UDD 450 foram incluídas numa fase posterior do projeto, os valores apresentados podem não corresponder à realidade. A estimativa feita teve por base os valores apresentados para a série UDD 9630, devido às suas características semelhantes.

4 PROJETOS DESENVOLVIDOS II - MODIFICAÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLO DE PORTAS

4.1 Introdução

Ao longo dos anos, os serviços IC e IR têm desempenhado um papel fundamental no transporte diário de milhares de passageiros. Para tal, torna-se imprescindível assegurar a melhoria contínua destes serviços de mobilidade sustentável, na vertente do conforto e segurança dos passageiros.

Na sequência de vários acidentes com passageiros reportados pelo Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários (GPIAAF), relativos à fase de embarque e desembarque das carruagens IC, surgem ações e medidas mitigadoras urgentes à queda de passageiros na via. Apesar da ausência de evidências ou indícios de quaisquer anomalias no funcionamento do sistema de aviso e de abertura de portas, o sistema funciona conforme foi projetado.

4.2 Sistema de portas

O sistema de portas exteriores atual das carruagens IC funciona da seguinte forma: durante a fase de desembarque, a abertura da porta é feita manualmente pelo passageiro quando a velocidade for inferior a 5km/h. As portas de acesso à carruagem são de acionamento pneumático, ou seja, o cilindro pneumático da porta é despressurizado possibilitando a abertura da mesma. O fecho das portas pode ser efetuado:

- ❖ Manualmente, através de um manípulo localizado no interior e exterior da porta de acesso à carruagem (ver Figura 4.1);



Figura 4.1 – Manípulo de abertura e fecho de porta exterior de uma carruagem *Corail*

- ❖ Automaticamente, mediante a atuação da chave no comutador de sinal de serviço concluído (Z15) pelo ORV, representado na Figura 4.2, ou através do comando de velocidade.
 - a) Sinal de serviço concluído – é enviado um sinal contínuo de 5s para o circuito de alimentação das eletroválvulas, que excita todas em simultâneo exceto a porta onde é executado o telecomando. No entanto, após a atuação do micro interruptor de fim de curso da porta (trinco da porta), o cilindro pneumático permanece despressurizado permitindo a entrada de passageiros que tenham ficado retidos nos degraus. Existe ainda o sistema de anti-entalamento regulado por um pressóstato. Caso este atue durante a manobra de fecho despressuriza o cilindro libertando a porta. Consequentemente, a ordem de fecho automático da porta, é feita somente pelo comando de velocidade;



Figura 4.2 – Comutador Z15 de uma carruagem *Corail*

- b) Comando de velocidade – após o início da marcha é transmitida informação da velocidade por meio de um gerador taquimétrico para o cilindro das portas. A partir dos 5km/h o comando de fecho é idêntico ao

comando executado no comutador Z15, porém, chegando ao patamar dos 15km/h as eletroválvulas são alimentadas diretamente pela bateria, estabelecendo o bloqueio pneumático da porta, sendo retirada a função de anti-entalamento (GPIAAF, 2020).

A Figura 4.3 mostra os equipamentos presentes no painel do sistema de abertura e fecho de uma porta numa carruagem *Corail*, que se encontrava parqueada em Contumil.



Figura 4.3 – Painel de acesso ao sistema de abertura e fecho de porta

4.3 Proposta de alteração

Perante as várias ocorrências registadas, a CP – Comboios de Portugal, E.P.E., comprometeu-se a apresentar uma proposta técnica para a modificação da Interoperabilidade dos Sistemas de Comunicação (ISC) entre locomotivas e carruagens, promovendo a segurança de todos.

Foi realizada uma reunião via Microsoft Teams, em consórcio com as diferentes entidades de reparação e manutenção do material circulante: SIMEF, Manutenção Guifões (MG), Manutenção Porto (MP) e Manutenção Lisboa (ML), na qual se discutiram os principais fatores que comprometem a segurança dos passageiros nas operações de desembarque, dentro dos quais se identificaram a:

- ❖ Despressurização dos cilindros de porta quando a velocidade é inferior a 15km/h permitindo a abertura das mesmas;
- ❖ Permissão de tração nas unidades motoras inclusivamente com portas abertas;
- ❖ Falta de indicação luminosa.

A proposta técnica decidida a implementar consistiu na alteração do comando de abertura e fecho de portas para as carruagens *Corail*, Sorefame modernizadas e Arco (carruagens adquiridas à RENFE, e em recuperação no parque oficial de Guifões, a fim de reforçar a frota de material circulante, nomeadamente para linha do Minho e posteriormente para longo curso) (Pires, 2021), a partir das cabinas de condução das unidades motoras LE 5600 e LE 2600. Além disso, permite também colocar a ISC em conformidade e atualizada com as presentes normas em vigor.

Neste contexto, a solução técnica viabiliza a uniformização das tomadas de intercomunicação, garantindo compatibilidade de comunicação entre todas as unidades, através da substituição das antigas fichas UIC 558 pelas atuais IRS 50558. Ao invés das fichas UIC 558, concebidas para o desenvolvimento da interoperabilidade entre “buses” em redes de comunicação por meio de um cabo de 13 polos (Ver Figura 4.4), as atuais fichas IRS 50558 “Railway Application – Rolling Stock – Remote control and data cables interfaces – Standard technical features” compreendem um cabo de 24 polos (16 linhas de comboios + 8 Ethernet) permitindo novas funções (International Railway Solutions, 1ª edição 2017).

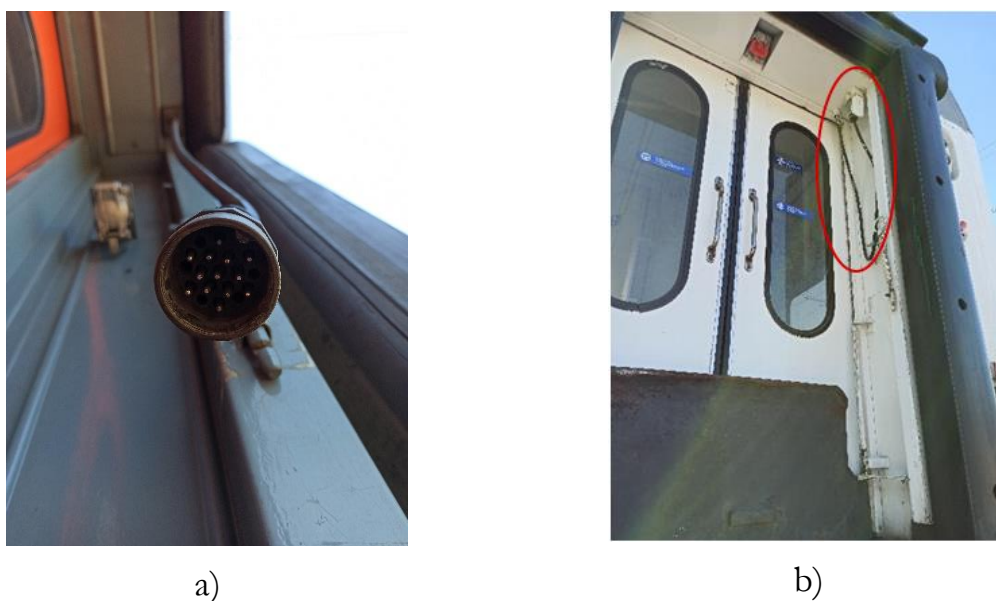


Figura 4.4 – Tomadas macho UIC 558 de 13 polos: a) localização numa carruagem Corail; b) localização numa carruagem Arco.

4.4 Descrição do funcionamento

Foi elaborado pelo GTN um protocolo de execução uniforme para todas as entidades de manutenção. A modificação, a ser aplicada no sistema de controlo seletivo de portas exteriores das carruagens IC consiste na implementação de seletores para o comando das portas nas cabinas de condução das unidades de tração LE 2600 e 5600.

4.4.1 Atribuição de funções

Tal como referido anteriormente, para o novo sistema foi aplicado o cabo de 24 polos IRS 505558, também conhecido como UIC-IT, constituído por 16 linhas de comboio e 8 de Ethernet, cujas funções se encontram descritas na Tabela 4.1 e Tabela 4.2.

Tabela 4.1 – Funções suportadas pelo cabo IRS 50558 (International Railway Solutions, 1ª edição 2017)

Pinos		Funções	Tensão	Frequência	Notas
1	2	Ligação do filtro de ruído aos amplificadores	2 V _{rms} AC	100...8000Hz	
3(-)	5(+)	Ligações telefónicas ao maquinista: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Controlo de sinal ▪ Envio de informação ▪ Receção de informação 	18...33V DC 0,5 V _{rms} 0,775 V _{rms}	Sinal cont. 100...5000Hz 100...5000Hz	I<50mA a 24V
3(+)	4(-)	Ligações telefónicas ao maquinista: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Controlo de sinal ▪ Envio de informação ▪ Receção de informação 	18...33V DC <12V _{rms} <1,6V _{rms}	Sinal cont. 100...5000Hz 100...5000Hz	I<50mA a 24V
5(+)	6(-)	Ligação do sistema de endereços públicos	18...33V DC	Sinal cont.	I<20mA a 24V
7(+)	8(-)	Prioridade para anúncios	18...33V DC	Sinal cont.	I<22mA a 24V
9(+)	12(-)	Comando de fecho de portas	15...33V DC	Impulso	Z>1200Ω/ carruagem
10(+)	12(-)	Comando de iluminação "ON"	15...33V DC	Impulso<2s	Z>1200Ω/ carruagem
11(+)	12(-)	Comando de iluminação "OFF"	15...33V DC	Impulso<2s	Z>1200Ω/ carruagem
14(+)	12(-)	Libertação de portas esquerdas	15...33V DC	Impulso<4,5s	Z>1200Ω/ carruagem
15(+)	12(-)	Libertação de portas direitas	15...33V DC	Impulso<4,5s	Z>1200Ω/ carruagem
16	12(-)	Loop de portas			Circuito fechado pelo 12
17/X	18/X	Cabo de informação	6Vpp...9Vpp	1Mbit/s	Z=120Ω+/ -10% e C=65pF
S		Ligação do sistema de endereços públicos			
12		Negativo comum			
13		Malha comum dos condutores			

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

Tabela 4.2 – Linhas de Ethernet (International Railway Solutions, 1ª edição 2017)

Função IEC	Nº do condutor	Cor	Par de condutor
IEC 61375-2-5:2014	21	Laranja	2 – Branco
IEC 61375-2-5:2014	22	Branco	1 – Laranja
IEC 61375-2-5:2014	23	Verde	4 – Branco
IEC 61375-2-5:2014	24	Branco	3 – Verde
IEC 61375-2-5:2014	25	Castanho	6 – Branco
IEC 61375-2-5:2014	26	Branco	5 – Castanho
IEC 61375-2-5:2014	27	Azul	8 – Branco
IEC 61375-2-5:2014	28	Branco	7 – Azul

Tabela 4.3 – Comando seletivo de portas (International Railway Solutions, 1ª edição 2017)

Comando	Tipo de comando	Transmissão	Receção
Teste de homogeneidade	14(-) e 15(-) para 12(+)	Sinal cont. Máx. 30s	Sinal cont.
Ativação	14(+) e 15(+) para 12(-)	1 – 1,5s	0,5 – 2,1s
Desativação	14(+) e 15(+) para 12(-)	3,5 – 4,5s	≥2,8s
Libertação de portas esquerdas	14(+) para 12(-)	1 – 1,5s	≥0,5s
Libertação de portas direitas	15(+) para 12(-)	1 – 1,5s	≥0,5s
Fecho de portas	9(+) para 12(-)	≥0,5s	≥0,1s

O cabo IRS 50558 é responsável pela comunicação para o controlo da iluminação interior, instalação sonora e o fecho centralizado das portas, e deverá existir no material rebocado de passageiros especificado, assim como nas unidades motoras LE 2600 e LE 5600. Os pinos exigidos pela norma IRS 50558 são os seguintes:

- ❖ Pinos 1 a 8 – Transmissão e controlo da instalação sonora e da comunicação de voz entre a locomotiva e o material rebocado;
- ❖ Pinos 9 a 12 – Controlo remoto da iluminação interna e comando de fecho das portas;
- ❖ Pinos 14 a 16 – Libertação seletiva das portas laterais e *loop* de portas;
- ❖ Pinos 17/X e 18/X – Cabos blindados de condutor duplo utilizados para a transmissão de informação binária (International Railway Solutions, 1ª edição 2017).

4.4.2 Seletores de comando

Os seletores delineados desempenham as seguintes funções:

- ❖ Libertação de portas da esquerda;
- ❖ Libertação de portas da direita;
- ❖ Libertação das portas de ambos os lados;
- ❖ Fecho de portas.

Adicionalmente, será colocado um interruptor selado de *bypass*, no caso de avaria do laço de fecho da porta, que assegure a continuidade da marcha. As funções a suportar estão definidas na Tabela 4.1 e Tabela 4.2, sendo que os seletores (pulsantes ou de retenção) deverão respeitar os critérios intervalares estipulados na Tabela 4.3.

4.4.3 Libertação seletiva de portas

A libertação seletiva de portas da esquerda e da direita são transmitidas através das linhas 14 e 15 respetivamente. O maquinista dá ordem para permissão de abertura manual das portas do lado correspondente, acionando o respetivo interruptor normalmente aberto com retorno localizado na cabina de condução.

Esta operação, executada no período de desembarque dos passageiros, é sinalizada no interior através de um indicador luminoso (verde) e no exterior da carruagem através de um indicador luminoso (amarelo), bem como a iluminação dos degraus e ombreira de acesso à carruagem para que seja perceptível aos passageiros a permissão de abertura das portas.

De forma semelhante, o mesmo conceito se aplica aquando da ordem de libertação das portas de ambos os lados.

4.4.4 Fecho de portas

O comando de fecho de portas ocorre das seguintes formas:

- ❖ Ordem do maquinista, através da cabina de condução das locomotivas LE 2600 e LE 5600, com um impulso superior a 0,5s, com a atuação de um interruptor normalmente aberto cujo retorno é feito na linha 9.
- ❖ Ordem do ORV, atuando no interruptor de Serviço Concluído e transmitido pela linha 9, fechando todas as portas da composição, com exceção da porta onde for executada a ordem de telecomando. O sistema de controlo individual de cada porta será projetado de modo que, quando o ORV retire a chave do comutador Z15, seja fechada a respetiva porta.

- ❖ Comando de temporização incluído na nova UCP a desenvolver. É efetuada uma temporização de 3 minutos (tempo estipulado) após o comando libertação de portas, e seguidamente é dada uma ordem de fecho para evitar grandes perdas térmicas durante longas paragens para embarque/desembarque de passageiros.

Durante o fecho da porta mantém-se a sinalização acústica de fecho, de acordo com o que já se encontra estipulado para cada tipo de material rebocado, bem como a indicação luminosa (vermelha) intermitente no interior (CP - Comboios de Portugal, E.P.E., 2021).

4.4.5 Bloqueio por velocidade

Sempre que a composição atinja a velocidade imposta pelo sistema de fecho automático ($v > 5$ km/h), o controlador individual da porta deve assegurar que a porta se mantenha fechada, anulando qualquer sinal de libertação de portas.

4.4.6 Loop de portas

O *loop* é feito através de um micro interruptor localizado no painel de cada porta, ligado à UCP, que atua um contacto normalmente fechado mediante o fim de curso (trinco). É colocado também interruptor adicional, para o circuito dos faróis de cauda da última carruagem da composição para fechar o *loop* de portas (Figura 4.5). Quando o *loop* de portas é feito, a sinalização de abertura de portas apaga e permite ao maquinista colocar tração na unidade motora. Perante a abertura indevida de uma porta em plena marcha, evidentemente o sistema de tração não atuará para evitar imobilizações na linha. O sinal transmitido é enviado através da linha 16 da ficha IRS 50558.

O fecho da cauda encontra-se regulamentado e responsabilizado ao encargo do ORV, que deve assegurar o seu funcionamento em todos os serviços.

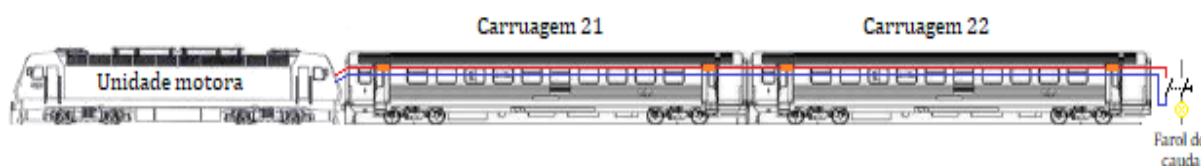


Figura 4.5 – Representação do fecho de cauda através dos faróis (GPAAAF, 2020)

O micro interruptor de porta fechada é composto por dois contactos:

- ❖ Normalmente aberto, para o comando e sinalização de portas;
- ❖ Normalmente fechado, para o *loop* de portas.

A aplicação deste micro interruptor é também vantajosa, por um lado, ajuda a tripulação na desempanagem de uma possível anomalia de porta e por outro facilita a identificação da porta para manutenção, permitindo ao ORV o desarme manual

individualizado da porta em questão no respetivo painel de controlo (ver Figura 4.3), ao invés do isolamento completo do *loop* pelo maquinista via *bypass* da locomotiva.

Ora, uma porta que verifique uma anomalia, o contacto normalmente aberto sinaliza no interior através do sinal acústico do besouro (fecho de porta não concluído) e no exterior a sinalização luminosa amarela.

Cabe também ao maquinista, a atuação do interruptor de *bypass* durante marchas ou manobras sem carruagens no reboque da locomotiva, visto que nesta situação nunca existirá o fecho da cauda.

4.4.7 Abertura de emergência

Em situações de emergência o passageiro pode voluntariamente atuar no manípulo de emergência (ver Figura 4.6) independentemente das circunstâncias de bloqueio de porta (abertura prioritária). Sempre que ocorra uma atuação de emergência, é sinalizado no exterior da carruagem indicando a abertura de emergência (luz azul). No caso das carruagens *Corail* e *Sorefame*, a sinalização é feita em ambas as portas do vestíbulo uma vez que o sistema pneumático das duas portas é ligado em conjunto, no caso das *Arco* atua apenas numa porta.



Figura 4.6 – Manípulo de emergência da porta de acesso

4.5 Modificação na unidade motora LE 2612

No seguimento da proposta de modificação, foram elaborados esquemas elétricos para cada uma das locomotivas. O sistema de tração da LE 2600 é baseado num sistema de pontos de tração eletropneumático feito em hardware, pelo que a sua modificação implica uma grande quantidade de componentes adicionais, tais como relés, conversores e dispositivos de proteção. Por outro lado, a LE 5600 envolve um sistema *software* PLC programável, o que a torna de mais versátil e acessível tornando a sua modificação mais simples. Por motivos de disponibilidade do material circulante, o primeiro protótipo foi aplicado nas locomotivas LE 2600, que se encontram afetas às oficinas da MP.

4.5.1 Seletores de comando

Primeiramente foram definidas as funções dos seletores de comando a aplicar nas mesas de condução. Foram implementados 2 comutadores (B1.1 e B2.1) na mesa de condução, por questões de disponibilidade de material em armazém, não só para agilizar o processo de modificação, mas também para uniformizar em concordância com o sistema de comando de portas já existente nas séries UME 3400 e CPA 4000.

Os comutadores B1.1 e B2.1, representados na Figura 4.7 são alimentados a 24V e têm como função a seleção de portas e libertação/fecho de portas, respetivamente. Estes comutadores transmitem impulsos para as linhas de comboio normalizadas (ver capítulo 4.4.1) quando acionados pelo maquinista.

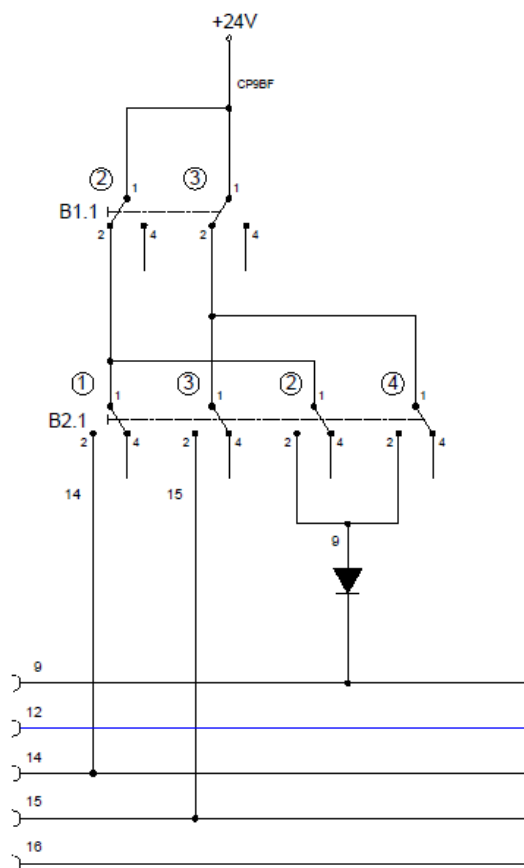


Figura 4.7 – Configuração dos seletores de comando

O comutador B1.1 compreende três posições fixas (esquerda, direita e central) e 4 contactos, embora apenas sejam utilizados 2 (contactos 2 e 3) para seleção de abertura de portas da esquerda, direita e abertura simultânea.

Já o comutador B2.1 é um comutador de impulsos com mola de retorno, de 4 contactos normalmente abertos, atuando em pares para a libertação (1 e 3) e fecho (2 e 4) de portas. A Figura 4.8 mostra os seletores de comando das portas escolhidos para equipar na série LE 2600.

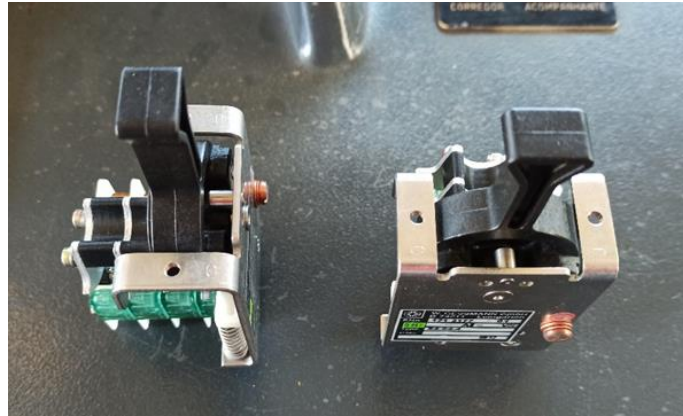


Figura 4.8 – Seletores de comando para abertura e fecho de portas

O seletor B2.1 é acompanhado por um díodo, precisamente para evitar o retorno de corrente pela linha 9, aquando da atuação da chave no comutador Z15. O circuito apenas deverá funcionar após a ativação de cabina pelo maquinista, que através de um encravamento elétrico bloqueia automaticamente o comando dado pela outra cabina.

4.5.2 Corte de tração do sistema de portas

A modificação feita no corte de tração da locomotiva contemplou a verificação da integridade dos componentes constituintes da locomotiva. A Figura 4.9 representa o esquema de ligação projetado para o corte de tração através do sistema de controlo de portas na unidade motora LE 2612.

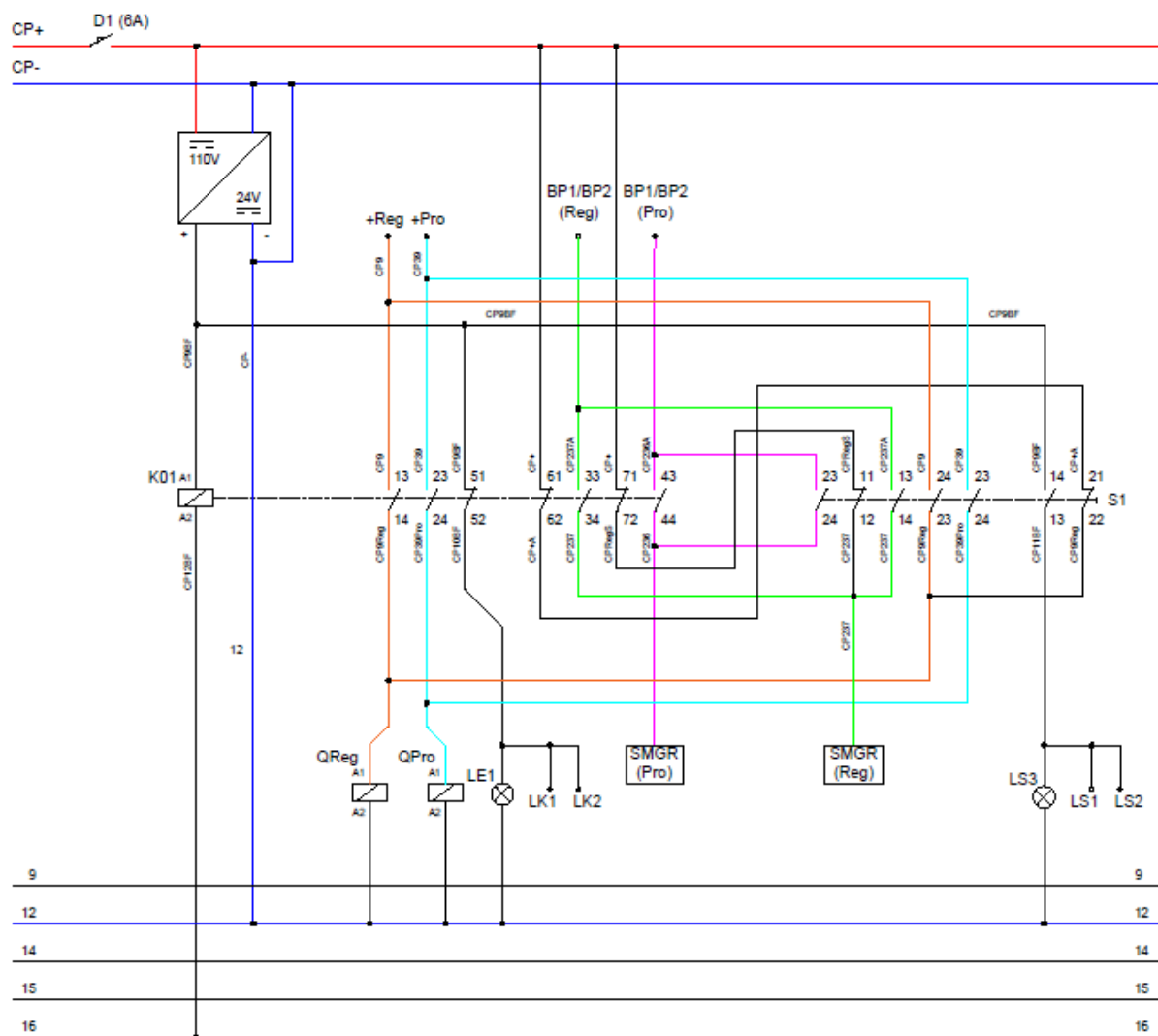


Figura 4.9 – Esquema elétrico para o bloco do corte de tração do sistema de portas das LE 2600

A alimentação do circuito é feita pela bateria da unidade motora a 110V e convertida para 24V através de um conversor DC/DC “buck” à entrada.

O sistema de tração da LE 2600, é feito pneumaticamente através do manípulo de tração, localizado na mesa de condução, que transmite sinais de tensão para o relé de progressão (QPro) ou regressão (QReg), conforme a direção, e posteriormente para a eletroválvula do graduador (SMGR). O grupo motor é constituído por um servomotor de 32 posições e um veio de cames, que executa a leitura da velocidade mecanicamente para o controlador de velocidade dos motores de tração (motores DC). Os pontos de tração são dispostos num *display* localizado na mesa de condução, representado na Figura 4.10.



Figura 4.10 – Mesa de condução da LE 2600

O contactor K01, responsável pelo fecho do *loop* de portas, é constituído por 8 contactos auxiliares, 4 normalmente abertos, 3 normalmente fechados e outro em reserva:

- ❖ 2 normalmente abertos (13-14 e 23-24), que recebem sinais de tensão provenientes do manípulo de tração para progressão e regressão;
- ❖ 2 normalmente abertos (33-34 e 43-44), que recebem impulsos dos botões de progressão e regressão de marcha em socorro, localizados na mesa de condução (circuito magenta e verde);
- ❖ 2 normalmente fechados (71-72 e 61-62), de segurança para marcha normal e de socorro, ligados ao comutador de *bypass* diretamente ao graduador para regressão de pontos com o *loop* de portas quebrado;
- ❖ 1 normalmente fechado (51-52), para indicação luminosa do *loop* de portas e *bypass*.

A linha 16 fecha o circuito elétrico de todas as portas exteriores da composição na cauda da última carruagem pela linha 12 (negativo comum). Quando o *loop* de portas é assegurado, o K01 é excitado, e, por conseguinte, atua os contactos 71-72 e 61-62 no bloco, permitindo colocar tração.

Quando o interruptor de *bypass* (S1) é acionado pelo maquinista, o circuito isola eletricamente o *loop*, criando redundância. Na ocorrência de uma avaria do conversor em regime permanente, ambos os sinalizadores permanecem apagados, sendo que o maquinista terá que efetuar o diagnóstico recorrendo ao armário elétrico do corredor. Seguidamente haverá sempre a possibilidade de isolar o *loop* portas pelo *bypass*, evitando assim a completa imobilização da locomotiva na linha pelo bloco do corte de tração.

As cabinas de condução das LE 2600 foram ainda equipadas com dois indicadores luminosos (LK1 e LK2 – LED vermelho e LS1 e LS2 – LED amarelo), um para o *loop* de portas, com o intuito de alertar o maquinista sempre que haja uma porta aberta ou com anomalia e outro para sinalizar a atuação do *bypass*. Mais tarde, foram adicionadas duas lâmpadas (LK3 e LS3) no armário de baixa tensão do corredor da locomotiva, ambas alimentadas a 24V através de um contacto normalmente fechado do K01, e um contacto normalmente aberto do S1 respetivamente, de forma a estabelecer redundância caso ocorra uma avaria.

De forma a salvaguardar o estado de funcionamento das lâmpadas, evidenciou-se ainda a importância de ligar o circuito de indicação luminosa, ao ensaio de lâmpadas das próprias locomotivas. Justamente para sensibilizar o maquinista a verificar o estado da lâmpada, em caso de inibição de tração (esporadicamente uma lâmpada fundida poderá ser uma possível causa do bloqueio de tração).

O disjuntor (D1) e o conversor foram dimensionados para assegurar a proteção geral do circuito de comando das portas. O cálculo de potências foi resolvido com base nos valores de referência de impedância dos cabos referidos na Tabela 4.1.

$$U = Z_n \times I_{Ln} \quad (4.1)$$

$$P_{Ln} = \frac{U^2}{Z_n} \quad (4.2)$$

Em que:

U – Tensão (V)

Z_n – Impedância nominal (Ω)

I_L – Corrente na linha (A)

P_L – Potência na linha (W)

n – Número na linha

Portanto,

$$I_{L9} = I_{L14} = I_{L15} = \frac{24}{1200} = 0,02A$$
$$P_{L9} = P_{L14} = P_{L15} = \frac{24^2}{1200} = 0,48W$$

Consequentemente, a potência mínima necessária para conversor, é calculada através do somatório de uma composição máxima de 16 carruagens e multiplicado pelas três linhas de comboio (9, 14 e 15):

$$3 \times \sum_{n=1}^{16} I_{Ln} = \frac{24}{Z_n} = 0,96A$$
$$3 \times \sum_{n=1}^{16} P_{Ln} = \frac{24^2}{Z_n} = 23,04W$$

Logo, o conversor foi dimensionado para uma potência $P=100W$ e uma corrente nominal de $I_n=4,17A$. O disjuntor D1 de proteção contra curto-circuito foi dimensionado para 6A com uma curva de funcionamento B (entre 3 e $5 \times I_n$), o ideal para circuitos de baixa potência. O facto dos condutores apresentarem um comprimento considerável, oferecem ainda alguma resistência que resulta na atenuação de correntes elevadas.

A continuidade do circuito entre carruagens e locomotivas resulta do encaixe entre a tomada IRS 50558 macho da carruagem e a tomada fêmea localizada nas frentes das locomotivas (Figura 4.11 e Figura 4.12), sendo que para o comando múltiplo entre locomotivas será necessário a adaptação de um chicote entre ambas.



Figura 4.11 – Tomada atual UIC 558 na locomotiva LE 2612



Figura 4.12 – Acoplamento do cabo atual UIC 558 para a carruagem

4.5.3 Marcha de ensaios da LE 2612

Como primeiro teste da locomotiva intervencionada, foi delineada a marcha de ensaios nº 92201 no dia 8 de abril entre Contumil e Viana do Castelo. Numa distância total de 78,72km, foi possível realizar diversos testes do *loop* de portas e bypass, na qual responderam conforme previsto.

Durante uma paragem técnica em Nine, interrompeu-se o circuito do *loop* de portas provocando a descida do graduador para 0 pontos, bem como a inibição da tração. A marcha prosseguiu em bypass até à reposição do *loop* de portas que atuou sobre o relé de progressão. Durante o regresso foi testada a marcha em socorro, de modo a simular uma avaria no manípulo de tração, utilizando as botoeiras de marcha em socorro que atuam diretamente no graduador.



Figura 4.13 – Marcha de ensaios nº 92201 com a LE 2612 e três carruagens Schindler rebocadas (Pinto, 2022)

4.6 Modificação no material rebocado

Para as carruagens *Corail* e *Sorefame* modernizadas foi desenvolvido um esquema elétrico que futuramente permita uma adaptação para o restante material rebocado (Arco). A Figura 4.14 representa o esquema de ligação da fiação paralela entre carruagens.

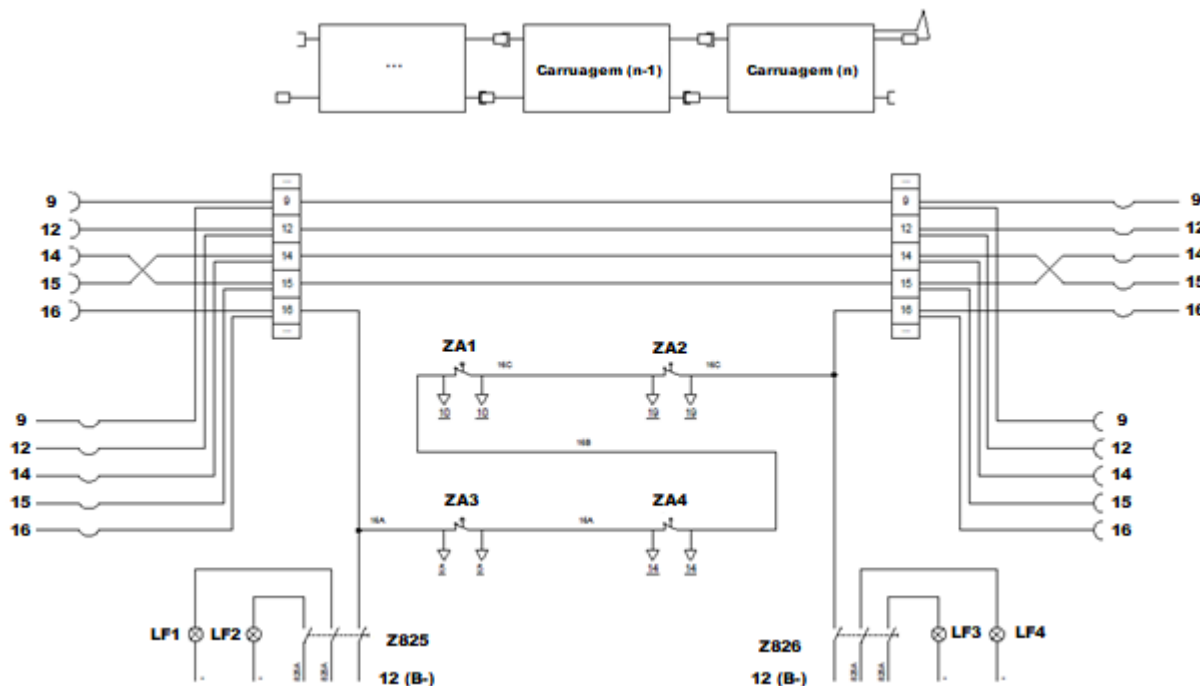


Figura 4.14 – Esquema de ligação da interoperabilidade entre carruagens

Cada carruagem é dotada de ambas as tomadas macho e fêmea nas duas caudas, pelo que facilita o encaixe independentemente da posição em que se encontram. O cruzamento das linhas 14 e 15 após o barramento, garante que a ordem de libertação

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

de portas da esquerda/direita dada a partir da cabina de condução, permite libertar as portas sempre do lado correspondente do maquinista, caso contrário seriam abertas portas de lados opostos em carruagens alternadas.

A linha 16 é disposta ao longo da carruagem e atravessa todas as UCP no painel das portas de acesso pelo micro interruptor fim de curso (ZA1-4). Este é colocado em paralelo com a entrada da UCP, a fim de isolar individualmente a respetiva porta.

A Figura 4.15 representa o acoplamento da atual tomada UIC 558 de 13 polos entre duas carruagens *Corail*, juntamente à plataforma de passagem de intercomunicação.



Figura 4.15 – Acoplamento das tomadas UIC 558 entre carruagens

Segundo o esquema atual, o circuito dos faróis de cauda é independente (ver Figura 4.16), isto é, existe um circuito para os faróis de cauda do lado direito e a sua respetiva proteção (fusível CC825) e outro análogo para o lado esquerdo (fusível CC826). Portanto, o circuito é fechado por um interruptor de 3 contactos de forma a garantir pelo menos a iluminação de um dos faróis de cauda em caso de avaria de um dos circuitos, e retornando à locomotiva através da linha 12.

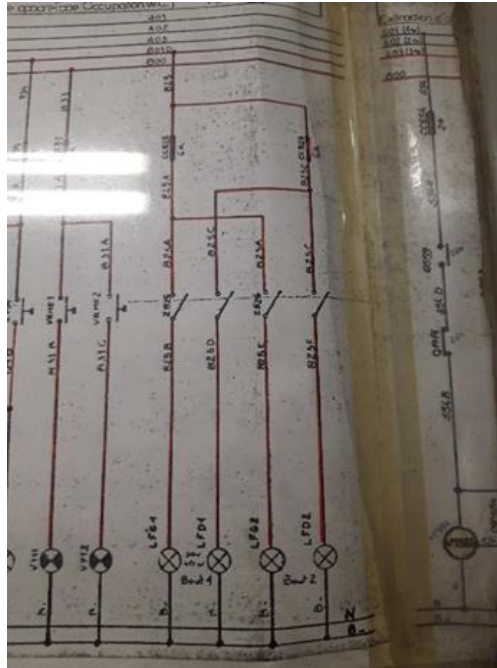


Figura 4.16 – Esquema atual de ligação dos faróis de cauda

4.7 Unidade de controlo de portas

4.7.1 Desenvolvimento da UCP

A modificação do sistema de portas consistiu na alteração do circuito de comando, através da substituição do sistema de controlo atual, pela implementação de uma carta de comando com entradas e saídas digitais. A carta de comando foi projetada de acordo com a norma IRS 50558, de modo que as linhas responsáveis pela interoperabilidade entre carruagens para o fecho de portas mantenham a integridade.

Por questões de segurança foi mantido o sistema de fecho automático pela velocidade, caso a ordem de fecho não seja efetuada ou por qualquer outro motivo não seja inibida a tração após a quebra do *loop* de portas. Desta forma, assim que a velocidade da composição seja superior a 5km/h, será dada nova ordem de fecho de 10 em 10s.

Inicialmente, foram analisados os circuitos existentes das portas de acesso e projetada uma UCP, tal como representa a Figura 4.17.

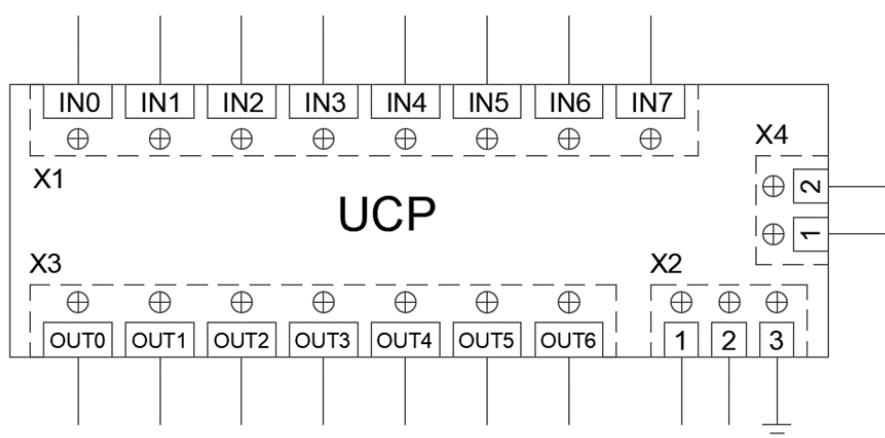


Figura 4.17 – UCP protótipo projetada

Foram definidas as entradas e as respectivas saídas que atuarão segundo uma lógica de controlo. A disposição da pinagem da UCP é descrita da seguinte forma:

❖ Entradas (X1)

- IN0 – $v > 5\text{km/h}$;
- IN1 – Libertação de porta;
- IN2 – Micro interruptor da porta;
- IN3 – Fecho de porta;
- IN4 – Pressóstato de anti-entalamento;
- IN5 – Sinal de serviço concluído;
- IN6 – Manípulo de emergência;
- IN7 – Comutador de isolamento.

- ❖ Alimentação (X2)
 - 1 – Negativo comum (12);
 - 2 – Bateria (+24V).
- ❖ Saídas (X3)
 - OUT0 – Eletroválvula da porta;
 - OUT1 – Iluminação de entrada;
 - OUT2 – Sinalização de emergência;
 - OUT3 – Sinalização de porta aberta;
 - OUT4 – Sinalização de bloqueio de porta;
 - OUT5 – Sinalização de permissão de abertura de porta.
- ❖ *Loop* de portas (X4)
 - 1 – Continuidade (16);
 - 2 – Continuidade (16).

A alimentação das UCP é feita pela bateria auxiliar (+24V) de cada uma das carruagens e com retorno pela linha 12 do cabo IRS 50558. A linha 16, atribuída ao *loop* de portas é ligada a outra entrada da ficha X4 da UCP, precisamente para quebrar o *loop* de portas sempre que haja uma anomalia no sistema. O esquema projetado para a UCP encontra-se representado no Anexo 2.

Para a carruagem protótipo, cada porta será equipada com uma UCP e implementada na caixa elétrica já existente, referente ao aviso sonoro de fecho de portas (Figura 4.3). Relativamente aos aspetos de segurança, todas as UCP a implementar cumprem as normas ferroviárias em vigor, e encontram-se equipadas com fichas de modo a facilitar a sua substituição caso seja necessário, assim como, LEDs indicativos das entradas e saídas, para facilitar a resolução de anomalias.

Constatou-se ainda, a incompatibilidade entre carruagens modificadas e não modificadas comprometendo o funcionamento do sistema. Ora, após a modificação das primeiras 10 carruagens resultaria num problema de interoperabilidade com outras carruagens não modificadas. Além de complicar o processo de acoplagem por parte dos manobreadores e revisores de material dado que as carruagens modificadas teriam que ser identificadas, resultante da não homogeneidade.

De forma a contornar esta adversidade, aplicou-se um *jumper* (*shunt*) em cada UCP, que assegure o funcionamento atual das portas com os cabos UIC 558, uma vez que os cabos atuais não suportam as funções requeridas, até que esteja concluída a modificação completa da frota de material rebocado das diferentes séries. Posteriormente, proceder-se-á à remoção do respetivo “*jumper*” para que funcione de acordo com a nova versão da norma IRS 50558, permitindo assim salvaguardar a gestão do material circulante numa fase de transição entre sistemas.

Numa fase inicial, foi desenhada uma placa protótipo no laboratório de eletrónica da ME-MP, através de um *software* e posteriormente impresso para furação e soldagem dos componentes do circuito de controlo (ver Figura 4.18).

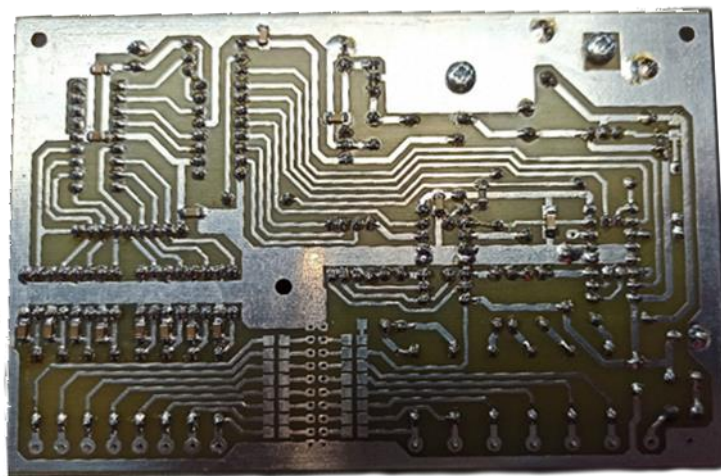


Figura 4.18 – *Layout* do circuito da UCP desenvolvida

A Figura 4.19 mostra o desenvolvimento do processo de montagem da primeira UCP, após diversas alterações no circuito de potência. Devido à escassez de semicondutores em nomenclatura no armazém, a montagem sofre um ligeiro atraso. Na fase de montagem, optou-se por integrar a saída do besouro na própria placa, reduzindo a ficha X3 para 6 pinos ao invés dos 7 projetados, bem como a aplicação do comutador de isolamento na parte lateral da UCP, deixando assim o pino “IN7” da ficha X1 sem ligação (reserva). Observa-se ainda as furações prontas para a ficha X4, abaixo do comutador de isolamento, correspondente ao *loop* de portas.

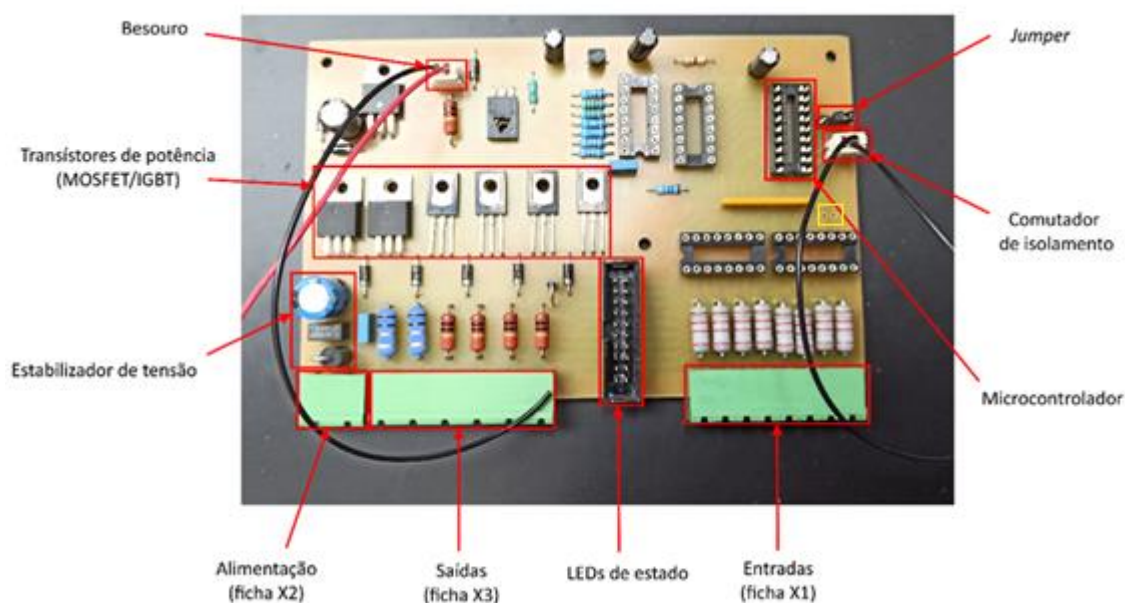


Figura 4.19 – Montagem da primeira UCP

Na etapa seguinte, foi montada uma bancada de teste (ver Figura 4.20), para testagem e realização de várias simulações aplicadas ao contexto real de operação. Foi utilizada como bateria auxiliar da carruagem, uma fonte de alimentação regulada para +24V, uma lâmpada para simulação do comportamento da eletroválvula de abertura da porta de acesso, o besouro já existente no âmbito do projeto de “Implementação de Aviso Sonoro” iniciado em 2011, bem como o comutador de isolamento e uma placa de LEDs indicadores do estado de entradas e saídas.

Foram executados vários testes de programação do microcontrolador 8-Bit CMOS Microcontroller, e corrigidas algumas falhas na lógica de funcionamento, particularmente durante a atuação indevida do besouro inclusivamente com as portas fechadas.

O sistema de anti-entalamento foi definido para despressurizar o cilindro da porta, assim que o pressóstato detete uma variação de pressão (obstrução do fecho), retornando a libertar a porta. Após uma pequena temporização, o êmbolo do cilindro torna novamente a comprimir, repetindo este ciclo cinco vezes de 5 em 5s. Caso a porta não feche ao fim do quinto ciclo, a UCP autodiagnostica como erro o sistema isolado da porta, permanecendo a sinalização acústica e luminosa ligada até que seja atuado o comutador de isolamento.

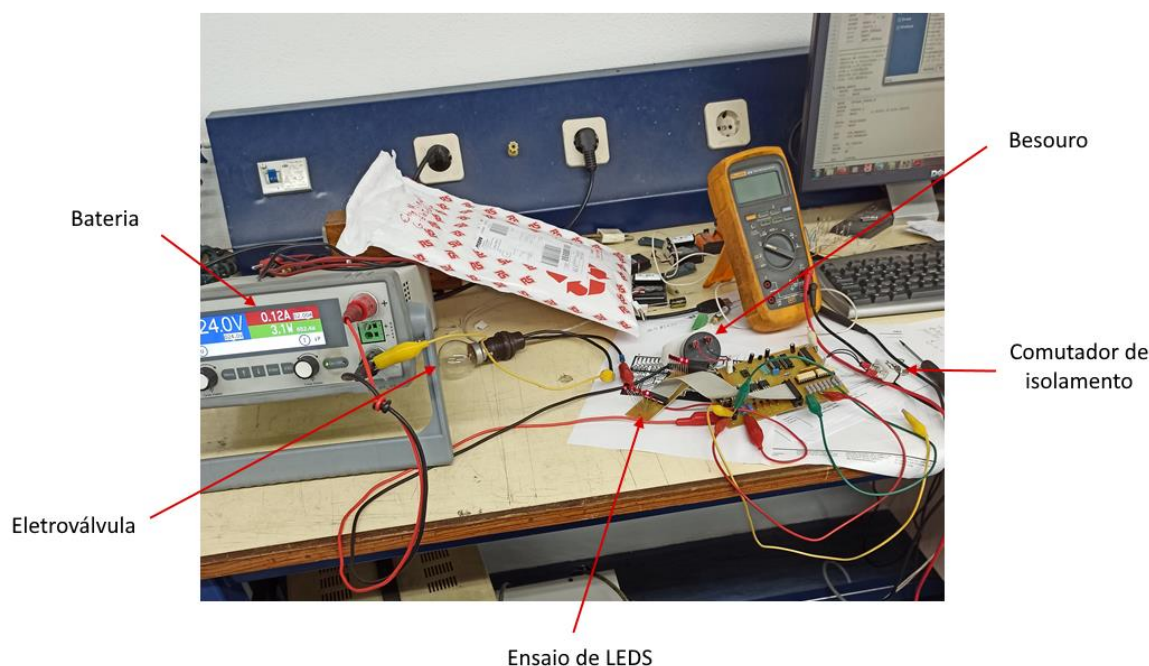


Figura 4.20 – Bancada de teste das funcionalidades da UCP

Na Figura 4.21 observa-se a UCP já inserida numa caixa reaproveitada do sistema de aviso sonoro, com as respetivas fichas conectadas à placa de ensaios.

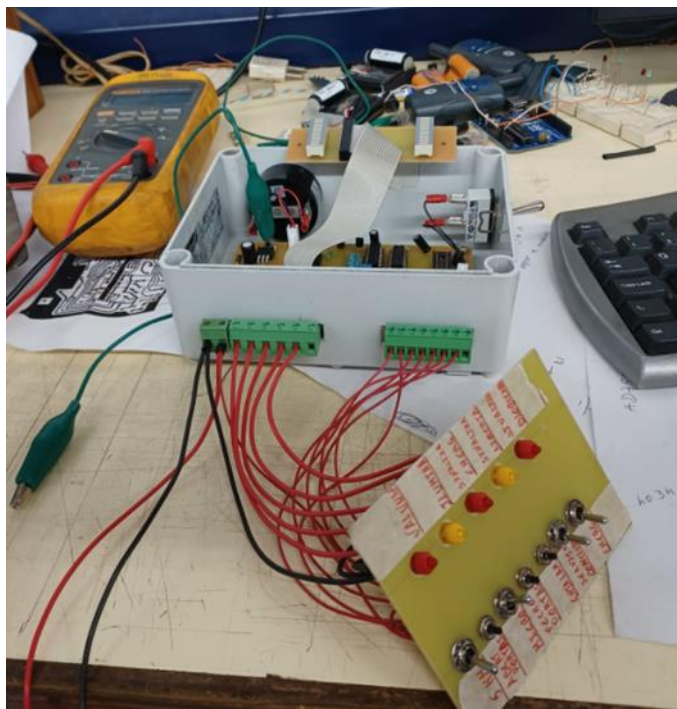


Figura 4.21 – Inserção da UCP na caixa elétrica

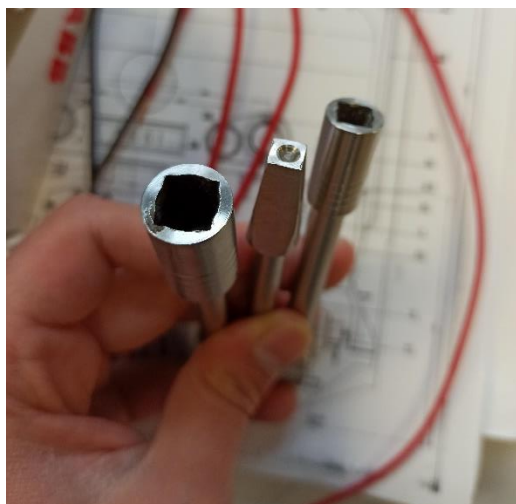
Concluídos os testes e assegurado o bom funcionamento, a UCP é enviada para a ML em St^a Apolónia, onde se encontra afeto o material rebocado (carruagens Corail e Sorefame modernizadas) em objeto de estudo.

4.7.2 Montagem da UCP na carruagem

No dia 14 de abril, a carruagem nº2097030 Sorefame modernizada foi alvo de intervenção, na ME-MP, para a montagem e ensaios estáticos da UCP.

Neste ensaio foram testadas todas as funcionalidades da UCP na carruagem com exceção dos comandos de libertação e fecho de portas provenientes da locomotiva, uma vez que esse ensaio apenas será incluído no ensaio protótipo final de interoperabilidade. Para o teste do bloqueio da porta pela velocidade (sendo um ensaio estático), do manípulo de emergência (para evitar a quebra do arame de segurança), do fecho e libertação de portas, utilizaram-se os interruptores fictício da placa de ensaios anteriormente desenvolvida para o teste da programação.

No processo de montagem foi utilizada uma chave quadrada de portas, para o painel da porta e o armário elétrico, bem como diversas chaves (roquete, estrela e fendas) para abertura dos equipamentos.



a)



b)

Figura 4.22 – Material utilizado durante a montagem: a) Chave quadrada de portas; b) Conjunto de chaves.

De seguida procedeu-se à picagem de pontos de ligação dos equipamentos às respetivas entradas da UCP previstas, tal como a alimentação dos mesmos, externamente. Esta alimentação foi feita através do próprio barramento do armário elétrico (ver Figura 4.23).

O esquema elétrico projetado para a montagem do circuito à carruagem encontra-se representado no Anexo 3.

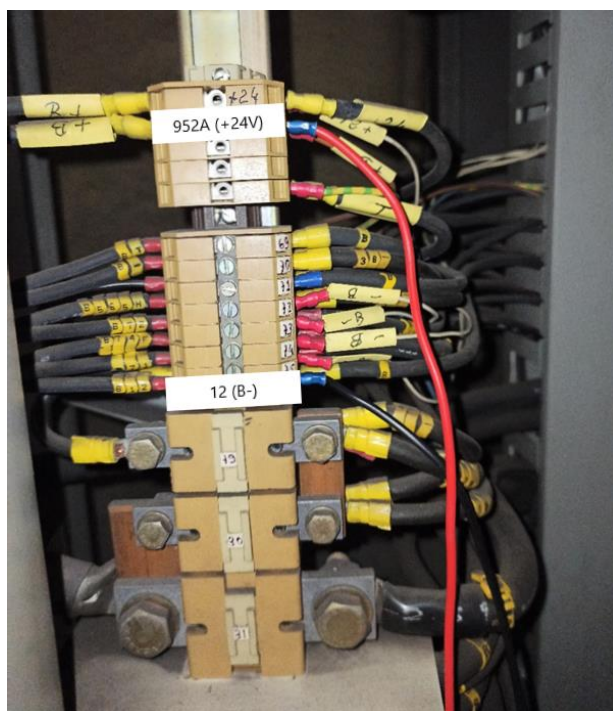


Figura 4.23 – Barramento de alimentação do armário elétrico da carruagem

Na Figura 4.24 observa-se o contacto normalmente aberto do micro interruptor da porta ligado à UCP (961A) e o contacto comum ligado aos +24V do barramento (952A). De acordo com a norma EN 14752:2005, o micro interruptor foi posicionado corretamente de forma a assinalar o fecho de porta com um espaçamento inferior a 30mm.



Figura 4.24 – Ligação do micro interruptor da porta à UCP

Da mesma forma, o pressóstato de anti-entalamento e a eletroválvula foram conectados às respectivas entradas da UCP (961B e 961E), tal como mostra a Figura 4.25. Para o teste de anti-entalamento da porta preparou-se um calço madeira, de pequena secção (30x60mm), para despressurizar a porta sempre que haja obstrução do fecho de acordo com a norma EN 14752:2005.

Nesta medida, foi detetada uma inconveniência durante a leitura de pressão do cilindro, resultado da pressão excedente do anti-entalamento. Isto é, sendo este um processo de despressurização simples do cilindro, existirá sempre uma quantidade excedente de pressão devido ao curto intervalo de pressurização entre ciclos de anti-entalamento, o que causa o embalo da porta assim que atinja metade do seu curso, exercendo uma força contínua sobre a mesma. Para tal, foi aplicado o corte de excitação da electroválvula na UCP durante a atuação do dispositivo de segurança, permitindo então a sua abertura mesmo com a porta próxima do fim de curso.

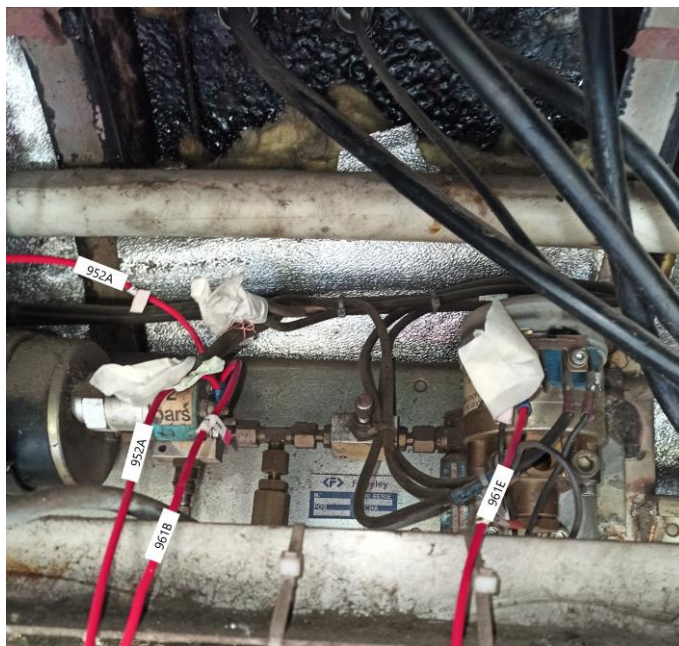


Figura 4.25 – Ligação do pressóstato e da eletroválvula à UCP

Para o comutador Z15 de serviço concluído foi aplicado um *shunt* (linha 9A), após o diodo VS900 por questões de facilidade de ligação evitando assim condutores de grandes dimensões.



Figura 4.26 – Ligação ao comutador de serviço concluído

Foram testados ambos os indicadores luminosos interiores e exteriores, que responderam conforme planeado. Ao acionar o interruptor fictício de libertação de portas na placa de ensaios, verificou-se acendimento do indicador luminoso verde de permissão de abertura de portas, seguido do sinalizador amarelo exterior após a sua abertura. Inversamente, ao acionar o interruptor de fecho de portas o indicador luminoso vermelho atuou de forma intermitente durante a temporização de 5s

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

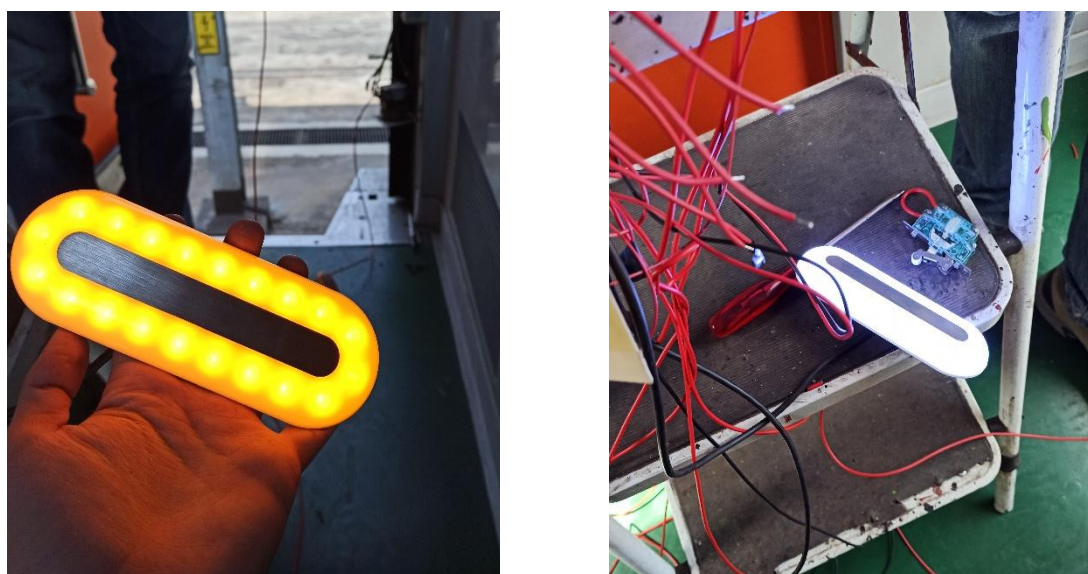
acompanhado pela sinalização acústica do besouro até ao fecho completo da porta, na qual permaneceu continuamente aceso. O LED amarelo manteve-se desligado, após o fim de curso da porta.



a)

b)

Figura 4.27 – LED Indicador de libertação e fecho de porta: a) permissão de abertura; b) porta bloqueada



a)

b)

Figura 4.28 – Sinalizador exterior do estado da porta: a) Indicação de porta aberta; b) Indicação de porta em emergência

O teste do fecho das portas pela velocidade imposta (5km/h) funcionou corretamente, fechando a porta que se encontrava aberta. No entanto, foi salvaguardada a atuação do sistema de anti-entalamento por motivos de segurança, para desobstruir qualquer objeto ou passageiro que ficasse retido na porta.

Em marcha, com velocidade superior a 5km/h foi atuado o interruptor de emergência, que prevaleceu sobre os comandos de fecho, libertando a porta independentemente das circunstâncias. Resultado de um esforço coletivo, os testes ao protótipo na primeira carruagem revelaram bons resultados com a aplicação da nova UCP.

4.8 Aquisição dos cabos IRS 50558

4.8.1 Controlo de qualidade

O controlo de qualidade é uma componente fundamental do sistema de gestão de qualidade, e consiste na abordagem sistemática necessária para garantir o desempenho de um produto/serviço para o tipo de aplicação. Este tipo de controlo é uma das responsabilidades a assegurar e feito com base nos padrões de qualidade respeitando as normas que os estabelecem. O processo de controlo tem início na escolha do equipamento (caraterísticas e conformidades), análise do seu funcionamento, através de medições e cálculos necessários, requisitos normativos de qualidade, até ao teste final em contexto real de operação (Silva, 2018).

Para cada material rececionado é emitido um documento de qualidade (QLD), no qual constam todos os parâmetros definidos. Este documento é regido pela norma europeia EN 10204:2004, que define os tipos de documentos de inspeção no ato da consulta e encomenda pelo cliente, e pela norma ISO/IEC 17050-1:2004 revista em 2007, na qual especifica os requisitos gerais de conformidade em casos desejáveis, necessários, onde a conformidade de um objeto seja atestada, independentemente do setor envolvido (ISO - International Organization for Standardization, 2004).

Segundo a norma EN 10204:2004, o QLD engloba o conjunto de requisitos técnicos relevantes aquando da encomenda de material, sendo classificados como sendo de natureza específica ou não específica, isto é, podem ou não estar sujeites a inspeções prévias pelo fabricante. A Figura 4.29 cita de forma resumida a tipologia dos QLD, cujo é caráter obrigatório especificado pelo nível de certificado requerido pela empresa (apta, 2004).

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.


Ordem Crescente de Garantia ao Comprador	Referência normalizada do documento EN 10204	Designação do tipo de documento de inspeção	Tipo de inspeção	Conteúdo do documento de inspeção	Validação do documento de inspeção, efectuada pelo
	Tipo 2.1	Declaração de conformidade com a encomenda	Não específica	Declaração de conformidade com a encomenda, sem inclusão de resultados de ensaios	Produtor
	Tipo 2.2	Relatório de ensaio	Não específica	Declaração de conformidade com a encomenda, incluindo resultados de ensaios com base numa inspeção não específica	Produtor
	Tipo 3.1	Certificado de inspeção 3.1	Específica	Declaração de conformidade com a encomenda, incluindo resultados de ensaios com base numa inspeção específica	Representante da inspeção mandatado pelo produtor, hierarquicamente independente do departamento de produção.
	Tipo 3.2	Certificado de inspeção 3.2	Específica	Declaração de conformidade com a encomenda, incluindo resultados de ensaios com base numa inspeção específica	Representante da inspeção mandatado pelo produtor, hierarquicamente independente do departamento de produção e o representante da inspeção mandatado pelo comprador ou o inspec-tor designado pelos regulamentos oficiais.

Figura 4.29 – Descrição resumida dos documentos de inspeção previstos pela norma EN 10204:2004 (apta, 2004)

No caso de não conformidades é emitido um relatório que atesta a não conformidade e ações corretivas (Anexo 4).

4.8.2 Análise corretiva

Foi efetuada uma deslocação ao parque oficial de Guifões para receção dos cabos IRS 50558 fornecidos pela Empresa D: 2 tomadas e 1 chicote de adaptação para a LE 2600, e outras 2 tomadas e 2 chicotes para a primeira carruagem, com vista à aplicação do primeiro protótipo.

Após a receção do material, procedeu-se a uma análise qualitativa com base nos critérios de conformidade de funcionamento do sistema e da norma IRS 50558 “Railway Application – Rolling Stock – Remote control and data cables interfaces – Standard technical features”.

Foram desmontadas as tomadas, e com a ajuda de um multímetro realizou-se o teste de medição da continuidade em ambas as extremidades dos pinos correspondentes, identificados na Figura 4.30. Verificou-se que as tomadas fornecidas pelos fabricantes não possuíam uma correta relação entre as 16 linhas de comboio e o par de condutores Ethernet, conforme descrito na norma supramencionada (ver Tabela 4.1 e Tabela 4.2).

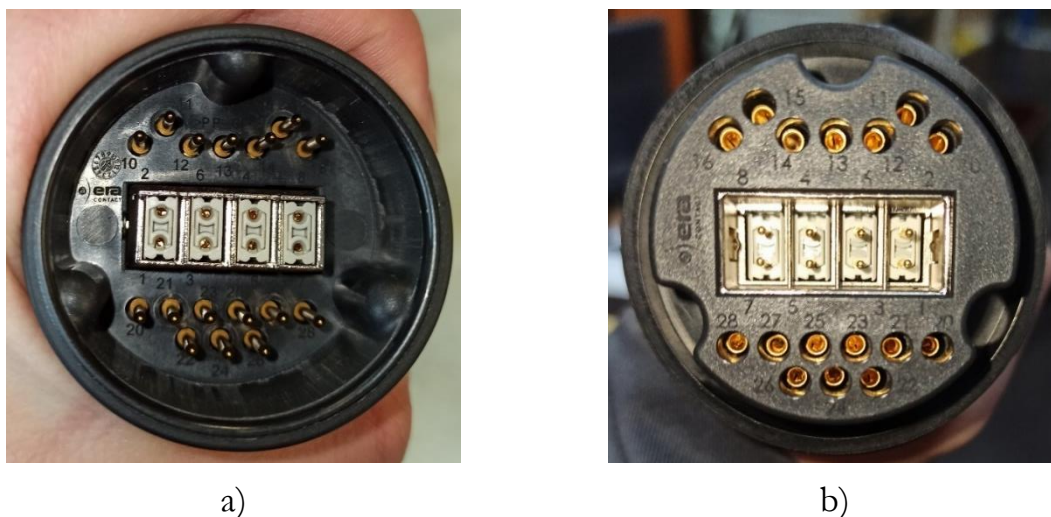


Figura 4.30 – Tomadas IRS 50558 Era-Invitécnica: a) tomada macho; b) tomada fêmea.

O mesmo problema, se verificou durante fornecimento dos cabos IRS 50558 pela Empresa E, não existindo qualquer tipo de concordância entre os dois fabricantes. Além das ligações dos conectores macho serem diferentes das ligações dos conectores fêmea, ambas as correspondências da pinagem dos condutores eram incompatíveis. As Tabela 4.4 e Tabela 4.5 mostram a configuração dos pinos das tomadas fornecidas pelos fabricantes.

Tabela 4.4 – Disposição dos pinos em função das linhas de comboio

Cabo Empresa E	Cabo Empresa D	
Tomada macho/fêmea	Tomada macho	Tomada fêmea
Multifilar	Multifilar	Multifilar
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	malha	malha
5	5	4
6	6	5
7	7	6
8	8	7
9	9	8
10	10	9
11	11	10
12	12	11
13 (malha)	4	12
14	14	14
15	15	15
16	16	16
---	13 (reserva)	13 (reserva)

Tabela 4.5 – Disposição dos pinos em função das linhas de comunicação

Cabo Empresa E	Cabo Empresa D
Tomada macho/fêmea	Tomada macho/fêmea
Multifilar	Multifilar
Branco-Laranja	Branco-Verde
Laranja	Verde
Verde-Branco	Branco-Laranja
Verde	Azul
Branco-Castanho	Branco-Azul
Castanho	Laranja
Branco-Azul	Branco-Castanho
Azul	Castanho

A norma IRS 50558 apresenta informação pouco explícita e contraditória em relação à numeração dos pinos e respetiva cablagem. Cada pino do cabo multifilar apresenta a numeração de 10 a 16 e 20 a 28 para linhas de comboio, e a numeração 1 a 8 para os condutores Ethernet, não compreendida pelos fabricantes.

Para resolução da não conformidade, optou-se por não efetuar a troca de pinos nas fichas, na medida em que haveria sempre o risco de danificar ou acarretar problemas no cenário de interoperação. Face a esta contradição, foi elaborada uma tabela de correspondência, definindo a configuração dos pinos pretendida pela norma e solicitado aos fabricantes os respetivos desenhos técnicos em consonância para cada uma das nomenclaturas.

Desta forma não existindo normalização, uma vez que a ordem sequencial não se encontrou em conformidade, foram recolhidos todos os cabos em armazém para análise por parte dos fabricantes e posterior retificação e entendimento por convenção da sua interpretação, sob pena de não prejudicar os clientes ou de colocar em causa a interoperabilidade do material.

4.9 Ensaios estáticos e dinâmicos finais

4.9.1 Ensaio estático

Durante a fase final do projeto, foi enviada a carruagem modificada para o depósito de Contumil, no dia 24/05/2022 e realizada a marcha de ensaios n.º 92207, no dia 25/05/2022, entre Contumil e Penafiel, para o ensaio final.

O ensaio estático teve como principal objetivo o teste das UCP com a carruagem acoplada à locomotiva, através dos cabos IRS 50558 de intercomunicação. No decorrer do ensaio ao sistema de portas efetuaram-se os seguintes testes sucessivamente:

- ❖ Libertação de portas da esquerda, direita e ambas através da cabina da locomotiva;

- ❖ Fecho de portas através da cabina da locomotiva e serviço concluído;
- ❖ Verificação da concordância entre indicadores luminosos e o estado das portas;
- ❖ Teste de anti-entalamento e isolamento individual das UCP;
- ❖ Confirmação dos faróis de cauda e *loop* de portas.

De forma a evitar perfurações antecipadas na mesas de condução, os seletores de comando (ver capítulo 4.4.2) foram introduzidos numa caixa e ligados diretamente ao barramento de baixa tensão da locomotiva para transmitir impulsos de libertação e fecho de portas para a carruagem, tal como representa a Figura 4.31.



Figura 4.31 – Teste dos seletores de comando de libertação e fecho de portas

Após várias tentativas de libertação e fecho de portas detetou-se a libertação irregular de portas não selecionadas. Mediante esta falha funcional, foi levantada a necessidade de analisar o circuito de portas para evitar consequências ao nível da segurança dos passageiros. Devido ao seu carácter aleatório, e na impossibilidade de tarefas de manutenção preventiva que evitem a ocorrência, foi imperativa uma alteração no projeto.

Para análise e procura de uma solução viável, seguiu-se o método de tentativa erro para exclusão de partes, a fim de detetar a origem da causa. Inclusivamente foi quebrado o engate entre a locomotiva e a carruagem, no caso de um possível curto-circuito no de comando de libertação da locomotiva, de forma a isolar a falha.

Já com a carruagem isolada, foram retirados +24V do barramento para o teste de libertação e fecho de portas através dos pinos do cabo IRS 50558, com a ajuda das pontas de prova do multímetro.

A causa da libertação irregular das portas, foi devido a correntes residuais no circuito da própria UCP, que resultou na atuação indevida dos SSRs (relés de estado sólido) durante o controlo dos impulsos de entrada (ver Figura 4.32) e posterior leitura pelo microcontrolador.

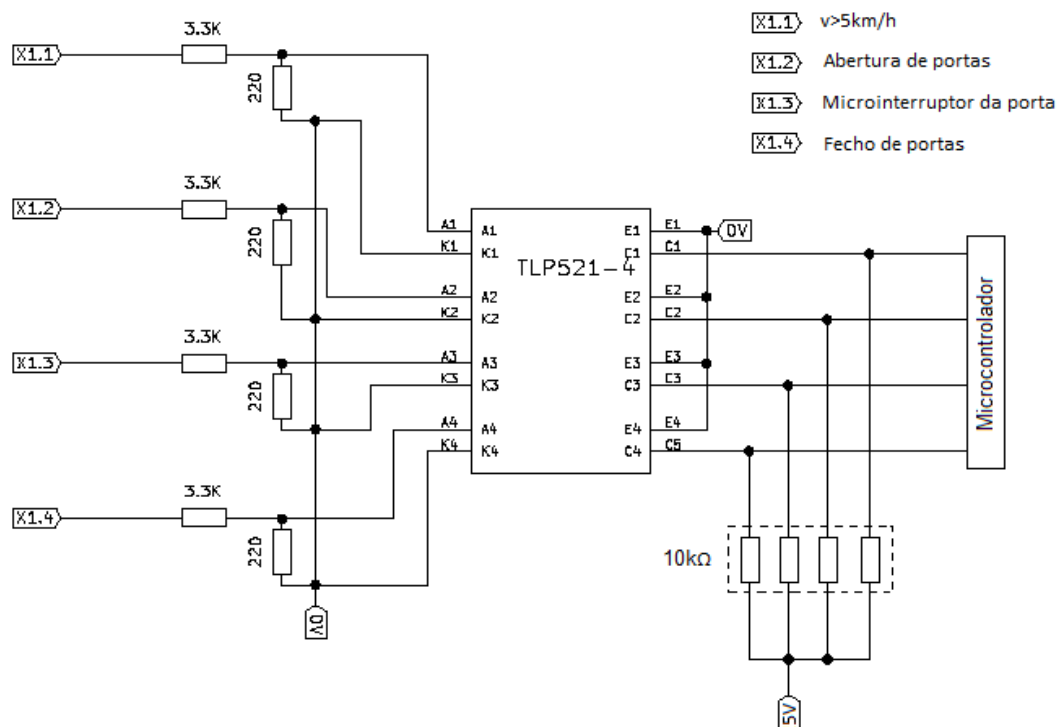


Figura 4.32 – Circuito de controlo das entradas da UCP

Os SSRs são dispositivos compostos por semicondutores que executam a função de relé eletromecânico convencional, porém sem partes móveis. Por sua vez, recorrem às propriedades óticas dos fotoacopladores para isolar o sinal de entrada e saída a uma cadência elevada. A sua aplicação é vantajosa pelo facto de possuírem uma resistência interna quase infinita em circuito aberto, e uma resistência mínima em regime de condução, assim como evitam as oscilações de tensão e a formação de ruído eletromagnético/transitório derivadas da comutação de sinal (indicado para circuitos de baixa potência) (Electronics Tutorials, 2022).

Um fotoacoplador é constituído por um LED (emissor) infravermelho, e um fototransistor (recetor) em circuitos separados. No entanto estes dispositivos são fotossensíveis, ou seja, para qualquer variação de tensão superior à tensão de funcionamento do LED interno ($\approx 1,2 \text{ V}$), a luz é detetada pela base do fototransistor e conseqüentemente permite o fluxo de corrente no circuito. A Figura 4.33 representa o esquema equivalente do foto acoplador integrado no fotoacoplador da UCP.

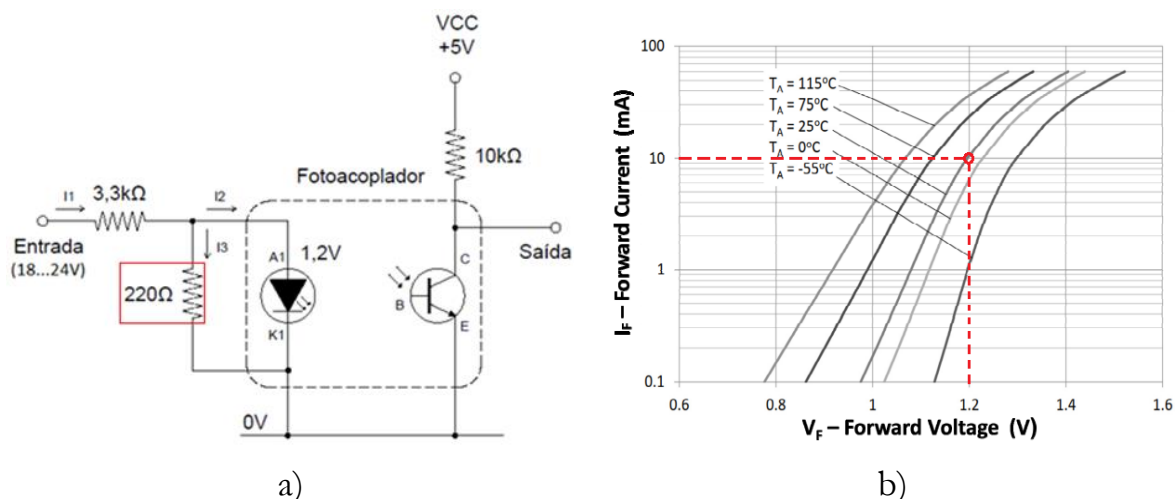


Figura 4.33 – Fotoacoplador da UCP (TLP521-4): a) Circuito equivalente; b) Curva característica da corrente (I_F) em função da tensão (V_F) no fotodíodo (ISCOCOM Components, 2022)

O circuito foi dimensionado para uma gama de tensão entre 18 a 24V, tendo em conta a ficha técnica disponibilizada pelo fabricante. Sabendo que a corrente I_F em condições de teste corresponde a 10mA, de acordo com o gráfico é possível observar que a tensão de funcionamento V_F é aproximadamente 1,2V (ISCOCOM Components, 2022). Logo a queda de tensão na resistência será:

$$V_{IN} - V_F = R \times I_F \quad (4.3)$$

Substituindo pelo valores,

$$R = \frac{24 - 1,2}{0,010} = 2280\Omega$$

A resistência ideal escolhida, foi de 3,3k Ω de forma a reduzir a corrente no LED e também o brilho.

Para as entradas foi escolhida a resistência típica de 10k Ω , que são comumente utilizadas nas entradas deste tipo de microcontroladores. Estas resistências têm como propósito não só proteger o microcontrolador porque opera com correntes muito baixas nos seus terminais, como também limitar os níveis lógicos de tensão (a largura de banda representa ainda um fator dependente da resistência, embora seja desprezável neste tipo de aplicação).

Porém, devido à soma das correntes residuais derivadas do circuito com sinal de comando, foram colocadas resistências de 220 Ω em paralelo (ver Figura 4.34), o suficiente para absorver parte dessas correntes e impedir a comutação do transistor num rácio de corrente baixo.

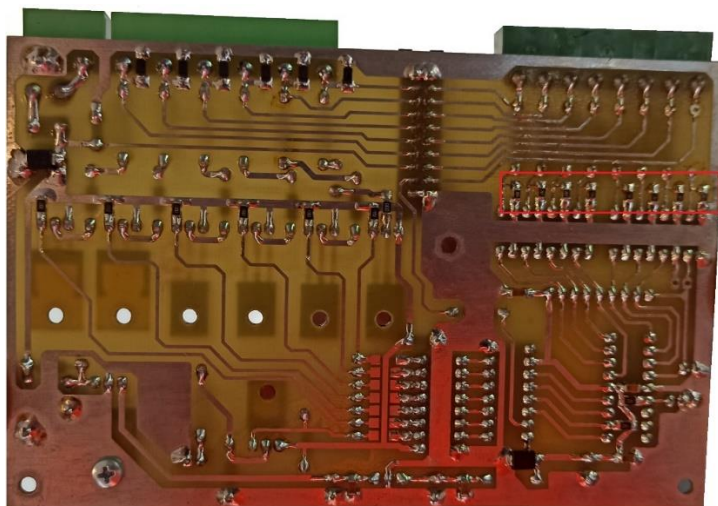


Figura 4.34 – Reprojeto da UCP com as resistências implementadas

4.9.2 Ensaio dinâmico

O ensaio dinâmico foi acompanhado por um protocolo de ensaios (Anexo 5), para registo funcional de operação em ambos os modos de operação, tal como mostra a Tabela 4.6 e Tabela 4.7.

Tabela 4.6 – Registo de ensaios no modo atual de funcionamento

Ensaio atual	Contumil	Ermesinde	Valongo
Bypass da locomotiva	✓	X	✓
Fecho de portas $v > 5\text{km/h}$ com anti-entalamento	✓	X	X
Abertura de portas	✓	✓	✓
Fecho pelo ORV	✓	✓	✓

Tabela 4.7 – Registo de ensaios no modo futuro de funcionamento

Ensaio futuro	Recarei	Após Recarei	Cete	Penafiel
Confirmar fecho de portas sem sinal de libertação	✓	X	✓	✓
Libertação de portas (Direita/Esquerda/Ambas)	✓	X	✓	✓
Corte de tração	✓	X	✓	✓
Fecho de portas (Maquinista/ORV)	✓	X	✓	✓
Confirmar <i>loop</i> de portas	✓	X	✓	✓
Libertar portas em andamento e verificar que não abrem	X	✓	X	X
Abrir portas e retirar pontos	X	✓	X	X
Atuação de emergência	X	X	X	✓

Os ensaios decorridos iniciaram com a marcha em Contumil, com a aplicação do *jumper* para o teste da UCP de acordo com o modo atual de funcionamento.

Procedeu-se à abertura de portas segundo a velocidade imposta e posteriormente ao respetivo fecho de portas após o comando dos 5km/h. Deparou-se que, devido a uma pequena falha no programa do microcontrolador, o besouro permaneceu continuamente ativo após a primeira sequência de anti-entalamento.

Durante a primeira paragem técnica, em Ermesinde, foi testado o fecho de portas pelo ORV, pelo que se verificou também falta de pressão no cilindro da porta, comprometendo o seu fecho. De forma corrigir esta falta de pressão, apenas foi necessário regular o pressóstato de forma a fechar a porta independentemente da posição em que se encontra.

4.10 Conclusão e perspetiva futura

Posteriormente foram corrigidas pequenas falhas, registadas durante os ensaios estáticos e dinâmicos, na sequência de melhorar os níveis de fiabilidade.

Terminados os testes de interoperabilidade entre a LE 2612 e a carruagem, o novo sistema implementado de comando de portas permite a libertação seletiva e fecho de portas através da cabina de condução e inclusivamente o fecho automatizado por temporização. Conforme as medidas de seguranças e mitigadoras dos acidentes registados face à queda dos passageiros na linha, foi implementado com êxito o corte de tração na locomotiva quando verificadas portas abertas na composição, bem

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

como, um sistema de anti-entramento cíclico prevenindo o entalamento de passageiros/obstáculos durante o curso da porta. Foram ainda aplicados indicadores luminosos interiores para permissão de abertura e bloqueio de portas e também no exterior para sinalização de porta aberta ou abertura de emergência.

O fecho das portas por velocidade manteve a sua integridade, porém, abrangido pelo sistema de anti-entramento, permitindo uma maior segurança em caso de avaria inerente do fecho de portas.

Futuramente, prevê-se a modificação e implementação em todas as locomotivas da série LE 2600, adaptado o projeto para a série LE 5600, assim como, a implementação em todas as carruagens ao serviço das composições IC e IR (Arco, Sorefame modernizadas e Corail).



Figura 4.35 – Técnicos envolvidos na marcha de ensaios nº 92207 para o teste de interoperabilidade

5 CONCLUSÕES

O estágio realizado na CP - Comboios de Portugal, E.P.E., no âmbito do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, teve como principal objetivo o estudo para implementação dos projetos "Implementação de câmaras retrovisoras" e "Modificação do sistema de controlo de portas", embora tenham sido desempenhadas outras tarefas de suporte técnico tais como: ensaios e recolha de dados do ar condicionado instalado na cabine da série LD 1400, teste de sensores de velocidade e fichas de registo.

Nesse sentido foram realizadas diversas deslocações no terreno, instruções de trabalho, propostas para aquisição de material, especificações técnicas em concordância com as normas ferroviárias, entre outros documentos de carácter técnico com vista a apoiar a produção.

O projeto "Implementação de câmaras retrovisoras" surge na vertente da modernização e segurança, quer nas fases de embarque e desembarque dos passageiros, quer nível da identificação da sinalização pelo maquinista. Inicialmente houve uma fase de planeamento, recolhidos dados necessários para a escolha dos equipamentos, tais como: medições e gestão do espaço interior e exterior das séries abrangidas, características do traçado da via e ainda estudados os vários parâmetros condicionantes de operação.

Após o conhecimento dos dados fundamentais, foi efetuada uma vasta pesquisa de empresas fornecedoras com base numa proposta técnica estruturada, a fim de reunir orçamentos para posterior debate mediante a relação qualidade/preço. Apesar da derrapagem do processo de aprovação, face à supressão de verbas, foi possível estabelecer o contacto com diversas firmas, bem como elaborado um plano para implementação futura.

O segundo projeto desenvolvido, "Modificação do sistema de controlo de portas", envolveu várias entidades de manutenção da CP, num contexto de segurança e interoperabilidade entre o material motor e rebocado a nível nacional. No decorrer de uma primeira análise, foram identificados os problemas e possíveis melhorias a adotar. Seguidamente foi elaborada uma proposta técnica, que visou todos os aspetos para a alteração do comando de portas, colocando o sistema em conformidade com a atual Norma IRS 50558, através da substituição dos antigos cabos de comunicação.

O protótipo consistiu na modificação da unidade LE 2612, com a aplicação de seletores de comando para libertação e fecho de portas, um bypass em situações de avaria ou manobras e ainda um novo bloco de corte de tração para o fecho de portas através da velocidade.

Os esquemas elétricos foram desenvolvidos com a ajuda da ferramenta de desenho AutoCAD. Assim estes esquemas permitem facilitar o processo de ligação e montagem dos componentes do sistema.

Durante esta etapa foi dimensionado o disjuntor e o conversor 110/24VDC para alimentar o circuito. Posteriormente foram adicionados LEDs para indicação do estado das portas e outro para o bypass.

Para o material rebocado foi desenvolvida, programada e testada internamente uma nova UCP preparada para receber impulsos analógicos e posteriormente converter em ordens de comando.

Foram executados ensaios estáticos e dinâmicos para assegurar o correto funcionamento do sistema e corrigidas alguma falhas detetadas.

Os objetivos pretendidos no início do estágio foram atingidos com sucesso, quer a nível profissional, através da aquisição de novos conhecimentos técnicos e competências e sociais, quer a nível pessoal.

Apesar de não levar a cabo o projeto “Implementação de câmaras retrovisoras”, foi possível estruturar e colaborar com a equipa técnica durante todas as etapas de desenvolvimento. Não obstante, a sua implementação futura por parte da empresa, de forma a promover a melhoria contínua dos seus serviços prestados.

O projeto “Modificação do sistema de controlo de portas”, foi bem sucedido e permitirá resolver um grande problema a respeito da segurança dos passageiros. Em termos de perspetivas futuras, prevê-se a implementação de seletores nas mesas de condução e de um bloco do corte de tração em todas as unidades da série LE 2600 e LE 5600. No caso das carruagens, serão produzidas internamente mais de 400 UCP e adquirida toda a cablagem necessária à substituição em toda a frota de material rebocado dos IC e IR.

REFERÊNCIAS

- André, P. (24 de maio de 2020). *Portugal Ferroviário - Os Caminhos de Ferro na Internet*. Obtido em 31 de maio de 2022, de TrainSpotter nº123: <https://portugalferroviario.net/blog/2022/05/09/trainspotter-141-maio-2022/>
- apta (outubro de 2004). *Documentos de inspeção - EN 10204:2004*. Obtido em 11 de abril de 2022, de apta - Associação de Produtores de Tubos em Aço soldados longitudinalmente e Acessórios em Ferro Fundido maleável roscados para canalizações: <http://www.apta.pt/conteudos.php?idConteudo=278>
- Autoridade da Mobilidade e dos Transportes. (junho de 2021). *Ecosystema Ferroviário Português (2019)*. Obtido de https://www.amt-autoridade.pt/media/3108/relatorio_ecossistema_ferroviario_portugues_2019.pdf
- CENELEC (1 de Julho de 2021). EN 50155. *Railway applications - Rolling stock - Electronic equipment*. Obtido em 28 de janeiro de 2022
- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (2013). *Fernave - Manual de condução UDD 9630 VE*. Obtido em 14 de dezembro de 2021
- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (2019). *Manual de condução, Série: CPA 4000*. Obtido em 23 de novembro de 2021
- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (dezembro de 2020). EME GEME - Estrutura, Missão e Funções após deliberação.
- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (2020). *Relatório do Governo Societário*. Obtido em 5 de maio de 2022
- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (2020). *Relatório e Contas Consolidadas*. Lisboa. Obtido em 5 de maio de 2022
- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (2021). *Manual da Organização*. Obtido em 13 de maio de 2022
- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (25 de Fevereiro de 2021). Plano de melhoria PAC IC. Obtido em 3 de fevereiro de 2022
- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (2022). *Cultura ferroviária*. Obtido em 14 de maio de 2022, de <https://www.cp.pt/institucional/pt/cultura-ferroviaria/historia-cp/cronologia>
- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (31 de maio de 2022). *Frota de material circulante*. Obtido de Comboios de Portugal: <https://www.cp.pt/institucional/pt/cultura-ferroviaria/frota-material-circulante>

- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (s.d.). Fichas técnicas do material circulante. Obtido em 13 de dezembro de 2021
- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (s.d.). Manutenção e Engenharia. Obtido em 5 de maio de 2022
- CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (12 de maio de 2022). *Cultura ferroviária*. Obtido de <https://www.cp.pt/institucional/pt/cultura-ferroviaria/sabia-que>
- Electronics Tutorials (5 de julho de 2022). *Solid State Relay*. Obtido de <https://www.electronics-tutorials.ws/power/solid-state-relay.html>
- EMEF, CP - Comboios de Portugal, E.P.E. (março de 2017). Automotoras UDD 450 - Ensaios finais estáticos e dinâmicos. *Ensaios de freio: Unidade Nº 458*. Obtido em 6 de junho de 2022
- Esteves, R. A. (1938). O Problema Nacional dos Caminhos-de-ferro. Lisboa: Oficinas Gráficas da CP. Obtido em 12 de maio de 2022
- European Standards (outubro de 2017). EN 50155. *Railway applications - Rolling stock - Electronic equipment*. Obtido em 6 de julho de 2022
- Freitas, N. P. (novembro de 2019). Obtido em 5 de maio de 2022
- GPIAAF (23 de Janeiro de 2020). Transporte Ferroviário. *Relatório de Investigação de Segurança*. Obtido em 17 de dezembro de 2021
- IEC - International Electrotechnical Commission (2022). *IP ratings*. Obtido em 7 de julho de 2022, de <https://www.iec.ch/ip-ratings>
- IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (2020). Regulamento Geral de Segurança. *Circulação de Comboios e Movimentos de Manobra*. Lisboa, Portugal. Obtido em 8 de dezembro de 2021
- IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (2021). Relatório Anual de Segurança Ferroviário. Lisboa, Portugal.
- International Railway Solutions. (1 de Julho de 1ª edição 2017). Railway Application - Rolling Stock - Remote control and data cables interfaces - Standard technical features. *IRS 50558*. Obtido em 21 de janeiro de 2022
- IP - Infraestruturas de Portugal, S.A. (Setembro de 2016). Linha do Douro. *Análise de intervenções na infraestrutura ferroviária*. Obtido em 2021 de dezembro de 20
- IP - Infraestruturas de Portugal, S.A. (Janeiro de 2022). *Principais empreitadas em desenvolvimento*. Obtido em 6 de maio de 2022, de IP - Infraestruturas de Portugal: https://www.infraestruturasdeportugal.pt/sites/default/files/inline-files/MapaFerroviario_PrincipaisInvestimentos202202Fev.pdf
- ISCOM Components. (7 de julho de 2022). *Ficha técnica do octoacoplador TLP521-4*. Obtido de RS Components: <https://pt.rs-online.com/web/p/optoacopladores/1611035/?relevancy-data=7365617263685F636173636164655F6F726465723D3126736561726368>

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

5F696E746572666163655F6E616D653D4931384E525353746F636B4E756D6
26572267365617263685F6C616E67756167655F757365643D656E267365617
263

ISO - International Organization for Standardization. (outubro de 2004). *ISO/IEC 17050-1:2004*. Obtido em 7 de abril de 2022, de Conformity assessment - Suppliers's declaration of conformity - Part 1: General requirements: <https://www.iso.org/standard/29373.html>

Medway - Transporte & Logística. (s.d.). *Locomotivas*. Obtido em 19 de janeiro de 2022, de Medway - Transporte & Logística: www.medway-iberia.com

meteoblue. (2022). Obtido em 16 de janeiro de 2022, de <https://www.meteoblue.com>

Nunes, D. F. (1 de Março de 2020). Carruagens recuperadas em Guifões entram na linha do Douro em Março. *Dinheiro Vivo*. Obtido em 25 de novembro de 2021

Pedro Mêda, J. C. (2021). Recuperação das carruagens Schindler. *Pedra&Cal*, 17-23. Obtido em 25 de novembro de 2021

Pinto, C. (8 de maio de 2022). *Portugal Ferroviário - Os Caminhos de Ferro na Internet*. Obtido em 9 de maio de 2022, de Trainspotter nº141: <https://portugalferroviario.net/blog/2022/05/09/trainspotter-141-maio-2022/>

Pires, M. A. (28 de Junho de 2021). Com remodelação que vai "ao osso", carruagens compradas a Espanha vão começar a circular. (M. T. Midões, Entrevistador) Obtido em 25 de janeiro de 2022

Santos, V. (18 de Setembro de 2015). Vista Sul - Vila Meã. Estação de Vila-Meã (PK-50 Linha do Douro), Portugal. Obtido em 15 de janeiro de 2022

SGS - Société Générale de Surveillance. (16 de março de 2020). *ISO 55001 - SISTEMA DE GESTÃO DE ATIVOS*. Obtido de <https://www.sgs.pt/pt-pt/news/2017/04/iso-55001>

Silva, D. A. (11 de 2018). Instituto Superior de Engenharia do Porto - Mestrado em engenharia mecânica. *Aplica o de instru es de trabalho para o processo de controlo da qualidade numa empresa produtora de limas*, p. 17. Obtido em 7 de abril de 2022

TrainManiac. (Novembro de 2020). *Portugal Ferroviário - Os Caminhos de Ferro na Internet*. Obtido em 25 de novembro de 2021, de TrainSpotter nº123: <https://portugalferroviario.net/blog/2020/11/08/trainspotter-no-123-novembro-de-2020/>

Whitford, J. D. (2005). *Fundamentals of Transportation Engineering: A Multimodal Systems Approach*. Estados Unidos da América. Obtido em 11 de janeiro de 2022

Wikipédia. (12 de maio de 2022). *Comboios de Portugal*. Obtido de https://pt.wikipedia.org/wiki/Comboios_de_Portugal

ANEXOS

ANEXO 1 – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO SISTEMA DE CÂMARAS

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION
Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

1 – Objetivo / Target

O presente documento destina-se a definir os requisitos aplicáveis ao sistema de câmaras retrovisoras, a aplicar como protótipo, nas seguintes séries da CP: locomotiva LD 1400, automotora UDD 9630 e automotora UDD 450.

Nota: Futuramente poderá existir a possibilidade de abranger todo o material circulante.

This document aims to define the requirements applicable to the rearview camera system, to be applied as prototype, in the following series of CP: LD 1400 locomotive, UDD 9630 railcar and UDD 450 railcar.

Note: In the future it may be possible to cover all rolling stock.

2 – Âmbito / Scope

Aplica-se na consulta ao mercado e fornecimento dos artigos mencionados.

Applies in the market query and supplying of the mentioned articles.

3 – Definições e Siglas / Definitions and Acronyms

CP – Comboios de Portugal
UIC – União Internacional de Caminhos de Ferro
LD – Locomotiva Diesel / Diesel Locomotive
UDD – Unidade Dupla Diesel / Diesel Dual Unit
PON – Parque Oficial do Norte

4 – Referências / References

Todos os componentes desenvolvidos devem estar em conformidade com as normas ferroviárias válidas.

All developed components must in accordance with valid railway standards.

5 – Especificações / Specifications

5.1. Introdução / Introduction

Na maioria das locomotivas e automotoras existem espelhos retrovisores nas suas extremidades laterais, que por vezes não oferecem boa visibilidade e perceção, em operações de embarque/desembarque de passageiros, bem como, a realização de manobras na ferrovia e identificação de sinais. Uma solução viável consiste na implementação de um sistema de quatro câmaras retrovisoras nas extremidades laterais e duas frontais em cada veículo, cuja captação de imagem será acessível ao maquinista através de um monitor localizado no interior da cabine. Isto permitirá melhorar o campo e condições de visão em áreas fraca visibilidade, evitar situações perigosas e garantir uma maior proteção dos passageiros.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION
Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

Most locomotives and railcars have rearview mirrors on their lateral extremities, which sometimes do not offer good visibility and perception in passenger boarding/disembarkation operations, as well as in railroad maneuvers and signal identification. A viable solution consists of implementing a system of four rear-view cameras on the lateral extremities and two on the front of each vehicle, whose image capture will be accessible to the driver through a monitor located inside the cab. This will improve the field and conditions of vision in poor visibility areas, avoid dangerous situations and ensure greater protection for passengers.

5.2. Principais características da via / Main rail-track features

5.2.1. Via estreita / Meter gauge

• Rampa máxima: 20%	• Maximum ramp: 20%
• Raio mínimo: a Confirmar	• Minimum radius: to Confirm
• Altitude máxima 1000 m	• Maximum altitude 1000 m
• Temperatura ambiente máxima: 55 °C	• Maximum ambiente temperature: 55 °C
• Temperatura ambiente mínima: - 5 °C	• Minimum ambiente temperature: - 5 °C
• Humidade atmosférica: de 70% a 88%	• Atmospheric humidity: 70% to 88%
• Bitola: 1000 mm	• Gauge: 1000 mm
• Tipo de exploração: transporte de passageiros	• Type of exploitation: passenger transport

5.2.2. Via larga / Broad gauge

• Rampa máxima: >15%	• Maximum ramp: >15%
• Raio mínimo: a Confirmar	• Minimum radius: to Confirm
• Altitude máxima 1100 m	• Maximum altitude 1100 m
• Temperatura ambiente máxima: 55 °C	• Maximum ambiente temperature: 55 °C
• Temperatura ambiente mínima: - 5 °C	• Minimum ambiente temperature: - 5 °C
• Humidade atmosférica: de 70% a 88%	• Atmospheric humidity: 70% to 88%
• Bitola: 1668 mm	• Gauge: 1668 mm
• Tipo de exploração: transporte de passageiros e transporte de mercadorias, com o máximo de 3 000 t no reboque.	• Type of exploitation: passenger transport and freight transport, with a maximum of 3 000 t in tow.

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

5.3. Principais características da locomotiva LD 1400, automotoras UDD 9630 e automotora UDD 450 / Main features of the LD 1400 locomotive, UDD 9630 railcar and UDD 450 railcar

5.3.1. Locomotiva LD 1400 / LD 1400 locomotive

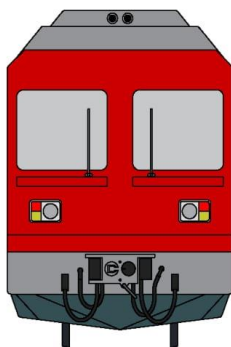


• Ano de entrada ao serviço: 1967/69	• Year of entry into Implement: 1967/69
• Tipo de transmissão: Diesel-Elétrica	• Transmission type: Diesel-Electric
• Motor diesel: English electric	• Diesel engine: English Electric
• Potência nominal às rodas: 970 Cv	• Rated power at wheels. 970 Hp
• Rotação nominal: 850 rpm	• Nominal rotation: 850 rpm
• Disposição dos rodados: Bo' Bo'	• Arrangement of wheels: Bo' Bo'
• Velocidade máxima: 105 km/h	• Maximum speed: 105 km/h
• Binário de arranque: 140 kN	• Starting torque: 140 kN
• Binário à velocidade máxima: 24 kN	• Torque at maximum speed: 24 kN
• Motores de tração: EE 548	• Traction motors: EE 548
• Bitola da via: 1668 mm	• Track gauge: 1668 mm
• Peso total (c/abastecimento): 64,4 t	• Total weight (w/refueling): 64,4 t
• Comprimento: 12,72 m	• Length: 12,72 m
• Largura: 3,26 m	• Width 3,26 m
• Altura: 4,355 m	• Height: 4,355 m
• Unidades operacionais: 12	• Operating Units: 12

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

5.3.2. Automotora UDD 9630 / UDD 9630 railcar



• Ano de entrada ao serviço: 1991	• Year of entry into implement: 1991
• Tipo de transmissão: Diesel-Elétrica	• Transmission type: Diesel-Electric
• Motor Diesel: Saurer	• Diesel engine: Saurer
• Potência nominal às rodas: 434 Cv (s/climatização)	• Rated power at wheels. 434 Hp (without climate control)
• Rotação Nominal: 1500 rpm	• Nominal rotation: 1500 rpm
• Disposição dos rodados: 2' 2' + 2' Bo'	• Arrangement of wheels: 2' 2' + 2' Bo'
• Velocidade máxima: 90 km/h	• Maximum speed: 90 km/h
• Binário de arranque: 75 kN	• Starting torque: 75 kN
• Binário à velocidade máxima: 12,5 kN	• Torque at maximum speed: 12,5 kN
• Motores de tração: 6 FRA 3334	• Traction motors: 6 FRA 3334
• Bitola da via: 1000 mm	• Track gauge: 1000 mm
• Peso máximo: 72,8 t	• Maximum weight: 72,8 t
• Comprimento: 38,55 m	• Length: 38,55 m
• Altura: 3,755 m	• Height: 3,755 m
• Largura: 2,624 m	• Width 2,624 m
• Unidades operacionais: 7	• Operating Units: 7

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA /TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

5.3.3. Automotora UDD 450 / UDD 450 railcar



• Ano de entrada ao serviço: 1999	• Year of entry into implement: 1999
• Tipo de transmissão: Diesel-Hidráulica	• Transmission type: Diesel-Hydraulic
• Motor Diesel de tração: Cummins NTA 855 – R3	• Diesel engine: Cummins NTA 855 – R3
• Potência nominal às rodas: 405 Cv	• Rated power at wheels. 405 Hp
• Rotação Nominal: 1900 rpm	• Nominal rotation: 1900 rpm
• Disposição dos rodados: (1A) (1A) + 2' 2'	• Arrangement of wheels: (1A) (1A) + 2' 2'
• Velocidade máxima: 120 km/h	• Maximum speed: 120 km/h
• Binário de arranque: 84,3 kN	• Starting torque: 84,3 kN
• Binário à velocidade máxima: 12,7 kN	• Torque at maximum speed: 12,7 kN
• Bitola da via: 1668 mm	• Track gauge: 1668 mm
• Peso máximo: 92,7 t	• Maximum weight: 92,7 t
• Comprimento: 51,96 m	• Length: 51,96 m
• Altura: 4,392 m	• Height: 4,392 m
• Largura: 2,97 m	• Width 2,97 m
• Unidades operacionais: 19	• Operating Units: 19

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION
Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

6 – Requisitos do sistema / System requirements

6.1. Alimentação do sistema / System power supply

A locomotiva LD 1400 e as automotoras UDD 9630/450 encontram-se equipadas com baterias de tensões distintas, pelo que poderá ou não, ser necessário a implementação de um conversor auxiliar, de forma a assegurar a alimentação dos equipamentos, de acordo com as seguintes características técnicas aplicáveis e indicativas:

The LD 1400 locomotive and the UDD 9630/450 railcars are equipped with batteries of different voltages, so it may or may not be necessary to implement an auxiliary converter, in order to ensure the power supply of the equipment, according to the following applicable and indicative technical characteristics:

6.1.1. Locomotiva LD 1400 / LD 1400 locomotive

• Tipo: Chumbo	• Type: Lead
• Intensidade de carga: a confirmar	• Load current: to be confirmed
• Módulos: 17	• Modules: 17
• Tensão: 110 V	• Voltage: 110 V
• Capacidade: 120 Ah	• Capacity: 120 Ah

6.1.2. Automotora UDD 9630 / UDD 9630 railcar

• Tipo: Níquel-Cádmio	• Type: Nickel-Cadmium
• Intensidade de carga: 100 A	• Load current: 100 A
• Módulos: a confirmar	• Modules: to be confirmed
• Tensão: 24 V	• Voltage: 24 V
• Capacidade: 270 Ah	• Capacity: 270 Ah

6.1.3. Automotora UDD 450 / UDD 450 railcar

• Tipo: Chumbo-Ácido	• Type: Lead-Acid
• Intensidade de carga: 22,5...92 A	• Load current: 22,5...92 A
• Módulos: a confirmar	• Modules: to be confirmed
• Tensão: 24 V	• Voltage: 24 V
• Capacidade: 58...86 Ah	• Capacity: 58...86 Ah

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

6.2. Câmaras retrovisoras e câmaras opcionais / Rearview cameras and optional cameras

6.2.1. Locomotiva LD 1400 / LD 1400 locomotive

Para a locomotiva LD 1400, ao invés de duas câmaras laterais separadas para cada sentido, o ideal será a implementação de uma única caixa que albergue ambas as câmaras, de forma a tornar o sistema mais compacto. As câmaras a instalar no material circulante deverão respeitar as seguintes características técnicas aplicáveis e indicativas:

For the LD 1400 locomotive, instead of two separate side cameras for each direction, the ideal will be the implementation of a single box that houses both cameras, in order to make the system more compact. The cameras to be installed on rolling stock shall meet the following applicable and indicative technical characteristics:

- a) Tensão de entrada: 24Vdc ou 110Vdc¹;
- b) Potência nominal: A determinar pelo fabricante;
- c) Tipo de sensor: Indicado para o tipo de aplicação;
- d) Resolução: Indicado para o tipo de aplicação;
- e) Sistema de scan: Indicado para o tipo de aplicação;
- f) Campo de visão: A determinar pelo fabricante;
- g) Saída de vídeo: A determinar pelo fabricante;
- h) Capacidade digital (dia/noite): cores;
- i) Cadência de imagem: ≥ 30 fps (preferencialmente);
- j) Índice de proteção: IP65 (preferencialmente ou superior);
- k) Humidade: 90% HRE (sem condensação);
- l) Normas: Em conformidade com as normas ferroviárias.

- a) Input voltage: 24Vdc or 110Vdc¹;
- b) Nominal power: To be determined by the manufacturer;
- c) Sensor type: Indicated for the type of application;
- d) Resolution: Indicated for the type of application;
- e) Scan system: Indicated for the type of application;
- f) Field of view: To be determined by the manufacturer;
- g) Video output: To be determined by the manufacturer;
- h) Digital capability (day/night): Color;
- i) Image rate: ≥ 30 fps (preferably);
- j) Protection index: IP65 (preferably or higher);
- k) Humidity: 90% HRE (without condensation);
- l) Standards: In accordance with railway standards.

¹ Ver secção 6.1. / See section 6.1.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA /TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

Condições ambientais:

- Nevoeiro frequente;
- Precipitação regular;
- Probabilidade reduzida de neve e granizo;
- Temperatura ambiente: -8°C a 40°C.

Environmental conditions:

- Frequent fog;
- Regular precipitation;
- Low probability of hail /snow;
- Ambient temperature: -8°C to 40°C.

Adicional:

Sugerir a implementação de duas câmaras adicionais, uma câmara para cada frente da locomotiva, mais adequadas para o tipo de aplicação. Desta forma proporcionará campo de visão mais amplo para identificação de sinais sem a presença de qualquer obstáculo, que de alguma forma possa obstruir a visão do maquinista. Preferencialmente, e caso seja possível, incluir sensores de movimento e/ou sinais de alerta, para prevenção de possíveis colisões entre veículos ou pessoas na mesma via.

Additional:

Suggest the implementation of two additional cameras, one camera for each front of the locomotive, better suited for the type of application. This way it will provide a wider field of view for signal identification without the presence of any obstacle, which could somehow obstruct the driver's view. Preferably, and if possible, include motion sensors and/or warning signals, to prevent possible collisions between vehicles or people on the same track.

Nota: O orçamento do sistema de câmaras retrovisoras, considerando a opção referida, deverá ser feito em separado.

Note: The budget for the rearview camera system, considering the option mentioned, must be done separately.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION
Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

6.2.2. Automotoras UDD 9630 e UDD 450 / UDD 9630 and UDD 450 railcars

De forma semelhante, será feita a instalação de duas câmaras nas extremidades laterais de cada cabine de ambas as automotoras, embora se pretenda apenas uma câmara para um sentido. As câmaras a instalar no material circulante deverão respeitar as seguintes características técnicas aplicáveis e indicativas:

Similarly, two cameras will be installed on the side edges of each cabin on both railcars, although only one camera is intended for one direction. The cameras to be installed on rolling stock shall meet the following applicable and indicative technical characteristics:

- a) Tensão de entrada: 24Vdc ou 110Vdc²;
- b) Potência nominal: A determinar pelo fabricante;
- c) Tipo de sensor: Indicado para o tipo de aplicação;
- d) Resolução: Indicado para o tipo de aplicação;
- e) Sistema de scan: Indicado para o tipo de aplicação;
- f) Campo de visão: A determinar pelo fabricante;
- g) Saída de vídeo: A determinar pelo fabricante;
- h) Capacidade digital (dia/noite): cores;
- i) Cadência de imagem: ≥ 30 fps (preferencialmente);
- j) Índice de proteção: IP65 (ou superior);
- k) Humidade 90% HRE (sem condensação);
- l) Normas: Em conformidade com as normas ferroviárias.

- a) Input voltage: 24Vdc or 110Vdc¹;
- b) Nominal Power: To be determined by the manufacturer;
- c) Sensor type: Indicated for the type of application;
- d) Resolution: Indicated for the type of application;
- e) Scan system: Suitable for the type of application;
- f) Field of view: To be determined by the manufacturer;
- g) Video output: To be determined by the manufacturer;
- h) Digital (day/night) capability: Color;
- i) Image rate: ≥ 30 fps (preferred);
- j) Protection index: IP65 (or higher);
- k) Humidity 90% HRE (no condensation);
- l) Standards: In accordance with railway standards.

² Ver secção 6.1. / See section 6.1.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA /TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

Condições ambientais:

- Nevoeiro frequente;
- Precipitação regular;
- Probabilidade reduzida de queda de granizo/neve;
- Temperatura ambiente: -4°C a 40°C.

Environmental conditions:

- Frequent fog;
- Regular precipitation;
- Low probability of hail/snow;
- Ambient temperature: -4°C to 40°C.

Opcional:

Sugerir a implementação de duas câmaras adicionais, uma câmara para cada frente da automotora, mais adequadas para o tipo de aplicação. Desta forma proporcionará campo de visão mais amplo para identificação de sinais sem a presença de qualquer obstáculo, que de alguma forma possa obstruir a visão do maquinista. Preferencialmente, e caso seja possível, incluir sensores de movimento e/ou sinais de alerta, para prevenção de possíveis colisões entre veículos ou pessoas na mesma via.

Optional:

Suggest the implementation of two additional cameras, one camera for each front of the railcar (front facing camera and backward facing camera), more suitable for the type of application. This way it will provide a wider field of vision to identify signals without the presence of any obstacle, which could somehow obstruct the driver's vision. Preferably, and if possible, include motion sensors and/or warning signals, to prevent possible collisions between vehicles or people on the same track.

Nota: O orçamento do sistema de câmaras retrovisoras, considerando a opção referida, deverá ser feito em separado.

Note: The budget for the rearview camera system, considering the option mentioned, must be done separately.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

6.3. Monitor LCD / LCD Display

Os monitores a instalar no material circulante deverão respeitar as seguintes características técnicas aplicáveis e indicativas:

The monitors to be installed on rolling stock shall meet the following applicable technical characteristics and indications:

- a) Tensão de entrada: 24Vdc ou 110Vdc¹;
- b) Potência nominal: A determinar pelo fabricante;
- c) Exibição: 10.4" LCD (ou equivalente)²;
- d) Resolução: 800 x 600 (ou superior);
- e) Tempo de resposta: mínimo possível;
- f) Rácio de contraste: Indicado para o tipo de aplicação;
- g) Brilho: Indicado para o tipo de aplicação;
- h) Ângulo mín. de visualização: ~80° (de todas as direções);
- i) Entrada de vídeo: Compatível com os equipamentos;
- j) Índice de proteção: IP54 (ou semelhante);
- k) Humidade: 95% RH (sem condensação);
- l) Temperatura interior: -5°C a 50°C;
- m) Normas: Em conformidade com as normas ferroviárias.

- a) Input voltage: 24Vdc or 110Vdc¹;
- b) Nominal power: To be determined by the manufacturer;
- c) Display: 10.4" LCD (or equivalent)²;
- d) Resolution: 800 x 600 (or higher);
- e) Response time: Minimum possible;
- f) Contrast ratio: Indicated for the type of application;
- g) Brightness: Indicated for the type of application;
- h) Mín. view angle: ~80° (from all directions);
- i) Video input: Compatible with the equipment;
- j) Protection index: IP54 (or similar);
- k) Humidity: 95% RH (without condensation);
- l) Interior temperature: -5°C to 50°C;
- m) Standards: In accordance with railway standards;

¹ Ver secção 6.1. / See section 6.1.

² As dimensões do monitor são limitadas devido à saturação de equipamentos no interior da cabine de condução / The display dimensions are limited due to the saturation of the equipment inside the driving cab

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

7 – Funcionamento do sistema / System's operation

7.1. Área de operacional do sistema de câmaras / Operating area of the camera system

7.1.1. Locomotiva LD 1400 / LD 1400 locomotive

Os possíveis locais de instalação das câmaras laterais e frontais encontram-se em perspetiva nas figuras abaixo representadas.

The possible installation locations of the side and front cameras are shown in perspective in the figures below.



A locomotiva LD 1400 será equipada com um sistema de duas câmaras nas suas extremidades laterais, uma retrovisora dupla à esquerda e direita com vista para as plataformas e outras duas câmaras frontais no nariz da locomotiva, que proporcionará um campo de visão dinâmico correspondente às necessidades do maquinista durante manobras e facilitar a identificação de sinais ou possíveis obstruções na via.

Pretende-se que as câmaras retrovisoras a implementar na locomotiva, possuam alcance suficiente para uma composição de uma LD 1400 e um máximo de oito carruagens rebocadas *Corail 2ª classe*, correspondente a cerca de 224m. Relativamente à câmara frontal da locomotiva, o alcance mínimo da câmara não deverá ser inferior a 200m, de forma que o maquinista consiga detetar a aparência da próxima sinalização e consequentemente reagir a tempo de uma paragem completa da composição.

A figura abaixo representa a área exterior mínima pretendida para operação das câmaras, bem como as dimensões em detalhe da composição.

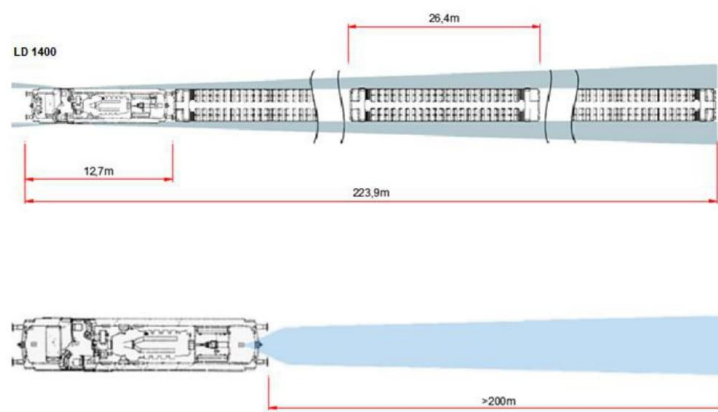
The LD 1400 locomotive will be equipped with a system of two cameras on its side ends, a double rear-view camera on the left and right overlooking the platforms, and another two front cameras on the nose of the locomotive, which will provide a dynamic field of view corresponding to the needs of the driver during maneuvers and facilitate the identification of signals or possible obstructions on the track.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

It is intended that the rear-view cameras to be implemented on the locomotive have sufficient range for a train of one LD 1400 and a maximum of eight Corail 2nd class towed coaches, corresponding to about 224m. For the front camera of the locomotive, the minimum range of the camera should not be less than 200m, so that the driver can detect the appearance of the next signaling and consequently react in time to perform a full stop.

The figure below represents the minimum outer area required for camera operation, as well as the detailed dimensions of the train.



7.1.2. Automotoras UDD 9630 e UDD 450 / UDD 9630 and UDD 450 railcar

Os possíveis locais de instalação das câmaras encontram-se em perspetiva nas figuras abaixo representadas:

The possible installation locations of the cameras are shown in perspective in the figures below:



UDD 9630



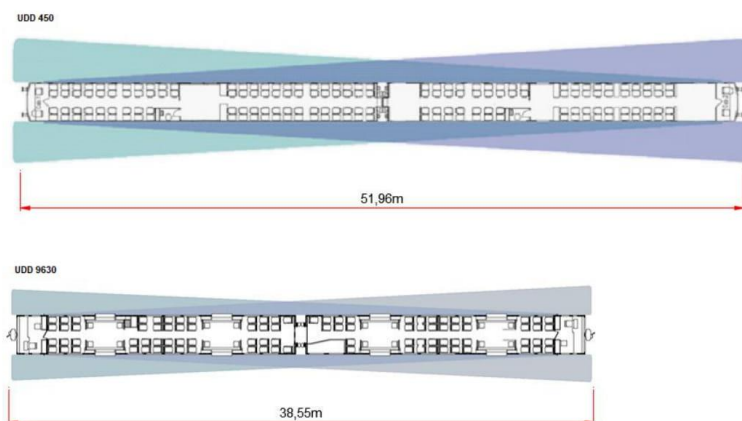
UDD 450

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

De forma similar, as automotoras UDD 9630 e UDD 450 serão equipadas com um sistema de quatro câmaras nas suas extremidades laterais, porém, a disposição das câmaras retrovisoras encontra-se dividida por cabine, na qual o maquinista terá a opção de escolha das câmaras que deseja observar no monitor durante as operações na via. O alcance focal das câmaras deverá ser suficiente para a composição de uma automotora, conforme indicadas as dimensões na figura seguinte. Se possível, em situações de marcha de unidades em comando múltiplo, efetuar a comunicação entre sistemas de câmaras e exibir as imagens num único monitor da cabine do maquinista.

Similarly, the railcars UDD 9630 and UDD 450 will be equipped with a four-camera system at their lateral ends, but the rearview camera arrangement is divided by cab, in which the driver will have the option to choose which cameras he wants to observe on the LCD display during track operations. The focal range of the cameras should be sufficient for the composition of a railcar, as indicated by the dimensions in the following figure. If possible, in situations where units are running in multiple control, carry out communication between camera systems and display the images on a single monitor in the driver's cab.



7.2. Descrição do funcionamento / Operation description

Após o maquinista efetuar o arranque da máquina, a ativação do sistema de câmaras retrovisores ocorrerá automaticamente, através de um temporizador (30s/ajustável) para que se evitem potenciais picos de corrente, assegurando a proteção e bom funcionamento dos equipamentos. A alimentação do sistema é feita pela bateria auxiliar, pelo que, permanecerá ligado independentemente da paragem do motor diesel, justamente para evitar que o sistema se desligue perante determinadas circunstâncias.

A captação de imagem pelas câmaras é comunicada por meio de cablagem, a uma entrada de vídeo no módulo de processamento, e posteriormente exibida num monitor conectado à respetiva saída de vídeo. Pretende-se que, a visualização de ambas as câmaras retrovisoras, sejam exibidas em ecrã dividido de forma a proporcionar uma visão ampla ao maquinista, em redor do veículo.

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA /TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

O automatismo de comando e controlo poderá ser desenvolvido pelo Gabinete de Engenharia de Processo do PON e realizado de acordo com as necessidades operacionais de cada série. Pelo que futuramente poderá ser adaptado em todo o material circulante.

O sistema de câmaras retrovisoras consistirá em dois modos de operação:

After the driver starts the engine, the activation of the rearview camera system will occur automatically, through a timer (30s/adjustable) so that potential peaks of current are avoided, ensuring the protection and proper functioning of the equipment. The system is powered by the auxiliary battery, so it will remain on, regardless of the diesel engine stopping precisely to prevent the system from shutting down under certain circumstances.

The image capture by the cameras is communicated through wiring, to a video input in the processing module, and then displayed on a monitor connected to the respective video output. It is intended that, the view from both rearview cameras, will be displayed in split screen to give the driver a wide view around the vehicle. The command and control automation can be developed by the PON's Process Engineering Office and realized according to the operational needs of each series. So in the future it can be adapted to all rolling stock.

The rearview camera system will consist of two operating modes:

Modo automático

- A alimentação do sistema de câmaras é feita automaticamente após o arranque da máquina. Por defeito é selecionado o modo automático, que exhibe as imagens das câmaras laterais no monitor LCD para velocidades inferiores a 10 km/h, e para velocidades superiores a 10km/h, será comutado o sinal para apenas exibir a câmara frontal. Para tal, caso seja possível, sugerir a inclusão de uma entrada digital no módulo principal, que permita efetuar a leitura de informação binária proveniente de um gerador taquimétrico. O processamento de dados, conforme representado na figura, indica o momento em que ocorre uma transição ascendente ou descendente:

- 1) Transição ascendente (0 para 1, se $v \leq 10$ km/h), exibir câmaras laterais;
- 2) Transição descendente (1 para 0, $v \geq 10$ km/h), exibir câmara frontal;

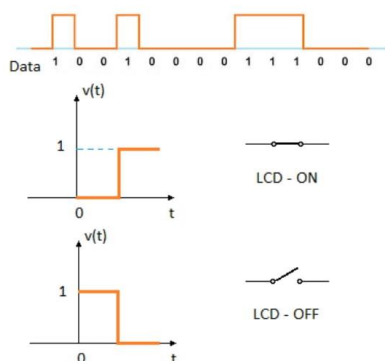
Automatic mode

- Powering the camera system is done automatically after starting the machine. By default the automatic mode is selected, which displays the images from the side cameras on the LCD monitor for speeds below 10 km/h, and for speeds above 10 km/h, the signal will be switched to display only the front camera. For this, if possible, suggest the inclusion of a digital input in the main module, which allows the reading of binary information from a tachymetric generator. The data processing, as depicted in the figure, indicates the moment when an up or down transition occurs:

- 1) Upward transition (0 to 1 if $v \leq 10$ km/h), display side cameras;
- 2) Downward transition (1 to 0, $v \geq 10$ km/h), display front camera;

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock



Modo manual

- Sempre que entender, o maquinista poderá ligar ou desligar o sistema de câmaras a partir do monitor LCD ou através de um botão aplicado na mesa de condução. Neste modo, o acesso a todas as câmaras deverá ser possível permitindo ao maquinista observar qual pretender sempre que for oportuno. Isto é, após o desligue automático do sistema ($v \geq 10$ km/h), ao comutar para o modo manual, a captação de imagem das câmaras retrovisoras continuará a seja exibida no monitor independentemente da velocidade imposta, sendo comutado para o modo manual. A comutação para o modo automático poderá ser feita novamente sempre que pretender.

Os esquemas abaixo representam as ligações genéricas dos diversos componentes do sistema de câmaras retrovisoras.

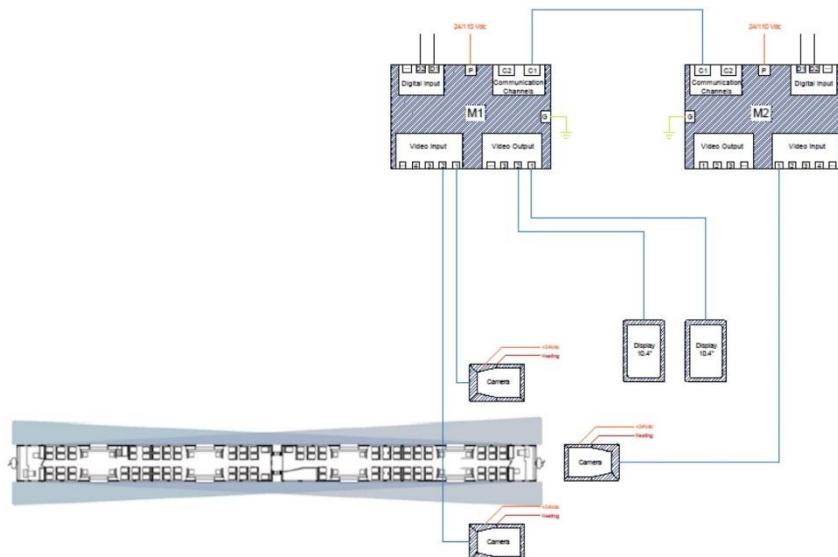
Manual mode

- Whenever he wants, the driver can switch the camera system on or off from the LCD display or via a button applied on the driving board. In this mode, access to all cameras should be possible allowing the driver to observe which one he wants whenever it is appropriate. That is, after automatic shutdown of the system ($v \geq 10$ km/h), when switching to manual mode, the image capture of the rear view cameras will continue to be displayed on the monitor regardless of the imposed speed, being switched to manual mode. Switching to automatic mode can be done again whenever you want.

The diagrams below show the connections of the various components of the rearview camera system.

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION
Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

O comprimento da cablagem necessária a ligar ao módulo de processamento de imagem do sistema é descrito nas seguintes tabelas.

The length of the necessary cabling to be connected to the system's image processing module is broken down in the following tables.

Locomotiva LD 1400 / LD 1400 locomotive	Distância ao M1 /Distance to M1
• Câmara 1 / Camera 1	• 6 m
• Câmara 2 / Camera 2	• 5,3 m
• Monitor 1 / Display 1	• 1,6 m
• Monitor 2 / Display 2	• 4,1 m

Automotora UDD 9630 / UDD 9630 railcar	Distância ao M1 /Distance to M1
• Câmara 1 / Camera 1	• 3,55 m
• Câmara 2 / Camera 2	• 4,95 m
• Monitor 1 / Display 1	• 5,25 m
• Monitor 2 / Display 2	• 5,25 m

Automotora UDD 450 / UDD 450 railcar	Distância ao M1 /Distance to M1
• Câmara 1 / Camera 1	• 2,65 m
• Câmara 2 / Camera 2	• 4,40 m
• Monitor 1 / Display 1	• 1,60 m
• Monitor 2 / Display 2	• 1,60 m

Nota: Devido à dificuldade de passagem de cablagem entre os dois veículos da UDD 9630, a comunicação entre módulos de processamento da automotora não será realizada.

Note: Due to the difficulty of passing wiring between the two vehicles of the 9630 UDD, communication between automotor processing modules will not be performed.

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

8 – Disposições gerais / General provisions

Os equipamentos deverão ser fornecidos com nível de qualidade suportado nas boas regras da arte, levando em atenção os atuais progressos tecnológicos, com materiais e os processos de tratamento adequado.

Os invólucros das câmaras deverão ser resistentes a fatores externos, tais como, condições meteorológicas adversas e determinados produtos de limpeza que contenham reagem químicos mais agressivos, ou qualquer outra imperfeição que limite o seu desempenho funcional e a sua fiabilidade no tempo.

Os equipamentos deverão ser adequados à classe de temperatura e humidade subsequentes das condições climatéricas indicadas na secção 6.2.

The equipment must be supplied with a quality level supported by the good rules of the art, taking into account the current technological advances, with materials and the appropriate treatment processes.

The cameras housing must be resistant to external factors, such as adverse weather conditions and certain cleaning products containing more aggressive chemical reactions, or any other imperfection that limits their functional performance and reliability over time.

The equipment shall be suitable for the subsequent temperature and humidity class of the weather conditions indicated in section 6.2.

9 – Documentação requerida / Required documentation

9.1. Documentos a apresentar com a proposta (Português, Inglês, Espanhol, Francês) / Documents to present with the proposal (Portuguese, English, Spanish, French)

- a) Marca e modelos de todos os equipamentos;
- b) Descrição da solução proposta acompanhada da respetiva “memória descritiva”, preferencialmente;
- c) Características detalhadas de todos os equipamentos;
- d) Uma descrição do funcionamento do sistema;

- a) Brand and models of all equipment;
- b) Description of the proposed solution together with the respective "descriptive document", preferably;
- c) Detailed characteristics of all equipment;
- d) A description of the system's operation;

9.2. Documentos a apresentar com a entrega do primeiro conjunto de peças / Documents to be present with the delivery of the first parts set

- a) Relatórios de ensaios que comprovem o cumprimento das normas aplicáveis;
- b) A documentação operativa (desenhos, especificações, normas, etc.) cálculos e documentação necessária aos testes de validação do produto;
- c) Certificados que atestem que os produtos foram sujeitos a inspeção dimensional e ensaio mecânico e/ou elétrico conforme aplicável;
- d) Manuais de manutenção do sistema/equipamentos e listas de componentes/materiais;

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

- e) Software e todo e qualquer programa bem como, a correspondente documentação, indispensável para a instalação operacionalização e ensaio do sistema e dos equipamentos;
 - f) Qualquer outro documento julgado necessário pela CP para preparar a documentação do material circulante.
- a) Test reports that prove compliance with the applicable standards;
 - b) Operational documentation (drawings, specifications, standards, etc.) calculations and documentation necessary for product validation tests;
 - c) Certificates attesting that the products were subject to dimensional inspection and mechanical and/or electrical testing as applicable;
 - d) System/equipment maintenance manuals and component/material lists;
 - e) Software and any and all programs, as well as the corresponding documentation, indispensable for the installation, operation, and testing of the system and equipment;
 - f) Any other document deemed necessary by CP to prepare the rolling stock documentation.

9.2.1. Língua dos documentos / Documents Language

Os documentos referidos em 9.1 e em 9.2, devem estar em língua Portuguesa ou Inglesa, a apresentar aquando da entrega do primeiro conjunto de peças.

The documents referred to in 9.1 and 9.2, must be in Portuguese or English language, to be presented at the time of delivery of the first set of pieces.

9.3. Condições comerciais / Commercial conditions

Condições de entrega: CIP – Carriage and insurance Paid to:

CP – Comboios de Portugal
Rua Dr. Deniz Jacinto, 270
4350-059 – Porto, Portugal

Nota: As propostas submetidas deverão indicar o preço individual de cada sistema/equipamento, incluindo o custo do transporte.

As condições de pagamento serão negociadas na fase posterior do projeto devendo de preferência ser as seguintes:

- **80% a 60 dias após a entrega dos materiais (percentagem aplicável aos materiais/equipamentos entregues);**
- **20% a após receção definitiva do sistema/equipamentos, num período máximo de 6 meses a contar da data da entrega dos materiais.**

Garantia: Garantia legal de 2 anos.

IMPORTANTE: O planeamento de entregas será definido com a contratação que venha a estabelecer-se.

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA /TECHNICAL SPECIFICATION

Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

Terms of delivery: CIP - Carriage and insurance Paid to:

CP - Comboios de Portugal
Rua Dr. Deniz Jacinto, 270
4350-059 - Porto, Portugal

Note: The proposals submitted must indicate the individual price of each system/equipment, including transportation costs.

Payment terms will be negotiated at a later stage of the project and should preferably be as follows:

- **80% to 60 days after delivery of the materials (percentage applicable to materials/equipment delivered);**
- **20% a after final receipt of the system/equipment, within a maximum period of 6 months from the date of delivery of the materials.**

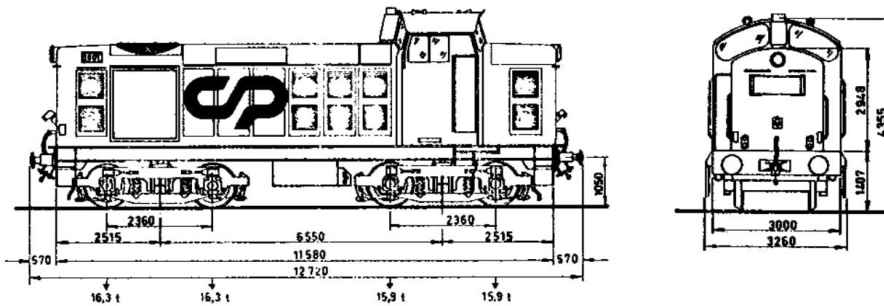
Warranty: 2-year legal guarantee.

IMPORTANT: The delivery schedule will be defined with the contract that will be established.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION
Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

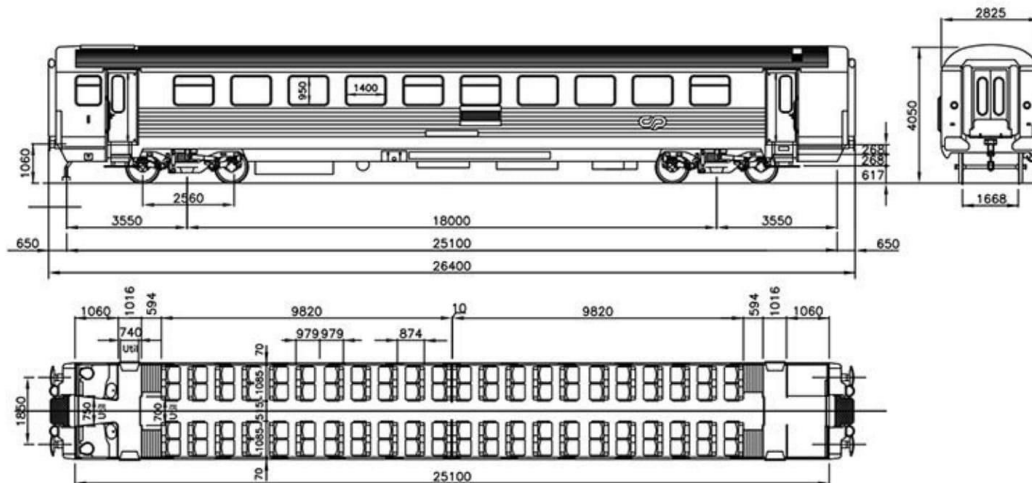
Anexos / Appendixes

Anexo A: Ficha técnica LD 1400 / Appendix A: LD 1400 technical sheet



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION
Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

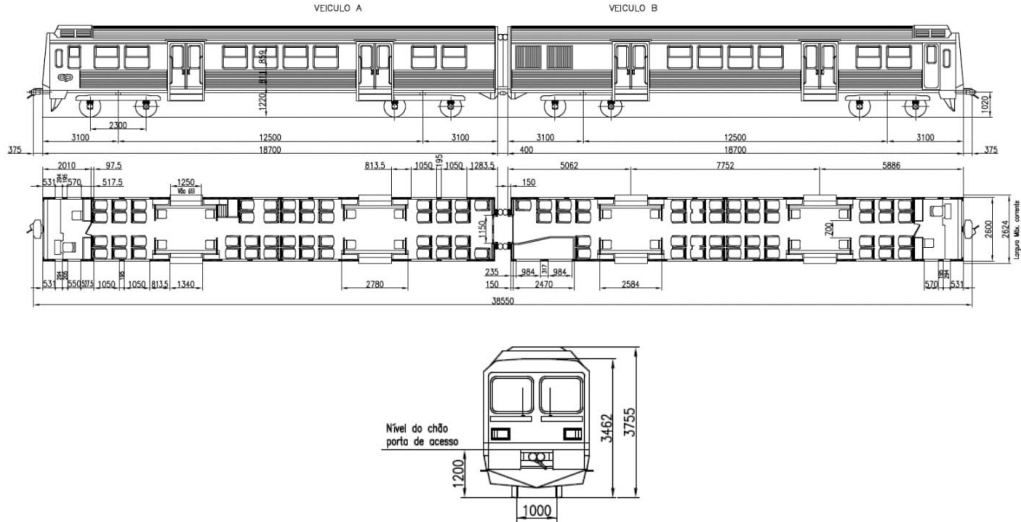
Anexo B: Ficha técnica carruagem Corail 2ª classe / Appendix B: Corail 2nd class technical sheet



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION

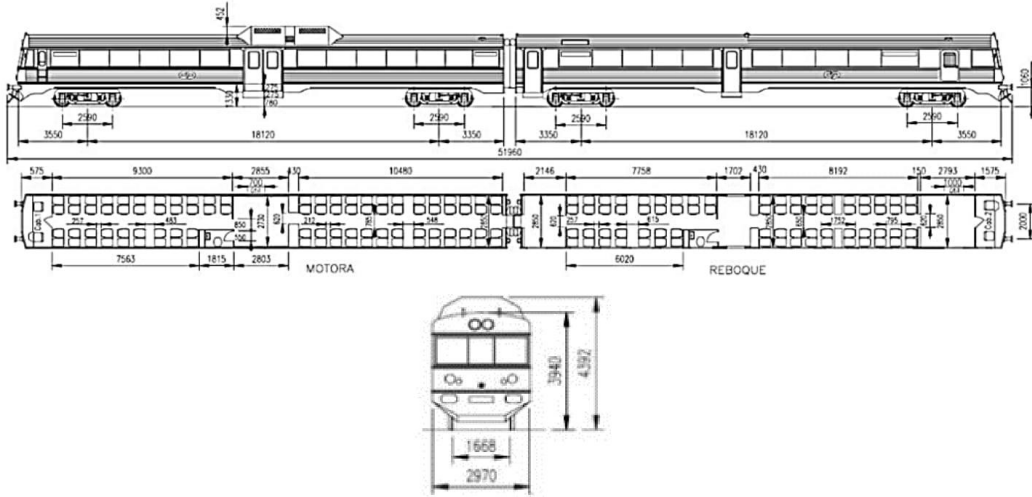
Aplicação de câmaras no material circulante / Camera application on rolling stock

Anexo C: Ficha técnica UDD 9630 / Appendix C: UDD 9630 technical sheet



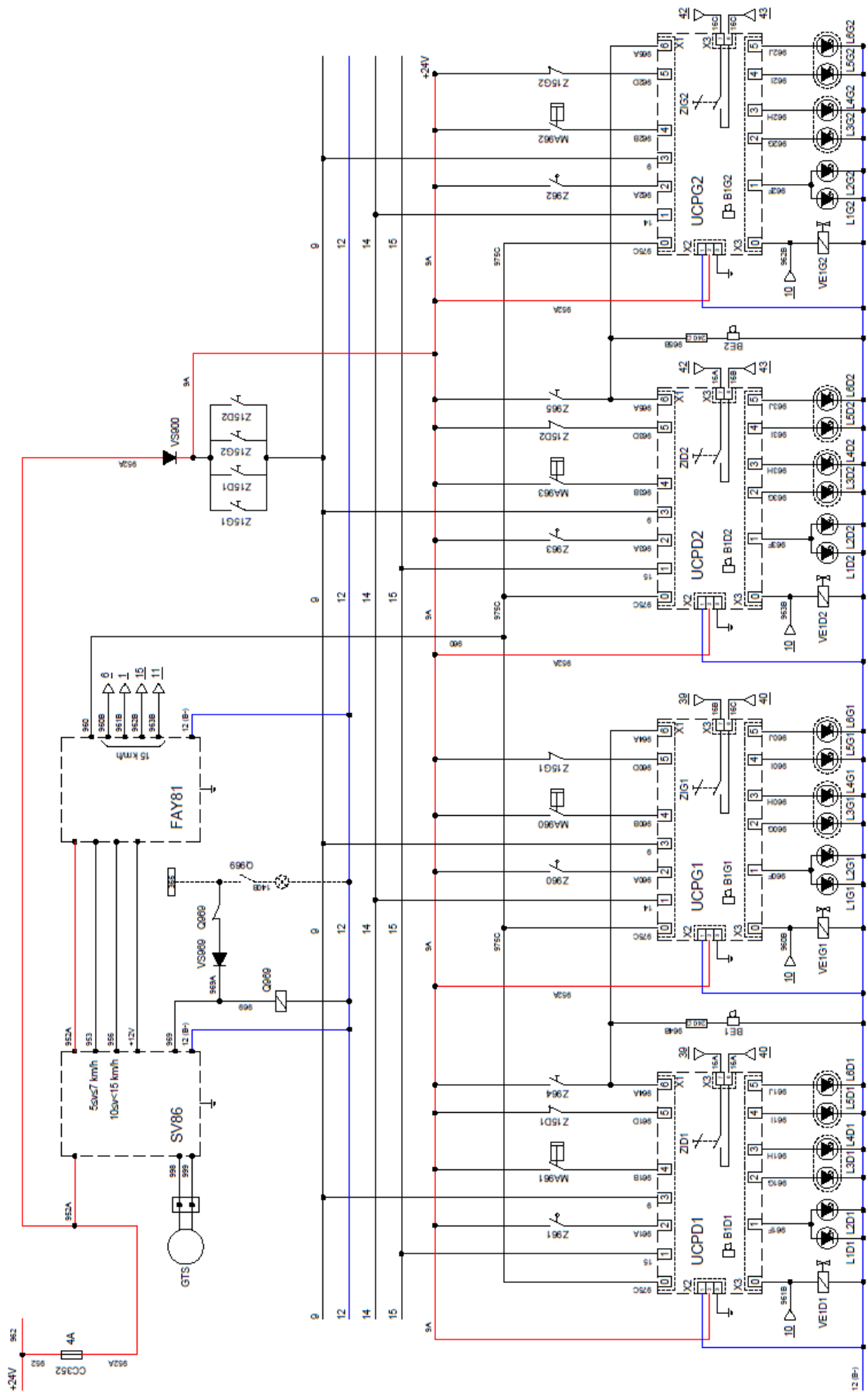
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA / TECHNICAL SPECIFICATION
Aplicação de câmaras no material circulante/Camera application on rolling stock

Anexo D: Ficha técnica UDD 450 / Appendix D: UDD 450 technical sheet



ANEXO 2 – ESQUEMA ELÉTRICO DA UCP

ANEXO 3 – ESQUEMA ELÉTRICO DO SISTEMA DE PORTAS PARA AS CARRUAGEM CORAIL E SOREFAME MODERNIZADAS



ANEXO 4 – EXEMPLO DE RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE			
[A] Quem Detetou/Emitido por:		Local da ocorrência	Data da ocorrência
ME/GTN		ME-MG	27/04/2021
[B] Identificação e Descrição da Não Conformidade (a preencher pela Área que detetou a NC)			
Relativa a:	Não conformidade interna <input type="checkbox"/>	Órgão:	Reclamação de Cliente <input type="checkbox"/> N.º
	Não conformidade de fornecedor externo <input checked="" type="checkbox"/>	Fornecedor:	Outra/Obs <input type="checkbox"/>
Veículo/Intervenção: Equipamento n.º: Encomenda n.º: 3500010046 Emitida por: LOG – Norte – ME-MG Nomenclatura: 42173822 Desenho n.º: 02-4787-D Guia de remessa: N.º :13/441		Descrição da Não conformidade: O material recebido não corresponde ao material pedido na encomenda, conforme se verifica pelo desenho, e foto em anexo.	
Correção imediata			
Devolução do material ao fornecedor para resolução do problema.			
Detetada por:	O Resp. da Área:	O Resp. pelo tratamento NC:	Data:
José Tavares	<i>José Tavares</i>	<i>José Tavares</i>	27/04/2021
[C] Tratamento da Não Conformidade (a preencher pela Área resp. pelo tratamento da NC)			
Causas:		Tratamento:	
Ação corretiva proposta:			
Elaborou:	O Resp. da Área onde a NC teve origem:	Data: / /	
[D] Análise/Ação Corretiva (AC)			
		Anexos:	
		Data para implementação: / /	
Abrir AC? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Ação Corretiva n.º	Elaborou:	Data: / /
[E] Seguimento da Ação Corretiva			
Resp. p/ seguimento:		Data: / /	
[F] Fecho			
IMPLEMENTADA <input type="checkbox"/>	Enviar para (conforme aplicável): <input type="checkbox"/> DQAS <input type="checkbox"/> Resp. Área <input type="checkbox"/> DLOG <input type="checkbox"/> Outro:		Anexos:
ASSINATURA:		DATA: / /	

ANEXO 5 – PROTOCOLO DE EXECUÇÃO

Manutenção de equipamento ferroviário circulante – estágio na CP – Comboios de Portugal, E.P.E.

Gabinete Técnico do Norte
Gestão Técnica de Série

1. Introdução

O objetivo deste protocolo é descrever e testar os cabos IRS 50558 para aplicação nas locomotivas 2600, 5600, carruagens Corail, Arco e Sorefame modernizadas.

2. Material Motor

Locomotiva Modelo: _____ Numero: _____

Carruagem Modelo: _____ Numero: _____

3. Ensaio Estáticos

3.1 Medição de impedâncias:

Norma UIC Leaflet 560.	Nºs das Linhas		Valor nominal	Valor obtido
Linha de comando fecho de portas	9 (+)	12 (-)	>1200Ω /veiculo	>
Libertação de portas esquerdas	14 (+)	12 (-)	>1200Ω /veiculo	>
Libertação de portas direitas	15 (+)	12 (-)	>1200Ω /veiculo	>

3.2 Detecção sensitivo de obstáculos no fecho da Porta exterior. EN 14752:2005 (E)

Carruagem Modelo, Corail, Arco, Sorefame modernizada:

Ensaio e Detecção sensitivo de obstáculos no fecho da porta exterior. EN 14752:2005 (E).	Porta E1	Porta D1	Porta E2	Porta D2
A porta deve ser sensível na deteção do obstáculo, não indicando o seu fecho e bloqueio para objetos com uma espessura de pelo menos 30mm. (Testar com o calibre).				
Testar 5 ciclos de deteção de obstáculos.				
Registrar o valor da força exercida num obstáculo. Valor Nominal máximo. 150Nm ± x ?	__Nm	__Nm	__Nm	__Nm
Após ensaio de 5 ciclos a porta fica avariada e despressurizada.				

Legenda:

- ✓ OK

- × NOK

Gabinete Técnico do Norte
Gestão Técnica de Série

3.3 Iluminação e sinalização das portas exteriores nas carruagem

Testes da iluminação das portas exteriores.	Porta E1	Porta D1	Porta E2	Porta D2
Lâmpada interior vermelha acende com a porta fechada e bloqueada.				
Lâmpada interior vermelha a piscar com a porta a fechar.				
Lâmpada interior verde acesa com a libertação de portas, aberta ou fechada.				
Lâmpada exterior (ombreira) amarela acende quando a porta abre e mantém-se ligada até a porta fechar.				
Lâmpadas exteriores (ombreiras) azuis acendem nas duas portas do vestíbulo quando é ativada a abertura de emergência daquele vestíbulo nas carruagens Corail e Sorefame modernizadas. Nas Arco tem um sinal de alarme para cada porta, acende uma lâmpada azul por cada sinal de alarme atuado da porta em questão.				
Lâmpadas dos degraus acendem quando é dada permissão de portas. Só apaga quando é retirada a permissão de abertura de portas exteriores.				

	Topo Bogie1	Topo Bogie2
Testar que os faróis de cauda acendem nos dois topos		

3.4 Iluminação e sinalização nas locomotiva

Testes de lâmpadas na locomotiva.	Corredor	Cabina 1	Cabina 2
Teste da lâmpada do sinalizador vermelho, loop de Portas	×		
Teste da lâmpada do sinalizador amarelo, de By-pass			
Teste da lâmpada avaria sistema comando e loop portas		×	×

Legenda:

- ✓ OK

- × NOK

Gabinete Técnico do Norte
Gestão Técnica de Série

3.7 Ensaios nas Locomotivas

Modelo _____ Nº _____

	Porta E1	Porta D1	Porta E2	Porta D2
Colocar o seletor a direita e libertar as portas exteriores direitas, confirmar na carruagem a abertura das portas direitas e verificar que as portas esquerdas estão bloqueadas.				
Colocar o seletor a esquerda e Libertar as portas exteriores esquerdas, confirmar na carruagem a abertura das portas esquerdas e verificar que as portas direitas estão bloqueadas.				
Colocar o seletor ao meio e libertar portas direitas e esquerdas, confirmar na carruagem a abertura das portas direitas e esquerdas.				
Abrir e fechar porta a porta da carruagem e confirmar a perda do loop e o loop feito de fecho.				
Abrir todas as portas das carruagem ou carruagens e retirar a permissão pela locomotiva, garantindo que todas as portas fecham e bloqueiam e que a lâmpada do loop apaga.				

	Cabina 1	Cabina 2
Efetuar todos os ensaios nas 2 cabinas.		
Garantir o sentido correto esquerdo/direito das portas exteriores.		

4. Ensaios de tração

	Cabina 1	Cabina 2
Garantir que com portas abertas nas carruagens a locomotiva não mete tração.		
Garantir que com portas abertas nas carruagens a locomotiva com o By-pass efetuado mete tração.		

Legenda:

- ✓ OK

- × NOK

ANEXO 6 – LISTA DE MATERIAIS PARA O SISTEMA DE PORTAS

