



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Desenvolvimento e métodos de reparação – Equipamentos eletrónicos críticos em material circulante ferroviário

Relatório de Estágio

Eduardo António da Costa Dias Ribeiro

Mestrado em
Engenharia Eletrotécnica – especialização em
Controlo e Eletrónica Industrial

Tomar/ novembro/ 2020



Instituto Politécnico de Tomar

www.ipt.pt



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Eduardo António da Costa Dias Ribeiro

Desenvolvimento e métodos de reparação – Equipamentos eletrónicos críticos em material circulante ferroviário

Relatório de Estágio

Orientado por:

Prof. Doutor Paulo Coelho, IPT-ESTT
Eng. Nuno Morgado, CP

Mestrado em
Engenharia Eletrotécnica – especialização em
Controlo e Eletrónica Industrial

Dedico este trabalho aos meus pais, irmã, namorada e amigos, por todo o apoio incondicional que me deram na concretização dos meus objetivos.

Resumo

Este relatório foi realizado após estágio realizado na empresa CP, na oficina de eletrônica da RRME (Reparação de Rotáveis da Manutenção e Engenharia), no Entroncamento.

Atualmente, a manutenção ferroviária tem como objetivos garantir um sistema que apresente boas condições de funcionamento de todo o material circulante e manter a qualidade dos equipamentos e dos serviços prestados pela empresa, com o foco de melhoria contínua, para um melhor desempenho e eficiência dos serviços.

A visão da empresa, através do cumprimento da sua missão, é satisfazer a procura em todas as áreas de negócio em que se encontra, um serviço de qualidade inteiramente ajustado às expectativas dos clientes, garantindo a segurança ferroviária e regulando a sua atuação por critérios de eficácia e competitividade.

O presente relatório pretende apresentar o trabalho desenvolvido durante o estágio e os conhecimentos adquiridos referentes a várias técnicas, tecnologias e temas abordados. Com estes, foram criados desenvolvimentos e métodos de reparação que são direcionados à manutenção corretiva, sendo este um dos temas abordados no relatório.

Ao longo do estágio foram efetuadas análises e diagnósticos de avarias, recorrendo ao estudo do material eletrónico, levantamento de esquemas, desenvolvimento de banco de ensaios, elaboração documental de apoio e conclusões derivadas ao trabalho realizado.

Palavras-chave: CP, Manutenção, Eletrónica, UQE, 2300, 2400, UCC, UCT

Abstract

This report was written after my internship at CP, RRME, electronics workshop, in Entroncamento.

Currently, the purpose of the railway's maintenance is to ensure a system that offers good operating conditions and to maintain the quality of the equipment and services offered by the company, with the focus in continuous improvement, for a better performance and efficiency of the services.

The company's vision, through the fulfillment of its mission, is to satisfy the demand in all areas of business it is involved in, a high-quality service entirely adjusted to the customers' expectations, ensuring railroad safety and regulating its performance by means of efficacy and competitiveness criteria.

The present report aims to display the work developed during my internship, and the knowledge acquired in reference to several approached techniques, technologies and subjects. With these, repair methods directed towards corrective maintenance were developed, this is precisely one of the themes approached in the report.

During the internship, malfunction analyses and diagnoses were made, resorting to the study of the electronic material, collection of schemes, development of test stands, preparation of support documents and conclusions derived from the work which was conducted.

Keywords: CP, Maintenance, Electronic, UQE, 2300, 2400, CCU, TCU

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à CP-Comboios de Portugal, a entidade que me permitiu realizar o estágio do curso de mestrado, contribuindo para a minha formação, direcionando uma ligação dos conhecimentos teóricos adquiridos à prática.

Quero agradecer ao Professor Doutor Paulo Coelho do Instituto Politécnico de Tomar, pelo acompanhamento e disponibilidade prestada ao longo do percurso académico, em especial como orientador do estágio pela entidade académica.

O meu profundo agradecimento ao orientador da CP, Eng.º Nuno Morgado pela forma prestável com que me acompanhou durante todo o estágio e pelo apoio na elaboração deste relatório. Ainda uma palavra de apreço ao diretor executivo da Manutenção e Engenharia (ME) do Entroncamento Eng.º Pedro Rita, não esquecendo o diretor e o diretor adjunto da RRME (Reparação de Rotáveis da ME) Eng.º Pedro Guedes e Eng.º Nuno Bicho, por toda a disponibilidade, interesse e apoio na concretização deste estágio.

Um agradecimento ao técnico oficial Élio Marques, pela disponibilidade e partilha de conhecimento técnico nas várias áreas de intervenção ao longo do estágio, em especial pela informação técnica das unidades UQE2300/2400, e ainda a todos os colaboradores da oficina de eletrónica.

À minha família, namorada e amigos por todo o apoio que me deram neste longo percurso.

Aos meus pais, pelos valores que me transmitiram e apoio que sempre me deram em todos os momentos.

Muito obrigado.

Índice

Resumo	V
Abstract.....	VII
Agradecimentos	IX
Índice	XI
Índice de Figuras	XIII
Índice de Tabelas	XVII
Lista de Abreviaturas e Siglas	XIX
1 Introdução	1
1.1 Breve descrição	1
1.2 Enquadramento	1
1.3 Objetivos	2
1.4 Estrutura do relatório	3
2 Apresentação e caracterização da empresa	5
2.1 Localização	6
2.2 Estrutura organizacional	7
2.3 Visão, Missão, Valores	8
2.4 Segmentos na manutenção	9
2.4.1 Reparação	10
2.4.2 Manutenção	10
2.4.3 Reabilitação	10
2.4.4 Inovação e desenvolvimento	10
2.5 Política de qualidade e segurança	11
3 Manutenção de material	13
3.1 Tipos e estratégias de manutenção.....	13
3.2 Metodologia RCM	16
3.2.1 Objetivos	16
3.2.2 Sete questões básicas da RCM.....	17
3.2.3 RCM na CP	20
3.2.3.1 Fase I – Análise RCM.....	20
3.2.3.2 Fase II – Implementação dos requisitos.....	22
3.2.3.3 Fase III – Monitorização e revisão do processo.....	22

4	Material circulante UQE Série 2300/2400.....	23
4.1	Descrição da UQE	23
4.2	Nível de comando das UQE.....	26
4.2.1	SIBAS16.....	28
4.2.1.1	Unidade Central de Comando	29
4.2.1.2	Unidade Central de Tração	44
5	Análise e reparação	51
5.1	Recolha de informação dos circuitos integrados	51
5.2	Módulos de acoplamento SIBAS-KLIP (C043)	53
5.2.1	Análise.....	54
5.2.2	Reparação e ensaios	58
5.2.2.1	Combinação lógica	59
5.3	Modificação das fichas dos cabos das fibras óticas	73
6	Conclusão.....	79
	Referências Bibliográficas.....	81
	Anexos.....	85
	Anexo 1	85
	Anexo 2	89
	Anexo 3	97
	Anexo 4	105
	Anexo 5	107

Índice de Figuras

Figura 1 – Organograma das empresas associadas [4]	5
Figura 2 – Localização das instalações da CP [6]	6
Figura 3 – Organograma da CP [6]	7
Figura 4 – Organograma Manutenção e Engenharia	8
Figura 5 – Diagrama representativo da manutenção	14
Figura 6 – Diagrama representativo de manutenção planeada vs não planeada.....	15
Figura 7 – As três fases de implementação da metodologia RCM.....	20
Figura 8 – Circuitos LRU e SRU	21
Figura 9 – Disposição dos veículos das automotoras UQE2300/2400.....	24
Figura 10 – Fotografia da Automotora UQE 2313.....	25
Figura 11 – Estrutura do Sistema de BUS das UQE's	26
Figura 12 – Diagrama de Blocos do SIBAS 16.....	28
Figura 13 – Fotografia de uma Unidade Central de Comando (UCC).....	29
Figura 14 – Excerto da programação lógica SIBACAD [16].....	29
Figura 15 – Posição de cada módulo na UCC	30
Figura 16 – Diagrama de blocos dos Conversores DC/DC	31
Figura 17 – Diagrama de blocos do módulo do processador central – Computador Central (C011)	32
Figura 18 -Diagrama de blocos do módulo de memórias – Memória 1 e 2 (C019 e C003)	33
Figura 19 – Diagrama de blocos do módulo de BUS do Comboio – Interface RS485 (G027).....	34
Figura 20 – Diagrama de blocos do módulo de BUS do Comboio – Acoplamento RS485 (G019).....	35
Figura 21 – Diagrama de blocos do módulo RS485 – BUS do Veículo (C027).....	36
Figura 22 – Diagrama de blocos do módulo RS485 – BUS Acoplamento SIBAS-KLIP (C043).....	36
Figura 23 – Funcionamento conjunto da C027 e C043	37
Figura 24 – Diagrama de blocos do módulo RS232.....	38
Figura 25 – Diagrama de blocos do módulo digital – Interface digital (C059).....	39

Figura 26 – Diagrama de blocos do módulo digital – Entradas e saídas digitais (C067 e C075)	40
Figura 27 – Diagrama de blocos do módulo de interface analógico (C083).....	41
Figura 28 – Exemplo de conexão <i>wire-wrap</i> na UCC	42
Figura 29 – Fotografia de conexão <i>wire-wrap</i> da UCC	42
Figura 30 – Diagrama de funcionamento e configuração da UCC	43
Figura 31 – Fotografia de Unidade Central de Tração (UCT)	44
Figura 32 – Posição de cada módulo na UCT	45
Figura 33 – Diagrama de funcionamento e configuração da UCT.....	46
Figura 34 – Fotografia de Ficha dos cabos fibra ótica de quatro canais, lado UCT das UQE' Série 2300	47
Figura 35 – Fotografia de Encaixe e núcleos da fibra ótica	47
Figura 36 – Ficha dos cabos fibra ótica do lado da Gate-Unit [19]	48
Figura 37 – Fotografia do conector interno da ficha do lado da Gate-Unit.....	48
Figura 38 – Diagrama de blocos do módulo dos condutores da fibra ótica (Q011, Q019 e Q027)	49
Figura 39 – Fotografias de módulo de acoplamento SIBAS-KLIP (C043)	52
Figura 40 – Janela do Software de escrita/leitura de circuitos integrados programáveis	53
Figura 41 – Fotografias do circuito impresso do módulo C043(ampliação de 20x-50x)	54
Figura 42 – Diagrama representativo das consequências a que estão sujeitos os circuitos impressos	55
Figura 43 -Fotografias de soldaduras partidas e corrosão (ampliação de 20x-50x).....	55
Figura 44 – Fotografia de Corrosão dos circuitos integrados SMD (ampliação de 50x) 56	
Figura 45 – Fotografia de soldadura adequada para SMD (ampliação de 50x)	56
Figura 46 – Fotografia de comparação de pinos dos suportes integrados, parte inferior (ampliação de 50x)	57
Figura 47 – Fotografia de comparação de pinos do suporte integrados, parte superior (ampliação de 50x)	57
Figura 48 – Etiqueta de Equipamento sem reparação	58
Figura 49 – Fotografia de Banco de ensaios de alvéolos	59
Figura 50 – Diagrama de disposição dos alvéolos no banco de ensaios	60
Figura 51 – Esquemático de permissão de escrita/leitura da RAM (folha 1) [24]	60
Figura 52 – Esquemático de permissão de escrita/leitura da RAM (folha 2) [24]	61
Figura 53 – Esquema simplificado do circuito lógico do módulo C043	63

Figura 54 – Imagem dos sinais obtidos referente à Tabela 4	64
Figura 55 – Imagem dos sinais obtidos referente à Tabela 5	65
Figura 56 – Diagrama ilustrado de uma montagem típica de divisor de frequência com Flip-Flop [29]	66
Figura 57 – Imagem dos sinais obtidos referente à Tabela 6	67
Figura 58 – Imagem dos sinais obtidos referente à Tabela 7	68
Figura 59 – Esquema simplificado do circuito lógico simplificado	68
Figura 60 – Diagrama de blocos do gerador de sinais.....	69
Figura 61 – Fotografia do gerador de sinais	70
Figura 62 – Excerto do ficheiro retirado de um PAL16L8A.....	70
Figura 63 – Imagem do <i>software</i> de apoio à obtenção das equações dos ficheiros binários	71
Figura 64 – Imagem do <i>software</i> WinCupl com a elaboração do ficheiro para o circuito ATF16V8B	72
Figura 65 – Excerto do ficheiro compilado pelo WinCupl	72
Figura 66 – Fotografia da conexão entre as duas partes, fita partida	73
Figura 67 – Fotografia da ficha da fibra ótica (parte dos <i>led's</i>)	73
Figura 68 – Esquemático das fichas dos cabos da fibra ótica (módulo 6FH9252) [24].	74
Figura 69 – Esquemático parcial da modificação elaborada das fichas da fibra ótica (ver Anexo 3)	75
Figura 70 – Esquemático parcial dos módulos da UCT (Q011, Q019 e Q027) [24]	75
Figura 71 – Dimensões da placa de circuito impresso da Vista superior (ver Anexo 3)	77
Figura 72 – Imagem em 3D da ficha dos cabos de fibra ótica (ver Anexo 3).....	77
Figura 73 – Placa de circuito impresso das fichas de fibra ótica (ver Anexo 3)	78

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Indicação da posição e tipo de circuito integrados	61
Tabela 2 - Tabela de conexão entre folhas	62
Tabela 3 – Tabela de verdades	62
Tabela 4 – Tabela do ensaio 1.1	63
Tabela 5 – Tabela de ensaio 1.2	65
Tabela 6 – Tabela de verificação de D29	66
Tabela 7 – Tabela final	67
Tabela 8 – Indicação da posição e tipo de circuito integrados	69
Tabela 9 – Operadores lógico [39]	72
Tabela 10 – Canais por cada módulo de comando da fibra ótica	74
Tabela 11 – Combinação lógica parcial das saídas dos módulos da UCT (Q011, Q019 e Q027).....	76

Lista de Abreviaturas e Siglas

ADC	– Conversor Analógico para Digital
AME	– Alta Velocidade de ME
BUS	– Barramento de comunicações
CP	– Comboios de Portugal
DAC	– Conversor Digital para Analógico
EMEF	– Empresa de Manutenção de Equipamento Ferroviário
EN	– <i>European Norms</i> (Normas europeias)
EPROM	– <i>Erasable Programmable Read-Only Memory</i> (Memória programável e apagável somente de leitura)
Gate	– Terminal do GTO
GTO	– <i>Gate Turn-Off Thyristor</i>
HBU	– Conversor Auxiliar
IBIS	– <i>Integrities Board Information System</i> (Sistema de informação de passageiros integrado)
JEDEC	– <i>Joint Electron Device Engineering Council</i>
LED	– <i>Light-Emitting Diode</i> – Díodo emissor de luz
LRU	– <i>Line Replaceable Unit</i> (Componente de substituição em Linha)
ME	– Manutenção de Engenharia da CP
MCME	– Manutenção Centro de ME
MGME	– Manutenção Guifões de ME
MPME	– Manutenção Porto de ME
LME	– Manutenção Lisboa de ME
SME	– Manutenção Sul de ME
PAL	– <i>Programmable Array Logic</i> – Matriz lógica programável
PQ	– Política de Qualidade
RAM	– <i>Random Access Memory</i> (Memória de acesso aleatório)
PEV	– Programa de Exploração de Vida
RAM	– <i>Random-access Memory</i> – Memória de acesso aleatório
RCM	– <i>Reliability Centered Maintenance</i> (Manutenção Centrada na Fiabilidade)
RRME	– Reparação de Rotáveis de ME

SIBAS – *Siemens Bahn-Automatisierungs-System* (Sistema de Automação Ferroviária Siemens)

SGQ – Sistema de Gestão de Qualidade

SGS – Sistema de Gestão de Segurança

SMD – *Surface Mounted Device* (Dispositivos de montagem de superficial)

SRU – *Shop Repairable Unit* (Componente para reparação em centro especializado)

SKS – Estação SIBAS- Klip

TTL – *Transistor-Transistor Logic* (Lógica transístor-transístor)

UCC – Unidade Central de Comando

UCT – Unidade Central de Tração

UQE – Unidade Quadrupla Elétrica

1 Introdução

1.1 Breve descrição

Este relatório surge no âmbito da unidade curricular de Estágio do Mestrado Engenharia Eletrotécnica especialização em Controlo e Eletrónica Industrial lecionado na Escola Superior de Tecnologia de Tomar.

O estágio decorreu na empresa CP – Comboios de Portugal, na RRME (Reparação de Rotáveis de Manutenção e Engenharia) no parque oficial do Entroncamento, de fevereiro a novembro de 2020, teve a duração de 1458 horas no total. Teve como objetivos apoiar a oficina de eletrónica, através de conhecimentos técnicos na reparação de material eletrónico, desenvolvimento de material de apoio à oficina ou ao material circulante da empresa e ainda criação de documentos de apoio, por exemplo, instruções de ensaio, fichas de registo e elaboração de esquemáticos através do levantamento de esquemas de circuitos impressos.

A CP é uma empresa portuguesa de transporte ferroviário de passageiros, integrada no setor público empresarial. Anteriormente o Grupo CP dispunha de várias empresas associadas para atividades de fabrico, reabilitação e grandes reparações de equipamentos e de veículos ferroviários. Mantendo estas associações a CP, desde o início de janeiro de 2020 tornou-se a responsável por essas atividades com a fusão CP/EMEF (Empresa de Manutenção de Equipamento Ferroviário). O estágio foi realizado nas oficinas de Eletrónica onde se realiza maioritariamente a manutenção e reparação dos equipamentos eletrónicos ferroviários.

1.2 Enquadramento

Na atualidade, com o aumento da concorrência no setor dos transportes, o setor ferroviário encontra-se num período de reestruturação da sua gestão e tecnologia, promovendo assim novos métodos de organização, políticas comerciais e métodos de manutenção mais eficientes, com o objetivo de reduzir custos. A evolução do desenvolvimento das empresas, a todos os níveis, converge para um objetivo, a satisfação do cliente. Assim automaticamente emerge a competitividade como um fator importante.

Segundo Profillidis, *“a competitividade tem como objetivo garantir no setor dos transportes que os passageiros e mercadorias sejam transportados de forma rápida, segura, cómoda e com o menor custo possível”* [1].

Assim, o objetivo é satisfazer o cliente, passageiros ou empresas de mercadorias e, ao mesmo tempo, obter vantagens no que aponta à competitividade, com a diminuição de custos e aumentando o interesse em definir novas metodologias para a gestão da manutenção.

Para José Cabral [2], pode-se definir manutenção como *“um conjunto de ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas nas oportunidades e com alcance certos, por forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global otimizado.”* Assim, é fundamental o desenvolvimento de estratégias de manutenção. Cada empresa deve adquirir métodos com o objetivo de agradar o cliente, cumprindo todas as normas de segurança, não esquecendo também o objetivo de redução de custos.

1.3 Objetivos

Os objetivos propostos para o estágio foram:

- Estudar e analisar o sistema SIBAS16 (*Siemens Bahn-Automatisierungs-System 16*) e os seus módulos individuais;
- Apoio à reparação dos módulos UCC (Unidade Central de Comando) e UCT (Unidade Central de Tração);
- Criar métodos de ensaio para os módulos analisados, em especial módulos C043;
- Analisar os módulos que continham circuitos PAL (*Programmable Array Logic*) e solucionar os problemas da dificuldade de aquisição dos mesmos;
- Criação de instruções de trabalho e fichas de registo;
- Conclusão do estudo, e modificação das fichas, da fibra ótica.

1.4 Estrutura do relatório

O presente relatório encontra-se dividido em 6 capítulos, nomeadamente:

No atual capítulo (capítulo 1), é apresentada uma breve descrição do estágio e os respetivos objetivos. Também é apresentado o enquadramento da empresa na atualidade, na sociedade, negócios e na manutenção em geral.

No capítulo 2, é realizada uma apresentação e caracterização da empresa CP – Comboios de Portugal, sendo apresentada a estrutura organizacional, mencionado os segmentos de negócio assim como as políticas de recursos humanos e de qualidade. São também apresentadas as localizações das infraestruturas oficiais e também a missão e visão.

No capítulo 3, são abordados os tipos e metodologias que a empresa adotou no material circulante, como e onde se aplicam, mostrando uma fase de evolução na manutenção da sua frota, desde a manutenção preventiva à corretiva, simplificação em manutenção planeada à não planeada e ainda a RCM, *Reliability Centered Maintenance* (Manutenção Centrada na Fiabilidade).

No capítulo 4, é efetuada uma descrição das automotoras UQE Série 2300/2400, ao nível de comando, as UCC e UCT, onde são integradas no sistema SIBAS16, com um foco maior nas UCC. Na UCT são abordados os módulos de comando dos sistemas de potência.

No capítulo 5, é abordada em forma descritiva os métodos de análise e reparação dos materiais circulantes, em particular dos módulos das UCC, e a modificação das fichas dos cabos de fibra ótica.

No capítulo 6, são apresentadas as conclusões do trabalho realizado durante todo o percurso do estágio, propostas de futuros trabalhos e sugestões.

2 Apresentação e caracterização da empresa

A CP é uma empresa nacional de transporte ferroviário de passageiros, integrada no setor público empresarial detida a 100% pelo Estado, com sede em Lisboa. É a empresa mãe de um grupo de empresas subsidiárias e associadas, que atua em diversos segmentos de atividade. O *core business* do grupo é a prestação de serviços de transporte ferroviário, constituindo-se como o maior transportador ferroviário de passageiros do país, operando tanto em território nacional como internacional. O organograma das empresas participantes é apresentado na Figura 1 [3].

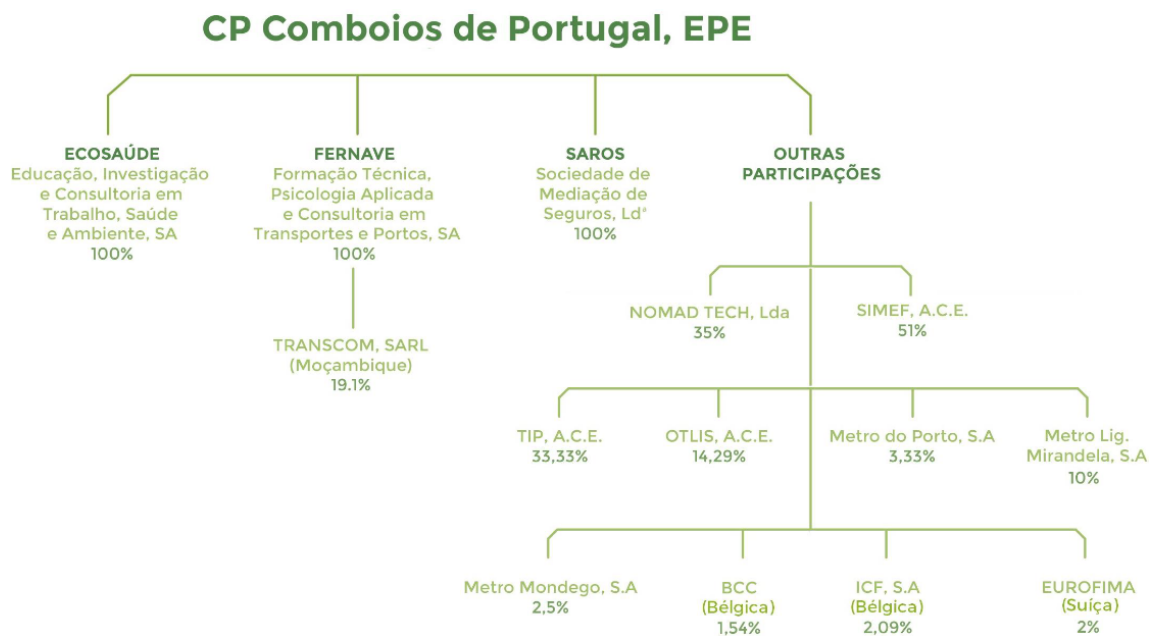


Figura 1 – Organograma das empresas associadas [4]

A CP é responsável pela própria manutenção da maioria do seu material circulante, sendo composta por diversos parques oficiais, tendo cada um as suas especialidades, as suas peças e material circulante afeto.

Em todas as atividades a empresa está certificada pela norma NP EN ISO9001:2015 [5]

2.1 Localização

As instalações da CP estão distribuídas pelo território nacional, subdivididas em três grandes parques oficiais, no norte, centro e sul. A Figura 2 mostra em detalhe as suas localizações.



Figura 2 – Localização das instalações da CP [6]

No final do primeiro semestre de 2020, a CP possui no efetivo 3686 trabalhadores, destes o parque oficial do Entroncamento contava com 332 trabalhadores, divididos pela MCME (Manutenção Centro de Manutenção de Engenharia) e RRME com 154 e 178, respetivamente [6].

2.2 Estrutura organizacional

A Figura 3 representa a organização da CP.

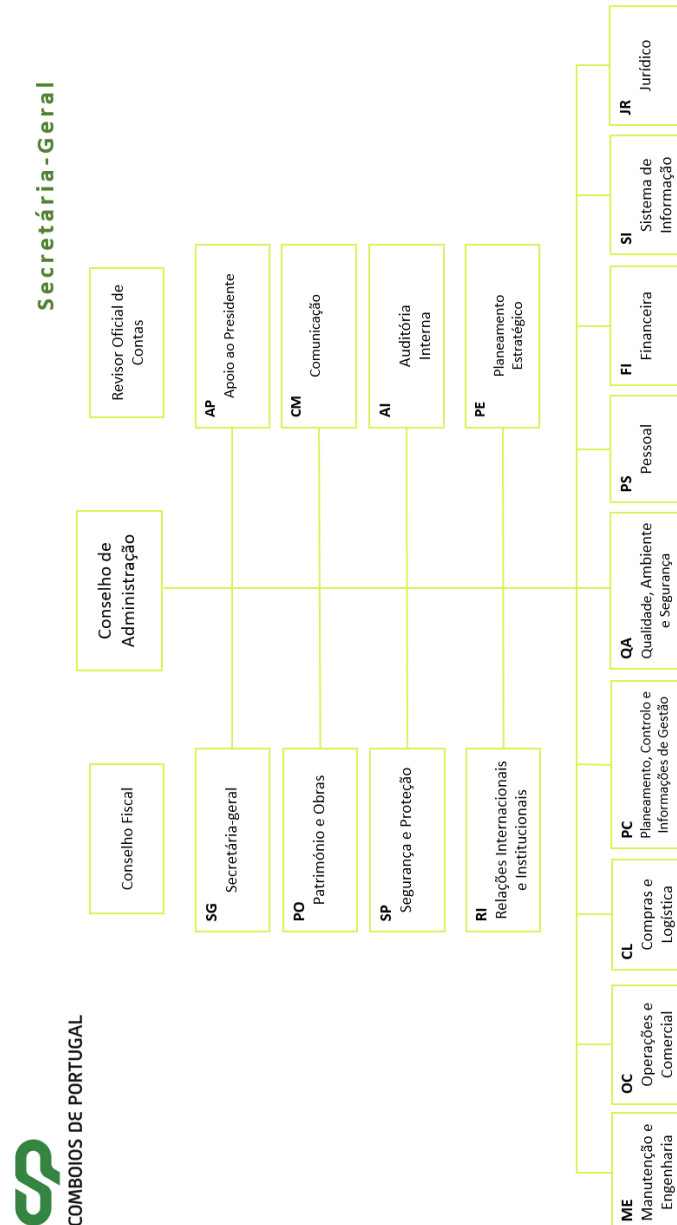


Figura 3 – Organograma da CP [6]

O organograma da Figura 3 apresenta a “estrutura principal” da empresa, que é subdividida por departamentos e estruturas, algumas das quais serão abordadas neste relatório.

Uma vez que o estágio foi realizado na Manutenção e Engenharia, na unidade de Reparação de Rotáteis, o organograma da Figura 3 é complementado com o da Figura 4.

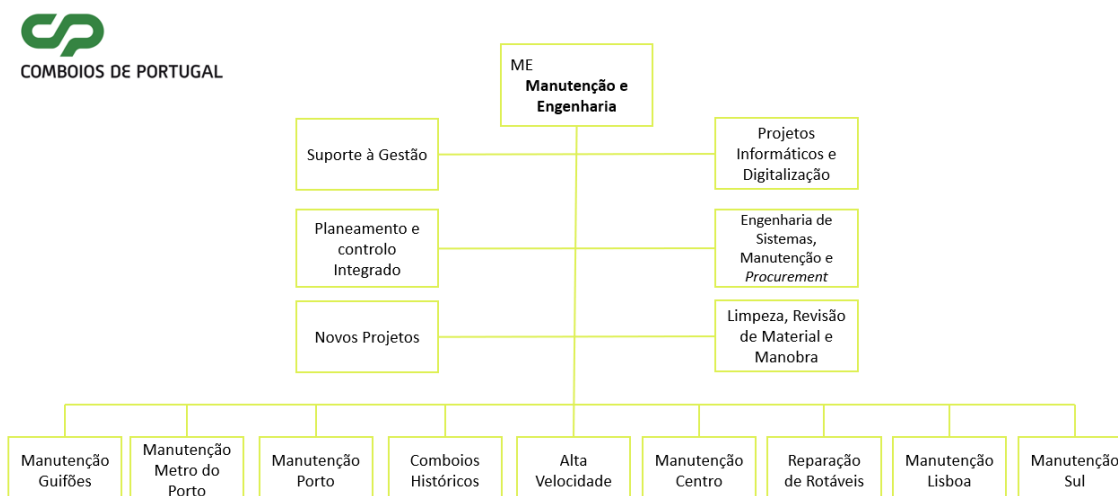


Figura 4 – Organograma Manutenção e Engenharia
(Adaptado do organograma principal [6])

2.3 Visão, Missão, Valores

No cumprimento da missão, a empresa tem como objetivo a satisfação da procura de todas as frentes de negócio na qual está envolvida, fornecendo assim um serviço de qualidade, ajustado às expectativas dos seus clientes, garantindo a segurança ferroviária e pautando a atuação por critérios de eficácia e competitividade no mercado [3].

A missão da empresa, consiste em prestar serviços de transporte ferroviário de passageiros, com uma dinâmica inovadora, aumentando o valor do serviço prestado ao Cliente, através de [3]:

- oferta de comboios competitivos em termos de rapidez, frequência, pontualidade e conforto;
- promoção da intermodalidade para uma oferta de serviços integrados e ajustados às necessidades dos Clientes;
- pessoal qualificado e motivado, funcionalmente enriquecido e capaz de iniciativas;
- uma organização flexível e capaz de responder aos desafios do mercado;

- estabelecimento de sistemas de preços compatíveis com os vários mercados e que tenham em conta a relação preço/qualidade;
- contratualização quer dos serviços prestados, nomeadamente do serviço público, quer dos serviços necessários à exploração;
- uma comunicação dinâmica e de qualidade;
- desenvolvimento de parcerias (estratégicas) que reforcem a cadeia de valor dos serviços prestados;
- valorização das relações com as comunidades locais.

Assim os valores da empresa refletem-se em: valores profundos pela segurança, qualidade e ambiente, valores posicionais pelo profissionalismo, ética e iniciativa, e por fim os valores racionais pelo compromisso e humanismo.

2.4 Segmentos na manutenção

Os segmentos anteriormente aplicados pela EMEF (Empresa de Manutenção de Equipamento Ferroviário) respetivamente à manutenção, caracterizavam-se pela manutenção integral da frota, sendo os principais [7]:

- Reparação e modernização de veículos ferroviários, em conjunto com os seus componentes e equipamentos, sejam eles, elétricos/eletrônicos ou mecânicos;
- Manutenção direcionada aos serviços de suporte direto aos comboios, aceitando parâmetros de flexibilidade e dinâmica;
- Reabilitação do material circulante;
- Inovação e desenvolvimento.

A empresa atualmente mantém estes segmentos e, continua a assegurar o serviço de intervenções de emergência sobre o material circulante e operações de socorro na linha em caso de avarias ou acidentes, respetivamente.

2.4.1 Reparação

A atividade de reparação é baseada nos tipos de manutenções corretiva e preventiva. Existem assim reparações programadas, tanto nas unidades como nos seus equipamentos, reparações por causas imprevistas ou acidentes nos veículos ferroviários, como também modificação e/ou modernização de material circulante de acordo com o pedido específico. Esta atividade é desenvolvida em três parques oficiais, localizados no Barreiro, em Contumil e no Entroncamento.

2.4.2 Manutenção

A atividade de manutenção está essencialmente focada na manutenção preventiva, tendo vários tipos e níveis, dependendo do tempo de intervenção. A eficácia de resposta às necessidades de fiabilidade e disponibilidade das frotas é o objetivo principal. No entanto é também executada a manutenção corretiva quando necessário: caso seja possível, é reparada na própria unidade de manutenção ou é enviada para uma unidade de reparação especializada. Este objetivo vai ao encontro da prioridade do cumprimento do planeamento anual de manutenção do material circulante ferroviário. Esta atividade decorre nos parques oficiais da CP, no Norte: Contumil, Sernada do Vouga e Corga, no Centro: Entroncamento, em Lisboa: Campolide, Santa Apolónia, Oeiras, e nos parques do Sul: Barreiro, Poceirão, Vila Real de Santo António.

2.4.3 Reabilitação

A atividade de reabilitação tem como objetivo prolongar/renovar a vida útil do material circulante que se encontra obsoleto. A reabilitação abre novos horizontes, dando assim uma forma representativa da experiência que a CP possui, constituindo uma mais valia na promoção da sua imagem, para outros mercados específicos.

2.4.4 Inovação e desenvolvimento

A CP adquiriu 35% da empresa *Nomad Tech, Lda*, devido à fusão CP/EMEF, como foi apresentado na Figura 1, dando possibilidade à CP de aumentar a capacidade comercial a nível internacional. A aquisição da unidade de inovação e desenvolvimento anteriormente

criada pela EMEF, permitiu ter acesso a um conjunto de serviços e produtos ao nível da manutenção ferroviária que são tecnologias de última geração no mundo.

2.5 Política de qualidade e segurança

A política de qualidade e segurança da CP passa pela satisfação dos clientes, a motivação dos colaboradores, a competitividade, as exigências crescentes do mercado, como também o envolvente económico-social, o que incentiva a CP a manter e desenvolver o SGQ (Sistema de Gestão de Qualidade) e SGS (Sistema de Gestão de Segurança). Assim a política de qualidade da CP consiste em [8]:

- Avaliar e promover;
- Identificar;
- Implementar e manter;
- Desenvolver;
- Divulgar;
- Monitorizar e avaliar.

No que se refere à política de segurança da CP torna-se necessário:

- Manter e desenvolver;
- Promover e implementar;
- Promover e garantir;
- Monitorizar e avaliar;
- Cumprir e assegurar;
- Verificar e garantir;

3 Manutenção de material

Segundo as normas Europeias [9], “a manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida”, onde o bem, é considerado como um elemento, componente, aparelho, subsistema ou equiparado a algo que possa ser considerado uma individualidade.

Noutros termos, a realização da manutenção, através de reparações e recondicionamentos é necessária para reduzir as deteriorações e desgastes causados pelo envelhecimento do material, provocados pelo tempo de funcionamento relativo das peças, seja por oxidação, perdas de funções, material protetor, entre outros. Resumindo, a boa manutenção exige assegurar todas as operações com um custo otimizado.

A norma europeia [9] visa, que é da responsabilidade de toda a organização a manutenção e estratégia a definir de acordo com três critérios:

- Assegurar a disponibilidade do bem para a função requerida a custos ótimos;
- Considerar os requisitos de segurança relativos ao bem e ao pessoal da manutenção e da operação e, quando necessário, ter em conta o impacto ambiental;
- Melhorar a durabilidade do bem e/ou a qualidade do produto ou do serviço fornecido, tendo em conta os custos.

Neste capítulo abordam-se os vários tipos e estratégias de manutenção e metodologia RCM (Manutenção Centrada na Fiabilidade).

3.1 Tipos e estratégias de manutenção

Sun Tzu disse, “A estratégia sem tática é o caminho mais lento para a vitória. Tática sem estratégia é o ruído antes da derrota”. [10]

Na manutenção é necessário que exista uma relação entre estratégia e tática, a importância de ambas é revelada no bom funcionamento do material. Assim o tempo de vida do material é prolongado, é assegurada a redução de custos resultantes de uma má

manutenção ou são reduzidas as anomalias por inexistência de manutenção. Com uma manutenção planeada e bem executada é possível assegurar a produtividade e a fiabilidade e garantir que não se perca oportunidades de negócio, devido a imprevistos.

A Figura 5 mostra a manutenção vista de uma forma geral, em conformidade com a norma europeia EN 13306 [9].

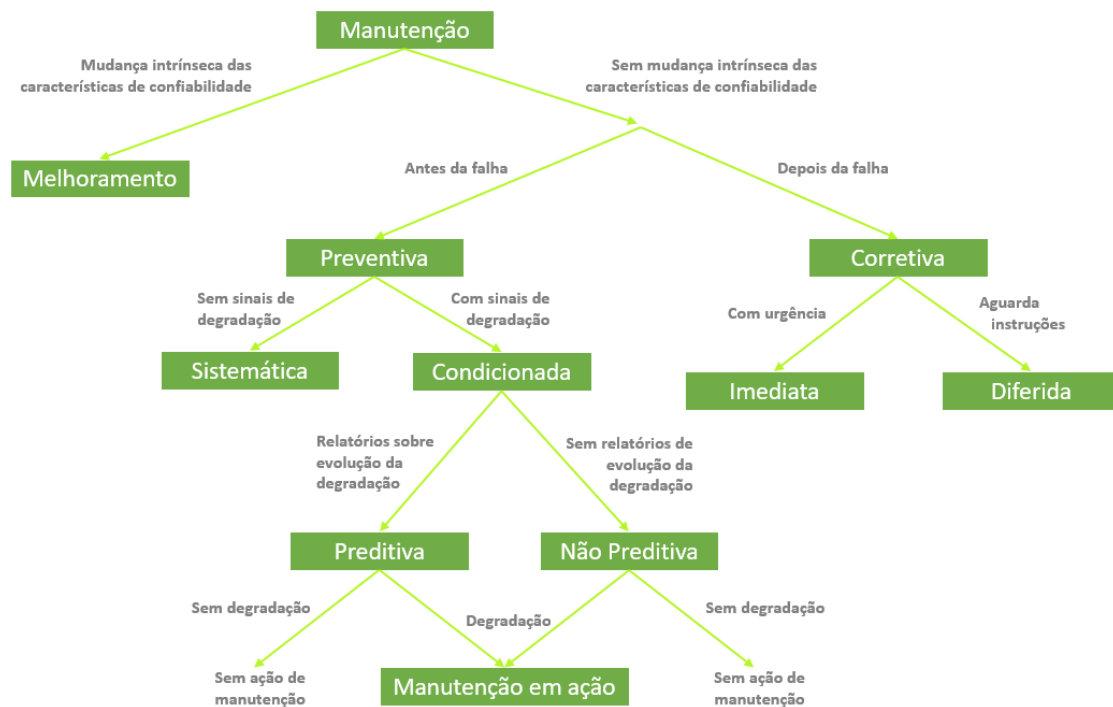


Figura 5 – Diagrama representativo da manutenção
(Adaptado de CEN EN13306 [9])

Existem diversos tipos de manutenção, nomeadamente [9]:

- Manutenção de melhoramento: é dedicada ao melhoramento não só da confiabilidade intrínseca, como da manutenção e da segurança de um equipamento sem alterar a sua função original, através da combinação de ações técnicas, administrativas e de gestão;
- Manutenção preventiva: é realizada com o objetivo de avaliar e reduzir a degradação do equipamento, reduzindo a probabilidade de falha do mesmo equipamento. Esta manutenção é subdividida em:

- Manutenção sistemática: realizada por determinados intervalos, pode ser por tempo ou unidades (por exemplo, quilómetros), sem avaliação prévia do estado do equipamento;
- Manutenção condicionada: realizada com base em condições específicas, sendo que é subdividida em:
 - Condicionada preditiva: através da ação de relatórios de avaliação do estado do equipamento e da análise das possíveis ações;
 - Condicionada não preditiva: não é efetuado qualquer relatório de avaliação, aguardando assim o desgaste completo do equipamento.
- Manutenção corretiva: realizada após o reconhecimento da falha e como resolver/reparar o equipamento de volta ao estado em que é necessário à sua função. Este tipo de manutenção é subdividido em:
 - Corretiva imediata: realizada sem demora após o reconhecimento da falha, de modo a evitar consequências inaceitáveis;
 - Corretiva diferida: não é executada de imediato após o reconhecimento da falha, sendo atrasada de acordo com regras específicas.

Analisando de uma outra forma, e resumida, temos manutenção planeada e não planeada, como se representa na Figura 6.

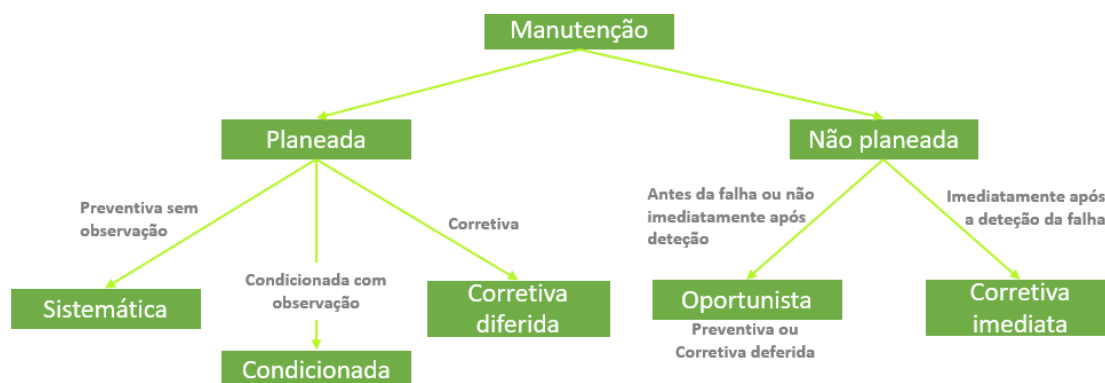


Figura 6 – Diagrama representativo de manutenção planeada vs não planeada
(Adaptado de CEN EN13306 [9])

A manutenção planeada é uma manutenção realizada em conformidade e com um plano específico ou por um número específico de unidades a uso. A manutenção não planeada não necessita de qualquer plano específico para ser efetuada, uma vez que a intervenção é necessária de imediato ou agendada em curto prazo.

3.2 Metodologia RCM

“*Reliability Centered Maintenance*” (RCM) é uma metodologia que é usada para decidir quais as atividades de manutenção que precisam de ser realizadas a fim de manter o equipamento a funcionar nos parâmetros para quais foi projetado. Uma das características da RCM é escolher a melhor manutenção a ser aplicada centrada na fiabilidade, reduzindo a probabilidade de falhas, e/ou as consequências de falhas. Esta metodologia foi originalmente criada para uso da indústria aeronáutica.

3.2.1 Objetivos

A metodologia RCM é um processo estruturado, de modo a que os objetivos sejam simples de identificar. Assim, esta metodologia apresenta a resposta a três questões no foco da manutenção, *porquê*, *quando* e *como*, tais como [11]:

- Porque se deve fazer uma tarefa de manutenção?
 - Apresentando o acontecimento (efeito falha) que a tarefa pretende evitar;
- Quando se deve fazer a tarefa de manutenção?
 - Apresentando a periodicidade com que se deve executar a tarefa;
- Como se deve fazer uma tarefa de manutenção?
 - Apresentado a tarefa mais indicada para evitar a falha tendo em conta o seu padrão.

3.2.2 Sete questões básicas da RCM

O processo da RCM envolve a abordagem de sete questões acerca dos equipamentos ou sistemas que se encontram sobre vigilância. Essas questões a respeito dos equipamentos englobam as suas funções e padrões de desempenho associados, falhas de cumprimento, quais as falhas e as suas razões, as causas e consequências de cada falha, prevenções a realizar reduzindo as possibilidades de falhas ocorridas.

Abordando cada questão de forma mais detalhada [11]:

- *Quais são as funções e padrões de desempenho associados ao equipamento no seu atual contexto de operação?*

Esta questão reflete-se em dois níveis: a primeiro nível passa por determinar qual é a função do equipamento e garantir que é capaz de realizar funções através dos padrões estipulados. O segundo nível passa por analisar o que o equipamento é capaz de realizar através de duas categorias: nas primeiras funções, resume-se ao porquê de o equipamento ter sido adquirido, contemplando a análise da velocidade, sistemas de saída, capacidade de armazenamento, qualidade e outros. Nas segundas funções, é onde se reconhece que o equipamento é capaz de realizar mais do que é descrito como funções primárias, tais como, segurança, controlo, proteção, eficiência da operação.

- *De que formas um equipamento falha no cumprimento das suas funções?*

O RCM identifica as falhas que podem ocorrer e divide-as em dois níveis: o primeiro é identificar em que circunstâncias corresponde ao estado de falha e o segundo é verificar os eventos que possam causar o estado de falha do equipamento.

No processo RCM os *estados de falha* são conhecidos como *falhas funcionais*, que ocorrem quando o equipamento não é capaz de cumprir as suas funções em pleno ou segundo o critério imposto, para o qual foi aplicado.

- *O que provoca cada falha funcional?*

Com a identificação das falhas funcionais, o próximo passo é identificar o que provoca cada falha, ou seja, identificar as possíveis e prováveis causas para cada falha. Este evento é designado como *modo de falhas*.

- *O que acontece quando cada falha ocorre?*

Este evento descreve o que acontece com o equipamento quando ocorre uma falha, onde é feita uma avaliação da falha, e onde se verifica:

- Se existe alguma evidência e qual a falha ocorrida;
 - Se existe e se compromete de algum modo a segurança e/ou meio ambiente;
 - Se existe e se afeta de algum modo a produção e operações à qual estava destinado;
 - Se existe algum dano físico causado pela falha;
 - O que precisa de ser reparado devido à falha.
- *Em que medida é que cada falha tem interesse? Qual a importância de cada falha?*

Uma característica forte do RCM é que reconhece as consequências das falhas que são tão ou mais importantes que as suas características técnicas, reconhecendo assim a razão pela qual se faz uma manutenção pró-ativa, não só para evitar as falhas, mas também para reduzir as consequências das mesmas. Este processo classifica as consequências em quatro grupos, que são [11]:

- *Consequências de falhas escondidas* – que não tem impacto direto, contudo, expõe a organização a múltiplas falhas com gravidade. Estas falhas estão associadas aos dispositivos de proteção sem salvaguarda;
- *Consequências de segurança e meio ambiente* – é considerado falha de segurança se colocar em risco a vida de uma pessoa, e falha de meio ambiente quando coloca em risco o meio ambiente de uma região;

- *Consequências operacionais* – quando afeta a produção, sendo exemplo disso, o tempo de saída do produto, a qualidade, o atendimento ao cliente, entre outros;
 - *Consequências não operacionais* – são as falhas evidentes que não afetam nem a segurança nem a produção, apenas envolvem um custo direto à sua reparação.
- *O que se pode fazer para prever ou evitar cada falha?*

Esta questão é direcionada para tarefas pró-ativas que se subdividem em três categorias, *manutenções de restauração planeada, rejeição planeada e sob-condição planeada*.

A *manutenção de restauração* envolve a fabricação de um componente ou a revisão da montagem por substituição num determinado momento ou antes de um determinado tempo limite, independentemente da condição do mesmo. De uma forma similar, a *manutenção de rejeição planeada* envolve a rejeição de um componente num determinado momento ou antes do seu fim de vida, independentemente da condição do mesmo.

As duas tarefas acima descritas, são atualmente conhecidas como manutenção preventiva. Sendo estes tipos de tarefas mais amplamente usadas, na forma de manutenção pró-ativa. As *manutenções sob-condição* são das técnicas mais recentes e largamente usadas nas deteções de possíveis falhas, de modo a executar as ações que evitem consequências que direcionem para falhas funcionais. Estas tarefas têm como objetivo a permanência dos equipamentos ou componentes ao serviço, mas com a condição de continuarem a atender os padrões de desempenho desejado. É uma tarefa direcionada para a manutenção condicionada preditiva, com base na condição e através de relatórios de observação.

- *O que deveria ser feito se não se consegue encontrar uma tarefa pró-ativa adequada?*

O processo RCM reconhece três principais categorias nas ações de padrão, como tarefas pró-ativas:

- *Busca de falha*, envolve as verificações periódicas de falhas ocultas de modo a determinar se existiram falhas, por exemplo degradação física de

um equipamento, enquanto as tarefas da *manutenção sob-condição* são direcionadas para a verificação de falhas no momento;

- *Redesenho*, envolve fazer quaisquer alterações pontuais nas capacidades dos sistemas ou equipamentos, como também nos procedimentos;
- *Manutenção não planeada*, não envolve qualquer esforço para prevenir quaisquer falhas dos sistemas ou equipamentos, simplesmente aguarda a falha acontecer, dando posteriormente início às ações de reparação.

3.2.3 RCM na CP

A implementação do processo de RCM surgiu na CP em 2003 e foi realizado por três fases. A Figura 7 mostra como foi implementada cada fase.

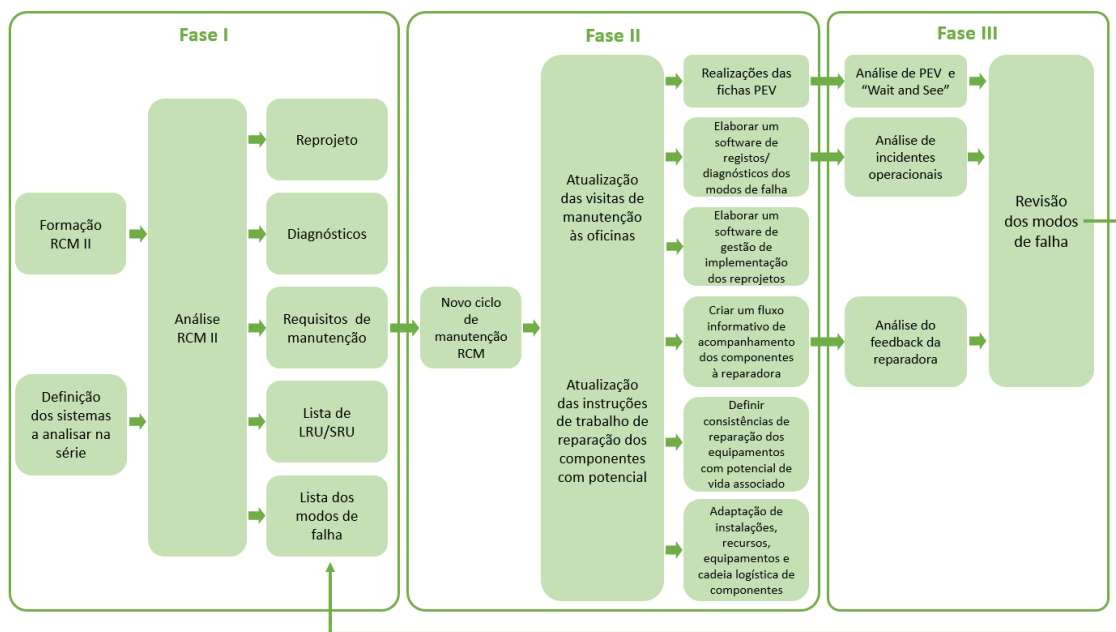


Figura 7 – As três fases de implementação da metodologia RCM
(Adaptado de [12])

3.2.3.1 Fase I – Análise RCM

A primeira fase consiste em definir os sistemas a analisar para cada série e dar a formação necessária a vários colaboradores da empresa. Seguidamente, procedeu-se à união da informação recolhida com a análise e conceitos dos processos RCM.

Por fim, foi efetuada a análise do material circulante, diagnósticos de avarias, requisitos de manutenção de cada série, listas de LRU (*Line Replaceable Unit*) e por consequência SRU (*Shop Repairable Unit*).

3.2.3.1.1 Conceitos LRU e SRU

O LRU é o nível mais baixo dos componentes que são substituídos ou reparados durante a manutenção preventiva e corretiva, na manutenção de linha, onde são realizadas pequenas intervenções e manutenções de curtos períodos de tempo.

O SRU é o componente que terá de ser reparado fora da manutenção de linha, tendo como destino as unidades reparadoras. No caso da CP, serão enviados para a RRME no Entroncamento, e por sua vez distribuídos por cada oficina especializada. A Figura 8 mostra o circuito do processo de análise dos componentes LRU e SRU.

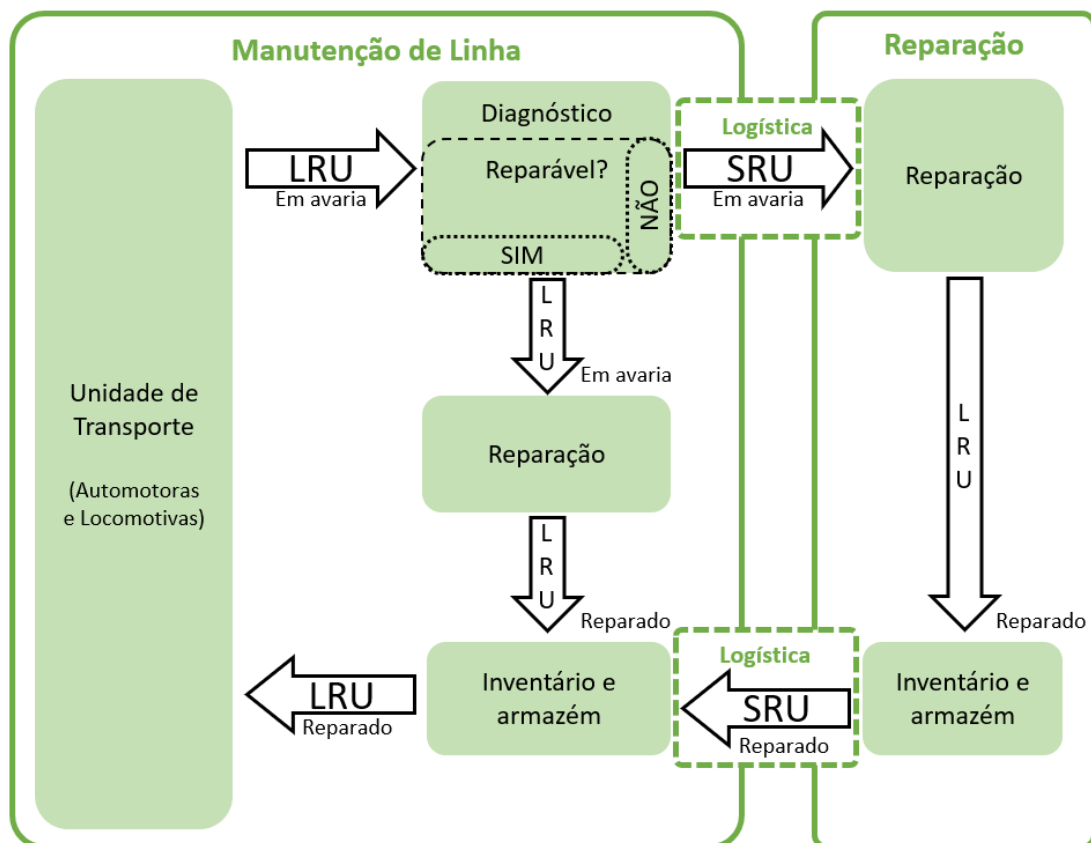


Figura 8 – Circuitos LRU e SRU
(Adaptado de [12])

Os componentes LRU são enviados para as unidades reparadoras por ausência dos seguintes fatores:

- Capacidade física para a reparação;
- Habilitações técnicas para a reparação;
- Mão-de-obra para a recuperação;
- Ferramentas para a reparação;
- Materiais para a reparação.

3.2.3.2 Fase II – Implementação dos requisitos

A fase II ocorre com a implementação dos requisitos e com a definição de consistências de reparação e a adaptação das instalações. Na implementação de requisitos são realizadas, por exemplo, as instruções de ensaio, fichas de registo, elaboração de *software* de apoio quer à manutenção de linha, quer à unidade reparadora, criando assim um fluxo de informação que acompanham os componentes LRU e SRU. Através do PEV¹ (Programa de exploração de vida) define-se as características da reparação dos equipamentos com potencial de vida associado. Realizou-se ainda a adaptação de instalações, recursos, equipamentos e cadeia de logística de componentes.

3.2.3.3 Fase III – Monitorização e revisão do processo

Esta fase é direccionada à monitorização e revisão de toda a implementação efetuada, desde o registo de avarias ao nível dos modos de falha, até à análise dos relatórios das avarias dos LRU e SRU. É realizada também uma monitorização dos projetos RCM, pela análise dos índices de fiabilidade, disponibilidade e custos, e também da validação dos objetivos do RCM. A necessidade da revisão dos erros comuns detetados nesta fase é de elevada importância, verificando-se os modos de falha não identificados, como também as tarefas ineficazes e tarefas desnecessárias provocando aumento dos custos devido às consequências das tarefas incorretas.

¹ É um modo de falha, que possui implicações na segurança, no ambiente ou na operação. Consiste num controlo periódico por amostragem das condições de funcionamento, de modo a recolher informações do modo de falha sem este ocorrer.

4 Material circulante UQE Série 2300/2400

Nos últimos anos a procura dos transportes ferroviários tem vindo a crescer. Devido a esta situação todo o desenvolvimento é centrado nas necessidades do cliente, para que seja garantida a qualidade e a diversificação dos serviços.

Atualmente o panorama económico a nível global veio dificultar esse desenvolvimento, contudo a CP continua a apresentar evoluções nesse âmbito colocando mais comboios ao serviço, de modo a responder às necessidades impostas pelo cliente, garantindo a operacionalidade dos equipamentos a longo prazo. Por isso é importante efetuar a manutenção de uma forma eficaz e económica para garantir o serviço.

Neste capítulo é abordado o material circulante, em particular as unidades UQE (Unidade Quádrupla Elétrica) da Série 2300/2400, bem como alguns dos seus equipamentos e dos seus respetivos módulos. Esses equipamentos são a UCC (Unidade Central de Comando), que será abordada de uma forma mais pormenorizada, e a UCT (Unidade Central de Tração), onde o foco será a abordagem aos módulos da fibra ótica, descrevendo a modificação das fichas da fibra ótica.

4.1 Descrição da UQE

As automotoras UQE2300/2400 entraram ao serviço em 1992. As tarefas de manutenção são realizadas na LME (Manutenção e Engenharia de Lisboa) e as tarefas de reparação na MCME (veículos) e na RRME (equipamentos), no Entroncamento.

As UQE's são unidades automotoras compostas por quatro veículos, duas motoras e dois reboques, onde os equipamentos estão dispostos de uma forma simétrica, com a estrutura: Motora-Reboque-Reboque-Motora. O sistema de comando múltiplo permite, no máximo, a circulação em modo triplo (três UQE acopladas) sendo a velocidade máxima de 120 km/h.

Para todas as UQE's é atribuído um número ordenado em que metade receberá esse número e na outra metade soma-se mais cinquenta, por exemplo, a uma metade é atribuída o número 2301 e à outra metade é atribuída o número de 2351, tal como mostra a Figura 9. A frota da CP contempla 56 UQE's, 42 da série 2300 e 14 da série 2400.

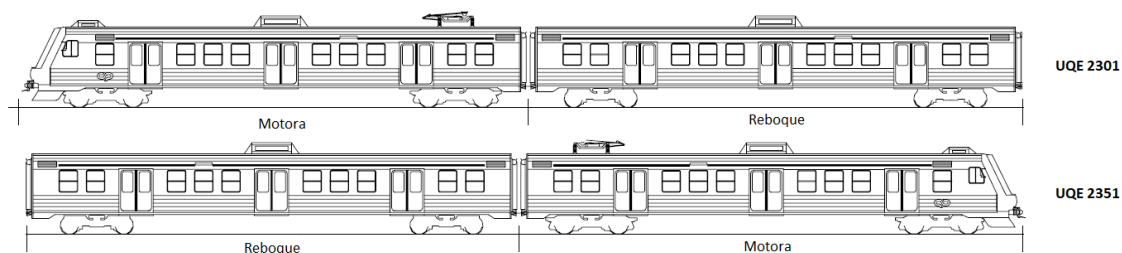


Figura 9 – Disposição dos veículos das automotoras UQE2300/2400

(Adaptado de [13])

Os veículos estão ligados através de engates, e para a ligação interna entre veículos, através de passadiços e portas semiautomáticas. As ligações elétricas são feitas junto aos engates e por fichas de acoplamento. Cada veículo é composto por dois bogies² sendo que cada motora é composta por dois bogies de rodados motores, e os reboques por dois bogies de rodados livres.

As cabinas de condução encontram-se nos veículos motores e são iguais. Cada uma, tem um comutador que permite a escolha do sentido da marcha, para a frente ou para trás. Estas automotoras, na altura em que entraram ao serviço, trouxeram as seguintes características inovadoras [13]:

- Os sistemas implementados foram projetados de modo a garantir a sua redundância, isto é, em caso de avaria de algum equipamento é assegurado o funcionamento das UQE até à intervenção na oficina para efetuar a reparação;
- O sistema de comando e supervisão das UQE é efetuado por um sistema designado SIBAS16, do fabricante Siemens, que veio substituir os antigos sistemas eletromecânicos clássicos de encravamento por meio de contactores auxiliares. O SIBAS16 é constituído pelos seguintes componentes [13]:
 - SKS (Estações SIBAS-KLIP) – equipamento que recebe e transmite sinais de controlo do comboio;
 - UCC – Exerce as funções de supervisão e controlo geral;
 - UCT – exerce as funções de controlo e comando de tração e frenagem elétrica;

² É um conjunto de órgãos de suspensão primária e secundária, de rolamentos, do freio e do chassi. No caso de bogie motor é constituído também com órgãos de acionamento.

- BUS³ (Barramento de comunicações) – canais físicos que estabelecem as ligações entre os vários componentes dos sistemas de comando;
 - *Display* do Maquinista – equipamento onde é possível visualizar as informações dadas pelo sistema.
-
- Os sistemas elétricos de acionamento implementados nas UQE's fazem com que o consumo de energia seja reduzido a cerca de 1/3 relativamente aos sistemas tradicionais, sendo ainda possível devolver a energia à catenária⁴ devido à energia produzida pela frenagem elétrica⁵ em vez de dissipar a energia em forma de calor por frenagem reostática⁶;
 - O sistema de *Blending* permite a gestão do esforço de frenagem, em que automaticamente seleciona o tipo de frenagem que deverá aplicar: frenagem elétrica por recuperação, frenagem pneumática ou os dois tipos em simultâneo.



Figura 10 – Fotografia da Automotora UQE 2313

(Autor: Desconhecido)

³ É um conjunto de linhas de comunicação que permitem a interligação entre dispositivos, transferindo informações.

⁴ Sistema de distribuição e alimentação elétrica aérea, em corrente contínua ou alternada.

⁵ Também conhecido por frenagem dinâmica, processo que ocorre quando a energia produzida pelos motores, em que o motor trabalha como gerador, é devolvida à catenária para que outros comboios possam usar.

⁶ O processo que ocorre quando a catenária não está recetiva, sendo necessário dissipar a energia gerada durante a frenagem por resistências em forma de calor.

4.2 Nível de comando das UQE

Na Figura 11, está representado a estrutura do nível de comando e comunicações associadas das automotoras UQE.

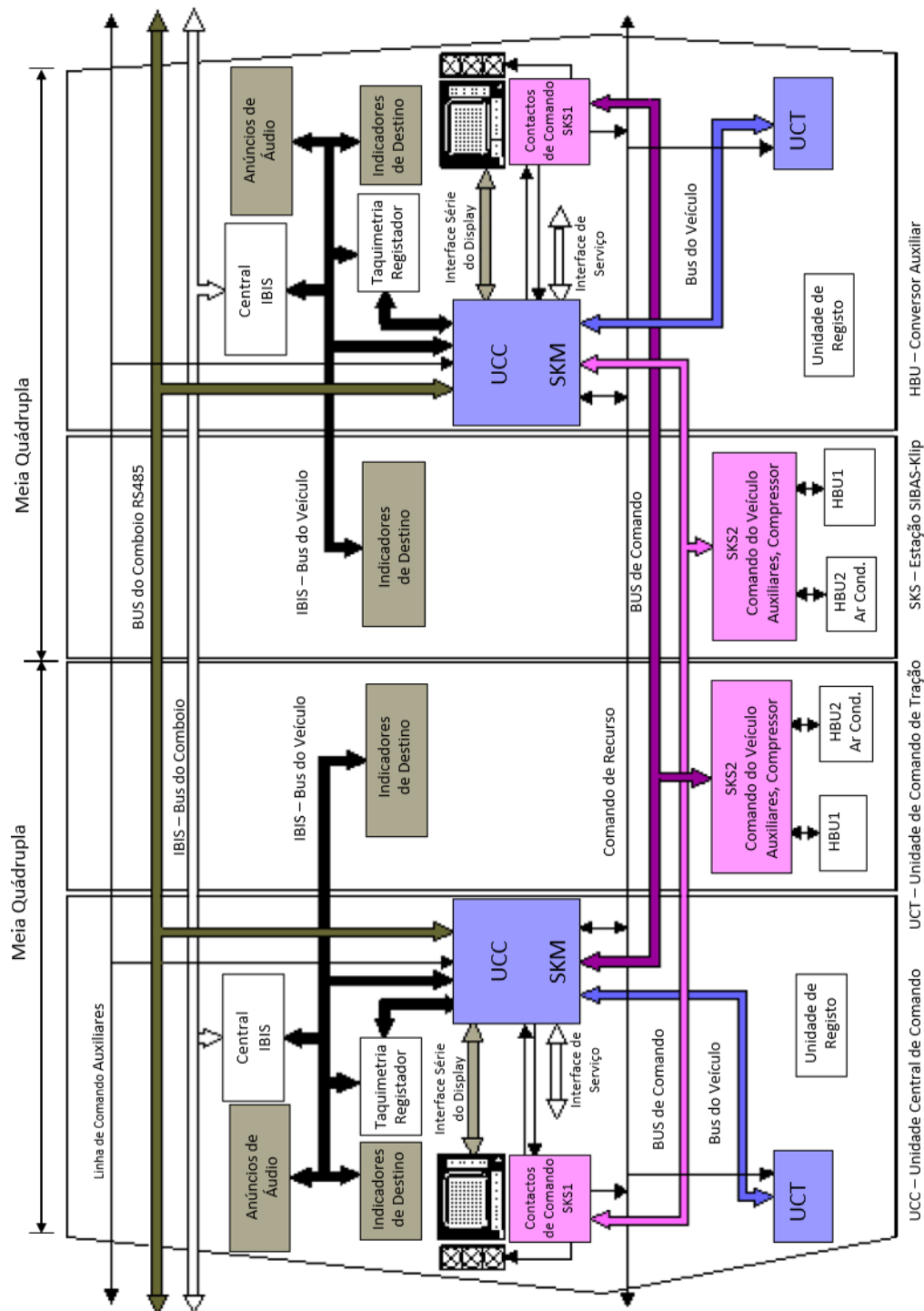


Figura 11 – Estrutura do Sistema de BUS das UQE's

(Adaptado de [14])

A estrutura do Sistema de BUS das UQE's tem algumas particularidades, tais como:

- BUS do Comboio não redundante;
- Nível de Redundância convencional;
- BUS do Comboio, IBIS e Veículo;
- BUS do Veículo entre UCC e UCT sempre separados;
- UCC redundante;
- BUS de Comando parcialmente redundante;
- Ligações do display: Interface Série;
- Sinalizadores luminosos que servem de redundância do display.

Cada metade das UQE's dispõe de uma UCC. A UCC é um dos equipamentos mais importantes, dando que sem este equipamento a meia quádrupla não liga. A comunicação entre as duas UCC's da mesma UQE e, entre outras composições em comando múltiplo, fica a cargo do BUS do comboio.

Em funcionamento completo, uma das UCC será a “*master*” e outra a “*slave*”, mesmo em caso de comando múltiplo, apenas poderá haver uma UCC *master*. É atribuída esta função quando é acionada a chave de ocupação de cabina.

Em cada veículo motor, existe um BUS do veículo que estabelece a ligação entre a UCC e UCT desse veículo. Neste BUS a UCC será sempre a unidade “*master*” e a UCT a unidade “*slave*”.

O BUS do comando estabelece a comunicação entre a UCC e a estação SIBAS-Klip dessa meia quádrupla, e também com a da outra meia quádrupla. Em caso de avaria, se a UCC “*master*” se encontrar em fora de serviço, será a estação SIBAS-Klip dessa motora que permite o comando da composição com a UCC “*slave*” através da redundância.

O *display* do maquinista existente na mesa de condução da cabina, encontra-se ligado à UCC através de um BUS, denominado “interface série do display”, como mostra a Figura 11. Este *display* apresenta todas as avarias existentes ou, as que ocorram durante o seu funcionamento. O sistema de informação ao maquinista é complementado com a existência de uma redundância através de um painel de sinalizadores luminosos.

O sistema de comando possui um comando de recurso, este tem como objetivo permitir que seja acionado um regime de emergência, possui certas limitações direcionadas às

posições de marcha fixas, tais como, esforço de tração e frenagem. Essas limitações estão pré-definidas e são transmitidas diretamente à UCT pelo comando de recurso.

4.2.1 SIBAS16

O sistema SIBAS16 é constituído por vários equipamentos: uma UCC, uma estação SIBAS-KLIP (SKS), um *display* de maquinista, e uma UCT. Esses equipamentos estão interligados por várias linhas de comunicação, nomeadamente por “BUS do comboio”, “Comando do comboio”, “Comando do veículo”, “BUS do Veículo”, e ainda por sinais digitais do comando do comboio e do veículo. A Figura 12 mostra o diagrama de funcionamento do sistema SIBAS16 e uma visão geral do processo.

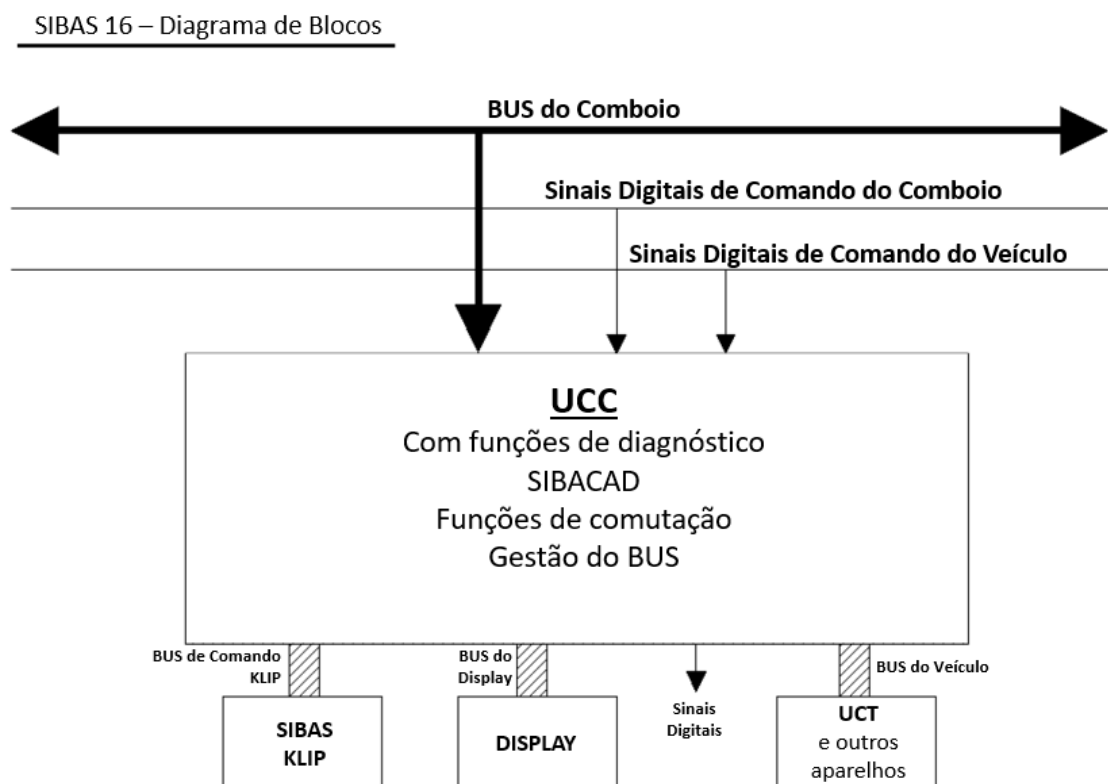


Figura 12 – Diagrama de Blocos do SIBAS 16
(Adaptado de [15])

Este sistema de automatização é utilizado nos caminhos de ferro em todo o mundo para a gestão, controlo e comando das funções do material circulante na ferrovia. Este sistema funciona com um microprocessador de 16-bit.

4.2.1.1 Unidade Central de Comando

A UCC é um dos equipamentos mais importantes do sistema SIBAS16, que permitiu a substituição dos sistemas eletromecânicos clássicos de encravamento por contactores auxiliares e relés. A Figura 13 apresenta uma fotografia de uma UCC.



Figura 13 – Fotografia de uma Unidade Central de Comando (UCC)

(Autor: Eduardo Ribeiro, 17/09/2020)

A UCC desempenha as funções de comando e vigilância do veículo e dos seus equipamentos. O comando é realizado por ligações programáveis, através de símbolos gráficos no sistema SIBACAD⁷, permitindo facilmente alterações futuras. A Figura 14 mostra como é feita a programação pelo *software* SIBACAD.

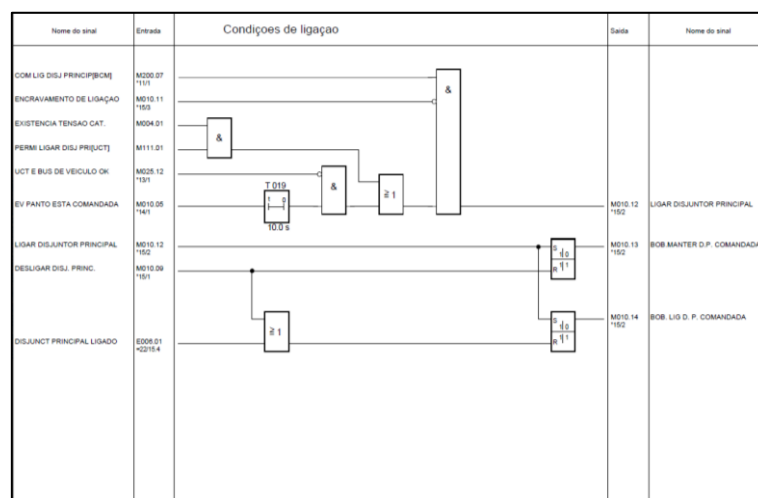


Figura 14 – Excerto da programação lógica SIBACAD [16]

⁷ SIBACAD é um *software* de programação lógica por blocos, muito idêntica a linguagem *ladder*.

Este equipamento também tem integrada a função de memorização de avarias, que se destina ao registo, tratamento, análise e avaliação da gravidade das ocorrências. Esta função memoriza as avarias para que sejam verificadas nas ações de manutenção, no entanto o maquinista pode visualizar as avarias que ocorrem durante o funcionamento, através do *display* do maquinista. A UCC também tem por função administrar o sistema de BUS, assim como o controlo das transmissões de dados do sistema que se encontram associados.

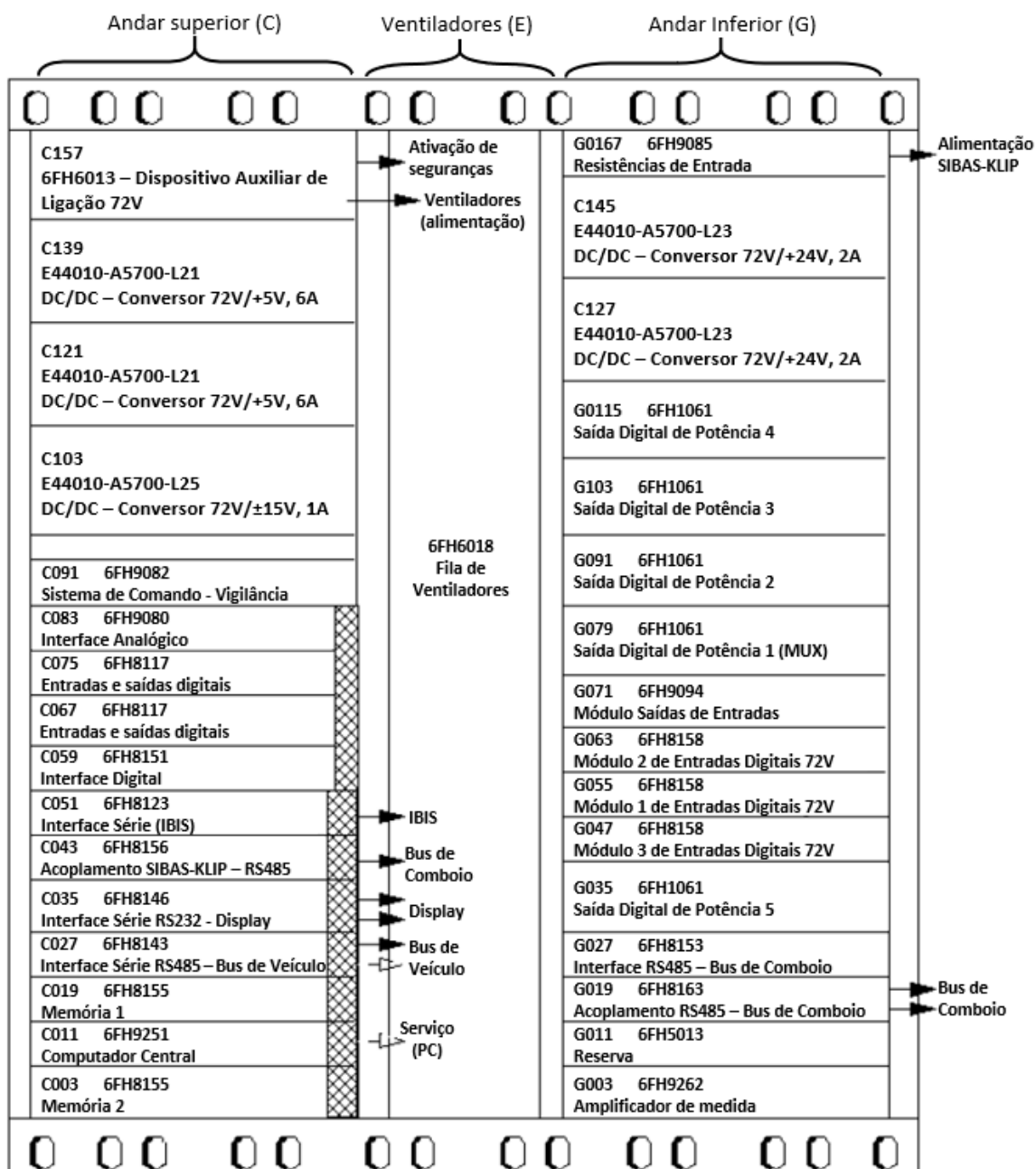


Figura 15 – Posição de cada módulo na UCC

(Adaptado de [15])

Como mostra a Figura 15, a UCC é composta por trinta e dois módulos, separados em três andares. Cada módulo tem uma posição específica, através de um número atribuído pelas posições que ocupa na UCC [15].

Estes módulos possuem também um código de referência de fábrica, quer o número, quer o código atribuídos pelo fabricante, como representado na Figura 15. No andar superior são designadas por C seguidos dos números, por exemplo C003, no andar intermédio são designadas por E, sendo apenas ventiladores, e no andar inferior são designadas por G.

A UCC é constituída por vários módulos, nomeadamente:

- **Conversores DC/DC**, têm como função estabilizar a tensão flutuante da bateria, por forma a obter uma tensão estabilizada de +5V e de $\pm 15V$, destinadas para a alimentação de todos os componentes digitais e analógicos, respetivamente. A alimentação de +24V destina-se a alimentar as estações de SIBAS-KLIP. Estes módulos são designados como C103, C121, C139, G127 e G145 [15].

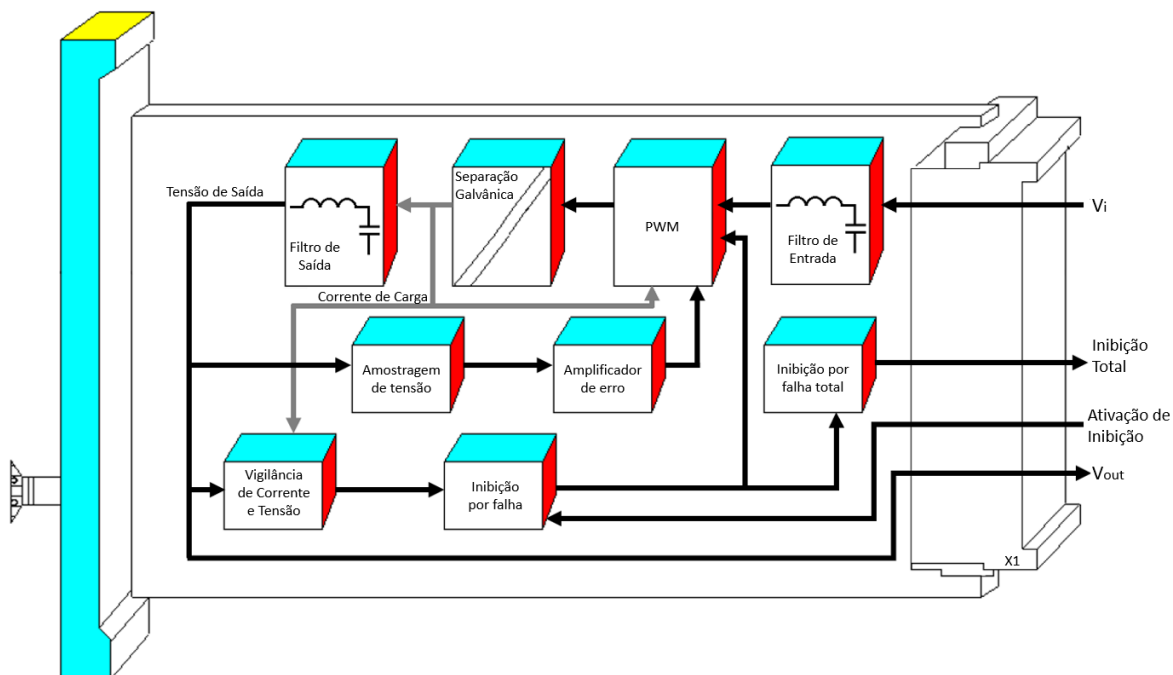


Figura 16 – Diagrama de blocos dos Conversores DC/DC

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

A Figura 16 apresenta o diagrama de funcionamento dos conversor DC/DC. O diagrama não se afasta dos diagramas genéricos dos conversores DC/DC isolados,

de tipologia *Buck*⁸. Estes conversores, além de converterem as tensões para os quais foram projetados, possuem também sistemas de inibição. Cada conversor possui um sistema de inibição que foi concebido para inibir os restantes conversores (cinco na UCC) de modo a proteger todo o sistema de alimentação. A vigilância atua quer por excesso de tensão e corrente à saída, quer por níveis de tensão de entrada reduzidos (tensão de bateria).

- **Processador Central**, com um microprocessador 80186 de 16 bit, controla o fluxo de dados através de um BUS de dados internos da UCC e, efetua o processamento dos mesmos. Este processamento é estabelecido consoante um programa específico. Este módulo é designado como C011.

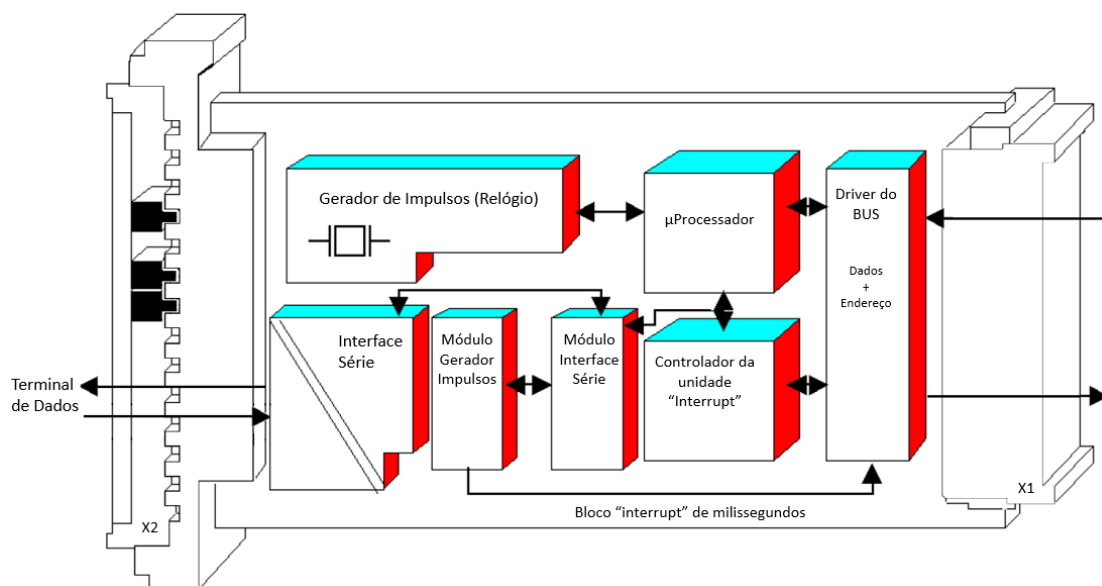


Figura 17 – Diagrama de blocos do módulo do processador central – Computador Central (C011)
(Adaptado de [15])

A Figura 17 apresenta o funcionamento do módulo através de um diagrama de blocos. Os dados são tratados pelo microprocessador e pelos drivers⁹ de BUS, dos dados e dos endereços; o controlador da unidade faz a gestão de fluxo de informação para que o microprocessador seja capaz de processar os dados, de modo a que não ocorra erros de transição de dados. O microprocessador funciona com uma frequência de 12 MHz fornecido por um cristal estabilizado de 25 MHz.

⁸ Tipologia redutora de conversores DC/DC, reduz a tensão de entrada e aplica essa tensão na saída.

⁹ É um componente ou um circuito eletrónico usado para comandar outro componente ou circuito eletrónico.

Este módulo, i.e., a carta C011, é essencial para a vigilância dos programas cíclicos. Se não forem executadas determinadas funções num determinado período de tempo é acionado o desligar de todo o sistema por razões de segurança [15].

- **Memórias**, são constituídas por EPROM's¹⁰ e RAM's¹¹. Nas EPROM's está gravado o programa específico que é utilizado pelo processador central. As RAM's servem de memória temporária, para que possam armazenar temporariamente informações específicas, tais como temperatura, anomalias, entre outras informações. Os drivers apoiam a comunicação entre a informação recebida e os circuitos integrados deste módulo, melhorando os sinais às entradas dos circuitos integrados devido suas características tipo *schmitt-trigger*, e a codificação dos endereços dá apoio ao processo do módulo do processador central. Estes módulos de memória 1 e 2, são designados como C019 e C003, respetivamente [15].

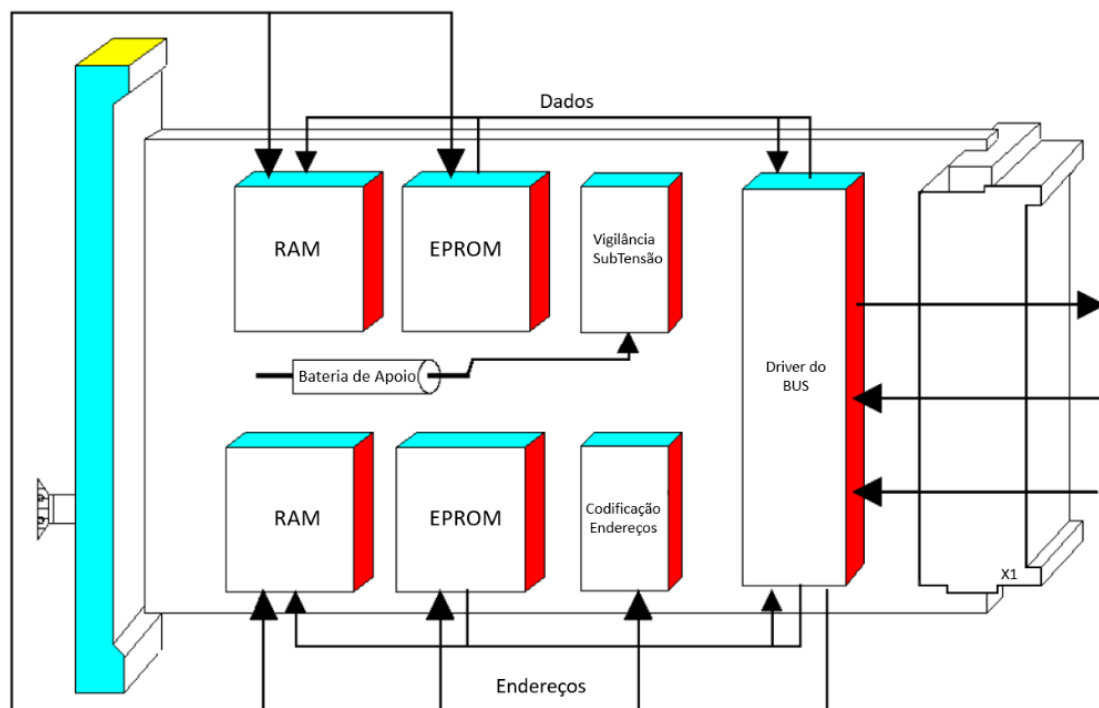


Figura 18 -Diagrama de blocos do módulo de memórias – Memória 1 e 2 (C019 e C003)

(Adaptado de [15])

¹⁰ Circuito integrado de memórias que mantém os seus dados quando a energia é desligada. Esta memória quando exposta à luz ultravioleta perde todos os dados.

¹¹ Circuito integrado de memória que permite a escrita e leitura. Esta memória perde os seus dados depois de se desligar a energia.

Como mostra a Figura 18 este módulo contém uma bateria para que as informações das anomalias ocorridas durante o funcionamento não se percam, permitindo assim, que se possam elaborar diagnósticos eficientes. Esta bateria é vigiada por um componente comparador, se a bateria baixar da tensão de 3V é gerado um código de erro, indicando a necessidade da sua substituição [15].

- **Interface série RS485**, este módulo tem a função de conectar a UCC ao BUS do comboio. O processador do módulo “interface série RS485” controla as transições de dados que passam no BUS do veículo e do comboio, tal como o sentido de transferência [15].

O BUS do comboio está ligado ao módulo de acoplamento do BUS do comboio via RS485. Este módulo é constituído por duas placas de circuito impresso: módulo de interface; e módulo de acoplamento do BUS do comboio. O módulo de interface do BUS do comboio contém a lógica de atribuições, implementada através de circuitos integrados comparadores, acopladores óticos, descodificadores, entre outros circuitos, como mostra a Figura 19 através de um diagrama de blocos. Estes módulos são designados como G027, sendo o módulo de interface; e o G019, é o módulo de acoplamento do BUS [15].

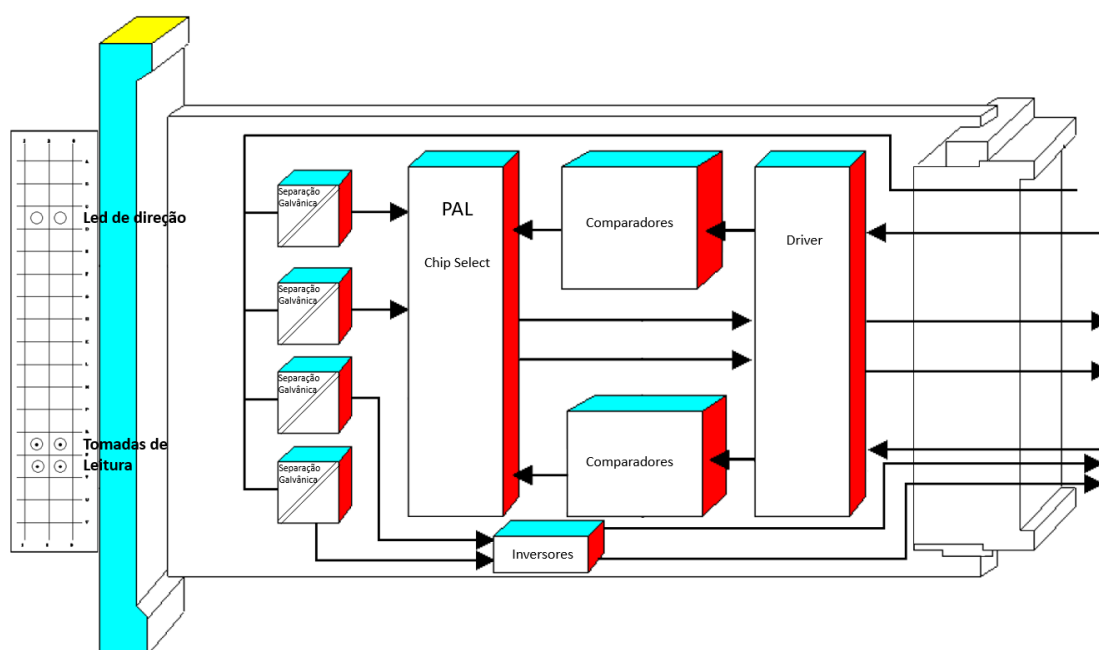


Figura 19 – Diagrama de blocos do módulo de BUS do Comboio – Interface RS485 (G027)

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

O módulo de acoplamento é contemplado com a gestão dos sinais para o BUS do comboio, com a fonte de alimentação para uma tensão de 60V (conversor DC/DC, 5V para duas saídas de 60V independentes) do sinal de BUS do comboio e pelos relés que pertencem à configuração do mesmo BUS. Este módulo tem outro conversor DC/DC de 5V/2x15V (saídas independentes) que se destinam aos comparadores que vigiam a tensão do BUS do comboio [15].

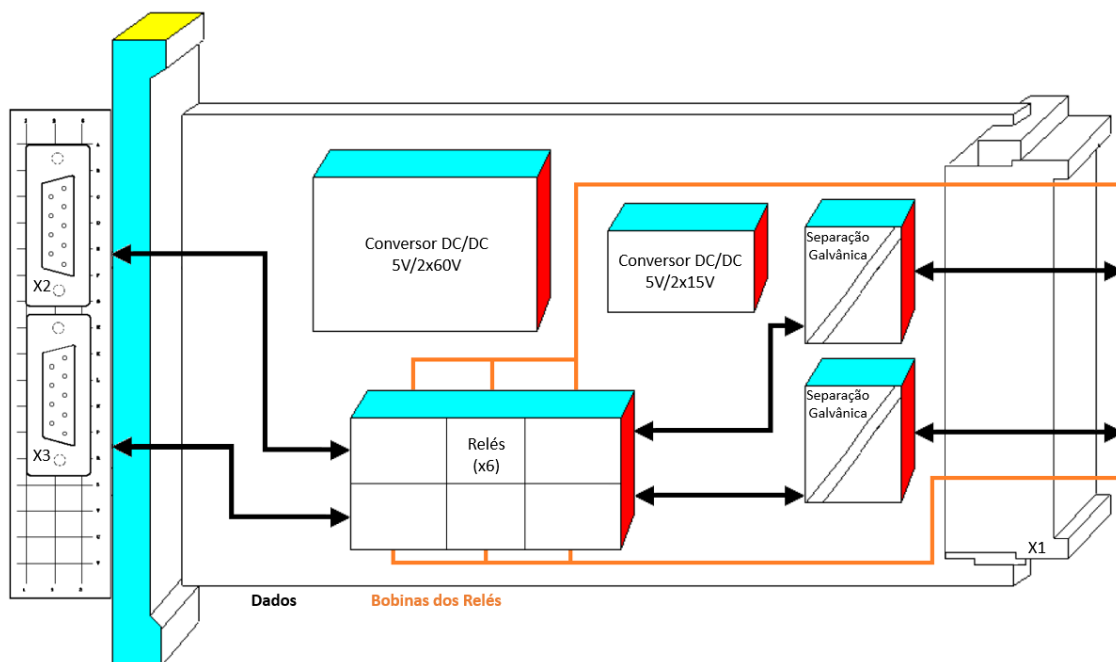


Figura 20 – Diagrama de blocos do módulo de BUS do Comboio – Acoplamento RS485 (G019)
(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

A Figura 20 mostra através do diagrama de blocos, o funcionamento da placa de circuito impressa do acoplamento de BUS RS485. Os relés permitem isolar o BUS do comboio, com a finalidade de se aplicar a tensão de 60V nas resistências de término (início e fim da composição) que ocorre no processo de inicialização. A separação galvânica é feita através de transformadores e acopladores óticos.

A UCC tem ainda incorporados outros módulos de extensão, tais como, da interface RS485, do BUS do veículo, do BUS do acoplamento SIBAS-KLIP e IBIS. Ao BUS do veículo estão ligados os aparelhos de comando pertencentes ao próprio veículo, e ao BUS do comboio estão ligados os aparelhos de comando pertencentes a outro veículo. Estes módulos são designados por C027 sendo o módulo do BUS de veículo; e o C043, o BUS de acoplamento SIBAS-LKIP [15].

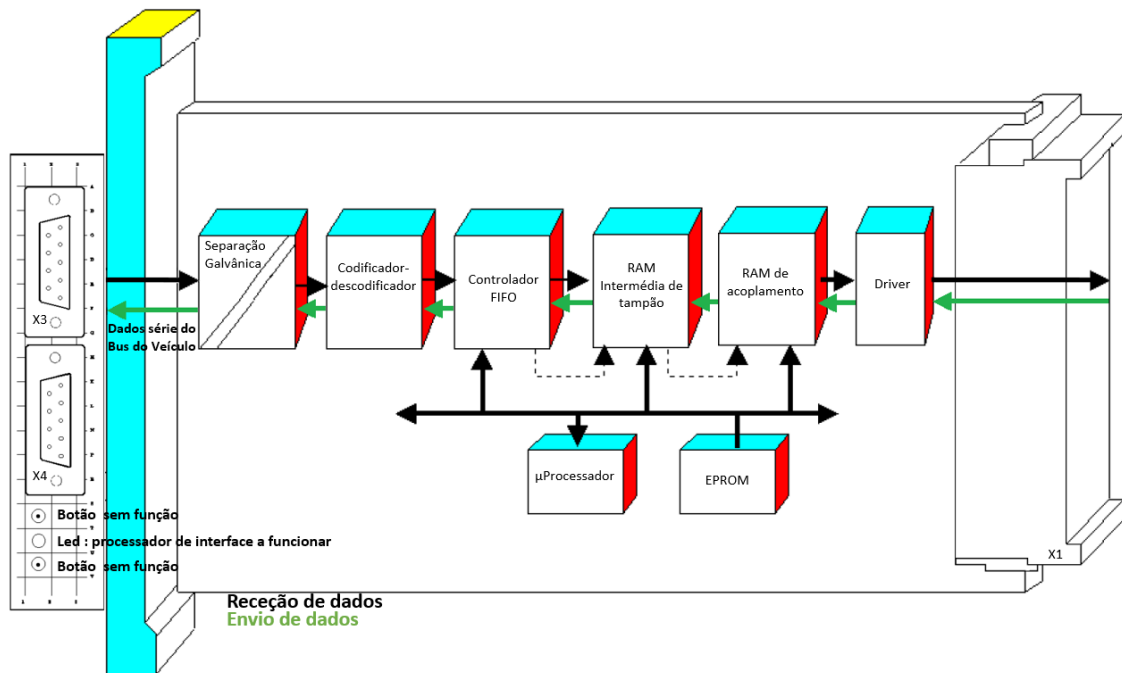


Figura 21 – Diagrama de blocos do módulo RS485 – BUS do Veículo (C027)

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

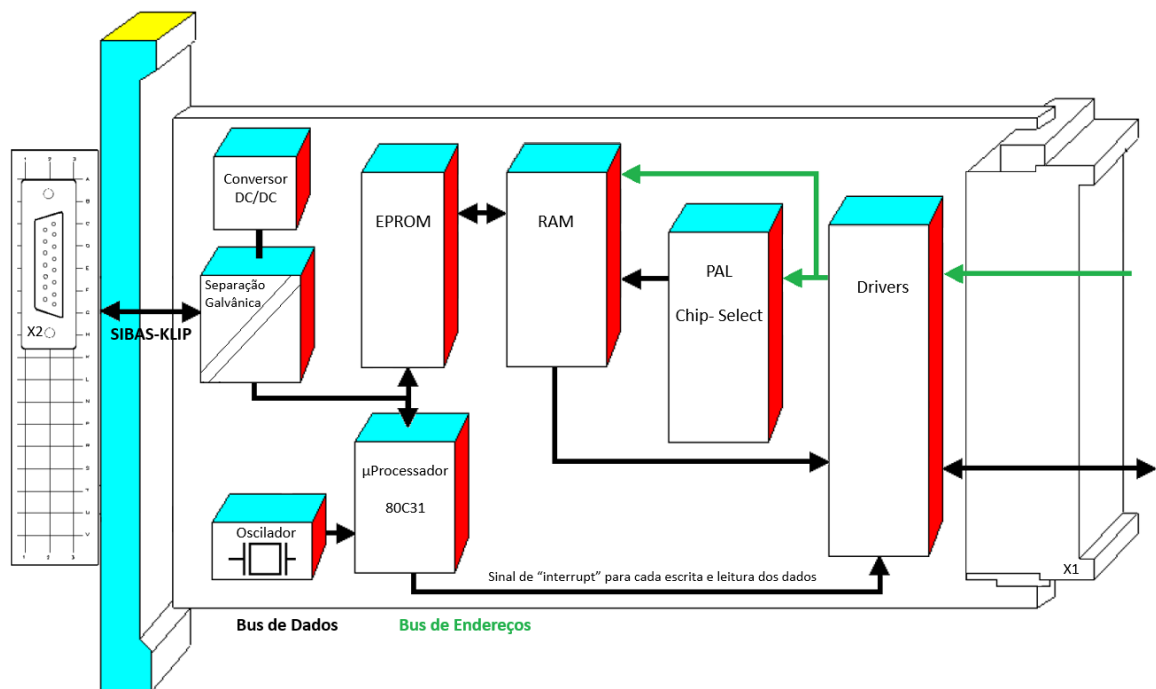


Figura 22 – Diagrama de blocos do módulo RS485 – BUS Acoplamento SIBAS-KLIP (C043)

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

As Figura 21 e Figura 22 mostram, através de diagrama de blocos, o funcionamento dos módulos C027 e C043, respetivamente. Desde a receção dos

dados, processamento, verificação e envio. Estes módulos funcionam em conjunto [15].

Como indicado na Figura 23, se a UCC *Master* precisar de comunicar com a UCT *Slave*, vai utilizar a comunicação do módulo C043 da UCC *Master* para enviar os dados para o SIBAS-KLIP e para a UCC *Slave*. A UCC *Slave* processa os dados e envia para a UCT *Slave* através do módulo C027. Se a UCC *Master* precisar de comunicar com a UCT *Master* fá-lo-á diretamente através do módulo C027 da própria UCC [15].

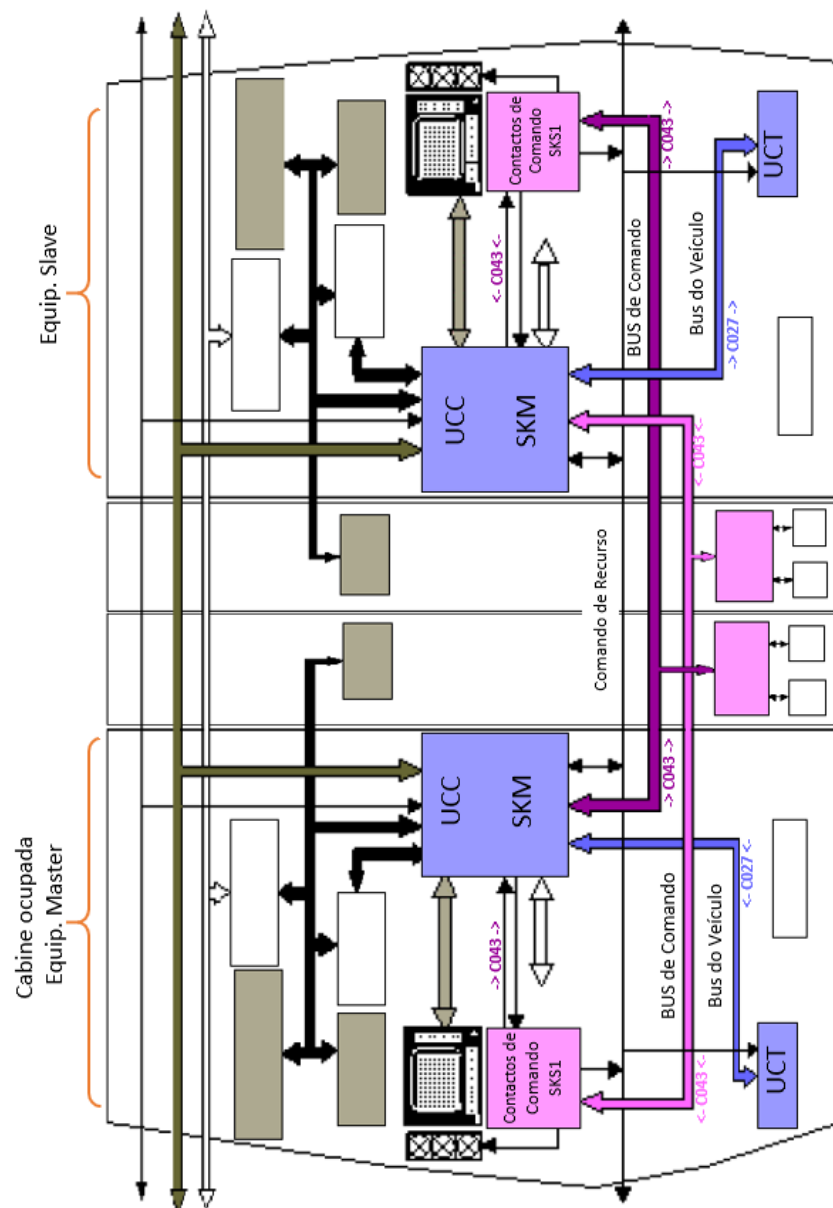


Figura 23 – Funcionamento conjunto da C027 e C043

(Adaptado de [14])

- **Interface série RS232**, é o módulo que controla o processo de transmissão de dados entre a UCC e o *display* do maquinista. Este módulo possui um processador que comanda o processo de transmissão de dados. Comanda também a transmissão de dados entre o conjunto dos módulos do processador central/memória e esta interface. Este módulo de interface indica as anomalias, entre outros dados, em tempo real ao maquinista. Este módulo é designado como C035. A Figura 24 mostra o diagrama de blocos do módulo. A ficha X3 encontra-se sem função.

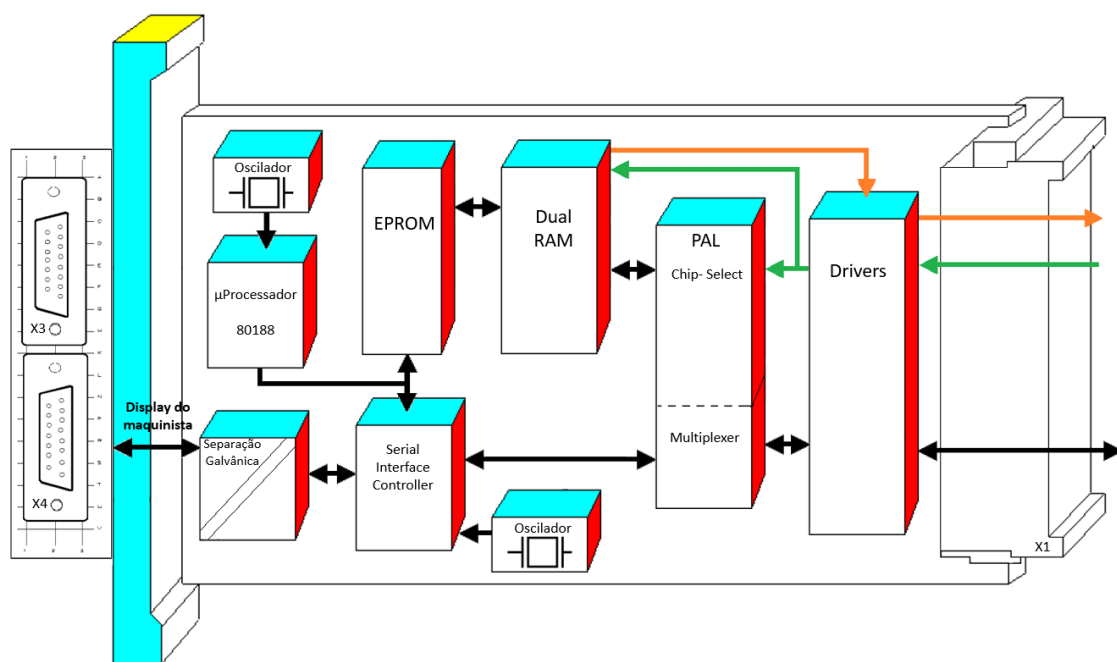


Figura 24 – Diagrama de blocos do módulo RS232

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

- **Módulo de interface digital**, faz a leitura e a emissão dos sinais digitais e o seu processamento, sendo composto por dois módulos adjacentes: o módulo de entradas digitais e o módulo de comando de contactores (saídas digitais). Nos módulos das entradas digitais é processado o ajuste dos níveis de tensão do sinal de entrada (tensão da bateria) para níveis de tensão do comando interno (TTL¹²), de +72V para +5V.

¹² Classe de circuitos digitais construídos a partir transístores de junção bipolar e resistências.

No módulo de saídas é o oposto, o processo será realizado do nível de comando para o nível de bateria, devido à potência envolvida e às frequências das operações, que podem ter de ser adequadas quer para uma instalação numa versão de relés, quer para uma versão de comutação por transístores. O conjunto destes módulos são designados C059, C067, C075, G035, G047, G055, G063, G071, G079, G091, G103 e G115.

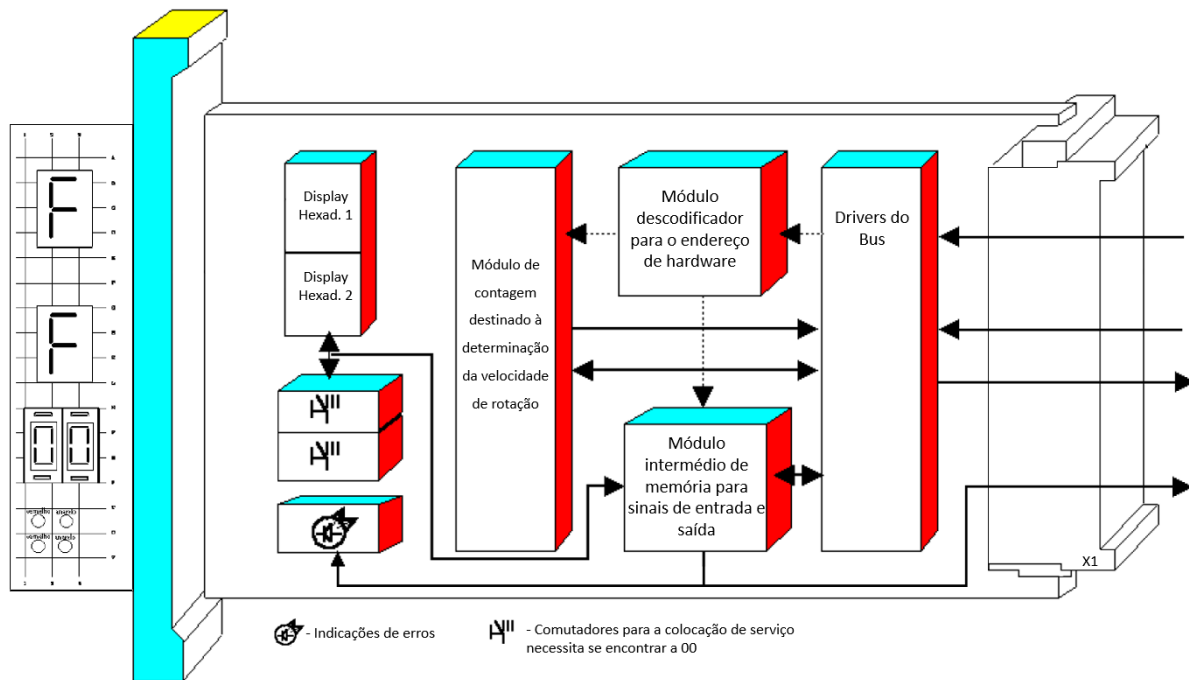


Figura 25 – Diagrama de blocos do módulo digital – Interface digital (C059)
(Adaptado de [15])

O módulo C059 processa os sinais digitais, sinais de comando, sinais de retornos, avisos de vigilância, frequências dos geradores taquimétricos¹³. Quer os sinais recebidos, quer os sinais enviados são armazenados na memória intermédia, para que depois possam ser processados. Este módulo, indica erros de anomalias ocorridas, através de pequenos *displays* hexadecimais.

No caso de apresentar “FF” nos *displays* indica que não existem anomalias e que o sistema todo está a funcionar corretamente [15].

¹³ Sensores analógicos de velocidade.

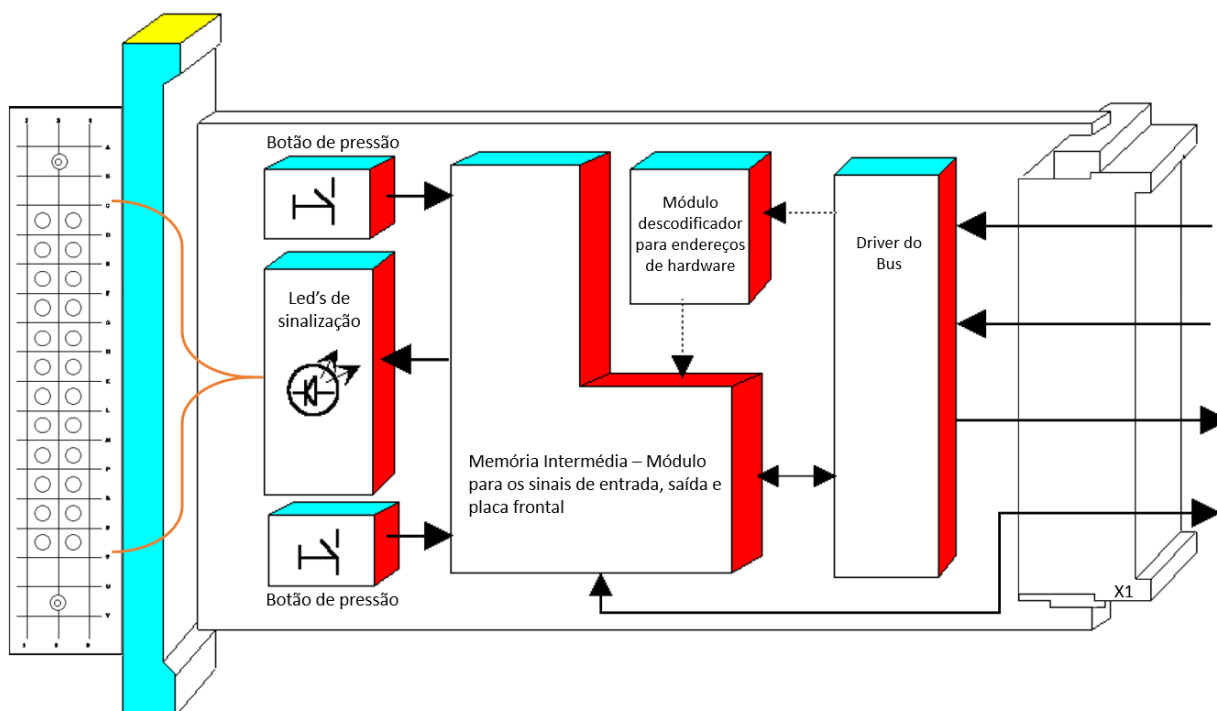


Figura 26 – Diagrama de blocos do módulo digital – Entradas e saídas digitais (C067 e C075)

(Adaptado [15])

A Figura 26 mostra o diagrama de blocos dos módulos C067 e C075. Estes processam os sinais digitais ao nível TTL. Estes dois módulos têm no seu conjunto 32 entradas e saídas comutáveis e seis entradas digitais.

- **Módulo analógico**, faz a aquisição de sinais analógicos para os converter em sinais digitais, através de conversores ADC, de modo a que o módulo de processador possa efetuar o processamento devidamente. Este módulo também pode fazer a conversão DAC. O conversor ADC tem uma resolução de 12-bit e o conversor DAC de 8-bits. Tem dezasseis canais analógicos de entrada e oito canais analógicos de saída. A Figura 27 mostra o diagrama de blocos do módulo analógico [15].

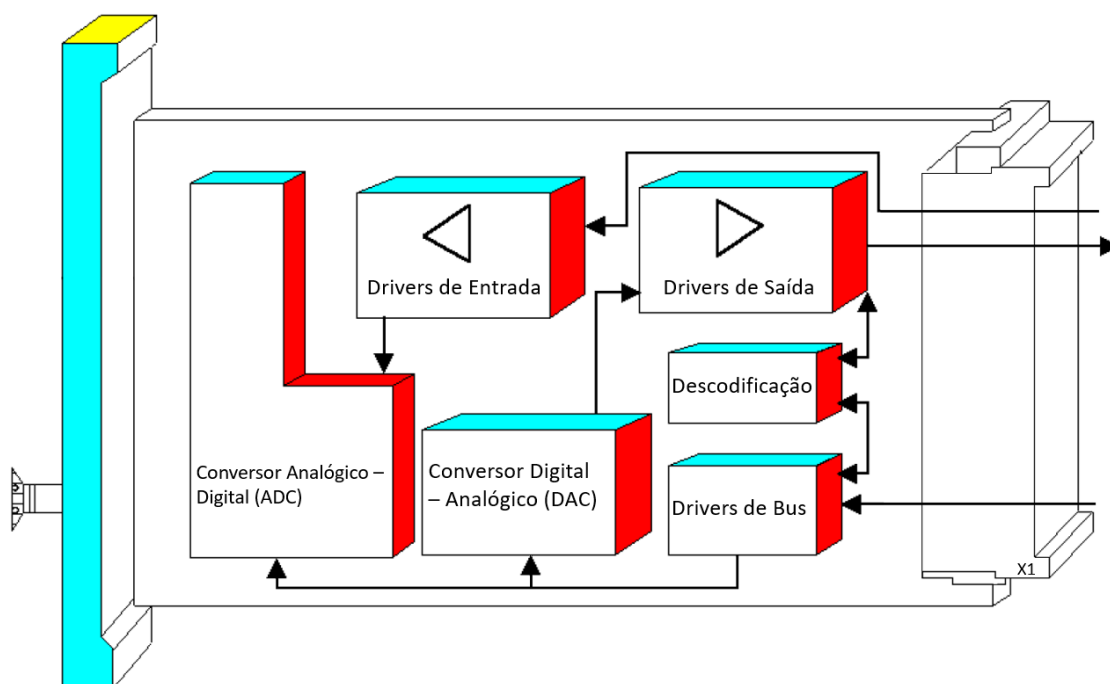


Figura 27 – Diagrama de blocos do módulo de interface analógico (C083)
(Adaptado de [15])

O módulo de interface analógico é designado de C083. Este módulo ao realizar a conversão ADC, envia os dados para os módulos de interface digital. Do mesmo modo, quando a conversão DAC é processada, envia de seguida os dados para os módulos analógicos.

- **Módulo de vigilância do sistema de comando**, consiste num processo de vigilância de *software* (*Watchdog*¹⁴) e num dispositivo de vigilância das estações SIBAS-KLIP. A atuação do *watchdog* dá origem ao bloqueio total. Quando tal acontece, a UCC fica fora de serviço, bem como o módulo de comando de contactores e as estações de SIBAS-KLIP. O laço de segurança do sistema de comando do veículo é ativado. O *watchdog* é ativado dependendo dos sinais que estão a ser vigiados, esses sinais são continuamente comparados. Se não corresponderem ao esperado desencadeia-se o sinal *watchdog* que dá origem ao bloqueio total. Os processos de vigilância contêm sete entradas para ativarem o modo de bloqueio total e três canais contactores são desativados. O bloqueio total

¹⁴ *Watchdog* é um dispositivo eletrónico temporizado que faz atuar um *reset* no sistema ou no programa principal, devido a alguma condição de erro.

só pode ser desativado com uma reinicialização de todo o sistema, desligando e ligando a alimentação [15].

As conexões entre os módulos, a nível de sinais e alimentações, são feitas por *wire-wrap*¹⁵, como se mostra na Figura 28 e na Figura 29.

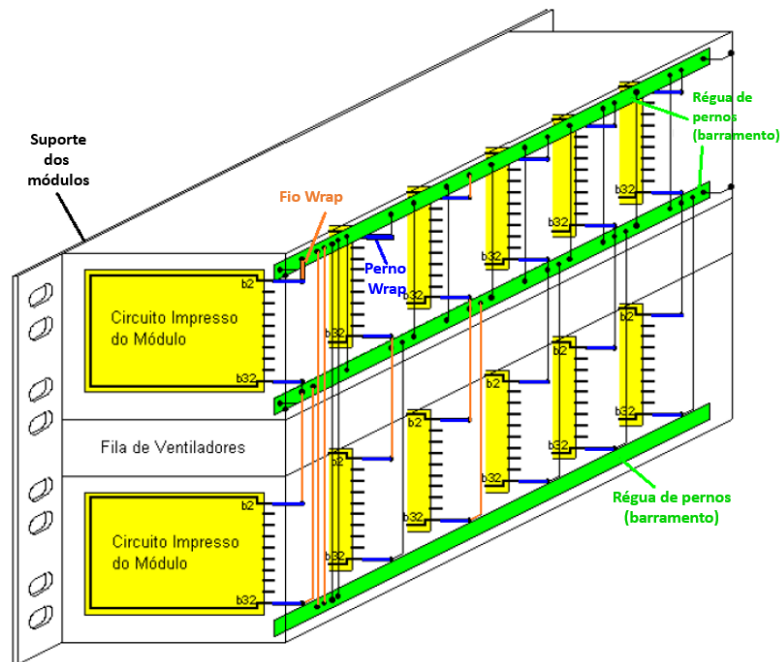


Figura 28 – Exemplo de conexão *wire-wrap* na UCC
(Adaptado [15])

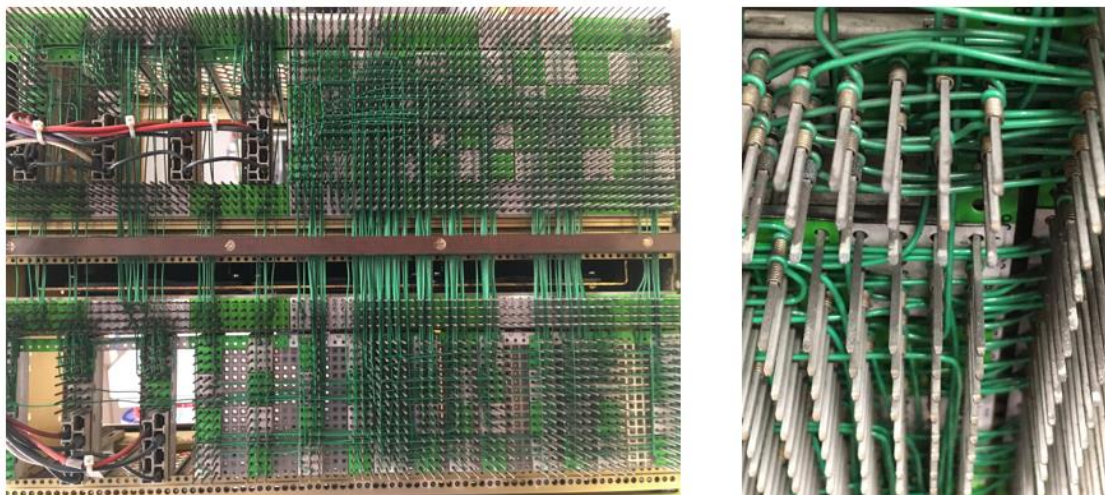


Figura 29 – Fotografia de conexão *wire-wrap* da UCC
(Autor: Eduardo Ribeiro, 17/10/2020)

¹⁵ Técnica de ligação entre placas isoladas e por fios isolados. Nos terminais de cada placa, a conexão é feita envolvendo várias voltas do fio sem isolamento em torno do terminal condutor.

A Figura 30, através do diagrama de blocos, mostra o funcionamento e configuração, através do diagrama de blocos da UCC [15].

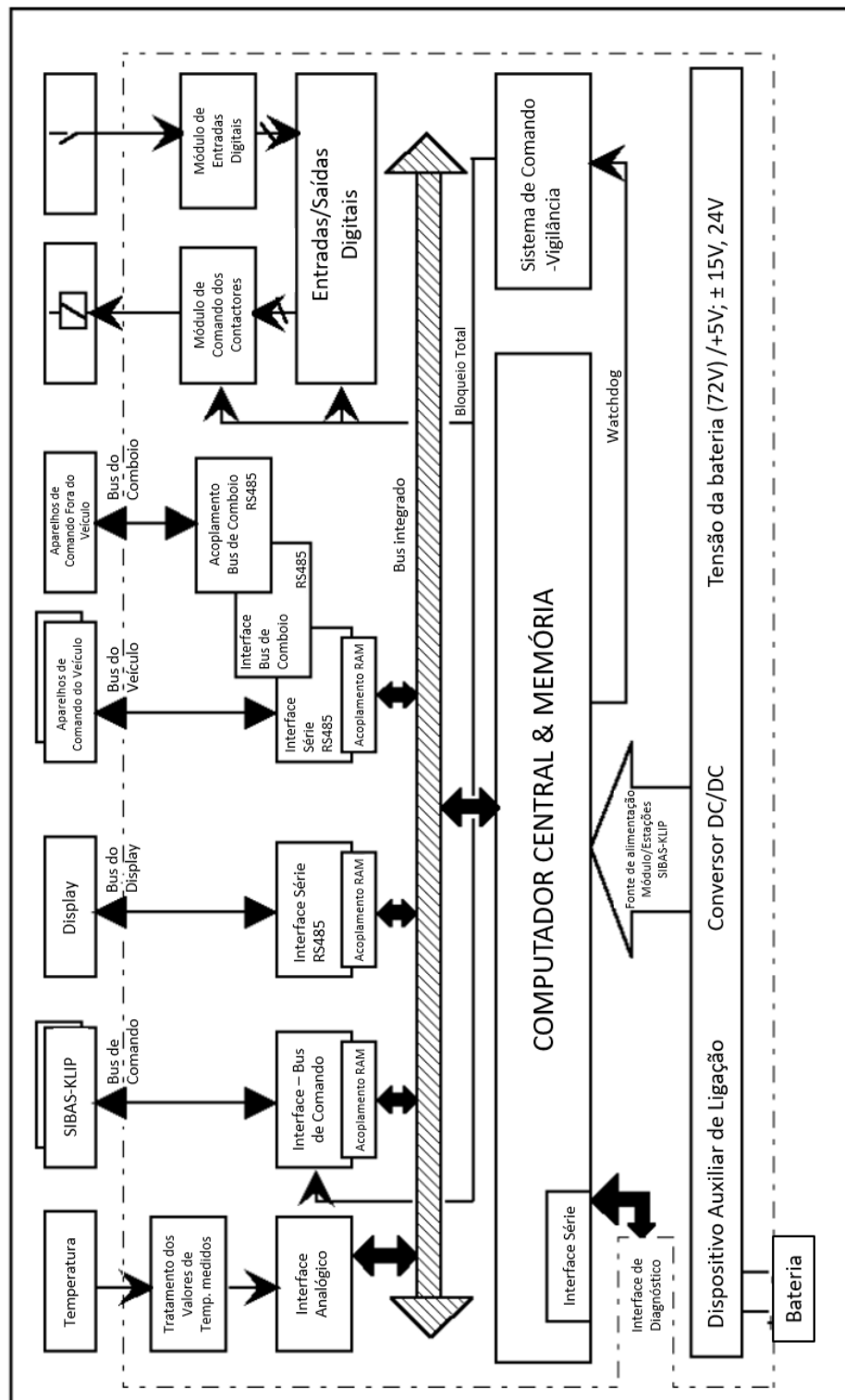


Figura 30 – Diagrama de funcionamento e configuração da UCC

(Adaptado de [15])

4.2.1.2 Unidade Central de Tração

Tal como a UCC, a UCT é um dos equipamentos mais importantes do sistema SIBAS 16. Tem como função o comando de tração, o controlo e gestão do sistema de tração, o comando dos módulos de potência, a supervisão por leituras dos sinais dos transdutores de tensão e corrente, o comando dos módulos de controlo para a sincronização das fases da alimentação dos motores assíncronos trifásicos, entre outros. O controlo é estabelecido através dos valores teóricos e ordens do maquinista, e dos valores obtidos no retorno, para comparação com os valores armazenados em memória, impostos pelo fabricante. Com a comparação entre valores, a UCT processa a informação e envia os novos comandos e ordens necessárias ao sistema.



Figura 31 – Fotografia de Unidade Central de Tração (UCT)
(Autor: Eduardo Ribeiro, 17/09/2020)

Como mostra a Figura 31, a UCT é composta por cinquenta módulos separados por quatro andares. Assim como na UCC, na UCT cada módulo tem uma posição específica, através de um número atribuído pelas posições que ocupa na UCC. Estes módulos possuem também um código de referência de fábrica, sendo ambos atribuídos pelo fabricante, como se mostra na Figura 32. No andar superior são designadas por C seguidos dos números, por exemplo C003, no andar superior intermédio por G, no andar inferior intermédio por L, ventiladores por N e no andar inferior por Q.

A Figura 32 mostra o aspeto geral da disposição dos módulos da UCT, por posição, funções dos módulos e características.

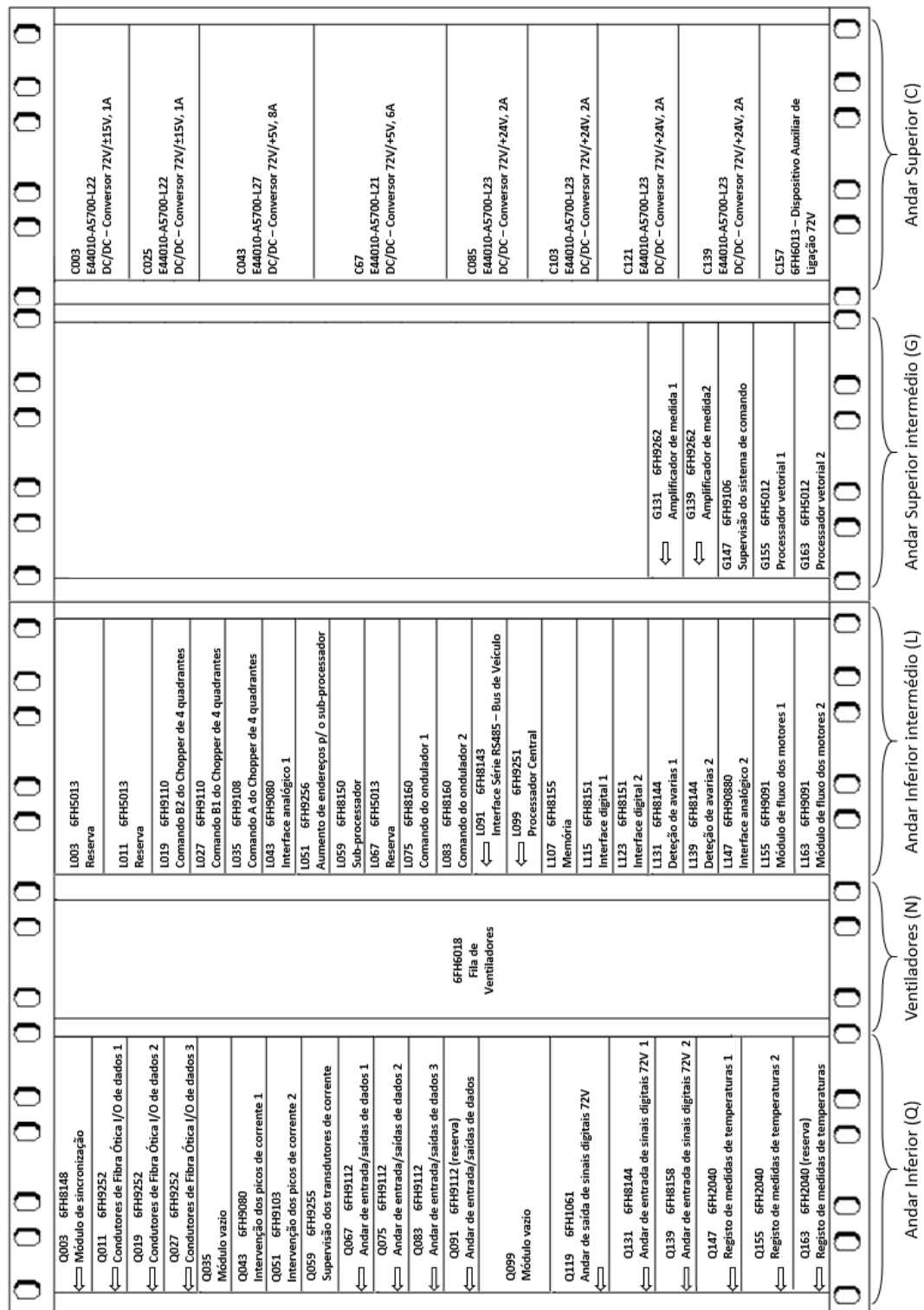


Figura 32 – Posição de cada módulo na UCT
(Adaptado de [17])

A Figura 33, através do diagrama de blocos, mostra o funcionamento e configuração da UCT.

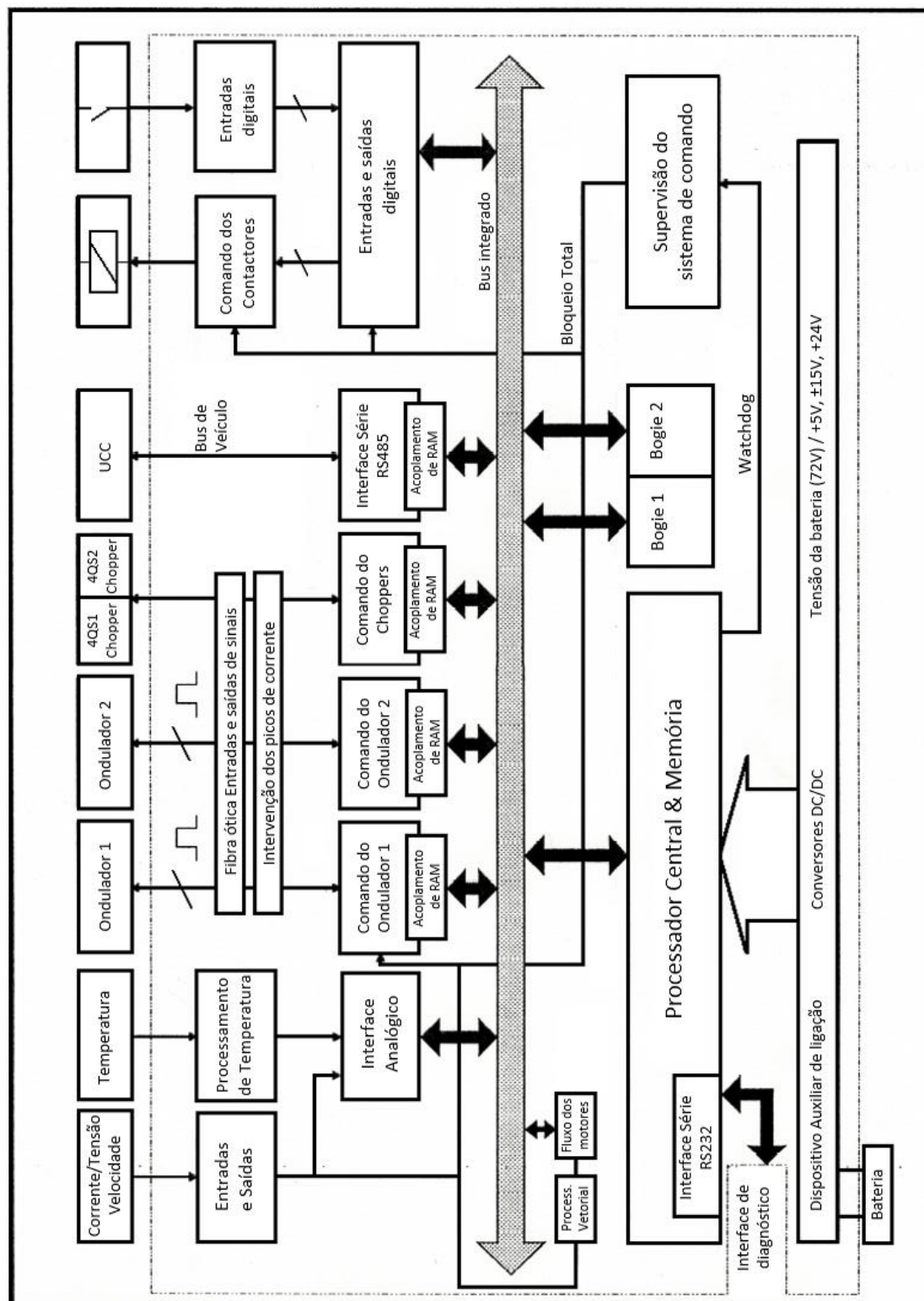


Figura 33 – Diagrama de funcionamento e configuração da UCT
(Adaptado de [17])

4.2.1.2.1 Cabos de fibra ótica

A fibra ótica é um filamento flexível e transparente. O material mais comum para o seu fabrico é o plástico para que permita a passagem de raios luminosos. Esta tecnologia é usada em grande escala nos meios de comunicação [18].

Neste caso, as implementações da fibra ótica nos conversores de tração têm o objetivo de enviar e receber os impulsos de comando e retorno aos módulos de potência, conjunto dos módulos do GTO¹⁶ e da Gate-Unit¹⁷. Também tem o objetivo de anular as interferências eletromagnéticas causadas por outros componentes/módulos ou por incidência exterior [18].

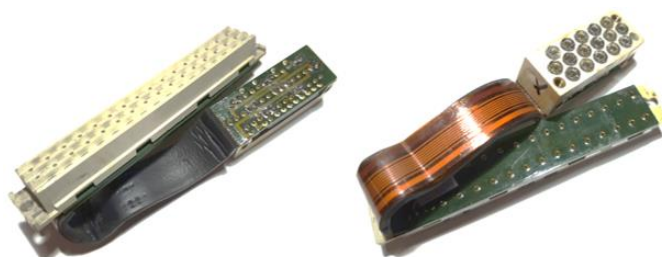


Figura 34 – Fotografia de Ficha dos cabos fibra ótica de quatro canais, lado UCT das UQE' Série 2300
(Autor: Eduardo Ribeiro, 17/10/2020)

A sua placa de circuito impresso é constituída por dezasseis *led's*¹⁸, oito emissores e oito recetores, conjunto de resistências e condensadores. A cada conjunto de quatro *led's* corresponde a um canal, composto por dois emissores e dois recetores.

Os quatro núcleos da fibra ótica por canal, são colocados num encaixe metálico com 2,2 mm de espessura e entram dentro dos *led's*, como é apresentado na Figura 35.



Figura 35 – Fotografia de Encaixe e núcleos da fibra ótica
(Autor: Eduardo Ribeiro, 17/10/2020)

¹⁶ *Gate Turn-Off Thyristor*, dispositivo de eletrónica de potência que pode ser ligado com um único pulso de corrente positiva na *gate* e, para desligar é necessária uma corrente negativa na *gate*.

¹⁷ Unidade de comando de *gate* do GTO que permite colocá-lo à condução ou ao corte.

¹⁸ *Light-Emitting Diode* (díodo emissor de luz) é usado para emissão de luz para diversos propósitos.

Os cabos da fibra ótica têm fichas que são conectadas na UCT e fichas que são conectadas no módulo da Gate-Unit. Do lado da Gate-Unit as fichas são diferentes, tendo o aspeto que se apresenta na Figura 36.



Figura 36 – Ficha dos cabos fibra ótica do lado da Gate-Unit [19]

Dentro da ficha do lado da Gate-Unit, como se mostra a Figura 37 encontra-se um conector com os *led's* soldados, composto por emissores e recetores, dois de cada.



Figura 37 – Fotografia do conector interno da ficha do lado da Gate-Unit
(Autor: Eduardo Ribeiro, 17/10/2020)

A colocação dos núcleos nos *led's* é realizado através de uma codificação de letras, números e cores.

Os módulos da UCT que comandam e supervisionam os módulos de potência (GTO) são designados como Q011, Q019 e Q027 e possuem várias funções, nomeadamente [17]:

- Produção dos sinais de comando dos condutores de fibra ótica;
- Saída das instruções de comando invertidas;
- Tratamento e saída dos sinais de retorno dos condutores de fibra ótica;
- Supervisão da ordem de comando;
- Supervisão da ordem de desligar;
- Bloqueio de impulsos;
- Supervisão de encaixe de fichas.

A Figura 38 mostra o diagrama de blocos dos módulos dos condutores da fibra ótica.

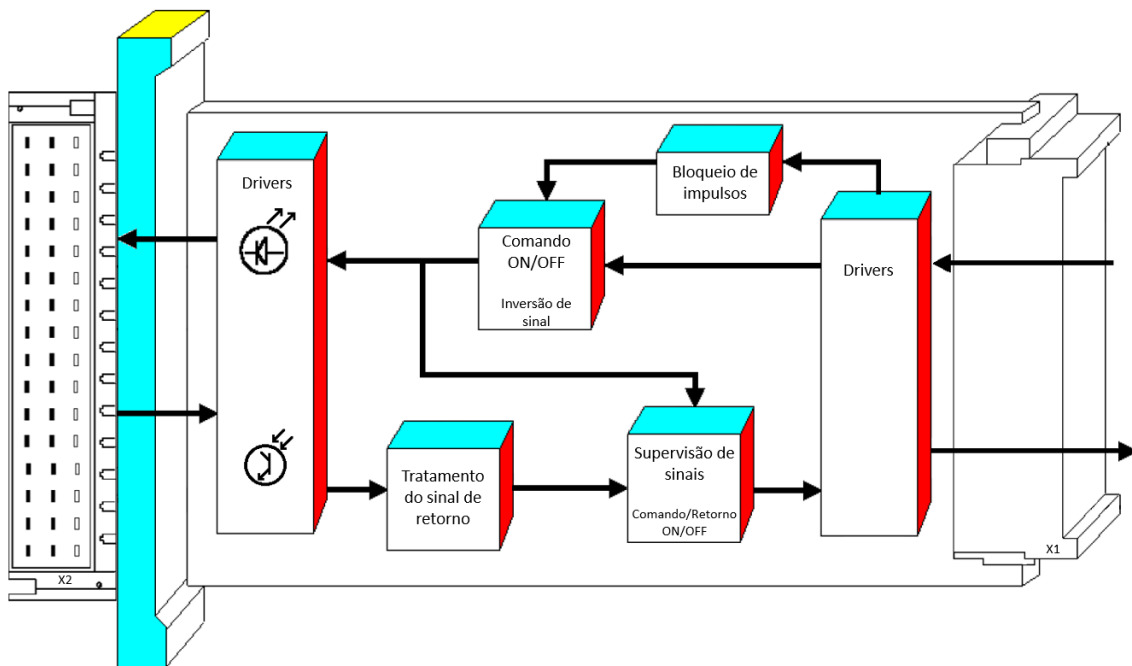


Figura 38 – Diagrama de blocos do módulo dos condutores da fibra ótica (Q011, Q019 e Q027)

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

5 Análise e reparação

A principal incidência do estágio curricular de mestrado foi na área de Análise e Reparação. Assim, neste capítulo serão apresentados os trabalhos mais importantes que foram realizados no âmbito do estágio.

Na reparação dos módulos das UCC e UCT das UQE2300/2400 é necessária uma análise precisa dos módulos, devido à inexistência de métodos de ensaio específicos para alguns módulos.

No âmbito desta necessidade foi efetuado o estudo das suas funções, dos circuitos integrados e do seu comportamento. A análise foi baseada em alguns pontos críticos, como as condições da estrutura do *rack*¹⁹, onde se encontram os módulos, as condições dos circuitos impressos de cada módulo (soldaduras, pistas e vias de passagem entre camadas) e ainda os circuitos integrados.

5.1 Recolha de informação dos circuitos integrados

Durante a verificação e reparação foi feita uma análise dos circuitos integrados de modo a perceber o seu funcionamento e as suas funções. Essa análise é realizada por várias etapas, i.e., a obtenção das fichas técnicas de cada circuito integrado, do esquemático de cada módulo e quais as configurações dos circuitos integrados neles implementados. Após realizada a análise para cada módulo dá-se início à reparação do mesmo.

Entre módulos do mesmo tipo, ou seja, para a mesma posição existem várias versões, que são identificadas pela segunda parte da referência do fabricante. No módulo C043, com a referência do fabricante de 6FH8156-0AY70, o primeiro conjunto de algarismos identifica o modelo do módulo, sendo 6FH8156, o segundo conjunto é a versão, sendo 0AY70. Neste caso, para este módulo existem outras versões como por exemplo a 0BY70 e a 0CY70, que são as conhecidas até ao momento.

Nesta situação de existência de várias versões, aumenta a dificuldade de reparação dos módulos, dado que, maioritariamente, para cada versão o esquemático elétrico e alguns circuitos integrados são diferentes, necessitando-se assim de um novo levantamento do

¹⁹ Estrutura onde se encontra os módulos/cartas eletrónicas aplicados, e em conjunto formam um equipamento (UCC, UCT entre outros), denominada geralmente por bastidor não corretamente.

esquemático e uma nova análise do mesmo. A Figura 39 apresenta as três possíveis versões, da esquerda para a direita, 0AY70, 0BY70 e 0CY70.

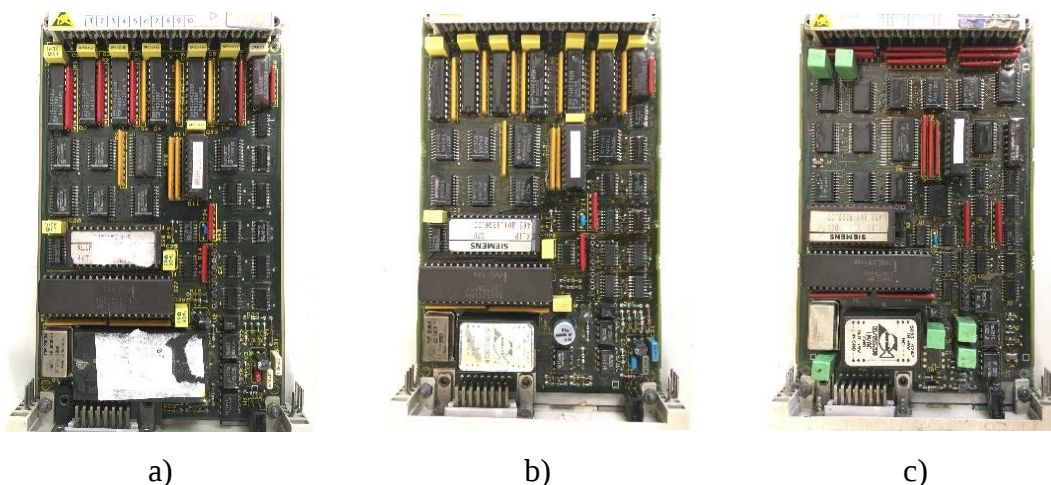


Figura 39 – Fotografias de módulo de acoplamento SIBAS-KLIP (C043)
(Autor: Eduardo Ribeiro, 20/05/2020)

Devido à situação da existência de várias versões de *layout*²⁰ dos circuitos impressos e dos circuitos integrados programáveis existentes nos módulos, foi colocada a hipótese dos *softwares* dos mesmos serem diferentes. Foram realizadas leituras de todos os circuitos integrados e em cada uma das versões de *layout*. Nos circuitos programáveis PAL²¹ foram detetados circuitos integrados diferentes e por consequência diferente programação (ver Anexo 1). No caso dos circuitos programáveis EPROM, apenas os *softwares* dos módulos de memória 1 e 2 (C019 e C003) eram diferentes, entre as séries 2300 e a 2400, os restantes *softwares* de cada módulo eram iguais em todas as versões. Nos módulos da UCC e UCT, os circuitos PAL funcionam como função de apoio às EPROM e RAM. Com o armazenamento de dados, estes circuitos PAL executam uma seleção de endereços, através das saídas lógicas para alojar a informação nas memórias. Para os circuitos PAL é comum a programação ser diferente, uma vez que a referência dos circuitos integrados e do *layout* dos módulos são diferentes, logo a programação poderá ser diferente. A comparação entre circuitos integrados e a sua programação é feita pelo *checksum*²² retirado de cada leitura, como apresentado na Figura 40, no canto inferior

²⁰ Área de desenho ou formato de trabalho.

²¹ Dispositivos baseados em arquiteturas internas que consistem em portas lógicas programáveis AND e conectados a portas lógicas OR, usados com o intuito de se usar uma quantidade reduzida de circuitos integrados (apenas gravados uma vez), a programação é feita através da permanente ou interrupção de fusíveis.

²² É um número em hexadecimal gerado em forma de código, com a finalidade de verificar a integridade dos dados transmitidos ou armazenados, através de deteção de erros.

esquerdo. O *software* usado para a leitura dos circuitos integrados é PG4UW da ELNEC [18].

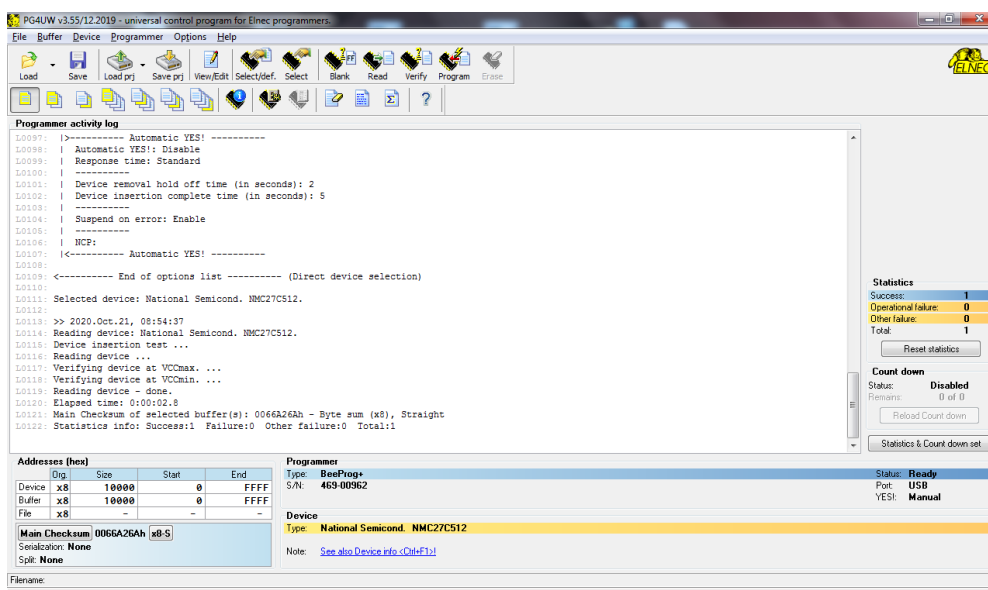


Figura 40 – Janela do Software de escrita/leitura de circuitos integrados programáveis
(Autor: Eduardo Ribeiro, 21/10/2020)

Os circuitos PAL só permitem uma escrita, ou seja, se for necessário substituir um circuito avariado, terá de ser programado um circuito novo, nesse caso, são necessários os ficheiros com a programação. Com isto, surge outro problema, que é a impossibilidade de aquisição dos circuitos PAL, sendo necessária encontrar uma solução.

Assim, decidiu-se efetuar a recolha de informação de todos os circuitos integrados programáveis, EPROM's e PAL's, em unidades a funcionar. Existiu a necessidade de deslocação ao parque LME de Campolide, foram efetuadas várias leituras a vários módulos com o intuito de obter uma maior informação. A informação obtida foi guardada para o caso de existir necessidade de reproduzir/gravar novos circuitos.

5.2 Módulos de acoplamento SIBAS-KLIP (C043)

Como referido anteriormente, este módulo é responsável pela comunicação entre a UCC e o SIBAS-KLIP. O BUS da comunicação percorre toda a UQE, estabelecendo conexão com todas as estações SIBAS-KLIP de todos os veículos, e por fim até com a outra UCC. Em caso de avaria do módulo C043, é indicada uma avaria de comando, impossibilitando o arranque do comboio.

5.2.1 Análise

As análises efetuadas a esta carta deram origem à deteção de situações que podem causar anomalias graves, impossibilitando a sua reparação. A análise inicial é sempre observacional, com o intuito de verificar o estado físico da peça. Um dos casos a verificar é a aglomeração de humidades e poeiras, sendo um dos principais problemas detetados. As consequências destas anomalias refletem-se nos circuitos impressos dos módulos, possibilitando depósito de resíduos junto aos componentes eletrónicos. A mistura da humidade com poeiras cria um género de pasta, que ao longo do tempo causa corrosão e além de permanecer nos circuitos integrados, alastra-se pelas pistas condutoras do circuito impresso, à superfície e no interior.

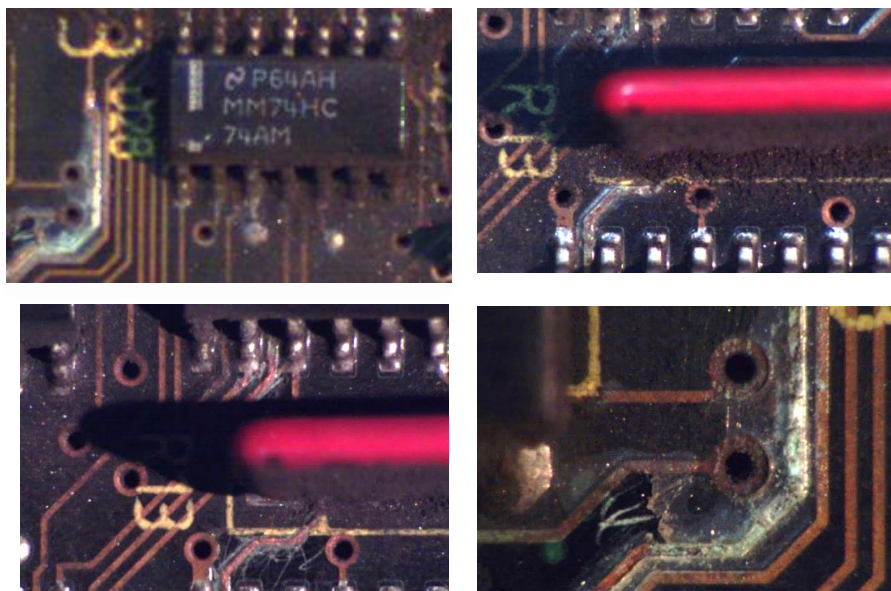


Figura 41 – Fotografias do circuito impresso do módulo C043(ampliação de 20x-50x)

(Autor: Eduardo Ribeiro, 25/05/2020)

A Figura 41, mostra as condições em que as cartas eletrónicas se encontram quando existe aglomeração em quantidade de resíduos junto dos componentes eletrónicos, causando a corrosão, e danificando as pistas do circuito, os circuitos integrados e outros componentes.

A Figura 42, exemplifica as condições a que estão sujeitos os módulos de componentes eletrónicos na UCC. Como anteriormente referido, as corrosões acabam por surgir e danificar a integridade dos módulos, e assim podem surgir danos internos nas passagens/ligações (vias) entre camadas de cobre, como indica o ponto 1 da Figura 42. O

dano pode chegar a causar interrupções nesses pontos, o que impossibilita o contacto com outros componentes eletrônicos, como indicado no ponto 2, que pode impossibilitar assim a reparação. A análise do ilustrado pela Figura 42 pode ser realizada através de dois métodos, numa fase inicial usando um multímetro²³ na função de continuidade, numa análise mais completa utiliza-se o método de colocar sinais por impulso através de um gerador de funções²⁴ sendo ao mesmo tempo verificados num osciloscópio²⁵.

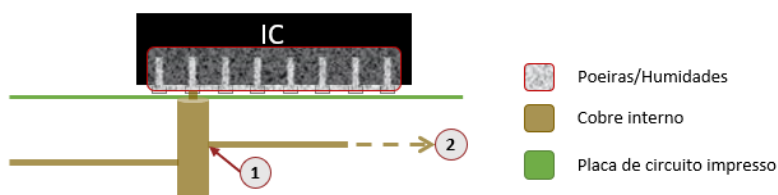


Figura 42 – Diagrama representativo das consequências a que estão sujeitos os circuitos impressos
(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

Existem outras anomalias que são apenas detetadas de uma forma minuciosa, através de microscópio, como se apresenta na Figura 43 com várias imagens.

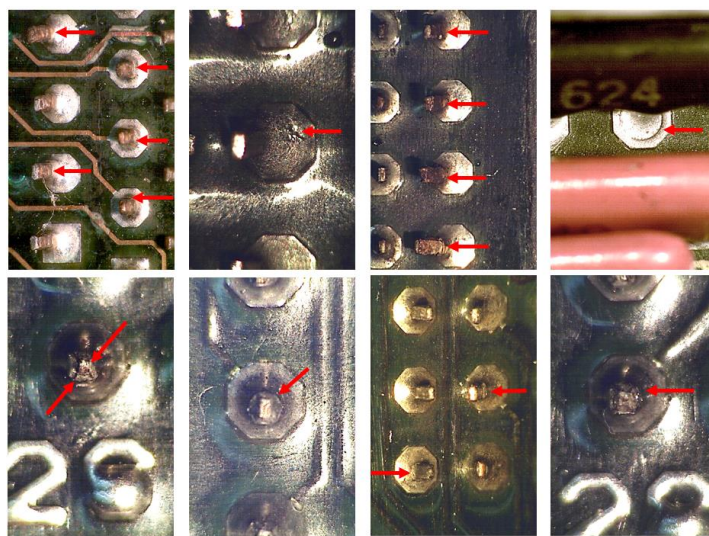


Figura 43 -Fotografias de soldaduras partidas e corrosão (ampliação de 20x-50x)
(Autor: Eduardo Ribeiro, 25/05/2020)

²³ Instrumento de medida universal, que apresenta tipicamente valores de intensidade de corrente, de tensão e resistência elétricas.

²⁴ Aparelho eletrônico utilizado para gerar sinais elétricos de formas de onda, frequências e amplitude.

²⁵ É um instrumento de medida de sinais elétricos que os apresenta em forma de gráficos a duas dimensões de um ou mais sinais elétricos

Na Figura 43, as setas a vermelho indicam onde se encontram as soldaduras partidas e corrosões nos pinos dos componentes eletrônicos, na parte inferior do circuito impresso. Verifica-se também a existência de soldaduras partidas na parte superior do circuito impresso, onde a maioria são componentes de superfície (SMD²⁶).

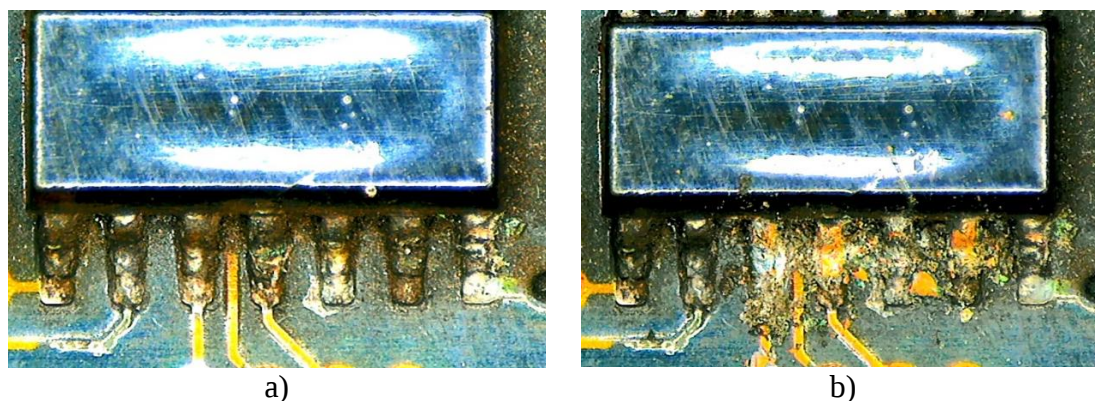


Figura 44 – Fotografia de Corrosão dos circuitos integrados SMD (ampliação de 50x)

(Autor: Eduardo Ribeiro, 25/05/2020)

A Figura 44 mostra a corrosão existente nos componentes de superfície. Na imagem a) são visíveis os pinos do circuito integrado com uma aparência inchada, na imagem b) é apresentado a corrosão raspada. Esta reação faz com que o estanho perca propriedades descolando o banho de estanho que os pinos dos circuitos integrados têm para facilitar a soldadura ao circuito impresso, ficando o cobre à vista. A Figura 45 apresenta uma soldadura adequada para componentes de superfície.



Figura 45 – Fotografia de soldadura adequada para SMD (ampliação de 50x)

(Autor: Eduardo Ribeiro, 25/05/2020)

²⁶ Dispositivos de montagem de superficial, componentes iguais aos de montagem por orifício com tamanho bastante reduzido.

O fabricante Siemens, coloca de origem dois suportes sobrepostos, i.e., um suporte é colocando por cima de outro que já se encontra soldado a estanho no circuito impresso. Os circuitos integrados que necessitam de uma substituição rápida, como as EPROM's e PAL's são colocados no segundo suporte. Essa opção ajuda a não danificar com facilidade os pinos dos circuitos integrados. No entanto, ao longo do tempo esta solução vai causando avarias, pois com as humidades e poeiras. Assim, os suportes não soldados no circuito impresso e introduzidos por cima do outro suporte, os pinos começam a ficar eletricamente isolados. As Figura 46 e Figura 47 apresentam a comparação entre suportes de integrados onde é visível a corrosão do metal e suportes novos sem qualquer tipo de corrosão, estas fotografias foram obtidas através de microscópios²⁷ digitais.

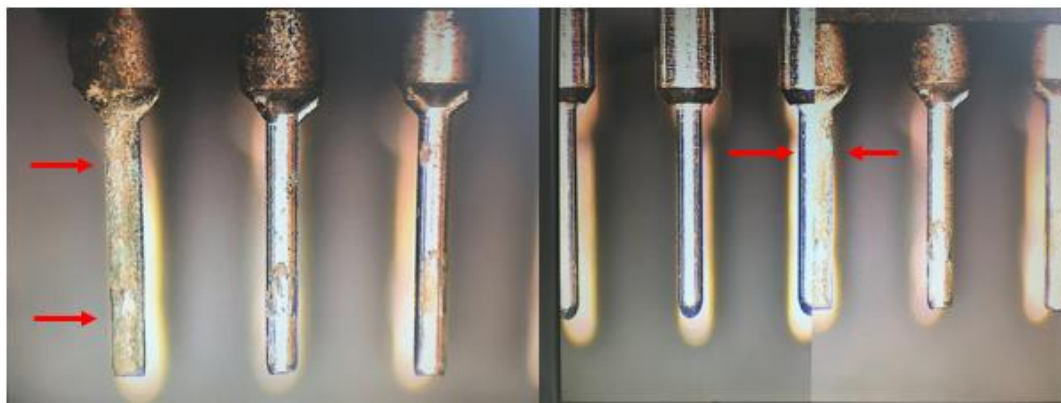


Figura 46 – Fotografia de comparação de pinos dos suportes integrados, parte inferior (ampliação de 50x)
(Autor: Eduardo Ribeiro, 25/05/2020)

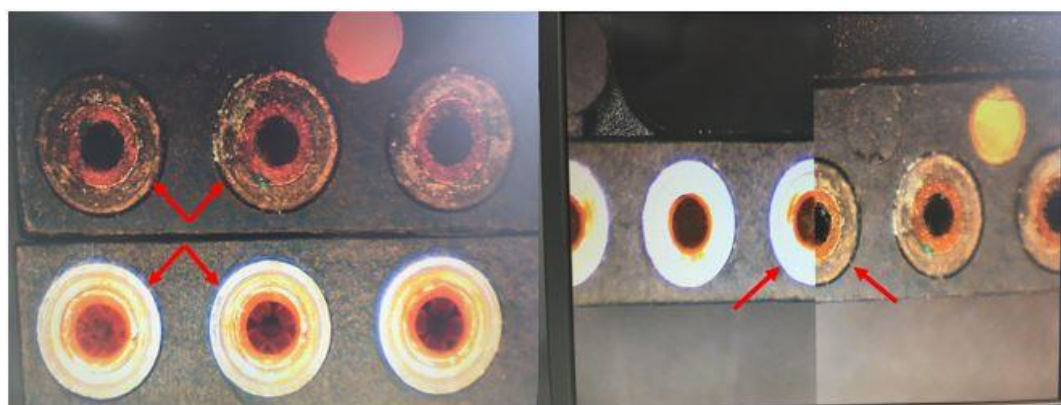


Figura 47 – Fotografia de comparação de pinos do suporte integrados, parte superior (ampliação de 50x)
(Autor: Eduardo Ribeiro, 25/05/2020)

²⁷ Instrumento ótico que dá imagens muito ampliadas de objetos extremamente pequenos.

5.2.2 Reparação e ensaios

Alguns módulos da UCC têm sido enviados para a unidade reparadora, a oficina de eletrônica na RRME, com etiquetas colocadas em alemão pelo fabricante, “*Unreparierte Ware*” que significa “Equipamento sem reparação”, como mostra a Figura 48.



Figura 48 – Etiqueta de Equipamento sem reparação

(Autor: Eduardo Ribeiro, 03/07/2020)

Os módulos designados sem reparação, pelo fabricante, são bastante variados. Neste capítulo dar-se-á mais foco ao módulo C043, dado ser um dos módulos mais críticos. Como referido anteriormente, realizada a análise de observação, segue-se a análise e reparação que é efetuada por etapas, sendo a primeira etapa a análise do funcionamento dos circuitos integrados e a sua interpretação, levada a cabo usando as fichas técnicas dos fabricantes dos circuitos integrados, que consiste em estudar as tabelas de verdade lógicas²⁸ existentes. A segunda etapa é dirigida à análise e teste do circuito impresso, verificando-se a continuidade das pistas através da aplicação de sinais cuidadosamente escolhidos nas entradas dos módulos. Os sinais são aplicados por geradores de funções ou por montagens eletrônicas concebidas para esse efeito e verifica-se os mesmos sinais através de osciloscópio, ou o funcionamento correto dos circuitos integrados consoante

²⁸ É um tipo de tabela usada em lógica, para determinar uma fórmula, e se é válida ou se um sequente está correto.

as tabelas de verdades. Por último é efetuada a substituição dos circuitos integrados caso seja necessário, após a substituição a segunda etapa é repetida confirmando se a reparação foi bem executada e por consequência o funcionamento correto do módulo.

A segunda etapa, também tem como objetivo analisar os componentes ativos e passivos, tais como transístores, resistências, condensadores entre outros.

Ao longo das análises, dos estudos e de reparações efetuadas foi visível o crescimento da degradação dos módulos, com especial atenção para soldaduras e fadiga dos componentes, em que não é possível a previsão do “*fim de vida*”.

A dificuldade de reparação destas cartas resulta da sua complexidade de funcionamento, dado que a sua estrutura apresenta “dependências” entre circuitos integrados. Por outras palavras, é necessária uma combinação lógica binária das tabelas de verdade para o funcionamento correto dos circuitos integrados, possibilitando assim a verificação da passagem dos sinais entre circuitos integrados.

5.2.2.1 Combinação lógica

As avarias mais comuns dos módulos C043 acontecem nos circuitos lógicos, por norma, Flip-flop *Set-Reset* tipo D [21], portas lógicas NAND [22], portas lógicas inversoras [23], entre outras.

Com o apoio de um banco de ensaios de alvéolos, concebido para este tipo de análise, é possível ligar as alimentações necessárias e ainda testar as entradas e saídas dos módulos.

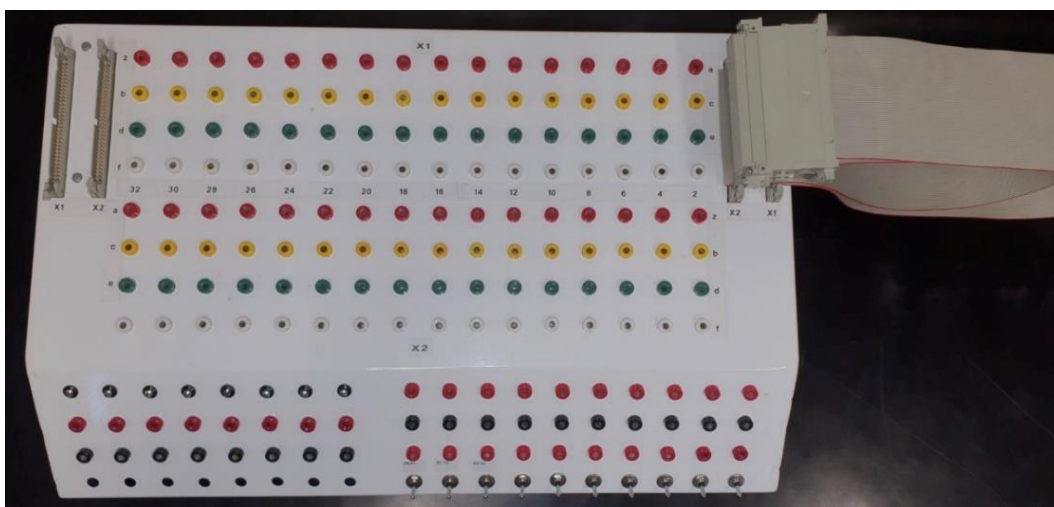


Figura 49 – Fotografia de Banco de ensaios de alvéolos
(Autor: Eduardo Ribeiro, 15/10/2020)

Os alvéolos correspondem aos pinos das fichas dos módulos, num formato de coordenadas, de linhas por colunas. O banco de ensaios está conectado aos módulos por fichas. As ligações necessárias aos módulos para fazer a conexão elétrica são realizadas de *shunts* colocados entre alvéolos, como mostra a Figura 50.

Posição	Linha	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
Coluna																	
Z		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
B		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
D		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
F		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Figura 50 – Diagrama de disposição dos alvéolos no banco de ensaios
(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

O banco de ensaios possui vários interruptores para simular falhas e indicadores luminosos para verificação visual, como mostra a Figura 49. Este método de simulação é realizado com a conexão por *shunts* entre os alvéolos ligados aos interruptores e às entradas dos módulos para verificar as saídas, estas são conectadas aos indicadores luminosos. O circuito lógico do módulo C043 anteriormente mencionado é apresentado parcialmente na Figura 51 e na Figura 52.

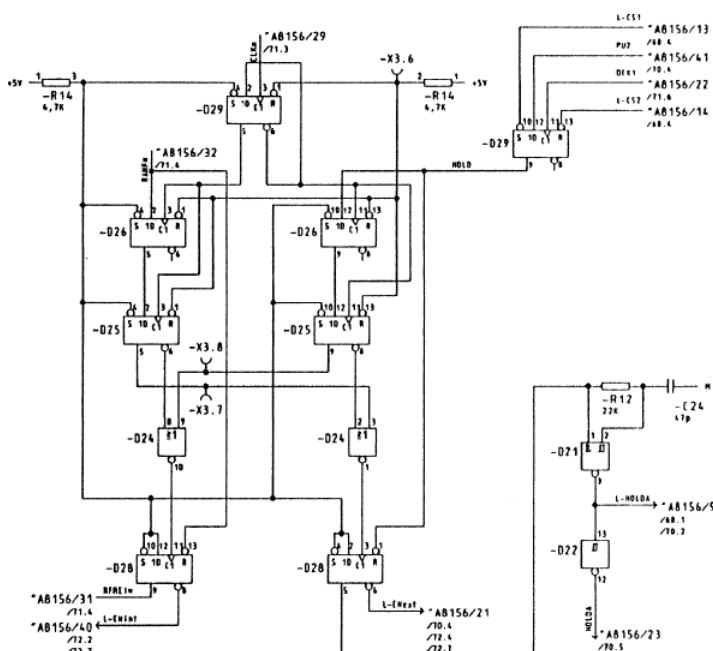


Figura 51 – Esquema de permissão de escrita/leitura da RAM (folha 1) [24]

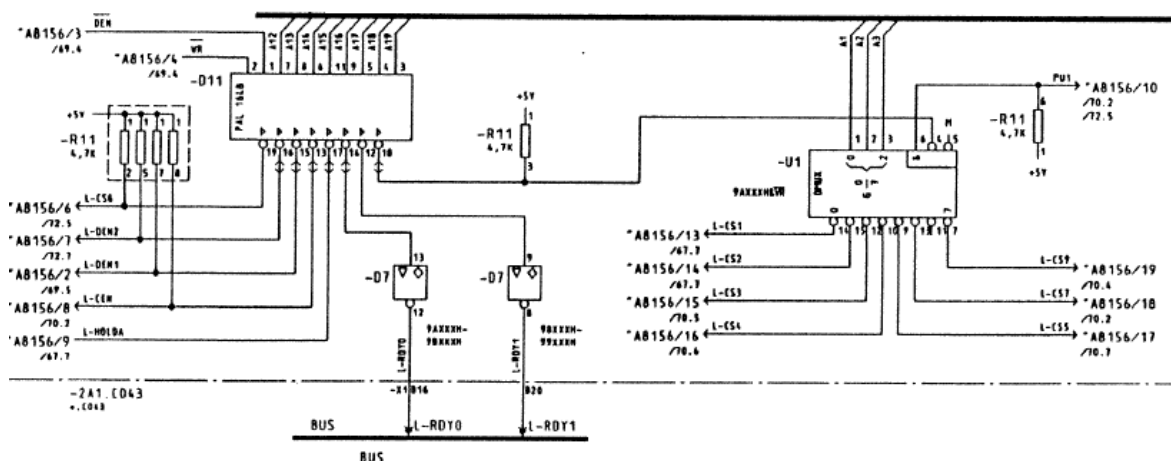


Figura 52 – Esquemático de permissão de escrita/leitura da RAM (folha 2) [24]

Através dos esquemáticos completos (ver Anexo 2), foi elaborado um método de ensaio para analisar o comportamento dos circuitos integrados de uma forma isolada do resto do circuito. Assim, os circuitos integrados em suportes de fixação foram retirados para não se danificarem.

A Tabela 1 apresenta os tipos de circuitos integrados nos esquemas parciais da Figura 51 e da Figura 52.

Tabela 1 – Indicação da posição e tipo de circuito integrados

Posição	Referência	Posição	Referência
D29,28,26,25	74HC74 [21]	D11	PAL16L8A ²⁹ [25]
D24	74HC02 [26]	U1	74HC138 [27]
D21	74HC132 [22]	D27	80C31 [28]*
D22	74HC14 [23]*		

*Nota: Não referenciado nos esquemas da Figura 51 e da Figura 52.

Na Tabela 2 é apresentada a ligação das conexões entre folhas dos esquemas, onde por exemplo se obtém a informação que é a linha 8156/13 que faz a conexão entre o circuito integrado D29, pino 10, e o U1, pino 14.

²⁹ Depende da versão do módulo, pode ser PAL14H4 ou PALCE16V8Z

Tabela 2 - Tabela de conexão entre folhas

ID Esquema	Ref.	Pino	ID Esquema	Ref.	Pino
8156/9	D18	17	8156/22	D22	5
	D21	3	8156/23	D22	12
	D22	13	8156/29	D29	3
8156/13	D29	10	8156/31	D28	9
	U1	14	8156/32	D26	2
8156/14	D29	13		D28	13
	U1	15	8156/40	D28	8
8156/21	D28	6	8156/41	D29	12

Ao analisar os esquemas é necessário providenciar combinações lógicas a alguns circuitos integrados.

Para o circuito integrado D29 funcionar corretamente é necessária uma combinação lógica, entre *input*, *set*, *reset* e *clock*. Assim, começa-se com o circuito integrado U1, sendo necessária a combinação dos “bits de seleção”, A_0 , A_1 , A_2 e a ativação do “bit enable” $\overline{E_1}$, $\overline{E_2}$ e $\overline{E_3}$. Para realizar o ensaio estabeleceu-se que para os “bits de seleção” são usados os interruptores do banco de ensaios, para o “bit enable” $\overline{E_1}$, é colocado, pelo suporte, o valor lógico 0 no pino 18 do circuito integrado D11 (PAL16L8) através de um *shunt* colocado à massa do circuito, os restantes “bit enable” estão definidos pelo esquema não sendo necessária qualquer alteração. Para o circuito integrado D29, é necessário colocar o valor lógico 1 no pino 11. Para isso, usa-se o suporte do integrado D27, pino 2, colocando o valor lógico 0 que irá passar por um inversor *Schmitt-trigger* (D22) colocando assim o, necessário, valor lógico de 1, o circuito integrado D29, pino 11 recebe então esse sinal.

Tabela 3 – Tabela de verdades

Posição	Entradas					Saídas		
	U1				D27*	U1		D29
Referência	74HC138				80C31	74HC138		74HC74
Pinos	1	2	3	4	2	14	15	9
Combinação	A_0	A_1	A_2	$\overline{E_1}$	P1.1	$\overline{Y_0}$	$\overline{Y_1}$	Q
	0	0	0	1	0	0	1	0
	1	0	0	1	0	1	0	1

Nota: * Não se encontra no esquema parcial das Figura 51 e Figura 52.

No esquema apresentado anteriormente na Figura 51, o pino 3 e o pino 2 dos circuitos integrados D29 e D26, respetivamente, necessitam de um sinal de onda quadrada. No caso do circuito integrado D29, este tem o sinal do cristal, de 12 MHz, não sendo necessário a aplicação de um sinal exterior. Para o circuito integrado D26, pino 2, é aplicado um sinal exterior através de um gerador de funções, à frequência de 100kHz, pela tabela de verdade, disponibilizada na ficha técnica do fabricante [21], este sinal é necessário para o funcionamento do circuito integrado. Para um melhor entendimento é apresentado na Figura 53 uma versão simplificada do esquema lógico referido anteriormente.

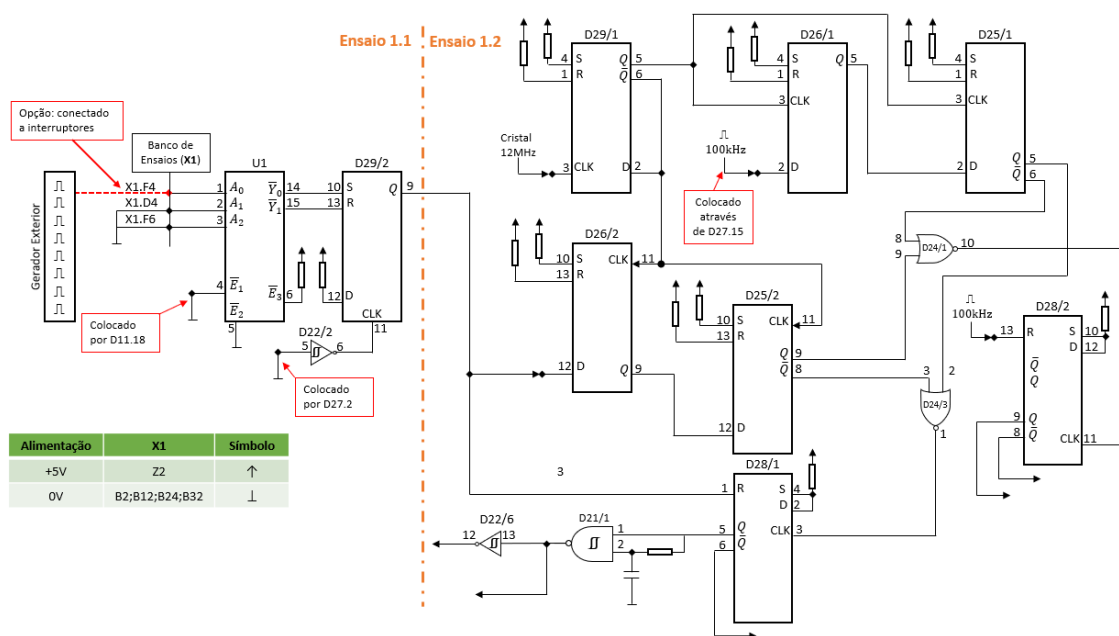


Figura 53 – Esquema simplificado do circuito lógico do módulo C043

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

Assim, com o apoio da Tabela 3 e pela análise da Figura 53, onde estão apresentados dois ensaios, 1.1 e 1.2, são obtidos os sinais que devem ser verificados.

Na Tabela 4 são apresentados os sinais obtidos no osciloscópio e na Figura 54 mostra-se os sinais no osciloscópio.

Tabela 4 – Tabela do ensaio 1.1

Posição	U1	D29	D26	D29	Figura
Pinos	1	9	2	3	Figura 54
Bit de seleção	0*	0	$\perp$ 100 kHz	$\perp$ 12MHz	
	1*	1	$\perp$ 100 kHz	$\perp$ 12 MHz	
Canal Osc.	3	4	2	1	

Nota: * É colocado um sinal aproximadamente de 512 Hz

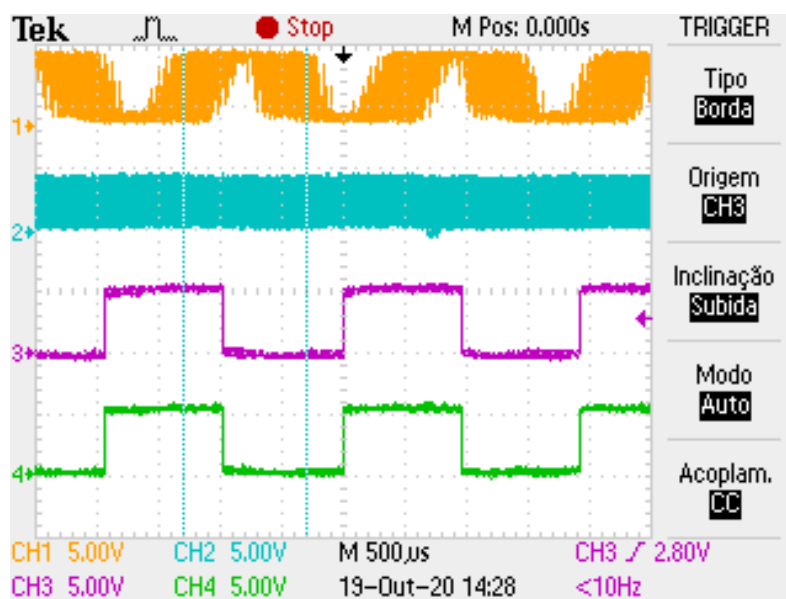


Figura 54 – Imagem dos sinais obtidos referente à Tabela 4

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

Assim, deste modo é possível ensaiar a combinação lógica do ensaio 1.1. Com o sinal quadrado em A_0 do U1, e mantendo os outros sinais da Tabela 3, é possível verificar a mudança de estados do pino 9 do circuito integrado D29.

Concluindo-se que o sinal lógico à saída do circuito integrado D29, pino 9, será igual ao sinal da entrada do circuito integrado U1, pino 1. Neste ensaio 1.1, existiu algumas dificuldades em obter os valores corretos, seguindo as tabelas de verdades das fichas técnicas de cada circuito integrado. A existência de resistências de “pull-up”³⁰ nas entradas dos circuitos integrados teve o objetivo de definir valores lógicos 1, e caso essas resistências estejam interrompidas a entrada do circuito integrado fica num estado lógico indeterminado, logo, por vezes o ensaio é realizado com sucesso outras vezes não. Este tipo de ocorrências induz em erro na obtenção da anomalia, levando à substituição do circuito integrado, mesmo não sendo a origem da anomalia.

Para o ensaio 1.2, mantiveram-se os mesmos sinais de entrada, e após verificação do pino 11 do circuito integrado D26 (ou pino 2 e 9 do circuito integrado D29) constatou-se que o valor da frequência é aproximadamente metade da frequência do cristal. Como é apresentado na Tabela 5 e mostrado na Figura 55.

³⁰ Resistências usadas para garantir que as entradas/saídas se ajustem aos níveis lógicos. Este método é usado para integrados que são de coletor aberto.

Tabela 5 – Tabela de ensaio 1.2

Posição	U1	D26	D26	D29	Figura
Pinos	1	11	2	3	Figura 55
Bit de seleção	0*	$\sqcup \approx 6 \text{ MHz}$	$\sqcup 100 \text{ kHz}$	$\sqcup 12 \text{ MHz}$	
	1*	$\sqcup \approx 6 \text{ MHz}$	$\sqcup 100 \text{ kHz}$	$\sqcup 12 \text{ MHz}$	
Canal Osc.	3	4	2	1	

Nota: * É colocado um sinal aproximadamente de 512 Hz

Na Figura 55 são apresentados os sinais obtidos referente à Tabela 5.

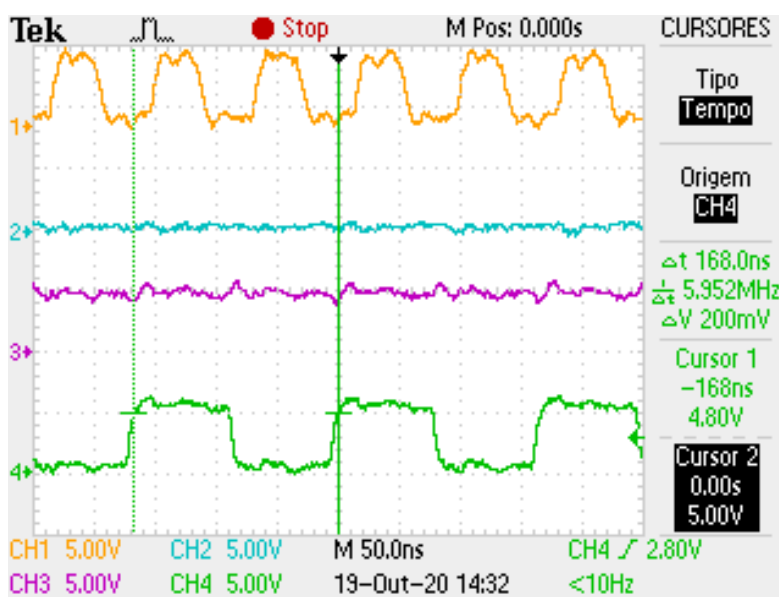


Figura 55 – Imagem dos sinais obtidos referente à Tabela 5

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

No canal 4 do osciloscópio, com a ajuda dos cursores de medição na vertical, observa-se que a frequência do sinal no valor 5.952 MHz.

O circuito integrado D26 é um Flip-Flop SR tipo D [21], e este tipo de circuito lógico pode ser usado para a divisão de frequência. Neste caso, o tipo de montagem do D26, que se encontra no esquemático simplificado na Figura 53, é a montagem típica de um divisor de frequência. Analisando a tabela de verdade do circuito integrado D26, as entradas *Set* (pino 4) e *Reset* (pino 1), são colocadas a valor lógico 1, a combinação lógica circuito atribui como prioridade apenas a entrada do *clock* (pino 3) e *Data* (pino 2).

Ao comparar o esquemático simplificado da Figura 53 com a ilustração da Figura 56, verifica-se que o circuito é idêntico e ao analisar os sinais obtidos no ensaio 1.2 do circuito

integrado D26 com os sinais ilustrados na Figura 56, conclui-se que os sinais obtidos é o esperado, assim a frequência de 5,952 MHz obtida está correta.

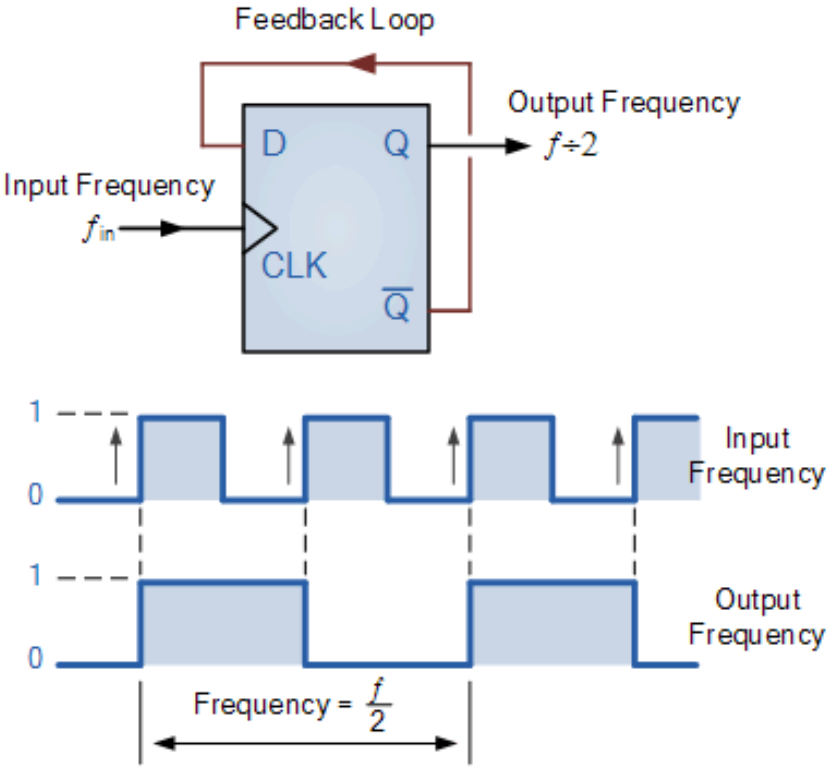


Figura 56 – Diagrama ilustrado de uma montagem típica de divisor de frequência com Flip-Flop [29]

A verificação do circuito integrado D29, teve como base o apoio das fichas técnicas dos fabricantes, e foi realizada através do método de comparação entre a análise da tabela de funcionamento do circuito integrado D29 [21] e o comportamento teórico da tabela do fabricante, e corresponde ao obtido na Tabela 6 elaborada para os ensaios do módulo.

Tabela 6 – Tabela de verificação de D29

Posição	D29	D29	D29	U1		Figura
Pinos	13	10	9	1	14	Figura 57
Bit de seleção	1	0	1	1*	0	
	0	1	0	0*	1	
Canal Osc.	2	4	3	2		

Nota: * É colocado um sinal aproximadamente de 512 Hz

Na Figura 57 são apresentados os sinais obtidos no osciloscópio referente à Tabela 6.

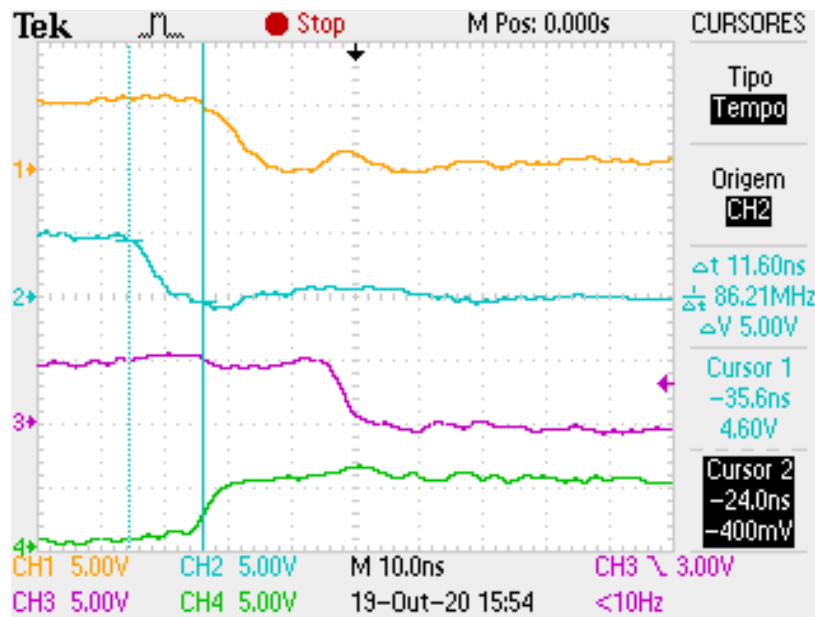


Figura 57 – Imagem dos sinais obtidos referente à Tabela 6

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

Além destes ensaios podem-se operar outros, por exemplo, uma verificação total dos sinais de entrada com os sinais de saída do esquema parcial, i.e., a verificação dos “*bits de seleção*” em U1 diretamente com os circuitos integrados D28 e por consequência dos pinos 3 e 12 dos circuitos integrados D21 e D22, respectivamente. Ou seja, com um único ensaio e com os sinais adequados pode-se verificar o funcionamento correto do circuito lógico do módulo C043, como é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Tabela final

Posição	D28	D22	D29	U1	Figura
Pinos	5	6	9	1	Figura 58
Bit de seleção	1	0	1	1*	
	0	1	0	0*	
Canal Osc.	1	4	3	2	

Nota: * É colocado um sinal aproximadamente 512 Hz

Na Figura 58 são apresentados os sinais obtidos no osciloscópio referente à Tabela 7.

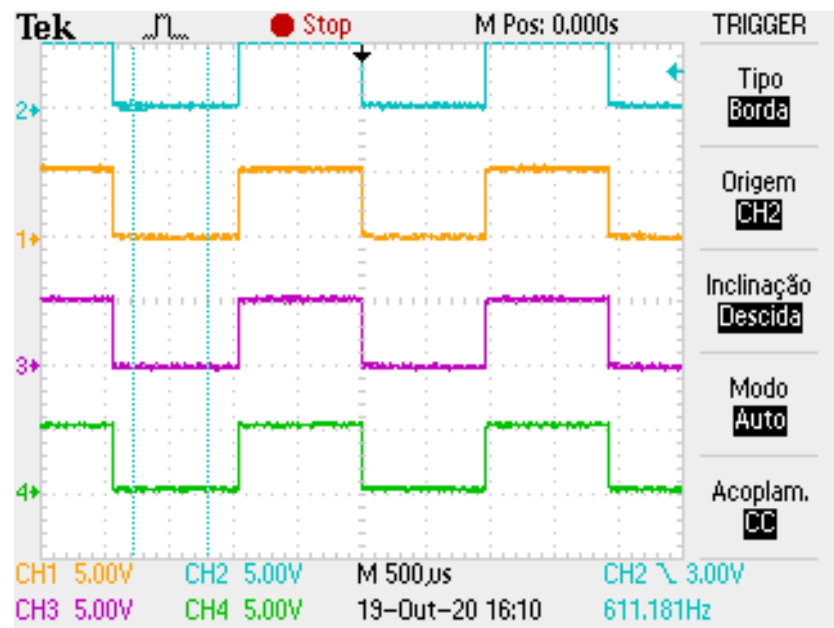


Figura 58 – Imagem dos sinais obtidos referente à Tabela 7

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

Este tipo de abordagem, para realizar os ensaios, é utilizada da mesma forma para o resto do esquemático do módulo, ou para qualquer outro módulo da UCC. Estas abordagens, como se verificou, têm como base as combinações lógicas dos circuitos integrados, e a informação que os fabricantes disponibilizam nas fichas técnicas. Na Figura 59 apresenta-se um diagrama de blocos de como deve ser realizado o ensaio de um ramo do esquemático do módulo C043, a receção de dados de 8 *bits* (ver Anexo 2).

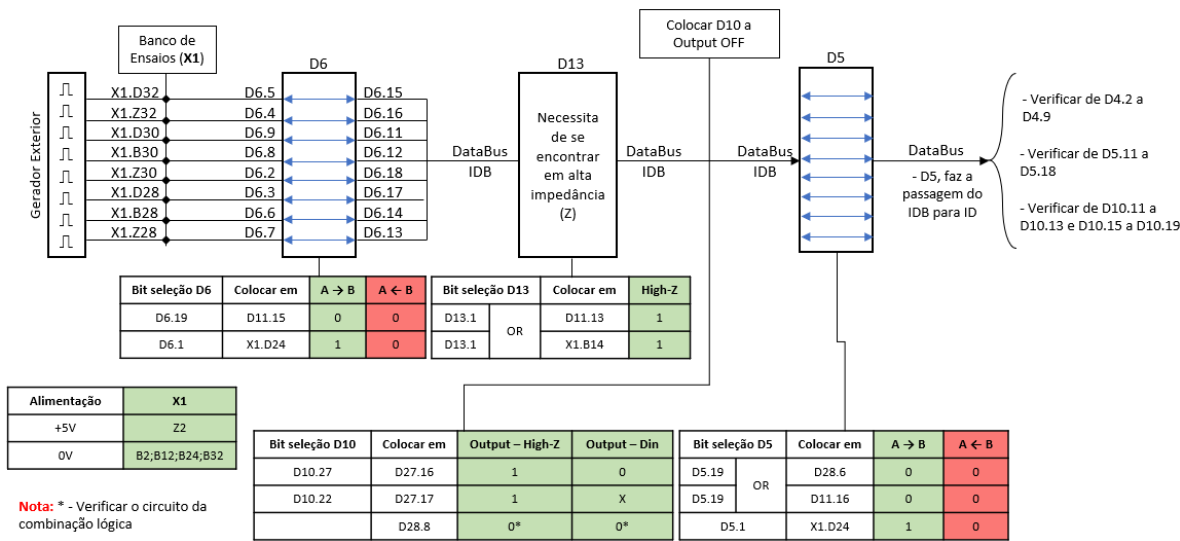


Figura 59 – Esquema simplificado do circuito lógico simplificado

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

A Tabela 8 apresenta a posição dos circuitos integrados e os tipos de cada um, referentes à Figura 59.

Tabela 8 – Indicação da posição e tipo de circuito integrados

Posição	Referência	Posição	Referência
D6, D5	74HC245 [30]	D10	TC5564AFL-15 [31]
D13	74HC573 [32]		

Com o propósito de auxiliar os ensaios dos módulos foi elaborado, durante o estágio, um gerador de sinais exterior. Este é composto por circuitos integrados com características específicas, um divisor de frequência [33], um inversor *Schmitt-trigger* [34], um driver Darlington [35], e um temporizador [36]. Este método de ensaio, e respetivo gerador de sinais exterior, ajudará na identificação de avarias internas nos circuitos integrados.

A Figura 60 apresenta o diagrama de blocos do gerador de sinais desenvolvidos.

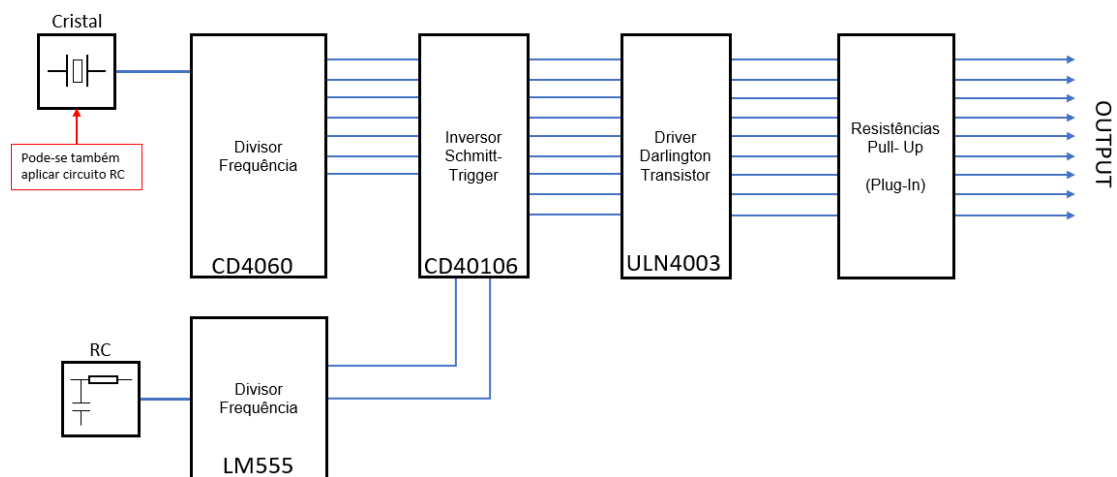


Figura 60 – Diagrama de blocos do gerador de sinais

(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

O divisor faz a divisão da frequência do sinal colocado na entrada. Divide em múltiplos de, 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^4 , até 2^{14} . Embora as divisões sejam as mencionadas, o circuito integrado só tem disponível nas saídas a partir da 2^4 . O inversor *Schmitt-trigger* tem como objetivo melhorar o sinal, definindo-o. O driver é usado como auxílio para aumentar da capacidade de corrente de saída para sistemas que necessitem, visto que o inversor pode não ter capacidade de fornecer corrente suficiente para várias saídas em simultâneo. As resistências de “*pull-up*” podem ser colocadas ou retiradas consoante o necessário. A Figura 61 mostra o gerador finalizado.

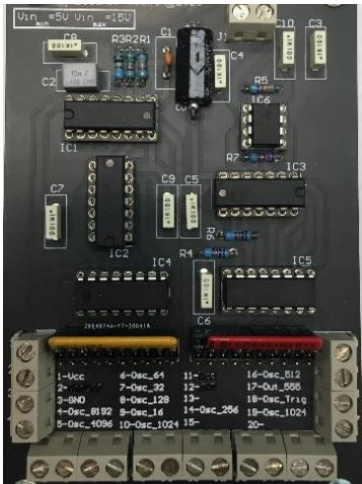


Figura 61 – Fotografia do gerador de sinais
(Autor: Eduardo Ribeiro, 30/10/2020)

Seguindo para outra reparação, e como referido na secção 5.1, dos circuitos integrados PAL, dada a impossibilidade de aquisição de novos PAL, levou à necessidade de arranjar uma solução. A solução passou por encontrar um circuito integrado adequado com caraterísticas idênticas. O circuito integrado encontrado foi o ATF16V8B [37].

O ATF16V8B é referenciado como um substituto do PAL16L8 e do PAL14H4 que são os mais comuns nos módulos da UCC e da UCT.

Estes dispositivos são configurados a partir da programação lógica, como o nome sugere, e contêm matrizes de elementos lógicos, tal como portas AND, OR, INVERTER, LATCH, FLIP-FLOP).

As informações dos circuitos PAL obtidas através das leituras dos circuitos integrados foram abordadas na secção 5.1, e para a solução é necessária a compreensão dos mesmos.

Na Figura 62 é apresentado um excerto da informação de um PAL16L8A [25].

1	Fuse info	PG4UW - universal control program.
2	STX	
3	Created	Wed May 19 2020 03:41:22 pm
4	Device	PAL16L8A
5	*	
6	QF2048*	
7	F0*	
8	L000000	11111111111111111111111111111111*
9	L000032	101101111011101110111111110110101*
10	L000064	00000000000000000000000000000000*
11	L000096	00000000000000000000000000000000*
12	L000128	00000000000000000000000000000000*
13	L000160	00000000000000000000000000000000*
14	L000192	00000000000000000000000000000000*
15	L000224	00000000000000000000000000000000*
16	L000256	11111111111111111111111111111111*

Figura 62 – Excerto do ficheiro retirado de um PAL16L8A
(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

A extensão destes ficheiros de programação dos circuitos integrados PAL é JEDEC³¹. Estes ficheiros são em binário, e identificam quais são os fusíveis que permanecem ligados ou que são interrompidos. Embora haja possibilidade de obter as equações lógicas através de comparação entre os ficheiros e as fichas técnicas de cada circuito PAL o processo é demorado e complexo. Assim, como solução recorreu-se à utilização de um *software* para auxiliar na obtenção das equações. A Figura 63 mostra como é feita essa obtenção.

```
D:\Programas\ [redacted] -view D11_PAL16L8A_5E3Bh.jed PAL16L8
Inputs:
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18

Outputs:
12 (Combinatorial, Output feedback output, Active low)
13 (Combinatorial, Output feedback output, Active low)
14 (Combinatorial, Output feedback output, Active low)
15 (Combinatorial, Output feedback output, Active low)
16 (Combinatorial, Output feedback output, Active low)
18 (Combinatorial, Output feedback output, Active low)
19 (Combinatorial, Output feedback output, Active low)

Equations:
/o12 = /i9 +
      i6 +
      i8 +
      i4 +
      i5 +
      /i3
p12.oe = vcc

/o13 = i3 & /i4 & /i5 & /i6 & i7 & i8 & i9
p13.oe = vcc

/o14 = /i9 +
      i6 +
      i4 +
      i5 +
      /i3 +
      /i8
p14.oe = vcc

/o15 = i3 & /i4 & /i5 & /i6 & i9
p15.oe = vcc

/o16 = /i1 & i3 & /i4 & /i5 & /i6 & /i8 & i9 & i11
p16.oe = vcc

/o18 = /i2 & i3 & /i4 & /i5 & /i6 & /i7 & i8 & i9 & i11
p18.oe = vcc

/o19 = /i2 & i3 & /i4 & /i5 & /i6 & /i8 & i9 & i11
p19.oe = vcc
```

Figura 63 – Imagem do *software* de apoio à obtenção das equações dos ficheiros binários
(Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

Para proceder à programação dos ATF16V8B é necessário efetuar a aprendizagem do *software* WinCupl [38] e efetuar a preparação para programação lógica, mais precisamente a sintaxe das operações lógicas, tal como é apresentado na Tabela 9.

³¹ Ficheiro gerados pelos compiladores de *software* de programação lógica

Tabela 9 – Operadores lógico [39]

Operador	Exemplos	Descrição	Prioridade
!	!A	NOT	1
&	A & B	AND	2
#	A # B	OR	3
\$	A \$ B	XOR	4

Dado o conhecimento adquirido da programação lógica, conforme a informação recolhida sobre as equações lógicas, deu-se início à elaboração de um novo ficheiro. A Figura 64 mostra o *software* WinCupl e um excerto da programação desenvolvida para um circuito.

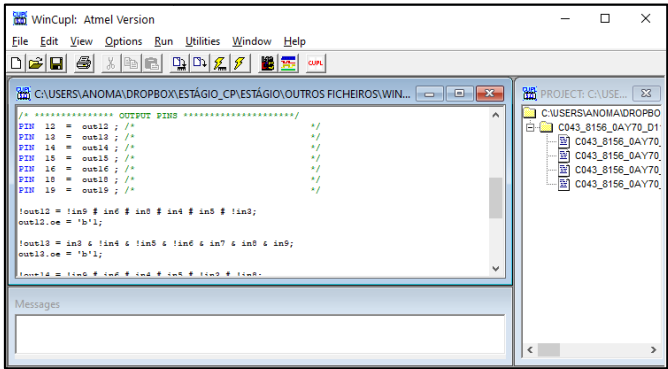


Figura 64 – Imagem do *software* WinCupl com a elaboração do ficheiro para o circuito ATF16V8B (Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

Assim que é finalizada a elaboração do novo ficheiro, este é compilado para ficheiro de formato JEDEC para que se possa carregar o mesmo no circuito integrado. Compilado o ficheiro visualiza-se e confirma-se que é idêntico ao ficheiro lido inicialmente em binário, tal como se mostra na Figura 65.

11	Assembly	Electronica
12	Location	Entroncamento
13	*QP20	
14	*QF2194	
15	*G0	
16	*F0	
17	*L00000	11111111111111111111111111111111
18	*L00032	101101111011101110111111110110101
19	*L00256	11111111111111111111111111111111
20	*L00288	101101111011101110111011101110101
21	*L00768	11111111111111111111111111111111
22	*L00800	111001111011101110111111110110101
23	*L01024	11111111111111111111111111111111
24	*L01056	111101111011101110111111111110111
25	*L01280	11111111111111111111111111111111
26	*L01312	11111111111111111111111111111011
27	*L01344	11111111111111101111111111111111
28	*L01376	11111111011111111111111111111111
29	*L01408	11111111111011111111111111111111

Figura 65 – Excerto do ficheiro compilado pelo WinCupl (Autor: Eduardo Ribeiro, 12/10/2020)

5.3 Modificação das fichas dos cabos das fibras óticas

A necessidade de se efetuar a modificação das fichas dos cabos da fibra ótica deveu-se à fragilidade das fichas e da dificuldade de reparação das mesmas. A ficha é composta por duas partes, como foi mostrado anteriormente na Figura 34, onde o elo de ligação é uma fita flexível. Este tipo de conexão tem vantagem na redução de volume das peças, contudo é muito frágil.

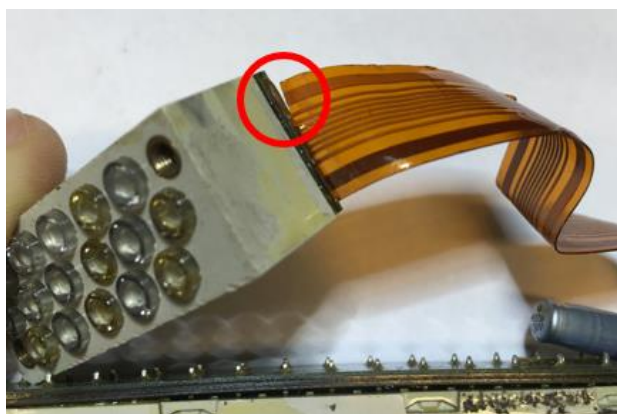


Figura 66 – Fotografia da conexão entre as duas partes, fita partida
(Autor: Eduardo Ribeiro, 22/10/2020)

A Figura 66 mostra a fragilidade da fita, podendo esta quebrar-se durante o funcionamento no comboio devido às vibrações causadas pelo movimento do mesmo, ou como também durante o manuseamento das fichas, quer na montagem, na desmontagem, ou na reparação.

Na Figura 67 é apresentada a parte da montagens das *led's*, recetores e emissores, onde se vê uma peça de plástico que mantém os mesmos alinhados para a colocação da fibra ótica.

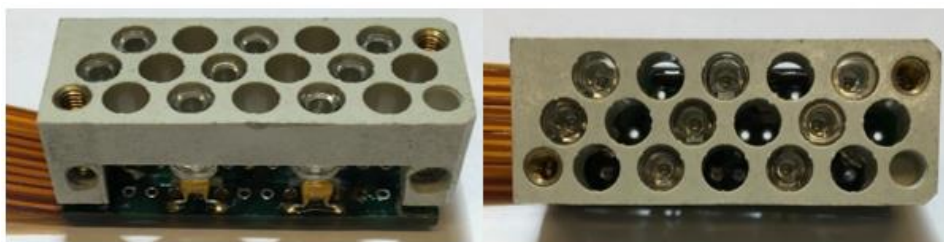


Figura 67 – Fotografia da ficha da fibra ótica (parte dos *led's*)
(Autor: Eduardo Ribeiro, 22/10/2020)

A peça de plástico da Figura 67 é colada ao circuito impresso, dificultando assim a remoção da peça para se efetuar a substituição dos *led's*. A remoção da peça pode provocar quebras nas pistas do circuito impresso.

Devido à existência deste problema foi feito um estudo para uma modificação das fichas de fibra ótica. Esta modificação foi baseada no esquema original de modo a que não fossem necessárias alterações dos módulos da UCT.

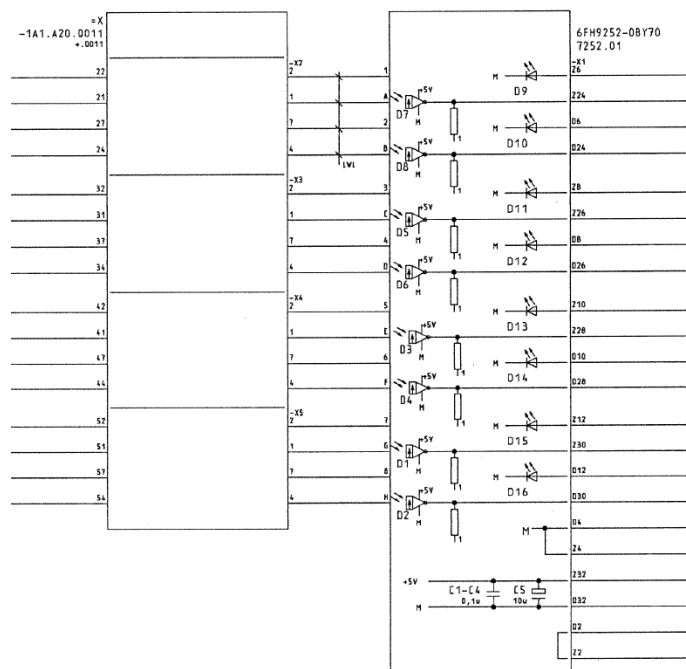


Figura 68 – Esquemático das fichas dos cabos da fibra ótica (módulo 6FH9252) [24]

Na Figura 68 é apresentado o esquema das fichas dos cabos da fibra ótica. Cada módulo da UCT tem uma ficha, todas iguais, o que significa que podem ser intermutáveis, embora no módulo Q019 sejam usados três de quatro canais possíveis, como é apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 – Canais por cada módulo de comando da fibra ótica

Módulos	Canais			
Q011	9007	9005	9004	9003
Q019	—	9015	9014	9013
Q027	9012	9011	9002	9001

Como referenciado na secção 4.2.1.2.1, cada canal é composto por quatro conjuntos de *led's*, tal como é apresentado na Figura 69 (ver Anexo 3 para mais detalhes), dois *led's* emissores e dois *led's* recetores, sendo eles D1, D2, D3 e D4.

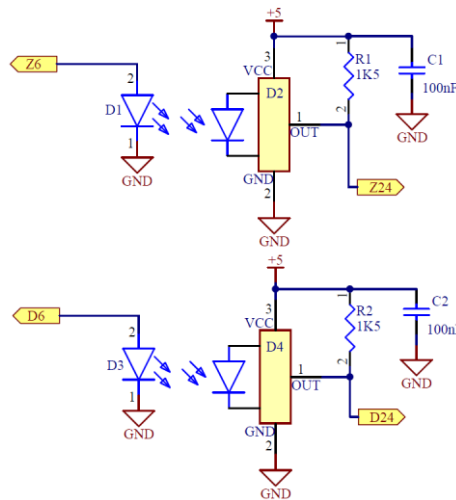


Figura 69 – Esquemático parcial da modificação elaborada das fichas da fibra ótica (ver Anexo 3)

A resistência limitadora de corrente dos *led's* emissores D1 e D3 encontra-se no módulo da UCT, como mostra a Figura 70 (ver Anexo 4 para mais detalhes). Pela figura seguinte verifica-se que o circuito integrado D35 [40] controla a massa.

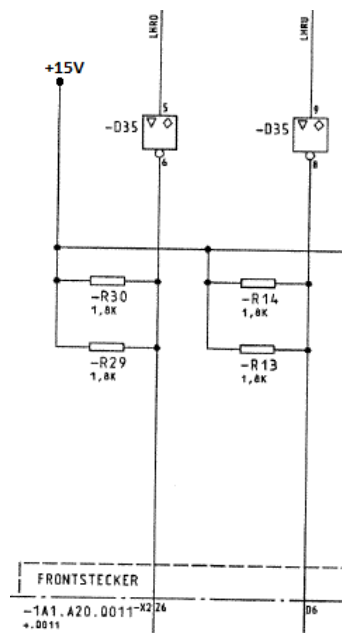


Figura 70 – Esquemático parcial dos módulos da UCT (Q011, Q019 e Q027) [24]

Com a análise da Figura 70 e a ficha técnica do circuito integrado D35, verifica-se que a saída é de coletor aberto, i.e., quando é colocado o valor lógico 0 à entrada, a saída estabelece-se como alta impedância, como podemos observar na Tabela 11.

Tabela 11 – Combinação lógica parcial das saídas dos módulos da UCT (Q011, Q019 e Q027)

Posição	D35	D35	X2
Pinos	Pino 5	Pino 6	Z6
Bit de seleção	0	Z*	1
	1	0	0

Nota: * Alta impedância, devido a ser coletor aberto

Com esta análise conclui-se que com este tipo de montagem a durabilidade dos *led's* torna-se mais reduzida, devido a encontrarem-se sempre ligados, quando o comboio não se encontra em movimento, devido às resistências de “*pull-up*” existentes no circuito. Assim, é necessário o ensaio das fichas da fibra ótica de modo a verificar os estados dos *led's*, e se for necessário será feita a reparação por substituição dos componentes.

Assim sendo, pela lei de *Ohm*, temos:

$$R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{15V}{(2 \div 1800 \Omega)} = 16,6mA \quad 5.1$$

Segundo o fabricante do *led* emissor [41] e a corrente calculada na equação 5.1, este está preparado para operar em temperaturas máximas entre 80°C a 85°C.

Depois da análise dos esquemas, módulos e fichas, deu-se seguimento à escolha dos “capôs” (i.e., tampas de proteção) que vão proteger o circuito impresso. Para a escolha foi considerado em conta a robustez das peças e o tamanho. Em seguida, foi escolhido o tipo de ficha conetora, que teria de ser igual à anterior, embora o modo de aplicação no circuito impresso eventualmente pudesse ser diferente. Assim, finalizadas estas escolhas deu-se início ao desenho do circuito impresso.

As medidas do circuito impresso foram dimensionadas consoante o interior do capô escolhido, que foi um “capô” do fabricante HARTING [42]. A ficha conectora adequada para o circuito é também da HARTING [43]. Assim, as dimensões da placa de circuito impresso (ver Anexo 3) foram estabelecidas para caberem no interior do “capô”, como mostra a Figura 71.

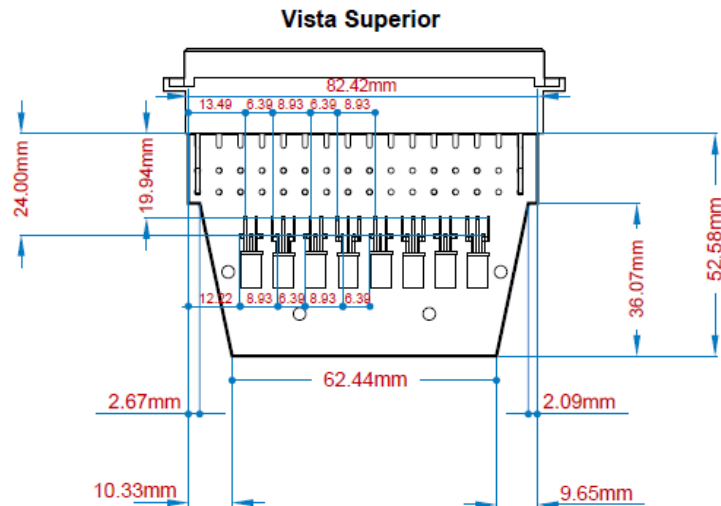


Figura 71 – Dimensões da placa de circuito impresso da Vista superior (ver Anexo 3)

O fabricante HARTING disponibiliza ficheiros 3D dos seus produtos, e com as possibilidades do *software* Altium Designer [44], que permite visualizar os projetos em 3D e ainda adicionar quaisquer peças em 3D ao projeto, facilita a elaboração dos projetos. Assim, com esta particularidade foi possível idealizar melhor o formato final de cada projeto. A Figura 72 mostra a peça finalizada em formato digital.

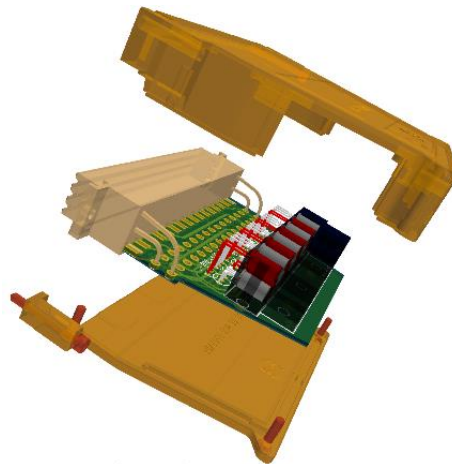


Figura 72 – Imagem em 3D da ficha dos cabos de fibra ótica (ver Anexo 3)

As peças pretas foram projetadas pela empresa, e servem de encaixe aos *led's* e aos núcleos da fibra ótica. Estes encaixes servem para evitar que os núcleos saiam do sítio com as vibrações causadas pelo movimento do comboio.

A Figura 73 mostra em detalhe a placa de circuito impresso finalizada, que foi concebida para três camadas de cobre.

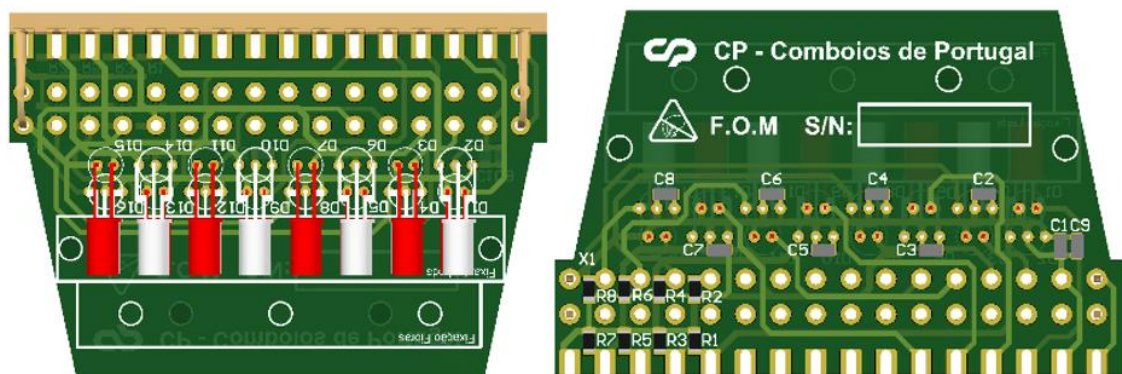


Figura 73 – Placa de circuito impresso das fichas de fibra ótica (ver Anexo 3)

Após finalizadas as modificações foram elaboradas instruções de ensaio, fichas de registo e instruções de trabalho para proceder à respetiva modificação (ver Anexo 5).

Neste capítulo, que incidiu sobre o trabalho desenvolvido durante o estágio de mestrado, por motivos de confidencialidade e sigilo profissional imposto pela CP, não foi possível colocar todas as informações disponíveis sobre os temas abordados.

6 Conclusão

Após concluído o estágio de mestrado, considero que esta oportunidade foi essencial para alcançar uma consolidação dos conhecimentos académicos. Durante o estágio na CP – Comboios de Portugal foi possível reunir e estabelecer ligações entre a formação académica e os conhecimentos adquiridos durante o estágio.

As estratégias de manutenção abordadas ajudaram a entender a importância destas, nas organizações empresariais do ramo industrial, não só pela redução de custos da manutenção, mas também como transmitir a outras entidades uma imagem transparente da sua visão, missão e valores que pretendem apresentar.

O estudo e análise das tecnologias abordadas durante o estágio, foram características importantes para alcançar os objetivos propostos. Alguma dessa tecnologia encontra-se em obsolescência dificultando a reparação de muitos equipamentos, sendo assim necessário optar por outras soluções com o intuito de prolongar o uso dos equipamentos em reparação, evitando o abate dos mesmos. Alguns destes estudos e análises foram aproveitados, pela CP, para a elaboração de futuras instruções de trabalho e fichas de registo.

Sobre a tecnologia PAL, foi bastante interessante o conhecimento adquirido, embora seja uma tecnologia mais antiga, ajudou a consolidar conhecimentos sobre tecnologias mais recentes, tal como as FPGA. Embora esta tecnologia (PAL) tenha alguns anos, continua a ser bastante usada com o intuito de reduzir os circuitos integrados numa placa de circuito impresso.

Na manutenção corretiva, a necessidade de desenvolver soluções práticas, tais como as desenvolvidas durante o estágio, favoreceu, por vezes, o enriquecimento e aquisição de conhecimentos sobre novas características dos equipamentos, desconhecidas até então, bem como a oportunidade de aprender novas tecnologias ou métodos para facilitar a manutenção, seja preventiva ou corretiva.

Em suma, o estágio não só proporcionou o alargamento de conhecimentos académicos e profissionais, como também um crescimento a título pessoal, devido à interação com outros profissionais com conhecimentos diferenciados, mas sempre com o mesmo objetivo, que era evoluir profissionalmente. Por fim, os objetivos inicialmente propostos no estágio foram atingidos com sucesso na sua totalidade.

Como proposta de trabalhos futuros sugere-se a continuação dos estudos do sistema SIBAS16, com a elaboração de documentação de apoio à reparação para todos os equipamentos já estudados e analisados, não só para as UQE's série 2300/2400, como também para todos os equipamentos existentes em todo o material circulante da CP.

Referências Bibliográficas

- [1] V. Profillidis, *Railway Management and Engineering*, Routledge, 2006.
- [2] J. P. S. Cabral, *Organização e Gestão da Manutenção - dos conceitos à prática*, Lidel, 2006.
- [3] Comboios de Portugal, “CP - Comboios de Portugal,” 2020. [Online]. Available: <https://www.cp.pt/institucional/pt/empresa>. [Acedido em 12 06 2020].
- [4] Comboios de Portugal, “Organograma das Empresas Participantes,” [Online]. Available: https://www.cp.pt/StaticFiles/Institucional/1_a_empresa/4_Empresas_participadas/empresas-participadas.pdf. [Acedido em 12 6 2020].
- [5] Comboios de Portugal, “Política da qualidade e segurança,” 2019.
- [6] Comboios de Portugal, *Informação Interna*, 2020.
- [7] EMEF, “RC2012,” 2013. [Online]. Available: <https://www.emef.pt/quem-somos/informacao-financeira/>. [Acedido em 2020].
- [8] Comboios de Portugal, “Política de Qualidade e segurança,” 2020. [Online]. Available: <https://www.cp.pt/institucional/pt/gestao-sustentavel/qualidade-seguranca>. [Acedido em 2020].
- [9] T. Committee, “European Standard EN13306 - Maintenance terminology,” Bruxelas, 2007,2010, 2017.
- [10] S. Tzu, *A arte da guerra*, China, século IV a.C..
- [11] J. Moubray, *Reliability-Centered Maintenance II*, Butterworth-Heinemann, 1997.
- [12] G. Silva, “Aplicação da metodologia RCM "Reliability Centred Maintenance" em Material Circulante da CP,” ISEL / CP, 2011.
- [13] Comboios de Portugal, *Caraterísticas técnicas UQE2300/2400*, 1992.
- [14] Comboios de Portugal, *SIBAS16 Z - Documentação SIBAS16-LOG*, 1993.
- [15] Siemens, *SIBAS16 - Central Control Unit (CCU) - User Manual*, 1992.
- [16] Siemens, *SIBASCAD - Projeto: CPKILMA V1.0*, 2001.

- [17] Siemens, *SIBAS16 - Traction Control Unit (TCU) - User Manual*, 1992.
- [18] Wikipedia, “Optical Fiber,” [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_fiber. [Acedido em 11 2020].
- [19] LEMO, “LEMO Connectores,” 2020. [Online]. Available: <https://www.lemo.com/pt>. [Acedido em 2020].
- [20] ELNEC, “ELNEC - Universal programmers,” [Online]. Available: <https://www.elnec.com/en/>. [Acedido em 2020].
- [21] Nexperia, “Dual D-type flip-flop Set and Reset; positive edge-trigger - 74HCT74,” 2020. [Online]. Available: https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_HCT74.pdf. [Acedido em 2020].
- [22] Nexperia, “Quad 2-input NAND schmitt-trigger - 74HCT132,” [Online]. Available: https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_HCT132.pdf. [Acedido em 2020].
- [23] Nexperia, “Hex inverting Schmitt-trigger - 74HCT14,” [Online]. Available: https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_HCT14.pdf. [Acedido em 2020].
- [24] Siemens, *Esquemas eletrônicos UCC e UCT*, 1992.
- [25] T. Instruments, “Standard High-Speed PAL - PAL16L8A,” 1992. [Online]. Available: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/pal16r6am.pdf?ts=1602860485770&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F.
- [26] Nexperia, “Quad 2-input NOR - 74HCT02,” 2020. [Online]. Available: https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_HCT02.pdf. [Acedido em 2020].
- [27] Nexperia, “3-to-8 line decoder/demultiplexer, inverting - 74HCT138,” [Online]. Available: https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_HCT138.pdf. [Acedido em 2020].
- [28] Intel, “CMOS Single-Chip 8.-bit microcontroller - 80C31,” 1995. [Online]. Available: <http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/philips/SC80C51BCGN40.pdf>.

- [29] E. Tutorials, “Frequency Division,” [Online]. Available: https://www.electronics-tutorials.ws/counter/count_1.html. [Acedido em 11 2020].
- [30] Nexperia, “Octal Bus transceiver - 74HCT245,” 2020. [Online]. Available: https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_HCT245.pdf. [Acedido em 2020].
- [31] Toshiba, “CMOS Static RAM - TC5564APL-15,” [Online]. Available: <https://datasheetspdf.com/pdf-file/1091864/ToshibaSemiconductor/TC5564APL-15/1>.
- [32] Nexperia, “Octal D-Latch Transparent - 74HC573,” 2016. [Online]. Available: https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_HCT573.pdf. [Acedido em 2020].
- [33] T. Instruments, “Binary Counter/Divider and Oscillator - CD4060B,” 2003. [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4060b.pdf>.
- [34] T. Instruments, “CMOS Hex Schmitt-Trigger Inverter - CD40106B,” 2017. [Online]. Available: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd40106b.pdf?ts=1603017320426&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F.
- [35] T. Instruments, “High Voltage, High Current Darlington Transistor Array - ULN2003,” 2019. [Online]. Available: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ulq2003a.pdf?ts=1603017435402&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F.
- [36] T. Instruments, “LM555 Timer,” 2015. [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm555.pdf>.
- [37] ATMEL, “High-Performance EE PLD,” 2014. [Online]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-0364-PLD-ATF16V8B-8BQ-8BQL-Datasheet.pdf>. [Acedido em 2020].
- [38] ATMEL, “WinCupl V5.30.4,” ATMEL, 2006. [Online]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/archive/awincupl.exe>. [Acedido em 2020].

- [39] ATMEL, “WinCupl User' Manual,” 2006. [Online]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/doc0737.pdf>. [Acedido em 2020].
- [40] T. Instruments, “Hex Inverter Buffers/Drivers with open collector high-voltage outpus,” 1983. [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn5406.pdf?ts=1603446205101>. [Acedido em 2020].
- [41] Broadcom, “SFH756/SFH756V - Plastic fiber Optic Transmitter Diode,” 2007. [Online]. Available: <https://docs.broadcom.com/doc/AV01-0715EN>. [Acedido em 2020].
- [42] HARTING, “DIN-POWER Shell Housing D20 metall,” 2017. [Online]. Available: <https://b2b.harting.com/ebusiness/1p/DIN-Power-shell-housing-D20-metall/09068480550>. [Acedido em 2020].
- [43] HARTING, “DIN-Power F048FS-3,0C1-2,” 2013. [Online]. Available: <https://b2b.harting.com/ebusiness/1p/DIN-Power-F048FS-30C1-2/09062486826>. [Acedido em 2020].
- [44] ALTIUM, “Altium Designer,” 2020. [Online]. Available: <https://www.altium.com/>. [Acedido em 2020].

Anexos

Anexo 1

Informação recolhida dos circuitos integrados programáveis.

UCC																								
Pos.	ID	Ver.	EPROM1			EPROM2			EPROM3			EPROM4			PAL1			PAL2						
			Pos.	Ref.	CheckSum	Pos.	Ref.	CheckSum	Pos.	Ref.	CheckSum	Pos.	Ref.	CheckSum	Pos.	Ref.	CheckSum	Pos.	Ref.	CheckSum				
C003	8155	0A562	D11	M27C512	7F89A6h	D12	M27C512	80837Ah	D13	NM27C512	738F95h	D14	NM27C512	714590h	D10	AM27S29	1E3CEh							
		0B562	D11	AM27C512	7F89A6h	D12	AM27C512	80837Ah	D13	NM27C512	738F95h	D14	NM27C512	714590h	D10	PALCE16V8Z	037A6h							
		0A562	D11	NM27C512	81B23Ch	D12	NM27C512	832E04h	D13	AM27C512	7102BFh	D14	NM27C512	6EA664h	D10	AM27S29	1E3CEh							
C019	8155	0A561	D11	NM27C512	B4B1F8h	D12	NM27C512	B4DD8Fh	D13	TMS27C512	8A8D82h	D14	NM27C512	8C3332h	D10	AM27S29	1E2FFh							
		0A561	D11	NM27C512	B4B1F8h	D12	NM27C512	B4DD8Fh	D13	M27C512	86DFE6h	D14	NM27C512	889439h	D10	AM27S29	1E2FFh							
		0B561	D11	TMS27C512	B4B1F8h	D12	AM27C512	B4DD8Fh	D13	NM27C512	8A8D82h	D14	AM27C512	8C3332h	D10	PALCE16V8Z	03ED8h							
C027	8143	0C560	D17	NM27C010	C88C7Ah										D4	PAL14H4	0111Ah							
		0F560	D17	NM27C010	C88C7Ah										D4	PAL16L8A	0C9E0h							
		0D560	D17	AM27C010	C88C7Ah										D4	PALCE16V8Z	02B48h							
		0C560	D17	NM27C010	C88C7Ah										D4	PAL14H4	01129h							
C035	8146	0G560	D17	AM27C010	C88C7Ah										D4	PALCE16V8Z	02B36h							
		0D560	D17	NMC27C010	12D81D8h										D9	PALCE16V8Z	02723h							
		0C560	D17	AM27C010	12D81D8h										D4	PAL16L8A	S/Leitura							
		0D560	D17	AM27C010	14CCAB8h										D9	PALCE16V8Z	02723h							
C043	8156	0C560	D17	AM27C010	12D81D8h										D9	PALCE16V8Z	026EAh							
		0A770	D20	NM27C512	66A26Ah										D11	PAL16L8	05EB4h							
		0C770	D20	AM27C512	66A26Ah										D11	PALCE16V8Z	03596h							
		0A770	D20	AM27C512	66A26Ah										D11	PALCE16V8Z	05E3Bh							
G027	8153	0B770	D20	NM27C512	66A26Ah										D11	PAL16L8A	05E3Bh							
		0B770													D4	PAL16L8A	09980h							
		0B770													D4	PALCE16V8Z	04DC4h							
		0B770													D4	PAL16L8A	09348h							

UQE2400

UQE2300

UCC2400 UCC2300

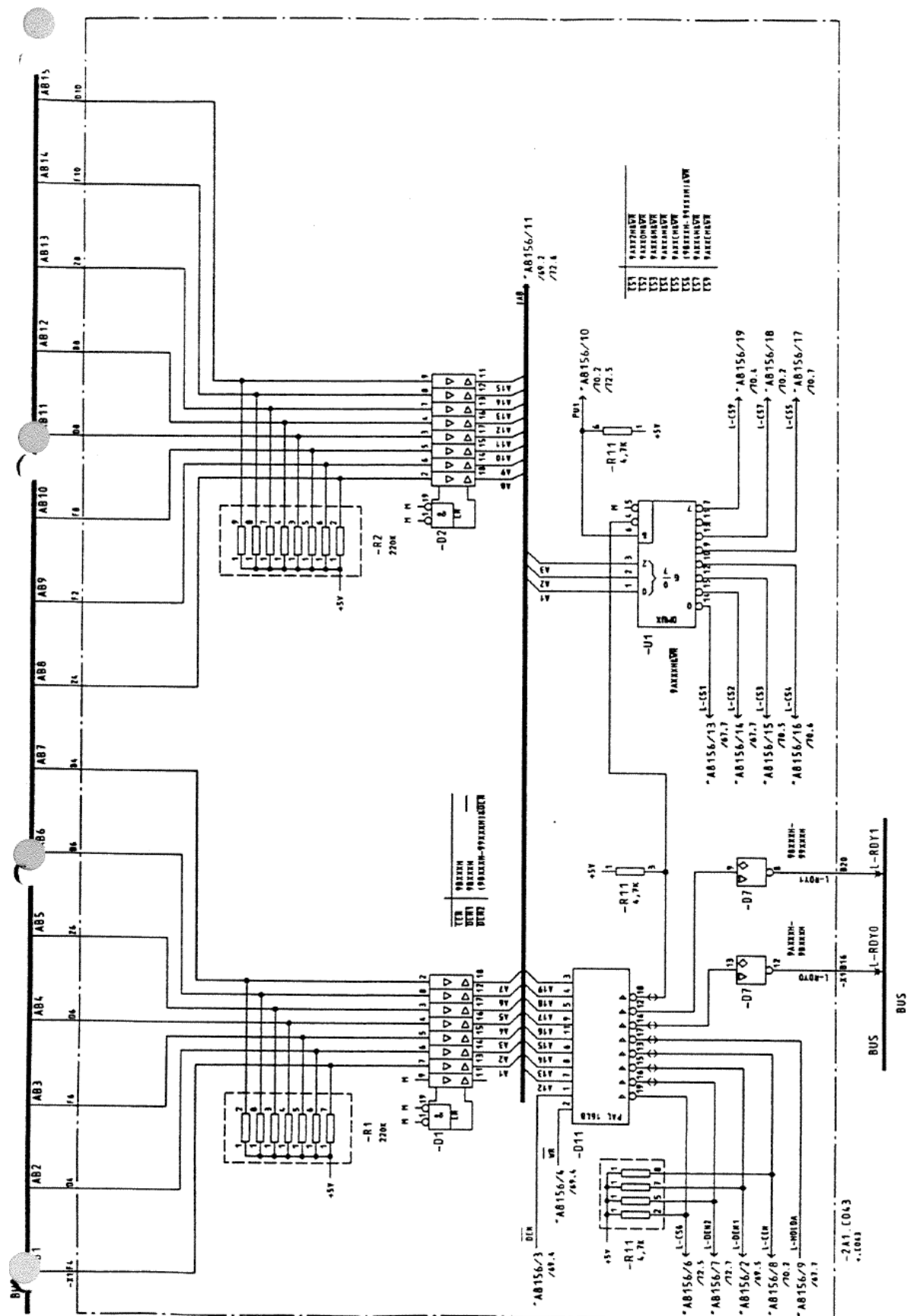
UCT																				
Pos.	ID	Ver.	EPROM1			EPROM2			EPROM3			EPROM4			PAL1			PAL2		
			Pos.	Ref.	CheckSum	Pos.	Ref.	CheckSum	Pos.	Ref.	CheckSum	Pos.	Ref.	CheckSum	Pos.	Ref.	CheckSum	Pos.	Ref.	
L019	9110	OCS60	D1	NMC27C512	EA7000h	D2	NMC27C512	EF6197h	D6	NM27C512	B29E68h									CheckSum
		OCS60	D1	NMC27C512	EA7000h	D2	NMC27C512	EF6197h	D6	NM27C512	B29E68h									
L027	9110	OCS60	D1	NMC27C512	EA7000h	D2	NMC27C512	EF6197h	D6	NM27C512	B29E68h									
		OCS60	D1	NMC27C512	EA7000h	D2	NMC27C512	EF6197h	D6	NM27C512	B29E68h									
L059	8150	OBS60	D19	NM27C010	149D85Fh										D16	PAL16L8A	05A92h			
L075	8160	OBY20	D4	D27C210	CF5856h										D1	PAL16L8A	09CEEh	D10	PAL16L8A	04FAEh
		OAY20	D4	AM27C1024	CF5856h										D1	PAL16L8A	031F0h	D10	PAL16L8A	04FAEh
L083	8160	OAY20	D4	D27210	CF5856h										D1	PAL16L8A	031F0h	D10	PAL16L8A	04FAEh
		1AY21	D4	AM27C1024	CF5856h										D1	PAL16L8A	03210h	D10	PAL16L8A	04FAEh
L091	8143	OAY21	D4	AM27C1024	CF5856h										D1	PAL16L8A	03210h	D10	PAL16L8A	04FAEh
		OBY21	D4	AM27C1024	CF5856h										D1	PALCE16V8Z	03308h	D10	PALCE16V8Z	0430Fh
		OBY21	D4	NM27C210	CF5856h										D1	PAL16L8A	031F1h	D10	PAL16L8A	0A7CEh
		1DY21	D4	D27210	CF5856h										Não foi possível a leitura					
		OGS60	D17	AM27C010	CB8C7Ah										D4	PALCE16V8Z	02B36h			
															D4	PAL14H4	03549h			
		OCS60	D17	D27C010	CB8C7Ah										D4	AMD ATF16V8B	03549h			
															D4	MMI PAL14H4	0259Dh			
		OF560	D17	NM27C010	CB8C7Ah										D4	PAL16L8A	02DCEh			
		OCS60	D17	M5M27C101	CB8C7Ah										D4	PAL14H4	0FACH			

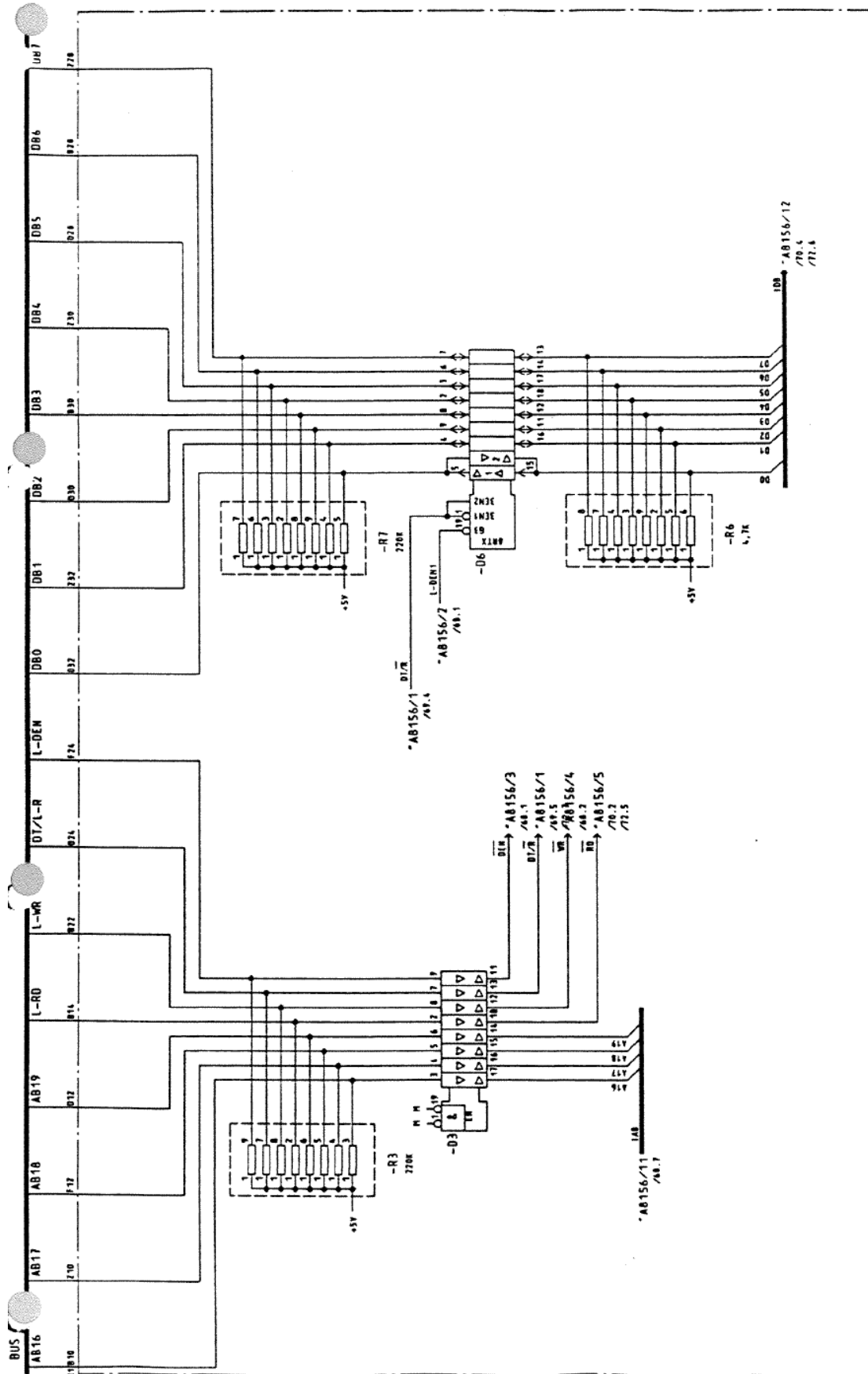
UQE2400

UQE2300

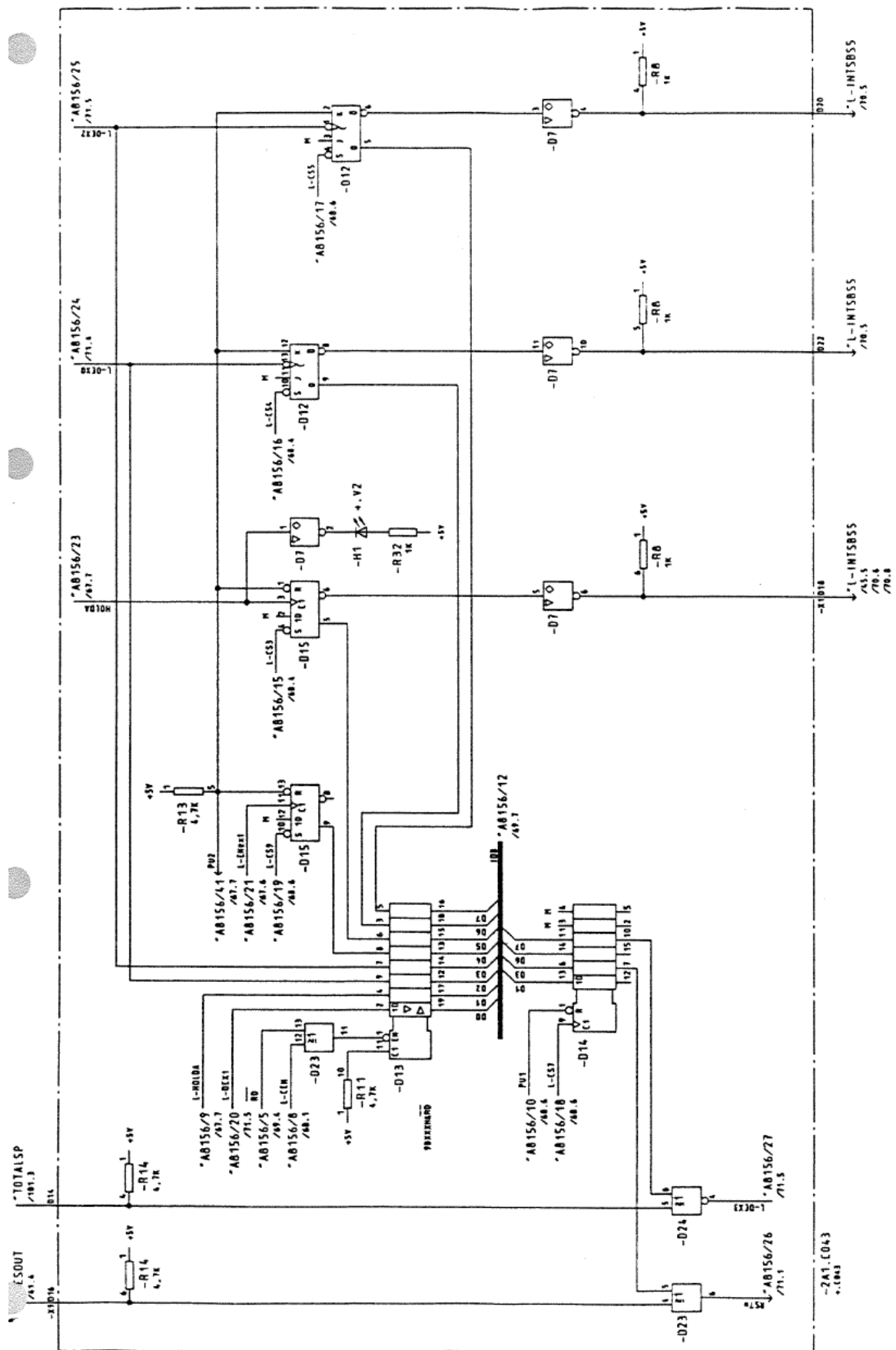
 UQE2400
  UQE2300

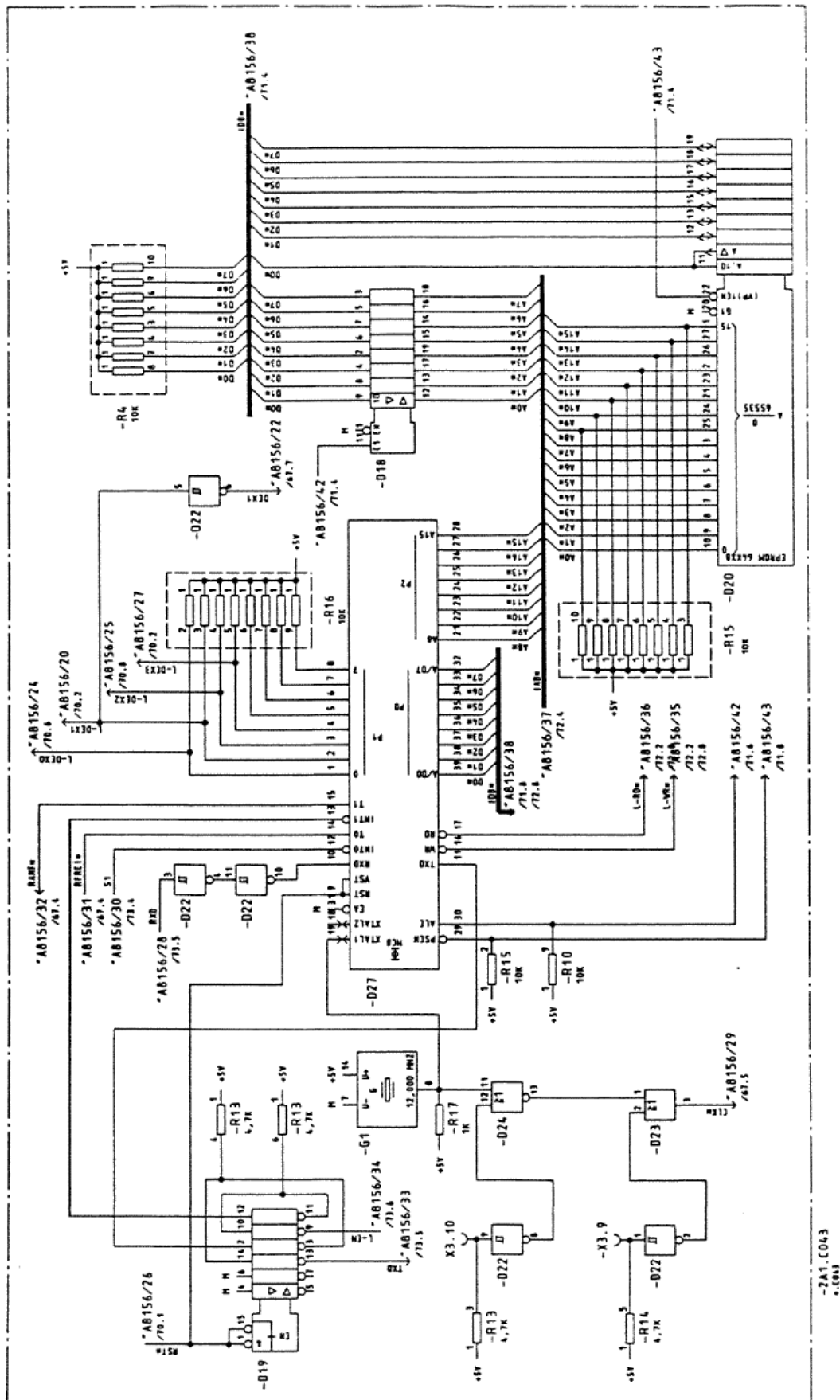
[illegible]

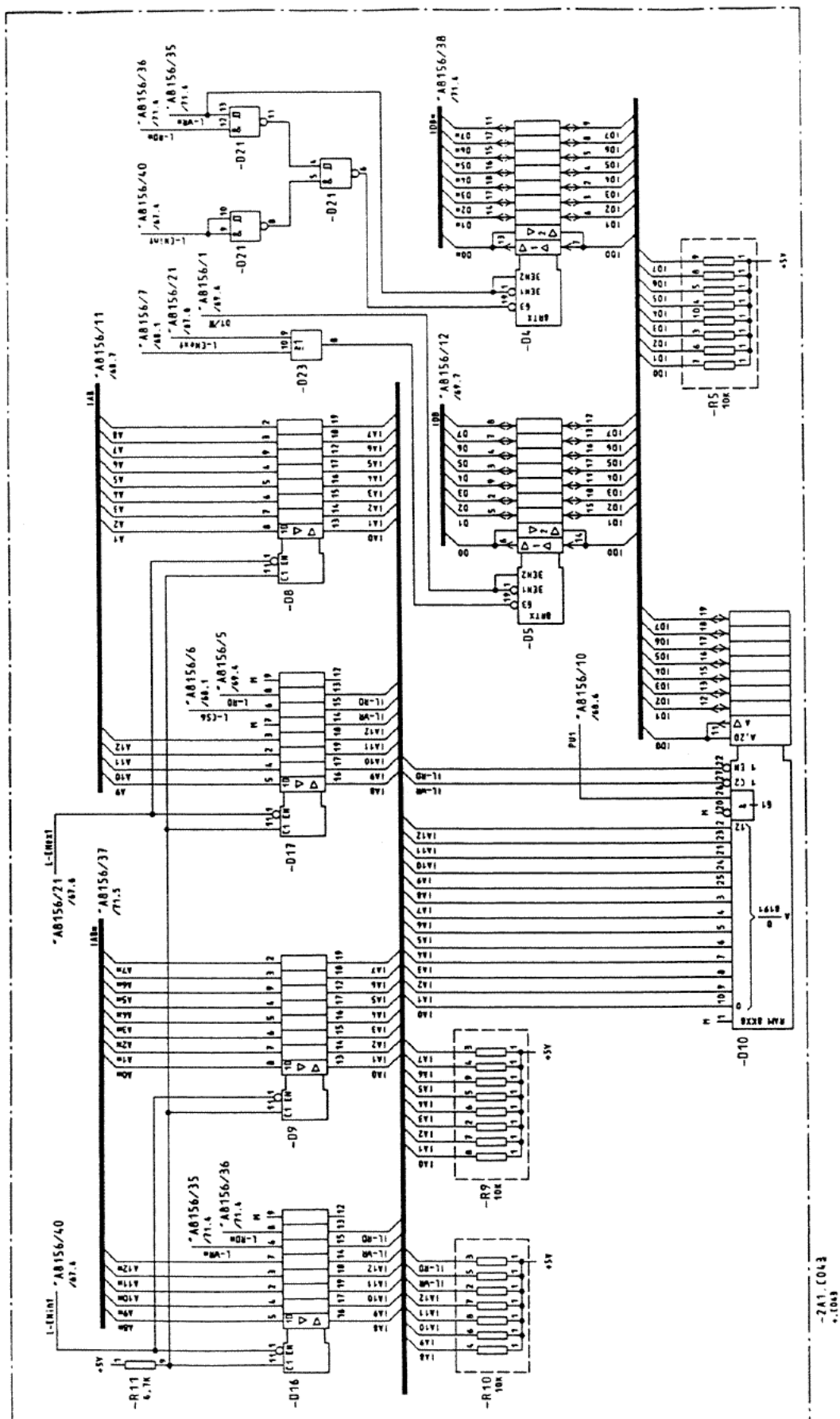


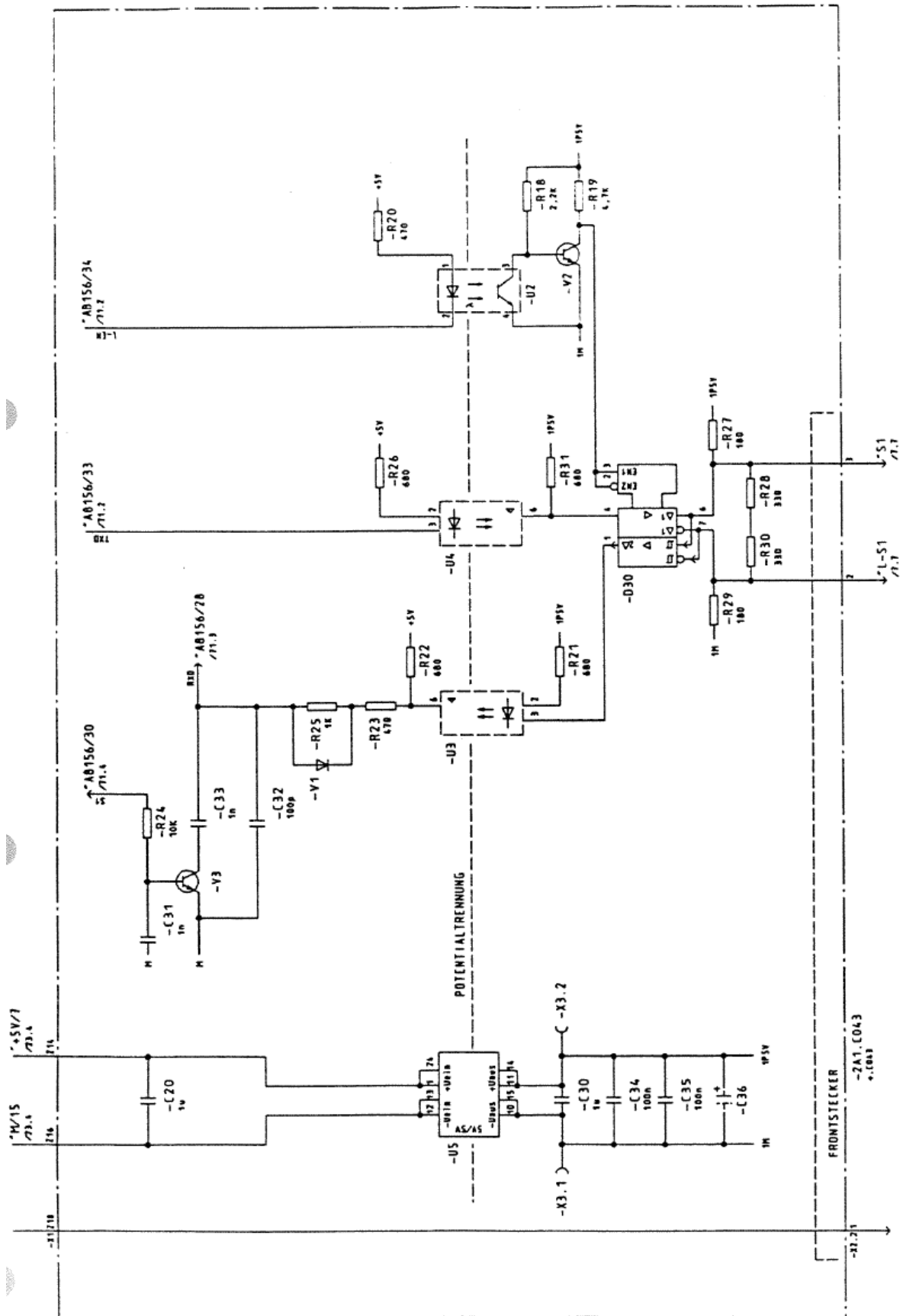


-2A1 C043
•(043)











	Data	Visto	A
--	------	-------	----------

	Data	Voto	A

Imagem completa com caixa

DIN Power Shell Housing D20 Metal
Part N°: 09 06 848 0550
Manuf: Harting

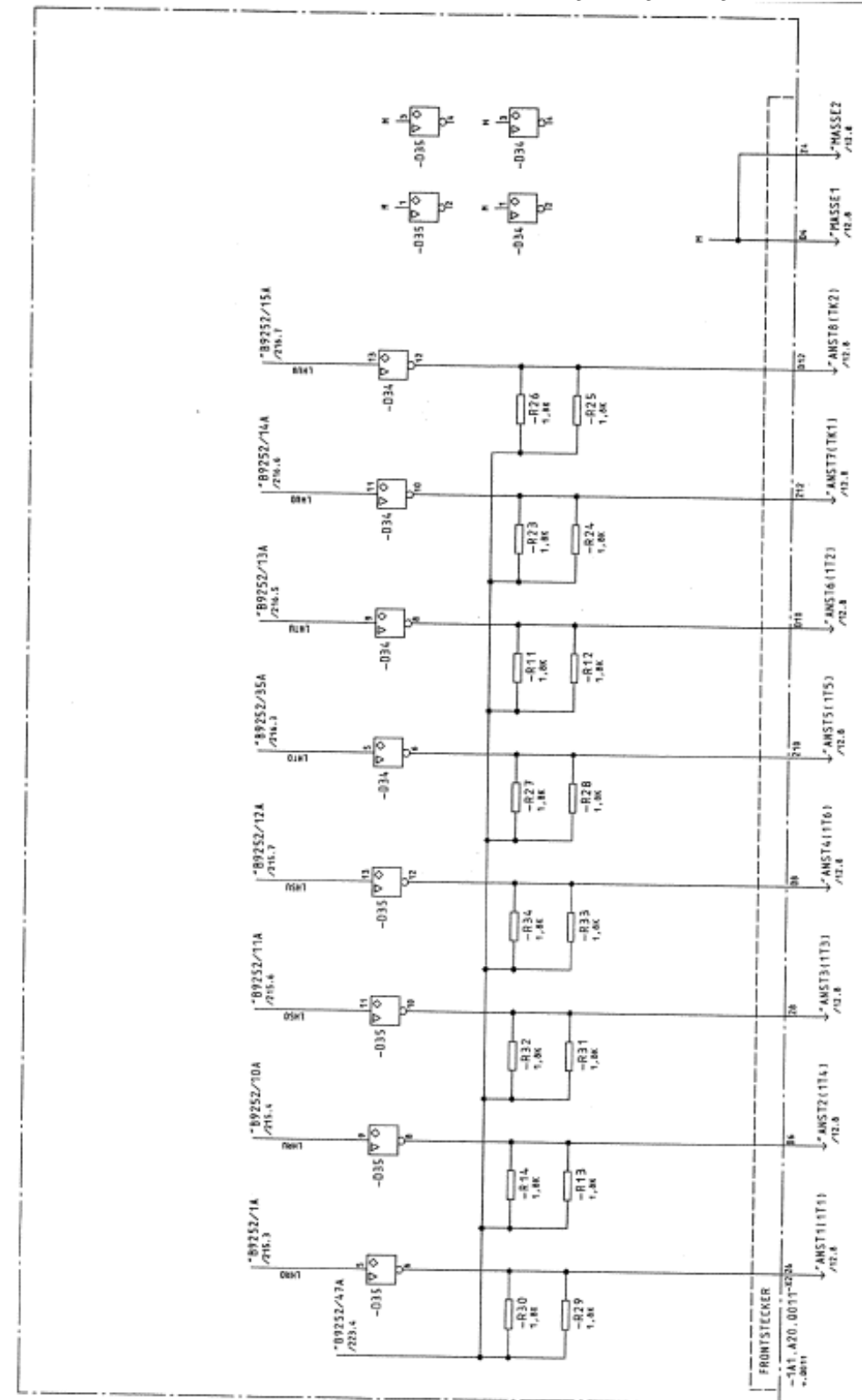
Fixação Led
Des EMEF N°: 14 158

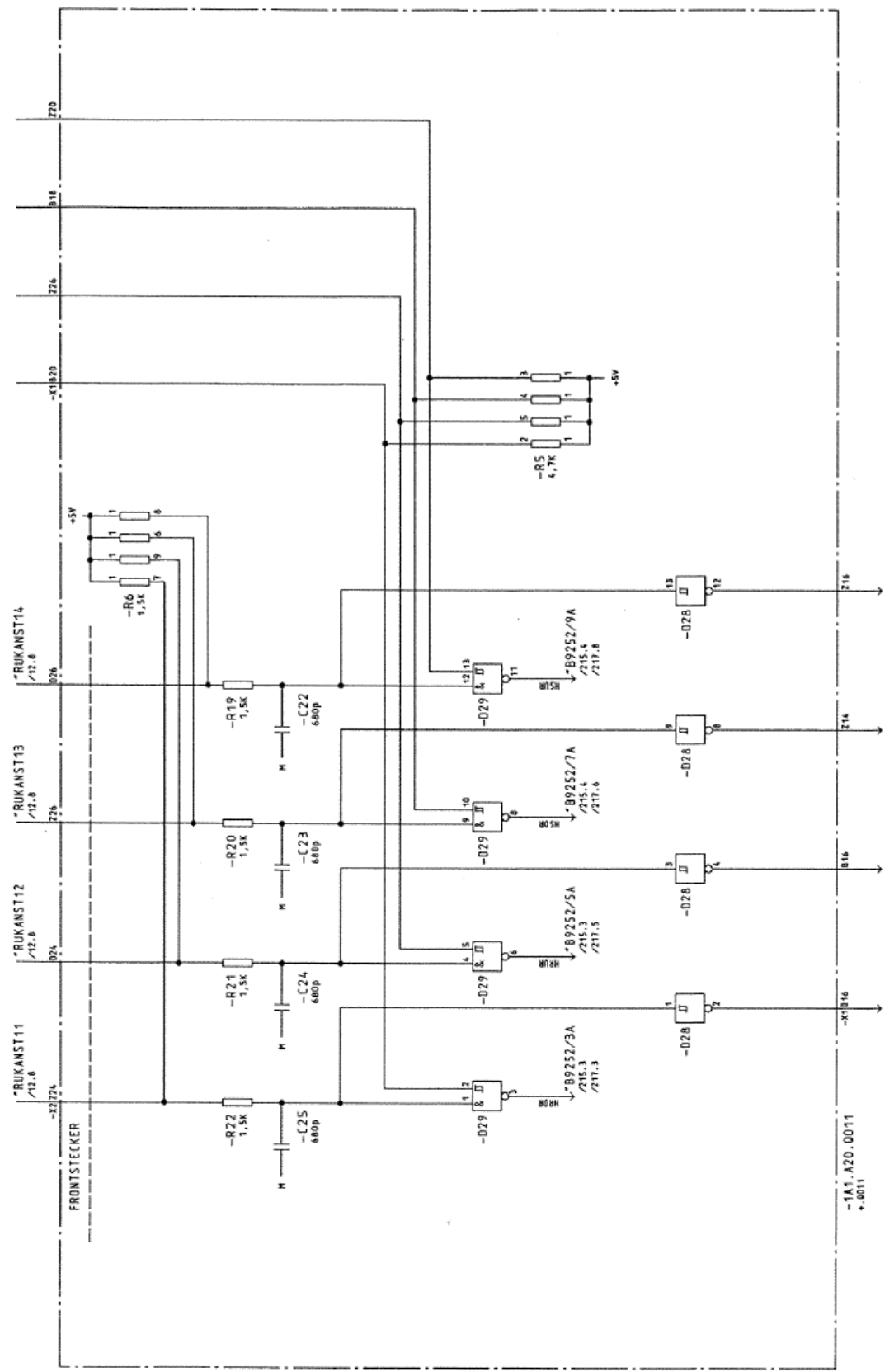
Fixação Fibras
Des EMEF N°: 14 157

DIN Power F048 FS-3,0C1+2
Part N°: 09 06 248 6826
Manuf: Harting

Anexo 4

Esquemático do módulo dos condutores da fibra ótica, Q011, Q19 e Q027.





Anexo 5

Instrução de trabalho do ensaio das fichas da fibra ótica

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300/2400 Ensaio dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	1/5 REVISÃO 1

UQE2300

Ensaio dos Cabos Fichas de Fibra Ótica



DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300/2400 Ensaio dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	2/5 REVISÃO 1

- **Objetivo**
 - Definir as operações a efetuar e os meios necessários a realizar sobre o equipamento de forma a que o mesmo, depois de verificado se encontre em funcionamento de acordo com o especificado nesta instrução.
- **Âmbito**
 - Esta instrução aplica-se na Secção de Eletrónica da Oficina de Reparação de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos na Unidade de Reparação de Rotáveis e na Manutenção de Lisboa nas oficinas de Campolide.
- **Responsabilidades**
 - O cumprimento da presente da instrução é da responsabilidade do responsável da Reparação de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos e do Gestor operacional das séries afetas a Campolide e Parque do Algueirão.
- **Aplicação**
 - Aplica-se em todas as modificações das fichas de fibras óticas das automotoras UQE2300

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300/2400 Ensaio dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	3/5 REVISÃO 1

1. Equipamentos e ferramentas a utilizar

1.1. Kit de ferramentas

1.1.1. Principal:

1.1.1.1. Chaves de fendas;

1.1.1.2. Chaves Philips;

1.1.2. Secundário

1.1.2.1. Chave de bocas, nº 15 (para UQE2300) e 12,15,17 (para UQE2400)

1.2. Banco de ensaio ref. PD-107

1.3. Multímetro digital;

2. Segurança

2.1. O manuseamento deve ser cuidadoso, evitar ao máximo o dobramento dos núcleos das fibras para não danificar internamente a fibra;

2.2. Em caso de necessária da substituição dos *led's* emissores/recetores novos, evitar o máximo de temperatura direta nos *led's* de modo a evitar a redução de fiabilidade dos mesmos.

2.3. Os *led's* ao ser substituídos terão de ficar aproximadamente na mesma altura como se encontravam anteriormente.

3. Procedimentos de ensaios

As leituras serão efetuadas e registadas na ficha de registo do ensaio da fibra ótica. O ensaio será feito com os bancos de ensaios anteriormente referidos, e com o apoio de multímetros em ambos os bancos.

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300/2400 Ensaio dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	4/5 REVISÃO 1

3.1. Ligações ao banco de ensaios

As ligações do lado da GATE aos bancos de ensaios serão ordenadas, de modo a que as correspondências entre bancos sejam coerentes, como Figura 1.

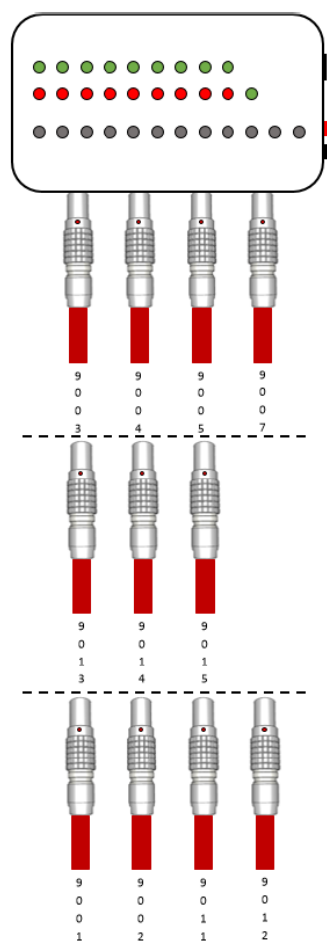


Figura 1 – Ligações dos cabos ao banco de ensaios PD-107

Nota: se existir a necessidade de ensaio numa UQE as ligações não serão possíveis de efetuar, terá de ser feito individualmente devido ao comprimento dos cabos.

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300/2400 Ensaio dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	5/5 REVISÃO 1

As ligações do lado da UCT apenas faz-se uma de cada vez. Para medir os cabos correspondentes entre UCC→GATE, como mostra a Tabela 1.

Q011		9007	9005	9004	9003
Q019			9015	9014	9013
Q027		9012	9011	9002	9001

Tabela 1 – Correspondência dos cabos UCT→GATE

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

Ficha de registo do ensaio das fichas da fibra ótica

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Ficha de Registo	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300/2400 Ensaio dos Cabos das Fichas da Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	1/2 REVISÃO

Unidade nº: _____	Tipo de Intervenção: _____
-------------------	----------------------------

1. Verificar os valores de corrente dos emissores dos cabos de fibra ótica das séries UQE2300/2400.

Ficha:		Número:		
UCT → GATE		Cabo	GATE → UCT	
Canal	Valor (mA)		Canal	Valor (mA)
1			1	
2			2	
3			3	
4			4	
5			5	
6			6	
7			7	
8			8	

Ficha:		Número:		
UCT → GATE		Cabo	GATE → UCT	
Canal	Valor (mA)		Canal	Valor (mA)
1			1	
2			2	
3			3	
4			4	
5			5	
6			6	
7			7	
8			8	

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Ficha de Registo	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300/2400 Ensaio dos Cabos das Fichas da Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	2/2 REVISÃO

Ficha:		Número:		
UCT → GATE		Cabo	GATE → UCT	
Canal	Valor (mA)		Canal	Valor (mA)
1			1	
2			2	
3			3	
4			4	
5			5	
6			6	
7			7	
8			8	

2. Equipamentos utilizados (IME's): _____

3. Observações: _____

Agente: _____
 N.º CP: _____
 Data: ____/____/20____

Responsável: _____
 N.º CP: _____
 Data: ____/____/20____

Assinale com √ se confirma:

Ensaio aprovado ☐

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.14.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

Instrução de modificação dos cabos das fichas da fibra ótica

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	1/15 REVISÃO 1

UQE2300

Modificação dos Cabos Fichas de Fibra Ótica



DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	2/15 REVISÃO 1

- **Objetivo**
 - Definir as operações a efetuar e os meios necessários a realizar sobre o equipamento de forma a que o mesmo, depois de verificado se encontre em funcionamento de acordo com o especificado nesta instrução.
- **Âmbito**
 - Esta instrução aplica-se na Secção de Eletrónica da Oficina de Reparação de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos na Unidade de Reparação de Rotáveis e na Manutenção de Lisboa nas oficinas de Campolide.
- **Responsabilidades**
 - O cumprimento da presente da instrução é da responsabilidade do responsável da Reparação de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos e do Gestor operacional das séries afetas a Campolide e Parque do Algueirão.
- **Aplicação**
 - Aplica-se em todas as modificações das fichas de fibras óticas das automotoras UQE2300

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.14.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	3/15 REVISÃO 1

1. Equipamentos e ferramentas a utilizar

1.1. Kit de ferramentas:

- 1.1.1. Chaves de fendas;
- 1.1.2. Chaves Philips;
- 1.1.3. Chaves de sextavado interior;
- 1.1.4. X-ato;
- 1.1.5. Saca-pinos;
- 1.1.6. Pistola de ar quente;

1.2. Manga Termo retrátil;

1.3. Banco de ensaio ref. PD-107;

1.4. Multímetro digital.

2. Segurança

2.1. O manuseamento deve ser cuidadoso, evitar ao máximo o dobramento dos núcleos das fibras para não danificar internamente a fibra;

2.2. As montagens das novas fichas terão de ser seguidas conforme o descrito nesta instrução de forma a ser assegurada a montagem correta sem causar danos aos equipamentos.

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	4/15 REVISÃO 1

3. Procedimentos iniciais

Previamente terá de ser efetuada leituras às correntes dos *led's* emissores e registar na ficha de registo de ensaio da fibra ótica, com o apoio da instrução de trabalho ensaio da fibra ótica.

4. Procedimento de modificação

Caso as fichas já se encontrem modificadas, é apenas necessário a substituição da placa de circuito impresso dos *led's*, ir para o ponto 5.

4.1. Alteração da posição das fibras óticas da ficha do lado GATE

4.1.1. Reposição dos núcleos de fibra ótica



Figura 1 – Fibras óticas lado GATE

Atualmente os núcleos do cabo de fibra ótica estão **entrelaçados**, como mostra a Figura 1 b), o que com a modificação serão alterados, colocando assim os núcleos alinhados com o suporte, conforme Figura 2.



Figura 2 – Fibras óticas com núcleos alinhados

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	5/15 REVISÃO 1

Originalmente os núcleos encontram-se como mostra na Figura 1 a), e como é apresentado na Figura 3.

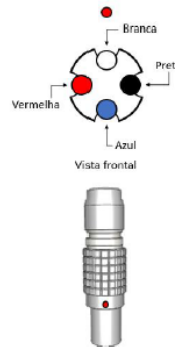


Figura 3 – Posição original dos núcleos do cabo fibra ótica, vista de frente

Com a modificação a fazer, os núcleos poderão ficar de duas maneiras (devido a orientação do cabo UCT→GATE ou GATE→UCT), apresentados na Figura 4.

As modificações terão de ser feitas pela ordem do **alinhamento** dos núcleos, em que os núcleos listados de vermelho e azul estão em oposição.

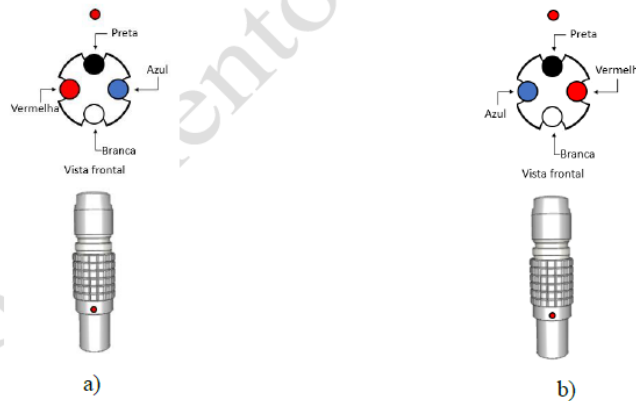


Figura 4 – Posição após modificação para os núcleos do cabo fibra ótica, vista de frente

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	6/15 REVISÃO 1

Note-se que a os pontos vermelhos terão de estar alinhados, só assim é que é possível o funcionamento correto no final da modificação.

4.2. Alteração da posição das fibras óticas da ficha do lado UCT

4.2.1. Primeiro passo: Remover os núcleos do encaixe

Primeiramente é necessário remover os núcleos do encaixe de plástico das fichas originais dos cabos de fibra ótica, como mostra a Figura 5.



Figura 5 – Encaixe de plástico dos cabos de fibra ótica

Cada núcleo é retirado com um saca-pinos pressionando de dentro para fora, como mostra a Figura 6.



Figura 6 –Remoção dos pinos

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	7/15 REVISÃO 1

4.2.2. Segundo passo: Colocação de manga termo retrátil

Depois da remoção dos núcleos será colocado manga termo retrátil em cada cabo do conjunto de cabos de fibra ótica, serão 3 de tamanhos diferentes. A Figura 7 mostra as mangas cortadas. As medidas deverão ser 2 bocados de 40mm e 1 bocado de 60mm.



Figura 7 – Manga termo retrátil cortada e no cabo

A Figura 8, mostra como deverá ficar a primeira manga, um pouco a frente das abraçadeiras de latão, o mais perto possível da placa de circuito impresso.



Figura 8 – Primeira manga termo retrátil

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	8/15 REVISÃO 1

A colocação da segunda manga, ficará encostada a abraçadeira de latão, do lado de fora que ficará parcialmente por cima da primeira, como é mostrado na Figura 9.

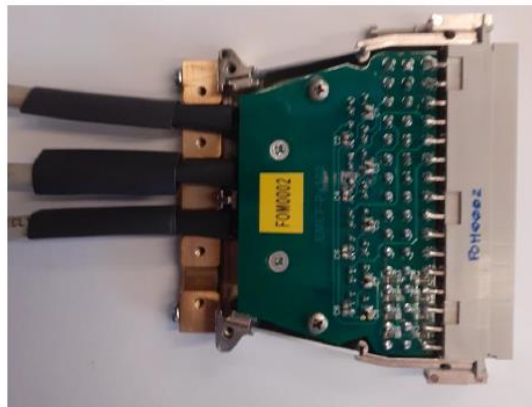


Figura 9 – Segunda manga termo retrátil

A terceira manga termo retrátil ficará por cima das outras duas na totalidade, como a mesma distância da primeira manga, um pouco a frente da abraçadeira de latão, como mostra a Figura 10.



Figura 10 – Terceira manga termo retrátil

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	9/15 REVISÃO 1

4.2.3. Terceiro passo: Montagem dos núcleos na nova ficha

Este passo, explica como é elaborada a montagem dos núcleos na nova ficha, pelas posições e cores, visto pelo **lado da entrada** da fibra nos *led's*, como mostra a Figura 11.

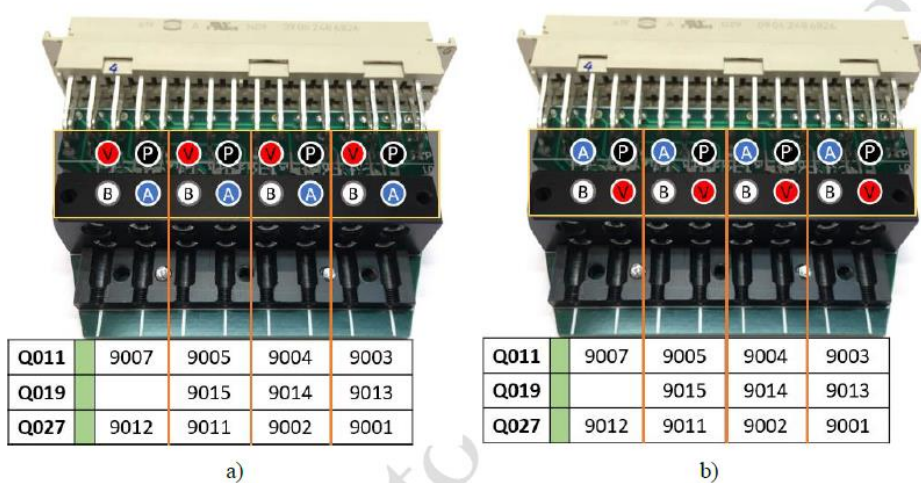


Figura 11 – Posição dos cabos e cores dos núcleos de cada cabo

A colocação dos núcleos dos cabos fibra ótica terá de ser feita por ordem, numa visualização frontal como apresentado na Figura 11, os núcleos de fibra terão de ser colocados primeiro na **linha de baixo**, como é mostrado na Figura 12. A sequência da ordem de colocação das fibras consoantes as cores, depende como estava anteriormente a posição das mesmas do lado da GATE. A Figura 11 a) terá de ficar em concordância com a Figura 4 a) e a Figura 11 b) com a Figura 4 b).

***Nota:** em qualquer um dos casos referente às figuras 4 e 11, os núcleos terão de ficar alinhados como é apresentado na Figura 14.*

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	10/15 REVISÃO 1

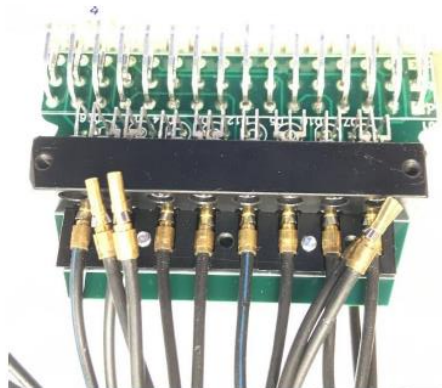


Figura 12 – Primeira fila de núcleos colocada

Depois de colocada a primeira fila de núcleos, terá de se colocar a peça de fixação intermédia, para que a mesma não deixe que a primeira fila de núcleos saia do sítio, e então colocar a segunda fila de núcleos, como demonstra a Figura 13.

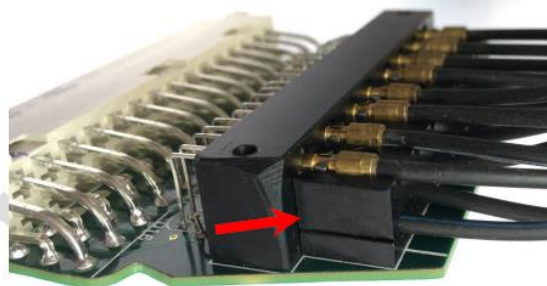


Figura 13 – Peça de fixação e segunda fila de núcleos

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	11/15 REVISÃO 1

Por fim, repor a fixação dos núcleos na ficha.

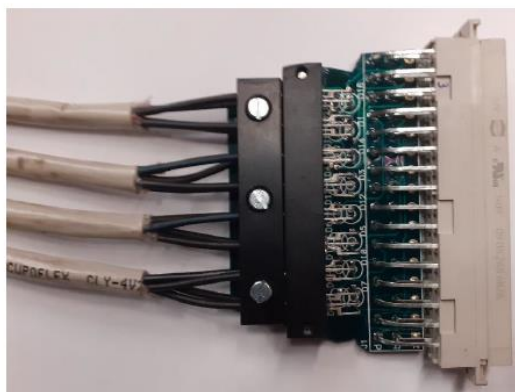


Figura 14 – Fixação dos núcleos alinhados e finalizados

4.2.4. Quarto passo: Colocação e aquecimento das mangas termo retráteis

No final a ficha deve ficar como mostra a Figura 15.

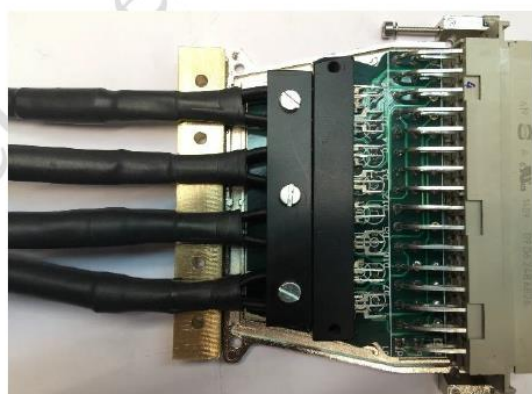


Figura 15 – Mangas termo retráteis aplicadas

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	12/15 REVISÃO 1

4.2.5. Quinto passo: Fixação da abraçadeira de latão

Depois de aplicadas as mangas retráteis, é necessário fixar o conjunto todo e fechar as tampas, como mostra as Figura 16 e Figura 17.



Figura 16 – Fixação do conjunto



Figura 17 – Ficha fibra ótica completamente fechada

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	13/15 REVISÃO 1

4.2.6. Sexto passo: Codificação

Cada ficha tem a sua codificação, a Tabela 1 mostra a codificação de cada ficha.

Q011	
Q019	
Q027	

Tabela 1 – Codificação das fichas

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	14/15 REVISÃO 1

4.3. Ensaio de verificação após modificação

Assim que as modificações das fichas de fibra ótica, tanto do lado UCT como da GATE, se encontrarem finalizadas, será efetuada a verificação das ligações nos bancos de ensaio com a referência PD-107, como indica a Figura 18. Na verificação, é necessário voltar a registar os valores de corrente obtidos e registar na ficha de registo do ensaio dos cabos das fichas da fibra ótica.



Figura 18 – Bancos de ensaio PD-107

Se necessário, voltar ao ponto 4.1 e/ou 4.2.3 de forma a corrigir as ligações.

4.4. Colocação de informação nas fichas do lado da GATE

Se as ligações se encontrarem corretas, colocar a etiqueta de “Modificada” nas fichas da GATE, como mostra a Figura 19.



Figura 19 – Etiqueta de modificada

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.14.0

Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização

 COMBOIOS DE PORTUGAL	Instrução de Trabalho	CÓDIGO	PÁGINA
	UQE2300 Modificação dos Cabos das Fichas de Fibra Ótica	EDIÇÃO 1	15/15 REVISÃO 1

5. Substituição da placa de circuito impresso

O processo de substituição das placas de circuito impresso é simples, apenas a remoção de 2 parafusos para libertar a fixação dos núcleos, como mostra a Figura 20 do lado esquerdo, assim não será necessário todo o processo do ponto 4.

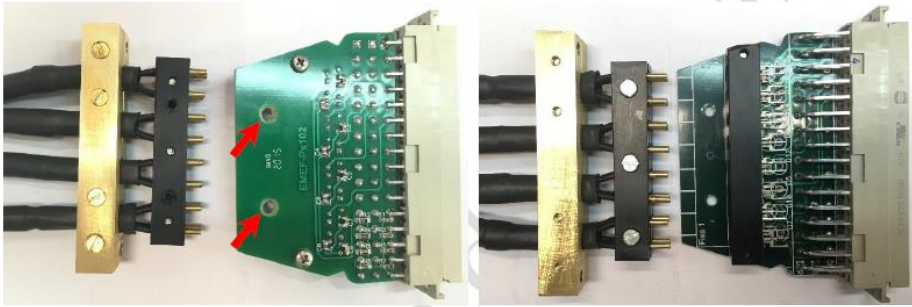


Figura 20 – Substituição das placas de circuito impresso

DATA 12/08/2020	ELABORADO Eduardo Ribeiro Élio Marques	VERIFICADO	APROVADO
--------------------	--	------------	----------

QLD.1.4.0 Este documento é propriedade da CP e não pode ser distribuído ou reproduzido externamente sem prévia autorização