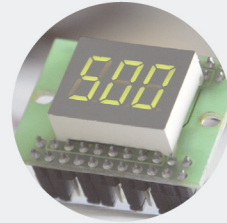


INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA - SISTEMAS ELÉCTRICOS DE ENERGIA



METODOLOGIAS EVOLUTIVAS NA PRODUÇÃO DE QUADROS ELÉTRICOS

GILBERTO CORREIA MACHADO

Outubro de 2018

METODOLOGIAS EVOLUTIVAS NA PRODUÇÃO DE QUADROS ELÉTRICOS

Gilberto Correia Machado



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia

2018

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de DSEE -
Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

Candidato: Gilberto Correia Machado, Nº 1120940, 1120940@isep.ipp.pt

Orientação científica: António Augusto Gomes, aag@isep.ipp.pt

Empresa: Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos, Lda.

Supervisão: Eng.º Paulo Silva, orçamento@nquadros.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2018

Agradecimentos

O presente trabalho é o resultado não apenas do empenho individual, mas ainda do esforço conjunto de várias entidades.

Assim, agradeço o acompanhamento científico dos meus professores do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) especificamente do meu orientador da tese de mestrado, Professor António Gomes, pelo saber e disponibilidade que sempre demonstrou.

Ao Eng.º Paulo Silva, pela amizade, pelo apoio e conselhos que me ajudaram na tomada de decisão relativa ao tema da minha tese de mestrado.

Ao Sr. ° Paulo Magalhães, em contexto empresarial na Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos, Lda, pela disponibilidade da estrutura.

À minha esposa e filha, cujo sentido de humor me ajudaram a descomprimir em períodos de maior tensão.

Aos meus pais, pelo incentivo constante na aposta de minha formação, pelo apoio e acompanhamento ao longo de todo o percurso académico.

Aos meus colegas de trabalho, pela disponibilidade que tiveram para me ajudarem neste percurso.

Um agradecimento geral a todas as pessoas que, de um modo mais próximo ou mais distante, me deram ânimo ao longo desta caminhada.

Resumo

Na sociedade atual, cada vez é maior a preocupação e a necessidade de os utilizadores conhecerem e acompanharem o estado das instalações, nomeadamente no que diz respeito a consumos energéticos, monitorização, aquisição e tratamento dos dados de modo a garantir o máximo de fiabilidade e a continuidade de serviço das instalações, mas também de forma a reduzir os consumos energéticos nas instalações.

Os equipamentos de proteção, medição, e controlo das instalações são, normalmente, instalados nos quadros elétricos das instalações. Assim, a complexidade dos quadros elétricos é cada vez maior, uma vez que se exige uma maior funcionalidade, flexibilidade e fiabilidade aos quadros elétricos, sendo estes verdadeiros centros nevrálgicos das instalações elétricas.

Assim ao quadrista exige-se cada vez mais conhecimentos técnicos, regulamentares, normativos e tecnológicos, assim como a procura de soluções adequadas às efetivas necessidades dos quadros elétricos e dos orçamentos disponíveis para a sua realização. Dada a complexidade dos quadros elétricos, cada vez mais a atividade do quadrista é suportada na utilização de ferramentas informáticas, nomeadamente de apoio à orçamentação e à definição do *layout* dos quadros elétricos.

O presente relatório descreve o trabalho desenvolvido no estágio realizado no âmbito da dissertação do 2º ano de Mestrado em Engenharia Eletrónica – Sistemas Elétricos de Energia (MEE-SEE), do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), na empresa Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos, Lda.

No âmbito do trabalho foi realizado um estado da arte sobre a temática dos quadros elétricos e da atividade de quadrista, foi também desenvolvido um processo de verificação e certificação de quadros elétricos para a empresa. Para enquadrar os conhecimentos sobre com a atividade prática da empresa, foi realizado um estudo de caso, de orçamentação, preparação de obra, montagem, verificação e certificação de um quadro elétrico.

Palavras-Chave:

Quadro elétrico, Quadrista, orçamentação, montagem, verificação, certificação

Abstract

In today's society, there's a growing concern and need for users to know and monitor the state of the facilities, in particular with regard to energy consumption, monitoring, data acquisition and processing to ensure maximum reliability and the continuity of service, but also in order to reduce the energy consumption in the installation.

Equipment for protection, measurement, and control of installations is normally installed in the electrical panels of the installations. Thus, the complexity of electrical switchboards is higher, since it requires greater functionality, flexibility and reliability to the electric panels being these true nerve centers of electrical installations.

Thus, more and more technical, regulatory, normative and technological know-how is required, as well as the search for adequate solutions to the effective needs of the electric panels and the budgets available for their realization. Given the complexity of electrical panels, more and more the activity of the technician is supported in the use of computer tools, namely to support the budgeting and the definition of the layout of the electric boards.

This report describes the work carried out during the internship of the 2nd year Master's Degree in Electronic Engineering - Electrical Energy Systems (MEE-SEE), Department of Electrotechnical Engineering of ISEP (Instituto Superior de Engenharia do Porto), in the company Nquadros – Montagem de Quadros Eléctricos, Lda.

In the framework of the work was carried out a state of the art on the subject of electrical boards and the activity of electrical board assembly, was also developed a process of verification and certification of electrical boards for the company. To frame the knowledge about the company's practical activity, a case study was carried out, including budgeting, job preparation, assembly, verification and certification of an electric panel.

Keywords

Switchboard, Process, Purpose, Budgeting, Assembling, Verification, Certification

Índice

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
1.2.MOTIVAÇÃO	2
1.3.OBJETIVOS E PLANIFICAÇÃO DO TRABALHO.....	2
1.4.APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	4
1.5.ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	5
2. QUADROS ELÉTRICOS	7
2.1.ASPETOS GERAIS	7
2.2.ASPETOS REGULAMENTARES E NORMATIVOS.....	9
2.3.FUNÇÕES DOS QUADROS ELÉTRICOS	12
2.4.PRINCIPAIS ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UM QUADRO ELÉTRICO	13
2.4.1. <i>Invólucro</i>	13
2.4.2. <i>Equipamentos de corte, comando e proteção</i>	14
2.4.2.1. Interruptores	14
2.4.2.2. Disjuntores	17
2.4.2.3. Dispositivos diferenciais	19
2.4.2.4. Dispositivos de comando.....	20
2.4.2.5. Dispositivos de Interface	21
2.4.3. <i>Materiais</i>	22
2.4.3.1. Barramentos	22
2.4.3.2. Isoladores	24
2.4.3.3. Bornes	25
2.5.PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE PROJETO.....	26
2.5.1. <i>Classe de isolamento</i>	27
2.5.2. <i>Índice de proteção</i>	30
2.5.3. <i>Refrigeração</i>	31
2.5.4. <i>Corrente de curto-circuito</i>	34
2.6.EXEMPLOS DE QUADROS ELÉTRICOS	35
2.6.1. <i>Quadros de distribuição</i>	35
2.6.2. <i>Quadros de automação e comando</i>	37
2.7.O CONCEITO SMART PANEL	38
3. ATIVIDADE DE QUADRISTA	41
3.1.ASPETOS GERAIS	41
3.2.ANÁLISE DE PROJETOS E CADERNO DE ENCARGOS	42
3.3.DESENHO DE LAYOUTS	43
3.4.ORÇAMENTAÇÃO	46

3.5.PREPARAÇÃO DE OBRA	53
3.6.MONTAGEM E ELETRIFICAÇÃO	54
3.7.VERIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO	62
3.7.1. <i>Aspetos gerais</i>	63
3.7.2. <i>Inspeção e verificação</i>	64
3.7.2.1. Inspeção Visual	64
3.7.2.2. Verificação da conceção	65
3.7.2.3. Verificação de rotina	65
3.7.3. <i>Ensaio e medições</i>	66
3.7.3.1. Teste de lâmpada	67
3.7.3.2. Ensaio de isolamento	68
3.7.3.3. Ensaio de rigidez dielétrica.....	70
3.7.4. <i>Etiquetagem de certificação</i>	72
3.8.EMBALAGEM E EXPEDIÇÃO.....	73
4. DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO INTERNO DE VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DA CONFORMIDADE DA CONCEÇÃO DE QUADROS ELÉTRICOS.....	75
4.1.ASPETOS GERAIS	75
4.2.FOLHA DE REGISTO DE INSPEÇÕES E ENSAIOS FINAIS	76
4.3.RELATÓRIO DE ENSAIOS DE ROTINA.....	80
4.4.DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE.....	81
5. CASO DE ESTUDO	83
5.1.ASPETOS GERAIS	83
5.2.ANALISE DE PROJETO E CADERNO DE ENCARGOS.....	83
5.3.DESENHO DO <i>LAYOUT</i>	85
5.4.ORÇAMENTAÇÃO.....	86
5.5.PREPARAÇÃO DE OBRA	90
5.6.MONTAGEM E ELETRIFICAÇÃO	93
5.7.VERIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DO QUADRO ELÉTRICO	101
5.7.1. <i>Inspeção visual</i>	101
5.7.2. <i>Medições e ensaios</i>	101
5.7.2.1. Ensaio de resistência de isolamento.....	102
5.7.2.2. Ensaio da rigidez dielétrica.....	103
5.7.2.3. Preenchimento da lista de verificações a efetuar na inspeção final de qualidade	106
5.7.2.4. Preenchimento da folha de registos e ensaios de rotina	108
5.7.2.5. Preenchimento da ficha de declaração de conformidade	109
5.7.3. <i>Etiquetagem de certificação</i>	114
5.8.EMBALAGEM E EXPEDIÇÃO.....	115
6. DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO INFORMÁTICA DE APOIO À ATIVIDADE DE QUADRISTA	116

6.1.ASPETOS GERAIS.....	116
6.2.DESCRICÃO FUNCIONAL DA APLICAÇÃO	117
6.2.1. Formação.....	118
6.2.2. Profissão	121
7. CONCLUSÕES.....	128
7.1.CONCLUSÕES GERAIS.....	128
7.2.CONTRIBUTOS DO CANDIDATO.....	129
7.3.COMPONENTE ACADÉMICA	129
7.4.PERSPETIVAS FUTURAS	130
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
8.1.REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....	131
8.2.WEBGRAFIA.....	132

Índice de Figuras

Figura 1 - Logotipo da empresa Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos, Lda	4
Figura 2 - Certificado de Qualidade Schneider para o fabrico de quadros elétricos até 4000 A, de acordo com a norma IEC 61439-1&2	5
Figura 3 - Vista geral de um quadro elétrico de distribuição	8
Figura 4 - Invólucro do quadro elétrico	14
Figura 5 - Interruptor modular	16
Figura 6 - Interruptor corte geral Schneider	17
Figura 7 - interruptor modular	17
Figura 8 - Disjuntor modular à esquerda e compacto à direita.....	18
Figura 9 – Bloco diferencial para disjuntor compacto (à esquerda) e bloco diferencial para disjuntor modular (à direita)	19
Figura 10 - Interruptor diferencial (à esquerda) e bloco diferencial (à direita).....	20
Figura 11 - Dispositivos de comando, contadores, telerruptores e inversores	21
Figura 12 - Dispositivos de interface e comando	22
Figura 13 - Barramento principal, pré-fabricado	23
Figura 14 - Barramento <i>linergy</i> , barramentos modulares e barra de cobre com e sem banho de estanho	24
Figura 15 - Barramento fixo com isoladores Schneider	25
Figura 16 - Régua de bornes de saída para ligação dos cabos elétricos	26
Figura 17 - Quadro de distribuição da classe II, com Invólucro isolante.....	28

Figura 18 - Quadro de distribuição da classe II, com invólucro metálico	29
Figura 19 - Quadro de distribuição classe I.....	29
Figura 20 - Códigos de proteção contra a penetração de corpos sólidos e líquidos.....	31
Figura 21 - Ventilação Natural através de grelhas	32
Figura 22 - Ventilação Mecânica através de ventilador	33
Figura 23 - Quadro de distribuição	36
Figura 24 – Pormenor da canalização pré-fabricada de alimentação ao quadro	37
Figura 25 - Quadro de Comando (Controlo do frio de uma indústria alimentar)	38
Figura 26 - Layout elaborado no <i>autocad</i>	44
Figura 27 - Layout do quadro elaborado a partir do <i>software</i> “QE Building”	45
Figura 28 - Elaboração do orçamento no <i>Software</i> QE Building.....	48
Figura 29 - Quadros do projeto	49
Figura 30 - Conceção do quadro/ <i>layout</i>	50
Figura 31 - Exportação dos quadros.....	51
Figura 32 - Orçamento	52
Figura 33 - Separação do material.....	54
Figura 34 - Montagem da estrutura	56
Figura 35 - Montagem de platines e calhas.....	57
Figura 36 – Colocação de equipamentos e materiais no quadro elétrico	58
Figura 37 – Início do processo de eletrificação de um quadro elétrico.....	59
Figura 38 - Eletrificação do quadro concluída	60

Figura 39 – Marcação e etiquetagem de um quadro elétrico.....	61
Figura 40 - Teste de lâmpada	68
Figura 41 - Teste de isolamento	70
Figura 42 - Aparelho de certificação pronto para o Ensaio da rigidez dielétrico.....	71
Figura 42 - Possível chapa de características	73
Figura 44 - Quadro embalado.....	74
Figura 45 - Lista de verificações e inspeções, parte 1	78
Figura 46 - Lista de verificações e inspeções, Parte 2.....	79
Figura 47 - Folha de registos e ensaios de rotina	81
Figura 48 - Declaração CE de conformidade	82
Figura 39 - Memória descritiva e justificativa.....	84
Figura 50 - <i>Layout</i> do quadro elétrico	86
Figura 51 - Mapa de Quantidades descrito no esquema elétrico.....	87
Figura 52 - Orçamento com preços de tabela dos fabricantes/comercializadores.....	88
Figura 53 - Orçamento final do Quadro condensados ARL.....	89
Figura 54 - Proposta a enviar ao cliente	90
Figura 55 - Listagem de material necessário para a montagem do quadro	91
Figura 56 - Separação material para Quadro Condensados ARL.....	92
Figura 57 - Planeamento da platine	94
Figura 58 - Platine estruturada.....	95
Figura 59 – Marcação efetuada no esquema elétrico	96

Figura 60 - Marcação de bornes	97
Figura 61 - Quadro devidamente eletrificado	100
Figura 62 - Execução do ensaio de isolamento	102
Figura 63 - Ensaio da resistência de isolamento	103
Figura 64 - Ponta de prova para o ensaio da rigidez dielétrica	104
Figura 65 - Ensaio da rigidez dielétrica	105
Figura 66 - Ensaio das listas de verificações (parte 1).....	106
Figura 67 - Ensaio das listas de verificações (parte 2).....	107
Figura 68 - Ensaio da folha de Rotina	108
Figura 69 - Declaração CE de conformidade do quadro para ARL	109
Figura 70 - Ensaio de isolamento (folha 1).....	110
Figura 71 - Ensaio de isolamento (folha 2).....	111
Figura 72 - Ensaio de rigidez dielétrica (folha 1).....	112
Figura 73 - Ensaio de rigidez dielétrica (folha 2).....	113
Figura 74 - Etiqueta de certificação	114
Figura 75 - Quadro embalado pronto para expedição	115
Figura 76 - Menu de entrada da aplicação informática de apoio à atividade de quadrista	118
Figura 77 - Submenu “Áreas de Formação” da aplicação informática de apoio à atividade de quadrista	119
Figura 78 - Submenu “Formação Quadros Elétricos” da aplicação informática de apoio à atividade de quadrista.....	120
Figura 79 - Submenu de entrada na área de exercício da profissão de quadrista.....	121

Figura 80 - Menu “Registo de clientes/processos de clientes”	122
Figura 81 – Criação de um novo processo de cliente	123
Figura 82 - Menu consulta de um cliente/processo de cliente.....	124
Figura 83 - Extrato do menu do procedimento de verificação/certificação de um quadro elétrico	125
Figura 84 - Relatório de verificação/certificação de um quadro elétrico	126
Figura 85 - Certificado de conformidade de um quadro elétrico	127

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Cronograma do trabalho a desenvolvido no âmbito da dissertação.....	4
Tabela 2 - Principais alterações entre a norma IEC 60439 [3] e a norma a NP EN 61439 [2]	11
Tabela 3 - Outras normas relevantes no âmbito dos quadros elétricos	11
Tabela 4 - Características dos disjuntores de baixa tensão	18
Tabela 5 - Classes de Isolamento do conjunto quadro elétrico em função da classe de isolamento do invólucro e dos equipamentos.....	28
Tabela 6 - Descrição do quadro elétrico.....	36
Tabela 7 - Cor da cablagem.....	98

Lista de siglas e acrónimos

A	-	Ampère
AC	-	Corrente Alternada
CC	-	Curto-Circuito
CL	-	Classe
ARL	-	Amorim Revestimentos Lourosa
CE	-	Comunidade Europeia
CEI	-	Comunidade dos Estados Independentes
CENELEC	-	Comité Europeu de Normalização Eletrónica
DE	-	Disjuntor de Entrada
DGEG	-	Direção Geral de Energia e Geologia
DP	-	Disjuntor de Proteção
DR	-	Disjuntor Diferencial
EN	-	Normalização Europeia
GPRS	-	<i>General Packet Radio Service</i>
Hz	-	Frequência
ICC	-	Intensidade de Curto-Circuito
ID	-	Interruptor Diferencial
IEC	-	<i>International Electrotechnical Commission</i>

IK	- Índice de Proteção
In	- Intensidade Nominal
IP	- Índice Proteção
ISEP	- Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	- <i>International Organization Standardization</i>
kA	- Kiloampere
MEE-SEE	- Mestrado em Engenharia Eletrónica – Sistemas Eléctricos de Energia
NP	- Norma Portuguesa
NQ	- Nquadros – Montagem de Quadros Eléctricos, Lda
PDC	- <i>Panel Design Configurator</i>
QE	- Quadro Eléctrico
RTIEBT	- Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão
SA	- Sociedade Anónima
Un	- Tensão Nominal

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O presente relatório de estágio reflete o trabalho desenvolvido no estágio realizado no âmbito da dissertação do 2º ano de Mestrado em Engenharia Eletrónica – Sistemas Elétricos de Energia (MEE-SEE), do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

O referido estágio teve como tema “Metodologias evolutivas na produção de quadros elétricos”, e foi realizado na empresa Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos, Lda.

Tendo em consideração que cada vez é maior a importância e, por conseguinte, a preocupação dos utilizadores em conhecerem e acompanharem o estado das instalações elétricas, no que diz respeito à segurança dos utilizadores, à segurança das instalações, aos consumos energéticos e à qualidade de energia, torna-se necessário as mesmas serem dotadas de soluções de monitorização, aquisição e tratamento de dados.

Assim sendo, a complexidade das instalações elétricas, em geral, e dos quadros elétricos, por serem um ponto nevrálgico das instalações, em particular, é cada vez mais elevada, exigindo assim uma maior qualidade, funcionalidade, flexibilidade e fiabilidade aos mesmos, de quem os projeta e de quem os produz.

Exige-se cada vez mais conhecimentos técnicos, regulamentares, normativos e tecnológicos, assim como a procura de soluções adequadas às características e funcionalidade dos quadros elétricos e dos orçamentos disponíveis para a execução dos mesmos.

Assim, o atual processo de projeto, desenho, orçamentação, e produção de quadros elétricos suporta-se em ferramentas informáticas de apoio aos técnicos responsáveis.

Para validar a processo de montagem dos quadros elétricos tem que ser realizado um processo de verificação, que a nível visual e através da realização de ensaios e medições permita verificação o cumprimento da normalização aplicável ao fabrico dos mesmos.

A atividade de quadrista é, assim, de extrema responsabilidade, responsabilidade e exigência.

O presente trabalho pretendeu permitir ao aluno a especialização do seu conhecimento no âmbito da atividade de orçamentação, montagem e verificação de quadros elétricos.

1.2. MOTIVAÇÃO

O tema de trabalho surge como resultado da atividade profissional desenvolvida ao longo do estágio curricular que permitiu a elaboração do trabalho de dissertação de mestrado em contexto empresarial, na empresa Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos, Lda, sita na freguesia de Ferreira, cidade de Paços de Ferreira, distrito do Porto.

Por um lado, motivado pela identificação do aluno com a temática da orçamentação, montagem, eletrificação, ensaios, medições e certificação de quadros elétricos e, por outro lado, do surgimento da possibilidade de desenvolvimento do trabalho da dissertação em contexto empresarial, numa empresa com competência e conhecimento nessa área de atuação, disponível para contribuir para a formação do aluno, foi desenvolvido o presente trabalho, em contexto de estágio.

1.3. OBJETIVOS E PLANIFICAÇÃO DO TRABALHO

A realização do trabalho de dissertação tinha como principais objetivos:

- Realização do estudo da arte sobre a atividade “Quadrista”;
 - Quadros elétricos;
 - Análise de projetos e cadernos de encargos;

- Desenho do layout de quadros elétricos;
 - Orçamentação de quadros elétricos;
 - Montagem e eletrificação de quadros elétricos;
 - Ensaios e medições de verificação de quadros elétricos.
- Desenvolvimento de um processo interno para o ensaio e verificação de quadros elétricos;
 - Estudo caso;
 - Realização de um orçamento para a execução de um quadro elétrico;
 - Acompanhamento da execução de um quadro elétrico;
 - Realização dos ensaios e medições de certificação de um quadro elétrico.

O estágio curricular teve a duração de seis meses, com sessões presenciais na empresa de cinco dias por semana.

No desenvolvimento do trabalho foram realizadas as seguintes tarefas:

- A - Estudos referentes à temática dos quadros elétricos e da atividade de quadrista.
- B - Desenvolvimento de um processo interno para o ensaio e verificação de quadros elétricos.
- C – Estudo caso: Realização de um orçamento para a execução de um quadro elétrico
- D – Estudo caso: Acompanhamento da execução de um quadro elétrico
- E – Estudo caso: Realização dos ensaios e medições de certificação de um quadro elétrico
- F - Escrita da dissertação

O cronograma do trabalho desenvolvido no âmbito de dissertação é indicado na tabela 1.

Tabela 1 - Cronograma do trabalho a desenvolvido no âmbito da dissertação

Tarefa	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto
A	X				
B		X			
C		X	X		
D		X	X		
E		X	X		
F			X	X	X

1.4. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos, Lda, é uma empresa de montagem de quadros elétricos, que teve início de atividade em 2002 e localiza-se no concelho de Paços de Ferreira.

A empresa presta serviços técnicos especializados no âmbito da montagem, manutenção e serviços pós-venda de quadros elétricos [35].

A empresa é certificada pela Schneider Electric Portugal como fabricante de quadros elétricos até 4000 A. [1]

A figura 1 mostra o logotipo da empresa Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos, Lda.



Figura 1 - Logotipo da empresa Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos, Lda

A figura 2 mostra o certificado de qualidade de fabricante de quadros elétricos, atribuída pela *Schneider Electric* Portugal, para o fabrico de quadros elétricos até 4000 A, de acordo com a norma IEC 61439-1&2.



Certifica-se que a Empresa
We hereby certify that the Company

N-QUADROS – Montagem Quadros Eléctricos, Lda

tem demonstrado de uma forma continuada, capacidade e competência para fabricar os Quadros Eléctricos do Sistema Funcional Prisma, Sistema G, Prisma P até 1600 A, Prisma P até 3200 A e Prisma P4000, em conformidade com o guia técnico de montagem e instalação de quadros eléctricos da Schneider Electric, procedendo aos ensaios de rotina e respectivos registos de acordo com a norma de referência IEC 61439-1&2.

has shown a continuous manner ability and competence to assemble the Electrical Switchboards of the Functional System Prisma, System G, Prisma P up to 1600 A, Prisma P up to 3200 A and Prisma P4000, in compliance with the Switchboard Assembly and Installation Guide of Schneider Electric, proceeding to the routine tests and report in accordance with IEC 61439-1&2 standard.

Prisma Sistema G

Prisma P até 1600A

Prisma P até 3200A

Prisma P4000



Prisma System G

Prisma P up to 1600A

Prisma P up to 3200A

Prisma P4000

Schneider Electric Portugal, 19 Fevereiro 2018
Schneider Electric Portugal, February 19, 2018

Manuel Santinhos
Quality - PB Certification

João Rodrigues
Country Manager

Figura 2 - Certificado de Qualidade Schneider para o fabrico de quadros eléctricos até 4000 A, de acordo com a norma IEC 61439-1&2

1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente relatório encontra-se estruturado em sete capítulos, introdução, quadros eléctricos, atividade quadrista, desenvolvimento de um processo interno de verificação da conceção de quadros eléctricos, caso de estudo, desenvolvimento de uma aplicação informática de apoio à atividade de quadrista e conclusões.

No primeiro capítulo, no qual se insere este tópico, é apresentado a contextualização e motivação do trabalho a executar, bem como os objetivos a alcançar e a planificação e a organização do relatório propostos. É ainda feita a caracterização da empresa parceira no caso de estudo.

No segundo capítulo é feita uma abordagem geral ao quadro elétrico, abordando diversos conceitos, tais como, as suas funções e a sua composição.

No terceiro capítulo é apresentado o conceito de quadrista / orçamentista, abordando os projetos e cadernos de encargos, bem como desenvolvimento dos layouts dos quadros elétricos, passando pela orçamentação, preparação da obra e terminando na conceção, eletrificação e respetivos ensaios.

No quarto capítulo é desenvolvido um processo interno para verificação dos quadros elétricos.

O capítulo cinco contempla um caso de estudo onde foram aplicados os conhecimentos adquiridos, desde análises de projetos passando pela orçamentação até à sua conceção e respetivos ensaios.

O capítulo seis “desenvolvimento de uma aplicação informática de apoio à atividade de quadrista”, pretendendo que o objeto de certificação seja todo informatizado.

O capítulo sete, conclusões, são apresentadas as principais conclusões relativamente ao trabalho desenvolvido, é apresentada a relação entre o trabalho realizado e as principais unidades curriculares onde essa temática foi abordada.

São também apresentadas perspetivas de trabalho futuras de continuação e desenvolvimento do trabalho realizado no âmbito do presente trabalho.

2. QUADROS ELÉTRICOS

2.1. ASPETOS GERAIS

Hoje em dia, na concepção de projetos de edifícios, independentemente do fim a que se destinam, é fundamental a comunicação e interação da arquitetura com as diversas especialidades de engenharia, principalmente a engenharia civil, mecânica e a eletrotécnica.

No que a esta última diz respeito, seria impensável viver sem as condições de segurança, conforto e funcionalidade que a energia elétrica nos proporciona, quer seja a nível industrial, familiar ou de serviços.

Verifica-se assim uma constante evolução técnica, tecnológica e conceptual dos equipamentos e das instalações elétricas.

A necessidade de consumo de energia elétrica requer uma permanente evolução e regulamentação, que vá ao encontro das necessidades e realidades de cada um, no que se refere a materiais, equipamentos e conjuntos de aparelhagem (quadros elétricos).

Por definição, quadro elétrico é um conjunto de diversos aparelhos de proteção e manobra agrupados numa ou mais colunas adjacentes. Este deve ser assemblado de forma apropriada, de maneira a satisfazer os requisitos de segurança e cumprir as funções para as quais foi concebido.

Um quadro elétrico (QE) consiste num invólucro, denominado como “envolvente” pelas normas, tem uma função de suporte e proteção mecânica dos componentes que contém e da aparelhagem elétrica constituída pelos aparelhos, as conexões internas e os bornes de entrada e de saída para a instalação.

A Erro! A origem da referência não foi encontrada.3 mostra uma vista geral de um quadro elétrico de distribuição.



Figura 3 - Vista geral de um quadro elétrico de distribuição

2.2. ASPETOS REGULAMENTARES E NORMATIVOS

Uma condição obrigatória para que haja elevada qualidade na prestação de serviços é a uniformização de critérios. No que se refere aos quadros elétricos, esta uniformização, é conseguida pela existência de normas que definem os requisitos de projeto, produção e verificação da conformidade dos mesmos [12].

A norma NP EN 61439, que veio substituir a norma NP EN 60439, estabelece a referência normativa e comercial para o fabrico de quadros elétricos de baixa tensão bem como define e clarifica o tipo de verificações que devem ser realizadas pelas entidades envolvidas na conformidade final.

Ao ser cumprida, esta norma garante, em primeiro lugar, que os quadros elétricos e os seus constituintes obedecem a rigorosos critérios de segurança e, em segundo lugar, garante a satisfação das necessidades dos projetistas e utilizadores finais.

A norma encontra-se estruturada em sete partes:

Parte 1 - Regras gerais

Parte 2 - Conjunto de aparelhagens e potências

Parte 3 - Quadros de distribuição

Parte 4 - Conjunto para locais de construção

Parte 5 - Conjunto para redes de distribuição pública

Parte 6 – Sistemas de canalização elétricas pré-fabricadas

Parte 7 - Veículos elétricos

A segurança, a continuidade de serviço e a conformidade com os requisitos do utilizador final são os três principais objetivos da norma NP EN 61439.

- **Segurança**

Relativamente à segurança, esta verifica-se a nível do comportamento dos esforços elétricos face a sobretensões, da capacidade de transporte de corrente, da capacidade da resistência a

correntes de curto-circuito, da proteção contra choques elétricos e da proteção contra riscos de explosão/incendio.

- **Qualidade de serviço**

No que diz respeito à qualidade de serviço, esta verifica-se a nível da manutenção e capacidade de modificação e da compatibilidade eletromagnética.

- **Conformidade**

Por último, e no que concerne à conformidade com os requisitos do utilizador final esta verifica-se a nível da capacidade de operar a instalação elétrica, da capacidade de instalação em obra e da proteção contra influências externas/condições ambientais. [2]

Uma vez cumpridos todos os requisitos acima referidos, o QE encontra-se produzido conforme as normas aplicáveis e apto à entrada em exploração.

Para se desenvolver um QE é necessária a intervenção do fabricante de origem (a entidade responsável pela conceção, construção e verificação de todos os elementos constituintes do QE) e do fabricante do conjunto (quadrante; entidade responsável pela montagem do QE e pela verificação em conformidade com a norma NP EN 61439 [2]).

Conforme referido anteriormente a norma NP EN 61439 veio substituir a norma NP EN 60439, tendo imposto algumas alterações [3].

Na tabela 2 pretendemos demonstrar de forma sucinta, uma vez que não cabe no desenvolvimento deste trabalho a sua análise pormenorizada, as principais diferenças entre as normas NP EN 60439 e NP EN 61439.

Note-se que a principal alteração assenta na abrangência e na existência de requisitos de verificação no conjunto quadro elétrico (Norma NP EN 61439-1&2) [2].

Tabela 2 - Principais alterações entre a norma IEC 60439 [3] e a norma a NP EN 61439 [2]

NP EN 60439		NP EN 61439	
NP EN 60439-1	Conjuntos de series e conjuntos derivados de series	NP EN 61439-1 NP EN 61439-2	Regras gerais Conjunto de aparelhagem de potência
NP EN 60439-2	Sistemas de canalização elétricas pré-fabricadas	NP EN 61439-6	Sistemas de canalização elétricas pré-fabricadas
NP EN 60439-3	Quadros de distribuição	NP EN 61439-3	Quadros de distribuição
NP EN 60439-4	Conjuntos para obra	NP EN 61439-4	Conjunto para locais de construção
NP EN 60439-5	Conjunto para redes públicas	NP EN 61439-5	Conjunto para redes de distribuição pública
-	-	NP EN 61439-7	Veículos elétricos

Para além da norma NP EN 61439, existem outras normas relevantes no âmbito dos quadros elétricos. A tabela 3 mostra outras normas igualmente relevantes e que merecem destaque no âmbito dos quadros elétricos [8]:

Tabela 3 - Outras normas relevantes no âmbito dos quadros elétricos

Norma	Objeto
IEC 60529	Graus de proteção assegurados pelos invólucros (código IP)
IEC 62262	Graus de segurança assegurada pelos invólucros para equipamentos elétricos contra impactos mecânicos externos (código IK)
IEC 60898-1	Aparelhagem elétrica. Disjuntores para proteção contra sobrecorrentes para instalações domésticas e análogas. Parte 1: Disjuntores para funcionamento em corrente alternada
IEC 60947-2	Aparelhagem de baixa tensão. Parte 2: Disjuntores (Industrial)
IEC 61008-1	Interruptores diferenciais, sem proteção contra sobrecorrentes incorporado, para usos domésticos e análogos. Parte 1: requisitos gerais
EN 61009-1	Disjuntores diferenciais com proteção integrada contra sobrecorrentes para uso doméstico e análogos. Parte 1: Requisitos gerais

IEC 61140	Proteção contra choques elétricos. Aspectos comuns às instalações e aos equipamentos
-----------	--

Não menos importante no projeto, montagem e verificação quadros elétricos, é a observância das Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT), publicadas pela portaria nº 949-A/2006 de 11 de setembro, que estipula as regras para o projeto e para a execução das instalações elétricas, por forma a garantir o seu funcionamento e a segurança, tendo em conta a utilização prevista.

2.3. FUNÇÕES DOS QUADROS ELÉTRICOS

O quadro elétrico é um constituinte essencial da instalação elétrica, uma vez que este é responsável pela distribuição da energia elétrica pela instalação. Acresce também a função de garantir a segurança, dos utilizadores e das próprias instalações, contendo os dispositivos de proteção, de secionamento, de corte ou de ambos, dependendo da sua finalidade. Poderá ainda conter dispositivos de medição e análise da qualidade de energia.

O quadro elétrico de entrada, recebe energia elétrica de uma ou mais fontes de alimentação e realiza a distribuição para outros quadros parciais, ou mesmo a circuitos terminais, dependendo da arquitetura de distribuição de energia adotada na instalação.

Para a correta funcionalidade do QE é necessário que os aparelhos de proteção e comando estejam agrupados, pois são estes que controlam a instalação elétrica a jusante do QE, bem como as aparelhagens que dão conhecimento ao utilizador final do estado da instalação e o protegem contra riscos de acidente [8] [9] [13].

A existência de um espaço de reserva no QE permite a expansão do mesmo, consoante as necessidades do utilizador.

2.4. PRINCIPAIS ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UM QUADRO ELÉTRICO

Um quadro elétrico é um elemento complexo e com uma identidade própria, sendo que cada quadro deverá ser adaptado as características das instalações, às características dos circuitos e às exigências dos clientes.

Um quadro elétrico por norma é constituído por um ou vários módulos, independente do seu tamanho, sendo este constituído pelo invólucro, interruptor de corte geral, barramento, interruptores diferenciais, disjuntores, dispositivos de comando, dispositivos de interface e bornes.

Seguidamente serão apresentados e desenvolvidos os principais elementos equipamentos constituintes do QE.

2.4.1. Invólucro

O invólucro é o elemento que garante a proteção dos equipamentos contra certas influências externas e, em todas as direções, a proteção contra os contactos diretos.

Consiste numa estrutura metálica, de *polyester* ou plástica no formato de caixa ou acoplamento de caixa, que é utilizada para o alojamento de componentes elétricos.

Há também que ter em conta o ambiente a que se destina a instalação do quadro elétrico, bem como, a classe de isolamento do QE, é determinante para a seleção do material com que é fabricado.

A sua composição depende de alguns fatores, tais como corrente estipulada (I_n), Intensidade de curto circuito (I_{cc}) e o seu índice de proteção (IP) e das condições de serviço e das normas, sendo que a capacidade do material terá também alguma influência [14] [24] [31].

Estes invólucros necessitam para o seu funcionamento de espelhos opacos, espelhos e platines para aparelhos, espelhos e platines para aparelhos modelares e acessórios para a sua

finalização, sendo que o grau mínimo exigido para qualquer invólucro, independente do ambiente a que se destina, é IP2X [1].

A figura 4 mostra o interior do invólucro de um quadro elétrico, já com algum equipamento, e também o invólucro do quadro já concluído.



Figura 4 - Invólucro do quadro elétrico

A norma NP EN 62208 (especifica as definições, classificações, características e exigências de ensaios para os invólucros utilizados em conjuntos de aparelhagem) aplica-se aos invólucros vazios, antes da incorporação da aparelhagem pelo quadrista, de modo a garantir a sua conformidade.

2.4.2. Equipamentos de corte, comando e proteção

Dependendo do tipo de quadro e da sua utilização, são diversos os equipamentos que podem equipar os quadros elétricos.

De entre os principais podem-se destacar os seguintes:

2.4.2.1. Interruptores

O interruptor é um aparelho mecânico de conexão capaz de estabelecer, de suportar e de interromper correntes nas condições normais do circuito, incluindo, eventualmente, as condições específicas de sobrecarga em serviço [10].

Este aparelho é ainda capaz de suportar num tempo específico, correntes nas condições anormais específicas para o circuito, tais como as resultantes de um curto-circuito [RTIEBT]¹ [6].

Os interruptores são produzidos de acordo as normas NP EN 60669 para interruptores da gama doméstica, e pela norma NP EN 60947, partes 1 e 2, para interruptores de uso industrial

Quanto ao seu tipo de montagem os interruptores podem ser classificados nos seguintes tipos:

- Interruptores modulares
- Interruptores de caixa moldada
- Interruptor Aberto

A figura 5 mostra-nos um exemplo de um interruptor modular montado em calha simétrica

¹ Ver vocabulário internacional: 441-14-10



Figura 5 - Interruptor modular

Nos QE os interruptores são usados fundamentalmente com as seguintes funções:

- Interruptor de corte geral

É o dispositivo que liga ou desliga o circuito elétrico, sendo este usado nas entradas de rede, nos pontos intermédios, nas entradas de quadros elétricos, nas entradas de aparelhos e máquinas, em resumo, sempre que é necessário ligar ou desligar a energia elétrica.

Alguns destes dispositivos apresentam a possibilidade de instalação de bobines para que o seu corte geral possa ser feito à distância.

Na figura 6 mostramos dois interruptores de corte geral, a esquerda um interruptor três polos 1600 A, a direita um interruptor 400 A.



Figura 6 - Interruptor corte geral Schneider

- Comando de circuitos de iluminação

Este tipo de interruptores além de ter como finalidade ligar ou desligar a iluminação, normalmente podem ser usados para se fazer comando manual de outros dispositivos.

A figura 7 mostra um interruptor de comando de iluminação.



Figura 7 - interruptor modular

2.4.2.2. Disjuntores

Um disjuntor é um dispositivo eletromecânico que funciona como um interruptor automático destinado a proteger uma instalação elétrica contra possíveis danos causados por curto-circuito e sobrecarga elétrica, tendo como função detectar picos de corrente que

ultrapassem o adequado para o circuito, interrompendo-a imediatamente antes que cause danos à instalação elétrica [11].

Existe a possibilidade de rearmamento manual depois de uma ocorrência. A figura 8 mostra dois tipos de disjuntores.



Figura 8 - Disjuntor modular à esquerda e compacto à direita

Existem dois tipos de disjuntores: - do tipo industrial, que obedecem à norma IEC 60947; - do tipo doméstico, que obedecendo à norma IEC 60898, a tabela 4 faz a comparação entre os dois [32].

Tabela 4 - Características dos disjuntores de baixa tensão

Disjuntores de baixa tensão		
Características	Tipos	
Elétricas	Doméstico EN 60898	Industrial CEI 60947-2
Tensão estipulada - Un	$\leq 440V$	$\leq 1000V$
Corrente Estipulada - In	$In \leq 125A$	Não limitadas
Corrente de funcionamento	$1,45 \times In$	$1,05 \times In$
Corrente de não funcionamento	$1,13 \times In$	$1,30 \times In$
Regulação	Não	regulável
Disparo magnético	Curvas B – $3 \text{ a } 5 \times In$ C – $5 \text{ a } 10 \times In$ D – $10 \text{ x } 20 \times In$	Curvas do fabricante

Poder de corte Estipulado – pdc Poder de corte último - Icu	Pdc, $I_{cn} \leq 25 \text{ KA}$	Icu
Poder de corte em serviço - Ics	$I_{cn} \leq 6K_a \leq I_{cs} = I_{cn}$ $I_{cn} \leq 6K_a \leq I_{cs} = 0,75 \times I_{cn}$ $I_{cn} \leq 10K_a \leq I_{cs} = 0,75 \times I_{cn}$ $I_{cn} \leq 10K_a \leq I_{cs} = 0,50 \times I_{cn}$	$I_{cs} = \% I_{cu}$

2.4.2.3. Dispositivos diferenciais

A normalização dos interruptores diferenciais é realizada pela norma IEC 61008-1 e dos disjuntores diferenciais pela norma IEC 61009-1.

Os dispositivos diferenciais são dispositivos eletromecânicos que se instalam nas instalações elétricas, com a finalidade de proteção das pessoas contra contatos diretos e indiretos [33].



Figura 9 – Bloco diferencial para disjuntor compacto (à esquerda) e bloco diferencial para disjuntor modular (à direita)

O seu princípio de funcionamento baseia-se na deteção da corrente diferencial residual das correntes dos condutores ativos de uma canalização elétrica, quando é detetada uma corrente residual acima do limiar de funcionamento, este abre o circuito [16].

Nos disjuntores diferenciais distinguem-se dois tipos, interruptor diferencial (ID) e disjuntor diferencial, sendo que o primeiro apenas possui um relé diferencial, enquanto o disjuntor diferencial para além deste, possui ainda relés de sobrecarga e de intensidade.

A figura 10 ilustra esses dispositivos diferenciais.



Figura 10 - Interruptor diferencial (à esquerda) e bloco diferencial (à direita)

2.4.2.4. Dispositivos de comando

Estes dispositivos, tais como contactores, telerruptores, automáticos de escada, são dispositivos para comandos de iluminação.

A figura 11 mostra-nos alguns dispositivos de comando.



Figura 11 - Dispositivos de comando, contadores, telerruptores e inversores

2.4.2.5. Dispositivos de Interface

Por questões de exploração estes dispositivos podem ser acedidos tanto local como remotamente e a sua utilização tem vindo a crescer, em especial pela sua fiabilidade e informação.

Estes dispositivos existem não só para analisar a rede elétrica, mas também para promover a interação com o utilizador, sendo eles analisadores de energia, amperímetros, voltímetros, micrologic e consolas.

A figura 12 mostra-nos dispositivos de interface e dispositivos de comando que comunicando entre si por cabo de rede, que fornecem informação importante ao utilizador.



Figura 12 - Dispositivos de interface e comando

2.4.3. Materiais

2.4.3.1. Barramentos

Os barramentos são condutores de baixa impedância, aos quais vários circuitos elétricos podem ser ligados separadamente [21].

Num quadro elétrico temos dois tipos de barramentos:

- Barramento principal

Neste barramento são ligados todos os circuitos de saída do quadro elétrico, sejam circuitos parciais ou terminais, estes podem ser fabricados ou pré-fabricados.

- Sub-barramento

Este tipo de sub-barramentos de distribuição ligados ao barramento principal, que tem como função fornecer energia a diversos dispositivos de saída.

Na figura 13 mostramos um barramento principal em forma de M.



Figura 13 - Barramento principal, pré-fabricado

Estes barramentos podem ser fabricados em barras de cobre ou pré-fabricados utilizando duas ligas metálicas, cobre e alumínio, atuando este como dissipador.

Os barramentos pré-fabricados são usados quando os quadros são de potência maior.

As barras de cobre podem levar um banho de estanho de forma a evitar a sua oxidação e consequentemente não tornar o cobre mais escuro.

Recentemente tem surgido no mercado, por parte de alguns fornecedores de material elétrico, uma gama de barras em alumínio com uma faixa de contacto em cobre de robustez elevada, para garantir a qualidade e fiabilidade das ligações [25] [34].

Na figura 14 podemos visualizar diferentes tipos de material para execução de barramentos e barramentos: barras de cobre, barras de cobre e alumínio, bem como barramentos.

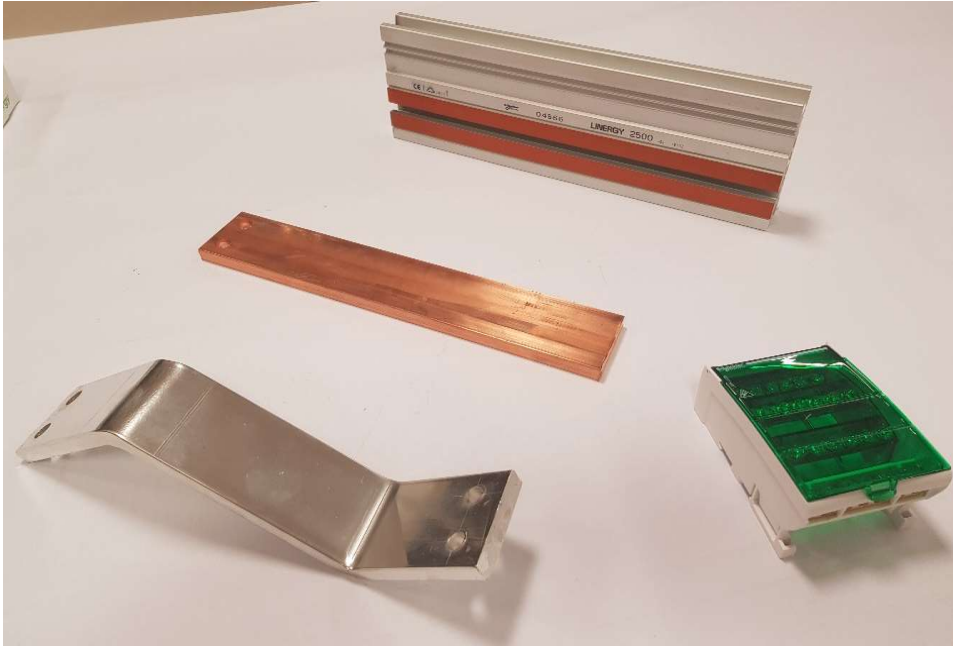


Figura 14 - Barramento *linergy*, barramentos modulares e barra de cobre com e sem banho de estanho

2.4.3.2. Isoladores

Os isoladores são dispositivos destinados a isolar eletricamente e a manter mecanicamente um equipamento ou condutores submetidos a potenciais elétricos diferentes.

Uma vez que os suportes isolantes têm a função de fixar os barramentos à estrutura do quadro e garantir a distância ideal de isolamento entre as mesmas, a sua escolha na instalação dos barramentos dentro do invólucro é crucial [1] [20].

Este facto figura-se importante uma vez que em funcionamento normal as barras poderão sofrer esforços térmicos e eletrodinâmicos, sendo necessário por isto manter uma distância de segurança.

A figura 15 ilustra os isoladores fixos horizontais e verticais no QE.



Figura 15 - Barramento fixo com isoladores Schneider

2.4.3.3. Bornes

Os bornes são partes condutoras de um dispositivo destinado para a conexão elétrica com circuitos externos [13].

Num quadro elétrico com muitos circuitos terminais é essencial que tenha bornes de ligação devidamente marcados de forma a garantir que a sua ligação seja feita corretamente.

A figura 16 mostra uma régua de bornes cablada e marcada para a ligação dos cabos de saída.

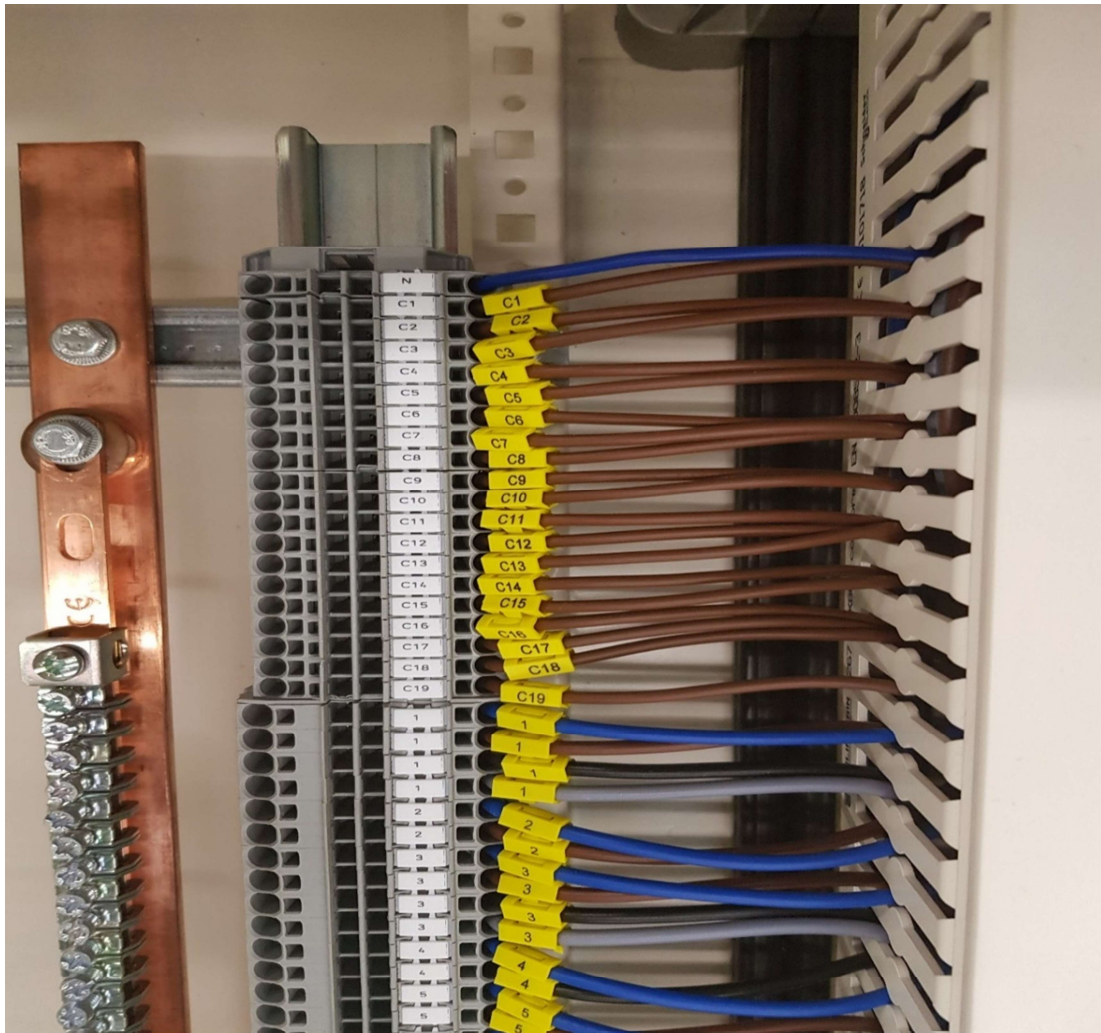


Figura 16 - Régua de bornes de saída para ligação dos cabos elétricos

2.5. PRINCIPAIS CARATERÍSTICAS DE PROJETO

Aquando do projeto de um quadro elétrico e atendendo às caraterísticas do mesmo, as influencias externas do local onde vai ficar instalados quadros elétricos apresentam um conjunto de caraterísticas, dentro as quais se destacam como mais relevantes a classe de isolamento, o índice de proteção, a corrente de curto-circuito e a ventilação o que permite fazer deles instrumentos eficientes no desempenho das suas funções e seguros para quem neles opera [17].

2.5.1. Classe de isolamento

A norma IEC 61140 estabelece as classes de isolamento que asseguram a proteção do operador do quadro elétrico, pois é sabido que podem existir efeitos nefastos para as pessoas que o manuseiam, quer direta quer indiretamente.

Essas classes de isolamento determinam a classificação dos equipamentos, em relação à proteção contra choques elétricos.

A Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) disponibiliza um documento de esclarecimento com o título “Classes de Isolamento em Quadros Elétricos” com o intuito de acautelar a segurança dos cidadãos [7] [23].

No que a este assunto diz respeito, devemos ainda ter em atenção o que está descrito nas secções 412 e 413 do RTIEBT [4]. Nestas, estão especificados os diversos métodos de conceção de uma instalação elétrica de forma a garantir a proteção contra contatos diretos e indiretos, respetivamente.

Relativamente ao perigo de contatos diretos, as partes ativas da instalação devem ser completamente revestidas por um isolamento, que possa ser apenas removível por destruição; para os outros equipamentos, a proteção deve ser efetuada por um isolamento resistente a mecanismos de natureza mecânica, química, elétrica e térmica.

No que diz respeito ao perigo de contatos indiretos, deve existir um dispositivo de proteção que separe de forma automática o circuito ou equipamento de alimentação, caso eventualmente haja um defeito entre uma parte ativa e uma massa [15].

Este pressuposto tem como objetivo impedir que tensões de contacto presumidas superiores as tensões-limite convencionais, entre partes condutoras simultaneamente acessíveis, se mantenham por tempo suficiente para criar riscos de efeitos nocivos às pessoas.

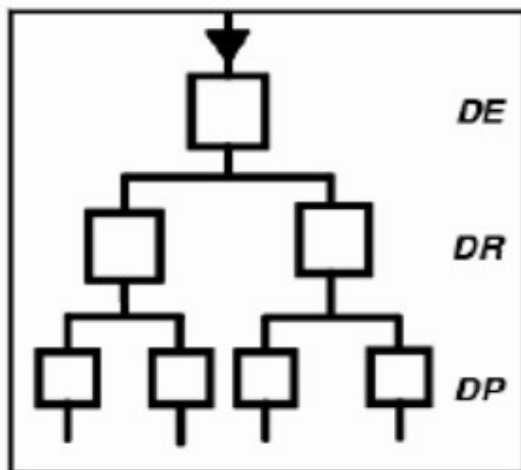
Na tabela 5 são mostradas as classes de isolamento contra choques elétricos admitidas para os equipamentos elétricos instalados nos conjuntos de aparelhagem [4].

Tabela 5 - Classes de Isolamento do conjunto quadro elétrico em função da classe de isolamento do invólucro e dos equipamentos

Classe do conjunto	Natureza do invólucro	Classes dos equipamentos colocados	
		No interior do invólucro	Sobre o invólucro
II	Isolante	I (1), II, III	II, III
	Metálico não ligado à terra	I (2), II, III	II, III
I	Metálico ligado à terra	I, II, III	I, II, III

(1) – Não ligado à terra, exceto por razões funcionais
 (2) – Apenas se for separado das partes metálicas dos invólucros por um isolamento suplementar e os equipamentos não forem ligados à terra

Nas figuras 17, 18 e 19 mostram-se, esquematicamente exemplos de quadros de distribuição da classe II, com invólucro isolante ou com invólucro metálico e da classe I [4].



DE – Disjuntor de entrada, não diferencial

DR – Dispositivo diferencial (no esquema TT)

DP – dispositivo de proteção contra sobrecorrentes (fusível ou disjuntor)

Figura 17 - Quadro de distribuição da classe II, com Invólucro isolante

Não é necessária qualquer medida especial, dado que o quadro é de invólucro isolante.

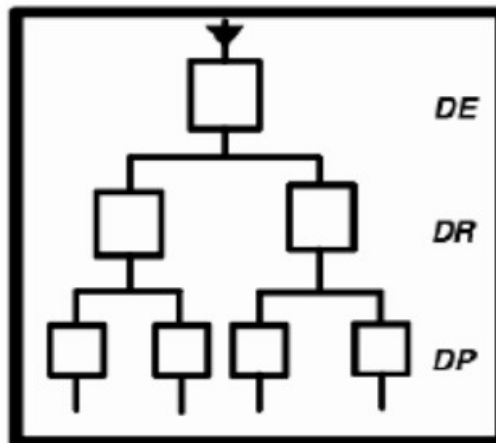


Figura 18 - Quadro de distribuição da classe II, com invólucro metálico

O invólucro metálico não deve ser ligado a terra. Os equipamentos que não tenham duplo isolamento ou isolamento reforçado devem ser separados do invólucro metálico por um isolamento suplementar.

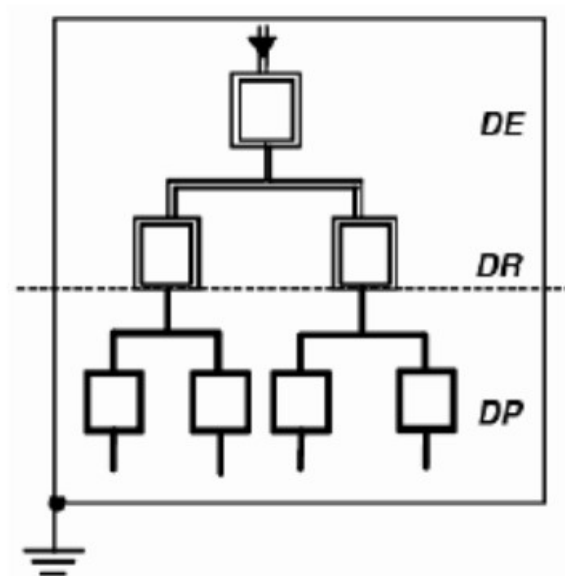


Figura 19 - Quadro de distribuição classe I

O invólucro metálico deve ser ligado à terra. Os equipamentos colocados acima da linha tracejada (parte situada a montante dos terminais de saída dos dispositivos DR) devem satisfazer uma das condições seguintes:

- Serem classe II;

- Serem dotados de isolamento suplementar durante a instalação;
- Serem separados do invólucro metálico por um isolante suplementar

2.5.2. Índice de proteção

A norma NP EN 60529 [14], define um código composto por dois dígitos que caracteriza o grau de proteção *Internacional Protection* (IP) contra múltiplos fatores, como por exemplo o acesso a partes perigosas, penetração de corpos sólidos estranhos e a infiltração de água.

Esta norma afigura-se importante dado ser necessário definir um índice de proteção para que o quadro possa resistir devidamente ao ambiente onde está inserido e seja garantida a segurança quer da aparelhagem instalada quer do operador.

IP XY

Sendo que o primeiro (X), caracteriza a proteção de pessoas e equipamentos contra a penetração de corpos sólidos estranhos. O segundo (Y), caracteriza a proteção contra a infiltração de água, com efeitos nocivos.

Na figura 20 indica os códigos de proteção contra a penetração de corpos sólidos e líquidos [24].



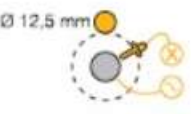

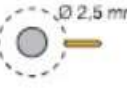

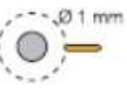
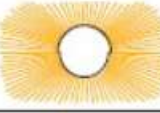
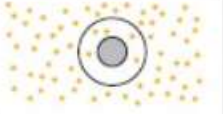


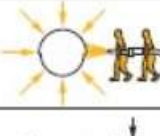
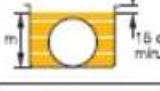
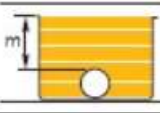
1º algarismo proteção contra penetração de corpos sólidos			2º algarismo proteção contra penetração de líquidos		
IP	Testes		IP	Testes	
0		Sem proteção	0		Sem proteção
1		Corpos sólidos superiores a 50 mm (ex.: contatos involuntários da mão)	1		Quedas de gotas de água (condensação)
2		Corpos sólidos superiores a 12,5 mm (ex.: dedos da mão)	2		Quedas de água de até 15° de inclinação
3		Corpos sólidos superiores a 2,5 mm (ex.: chave de fenda, fios)	3		Chuva de até 60° de inclinação
4		Corpos sólidos superiores a 1 mm (ex.: ferramentas finas, pequenos fios)	4		Projeção de água de qualquer direção
5		Poeira e areia (sem depósito prejudicial)	5		Jato de água de qualquer direção (ex.: mangueira de bombeiro)
6		Totalmente protegido contra poeira	6		Projeção de água semelhante a vaga do mar
			7		Imersão
			8		Imersão prolongada sob pressão

Figura 20 - Códigos de proteção contra a penetração de corpos sólidos e líquidos

2.5.3. Refrigeração

A refrigeração de um quadro elétrico é essencial para assegurar o seu bom funcionamento de um quadro elétrico bem como para garantir vida útil dos equipamentos e materiais que o constituem.

Tendo em conta que temperaturas superiores às admitidas pelos materiais e equipamentos no interior do quadro elétrico podem originar disparos intempestivos das proteções e consequentemente o seu mau funcionamento e a possibilidade de deterioração de alguns dos

seus equipamentos e/ou do próprio QE, conclui-se que a ventilação do mesmo é fundamental.

A ventilação dos quadros elétricos pode ser realizada de duas formas distintas:

- Ventilação natural

Pela via natural (preferencial) pois é mais facilmente garantida e económica.

A ventilação natural é garantida através de abertura no quadro, as quais devem ser compatíveis com o grau de proteção, permitindo uma convecção natural, estas aberturas devem ser periodicamente inspecionadas, pois não podem ser obstruídas.

A figura 21 mostra um exemplo de ventilação natural feita através de grelhas.



Figura 21 - Ventilação Natural através de grelhas

- Ventilação mecânica

Pela ventilação forçada, se a natural não for suficiente ou se for exigido um índice de proteção para o QE que implique uma solução mecânica;

O mecanismo de ventilação forçada é utilizado quando o quadro elétrico se encontra com uma grande taxa de ocupação, o que pode originar temperaturas interiores elevadas. Este mecanismo recorre a soluções mecânicas, ou seja, pode ser feita por permutação de ar (permutador de calor ar / ar, aplicado quando a temperatura exterior é inferior à temperatura do quadro, em ambientes com poeiras e óleos), ou através de ventilador ou de ar condicionado.

A figura 22 mostra um exemplo de uma ventilação mecânica através de colocação de ventiladores.



Figura 22 - Ventilação Mecânica através de ventilador

2.5.4. Corrente de curto-circuito

Para que um QE consiga fazer face aos efeitos térmicos e eletrodinâmicos que possam ser gerados por correntes de curto-circuito (CC) [2] e para que os dispositivos de proteção no interior de quadro possam ter a capacidade de os interromper, é necessário definir uma corrente de curto-circuito máxima no local de instalação do mesmo.

A possibilidade de surgirem correntes anormais concomitantemente com defeitos de isolamento, é uma situação que pode originar curto-circuitos nas instalações elétricas.

Isto obriga a que haja uma prevenção de acidentes através do dimensionamento de proteções, as quais têm como objetivo a segurança quer do utilizador quer do equipamento.

As correntes de curto-circuito definem-se como correntes anormais, originadas através de valores de corrente acima da estipulada, as quais resultam de um défice de impedância desprezável entre condutores ativos que apresentam normalmente uma diferença de potencial.

A intensidade de um CC deve ser calculada para os diferentes níveis da instalação, para que se possam determinar as características do equipamento de proteção uma vez que este devem ser capazes de suportar ou cortar a corrente anómala.

As consequências de um curto-circuito estão na dependência da natureza e duração dos defeitos, do local da instalação afetada e da amplitude da corrente anómala e podem traduzir-se pela degradação dos isolamentos, pela fusão dos condutores ou em casos mais graves levar à eclosão de um incêndio.

Pelo descrito, pode-se inferir a importância de escolher e regular convenientemente o dimensionamento das proteções.

Apresentam-se de seguida alguns exemplos de quadros elétricos, quer sejam quadros elétricos sob a forma de quadros de distribuição ou quadros de automação e comando.

2.6. EXEMPLOS DE QUADROS ELÉTRICOS

2.6.1. Quadros de distribuição

Como exemplo de um quadro de distribuição, apresenta-se um quadro realizado para uma indústria alimentar.

O quadro é composto por 6 estruturas com associadas entre si, perfazendo um total de 3300x2000x1000 mm. A alimentação ao quadro é realizada através de canalização pré-fabricada, a partir do quadro geral de baixa tensão do posto de transformação da instalação.

O quadro tem as seguintes características principais:

- $I_n = 4000 \text{ A}$
- Classe de isolamento: Equivalente classe II
- IP 30 IK 04
- $I_{cc} = 50 \text{ kA}$

A figura 23 mostra uma vista geral do quadro.



Figura 23 - Quadro de distribuição

Na tabela 6 é feita a descrição dos principais elementos que compõem o QE ilustrado na figura 23.

Tabela 6 - Descrição do quadro elétrico

Nº	Descrição
1	Disjuntor 4000A
2	Disjuntor 3200A
3	canalização pré-fabricada 4000A
4	Estrutura
5	Disjuntores 800A Bateria de condensadores
6	Controlador
7	Chapa de características do quadro

A figura 24 ilustra a ligação com canalização pré-fabricada de ligação do Quadro Geral de Baixa Tensão do posto de transformação ao quadro elétrico.



Figura 24 – Pormenor da canalização pré-fabricada de alimentação ao quadro

2.6.2. Quadros de automação e comando

Os quadros de automação e comando são bastante distintos dos quadros de distribuição.

Como exemplo de um quadro de automação, apresenta-se um quadro de automação e comando do sistema de frio, desenvolvido para uma indústria alimentar.

Este quadro é alimentado por o quadro representado na figura 23 e é constituído por 8 quadros acoplados entre si que perfazem uma dimensão total de 8000x2000x500 mm.

O quadro tem como características principais:

- IP55, IK10
- $I_{cc} = 50 \text{ kA}$,

O quadro é dotado de interruptor de corte geral, disjuntores, variadores, autómatos e uma consola, destinada à gestão de todo o sistema de frio da indústria.

A figura 25 mostra uma vista geral do quadro de comando.



Figura 25 - Quadro de Comando (Controlo do frio de uma indústria alimentar)

2.7. O CONCEITO SMART PANEL

Sendo cada vez mais premente a necessidade de diminuir os consumos de energia e a redução das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera, é lógico deduzir que a eficiência energética e a gestão da energia são dois conceitos chave a pôr em prática, quer a nível de infraestruturas empresariais, quer a nível dos utilizadores particulares.

Tudo isto deve ser elaborado sem que haja comprometimento do conforto, funcionalidade, flexibilidade e segurança dos utentes e das instalações.

Com efeito, e após ter sido elaborado o Protocolo de Quioto, a consciência relativamente à necessidade da diminuição da emissão de gases com efeito estufa foi crescendo. Neste sentido, foram elaborados vários normativos específicos que foram sendo postos em prática a nível europeu.

A necessidade crescente de alteração a tecnologia existente no sentido de melhorar a eficiência energética, levou a que se criasse a tecnologia Smart Panel.

Este é um conceito da tecnologia quadro elétrico inteligente e constitui uma mais valia ao nível da comunicação.

Este tipo de quadros possui um modo de conceção semelhante ao já descrito, mas integra diferentes dispositivos com novas funcionalidades, que permite a troca de informação e comunicação, convertendo o quadro elétrico num sistema que agrupa proteção, supervisão, controlo, armazenamento e manutenção preventiva, levando assim a um controlo mais eficaz dos gastos de energia bem como a uma monitorização constante.

O *Smart Panel* surgiu como uma tecnologia de auxílio para a medição, comunicação e gestão de uma instalação e conta com uma vasta gama de dispositivos

O sistema consegue, através de um contador de energia, recolher informações relativas aos consumos da instalação; através de contadores de água e gás, o sistema consegue recolher informação relativa aos consumos de água e gás e através de sensores de temperatura consegue ainda fazer a leitura (recolha de informação) da temperatura exterior.

Apenas a exibição do consumo da energia pode ser feita tanto local como remotamente. Os dados registados pelos contadores e pelos sensores apenas estão acessíveis nos dispositivos conectados à rede de comunicação da instalação. Os dispositivos que monitorizam as proteções executam à distância as funções de abrir e fechar o circuito, rearmar o disjuntor, sinalizar o seu estado (aberto ou fechado) e detetar a presença de defeito.

Os dispositivos que controlam remotamente as cargas apresentam-se como auxiliares de contatos ou auxiliares de telerruptor: tendo como função o controlo de ambos e indicar o estado dos mesmos.

Quanto à sua comunicação, esta é estabelecida através de diferentes interfaces, que fornecem o acesso aos dados através de rede Modbus e Ethernet, sendo que o protocolo Modbus é usado dentro dos quadros elétricos entre os diversos componentes.

O protocolo Ethernet, por cabo ou por wifi, é usado no interior dos edifícios para a ligação dos computadores, tablet ou smartphones.

É usada ainda a tecnologia de transmissão digital de dados via rede telefónica ou a tecnologia *General Packet Radio Service* (GPRS) para o acesso à instalação, por parte do utilizador.

Outro modo de monitorização e controlo é através de um computador com browser na web: os diferentes componentes da gama Enerlim'X contêm páginas web de monitorização que, caso haja necessidade, geram notificações e emails automáticos na deteção de anomalias na rede.

Através dessas páginas o cliente tem a capacidade de monitorização e de acompanhar os seus consumos, o que se reveste de grande importância para a sua otimização [5] [22].

3. ATIVIDADE DE QUADRISTA

3.1. ASPETOS GERAIS

O quadrista é a entidade que executa o quadro elétrico conforme os esquemas elétricos, que auxilia na manutenção e revisão de quadros, tendo por base informação de forma a garantir todos os regulamentos.

Ao quadrista exige-se cada vez mais conhecimentos técnicos, regulamentares, normativos e tecnológicos, assim como a procura de soluções adequadas às efetivas características e propósitos dos quadros elétricos e dos orçamentos disponíveis para a realização dos mesmos, desenvolvendo-se a atividade de quadrista suportada em ferramentas informáticas, nomeadamente de apoio à orçamentação e à elaboração dos quadros elétricos.

A atividade de quadrista depende de vários fatores tais como, a marca que se faz representar, a política empresarial e o consumidor final.

Sendo um quadrista o profissional mais vocacionado para a arte da execução, este tem de ter um conhecimento vasto dos produtos das diversas marcas que estão presentes no mercado.

O quadrista ao ler o esquema elétrico tem de ter uma capacidade de autocritica, avaliando assim se o que vai produzir está bem executado.

Acontece por vezes que alguns projetos devido à rapidez com que são executados aparecem com alguns erros, sendo esses projetos executados por desenhadores e não projetistas, quando assim se verifica deve ser corrigido e enviado para aprovação.

Verifica-se que em pequenas e médias empresas o quadrista é também o orçamentista, tendo assim uma visão real dos componentes que são necessários para a elaboração de quadros elétricos, tendo uma vasta formação na área dos *softwares*, assim orçando os quadros elétricos nas marcas exigidas pelos cadernos de encargos.

Nessa situação o quadrista tem uma visão mais abrangente do que alguém que só trate da orçamentação ou só da montagem do quadro elétrico, possuindo uma maior perceção dos

tempos que necessita para a elaboração do quadro elétrico e ainda tem a noção dos espaços necessários que os quadros necessitam para a ligação dos cabos elétricos de saída.

As principais atividades dos quadrista podem ser agrupadas nas seguintes:

- Análise de projetos e caderno de encargos
- Desenho de layouts
- Orçamentação
- Preparação de obra
- Montagem e eletrificação
- Verificação e certificação
- Embalagem e expedição

Seguidamente será exposto em que consiste cada um adas tarefas anteriormente referidas.

3.2. ANÁLISE DE PROJETOS E CADERNO DE ENCARGOS

Quando a empresa tem acesso a um pedido de cotação, é fornecido por parte da empresa contratante, documentos, projeto elétrico, entre outros, para que o processo seja analisado pelo orçamentista.

É de extrema importância para o orçamentista ler o caderno de encargos, garantindo assim que cumpre todos os requisitos exigidos pelo projetista e de que também estará a concorrer em pé de igualdade com os seus concorrentes.

Em geral o projeto elétrico está estruturado nas seguintes partes principais:

- Memória descritiva
- Memoria justificativa

- Especificações técnicas
- Peças desenhadas
- Condições jurídicas.

É fundamental para o orçamentista, antes de iniciar a elaboração do orçamento, analisar todos os documentos do processo.

A análise do projeto é fundamental para o orçamentista calcular o orçamento dos quadros elétricos. Esta deve ser efetuada com especial atenção nos quadros principais, uma vez que estes géneros de quadros por vezes ficam com tamanho superior a sala técnica onde serão inseridos.

3.3. DESENHO DE LAYOUTS

Para fins de orçamentação o *layout* do quadro é de extrema importância, pois auxilia na conceção e execução do orçamento, assim como na conceção do quadro elétrico e fornece as informações necessárias ao instalador relativas à sua dimensão.

Estes devem ser enviados, após adjudicação, ao responsável da obra para aprovação.

O *layout* é desenvolvido a partir do *software* de cálculo dos quadros elétricos, tendo este que respeitar os critérios descritos tanto na memória descritiva, como nos esquemas elétricos, havendo ainda a possibilidade destes serem exportados para *autocad* e serem trabalhados de outra forma, caso o cliente assim o exija.

Relativamente aos quadros de comando, estes a maior parte das vezes chegam para orçamentação sem o *layout*, tornando-se assim difícil saber o tamanho necessário para a sua implementação, obrigando o próprio orçamentista a executar o *layout* para poder fazer o orçamento.

Existindo softwares para este género de quadros, é possível e exequível fazer esse estudo através de *autocad*, tornando-se assim menos dispendioso.

A figura 26 mostra um exemplo de um *layout* de um quadro, executado em *autocad*.

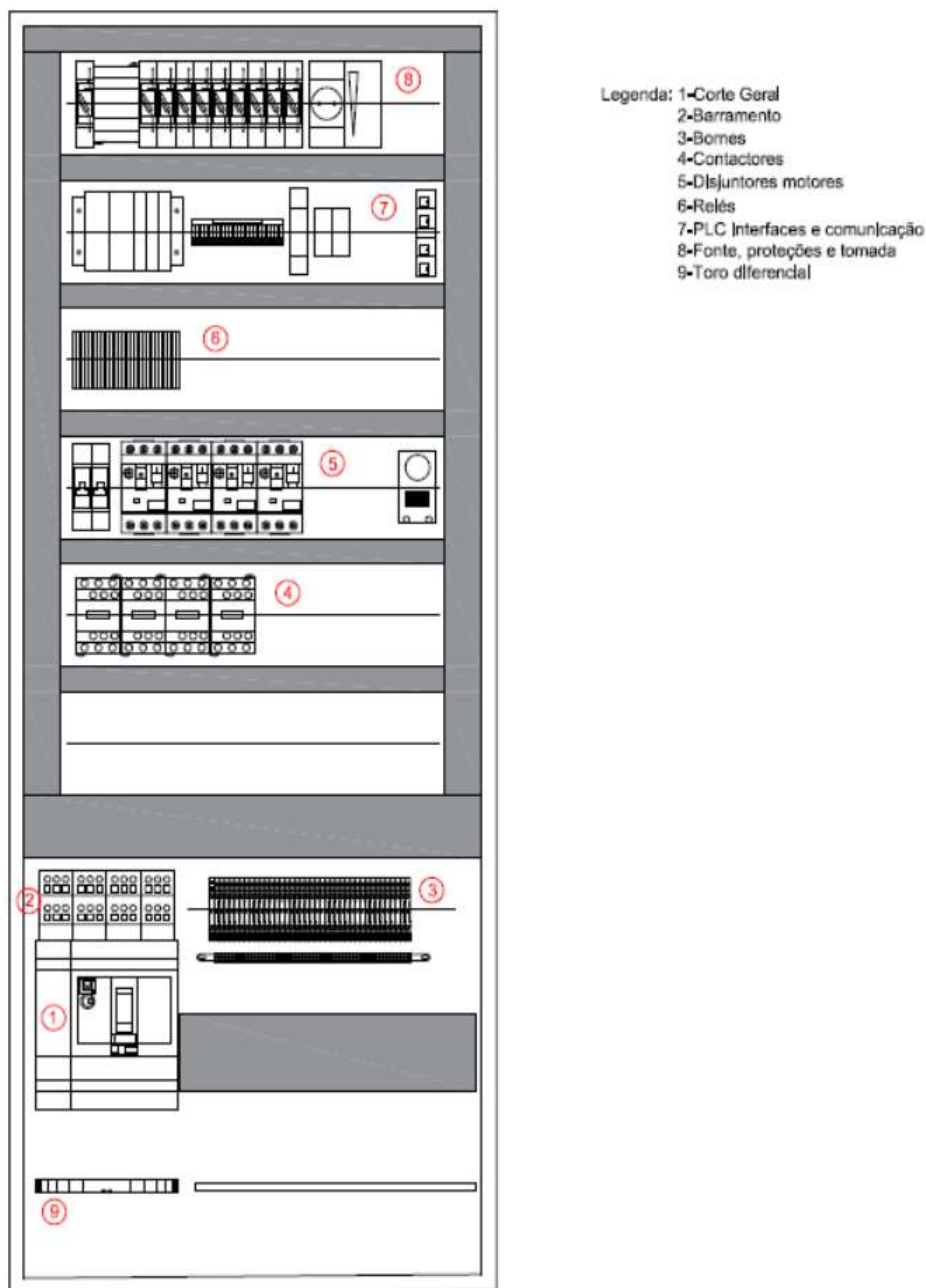


Figura 26 - Layout elaborado no autocad

O *layout* é uma parte importante do processo e deve sempre acompanhar o quadro elétrico. Sempre que haja uma modificação ao quadro, este deve ser revisto e enviado ao cliente para este colocar no quadro, tornando assim mais fácil ao orçamentista orçar uma futura intervenção, porque sabe sempre o espaço de reserva que tem ou, se necessário, acrescenta um novo módulo ao quadro elétrico.

Existem *softwares*, normalmente disponibilizados pelos fabricantes de equipamentos, que permitem a realização dos *layouts* dos quadros elétricos. Os softwares apenas permitem a utilização de equipamentos e materiais dos respetivos fabricantes, o que por vezes pode ser um fator de restritivo na definição do quadro.

A figura 27 mostra-nos um exemplo de um *layout* de um quadro elétrico de distribuição realizado com recurso ao *software* “QE Building”.

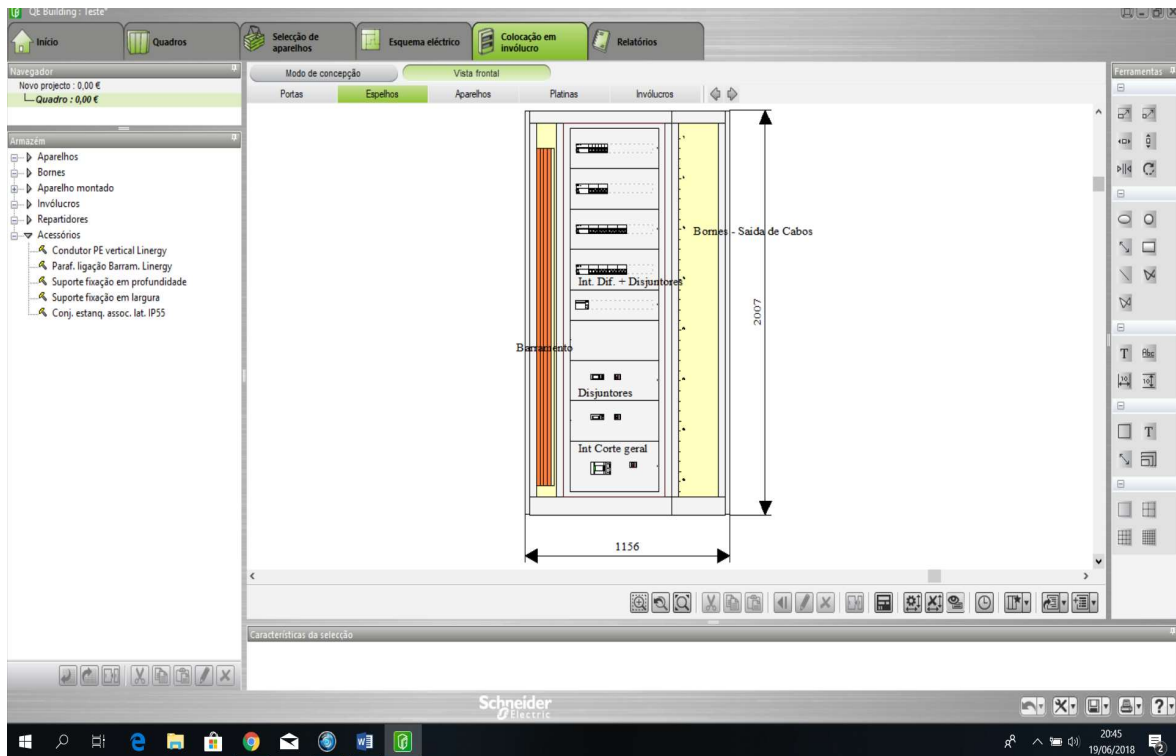


Figura 27 - Layout do quadro elaborado a partir do *software* “QE Building”

Podemos verificar através do *layout* a dimensão do quadro elétrico, o corte geral citado abaixo do quadro, à esquerda deste está o barramento que alimenta todas as saídas desde disjuntores compactos, disjuntores modulares a interruptores diferenciais.

À direita podemos verificar que existe uma gane para a ligação e saída dos cabos. Estes podem ser a alimentação de outros quadros e de circuitos terminais, tais como, iluminação, tomadas, entre outros.

A partir do *software* exportamos o *layout*, mas é possível executar o esquema elétrico, sendo que na maioria dos casos, não é necessário porque o esquema elétrico é-nos fornecido.

Quando este não nos chega, é executado e enviado ao cliente juntamente com o *layout* para sua aprovação.

3.4. ORÇAMENTAÇÃO

Orçamento é o nome dado ao cálculo ou avaliação especulativa de um serviço ou do custo de um empreendimento. A realização do orçamento é de extrema importância pois é dele que depende a adjudicação ou não de um trabalho, assim como a margem de lucro obtida na realização desse mesmo trabalho.

A definição de orçamento leva em consideração duas principais características, ficando a receita e a despesa, sendo a primeira o valor arrecadado ou disponível e a segunda o valor a ser gasto para a manutenção ou conclusão de um serviço ou projeto.

O conceito de orçamento está sempre presente na nossa vida cotidiana quer seja a nível pessoal, privado ou público.

O projeto do quadro elétrico necessita de estar elaborado uma vez que constitui a linha orientadora para a realização do orçamento.

A orçamentação manual, atualmente em desuso, deu lugar à orçamentação realizada com o apoio de *software* específico operado por pessoal qualificado.

O desenvolvimento tecnológico em resposta as exigências do mercado atual, fez com que o ato de orçar esteja hoje em dia bastante agilizado e simplificado, o que veio contribuir para a redução das horas de trabalho necessárias para a realização de um orçamento.

Resultando tudo isto em última instância numa maior rentabilidade empresarial permitindo maior credibilidade no que concerne ao trabalho elaborado, maior confiança por parte dos clientes e mais sucesso no mercado empresarial.

Como exemplos de programas informáticos para orçamentação empresarial temos o *software* PDC, criado e usado pela empresa ABB [36], o *software* Hagercad.P V4.2 [37] e o *software* QE Building da Schneider Electric [38].

Seguidamente será explicado o funcionamento do *software* QE Building da Schneider Electric, pois este é o software mais utilizado na empresa, uma vez que a mesma se encontra certificada pela Schneider Electric para a produção de quadros.

O QE Building é um *software* capaz de fazer uma recriação virtual do quadro elétrico, a partir do esquema elétrico realizado pelo projetista.

Para além de permitir a tarefa de orçamentação, o programa fornece também os documentos necessários para elaborar o orçamento, permite a criação do *layout* do quadro elétrico, consegue criar notas de encomenda dos produtos e permite escolher os dispositivos, quer sejam ou não Schneider Electric, a partir de um catálogo eletrónico.

No fim de todo o processo de orçamentação, o QE Building disponibiliza os resultados obtidos nos formatos Excel, *autocad* e impressão em pdf, sendo possível a impressão quer do diagrama, quer da nota de encomenda, permitindo ainda que os resultados em formato Excel possam ser modificados em função das necessidades.

De seguida podem ser visualizados alguns passos para a elaboração de um orçamento. Este começa com a escolha da marca definida na memória descritiva.

Se esta não for um critério do projeto, é elaborado pelo critério do orçamentista, começando com o nome da obra, o nome do quadro, a sua intensidade nominal, a intensidade de curto-circuito, o índice de proteção, a sua tensão nominal, a percentagem de reserva, entre outros critérios, como se pode verificar pela figura 28.

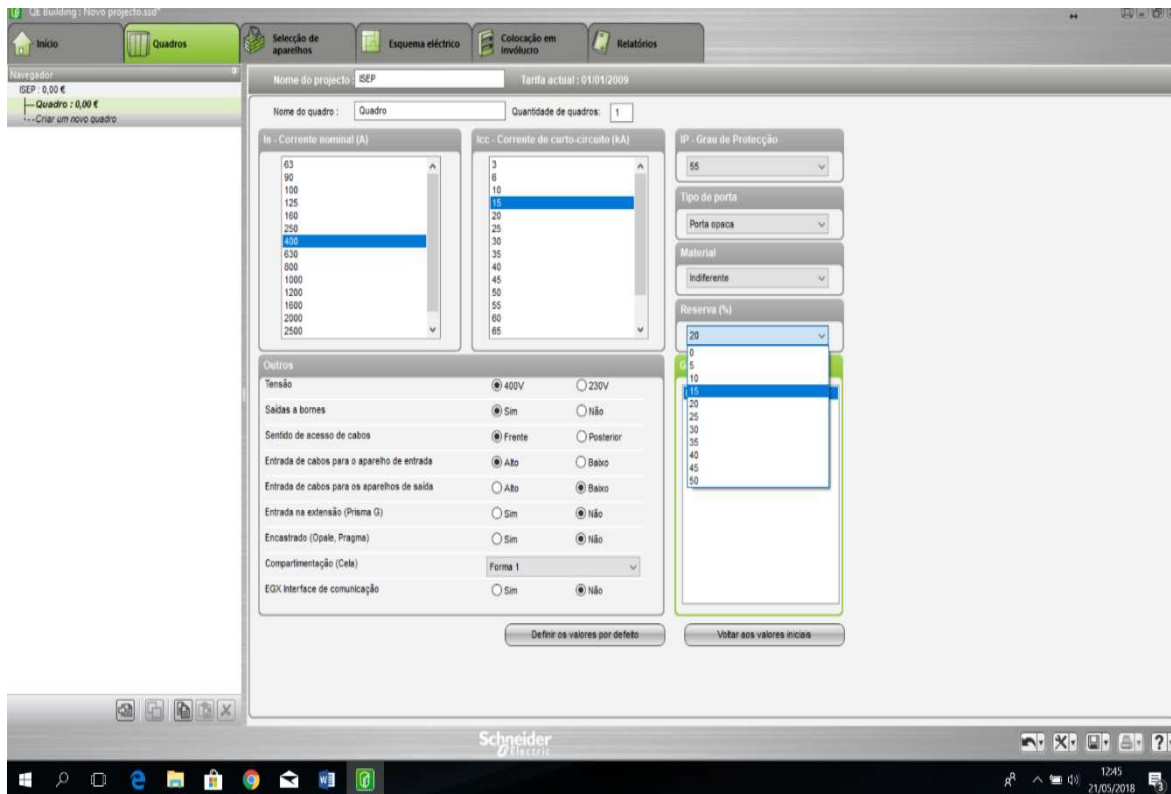


Figura 28 - Elaboração do orçamento no *Software QE Building*

Estes critérios são obrigatórios para que o orçamento seja elaborado corretamente, isto porque faz com que o próprio *software* acrescente acessórios e itens importantes necessários para a conceção do quadro eléctrico.

Efetuada todo este processo o orçamentista/quadrista coloca cada um dos componentes eléctricos descrito no esquema eléctrico, fazendo com que esses componentes colocados no *software* estejam corretos, não deixando colocar um dispositivo por exemplo com Icc inferior ao que o projeto obriga.

Este processo é efetuado em todos os quadros que fazem parte do projeto eléctrico conforme indicado na figura 29.

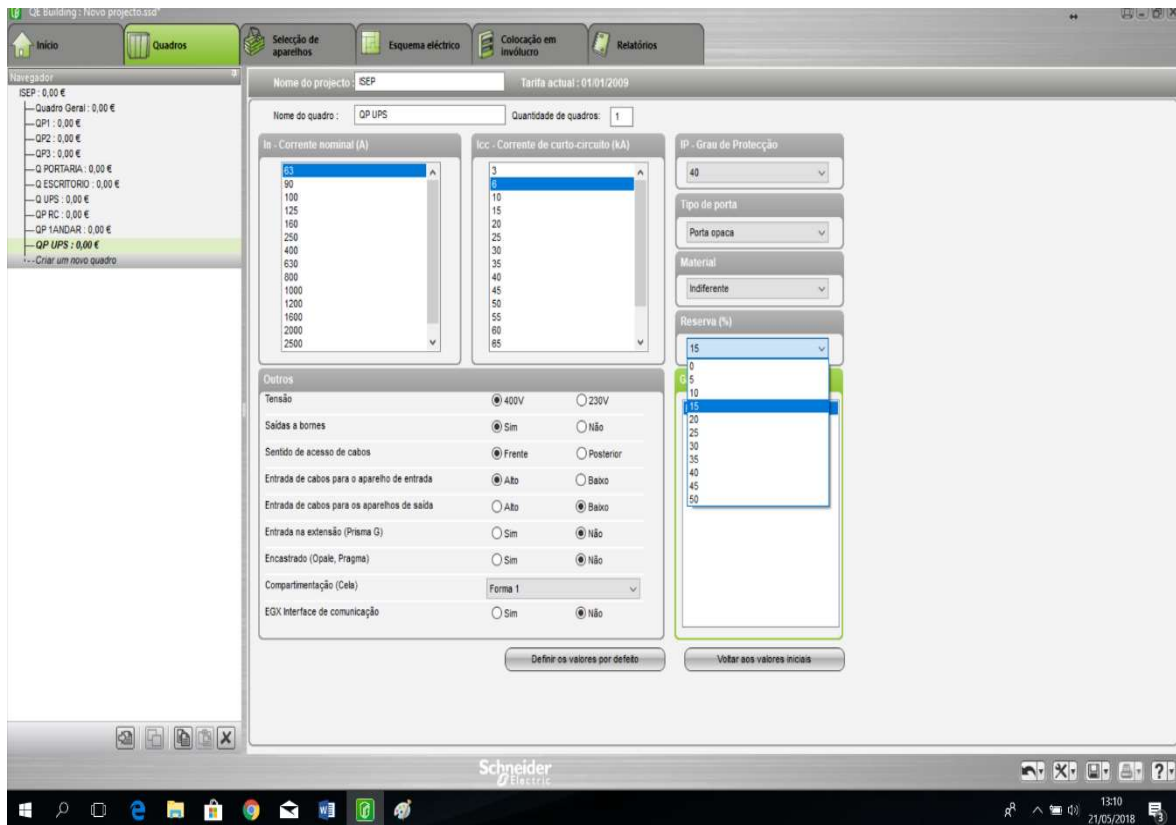


Figura 29 - Quadros do projeto

Após a colocação de todos os componentes do quadro eléctrico passa-se para a conceção do quadro, com os critérios definidos inicialmente. O *software* calcula o quadro eléctrico, tendo o orçamentista de configurar o *layout* dos quadros de forma a ser perceptível pelo quadrista.

Este processo é elaborado para todos os quadros. O *software* calcula o quadro, mas cabe ao orçamentista a configuração dos quadros conforme a política da empresa, tendo este de acrescentar as respetivas ganças para a saída de cabos.

A figura 30 exemplifica o modo de configuração do quadro eléctrica elaborado pelo orçamentista.

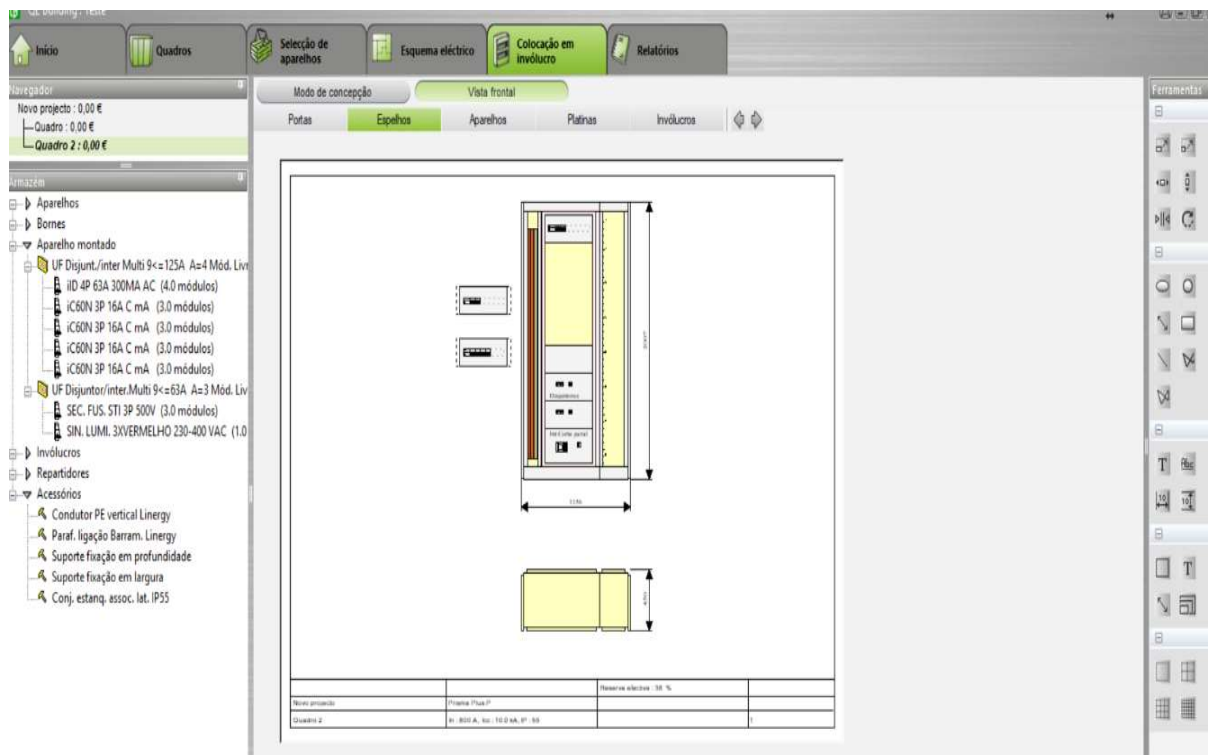


Figura 30 - Conceção do quadro/layout

Na orçamentação de quadros eléctricos existe um item não menos importante, que é a percentagem de reserva que o quadro deve ter, sendo que essa percentagem está mencionada na memória descritiva é importante que seja respeitada.

O não cumprimento dessa percentagem faz com que não estejamos a respeitar a memória descritiva e que sejamos excluídos do concurso.

Depois de todos estes passos, segue-se verdadeiramente a orçamentação dos quadros eléctricos.

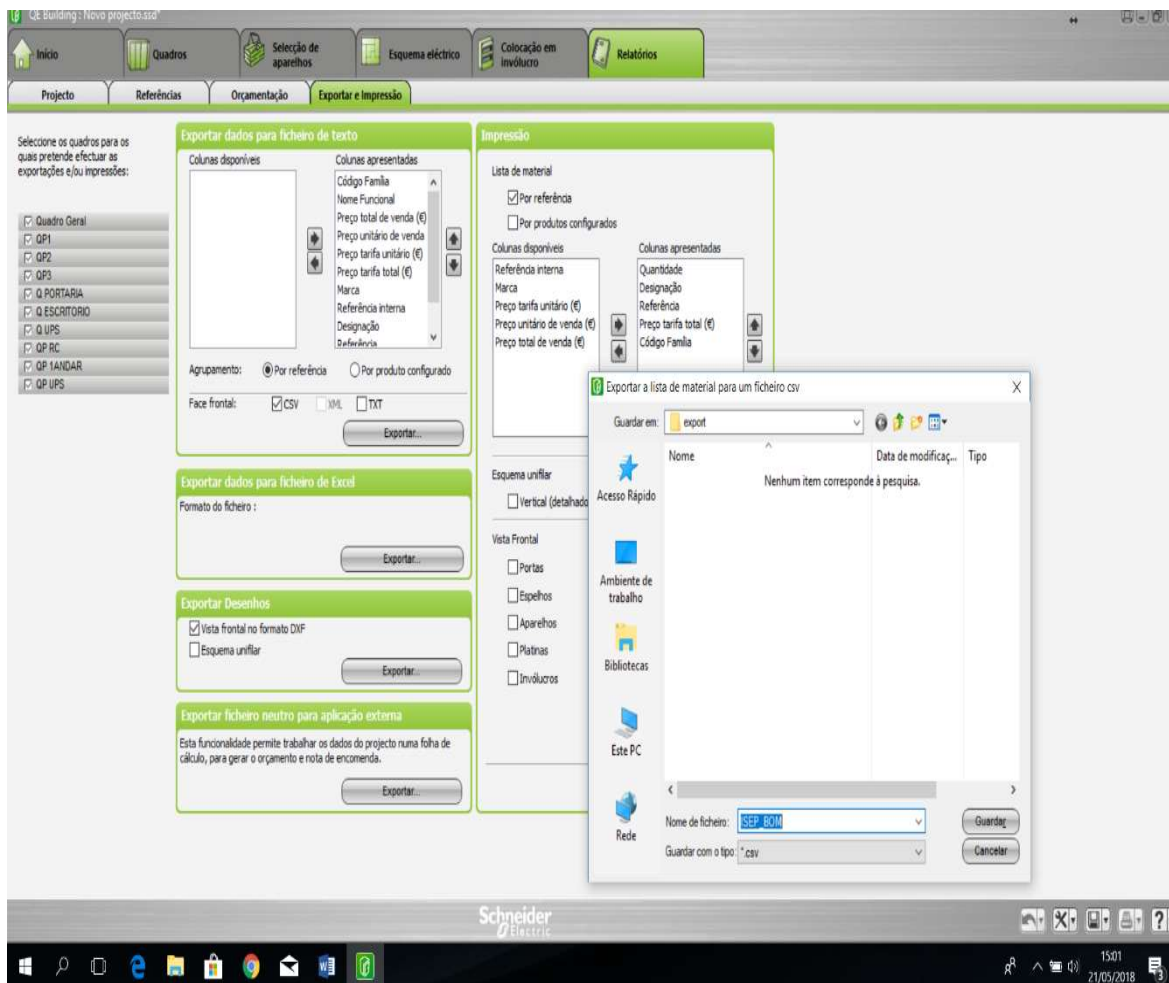


Figura 31 - Exportação dos quadros

É feita a exportação de todos os quadros executados no *software*, conforme mostra a figura 31 e enviado para um ficheiro Excel como exemplifica a figura 32.

Estes compilados e trabalhados de forma a acrescentar os acessórios que o próprio não calcula, tais como barras de cobre, mão-de-obra, entre outros acessórios, de forma a obter o orçamento final.

O *software* não coloca todos os componentes, mas ao invés disso há diversos artigos que tem acessórios que são adicionados ao projeto e que não são necessários para a elaboração do quadro. Esses devem ser retirados, pois acrescentam custo ao orçamento.

ART.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO FINAL
1	QE		1	5 550,00 €	5 550,00 €
2	QP1		1	3 250,35 €	3 250,35 €
3	QP2		1	1 527,33 €	1 527,33 €
4	QP3		1	675,13 €	675,13 €
Total					11 002,81 €
Iva a acrescentar à taxa em vigor					

Nota: O presente orçamento teve como base as peças desenhadas entregues, sendo que qualquer alteração às mesmas implicará a revisão da presente proposta. Esta proposta não contempla qualquer tipo de erro e omissão.

Figura 32 - Orçamento

Após elaborado o orçamento de todos os quadros elétricos, é feito um pedido de cotação à marca do material orçado, de forma a obter um preço maximizado estando em pé de igualdade com os concorrentes.

Uma vez chegado esse pedido de cotação, é elaborado o orçamento final e posteriormente enviado ao cliente.

É efetuado um envio de todo o processo, desde o orçamento, *layouts* e se necessário as correções de erros detetados no momento da orçamentação dos quadros.

No envio do orçamento é estabelecido o prazo para a sua adjudicação, sendo que nos quadros de distribuição esses prazos são sempre mais flexíveis, pois existe stock por parte da empresa fornecedora do material.

Ao invés, nos quadros de comandos existem determinados componentes que têm prazos de entrega bastante alargados, uma vez que são artigos dos quais não é feito stock.

3.5. PREPARAÇÃO DE OBRA

A preparação de obra é executada após a adjudicação da proposta enviada ao cliente. É criado um processo com o nome da obra, nome do quadro, data, número de orçamento e número de processo. sendo que esse processo é composto pelo *layout*, esquema elétrico e relação de material.

Após a execução do processo, é verificado no armazém se existe material em stock. Se existir, é separado para o quadro em questão. Após esta validação é feita a encomenda do material, ao fornecedor.

Chegado o material, é validado, verificado e separado por quadros, para que o quadrista tenha o processo completo. Sendo que nem sempre é possível a chegada de todo o material devido aos prazos de entrega, é anotado no processo a data prevista da chegada do mesmo.

A execução dos quadros depende sempre da sua necessidade em obra, sendo o gestor da obra quem define quais os quadros prioritários.

Estes são executados conforme a disponibilidade da mão de obra, sendo que na maior parte das vezes começa-se pelo quadro geral, pois a chegada deste à obra permite pedir uma vistoria intermedia, podendo assim ser ligado e alimentado.

A figura 33 mostra um exemplo de separação do material para a execução de um quadro elétrico.



Figura 33 - Separação do material

3.6. MONTAGEM E ELETRIFICAÇÃO

A norma NP EN 61439 define e clarifica o tipo de verificações, a realizar pelas duas entidades envolvidas na conformidade final do quadro elétrico: o fabricante de origem (garante a conceção da montagem do sistema) e o quadrista (responsável pela montagem do conjunto e pelas verificações individuais de rotina em todos os quadros fabricados de acordo com a norma).

Esta norma visa garantir a segurança de pessoas e bens e a fiabilidade a longo prazo.

O quadro elétrico idealmente deve estar localizado de modo a permitir um fácil acesso por parte de quem o opera.

É ainda necessário que o acesso do operador ao quadro seja intuitivo e eficaz, o que pode ser garantido com a colocação de placas identificadora ou outros meios apropriados de identificação, que permitam ao operador reconhecer os elementos constituintes do quadro, bem como a sua finalidade.

No entanto, se o quadro elétrico não estiver diretamente acessível ao operador e daí possa resultar perigo, devem ser colocados dispositivos de sinalização que estejam visíveis ao operador, de modo a satisfazer as normas EN 60073 e EN 6044.

A norma NP EN 61439 define os requisitos referentes a montagem do quadro elétrico, a sua segurança e manutenção bem como indica as características nominais, as condições ambientais de serviço e os requisitos mecânicos e elétricos do quadro elétrico.

Esta norma estabelece ainda os ensaios de tipo individuais a aplicar, os procedimentos e os critérios de validação dos resultados.

A elaboração, montagem e a sua eletrificação dependem de quadrista para quadrista. Por norma existe um procedimento para a sua execução, começando pela montagem da estrutura, colocação de platines, calhas, barramento geral, barramento de terra, colocação do material e bornes [13] [18] [19] [20].

Esta primeira fase permite ficar a saber se temos todo o material e acessórios para a sua conclusão.

A disposição nem sempre fica ao critério do quadrista ou do orçamentista, existe um *layout* criado pelo orçamentista que normalmente está aprovado pelo responsável da obra, logo essa disposição terá de ser respeitada.

Sempre que exista alguma alteração ao esquema elétrico ou ao quadro é necessária apresentar a retificação do *layout* ou do esquema ao responsável de obra para a sua aprovação.

Não havendo essa aprovação, não deve executar o quadro em questão, porque correríamos o risco de não estar a respeitar o que está a ser executado em obra.

Um breve exemplo disso, seria colocar a gane de cabos à direita quando se pretendia a sua colocação à esquerda, situação que originaria a desmontagem de todo o quadro para retificação.



Figura 34 - Montagem da estrutura

A montagem do invólucro ou estrutura e dos demais componentes, deve ser realizada sobre as indicações do fabricante, isto porque a montagem tem uma sequência que obriga o quadrista a respeitá-la de forma a garantir a robustez e qualidade da marca.

O não cumprimento pode danificar o quadro ou obrigar à desmontagem do mesmo para a sua correção.

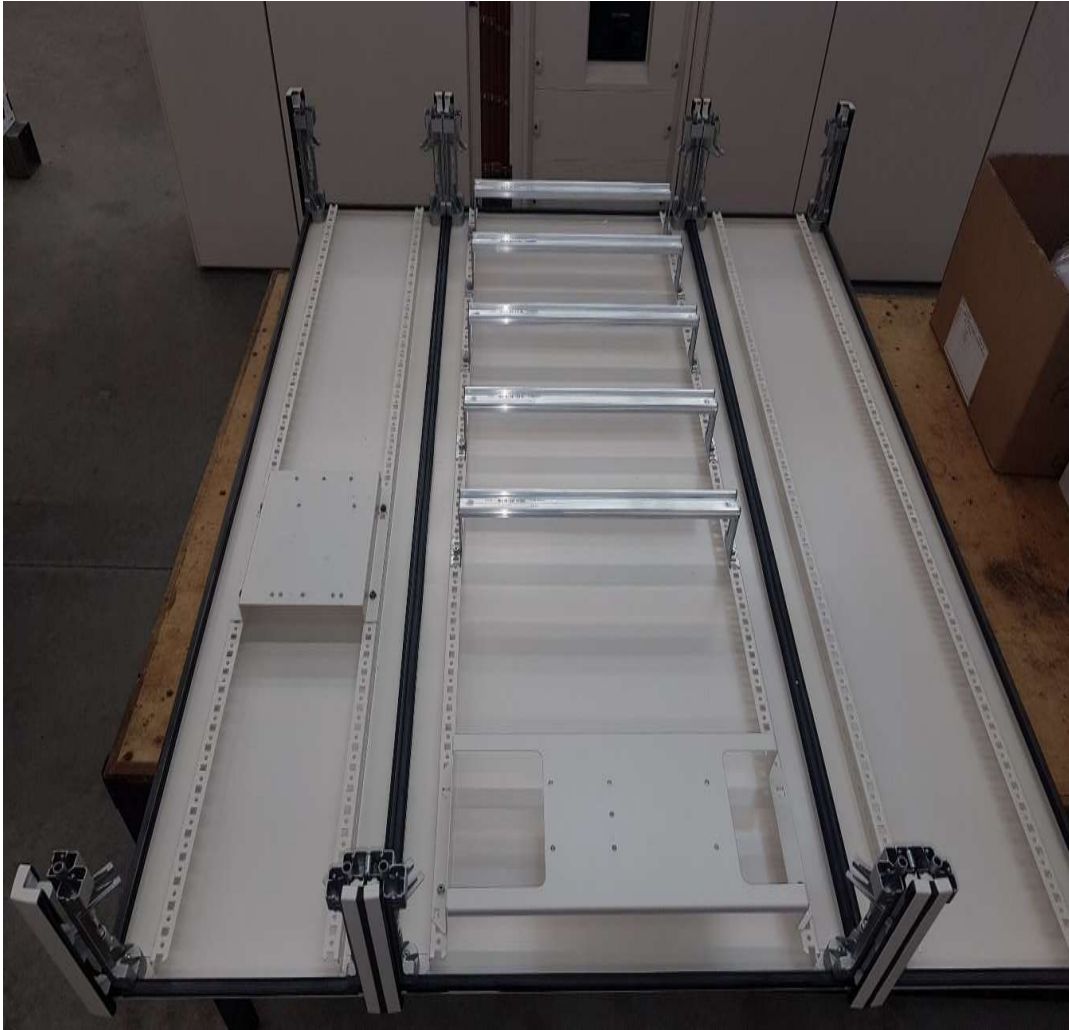


Figura 35 - Montagem de platines e calhas

Após a montagem da base conforme indicado nas figuras 34 e 35 é necessária a colocação das calhas para a alocação dos disjuntores modulares, as platines para a colocação dos interruptores e disjuntores compactos, os barramentos gerais, os barramentos de terra, as calhas para a fixação de borne, conforme ilustra figura a 36.

Só após a alocação de todo o material, é que o quadrista pode passar efetivamente à sua eletrificação.

Todos estes acessórios são fundamentais para que o quadrista possa começar a elaborar o quadro, a não existência de algum deles, implica logo o não começo do mesmo.

A figura 36 mostra um exemplo do processo de montagem dos equipamentos e materiais no quadro elétrico.

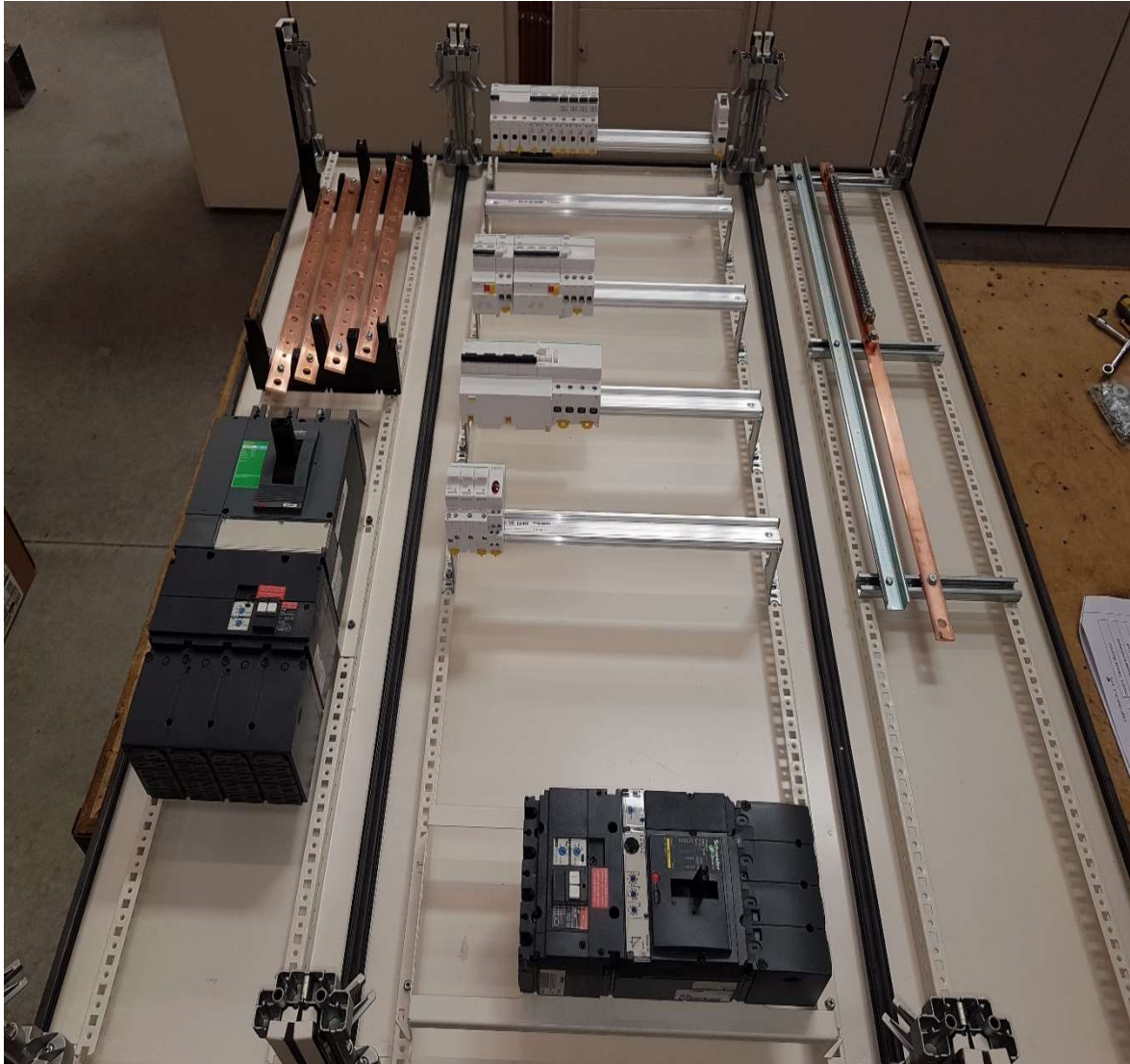


Figura 36 – Colocação de equipamentos e materiais no quadro elétrico

Após a realização da colocação de equipamentos e materiais, realiza-se a eletrificação do quadro. A eletrificação do quadro deve ser executada de forma coerente, por isso cabe ao quadrista executá-la da forma mais rápida e eficaz.

Geralmente a eletrificação de um quadro elétrico é realizada com recurso a condutores em cobre, flexível, rígido ou semirrígido.

A figura 37 mostra um exemplo do início do processo de eletrificação de um quadro elétrico.

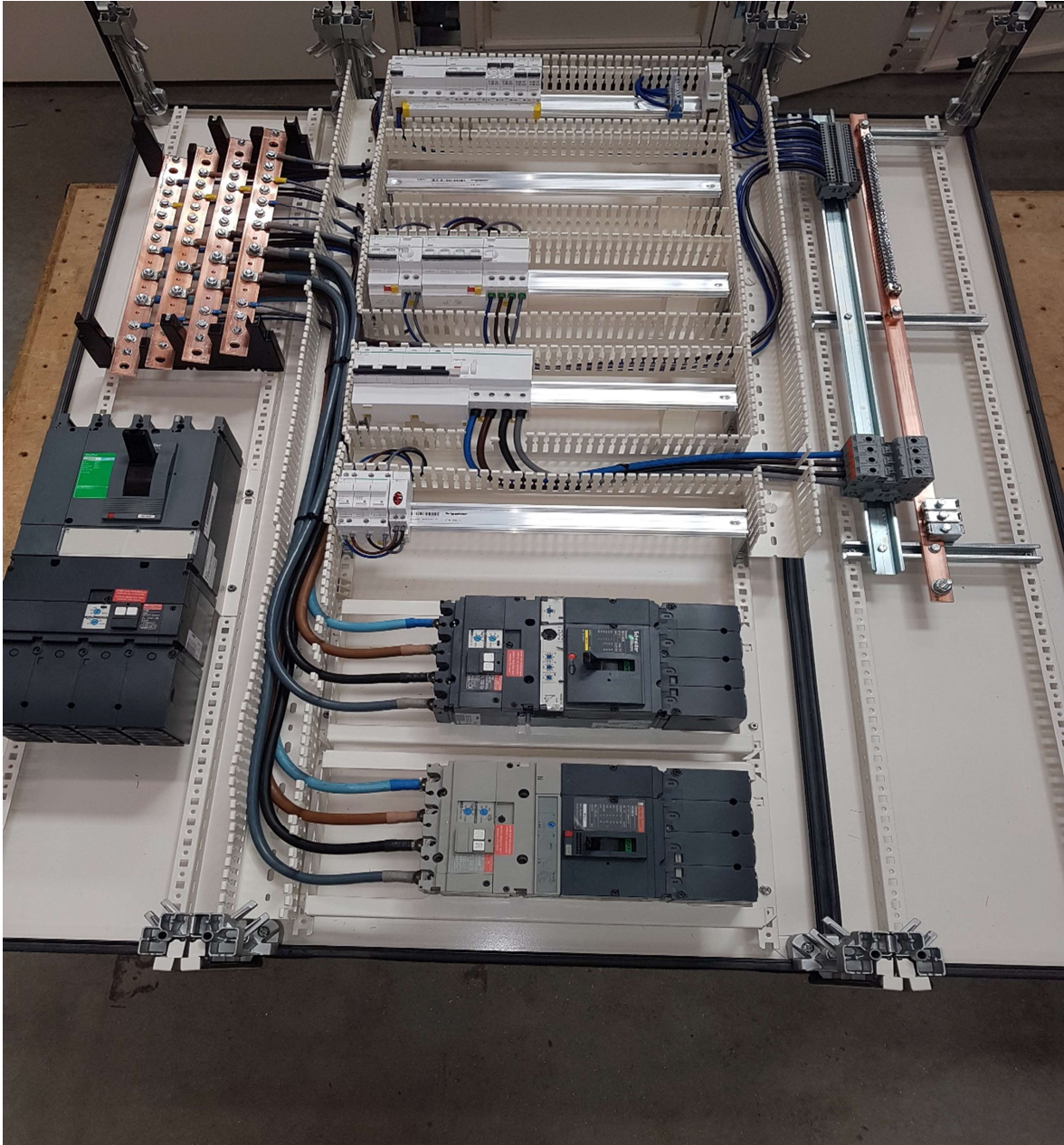


Figura 37 – Início do processo de eletrificação de um quadro elétrico

Após a eletrificação, os quadros elétricos devem ser aspirados de poeiras, rebarbas, resto de fios, ferramentas, entre outros.

A figura 37 mostra um quadro com a eletrificação terminada e devidamente limpo.

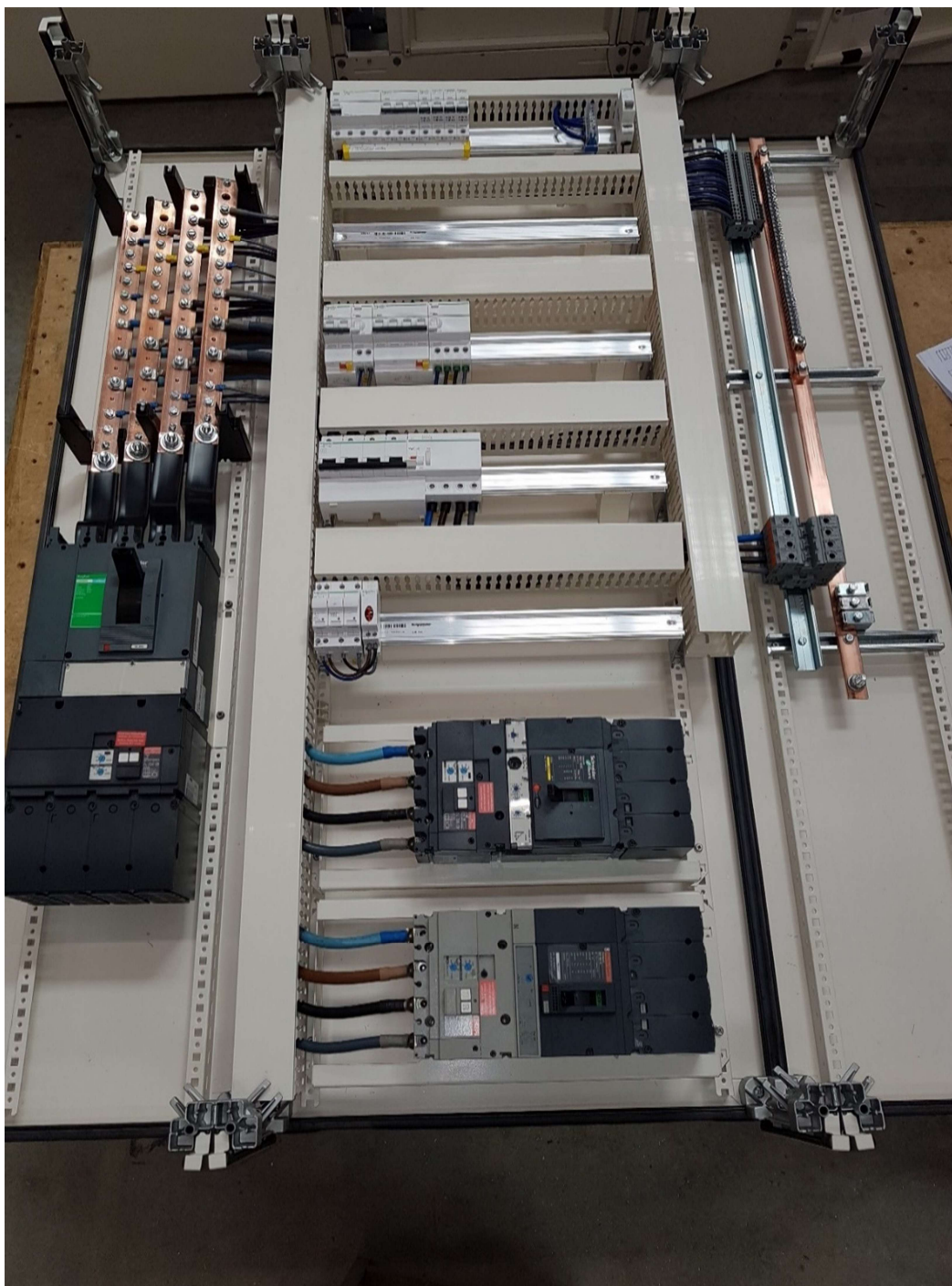


Figura 38 - Eletrificação do quadro concluída

O quadro está concluído, mas não pronto para sair para expedição, sendo enviado para a bancada de ensaios.

Antes de se efetuarem os respectivos ensaios, os circuitos são identificados e marcados com marcações para fios e bornes, quer nas saídas dos disjuntores como nas saídas para os bornes,

sendo etiquetados com etiquetas em trafalite, na parte frontal do quadro, conforme nos mostra a figura 39.



Figura 39 – Marcação e etiquetagem de um quadro elétrico

3.7. VERIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO

A verificação dos quadros elétricos é um procedimento fundamental para a garantia da execução do quadro elétrico e do cumprimento de todos os requisitos legais aplicáveis na sua montagem.

A verificação de rotina estipulada pela norma NP EN 61439 – 1 foi concebida com intuito de detetar defeitos de fabrico, defeitos em materiais de modo a assegurar que o conjunto montado funciona corretamente.

A verificação de rotina engloba a verificação da “construção” e a verificação do “desempenho”.

No primeiro caso, estão incluídos o grau de proteção dos compartimentos, a distância de segurança e de fuga, a proteção contra choques elétricos e a integridade de circuitos de proteção, incorporação de componentes internos, circuitos e ligações elétricas internas, terminais para condutores externos e operação mecânica.

No segundo caso, estão englobadas as propriedades dielétricas (impedimento da passagem de corrente) e as ligações elétricas.

O procedimento de verificação de um quadro elétrico deve prever duas etapas:

- **Verificação visual**

Na qual se pretende verificar um determinado número de pontos de controlo em que estes cumpram os requisitos estabelecidos EN ISO 9001.

Estes devem ser validados, pois caso contrário obter-se-á uma não conformidade.

- **Realização de ensaios e medições**

Nos quais se pretende efetuar um determinado número de ensaios e medições de forma a garantir um conjunto de verificações de diferentes parâmetros, tais como, o teste lâmpada ou continuidades, o teste do isolamento e rigidez dielétrica, sendo a ordem de verificação arbitrária [1] [2].

3.7.1. Aspetos gerais

A verificação do quadro elétrico contempla duas etapas, distintas e complementares:

- inspeção visual;
- ensaios e medições.

Durante a realização destes procedimentos, devem ser tomadas precauções que garantam a segurança dos técnicos e evitem danos aos equipamentos e materiais instalados.

O controle de qualidade na montagem dos quadros elétricos é fundamental para assegurar a qualidade de execução e a respetiva conformidade com os documentos normativos e regulamentares aplicáveis.

A norma NP EN 61439-1 prevê que nos conjuntos de aparelhagem de baixa tensão, possam ser realizados os seguintes procedimentos de verificação [2]:

- **Verificação da conceção**

Verificação efetuada numa amostra de um CONJUNTO ou em partes de CONJUNTOS para mostrar que a conceção cumpre com os requisitos da norma dos CONJUNTOS aplicável.

- **Ensaio de verificação**

Ensaio efetuado numa amostra de um CONJUNTO ou em partes de CONJUNTOS para verificar que a conceção cumpre com os requisitos da norma dos CONJUNTOS aplicável².

- **Comparação da verificação**

Comparação estruturada de uma proposta de conceção para um CONJUNTO ou partes de CONJUNTOS, com a conceção de referência verificada por ensaio.

² Os ensaios de verificação são equivalentes aos ensaios de tipo.

- **Avaliação da verificação**

Avaliação da concepção das regras de concepção ou dos cálculos aplicados a uma amostra de um CONJUNTO ou a partes de um CONJUNTO, para demonstrar que a concepção cumpre com os requisitos da norma dos CONJUNTOS aplicável.

- **Verificação de rotina**

Verificação de cada CONJUNTO efetuada em curso e/ou depois de fabrico, para confirmar que ele cumpre com os requisitos da norma dos CONJUNTOS aplicável.

3.7.2. **Inspeção e verificação**

A inspeção visual é um processo contínuo, realizado desde o início da concepção do quadro elétrico.

Esta verificação é extremamente importante por parte do quadrista, uma vez que sempre que haja uma anomalia, o quadrista ainda consegue fazer a reclamação do produto em tempo útil.

A inspeção final é de extrema importância, sendo feita por um técnico que vai verificar uma série de itens desde a sua concepção, montagem do quadro elétrico, estrutura, análise de deformações ou riscos que o quadro possa ter.

Passando pela aparelhagem, verificando a sua posição e fixação bem como o acesso ao mesmo, certificando-se que no processo final de expedição se encontrem todos os documentos que devem acompanhar o quadro elétrico.

Esse processo deve ser efetuado para todos os quadros elétricos, de forma a garantir a melhor qualidade do quadro elétrico.

3.7.2.1. **Inspeção Visual**

Deve, por razões de segurança, ser realizada antes da realização de qualquer teste ou ensaio.

Consiste na observação do quadro, com vista a comprovar que as condições em que foi realizado foram corretas.

Tem por objetivo garantir que todos os componentes que constituem o quadro estão de acordo com as respetivas normas de cada componente e que possuem certificação pelas entidades competentes.

Os objetivos principais da inspeção visual são os de verificar:

- A conformidade dos equipamentos instalados com as respetivas normas
- O dimensionamento e a seleção dos condutores de acordo com as suas correntes admissíveis e com a queda de tensão
- O bom estado de execução e conservação dos equipamentos e canalizações elétricas inseridos na instalação
- As medidas de proteção contra choques elétricos (contactos diretos e indiretos)
- A seleção e regulação dos dispositivos de proteção e vigilância
- A seleção dos equipamentos e das medidas de proteção apropriadas de acordo com as condições de influências externas
- A identificação dos condutores de fase, de neutro e dos condutores de proteção
- A forma como estão executadas as ligações dos condutores.

3.7.2.2. Verificação da conceção

A verificação da conceção destina-se a verificar a conformidade da conceção de um conjunto ou de um sistema do conjunto, tendo em conta requisitos normativos.

Quando num conjunto os ensaios forem efetuados respeitando a norma NP EN 60439 e os resultados dos ensaios estejam em conformidade com a norma NP EN 61439, então não será necessário repetir a verificação dos requisitos.

3.7.2.3. Verificação de rotina

A verificação de rotina destina-se a detetar os defeitos dos materiais e da fabricação, assegurando assim o funcionamento correto do conjunto fabricado e efetua-se sobre cada um deles.

Cabe ao fabricante dos conjuntos determinar se a verificação individual de série é efetuada durante e/ou após a fabricação. Se necessário, a verificação individual de serie deve confirmar que a verificação de conceção está disponível.

A verificação deve incluir as seguintes categorias:

a) Construção

- Grau de proteção assegurado pelos invólucros;
- Distâncias de isolamento no ar e linha de fuga;
- Proteção contra os choques elétricos e integridade dos circuitos de proteção;
- Integração de componentes incorporados;
- Circuitos elétricos internos e conexões;
- Terminais para condutores externos;
- Funcionamento mecânico;

b) Desempenho

- Propriedades dielétricas;
- Cablagem e desempenho de funcionamento e função;

3.7.3. Ensaios e medições

Esta etapa de verificação dos quadros elétricos, consiste na realização de ensaios e medições no quadro por meio de aparelhos apropriados, através das quais se comprova a eficácia desse mesmo quadro

A verificação é assim um procedimento fundamental para a garantia da execução do quadro elétrico e do cumprimento de todos os requisitos legais aplicáveis na sua montagem.

A verificação dos quadros elétricos deve ser realizada atendendo ao disposto na norma NP EN 61439, sendo que os principais ensaios a realizar são:

- Teste de lâmpada (Ensaio de continuidades)
- Ensaio de isolamento
- Ensaio de rigidez dielétrica

3.7.3.1. **Teste de lâmpada**

O teste de lâmpada é o teste mais básico efetuado pelo quadrista ao quadro elétrico.

Com o quadro elétrico alimentado à entrada do corte geral, consiste em medir todos os circuitos, quer sejam monofásicos ou trifásicos.

Este ensaio valida se os circuitos estão ou não corretos desde a saída do disjuntor até aos bornes.

Este tipo de ensaio é executado através de medição de todos os circuitos, sendo que só é medido o circuito seguinte após desligar o anterior e vice-versa a figura 40 ilustra um exemplo do teste de lâmpada.



Figura 40 - Teste de lâmpada

3.7.3.2. Ensaio de isolamento

Através dos ensaios de isolamento, pretende-se garantir um nível de isolamento adequado para os quadros de baixa tensão, de acordo com a norma NP EN 61439-2 e as regras de segurança.

Recordar que a norma não obriga à realização deste ensaio, exceto quando o quadro não foi submetido ao ensaio de dielétrico.

Deve-se utilizar um aparelho de ensaio com capacidade para poder funcionar com uma tensão de 500V DC.

A realização deste ensaio obriga a alguns requisitos;

- O operador deve permanecer sobre um tapete isolante;

- O quadro elétrico a ensaiar deve estar sem tensão, sendo que não se deve tocar no invólucro enquanto o ensaio durar.

Durante a sua realização, toda a aparelhagem deve estar na posição de funcionamento normal (ligado).

Com o neutro e as fases interligadas, aplica-se uma tensão contínua de 500V entre estes condutores comuns e a massa da estrutura. Os componentes que não suportam essa tensão deverão ser desligados.

O equipamento é aprovado se o valor da medição da resistência de isolamento for superior a 1000Ω . Se o valor for inferior o ensaio não é aprovado, sendo necessário a correção de alguma anomalia, e repetindo todo o ensaio novamente de seguida.

A figura 41 ilustra a realização do resultado do ensaio de isolamento entre a fase L1 e o Neutro. Este ensaio é válido se a resistências de isolamento for superior a $50M\Omega$, e repetindo sucessivamente as medições.

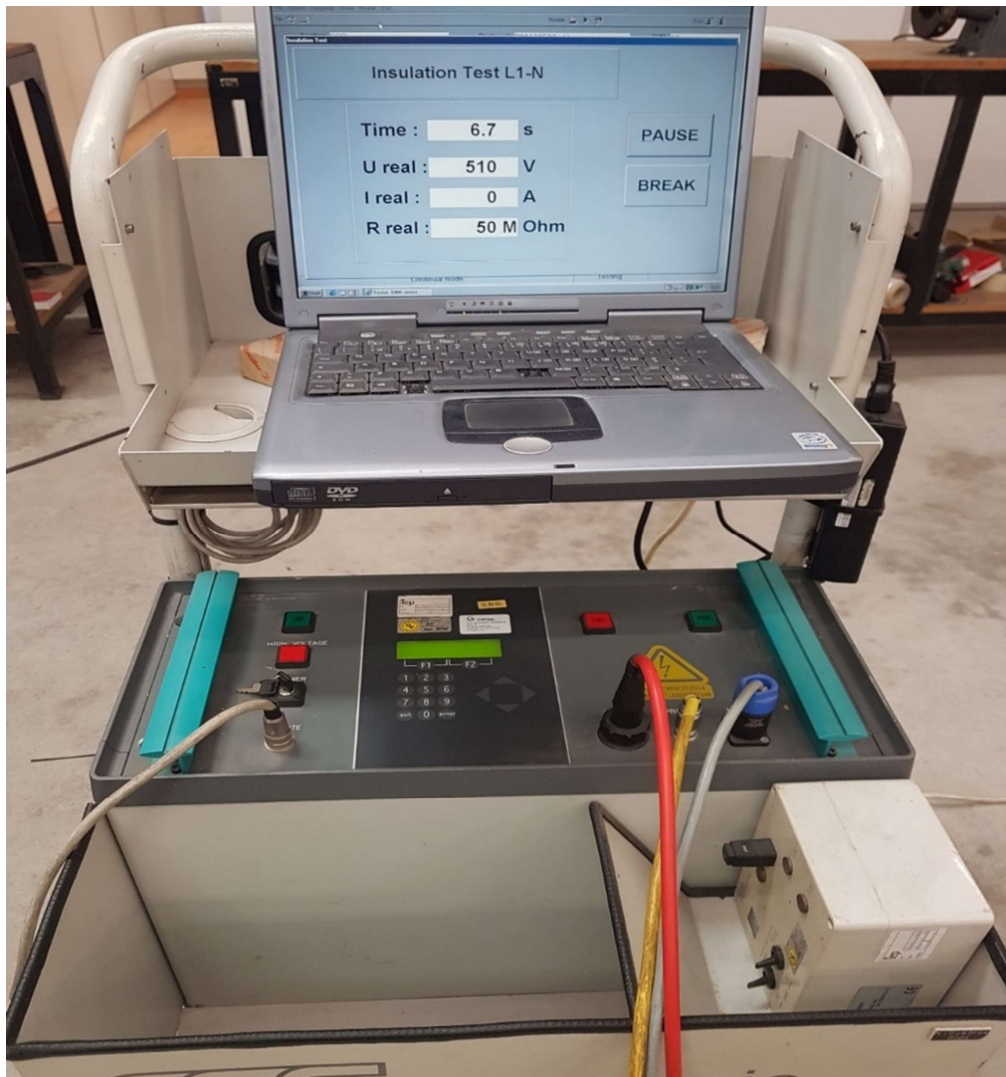


Figura 41 - Teste de isolamento

3.7.3.3. Ensaio de rigidez dielétrica

O ensaio de rigidez dielétrica é a garantia do comportamento dielétrico nos materiais e aparelhagem dos quadros elétricos de baixa tensão, tendo em conta as regras de aplicação e condições de ensaio.

Deve-se utilizar um aparelho de ensaio que permita uma alimentação a uma tensão de 2500V AC e uma frequência compreendida entre os 45 Hz e os 65Hz.

Tal como no ensaio de isolamento, a zona onde se vai proceder ao mesmo deve estar isolada, e o operador do equipamento deve permanecer nesta zona, devendo ainda este estar sobre um tapete isolante e o quadro elétrico a ensaiar estar sem tensão.

Deve também assegurar-se que ninguém toca no quadro elétrico enquanto durar o ensaio. Os componentes que não suportam uma tensão de 2500V AC deverão ser desligados durante todo o ensaio.

Também neste ensaio é preciso garantir que toda a aparelhagem esta na posição de funcionamento normal (ligado). O ensaio será considerado satisfatório, desde que a corrente de fuga seja inferior a 100mA e desde que não ocorra nenhuma descarga disruptiva durante o ensaio.

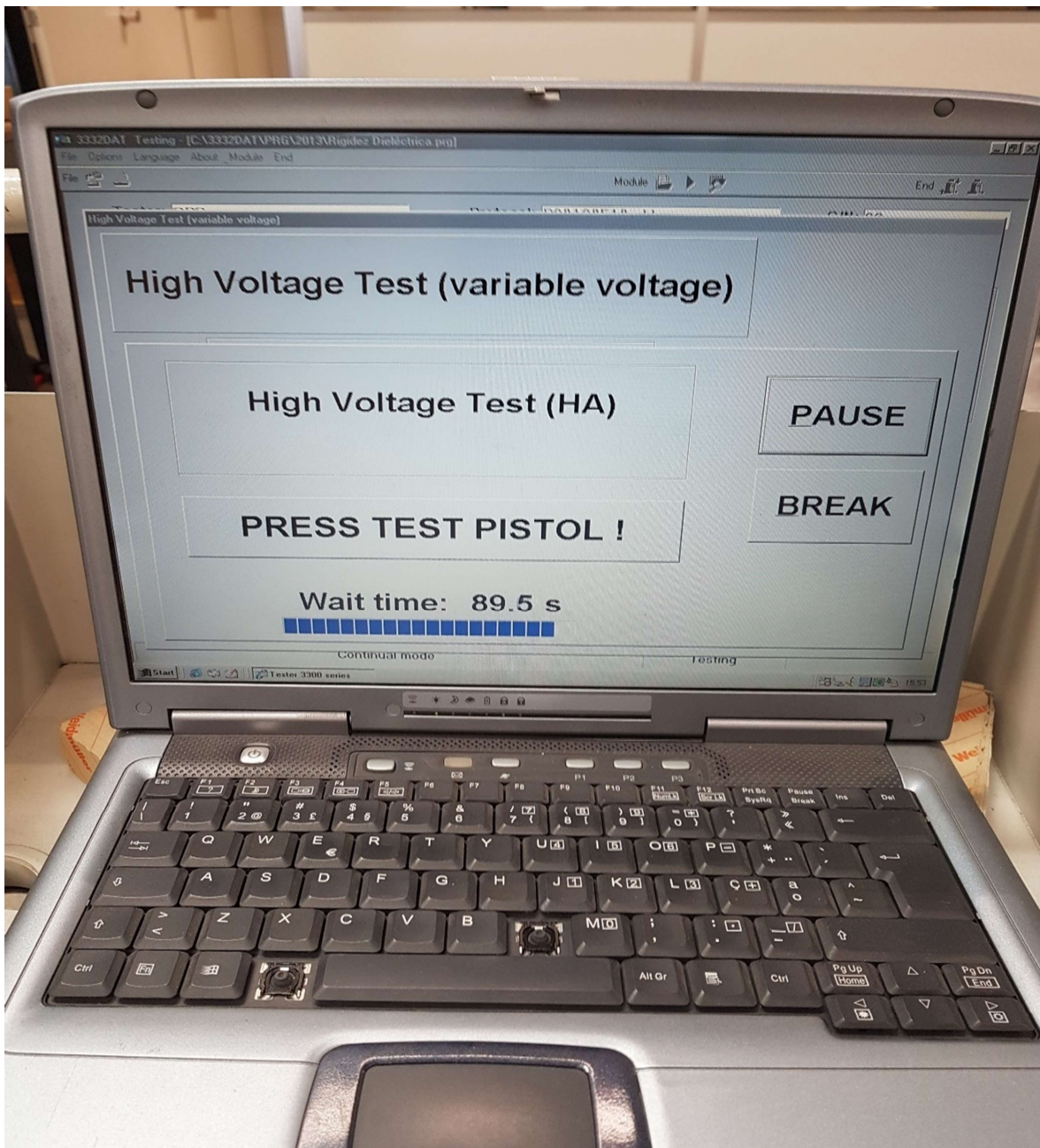


Figura 42 - Aparelho de certificação pronto para o Ensaio da rigidez dielétrico

A figura 42 mostra o resultado do ensaio efetuado. Após a realização dos ensaios de isolamento e rigidez dielétrica, os resultados obtidos são guardados no processo e impresso para acompanhar o quadro elétrico.

A não verificação deste procedimento, pode originar a devolução do mesmo.

3.7.4. **Etiquetagem de certificação**

Segundo a Norma NP EN 61439-1, os quadros elétricos de baixa tensão deverão ser identificados com uma chapa de características, a qual deverá conter algumas informações básicas obrigatórias:

- Nome do fabricante;
- Número do processo;
- Data de fabrico;
- Norma de conformidade do conjunto de aparelhagem.

Por se considerar dispendiosa a enumeração de todas as características em cada quadro elétrico executado, devem-se considerar as seguintes, além das que são obrigatórias:

- **Un** – Tensão nominal
- **In** – Intensidade nominal
- **Ip** – Grau de proteção assegurado pelo invólucro
- **Ik** – Grau de proteção contra impactos mecânicos
- **Icc** – Corrente máxima de curto-circuito
- **Norma** – Norma de conformidade da aparelhagem (EN 60898 ou EN 60947)
- **CE** – Código de marcação CE
- Número do dossier / Ano

Como sugestão, apresenta-se na figura 43 um exemplo de uma chapa de características [1].


Nome Fabricante:		Schneider Electric			
		Contacto:			
Un	<input type="text"/>	InA	<input type="text"/>	Data Fab	<input type="text" value="Jan-14"/>
IP	<input type="text"/>	Ik	<input type="text"/>	Icc	<input type="text" value="kA"/>
	DOSSIER N°	<input type="text"/>	Norma	<input type="text" value="EC 61439-1&2"/>	

Figura 42 - Possível chapa de características

3.8. EMBALAGEM E EXPEDIÇÃO

A última etapa no processo de fabrico de um quadro elétrico consiste na embalagem e expedição do quadro elétrico para o cliente.

Este processo é executado assim que todos os ensaios e verificações estejam todas efetuadas, e todos os documentos inerentes ao quadro estejam inseridos no quadro elétrico.

Logo é feita a sua embalagem de forma a que o quadro elétrico ao ser transportado, se sofrer alguma oscilação não se danifique.

A figura 44 mostra a forma como o quadro deve ser embalado para ser expedido, devendo avisar o cliente do dia da entrega do mesmo.



Figura 44 - Quadro embalado

4. DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO INTERNO DE VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DA CONFORMIDADE DA CONCEÇÃO DE QUADROS ELÉTRICOS

4.1. ASPETOS GERAIS

Em todos os quadros elétricos deve haver um registo de todas as verificações efetuadas, quer seja a nível visual, de controlo da qualidade, quer a nível de ensaios e medições.

Surgiu assim a criação de um processo interno para validação de todos os quadros elétricos, onde existe um documento que comprova os vários ensaios efetuados.

Assim sugere-se a utilização de três documentos distintos, uma chamada lista das verificações na inspeção final da qualidade, outra folha de registos e ensaios de rotina e declaração CE de conformidade, sendo que as duas últimas obrigatoriamente devem acompanhar o quadro elétrico [1].

Com o propósito de sistematizar a metodologia, torna-se fundamental a existência de procedimentos internos de verificação, que garantam a realização de todos os procedimentos de verificação, quer sejam de inspeção visual, quer sejam resultantes de ensaios e medições.

Deve ainda garantir-se igualdade de execução e a fácil interpretação dos resultados obtidos.

Surgiu assim a necessidade de desenvolvimento de um processo interno para validação de todos os quadros elétricos, assim como de documentos que evidenciem e comprovem as tarefas realizadas e os resultados das mesmas.

Assim sugere-se a utilização de três documentos distintos:

- Lista das verificações efetuadas na inspeção final da qualidade
- Folha de registos e ensaios de rotina
- Declaração CE de conformidade

sendo que as duas últimas obrigatoriamente devem acompanhar o quadro elétrico.

4.2. FOLHA DE REGISTO DE INSPEÇÕES E ENSAIOS FINAIS

Este documento serve para o registo de todos os ensaios e verificações efetuadas no quadro elétrico, durante a fase de inspeção, tendo como vantagem o facto de indicar todos os documentos utilizados durante a inspeção e ensaios, servindo assim como check-list e sendo de grande utilidade para a certificação do quadro elétrico no futuro.

Este documento tem como finalidade garantir ao cliente, que o quadro elétrico foi verificado e que foram efetuados todos os requisitos e recomendações da norma IEC 61 439 - 1, da diretiva de baixa tensão [2].

O documento possui uma lista das verificações a efetuar, chamados pontos a controlar, indicando quais os meios de controlo e de validação do controlo.

Este processo deverá ser elaborado para todos os quadros elétricos, devendo o documento ficar junto ao dossier do quadro, sendo fornecido a pedido do cliente [1].

O procedimento de verificação de pontos a controlar foi estruturado em dezanove pontos.

No primeiro ponto consiste na verificação da conformidade na qual se valida a execução e estruturação do quadro elétrico.

No segundo ponto é efetuado um controlo visual à estrutura do quadro elétrico.

No terceiro ponto é a verificação do quadro e estrutura, sendo também verificado o funcionamento dos equipamentos.

No quarto ponto é efetuado um controlo minucioso à aparelhagem, desde percutor, perímetro de segurança, características, posição dos encravamentos e bloqueios, entre outros.

No quinto ponto é efetuado o controlo dos barramentos e da sua secção, bem como da conformidade de união, entre outros.

No sexto ponto é feito o controlo da secção dos cabos e das barras flexíveis bem como da conformidade do modo de instalação, entre outros.

No sétimo ponto é efetuado o controlo das ligações, tais como, binários de aperto e qualidade da gravação.

No oitavo ponto é feito o controlo da proteção de pessoas onde são colocadas proteções às partes ativas, às barras de terra e às ligações equipotenciais.

No ponto nove é feito o controlo das distâncias de isolamento e linhas de fuga.

Nos pontos dez, onze, doze e treze, o controle recai sobre os ensaios de rigidez, de isolamento, do teste de lâmpada ou continuidade, entre outros.

Nos pontos catorze, quinze e dezasseis é efetuada a configuração dos aparelhos de medida e PLC.

Nos pontos dezassete, dezoito e dezanove a verificação passa pelo o controlo da limpeza dos quadros bem como a colocação dos respetivos guias técnicos de todo o quadro, vista à sua preparação para expedição.

As figuras 45 e 46 seguintes mostram a lista de verificações a efetuar. Esta serve também de chek-list, dos ensaios e verificações a ter em conta, para efeitos de controlo de qualidade [1].

Lista das Verificações a efetuar na Inspeção final de Qualidade

Cliente	<input type="text"/>	IP/IK / ICC	<input type="text"/>
Identificação do quadro	<input type="text"/>	N.º Processo	<input type="text"/>
Obra	<input type="text"/>		

Pontos a Controlar	Meios de controlo	Controlo final
Verificações da conformidade		
> Identificação & numero de Colunas	> Dossier planos de montagem	
> Tipo		
> Dimensões		
> Conformidade do painel frontal, Sinótico		
> Dispositivos Movimentação		
> Esquema elétrico (n.º circuitos)		
Controlos visuais		
> Pintura (tinta, homogeneidade, acabamento)	> Inspeção visual	
> Ausência de riscos e deformações	> Inspeção visual	
> Etiquetagem	> Inspeção visual	
Quadro, estrutura		
> Funcionamento das portas, Espelhos	> Teste de funcionamento	
> Fechaduras (tipo, funcionamento)	> Especificações, Inspeção visual	
> Grau de Proteção (IP)	> Inspeção visual, Guia Técnico	
Aparelhagem		
> Posição	> Inspeção visual	
> Fixação	> Inspeção visual	
> Características: Calibre, poder de corte	> Especificações, Inspeção visual	
> Identificação e marcação	> Especificações, Inspeção visual	
> Perímetro de segurança	> Guia técnico	
> Funcionamento mecânico	> Teste de funcionamento	
> Indicação mecânica (teste de posição, ligado, etc)	> Teste de funcionamento	
> Procedimento de introduzir e extrair	> Teste de funcionamento	
> Percutor	> Teste de funcionamento	
> Acesso ao equipamento	> Inspeção visual	
> Capacidade de ligar em bornes ou tomadas	> Inspeção visual	
> Acessibilidade para ligação	> Inspeção visual	
> Encravamentos, Bloqueios	> Inspeção visual	
Barramentos		
> Seção dos barramentos	> Guia técnico	
> Revestimento e dispositivo de arco interno	> Dossier planos e especifica. Cliente	
> Suporte de Barramentos (fixação e número)	> Guia técnico	
> Marcação	> Dossier planos e especifica. Cliente	
> Conformidade das uniões	> Guia técnico	
Cabos & barras flexíveis		
> Seção e Características dos condutores	> Guia técnico	
> Conformidade do modo de instal. (fixação, arestas vivas, etc)	> Guia técnico	
> Separação circuitos auxiliares	> Guia montagem e inst. e comunicação	
> Imunidade CEM	> Guia montagem e inst. e comunicação	
Ligações		
> Conformidade e qualidade de ligações aparafusadas (ex. : revestimento e tupo de parafusos)	> Guia técnico	

Figura 45 - Lista de verificações e inspeções, parte 1

Pontos a Controlar	Meios de controlo	Controlo final
>Binário de aperto e marcação	>Chave dinamométrica + Tabelas de aperto	
>Qualidade da cravação	>Inspeção visual	
Proteção de Pessoas		
>Barras de terra (secção e fixação)	>Guia técnico e Guia de montagem	
>Traças de ligação a terra		
>Formas		
>Continuidades das massas		
>IP dos dispositivos de medição (Fixo em portas)		
>Obturadores		
>Tapa bornes e tampas		
Fixação de barreiras de protecção		
Distância de segurança		
>Distância de isolamento		
>Linhas de Fuga		
Ensaio dieléctrico (circuito de potencia)		
	>Aparelho ensaio Diéctrico	
Resistência de Isolamento (Circuito de potência)		
	>Aparelho de ensaios elétricos	
Conformidade elétrica		
>Sequencia de fases	>Teste de Fases	
>Tensões, verificação de polaridades	>Testes eléctricos, Multimetro	
>Distribuição de diferentes polaridades (ligações entre colunas)	>Testes eléctricos, Multimetro	
Ensaio Funcionais		
>Sequencia de funcionamento (comando e sinalização)	>Consolas de teste, Banco de ensaios de injeção, etc	
>Verificação da ordem de transferencia (inversor)		
>Encravamentos eléctricos e mecânicos		
>Verificação das ordens de abertura / fecho das unidades		
>Testes de disparo (defeitos)		
>Relatório de informação (OF-SDE-SD)		
>Sinalizadores (luzes indicadoras, etc)		
>Injecção corrente protecção e medidas (valores, etc)		
Medição e protecção		
>Ensaio das Protecções (de disparo, falha, etc)	>Ensaio eléctricos	
>Injecção nos dispositivos de Medição		
>TI's sentido entrada primário		
Configurações dos aparelhos		
	>Documentação técnica	
Automação e comunicação		
>Testes de rede (leitura / gravação)	>Especificação cliente	
>Verificação do PLC entradas / saídas		
Validação do PLC (de acordo com especificações de funcionam.)		
Limpeza e preparação das colunas		
Documentação relativa ao quadro		
>Esquema eléctrico, vista frontal / Implementação do material	>Inspeção Visual	
>Documentação de instalação e manutenção		
>Instruções da aparelhagem		
>Lista de Faltas		
Embalagem		
>Conformidade da embalagem	>Lista de embalagem	
>Conformidade da embalagem	>Cláusulas Contratuais	

Responsável pela Verificação _____

Data _____

Figura 46 - Lista de verificações e inspeções, Parte 2

4.3. RELATÓRIO DE ENSAIOS DE ROTINA

O relatório de ensaios de rotina deve acompanhar o quadro elétrico, garantindo ao cliente que todos os ensaios a pedido da norma NP EN 61439 - 1 foram validados.

No relatório de registos e ensaios de rotina consta, o nome e morada da empresa quadrista, o nome e morada do cliente, nome do quadro e o seu número de processo.

Este está dividido em duas partes, sendo que em ambas as partes são efetuados testes visuais e teste mecânicos.

Na primeira parte é feita ensaios visuais e teste a ver se cumpre os requisitos propostos, na segunda é uma verificação aos ensaios se foram elaborados, bem como, ao desempenho do quando com a corrente elétrica.

Este tipo de relatório acompanha sempre o quadro, porque este relatório é validado pelo Eng.º responsável pela obra, bem como o responsável pela sua produção.

O cliente deve assinar assim como recebeu este relatório.

A figura 47 mostra um exemplo da do relatório de registos e ensaios de rotina desenvolvida e em uso na empresa Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos Lda [1].

Folha De Registos e Ensaios de Rotina

Nome da empresa: Nquadro, Montagens de quadros electricos

Morada do fabricante: Rua S. Salvador, nº81, 4590-780 Paços de ferreira

Cliente: _____ **Nome Quadro:** _____

Morada do cliente: _____ **Nº Processo:** _____

Programa de Verificação
 Verificação de rotina em conformidade com a Norma IEC/EN 61439-2

1. Construção Realizado / Done

1.1 Grau de proteção V

1.2 Distancia de isolamento e linhas de fuga V

1.3 Proteção contra choques elétricos e integridade dos circuitos de, proteção se ensaio elétrico indetificar ref^m do aparelho de medida V&T

1.4 Integração dos componentes incorporados V

1.5 Circuitos elétricos internos e ligações T

1.6 Bornes para condutores externos V

1.7 Funcionamento mecânico T

V: Visual T: Teste

2. Desempenho / Performance

2.1 Propriedades Diéletricas

Aparelho Referencia.....

Circuitos		Circuitos Principais	Circuitos Auxiliares
Tensão Isolamento Ui	V		
Ensaio de Isolamento	V		

Opção: Até 250*, o teste pode ser Substituido por teste de isolamento a 500V

Circuitos		Circuitos Principais	Circuitos Auxiliares
Tensão Nominal	V		
Valor de Isolamento	V		

Opção: Até 250*, o teste pode ser Substituido por teste de isolamento a 500V

2.2 Cabelagem, desempenho e funcionamento T

Comentarios / Observações
 O conjunto aparelhagem de BT Cumpriu os ensaios acima referenciados, está em conformidade com a norma IEC / EN 61439 - 2

Inspetor
Responsavel
Cliente

Data _____

Ass. _____

Figura 47 - Folha de registos e ensaios de rotina

4.4. DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE

A declaração CE de conformidade pretende assegurar que o quadro em questão cumpre todas as normas e regulamentos em vigor e satisfaz as normas europeias aplicáveis.

É através da fixação da marcação CE num produto, que o fabricante declara sob a sua exclusiva responsabilidade, a conformidade desse produto com todos os requisitos legais necessários à obtenção da marcação [26].

Na declaração CE de conformidade consta, o nome e morada da empresa quadrista, o nome e morada do cliente, o nome do quadro e o número de processo.

A declaração CE de conformidade deve acompanhar o quadro elétrico e ser assinado pelo técnico responsável da empresa quadrista que o executou, sendo enviado uma copia da mesma e arquivando a original.

A figura 48 mostra um exemplo da Declaração CE de conformidade desenvolvida e em uso na empresa Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos Lda.



DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE

Nome da empresa: Nquadro. Montagens de quadros electricos
Morada do fabricante: Rua S. Salvador . nº81. 4590-780 Paços de ferreira
Cliente:
Morada do cliente:
Nome Quadro:
Quadro eléctrico de Baixa Tensão. Processo nº.

Declaramos que, sob reserva de instalação, colocação em serviço, manutenção e utilização, em conformidade com o fim a que se destina, regras de arte, regulamentação, normas em vigor, e as nossas instruções, o equipamento mencionado satisfaz as disposições das seguintes Directivas Europeias:

- Baixa tensão N° 2006/95/EC
- EMC / CEM N°2004/108/EC

E estão conforme a norma harmonizada seguinte:

- IEC / EN 31439-1 e IEC / EN 61439-2

Ano da aposição da marcação "CE": 2014

Ferreira, __de Junho de ____

Responsável com poder para obrigar a empresa

Nome: Gilberto Machado

Título: Técnico

Assinatura: _____

Figura 48 - Declaração CE de conformidade

5. CASO DE ESTUDO

5.1. ASPETOS GERAIS

O trabalho apresentado no presente estudo de caso refere-se a um trabalho para a substituição de um quadro elétrico de comando, numa unidade industrial de Lourosa, do grupo Amorim Revestimento S.A.

A empresa disponibilizou a seguinte informação:

- Projeto, constituído por:
 - peças escritas, memória descritiva e memória justificativa;
 - peças desenhadas, desenhos em planta, esquemas unifilares;
- Mapa de quantidades;
- Caderno de encargos;

5.2. ANÁLISE DE PROJETO E CADERNO DE ENCARGOS

Quando a empresa recebe um pedido de cotação, a primeira tarefa é fazer uma leitura atenta da memória descritiva e justificativa, para que na elaboração do orçamento se cumpra todos os requisitos impostos.

Numa segunda fase é analisado os esquemas elétricos bem como as peças desenhadas, e aí segue-se para a execução do orçamento.

É elaborado todo o processo relativamente a este pedido de cotação, contendo toda a informação disponibilizada pelo cliente, sendo a partir deste número de processo que irá despoletar todo o orçamento.

A figura 49 fornece informação relativamente a memória descritiva e justificativa do quadro de condensados da Amorim Revestimentos de Lourosa (ARL).

Proposta de orçamento **Quadro Condensados ARL**

1. Geral

A empresa Amorim Revestimentos, S.A., localizada em S.Paio de Oleiros, coloca a concurso a execução de um quadro eléctrico, destinado à sua unidade Industrial de Lourosa.

2. Normas e regulamentos

Todos os equipamentos, e aparelhagem devem ser fornecidos e instalados de acordo com:

- As presentes especificações técnicas gerais e especiais.
- Todas as Normas, Decretos e Regulamentos Portugueses em vigor à data do presente concurso.
- Todos os equipamentos a instalar devem ser homologados.

3. Ensaios e medidas

- Medição de resistência de isolamento.
- Correntes de fuga e regidez dielectrica.
- Verificação do funcionamento de todos os órgãos de protecção e corte.

O relatório de ensaios deverá ser fornecido em conjunto com os quadros em questão

4. Quadro

- Fornecimento de quadro tipo Himel 1 porta sem roda-pé, com ventilação e controle de arrefecimento, com as dimensões A=2000 L=800 P=400, IP55 IK10 CC 10KA e electricificado segundo esquemas eléctricos. As dimensões tem que ser rigorosamente cumpridas, pois este quadro será para substituir um existente.
- Montagem de equipamento nas portas segundo desenhos.
- Os bornes são da marca Weidmuller. Estes ficarão na parte inferior do quadro em linha e na horizontal.
- Botões e sinalizadores da série Harmony 5 Schneider.
- A AR fornece o seguinte material:
 - PLC
 - HMI
 - Modulos de interface e respectivos cabos
 - Relé de segurança
 - Switch e conversor RS RJ45
 - Conversores Tekon

Figura 39 - Memória descritiva e justificativa

Com base na informação disponibilizada o quadro eléctrico deve cumprir todas as normas e regulamentos em vigor.

Devem ser efetuados todos os ensaios e medições necessárias, sendo estes exigidos pelo cliente.

Perante a informação disponibilizada pode-se verificar que o quadro eléctrico é do tipo himel (marca Schneider), com as dimensões 2000 mm altura por 800 mm largura e 400 mm de profundidade e sem rodapé, esta devem ser respeitadas sendo que o quadro e para substituição de um quadro existente.

Contendo um IP 55, um IK 10 e um Icc de 10kA, sendo eletrificado pelo esquema elétrico fornecido.

A montagem do mesmo deve ser conforme o *layout* fornecido pela ARL, bem como os equipamentos a instalar nas portas do quadro.

Ficamos a saber também que os botões e sinalizadores a fornecer devem ser da marca Harmony 5 da Schneider Eletric.

Por fim alguns dos equipamentos a instalar, tais como, PLC, HMI, módulos de interface e respetivos cabos, bem como relés de segurança, Switch, conversores RS RJ45 e conversores Tekon são fornecidos pela ARL,

5.3. **DESENHO DO *LAYOUT***

Após a adjudicação de um trabalho para o fornecimento de um quadro elétricos, a primeira tarefa a realizar consiste no desenho do *layout* do mesmo.

O *layout* pode ser realizado através do *autocad*, nos casos em que não nos é fornecido ou através de *softwares* de fabricantes quando elétricos.

No presente estudo de caso o cliente forneceu-nos o *layout* do quadro bem como o sinóptico da porta exterior

A figura 50 mostra o *layout* fornecido pela ARL.



Figura 50 - Layout do quadro elétrico

5.4. ORÇAMENTAÇÃO

Após a leitura da memória descritiva do projeto em questão, verifica-se que o orçamento a efetuar se trata de um quadro elétrico de comando, para substituição de um quadro existente, em que todos os equipamentos e aparelhagem devem ser fornecidos e instalados de acordo com todas as normas, decretos e regulamentos portugueses, desde que os equipamentos sejam homologados.

Verifica-se que os quadros a fornecer deverão ser do tipo Schneider com porta, sem rodapé, com ventilação e controle de arrefecimento e com as dimensões exigidas na memória descritiva.

A partir do esquema elétrico do quadro e, tendo em conta que a memória descrita determina quais as respetivas marcas a usar para cada equipamento, inicia-se a execução do orçamento.

Neste caso particular de orçamentação, será necessário atender a que a empresa Amorim Revestimento irá fornecer um conjunto de equipamentos para instalação no quadro elétrico, sendo, por conseguinte, estes excluídos do orçamento.

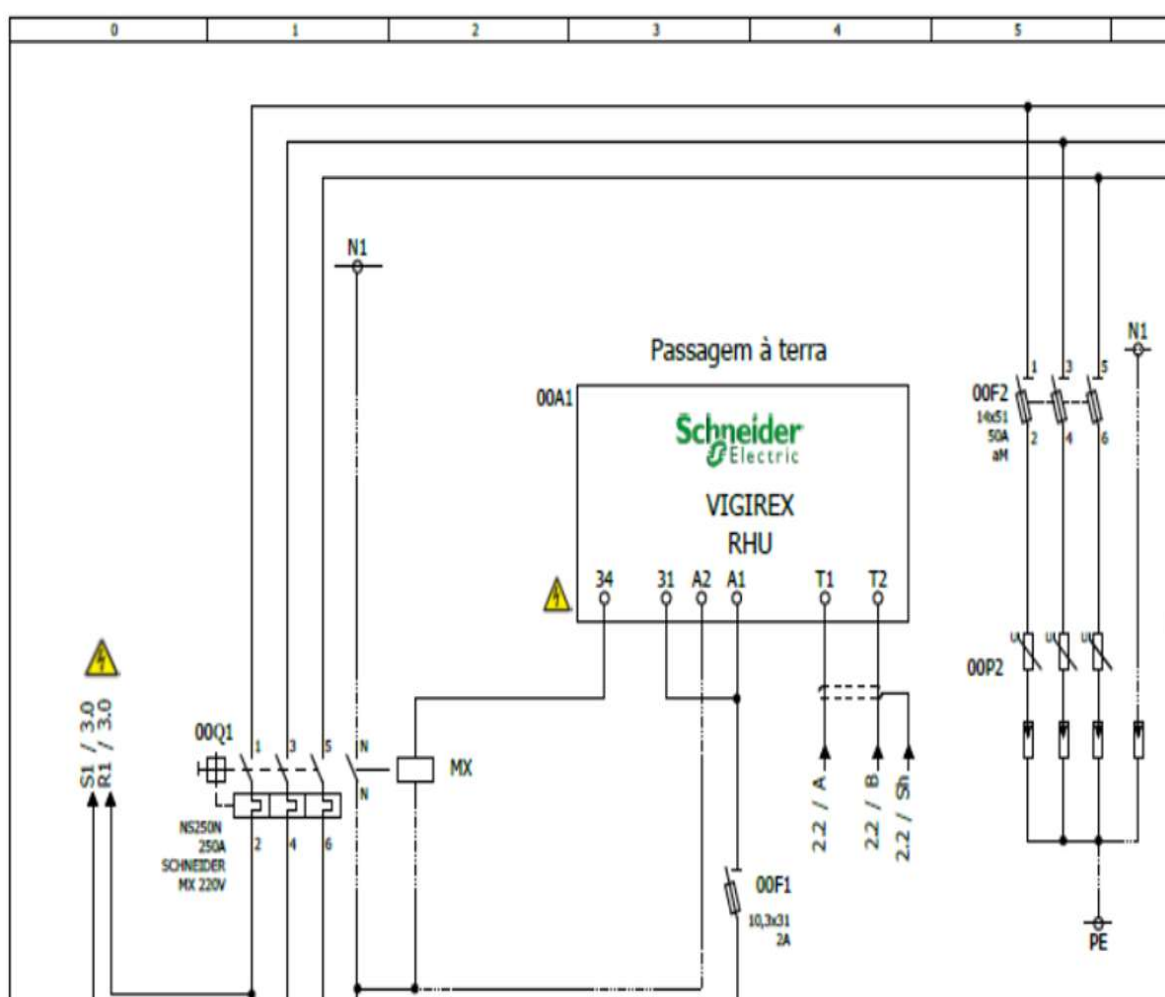


Figura 51 - Mapa de Quantidades descrito no esquema elétrico

Pelo que se pode verificar pelo esquema elétrico fornecido pela ARL figura 51, podemos calcular / executar o orçamento diretamente na folha em Excel, pois no esquema elétrico faz referência a todas as referências dos equipamentos elétricos necessários para o orçamento.

Schneider Electric		NQuadros				
PREÇO Março 2018						
Cliente	Amorim		Obra			
Proposta	Q CONDENSADOS ARL		Versão			
Distribuidor			Data: 04/06/2018			
Referência	Qtd.	Designação	Preço			
			Unitário	Total	Desconto	Líquido
NSYSM20840P	1	ARM MET 2000X800X400 PLAT	1 184,14	1184,14	0,00%	1184,14
LV431639	1	NSX250NA 4P	1 767,24	767,24	0,00%	767,24
LV429387	1	MX 220-240V 208-277V	1 111,02	111,02	0,00%	111,02
56173	1	RH99M 240VAC C/RES MAN	1 326,54	326,54	0,00%	326,54
50440	1	Toro fechado tipo MA120	1 281,00	281,00	0,00%	281,00
A9L16297	1	iQuick PRD 20r 3P+N	1 337,21	337,21	0,00%	337,21
A9F79110	2	DISJ. iC60N IP 10A C	1 12,78	25,56	0,00%	25,56
NSYCCOTH0	1	TERMOST 10A-250V CONT NA	1 42,54	42,54	0,00%	42,54
NSYCYF300M230P	1	VENT IP54 300M3H 230VCA	1 237,12	237,12	0,00%	237,12
NSYACAG223LPP	1	GRELH G2 M1 268X248X18	1 57,03	57,03	0,00%	57,03
A9A15310	1	T 2P+T 10-16A 250V SCHUKO	1 18,19	18,19	0,00%	18,19
A9N15651	1	SEC. FUS. STI 2P 500V	1 11,82	11,82	0,00%	11,82
ABL6TS100U	1	TR 230/400-230V 1000VA	1 240,00	240,00	0,00%	240,00
A9N15636	8	SEC. FUS. STI IP 500V	1 5,36	42,88	0,00%	42,88
ABL8REM24050	1	ALIM REG COMUT 100/240V 24VCC 5A	1 160,00	160,00	0,00%	160,00
ZB5AS834	1	CAB BOT COGUM VERM 30MM ROD PY DES	1 26,60	26,60	0,00%	26,60
ZB5AZ102	1	CORP BL CONT 1NF	1 6,70	6,70	0,00%	6,70
GY2ME10	3	DISJ MOT MT 4/6,3A	1 73,20	219,60	0,00%	219,60
GYAN11	4	BL CONT AUX LAT NA+NF	1 12,00	48,00	0,00%	48,00
LC1D09P7	4	CT 9A AC3 3P+NA+NF 230VCA	1 40,10	160,40	0,00%	160,40
GY2ME08	1	DISJ MOT MT 2,5/4A	1 73,20	73,20	0,00%	73,20
04034	1	POLYBLOC 250A 4P	1 92,90	92,90	0,00%	92,90
ZBE101	1	CONT 1NA	1 4,60	4,60	0,00%	4,60
		Ref.: Desconhecida		0,00	0,00%	0,00
		Ref.: Desconhecida		0,00	0,00%	0,00
	20	RELE FINDER	1 5,00	100,00	0,00%	100,00
		Ref.: Desconhecida		0,00	0,00%	0,00
TOTAL LIQUIDO			€ 4 574,29	€ 4 574,29		
GANHO			0,00%	€ 0,00		
40 HORAS			€ 15,00	600,00 €		
AUX				€ 91,49		
TOTAL				€ 5 265,77		

Figura 52 - Orçamento com preços de tabela dos fabricantes/comercializadores

Numa primeira fase é calculado o orçamento com preços de tabela como ilustra a figura 52, após esse cálculo é efetuado um pedido de cotação às respetivas marcas orçadas para termos um preço mais competitivo, dado que vamos concorrer com outras empresas.

Recebidos os pedidos de cotação é calculado o orçamento final, conforme ilustra a figura 53. Neste caso, quase todo o material é Schneider, exceto os relés que são da marca Finder.



	B	C	D	E	F	G	H
7	 						
8							
9							
10							
11	PREÇO Março 2016						
12	Cliente	Amorim		Obra			
13							
14	Proposta	Q CONDENSADOS ARL		Versão			
15							
16	Distribuidor				Data:	04/06/2018	
17							
18				Preço			
19	Referência	Qtd.	Designação	Unitário	Total	Desconto	Líquido
20	NSYSM20840P	1	ARM MET 2000X800X400 PLAT	1 184,14	1184,14	100,00%	0,00
21	LY431639	1	NSX250NA 4P	1 767,24	767,24	100,00%	0,00
22	LY429387	1	MX 220-240V 208-277V	1 111,02	111,02	100,00%	0,00
23	56173	1	RH99M 240VAC C/RES MAN	1 326,54	326,54	100,00%	0,00
24	50440	1	Toro fechado tipo MA120	1 281,00	281,00	100,00%	0,00
25	A9L16297	1	iQuick PRD 20r 3P+N	1 337,21	337,21	100,00%	0,00
26	A9F79110	2	DISJ. IC60N 1P 10A C	1 12,78	25,56	100,00%	0,00
27	NSYCCO7HO	1	TERMOST 10A-250V CONT NA	1 42,54	42,54	100,00%	0,00
28	NSYCVF300M230P	1	VENT IP54 300M3H 230VCA	1 237,12	237,12	100,00%	0,00
29	NSYCAG223LPP	1	GRELH G2 MI 268X248X18	1 57,03	57,03	100,00%	0,00
30	A9A15310	1	T 2P+T 10-16A 250V SCHUKO	1 18,19	18,19	100,00%	0,00
31	A9NI5651	1	SEC. FUS. STI 2P 500V	1 11,82	11,82	100,00%	0,00
32	ABL6TS100U	1	TR 230/400-230V 1000VA	1 240,00	240,00	100,00%	0,00
33	A9NI5636	8	SEC. FUS. STI 1P 500V	1 5,36	42,88	100,00%	0,00
34	ABL8REM24050	1	ALIM REG COMUT 100/240V 24VCC 5A	1 160,00	160,00	100,00%	0,00
35	ZB5A5834	1	CAB BOT COGUM VERM 30MM ROD P/ DES	1 26,60	26,60	100,00%	0,00
36	ZB5AZ102	1	CORP BL CONT 1NF	1 6,70	6,70	100,00%	0,00
37	GY2ME10	3	DISJ MOT MT 4/6,3A	1 73,20	219,60	100,00%	0,00
38	GYANI1	4	BL CONT AUX LAT NA+NF	1 12,00	48,00	100,00%	0,00
39	LCID09P7	4	CT 9A AC3 3P+NA+NF 230VCA	1 40,10	160,40	100,00%	0,00
40	GY2ME08	1	DISJ MOT MT 2,5/4A	1 73,20	73,20	100,00%	0,00
41	04034	1	POLYBLOC 250A 4P	1 92,90	92,90	100,00%	0,00
42	ZBE101	1	CONT 1NA	1 4,60	4,60	100,00%	0,00
43		1	Ref.: Desconhecida	1 1977,09	1977,09	0,00%	1977,09
44			Ref.: Desconhecida		0,00	0,00%	0,00
45			Ref.: Desconhecida		0,00	0,00%	0,00
46		20	RELE FINDER	1 5,00	100,00	0,00%	100,00
47			Ref.: Desconhecida		0,00	0,00%	0,00
48							
49	TOTAL LIQUIDO				€ 6 551,38	€ 2 077,09	
50							
51	GANHO				0,00%	€ 0,00	
52							
53	MDO				€ 15,00	600,00 €	
54							
55	AUX					€ 41,54	
56							
57	TOTAL					€ 2 718,63	
	Q CONDENSADOS ARL			QC TRATAMENTO PO	CX	Folha1	

Figura 53 - Orçamento final do Quadro condensados ARL

A diferença de preço entre os orçamentos figura 52 e 53, é pelo simples fato que no primeiro caso é efetuado o orçamento com preço de tabela, e no segundo caso com preços líquidos.

Terminado o orçamento é elaborada a proposta para enviar ao cliente, cumprindo com todos os critérios exigidos na memória descritiva.

Há que ter em atenção que no envio da proposta, deverá ser mencionado o prazo de entrega após a sua adjudicação, tendo em conta que alguns dos materiais apresentados e exigidos pelo cliente, têm um prazo de entrega alargado.

Este é um fator importante para a sua adjudicação. Por fim é enviada ao cliente para aprovação, carimbada, assinada e enviada via email ou fax conforme podemos verificar pela figura 54.



OBRA:					
CLIENTE: Amorim Isolamentos S.A.					
LOCAL:					
PROP.: NQ18.070.00				DATA: 04/06/2018	
ARTº.	DESIGNAÇÃO	UN	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO FINAL
1	Q CONDENSADOS ARL		1	2 718,63 €	2 718,63 €

Nota: O presente orçamento teve como base as peças desenhadas entregues, sendo que qualquer alteração às mesmas implicará a revisão da presente proposta. Esta proposta não contempla qualquer tipo de erros e omissões.

Total	2 718,63 €
Iva a acrescentar à taxa em vigor	

Figura 54 - Proposta a enviar ao cliente

5.5. PREPARAÇÃO DE OBRA

Recebido o pedido de adjudicação, é elaborado o processo, esse processo a ficha de processo contendo esquema elétrico, o *layout* e a listagem de material.

A partir deste processo é efetuado o pedido de material.

Antes de ser feito esse pedido é verificado em armazém se temos algum desse material em stock, se tivermos excluimos esse material do pedido, se não tivermos e efetuado o pedido de material as respetivas marcas.

Após a chegada do material ao armazém, este é verificado e validado conforme o processo, sendo efetuada a sua separação para que o quadrista ao começar o projeto, tenha conhecimento do material que tem ao seu dispor para a execução do quadro elétrico.

Nem sempre o material é entregue todo ao mesmo tempo, é necessário perceber qual esta em falta e se é importante para o começo da execução do quadro elétrico.

Sendo necessário verificar o porque de não ser entregue e qual o prazo de entrega do mesmo.

A figura 55 mostra a lista de material necessário para o trabalho de montagem do quadro de comando em desenvolvimento.

Referência	Qtd.	Designação
NSYSM20840P	1	ARM MET 2000X800X400 PLAT
LY431639	1	NSX250NA 4P
LY429387	1	MX 220-240V 208-277V
56173	1	RH99M 240VAC C/RES MAN
50440	1	Toro fechado tipo MA120
A9L16297	1	iQuick PRD 20r 3P+N
A9F79110	2	DISJ. iC60N 1P 10A C
NSYCCOTH0	1	TERMOST 10A-250V CONT NA
NSYCVF300M230PI	1	VENT IP54 300M3/H 230VCA
NSYCAG223LPF	1	GRELH G2 MI 268X248X18
A9A15310	1	T 2P+T 10-16A 250V SCHUKO
A9N15651	1	SEC. FUS. STI 2P 500V
ABL6TS100U	1	TR 230/400-230V 1000VA
A9N15636	8	SEC. FUS. STI 1P 500V
ABL8REM24050	1	ALIM REG COMUT 100/240V 24VCC 5A
ZB5A5834	1	CAB BOT COGUM VERM 30MM ROD P/ DES
ZB5AZ102	1	CORP BL CONT 1NF
GY2ME10	3	DISJ MDT MT 4/6,3A
GYANI1	4	BL CONT AUX LAT NA+NF
LC1D09P7	4	CT 9A, AC3 3P+NA+NF 230VCA
GY2ME08	1	DISJ MDT MT 2,5/4A
04034	1	POLYBLOC 250A 4P
ZBE101	1	CONT 1NA
	1	Ref.: Desconhecida
		Ref.: Desconhecida
		Ref.: Desconhecida
	20	RELE FINDER
		Ref.: Desconhecida

Figura 55 - Listagem de material necessário para a montagem do quadro

A preparação de obra nem sempre termina com a entrega do material em fábrica, num quadro deste género existe material que tem prazos de entrega mais alargados, tornando a preparação de obra mais difícil de se concluir.

Esta pode ser concluída sim dependendo do prazo de entrega do quadro, este só começa se esse prazo for curto, se não fica em espera aguardando que todo o material seja entregue para a sua execução.

A figura 56 ilustra como é feita a preparação do quadro elétrico, todo o material é separado e colocado junto ao processo de forma a que o quadrista tenha acesso a toda a informação.



Figura 56 - Separação material para Quadro Condensados ARL

5.6. MONTAGEM E ELETRIFICAÇÃO

A montagem começa quando o material ou parte do material fundamental para a sua realização está disponível.

Este é concebível estando algum do material importante tais como o quadro e a platine, uma vez que na presença da platine, esta pode ser estruturada conforme o *layout* sendo colocadas as respetivas calhas, também possível a elaboração dos recortes no quadro para a aplicação de ventiladores, consolas e botão de emergência.

Se não se puder verificar estes requisitos, a montagem não é concebível.

Inicializado o quadro elétrico conforme o *layout* do cliente, é necessário colocar parte do material em cima da platine para calcular os espaçamentos das calhas, sejam ela ómega ou plásticas.

Essa divisão deve ser feita uniformemente, mas nem sempre isso é possível num quadro de comandos, conforme se pode verificar pelas figuras 57 e 58.

Nem todos os componentes têm medidas idênticas, logo torna-se necessário ajustar a divisão de espaços ao equipamento.



Figura 57 - Planeamento da platine

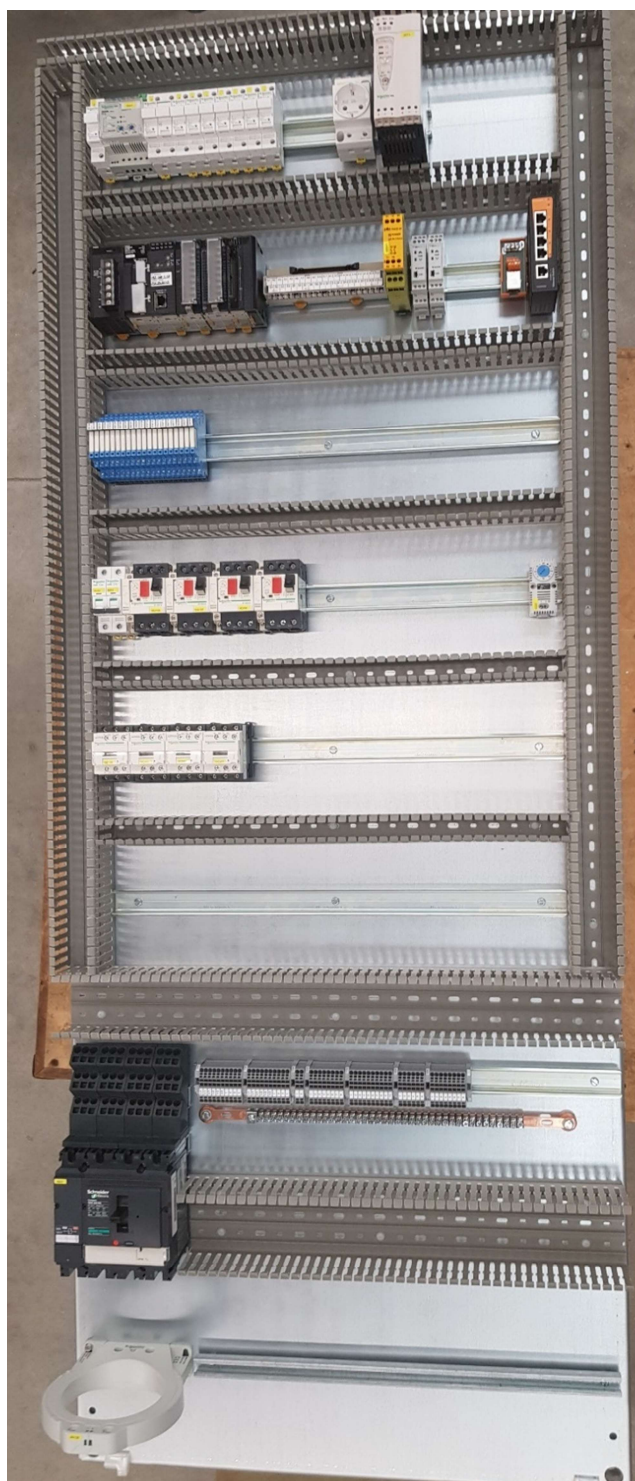


Figura 58 - Platine estruturada

Esse planeamento é importante, uma vez que tanto o orçamentista como o quadrista têm de ter atenção à margem de reserva, para num futuro próximo ter espaço para alocação de material necessário para algumas modificações.

No entanto, neste caso específico, o *layout* do cliente já nos indica onde devemos colocar o material e como a memória descritiva nos indica as dimensões do quadro, a reserva fica ao critério do cliente.

Verificado esse planeamento partimos para a conceção do quadro eléctrico, aplicando na platine as calhas plásticas, as calhas ómega, os bornes e o respetivo material, desde interruptores, barramentos, seccionadores, fusíveis, fontes, transformadores, tomadas, autómatos, reles de interface, Switch, reles de segurança, disjuntores motores, contadores e descarregadores de sobretensões.

Antes do começo da eletrificação do quadro eléctrico, todos os materiais eléctricos que compõem a sua estrutura, incluindo bornes, são marcados com etiquetas amarelas, conforme a marcação que consta no esquema eléctrico, conforme podemos visualizar na figura 59.

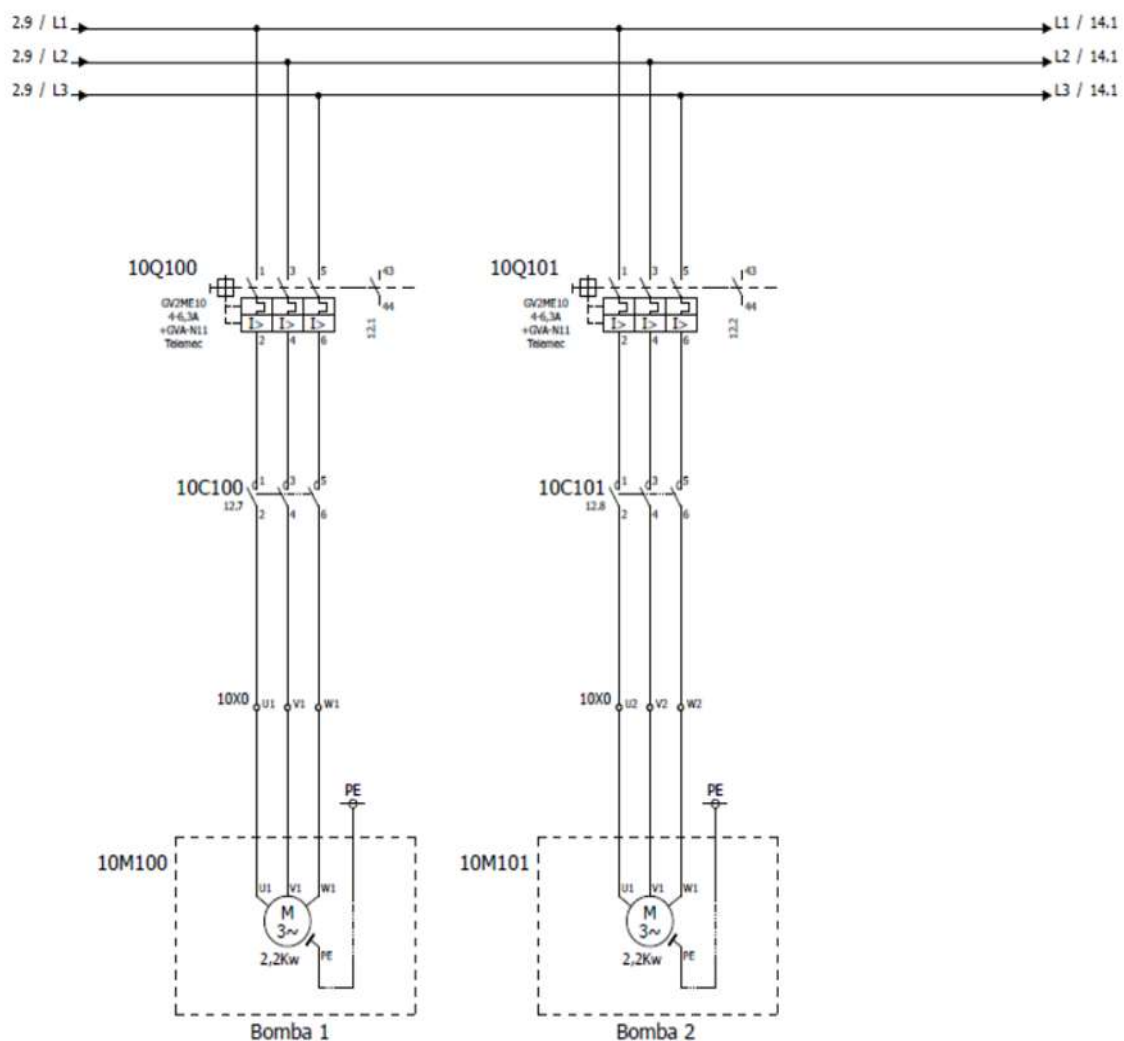


Figura 59 – Marcação efetuada no esquema eléctrico

Estando esta marcação efetuada torna mais fácil a sua conceção, conforme podemos verificar pela figura 60.

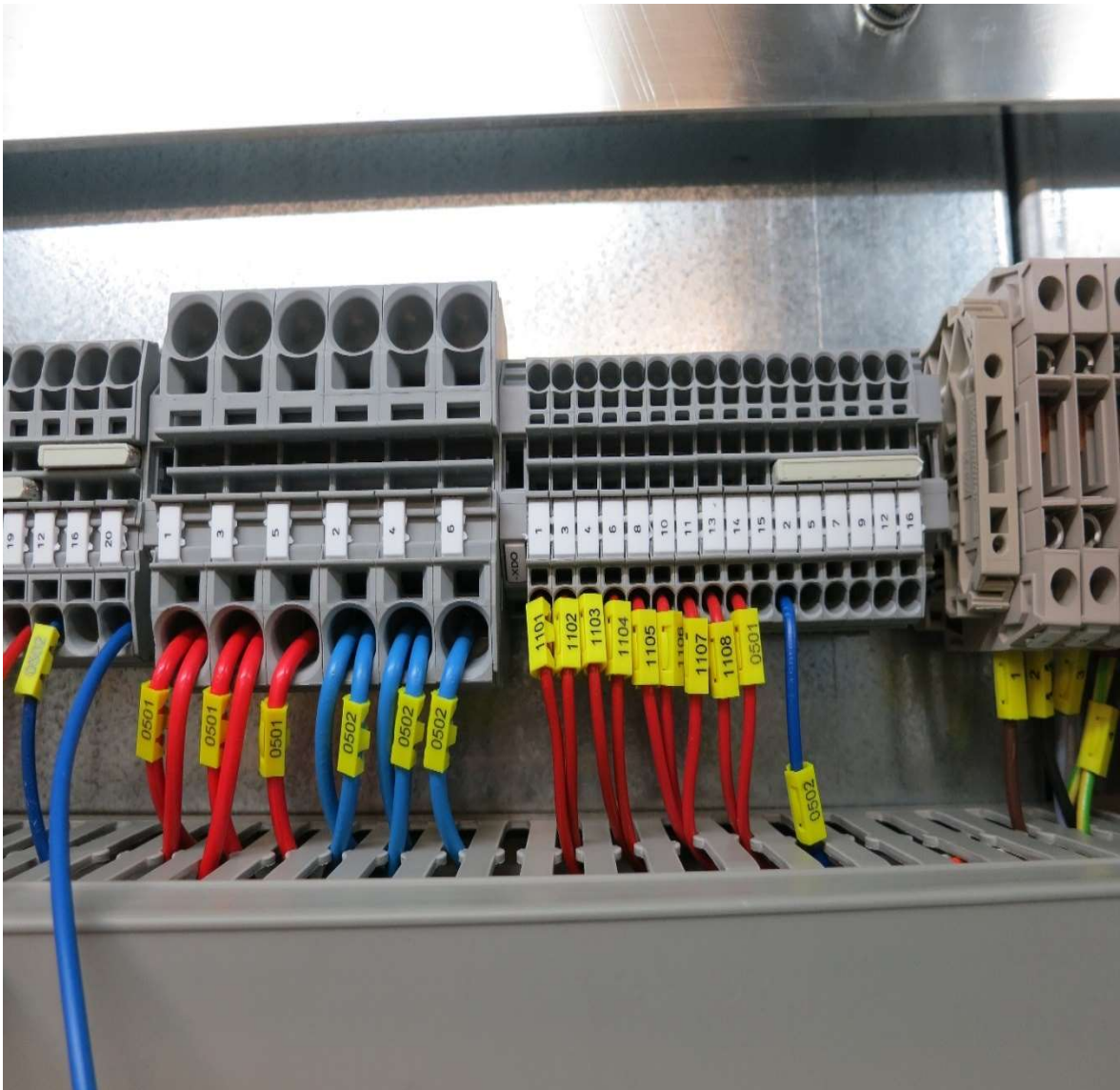


Figura 60 - Marcação de bornes

Assim ao eletrificar, sabemos que o fio “x” pertence ao dispositivo “y”, eliminando grande parte dos erros. Se existirem devem comunicados, de forma a que os esquemas elétricos sejam corrigidos na fonte e não pelo quadrista.

A passagem da cablagem deve respeitar os critérios exigidos pelo cliente, conforme indicado na tabela 7, desde que esta respeite a norma IEC 60445. O não cumprimento desta deve-se comunicar o cliente.

Tabela 7 - Cor da cablagem

Designação	Cor
Potência – L1	Castanho
Potência – L2	Preto
Potência – L3	Cinza
Terra – PE	Verde/Amarelo
Neutro – N	Azul Claro
Tensões de Controle 230VAC	Vermelho
Tensões de Controle 24 AC	Azul Escuro
Tensão – Exterior	Laranja
Linhas de Medida	Branco
Segurança	Cinza
Eletrônica	Azul Claro

O não cumprimento da cor das cablagens implicará a rejeição do quadro e pode ainda originar uma coima por não cumprimento do caderno de encargos.

A eletrificação do quadro inicia-se conforme o esquema elétrico, cumprindo com todos os critérios, executando-se em primeiro os circuitos de potência e só depois os circuitos de comando.

Este quadro se for executado dessa forma, torna mais fácil o quadrista reparar alguma anomalia que haja na sua elaboração, uma vez que a execução da cablagem de potência num quadro de automação utiliza cablagem com maior secção, e existindo menor probabilidade de erro em relação a parte de comandos, assim é mais fácil a correção com fios mais finos.

Sempre que possível a cablagem de potência é colocada à esquerda e a cablagem de comando à direita, enquanto a cablagem de rede se possível à direita e afixada a partes metálicas devido à presença de ruído eletromagnético.

Sendo que a convivência dos equipamentos com diferentes tecnologias, facilita a emissão de energia eletromagnética e com isto surgem problemas de compatibilidade eletromagnética, evitam-se desta forma perturbações na instalação.

No momento da passagem da cablagem no quadro elétrico é de extrema importância a marcação dos fios nesse preciso momento, tornado mais fácil a sua execução e eliminando erros que possam surgir.

Terminada a execução e passagem da cablagem, a platine é colocada dentro do invólucro, executando-se assim todas as ligações necessária à porta, tais como, a alimentação de consolas, os ventiladores, os comandos de botões e a botoneira de corte geral.

A figura 61 mostra a platine instalada no invólucro, já com as ligações efetuadas na porta do quadro elétrico.



Figura 61 - Quadro devidamente eletrificado

5.7. VERIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DO QUADRO ELÉTRICO

Após a montagem do quadro foi realizada a verificação do mesmo, contemplando as seguintes etapas:

- inspeção visual;
- ensaios e medições.

Durante a realização destes procedimentos, foram tomadas todas as precauções necessárias de forma a garantir a segurança dos técnicos e evitar danos às instalações e equipamentos instalados.

5.7.1. Inspeção visual

Foi realizado o procedimento de inspeção visual analisando-se todos os componentes, desde o quadro, verificando a ausência de riscos ou deformações, passando pelos diversos equipamentos, verificando se a sua marcação esta efetivamente com esta descrita no esquema elétrico.

E verificado toda a marcação de cablagem conforme o esquema, se os bornes de saída estão marcados corretamente, se a régua de bornes está devidamente marcada.

Após todas estas verificações certificar que o quadro elétrico esta devidamente limpo de poeiras e resíduos que se tenham deixado cair durante a sua execução, esta limpeza foi feita de forma cuidada de forma a que não fiquem restos de fimo que possam causar qualquer anomalia na execução dos ensaios a efetuar.

5.7.2. Medições e ensaios

Após a realização da inspeção visual foi realizado o procedimento de verificação através da realização de ensaios e medições.

Num quadro de comando devem ser realizados testes de isolamento e de rigidez dielétrica, havendo, no entanto, uma particularidade no teste de rigidez dielétrica.

Todos os materiais com componentes eletrônicos não podem ser sujeitos a este ensaio, dado que ao aplicarmos uma tensão 2 500V iremos danificar ou destruir esses equipamentos, que devem por sua vez ser desligados.

Um fator importante na realização destes ensaios é verificar se o aparelho de ensaios está calibrado, pois se não estiver podemos estar a cometer erros nos ensaios.

5.7.2.1. Ensaio de resistência de isolamento

O primeiro ensaio realizado foi o ensaio da resistência de isolamento, este teste foi efetuado entre cada condutor ativo e entre os condutores ativos e a terra.

A figura 62 mostra o modo de execução do ensaio de isolamento no quadro elétrico.

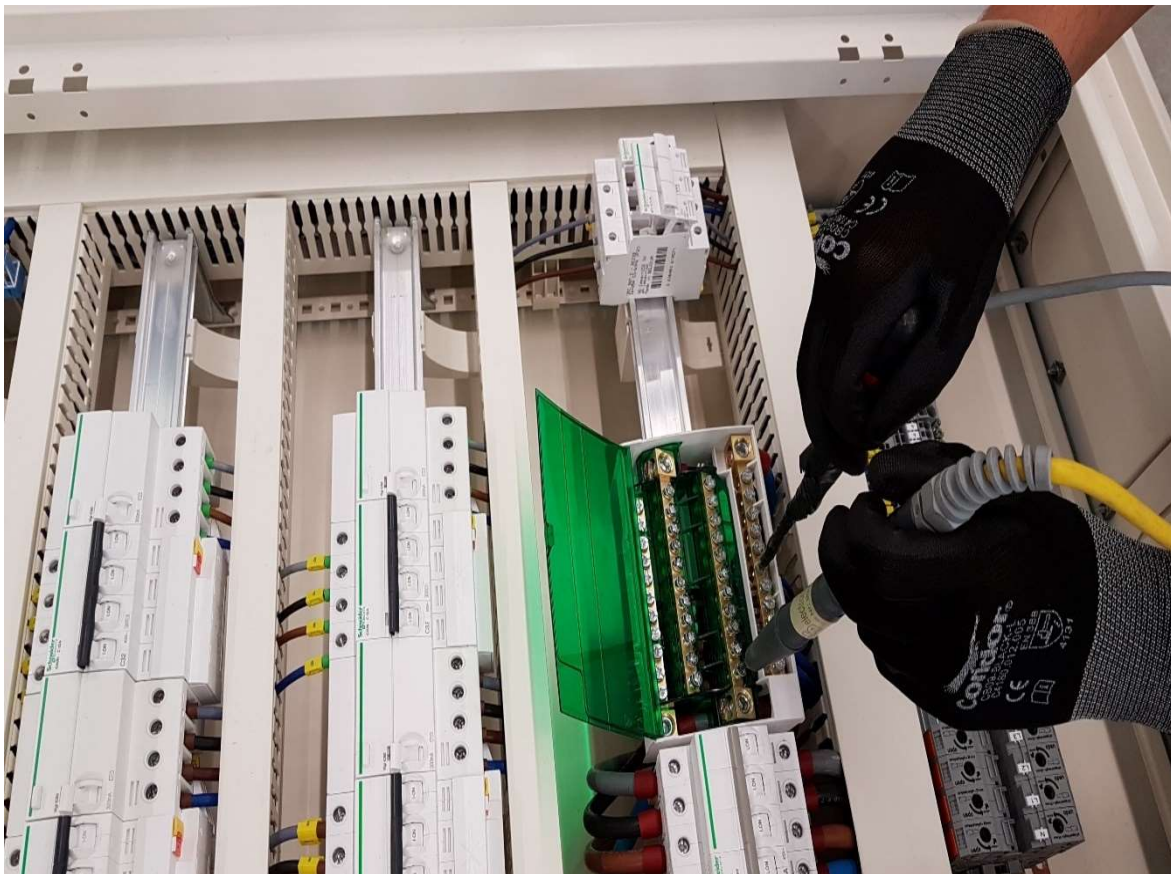


Figura 62 - Execução do ensaio de isolamento

A figura 63 mostra o computador ao qual se encontra conectado o equipamento de teste, com a indicação dos valores obtidos no ensaio.

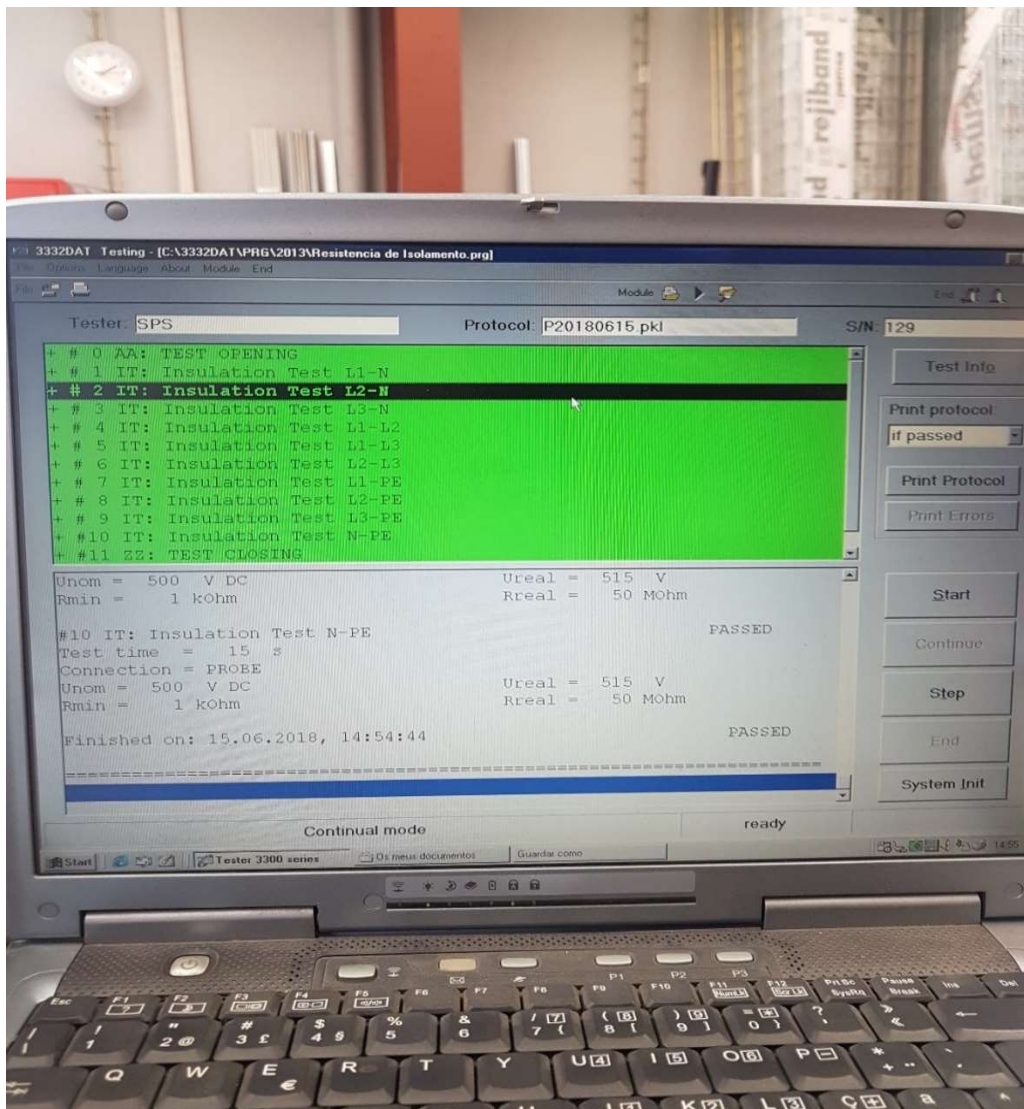


Figura 63 - Ensaio da resistência de isolamento

Como se pode verificar na figura acima, o ensaio de isolamento está a ser efetuado verificando-se que a resistência de isolamento é superior a 1000Ω , estando na ordem dos $50M\Omega$.

5.7.2.2. Ensaio da rigidez dielétrica

Na realização do ensaio de rigidez dielétrica deve-se aplicar a tensão de ensaio 2500 V entre cada polo ativo entre os polos ativos e a terra, devendo-se manter as pontas de prova conectas durante os 5 segundos de ensaio, a não conexão de ambas as pontas de prova adulterará o ensaio.

A figura 64 mostra-nos o modo de execução do ensaio da rigidez dielétrica entre o neutro e a fase L3.



Figura 64 - Ponta de prova para o ensaio da rigidez dielétrica

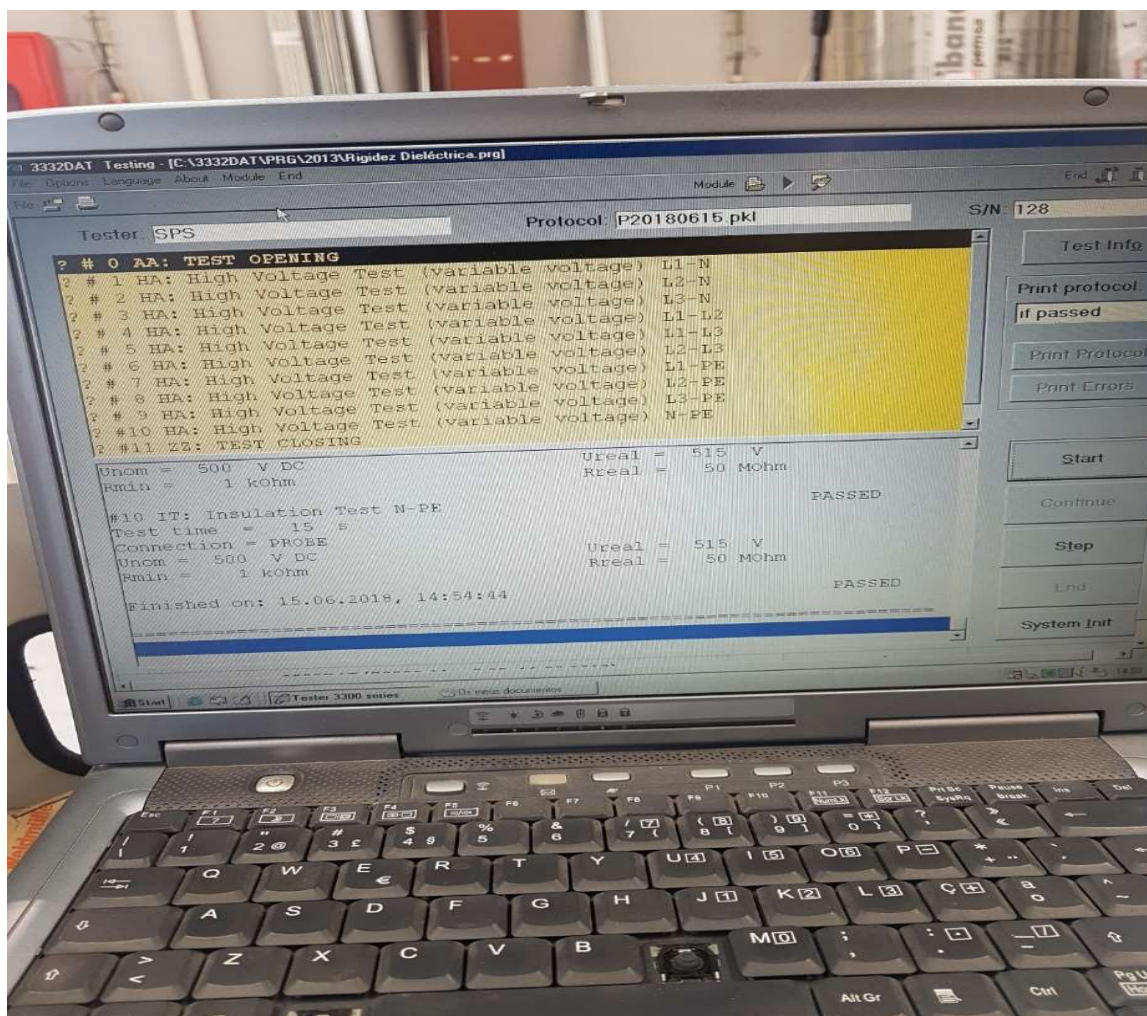


Figura 65 - Ensaio da rigidez dielétrica

Como demonstra a figura 65, no teste da rigidez dielétrica são indicados ao aparelho de certificação os dados do processo e o nome do quadro.

Sendo nos é dada sequencia logica do ensaio, sendo este sempre efetuado da mesma forma.

Após a execução deste os dados do ensaio os dados do mesmo são guardados no processo respectivo da obra, para que sejam impressos e enviados junto com o quadro elétrico, não existindo forma de falsificação do mesmo.

Estando todos os ensaios concluídos, efetua-se os restantes ensaios e verificações e a inspeção final, tendo essa listagem de acompanhar o quadro elétrico, se o cliente assim o entender.

Esse documento tem de ser validado pelo responsável da qualidade, logo quem executou o quadro não pode validar esse processo.

5.7.2.3. Preenchimento da lista de verificações a efetuar na inspeção final de qualidade



Lista das Verificações a efetuar na Inspeção final de Qualidade

Cliente	Arcosim Quatroarmos	IP/IK / ICC	55 / 10 / 10kV
Identificação do quadro	G. Condensado ARL	N.º Processo	129
Obra	NQ 18.070.00		

Pontos a Controlar	Meios de controlo	Controlo final
Verificações da conformidade		
> Identificação & número de Colunas	> Dossier planos de montagem	✓
> Tipo		✓
> Dimensões		✓
> Conformidade do painel frontal, Sinótico		✓
> Dispositivos Movimentação		✓
> Esquema elétrico (n.º circuitos)		✓
Controlos visuais		
> Pintura / tinta, homogeneidade, acabamento)	> Inspeção visual	✓
> Ausência de riscos e deformações	> Inspeção visual	✓
> Etiquetagem	> Inspeção visual	✓
Quadro, estrutura		
> Funcionamento das portas, Espelhos	> Teste de funcionamento	✓
> Fechaduras (tipo, funcionamento)	> Especificações, inspeção visual	✓
> Grau de Proteção (IP)	> Inspeção visual, Guia Técnico	✓
Aparelhagem		
> Posição	> Inspeção visual	✓
> Fixação	> Inspeção visual	✓
> Características: Calibre, poder de corte	> Especificações, inspeção visual	✓
> Identificação e marcação	> Especificações, inspeção visual	✓
> Perímetro de segurança	> Guia técnico	✓
> Funcionamento mecânico	> Teste de funcionamento	✓
> Indicação mecânica (teste de posição, ligado, etc)	> Teste de funcionamento	✓
> Procedimento de introduzir e extrair	> Teste de funcionamento	✓
> Percutor	> Teste de funcionamento	✓
> Acesso ao equipamento	> Inspeção visual	✓
> Capacidade de ligar em bornes ou tomadas	> Inspeção visual	✓
> Acessibilidade para ligação	> Inspeção visual	✓
> Encravamentos, Bloqueios	> Inspeção visual	✓
Barramentos		
> secção dos barramentos	> Guia técnico	✓
> Revestimento e dispositivo de arco interno	> Dossier planos e específica, Cliente	✓
> Suporte de Barramentos (fixação e número)	> Guia técnico	✓
> Marcação	> Dossier planos e específica, Cliente	✓
> Conformidade das uniões	> Guia técnico	✓
Cabos & barras flexíveis		
> Secção e Características dos condutores	> Guia técnico	✓
> Conformidade do modo de instal. (fixação, arestas vivas, etc)	> Guia técnico	✓
> Separação circuitos auxiliares	> Guia montagem e inst. e comunicação	✓
> Imunidade CEM	> Guia montagem e inst. e comunicação	✓
Ligações		
> Conformidade e qualidade de ligações aparafusadas (ex.: revestimento e tipo de parafusos)	> Guia técnico	✓

Figura 66 - Ensaio das listas de verificações (parte 1)

Pontos a Controlar	Meios de controlo	Controlo final
>Binário de aperto e marcação	>Chave dinamométrica + Tabelas de aperto	✓
>Qualidade da cravação	>Inspeção visual	✓
Proteção de Pessoas		
>Barras de terra (secção e fixação)	>Guia técnico e Guia de montagem	✓
>Tranças de ligação a terra		✓
>Formas		✓
>Continuidades das massas		✓
>IP dos dispositivos de medição (Fixo em portas)		✓
>Obturadores		✓
>Tapa bornes e tampas		✓
Fixação de barreiras de protecção		✓
Distância de segurança		
>Distância de isolamento		✓
>Linhas de fuga		✓
Ensaio dielétrico (circuito de potencia)		
	>Aparelho ensaio Dieléctrico	✓
Resistência de isolamento (Circuito de potência)		
	>Aparelho de ensaios eléctricos	✓
Conformidade eléctrica		
>Sequencia de fases	>Teste de Fases	✓
>Tensões, verificação de polaridades	>Testes eléctricos, Multímetro	✓
>Distribuição de diferentes polaridades (ligações entre colunas)	>Testes eléctricos, Multímetro	✓
Ensaio Funcionais		
>Sequencia de funcionamento (comando e sinalização)	>Consolas de teste, Banco de ensaios de injeção, etc	✓
>Verificação da ordem de transferência (inversor)		X
>Encravamentos eléctricos e mecânicos		✓
>Verificação das ordens de abertura / fecho das unidades		✓
>Testes de disparo (defeitos)		✓
>Relatório de informação (OF-SDE-SD)		✓
>Sinalizadores (luzes indicadoras, etc)		✓
>Injecção corrente protecção e medidas (valores, etc)		✓
Medição e protecção		
>Ensaio das Protecções (de disparo, falha, etc)	>Ensaio eléctricos	✓
>Injecção nos dispositivos de medição		X
>TI's sentido entrada primário		X
Configurações dos aparelhos		
	>Documentação técnica	✓
Automação e comunicação		
>Testes de rede (leitura / gravação)	>Especificação cliente	X
>Verificação do PLC entradas / saídas		X
Validação do PLC (de acordo com especificações de funcionamento.)		X
Limpeza e preparação das colunas		
		✓
Documentação relativa ao quadro		
>Esquema eléctrico, vista frontal / implementação do material	>Inspeção Visual	✓
>Documentação de instalação e manutenção		✓
>Instruções de aparelhagem		✓
>Lista de Falhas		✓
Embalagem		
>Conformidade da embalagem	>Lista de embalagem	✓
>Conformidade da embalagem	>Cláusulas Contratuais	✓

Responsável pela Verificação

Gilberto Carmo Machado

Data 19/06/2018

Figura 67 - Ensaio das listas de verificações (parte 2)

O documento das listas de certificações deve ser cuidadosamente preenchido conforme mostra as figuras 66 e 67, sendo arquivado, este é enviado ao cliente se ele o solicitar.

Foi verificado todos os pontos de controlo através dos meios de controlo indicado e validados todos os que estava no quadro executado.

5.7.2.4. Preenchimento da folha de registos e ensaios de rotina

Depois de realizado o procedimento de verificação ele deve ser assinado e arquivado no processo, e é efetuado o processo de registos e ensaios de rotina, sendo esse o que vai acompanhar o quadro elétrico.

Cumprindo todos os requisitos este é assinado e validado por três entidades, inspetor, responsável e cliente. Sendo que quem inspeciona nunca pode ser o responsável e vice-versa.

A figura 68 mostra a folha de registos devidamente preenchida e validada.



Folha De Registos e Ensaios de Rotina

Nome da empresa: Nquadro, Montagens de quadros eléctricos
Morada do fabricante: Rua S. Salvador, nº81, 4590-780 Paços de ferreira
Cliente: Amorim Revestimentos **Nome Quadro:** Q. Cond. ARL
Morada do cliente: **Nº Processo:** 129

Programa de Verificação
Verificação de rotina em conformidade com a Norma IEC/EN 61439-2

1. Construção Realizado / Done

1.1 Grau de proteção	V	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.2 Distancia de isolamento e linhas de fuga	V	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.3 Proteção contra choques elétricos e integridade dos circuitos de proteção se ensaio elétrico indentificar refº do aparelho de medida	V&T	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.4 Integração dos componentes incorporados	V	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.5 Circuitos elétricos internos e ligações	T	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.6 Bornas para condutores externos	V	<input checked="" type="checkbox"/>	
1.7 Funcionamento mecânico	T	<input checked="" type="checkbox"/>	

V: Visual T: Teste

2. Desempenho / Performance

2.1 Propriedades Diéletricas Aparelho Referência SPS-53301

Circuitos		Circuitos Principais	Circuitos Auxiliares
Tensão Isolamento UI	V	<input checked="" type="checkbox"/>	
Ensaio de Isolamento	V	<input checked="" type="checkbox"/>	

Opção: Até 250º, o teste pode ser Substituído por teste de isolamento a 500V

Circuitos		Circuitos Principais	Circuitos Auxiliares
Tensão Nominal	V	<input checked="" type="checkbox"/>	
Valor de Isolamento	V	<input checked="" type="checkbox"/>	

Opção: Até 250º, o teste pode ser Substituído por teste de isolamento a 500V

2.2 Cabelagem, desempenho e funcionamento T

Comentarios / Observações
O conjunto aparelhagem de BT Cumpriu os ensaios acima referenciados, está em conformidade com a norma IEC / EN 61439 - 2

Inspector **Responsavel** **Cliente**
Data 18/06/2018 19/06/2018
Ass. [Assinatura] [Assinatura]

Figura 68 - Ensaios da folha de Rotina

5.7.2.5. Preenchimento da ficha de declaração de conformidade

Após a conclusão de todos os ensaios e verificações é elaborada a Declaração CE de Conformidade, conforme podemos verificar pela figura 69, declarando que o quadro em questão cumpre todas as normas e diretivas em vigor.



DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE

Nome da empresa: Nquadro, Montagens de quadros eléctricos
Morada do fabricante: Rua S. Salvador , nº81. 4590-780 Paços de ferreira
Cliente: AMORIM REVESTIMENTOS S.A.
Morada do cliente:
Nome Quadro: Q CONDENSADOS ARL
Quadro eléctrico de Baixa Tensão. Processo nº. 129/2018

Declaramos que, sob reserva de instalação, colocação em serviço, manutenção e utilização, em conformidade com o fim a que se destina, regras de arte, regulamentação, normas em vigor, e as nossas instruções, o equipamento mencionado satisfaz as disposições das seguintes Directivas Europeias:

- Baixa tensão Nº 2006/95/EC
- EMC / CEM Nº2004/108/EC

E estão conforme a norma harmonizada seguinte:

- IEC / EN 31439-1 e IEC / EN 61439-2

Ano da aposição da marcação "CE": 2014

Ferreira, 18 de Junho de 2018

Responsável com poder para obrigar a empresa

Nome: André Cameiro

Título: Técnico


Assinatura: 

Figura 69 - Declaração CE de conformidade do quadro para ARL

A figura 70, 71, 72 e 73 mostra-nos o resultado do ensaio de isolamento e rigidez dielétrica.

```

Program   : C:\3332DAT\PRG\2013\Resistencia de Isolamento.prg
Tester    : SPS
Device    : Q. CONDENSADOS ARL
Serial nr.: 129
Remark    : AMORIM REVEST
Tested on : 15.06.2018, 14:50:20 - 14:54:44
Result                                     PASSED

# 1 IT: Insulation Test L1-N                 PASSED
Test time = 15 s
Connection = PROBE
Unom = 500 V DC                               Ureal = 509 V
Rmin = 1 kOhm                                 Rreal = 50 MOhm

# 2 IT: Insulation Test L2-N                 PASSED
Test time = 15 s
Connection = PROBE
Unom = 500 V DC                               Ureal = 511 V
Rmin = 1 kOhm                                 Rreal = 50 MOhm

# 3 IT: Insulation Test L3-N                 PASSED
Test time = 15 s
Connection = PROBE
Unom = 500 V DC                               Ureal = 506 V
Rmin = 1 kOhm                                 Rreal = 50 MOhm

# 4 IT: Insulation Test L1-L2                PASSED
Test time = 15 s
Connection = PROBE
Unom = 500 V DC                               Ureal = 509 V
Rmin = 1 kOhm                                 Rreal = 50 MOhm

# 5 IT: Insulation Test L1-L3                PASSED
Test time = 15 s
Connection = PROBE
Unom = 500 V DC                               Ureal = 508 V
Rmin = 1 kOhm                                 Rreal = 50 MOhm

# 6 IT: Insulation Test L2-L3                PASSED
Test time = 15 s
Connection = PROBE
Unom = 500 V DC                               Ureal = 510 V
Rmin = 1 kOhm                                 Rreal = 50 MOhm

# 7 IT: Insulation Test L1-PE                PASSED
Test time = 15 s
Connection = PROBE
Unom = 500 V DC                               Ureal = 512 V
Rmin = 1 kOhm                                 Rreal = 50 MOhm

# 8 IT: Insulation Test L2-PE                PASSED
Test time = 15 s
Connection = PROBE
Unom = 500 V DC                               Ureal = 512 V
Rmin = 1 kOhm                                 Rreal = 50 MOhm

# 9 IT: Insulation Test L3-PE                PASSED
Test time = 15 s
Connection = PROBE
Unom = 500 V DC                               Ureal = 515 V
Rmin = 1 kOhm                                 Rreal = 50 MOhm

```

SPS electronic GmbH

Test results: P20180615.pk1

15.06.2018, 14:54:48

#10 IT: Insulation Test N-PE

PASSED

Test time = 15 s

Connection = PROBE

Unom = 500 V DC

Rmin = 1 kOhm

Ureal = 515 V

Rreal = 50 MOhm

Program : C:\3332DAT\PRG\2013\Rigidez Dieléctrica.prg
 Tester : SPS
 Device : Q.CONDENSADOS ARL
 Serial nr.: 129
 Remark : AMORIM REVEST
 Tested on : 15.06.2018, 15:02:47 - 15:04:02

Result **PASSED**

1 HA: High Voltage Test (variable voltage) L1-N **PASSED**

Test time = 5 s
 Unom = 2.5 kV AC
 Umin = 2 kV Umax = 3 kV Ureal = 2.59 kV
 Imin = 0 A Imax = 15 mA Ireal = 200 µA

2 HA: High Voltage Test (variable voltage) L2-N **PASSED**

Test time = 5 s
 Unom = 2.5 kV AC
 Umin = 2 kV Umax = 3 kV Ureal = 2.59 kV
 Imin = 0 A Imax = 15 mA Ireal = 200 µA

3 HA: High Voltage Test (variable voltage) L3-N **PASSED**

Test time = 5 s
 Unom = 2.5 kV AC
 Umin = 2 kV Umax = 3 kV Ureal = 2.6 kV
 Imin = 0 A Imax = 15 mA Ireal = 200 µA

4 HA: High Voltage Test (variable voltage) L1-L2 **PASSED**

Test time = 5 s
 Unom = 2.5 kV AC
 Umin = 2 kV Umax = 3 kV Ureal = 2.59 kV
 Imin = 0 A Imax = 15 mA Ireal = 200 µA

5 HA: High Voltage Test (variable voltage) L1-L3 **PASSED**

Test time = 5 s
 Unom = 2.5 kV AC
 Umin = 2 kV Umax = 3 kV Ureal = 2.59 kV
 Imin = 0 A Imax = 15 mA Ireal = 200 µA

6 HA: High Voltage Test (variable voltage) L2-L3 **PASSED**

Test time = 5 s
 Unom = 2.5 kV AC
 Umin = 2 kV Umax = 3 kV Ureal = 2.59 kV
 Imin = 0 A Imax = 15 mA Ireal = 200 µA

7 HA: High Voltage Test (variable voltage) L1-PE **PASSED**

Test time = 5 s
 Unom = 2.5 kV AC
 Umin = 2 kV Umax = 3 kV Ureal = 2.6 kV
 Imin = 0 A Imax = 15 mA Ireal = 200 µA

8 HA: High Voltage Test (variable voltage) L2-PE **PASSED**

Test time = 5 s
 Unom = 2.5 kV AC
 Umin = 2 kV Umax = 3 kV Ureal = 2.59 kV
 Imin = 0 A Imax = 15 mA Ireal = 200 µA

9 HA: High Voltage Test (variable voltage) L3-PE **PASSED**

Test time = 5 s
 Unom = 2.5 kV AC
 Umin = 2 kV Umax = 3 kV Ureal = 2.59 kV
 Imin = 0 A Imax = 15 mA Ireal = 200 µA

#10 HA: High Voltage Test (variable voltage) N-PE PASSED
Test time = 5 s
Unom = 2.5 kV AC
Umin = 2 kV Umax = 3 kV Ureal = 2.58 kV
Imin = 0 A Imax = 15 mA Ireal = 200 µA

5.7.3. Etiquetagem de certificação

Após a realização de todos os ensaios, (ensaios das listas de verificações, da folha de registos e ensaios de rotina, da declaração de conformidade, da resistência de isolamento e da rigidez dielétrica, sendo os quatro últimos impressos e enviados com o quadro elétrico), é elaborada a etiqueta de certificação, conforme indicado na figura 74.

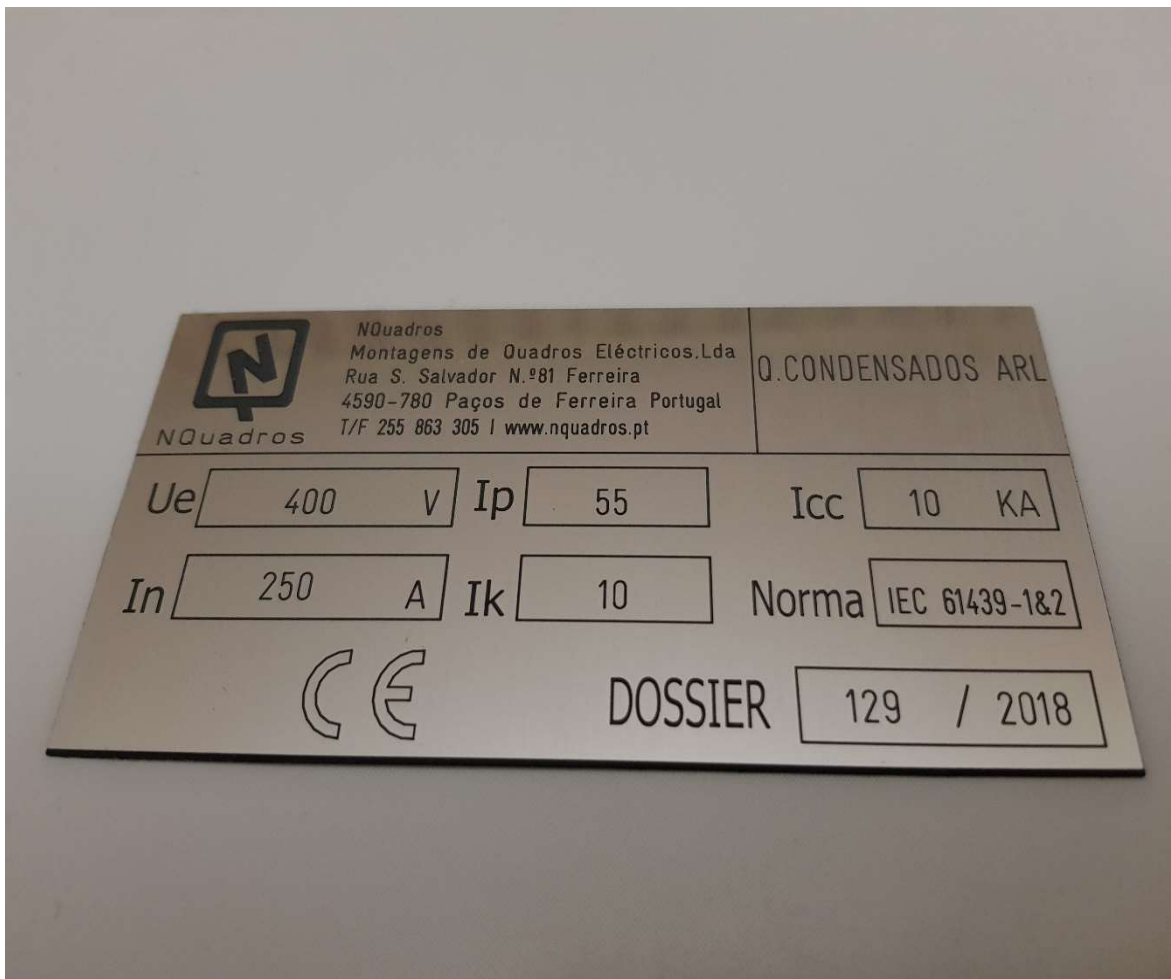


Figura 74 - Etiqueta de certificação

Estando todos estes processos elaborados, o quadro é enviado para a expedição, sendo informado o cliente da sua conclusão e do dia do envio do mesmo.

Na etiqueta elaborada para o quadro contem os itens mais importantes referentes ao quadro, assim sempre for necessário intervir no quadro é-nos fornecido o número do processo, facilitando assim a execução da intervenção consultando o seu processo interno.

5.8. EMBALAGEM E EXPEDIÇÃO

Terminado todo este processo o quadro elétrico chega a parte de embalagem e expedição, este deve ser embalado de forma a que o quadro ao ser transportado não sofra qualquer tipo de anomalia, nem deformação.

Dependendo da sua dimensão ele deve ser embalado e protegido sempre da mesma forma a figura 75 exemplifica como deve ser realizada a sua embalagem.



Figura 75 - Quadro embalado pronto para expedição

Este deve ser envolvido por uma película isolante, em toda a sua envoltura, sendo que nos quatro cantos é protegido com um cartão de forma a que o quadro possa ser transportado deitado de lado ou em pé, fortalecendo a distância entre o quadro e as partes envolvente.

6. DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO INFORMÁTICA DE APOIO À ATIVIDADE DE QUADRISTA

6.1. ASPETOS GERAIS

A utilização de ferramentas de apoio ao projeto, produção, verificação e certificação de quadros elétricos é hoje uma prática corrente, pois permite tornar as tarefas mais simples, rápidas e realizadas com maior controlo de qualidade.

As ferramentas informáticas permitem ganhos significativos de tempo, recursos e não comprometem a qualidade dos trabalhos realizados, mas para isso devem ser validadas e verificadas regularmente, para acompanharem a constante evolução regulamentar, normativa, técnica e tecnológica.

O desenvolvimento da aplicação informática de apoio à atividade de quadrista foi desenvolvida com dois propósitos distintos:

- Suporte à formação de técnicos;
- Apoio na produção de quadros elétricos.

A aplicação informática de apoio à atividade de quadrista foi desenvolvida em PHP porque torna mais fácil ao acrescento de novos itens, e facilitando o quadrista na modificação da mesma.

6.2. DESCRIÇÃO FUNCIONAL DA APLICAÇÃO

O desenvolvimento da aplicação informática de apoio à atividade de quadrista teve dois propósitos distintos e encontra-se estruturadas em duas partes principais:

- Suporte à formação de técnicos;
- Apoio na produção de quadros elétricos.

A primeira parte “Apoio à formação” subdivide-se em duas partes:

- Quadros elétricos

Com conteúdos formativos no âmbito dos quadros elétricos, nomeadamente: enquadramento regulamentar e normativo, definições, estrutura e elementos constituintes.

- Quadrista

Com conteúdos formativos no âmbito da atividade de quadrista, que pretende dar conhecimento das diversas atividades desenvolvidas, da importância de cada uma das tarefas e dos principais conhecimentos necessários para poder realizar as tarefas.

Esta área de formação estrutura-se nos seguintes conteúdos:

- Análise do projeto;
- Desenho do *layout*;
- Orçamentação;
- Preparação da obra;
- Montagem e eletrificação;
- Verificação e certificação;
- Expedição.

A segunda parte “Apoio na produção de quadros elétricos”, destina-se ao apoio do exercício da profissão de quadrista, criar todo o processo de abertura de fichas de clientes, abertura de

trabalhos, consulta de processos existentes, assim como o registo do procedimento de verificação e certificação dos quadros elétricos, e emissão de relatórios técnicos e certificados de conformidade.

No desenvolvimento da aplicação pretendeu-se que a mesma fosse muito intuitiva, fácil de utilizar e facilmente atualizável.

Na aplicação informática foram desenvolvidos conteúdos formativos, mas também criadas ligações a páginas web, consideradas relevantes na temática em estudo.

6.2.1. Formação

A área de formação da aplicação, embora direcionada para profissionais exercendo a atividade de quadrista, pode ser usada, por qualquer técnico da área eletrotécnica, como suporte ao ensino/aprendizagem relativamente à temática dos quadros elétricos e da atividade de quadrista.

A figura 76 mostra o menu de entrada na aplicação informática de apoio à atividade de quadrista.



Figura 76 - Menu de entrada da aplicação informática de apoio à atividade de quadrista

No “Menu de entrada na aplicação informática” selecionando a opção “Formação”, acede-se a um novo menu, que permite selecionar a área de formação pretendida. Se a temática relacionada com os quadros elétricos, se a temática relacionada com o exercício da profissão de quadrista.

A figura 77 mostra o submenu “Áreas de Formação” da aplicação informática de apoio à atividade de quadrista.

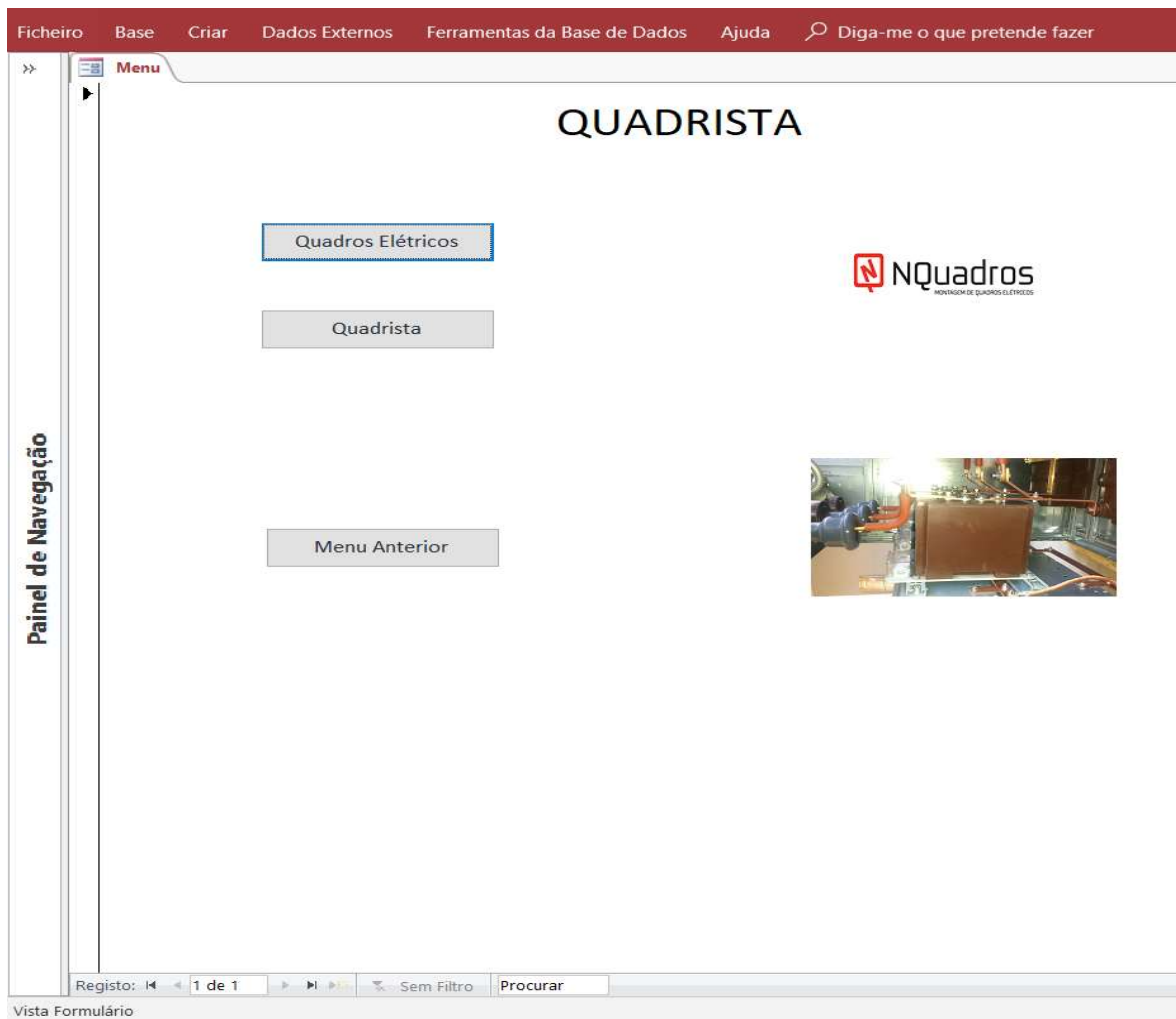


Figura 77 - Submenu “Áreas de Formação” da aplicação informática de apoio à atividade de quadrista

Entrando no submenu “Quadros elétricos” acede-se a um outro submenu com conteúdo formativo no âmbito dos quadros elétricos, estruturados em quatro áreas principais:

- Definições;
- Regulamentos e normas;

- Estrutura;
- Elementos constituintes.

A figura 78 mostra o menu de formação relativo à temática dos quadros elétricos.

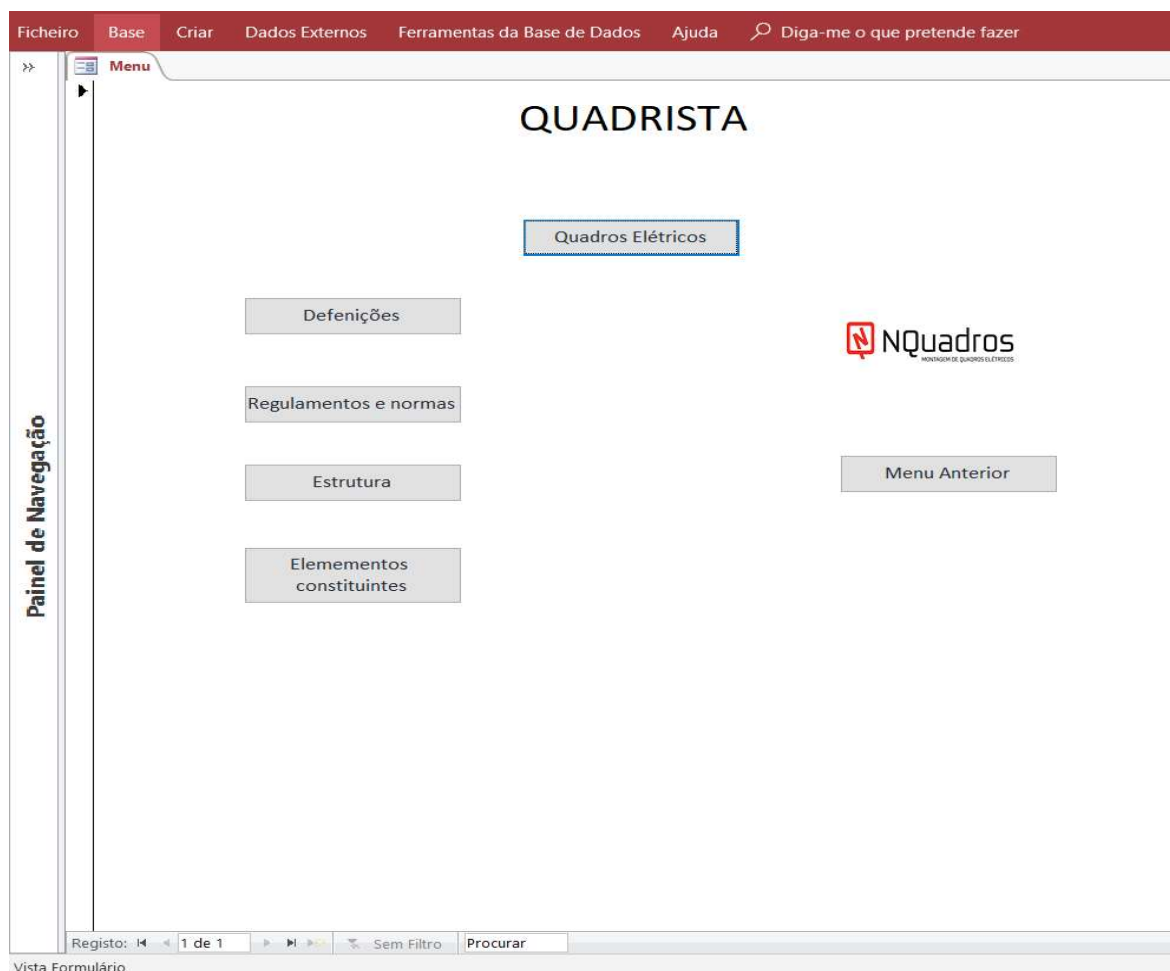


Figura 78 - Submenu “Formação Quadros Elétricos” da aplicação informática de apoio à atividade de quadrista

Entrando num dos submenus “Quadros elétricos” acede-se a conteúdo informativo no âmbito dos quadros elétricos [27] [28] [29] [30].

6.2.2. Profissão

A área relativa ao exercício da profissão da aplicação, não pretende ser uma área de formação, mas sim uma área destinada exclusivamente a profissionais da empresa que exercem atividade de quadrista.

A figura 79 mostra o submenu de entrada na área de exercício da profissão de quadrista na aplicação informática de apoio à atividade de quadrista.

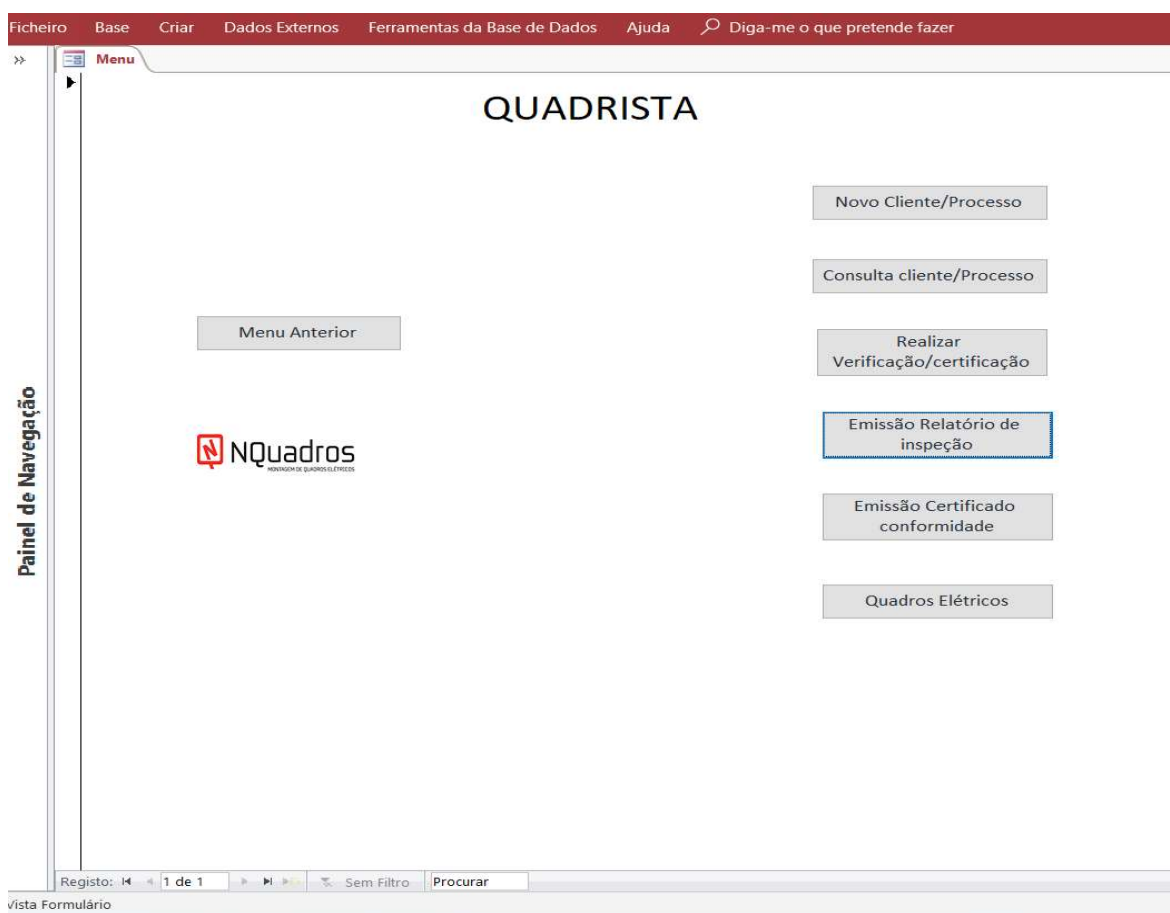


Figura 79 - Submenu de entrada na área de exercício da profissão de quadrista

Neste menu é possível seleccionar a atividade a realizar no âmbito do exercício da profissão:

- Criar novo cliente/processo;
- Consultar cliente/processo;
- Realização de verificação/certificação de quadro elétrico;

- Emissão relatório de inspeção;
- Emissão de certificado de conformidade.

O processo relativo a um novo cliente, inicia-se pela abertura de uma ficha de cliente, através da seleção do botão “criar novo cliente/processo”.

A figura 80 mostra-nos o submenu que permite a criação de um novo cliente/processo de cliente.

The image shows a web-based form for client registration. At the top, there is a header with the word "Clientes" in a light blue box. Below the header, there are four input fields: "Código" with the value "10", "Nome cliente" with "Gilberto Machado", "Morada" with "Rua do Barreiro, Nº30 - Santo Tirso", and "Nº Processo" with "10". Below the input fields, there are four small navigation buttons (back, forward, etc.) and three larger buttons: "Novo cliente", "Eliminar cliente", and "Fechar". At the bottom, there is a wide button labeled "Abrir processo".

Figura 80 - Menu “Registo de clientes/processos de clientes”

Neste menu é também possível a criação dos processos de fabrico associados a um cliente.

A figura 81 mostra-nos o submenu que permite a criação de um processo de cliente.

Processo

Nº Processo	<input type="text" value="6"/>
Nome Quadro	<input type="text" value="QE"/>
Tensão nominal U	<input type="text" value="400"/>
Intensidade nominal A	<input type="text" value="250"/>
Índice de Proteção IP	<input type="text" value="55"/>
Grau de proteção IK	<input type="text" value="10"/>
Intensidade de Curto-Circ	<input type="text" value="10"/>
Ano	<input type="text" value="05/10/2018"/>
Código	<input type="text" value="6"/>

Figura 81 – Criação de um novo processo de cliente

A aplicação permite também a consulta a cliente/processos de clientes, permitindo procurar um trabalho específico, assim como ver todos os trabalhos realizados para um determinado cliente.

A figura 82 mostra-nos o submenu que permite a consulta de um cliente/processo de cliente.

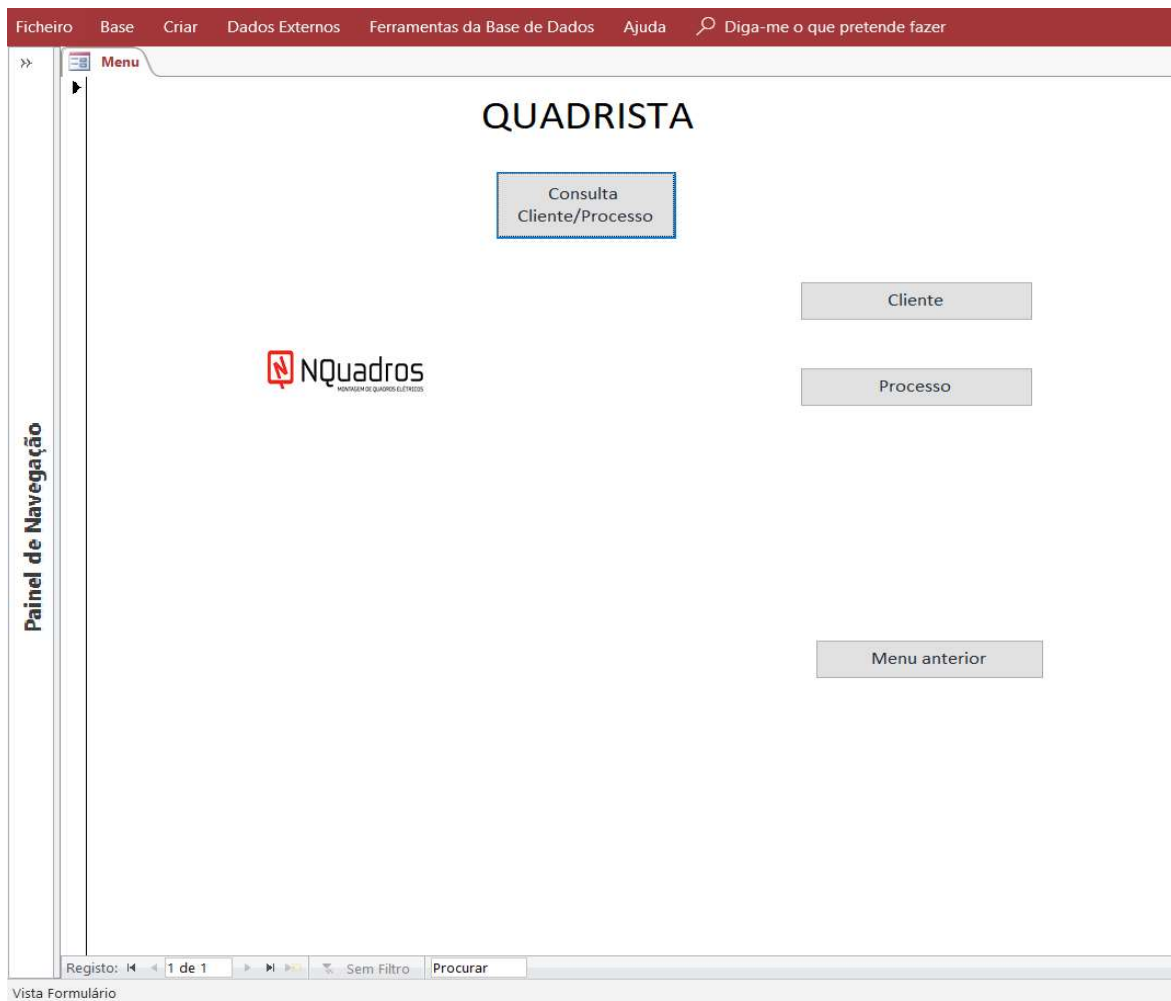


Figura 82 - Menu consulta de um cliente/processo de cliente

O menu “Realização de verificação/certificação de quadro elétrico” permite abrir uma base de dados com o procedimento de verificação de um quadro elétrico, evitando a necessidade de o técnico se encontrar munido de uma folha impressa para a realização desse trabalho. Permite a economia de material, assim como a redução de tempo pois o registo fica logo realizado na base de dados.

A figura 83 mostra um extrato do menu de preenchimento do procedimento de verificação e certificação de um quadro elétrico.

Lista das Verificações a efetuar na Inspeção final de Qualidade

Cliente	<input type="text"/>	IP/IK / ICC	<input type="text"/>
Identificação do quadro	<input type="text"/>	N.º Processo	<input type="text"/>
Obra	<input type="text"/>		

Pontos a Controlar	Meios de controlo	Controlo final
Verificações da conformidade		
> Identificação & numero de Colunas	> Dossier planos de montagem	
> Tipo		
> Dimensões		
> Conformidade do painel frontal, Sinotico		
> Dispositivos Movimentação		
> Esquema elétrico (n.º circuitos)		
Controlos visuais		
> Pintura (tinta, homogeneidade, acabamento)	> Inspeção visual	
> Ausência de riscos e deformações	> Inspeção visual	
> Etiquetagem	> Inspeção visual	
Quadro, estrutura		
> Funcionamento das portas, Espelhos	> Teste de funcionamento	
> Fechaduras (tipo, funcionamento)	> Especificações, Inspeção visual	
> Grau de Proteção (IP)	> Inspeção visual, Guia Técnico	
Aparelhagem		
> Posição	> Inspeção visual	
> Fixação	> Inspeção visual	
> Características: Calibre, poder de corte	> Especificações, Inspeção visual	
> Identificação e marcação	> Especificações, Inspeção visual	
> Perímetro de segurança	> Guia técnico	
> Funcionamento mecânico	> Teste de funcionamento	
> Indicação mecânica (teste de posição, ligado, etc)	> Teste de funcionamento	
> Procedimento de introduzir e extrair	> Teste de funcionamento	
> Percutor	> Teste de funcionamento	
> Acesso ao equipamento	> Inspeção visual	
> Capacidade de ligar em bornes ou tomadas	> Inspeção visual	
> Acessibilidade para ligação	> Inspeção visual	
> Encravamentos, Bloqueios	> Inspeção visual	
Barramentos		
> Seção dos barramentos	> Guia técnico	
> Revestimento e dispositivo de arco interno	> Dossier planos e especifica. Cliente	
> Suporte de Barramentos (fixação e número)	> Guia técnico	
> Marcação	> Dossier planos e especifica. Cliente	
> Conformidade das uniões	> Guia técnico	
Cabos & barras flexíveis		
> Seção e Características dos condutores	> Guia técnico	
> Conformidade do modo de instal. (fixação, arestas vivas, etc)	> Guia técnico	
> Separação circuitos auxiliares	> Guia montagem e inst. e comunicação	
> Imunidade CEM	> Guia montagem e inst. e comunicação	
Ligações		
> Conformidade e qualidade de ligações aparafusadas (ex. : revestimento e tipo de parafusos)	> Guia técnico	

Figura 83 - Extrato do menu do procedimento de verificação/certificação de um quadro elétrico

O menu “Emissão relatório de inspeção” permite a seleção de um processo de cliente e a emissão do relatório de inspeção com todos a informação recolhida aquando da realização do mesmo.

A figura 84 mostra o relatório de verificação de um quadro elétrico.



Folha De Registos e Ensaios de Rotina

Nome da empresa: Nquadro, Montagens de quadros electricos
Morada do fabricante: Rua S. Salvador, nº81, 4590-780 Paços de ferreira
Cliente: _____ **Nome Quadro:** _____
Morada do cliente: _____ **Nº Processo:** _____

Programa de Verificação
 Verificação de rotina em conformidade com a Norma IEC/EN 61439-2

1. Construção Realizado / Done

1.1 Grau de proteção	V	<input type="checkbox"/>
1.2 Distancia de isolamento e linhas de fuga	V	<input type="checkbox"/>
1.3 Proteção contra choques elétricos e integridade dos circuitos de, proteção se ensaio elétrico indentificar ref ^o do aparelho de medida	V&T	<input type="checkbox"/>
1.4 Integração dos componentes incorporados	V	<input type="checkbox"/>
1.5 Circuitos elétricos internos e ligações	T	<input type="checkbox"/>
1.6 Bornes para condutores externos	V	<input type="checkbox"/>
1.7 Funcionamento mecânico	T	<input type="checkbox"/>

V: Visual T: Teste

2. Desempenho / Performance

2.1 Propriedades Diéletricas

Aparelho Referencia:.....

Circuitos	Circuitos Principais	Circuitos Auxiliares
Tensão Isolamento Ui	V	
Ensaio de Isolamento	V	

Opção: Ate 250*, o teste pode ser Substituido por teste de isolamento a 500V

Circuitos	Circuitos Principais	Circuitos Auxiliares
Tensão Nominal	V	
Valor de Isolamento	V	

Opção: Ate 250*, o teste pode ser Substituido por teste de isolamento a 500V

2.2 Cabelagem, desempenho e funcionamento T

Comentarios / Observações
 O conjunto aparelhagem de BT Cumpriu os ensaios acima referenciados, está em conformidade com a norma IEC / EN 61439 - 2

Inspetor Responsavel Cliente

Data _____
 Ass: _____

Figura 84 - Relatório de verificação/certificação de um quadro elétrico

O menu “Emissão de certificado de conformidade” permite a emissão de um certificado de conformidade respeitante a um determinado processo de cliente.

A figura 85 mostra um certificado de conformidade de um quadro elétrico.



DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE

Nome da empresa: Nquadro. Montagens de quadros electricos
Morada do fabricante: Rua S. Salvador . nº81. 4590-780 Paços de ferreira
Cliente:
Morada do cliente:
Nome Quadro:
Quadro eléctrico de Baixa Tensão. Processo nº.

Declaramos que, sob reserva de instalação, colocação em serviço, manutenção e utilização, em conformidade com o fim a que se destina, regras de arte, regulamentação, normas em vigor, e as nossas instruções, o equipamento mencionado satisfaz as disposições das seguintes Directivas Europeias:

- Baixa tensão N° 2006/95/EC
- EMC / CEM N°2004/108/EC

E estão conforme a norma harmonizada seguinte:

- IEC / EN 31439-1 e IEC / EN 61439-2

Ano da aposição da marcação “CE”: 2014

Ferreira, __ de Junho de ____

Responsável com poder para obrigar a empresa

Nome: Gilberto Machado

Título: Técnico

Assinatura: _____

Figura 85 - Certificado de conformidade de um quadro elétrico

7. CONCLUSÕES

7.1. CONCLUSÕES GERAIS

O quadrista é a entidade que executa o quadro elétrico conforme os esquemas elétricos, que auxilia na manutenção e revisão de quadros, tendo por base informação de forma a garantir todos os regulamentos.

A atividade de quadrista é extremamente exigente, devido à diversidade e complexidade dos trabalhos realizados. Exige-se ao quadrista cada vez mais conhecimentos técnicos, regulamentares, normativos e tecnológicos, assim como a procura de soluções adequadas às efetivas características e propósitos dos quadros elétricos e dos orçamentos disponíveis para a realização dos mesmos, desenvolvendo-se a atividade de quadrista suportada em ferramentas informáticas, nomeadamente de apoio à orçamentação e à elaboração dos quadros elétricos.

Todos os objetivos propostos para o trabalho foram alcançados, tendo sido realização do estudo da arte sobre a atividade “Quadrista”, que permitiu consolidar e adquirir novos conhecimentos sobre a temática dos quadros elétricos e da atividade de quadrista. Foi desenvolvido de um processo interno para o ensaio e verificação de quadros elétricos, em conformidade com a norma aplicável, NP EN 61439.

No estudo de caso, foi realizado o orçamento para a execução de um quadro elétrico, foi realizado o acompanhamento da execução do quadro elétrico, assim como da realização dos ensaios e medições de certificação do quadro elétrico. Foi realizado o relatório de ensaios, assim como o certificado de conformidade.

A realização do presente estágio foi extremamente enriquecedora pois permitiu o aprofundamento de conhecimentos técnicos, mas também o conhecimento sobre o exercício da profissão, a relação interpessoal, a exigência, responsabilidade, assim como a dinâmica de trabalho.

7.2. CONTRIBUTOS DO CANDIDATO

A realização do estágio permitiu a elaboração de uma aplicação informática que a empresa pretende usar como suporte à formação de novos funcionários, reduzindo o seu tempo de enquadramento da empresa e na atividade da empresa. A ferramenta será também usada na realização dos procedimentos de verificação e validação dos quadros elétricos, simplificando o processo existente e diminuindo o tempo de execução do mesmo.

A realização do estágio permitiu também a realização de um processo interno de verificação e validação da produção dos quadros elétricos, que permitirá a realização destas tarefas de uma forma mais homogénea e sistemática.

7.3. COMPONENTE ACADÉMICA

A realização do trabalho exposto no presente documento permitiu uma consolidação e assimilação de conhecimentos para além do que seria expectável em ambiente académico.

As diversas tarefas realizadas ao longo do trabalho, a documentação técnica consultada, os testemunhos de profissionais da empresa Nquadros – Montagem de Quadros Elétricos, Lda, sob supervisão e acompanhamento, o acompanhamento dos orientadores do trabalho, permitiram consolidar e aumentar os conhecimentos na área das instalações elétricas, aparelhagem de corte, comando e proteção e dos quadros elétricos.

No âmbito da formação académica, embora todas as unidades curriculares sejam importantes na formação do profissional na área dos sistemas elétricos de energia, na atividade de quadrista, as principais unidades curriculares, com conteúdos curriculares utilizados durante a realização do estágio foram:

Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

- Projetos de instalações elétricas I;

- Métodos de Trabalho em Engenharia;
- Automação e Controlo;
- Introdução à Gestão.

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

- Instalações elétricas especiais;
- Qualidade de serviços em SEE.

O estágio curricular, enquanto complemento dessa formação, permitiu a aquisição e consolidação de conhecimentos e competências sobre o tema desenvolvido, quer através da iteração dos conhecimentos do trabalho elaborado na empresa, quer através dos conhecimentos adquiridos na instituição académica.

7.4. PERSPETIVAS FUTURAS

Após os conhecimentos adquiridos com a realização deste trabalho, é maior o entusiasmo perante os novos desafios que possam surgir e também pelas novas ferramentas fornecidas pelas instituições, no desenvolvimento da orçamentação e na conceção dos quadros elétricos.

Constata-se assim, que tarefas futuras no âmbito da orçamentação, conceção e certificação, se tornarão aliciantes e passíveis de aplicação de forma mais vasta, nomeadamente através de:

- Desenvolvimento de *softwares* com menor complexidade no processo de orçamentação ou desenvolvimento de esquemas elétricos e *layout* e com possibilidade de utilização de equipamentos e materiais de diversas marcas;
- Desenvolvimento de uma solução para automatização de parte do processo de certificação dos quadros elétricos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8.1. REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS

- [1] Notas técnicas, Schneider Electric, [Accessed: 20 – abr - 2018];
- [2] NP EN 61439, Conjuntos de Aparelhagem de Baixa Tensão, Instituto Português da Qualidade, 2016;
- [3] NP EN 60439, Conjuntos de Aparelhagem de Baixa Tensão, Instituto Português da Qualidade, 1999;
- [4] Guia Técnico das Instalações Elétricas, Josué Lima Morais, José M. G. Pereira, 2006;
- [5] Quadros Elétricos Inteligentes - Smart Panels, Luís Ricardo Matos Cunha Viana de Carvalho, Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrónica – Sistemas Elétricos de Energia, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2015.
- [6] Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) – Portaria nº 949-A/2006, 2006;
- [7] [DGEG, 2012] Classes de isolamento em quadros elétricos, Direção Geral de Energia e Geologia, 2012;
- [8] Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Canalizações Elétricas” - 2ª edição, António Augusto Araújo Gomes, 151 páginas, Publindústria, ISBN: 9789897230752, 2015.
- [9] Dimensionamento e Proteção de Canalizações Elétricas, António A. A. Gomes, Henrique Silva, José Carvalho, Instalações Elétricas de Baixa Tensão, 2017, Publindústria. ISBN: 9789897232046;
- [10] António Augusto Araújo Gomes “Interruptores (mecânicos) para instalações elétricas fixas, domésticas e análogas.”, Revista “Neutro à Terra - Revista Técnico-científica”, pp. 37-39, n.º 16, dezembro de 2015;

- [11] António Augusto Araújo Gomes “Aparelhagem de proteção, comando e seccionamento de baixa tensão. Principais documentos normativos”, Revista “Neutro à Terra - Revista Técnico-científica”, pp. 29-34, n.º 14, 2014;
- [12] Guia de Apoio ABB: Conjuntos NP 61439, 2017;
- [13] Como montar um quadro elétrico, Guia técnico, Schneider-Electric, 2014;
- [14] Grau de proteção assegurados pelos invólucros (Código IP), NP EN 60529, Instituto Português da Qualidade, 2016;
- [15] Electrical installation guide. According to IEC international standards, Schneider Electric, ISBN: 978.2.9531643.3.6, 2016;
- [16] Power guide, Legrand, 2009;
- [17] ELECTRICAL INSTALLATION DESIGN GUIDE. Calculations for Electricians and Designers, 2nd Edition, Institution of Engineering and Technology, ISBN 978-1-84919-657-4, 2013;
- [18] Technical guide, Hager, 2015;
- [19] Guide technique installations B.T., ABB, 2014;
- [20] Invólucros e sistemas de instalação Prisma Plus, Merlin Gerin, 2004
- [21] Copper for Busbars - Guidance for Design and Installation, Copper Development Association and European Copper Institute, 2014.

8.2. WEBGRAFIA

- [22] <https://www.se.com/pt/pt/work/products/electrical-distribution/news/schneider-electric-creates-online-area-dedicated-to-smart-panels.jsp>. [Accessed: 20 – jun - 2018];

- [23] <https://www.google.pt/search?q=Classes+de+isolamento+em+quadros+el%C3%A9tricos.+Respostas+e+perguntas+frequentes.> - [PDF] Classe II de isolamento - DGEG. [Accessed: 25 – ago - 2018];
- [24] <http://www.legrand.com.br/blog/noticias/referencias/grau-de-protecao-ip.> [Accessed: 30 – set - 2018];
- [25] <https://www.schneider-electric.com/en/product-range/61607-linergy-lgye%2C-lgy%2C-bs%2C-bw%2C-bz/166308114-linergy-power-busbars-from-630-to-4000-a/?N=1367263813&Nr=AND%28product.siteId%3A700002%2COR%28product.catalogId%3Acatalog10007%29%29#tabs.> [Accessed: 08 – jun - 2018];
- [26] <http://www1.ipq.pt/pt/assuntoseuropeus/marcacaoce/Pages/MarcacaoCE.aspx.> [Accessed: 15 – jul - 2018];
- [27] [https://www.schneider-electric.pt/pt/download/document/04-GuiaInstalacao.pdf/.](https://www.schneider-electric.pt/pt/download/document/04-GuiaInstalacao.pdf/) [Accessed: 01 – set - 2018];
- [28] [https://www.schneider-electric.pt/pt/download/document/Catalogo_Compact_NS+04.pdf/.](https://www.schneider-electric.pt/pt/download/document/Catalogo_Compact_NS+04.pdf/) [Accessed: 01 – set - 2018];
- [29] [https://www.schneider-electric.pt/pt/download/document/catalog_prismapluse_g_pack_wall_mount_enclosures_PT/.](https://www.schneider-electric.pt/pt/download/document/catalog_prismapluse_g_pack_wall_mount_enclosures_PT/) [Accessed: 02 – set - 2018];
- [30] [https://www.schneider-electric.pt/pt/download/document/catalogo_baixatensao_2018/.](https://www.schneider-electric.pt/pt/download/document/catalogo_baixatensao_2018/) [Accessed: 03 – set - 2018];
- [31] [https://www.schneider-electric.pt/pt/download/document/catalog_prismaplus_system_g_PT/.](https://www.schneider-electric.pt/pt/download/document/catalog_prismaplus_system_g_PT/) [Accessed: 03 – set - 2018];
- [32] [https://blog.schneider-electric.com/energy-regulations/2014/02/06/iec-60898-1-iec-60947-2-tale-two-standards/.](https://blog.schneider-electric.com/energy-regulations/2014/02/06/iec-60898-1-iec-60947-2-tale-two-standards/) [Accessed: 25 – ago - 2018];

- [33] [http://ave.dee.isep.ipp.pt/~see/jornadas2010/Jornadas/images/Pdf/LEGRAND_Hugo Madeira.pdf](http://ave.dee.isep.ipp.pt/~see/jornadas2010/Jornadas/images/Pdf/LEGRAND_Hugo_Madeira.pdf). [Accessed: 30 – ago - 2018];
- [34] http://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=LVIYED213001EN_%28web%29.pdf&p_Doc_Ref=LVIYED213001EN. [Accessed: 15 – ago - 2018];
- [35] <http://nquadros.pt/quem-somos> [Accessed: 15 – set - 2018];
- [36] <http://www.abb.pt/cawp/seitp202/831ef6d4ada9cc1fc1257a3f00389cd5.aspx> [Accessed: 15 – set - 2018];
- [37] <http://www.hager.pt/software-actualizacoes/15.htm> [Accessed: 15 – set - 2018];
- [38] <https://www.se.com/pt/pt/product-range-download/2309-qe-buildings> [Accessed: 15 – set - 2018].

ANEXOS

Anexo 1

Proposta de orçamento Quadro Condensados ARL

1. Geral

A empresa Amorim Revestimentos, S.A., localizada em S.Paio de Oleiros, coloca a concurso a execução de um quadro eléctrico, destinado à sua unidade Industrial de Lourosa.

2. Normas e regulamentos

Todos os equipamentos, e aparelhagem devem ser fornecidos e instalados de acordo com:

- As presentes especificações técnicas gerais e especiais.
- Todas as Normas, Decretos e Regulamentos Portugueses em vigor à data do presente concurso.
- Todos os equipamentos a instalar devem ser homologados.

3. Ensaios e medidas

- Medição de resistência de isolamento.
- Correntes de fuga e rigidez dielectrica.
- Verificação do funcionamento de todos os órgãos de protecção e corte.

O relatório de ensaios deverá ser fornecido em conjunto com os quadros em questão

4. Quadro



- Fornecimento de quadro tipo Himel 1 porta sem roda-pé, com ventilação e controle de arrefecimento, com as dimensões A=2000 L=800 P=400 , IP55 IK10 CC 10KA e electrificado segundo esquemas eléctricos. As dimensões tem que ser rigorosamente cumpridas, pois este quadro será para substituir um existente.
- Montagem de equipamento nas portas segundo desenhos.
- Os bornes são da marca Weidmuller. Estes ficarão na parte inferior do quadro em linha e na horizontal.
- Botões e sinalizadores da série Harmony 5 Schneider.
- A AR fornece o seguinte material:
 - PLC
 - HMI
 - Módulos de interface e respectivos cabos
 - Relé de segurança
 - Switch e conversor RS RJ45
 - Conversores Tekon

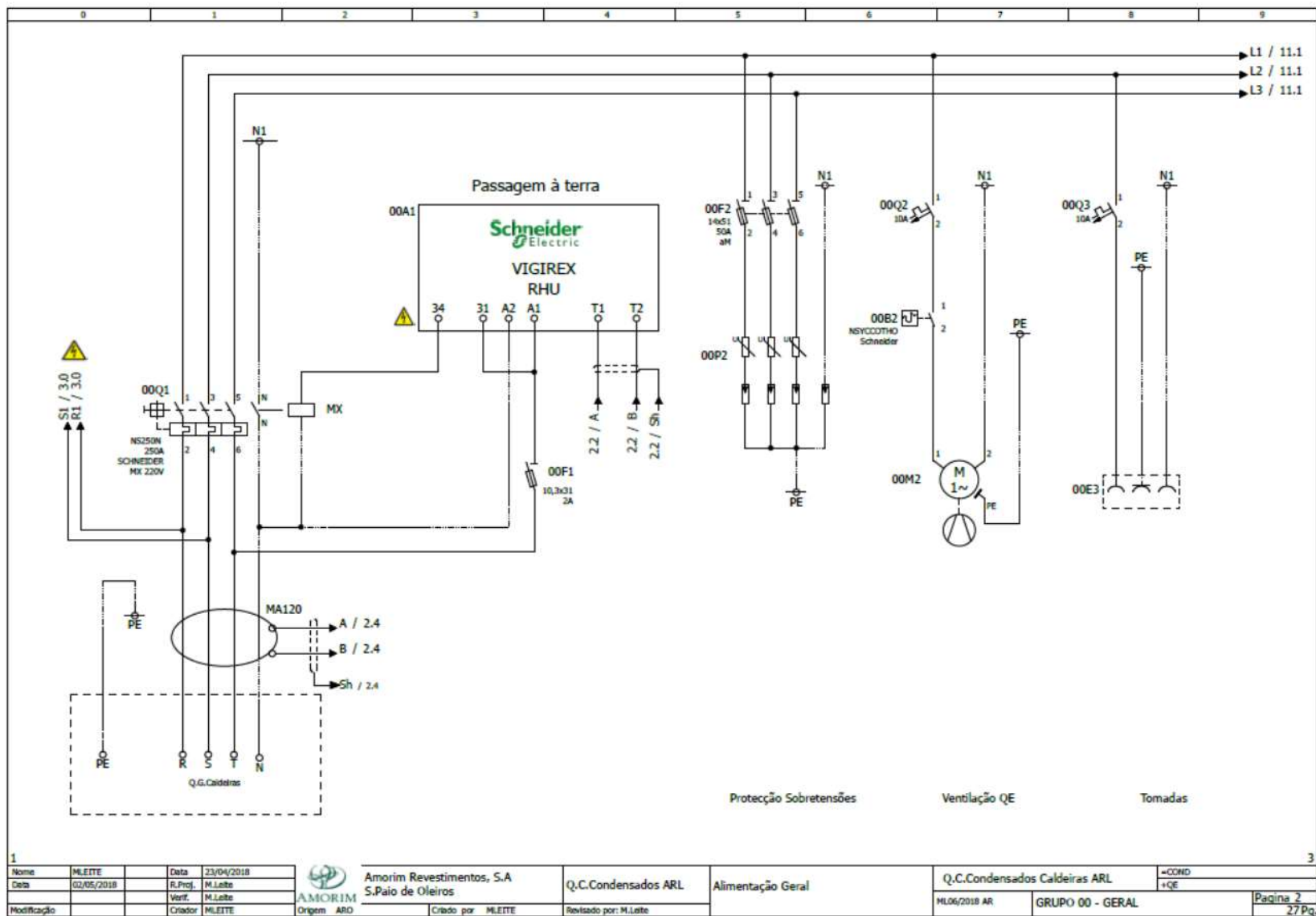
5. Cablagens

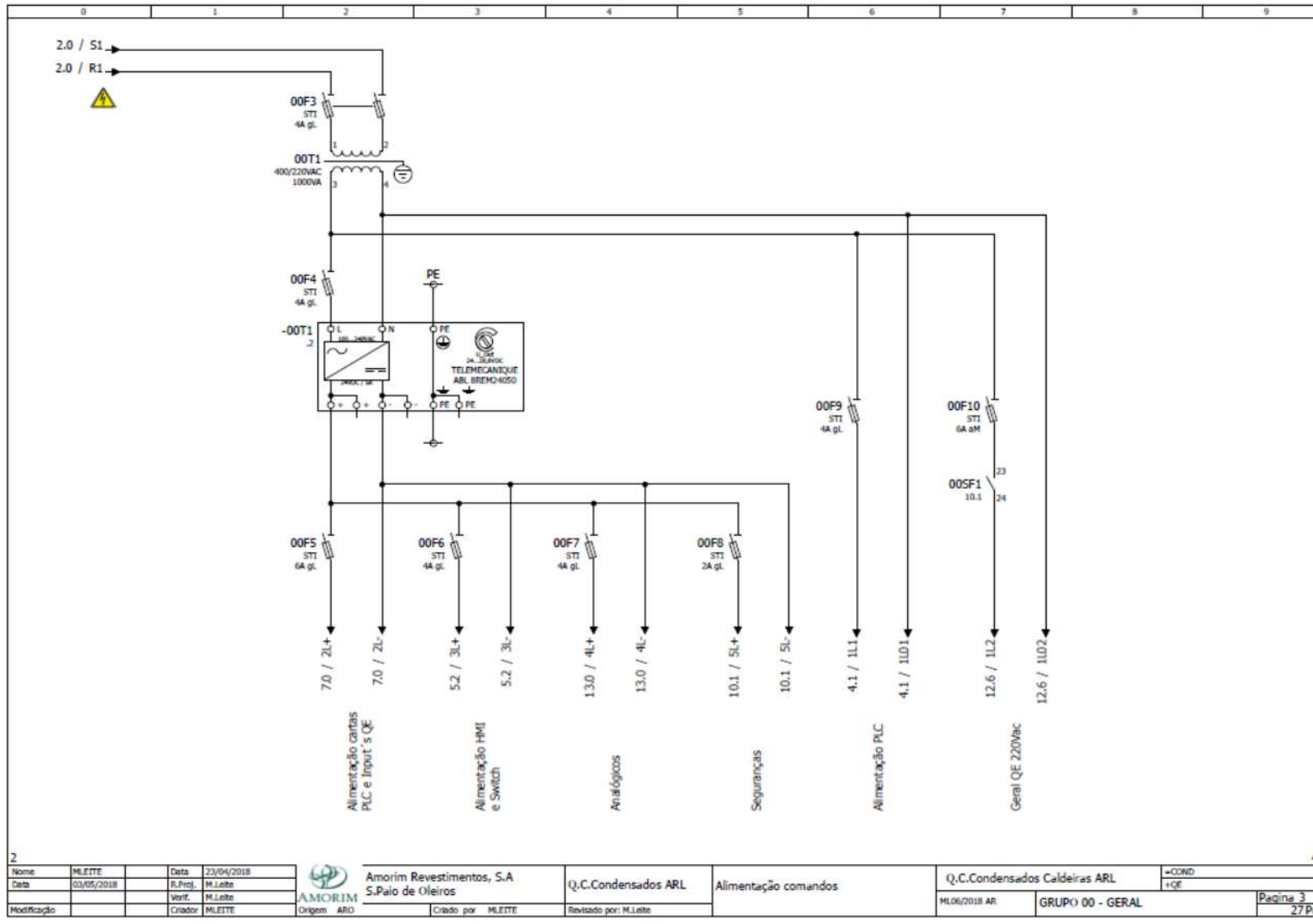
As cablagens do quadro deverão respeitar as seguintes cores:


Designação	Cor
Potência---L1	Castanho
Potência---L2	Preto
Potência---L3	Cinza
Terra---PE	Verde/amarelo
Neutro---N	Azul claro
Tensão controle 220VAC	Vermelho
Tensão controle 24VDC	Azul escuro
Tensões do exterior	Laranja
Linhas de medida	Branco
Segurança	Cinza
Electrónica	Azul claro

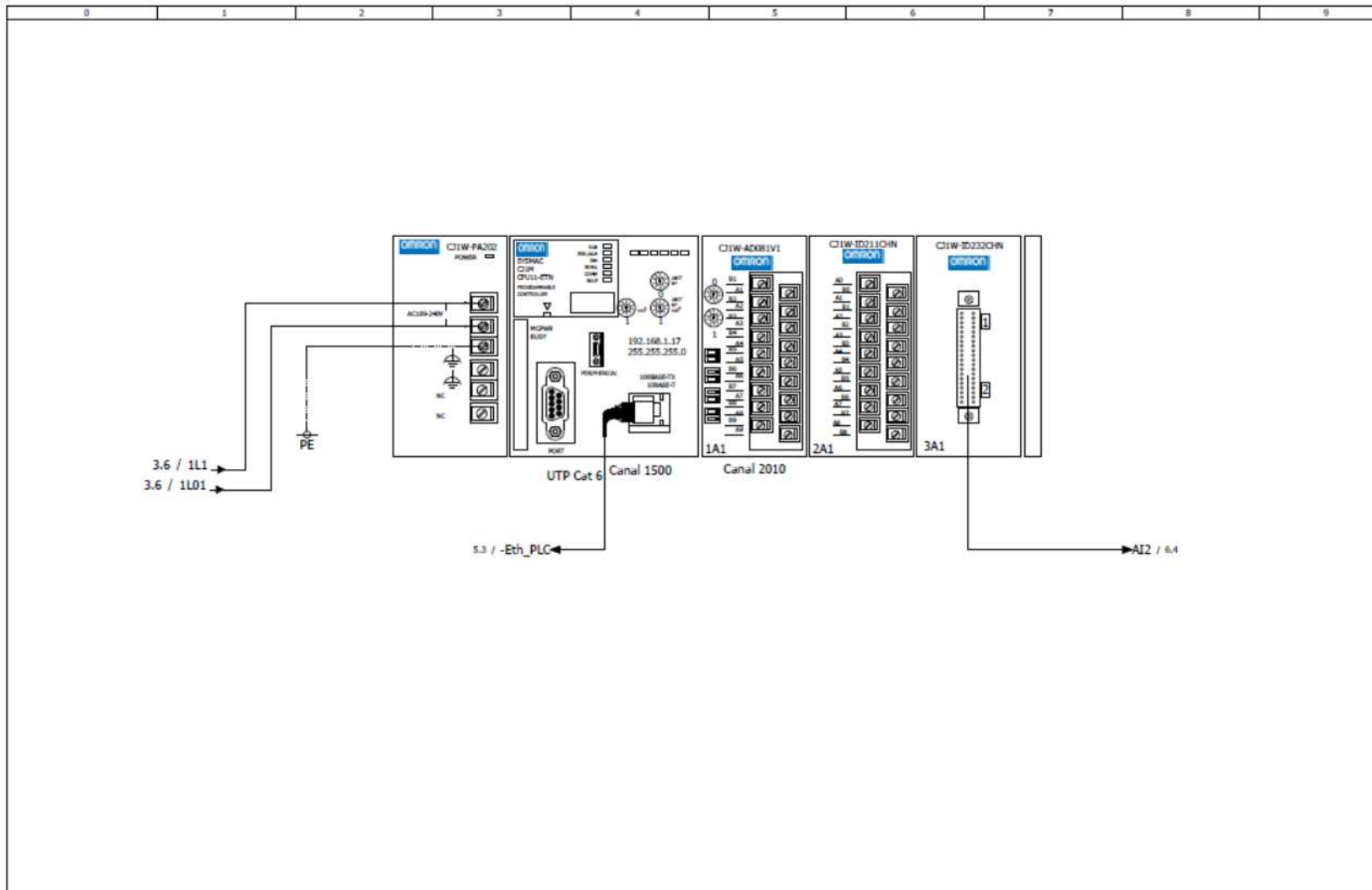
Anexo 2

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																				
DIN_DKB_1																																													
		<p>Amorim Revestimentos, S.A. Rua do Ribeirinho, 202-Apartado 13 4536-907 S.Paio de Oleiros Tel: 227475600 Fax: 227474601</p>																																											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Cliente/Abreviatura</td> <td>ARL</td> </tr> <tr> <td>Designação Instalação</td> <td>Q.C.Condensados ARL</td> </tr> <tr> <td>Número do desenho</td> <td>ML06/2018 AR</td> </tr> <tr> <td>Encomenda</td> <td>Engenharia/Projectos</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>Empresa</td> <td>Amorim Revestimentos, S.A.</td> </tr> <tr> <td>Ficheiro</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nome Projeto</td> <td>Q.C.Condensados Caldeiras ARL</td> </tr> <tr> <td>Fabricado em:</td> <td>23/04/2018</td> </tr> <tr> <td>Modelo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Local Montagem</td> <td>ARL Lourosa</td> </tr> <tr> <td>Responsável pelo projeto</td> <td>M.Leite</td> </tr> <tr> <td>Peças especiais</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>Criado em</td> <td>23/04/2018</td> </tr> <tr> <td>Editado em</td> <td>03/05/2018</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">MLEITE</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">27</td> </tr> </table>										Cliente/Abreviatura	ARL	Designação Instalação	Q.C.Condensados ARL	Número do desenho	ML06/2018 AR	Encomenda	Engenharia/Projectos			Empresa	Amorim Revestimentos, S.A.	Ficheiro		Nome Projeto	Q.C.Condensados Caldeiras ARL	Fabricado em:	23/04/2018	Modelo		Local Montagem	ARL Lourosa	Responsável pelo projeto	M.Leite	Peças especiais				Criado em	23/04/2018	Editado em	03/05/2018		MLEITE		27
Cliente/Abreviatura	ARL																																												
Designação Instalação	Q.C.Condensados ARL																																												
Número do desenho	ML06/2018 AR																																												
Encomenda	Engenharia/Projectos																																												
Empresa	Amorim Revestimentos, S.A.																																												
Ficheiro																																													
Nome Projeto	Q.C.Condensados Caldeiras ARL																																												
Fabricado em:	23/04/2018																																												
Modelo																																													
Local Montagem	ARL Lourosa																																												
Responsável pelo projeto	M.Leite																																												
Peças especiais																																													
Criado em	23/04/2018																																												
Editado em	03/05/2018																																												
	MLEITE																																												
	27																																												
2																																													
Nome	MLEITE	Data	23/04/2018		Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL	Folha de Rosto	Q.C.Condensados Caldeiras ARL	=0000 +DKB	Pagina 1 27 Pg.																																			
Data	23/04/2018	R.Proj.	M.Leite	Origem	ABO	Criado por	MLEITE	Revisado por:	M.Leite	ML06/2018 AR	DOCUMENTO																																		

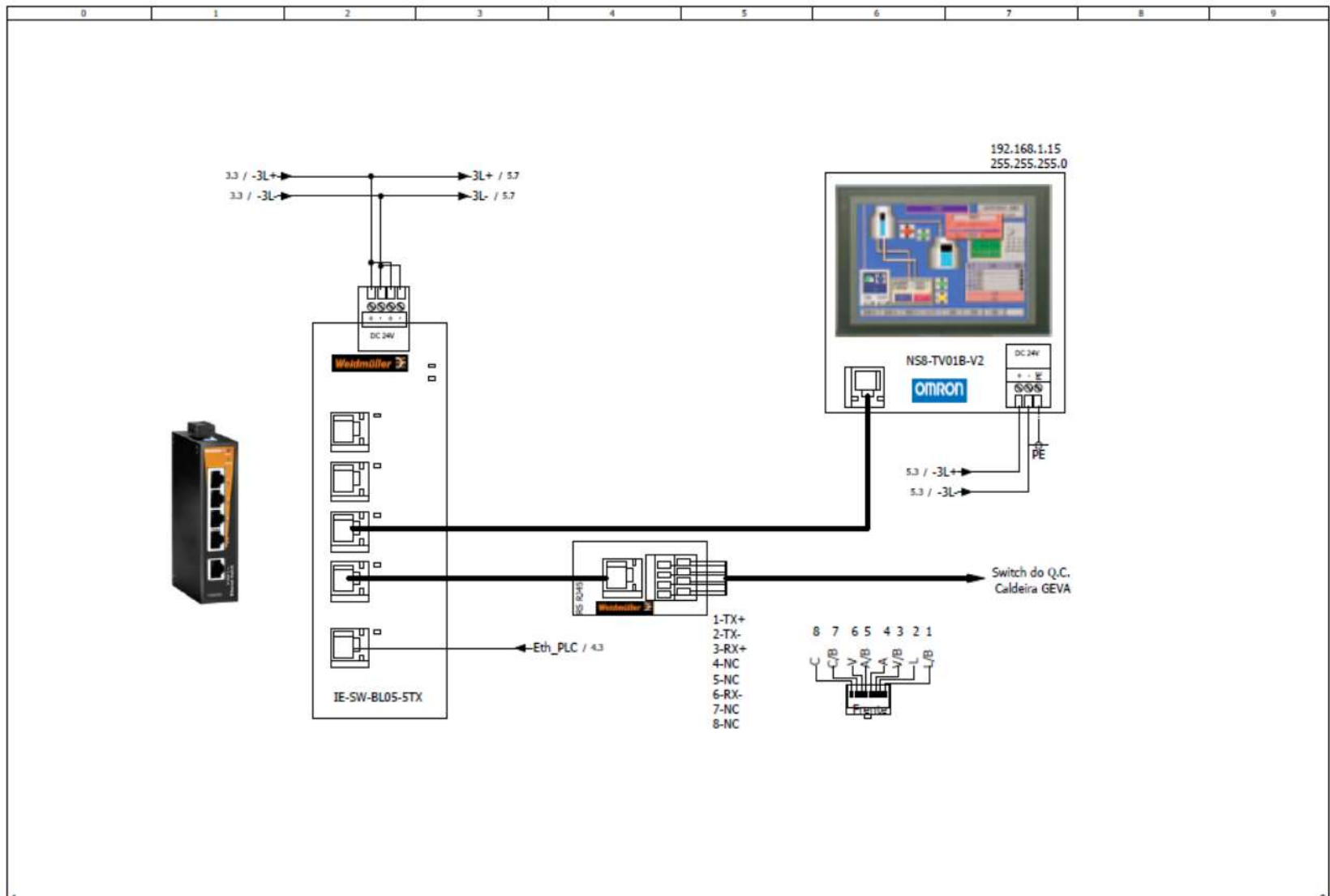




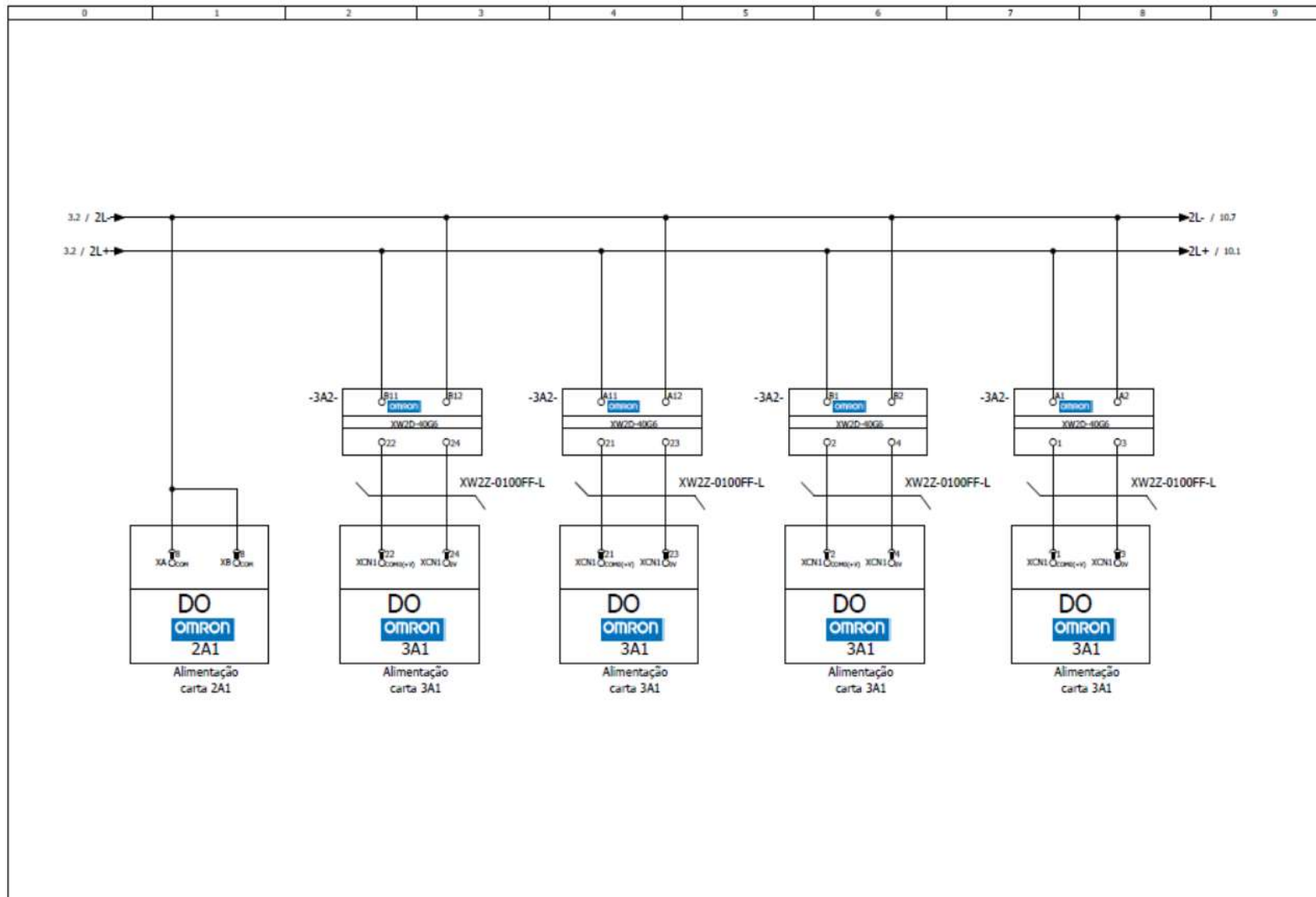
2		4	
Nome	MLEITE	Data	23/04/2018
Data	03/05/2018	R.Proj.	M.Leite
		Verif.	M.Leite
Modificação		Criador	MLEITE
 Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros		Q.C.Condensados ARL	Alimentação comandos
		Revisado por: M.Leite	
		Q.C.Condensados Caldeiras ARL	-COND
		ML06/2018 AR	+CE
		GRUP() 00 - GERAL	Page 3
			27Pg




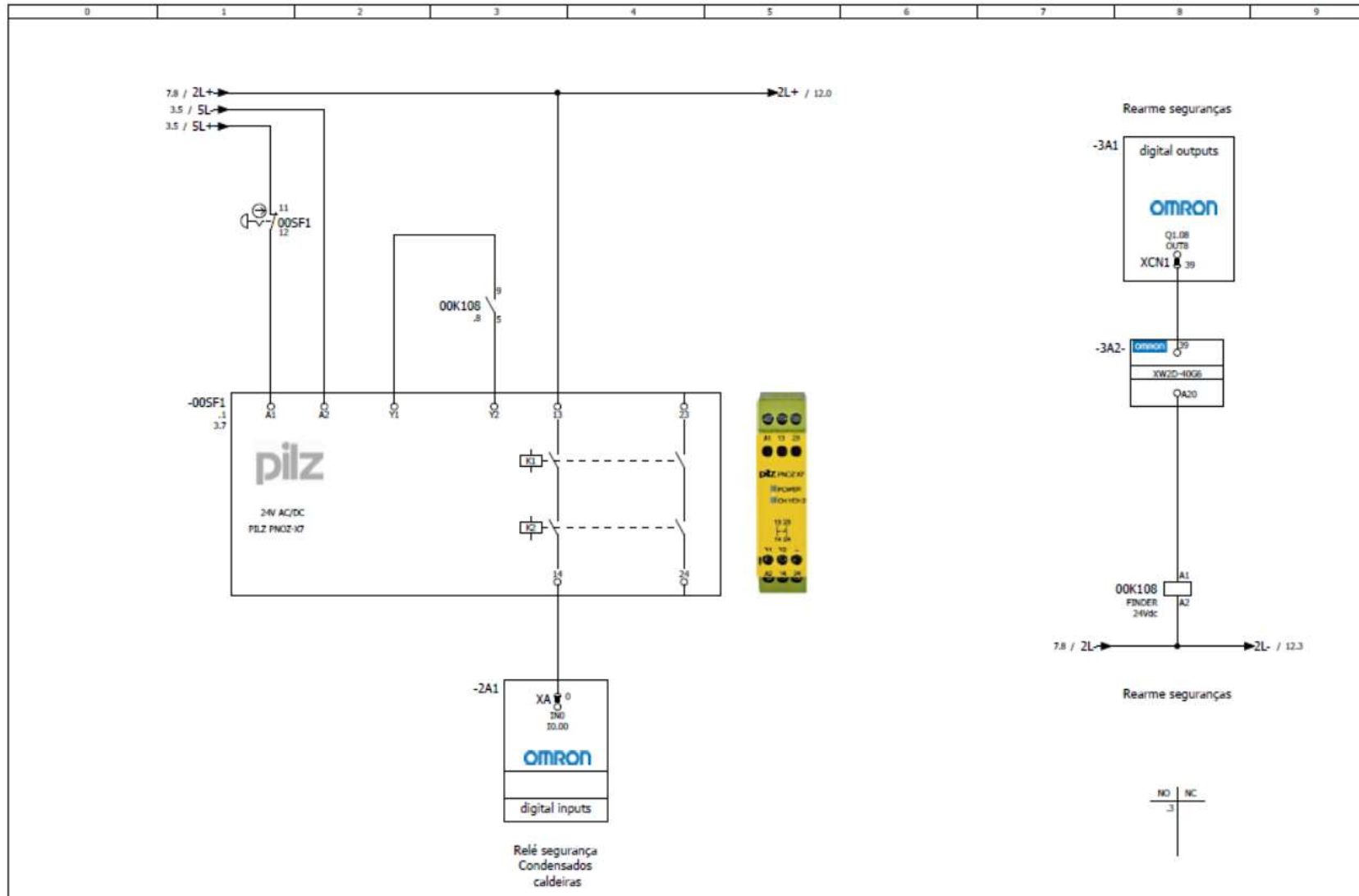
3		5	
Nome	MLEITE	Data	23/04/2018
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Lette
Modificação		Verif.	
		Criador	MLEITE
 Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros		Q.C.Condensados ARL	Disposição PLC
		ML06/2018 AR	GRUPO 00 - GERAL
			=COND =QE Pagina 4 27 Pg



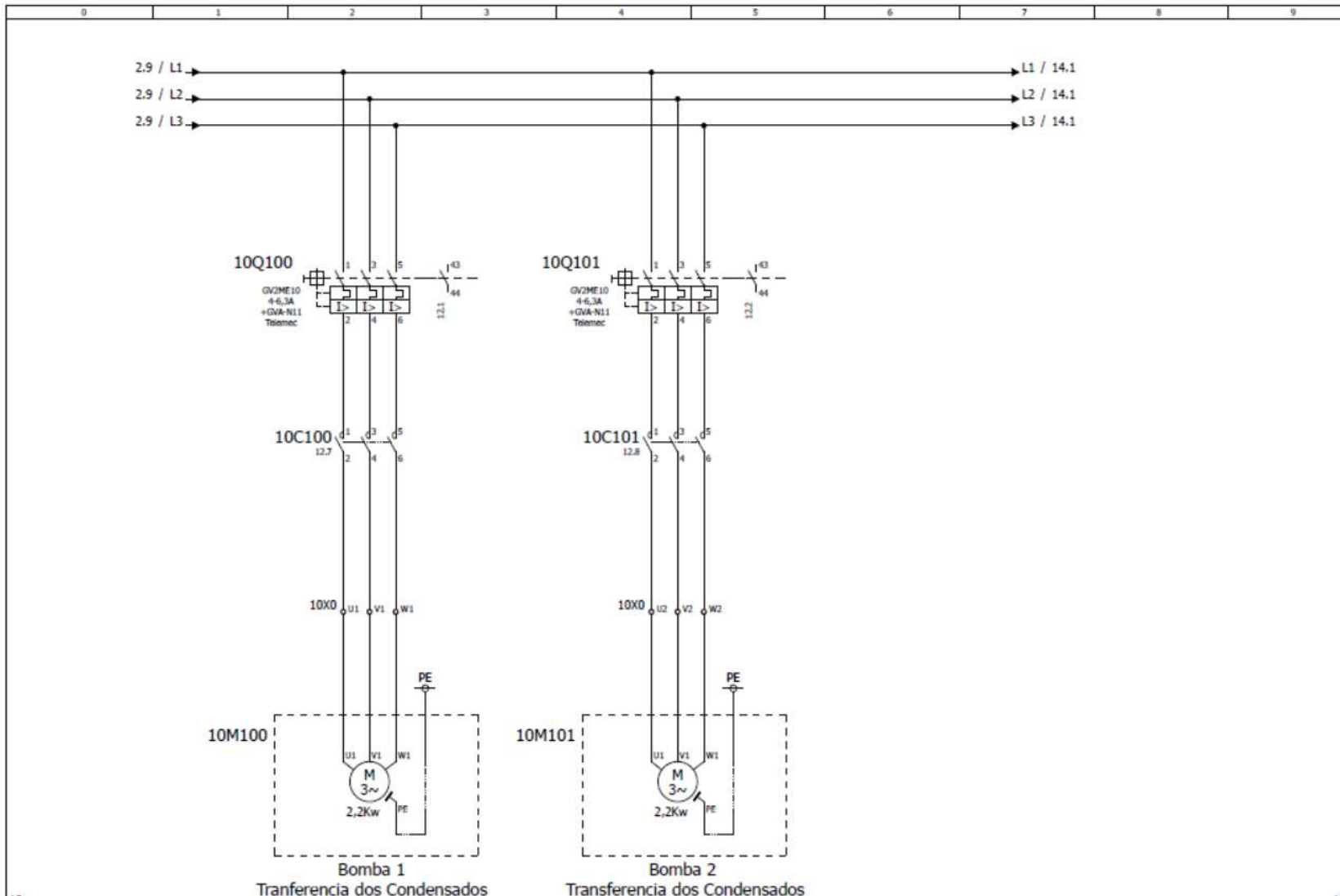
Nome	MLEITE	Data	22/04/2018	Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL	Periféricos	Q.C.Condensados Caldeiras ARL		-COND
Data	03/05/2018	R.Proj.	M.Leite						+QE
Modificação		Verif.							
		Criador	MLEITE						
		Origem	Criado por MLEITE		Revisado por:		ML06/2018 AR	GRUPO 00 - GERAL	Página 5
									27 Pg.



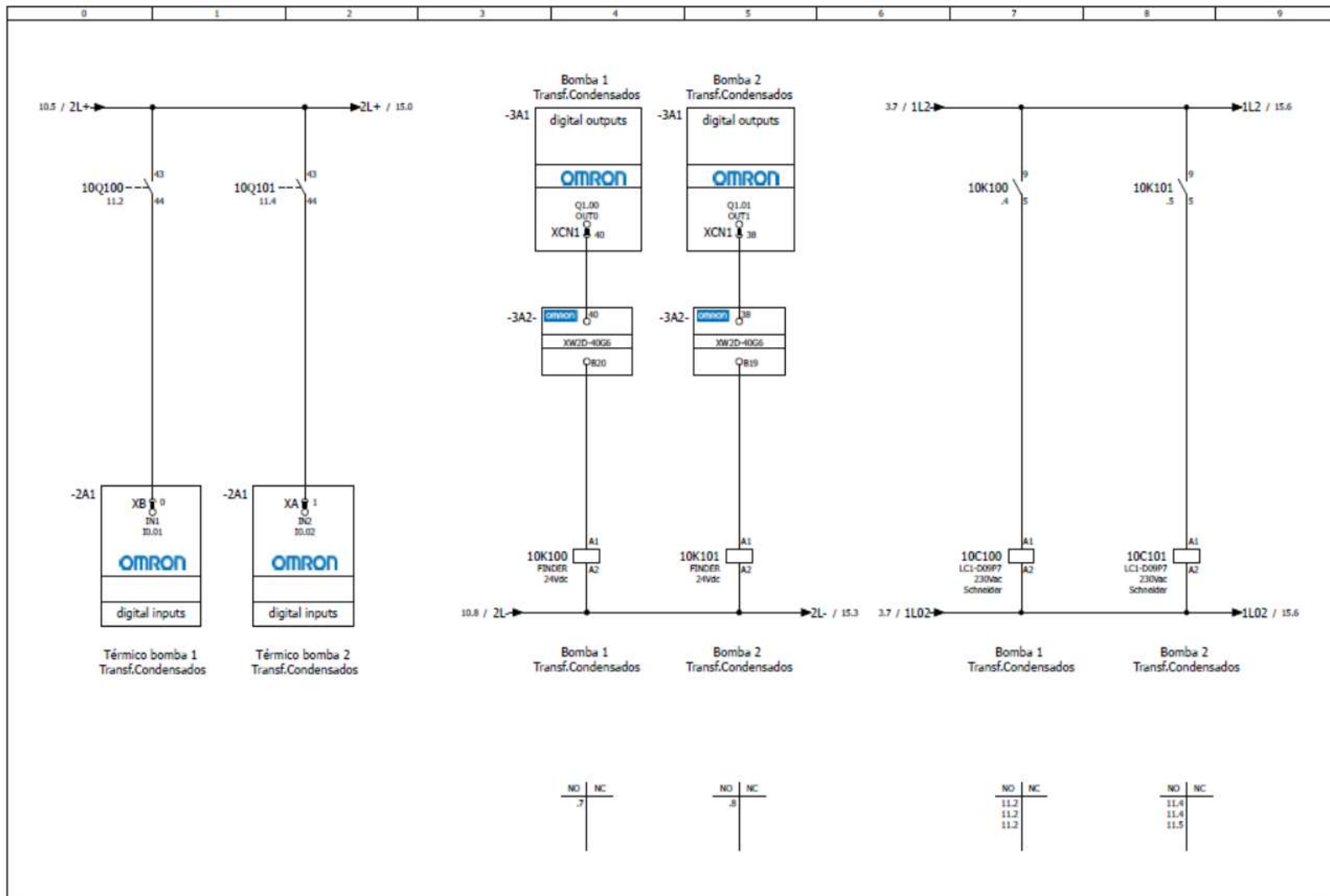
6										10	
Nome	MLEITE	Data	23/04/2018	 Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL	Alimentação cartas	Q.C.Condensados Caldeiras ARL		=COND		
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Leite						+QE		
Modificação		Verif.									Página 7
		Criador	MLEITE	Origem	Criado por	MLEITE	Revisado por:	MLO6/2018 AR	GRUPO 00 - GERAL	27 Pg.	



7				11			
Nome	MLEITE	Data	23/04/2018	Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros		Q.C.Condensados ARL	Seguranças
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Leite	AMORIM		Q.C.Condensados Caldeiras ARL	=COND
		Verif.		Origem		ML06/2018 AR	+OE
Modificação		Criador	MLEITE	Criado por	MLEITE	GRUPO 00 - GERAL	Página 10
				Revisado por:			27Pq

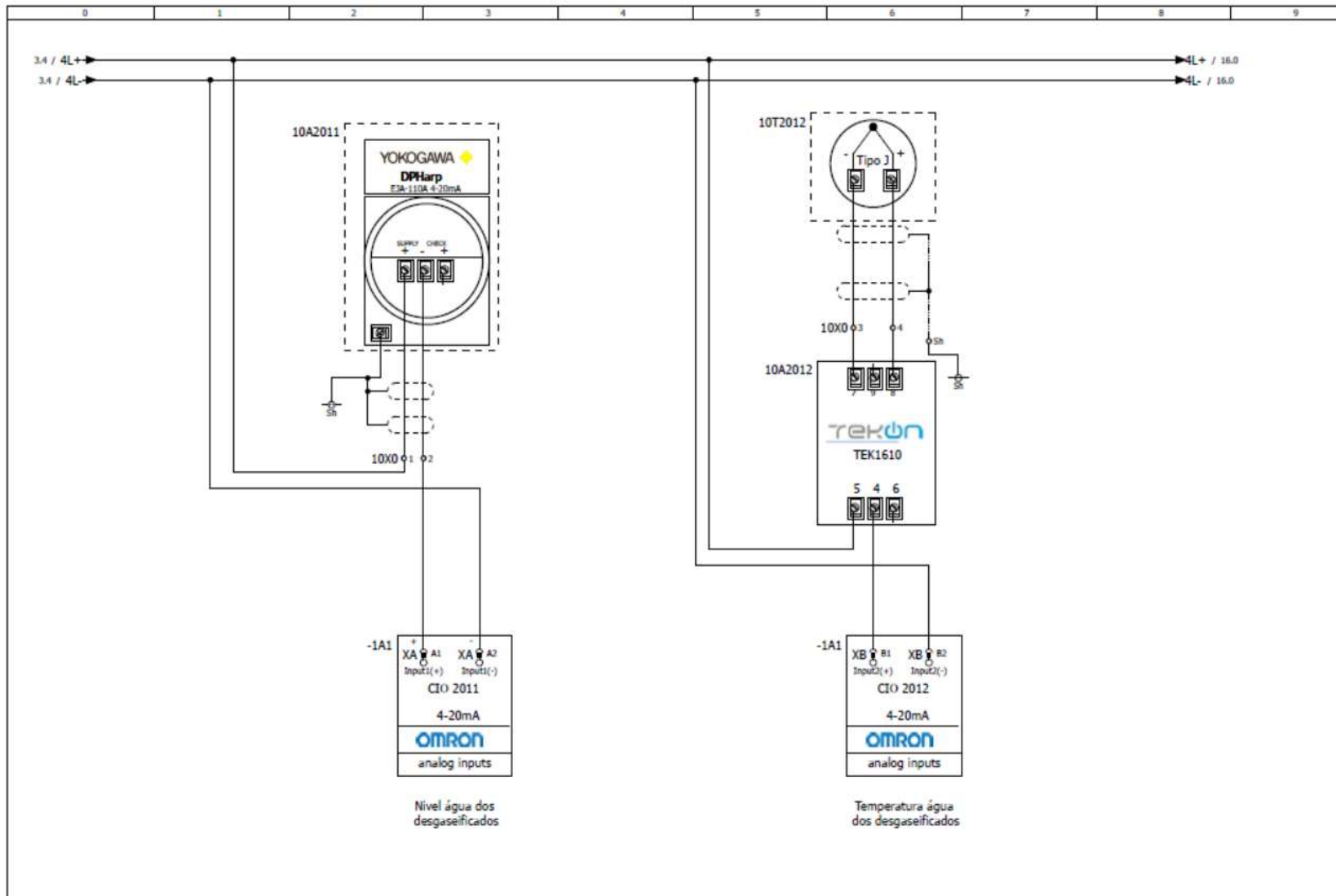


10		12	
Nome	MLEITE	Data	23/04/2018
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Leite
Modificação		Verif.	
		Criador	MLEITE
Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros		Q.C.Condensados ARL	Bombas BTC1 e BTC2
Criado por MLEITE		Revisado por:	
		Q.C.Condensados Caldeiras ARL	=COND
			+QE
		ML06/2018 AR	GRUPO 10 - BOMBAS TR.CONDENS.
			Página 11 27 Pg.

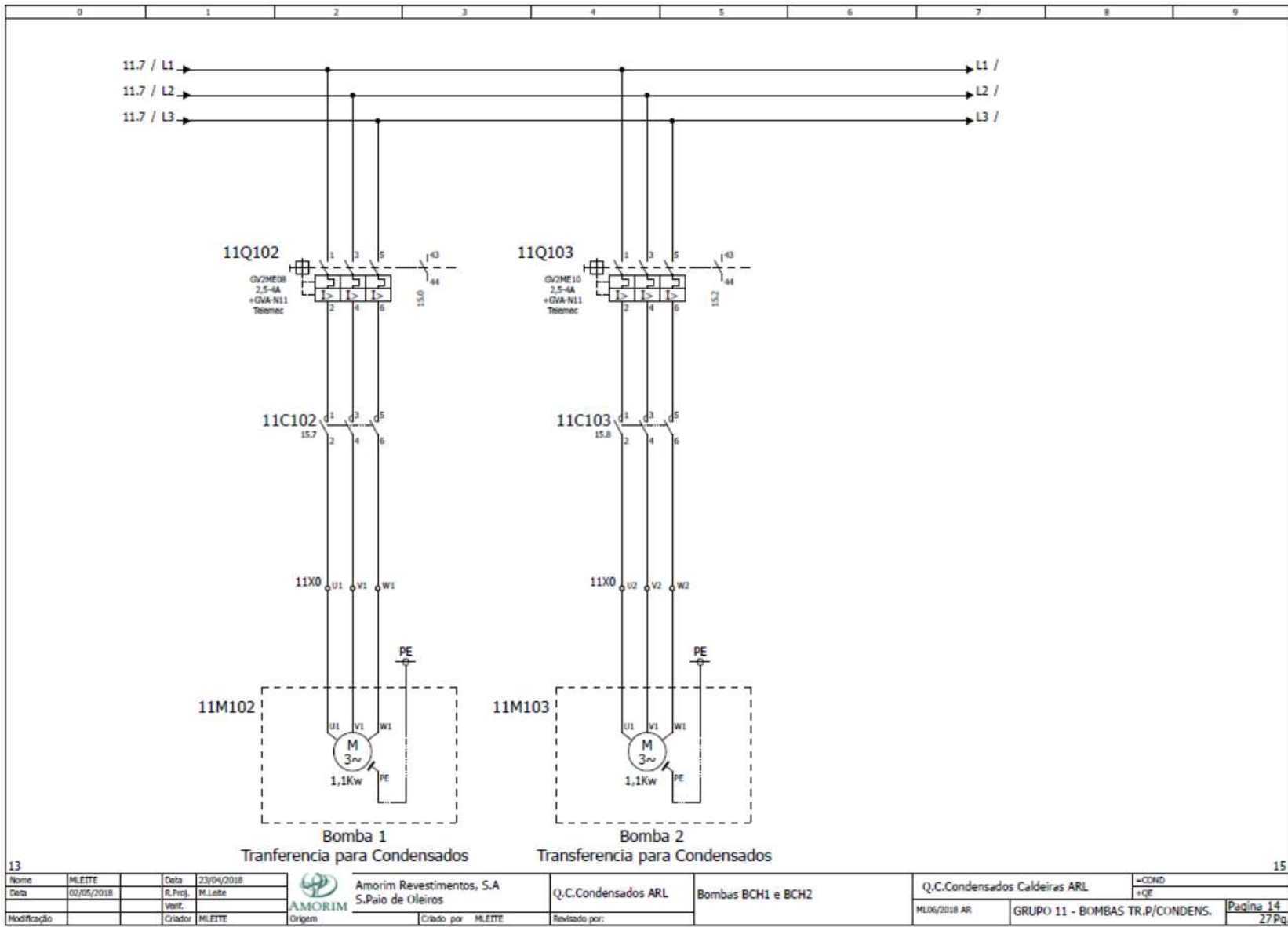


Nome	MLEITE	Data	23/04/2018
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Leite
Modificação		Verif.	
		Criador	MLEITE

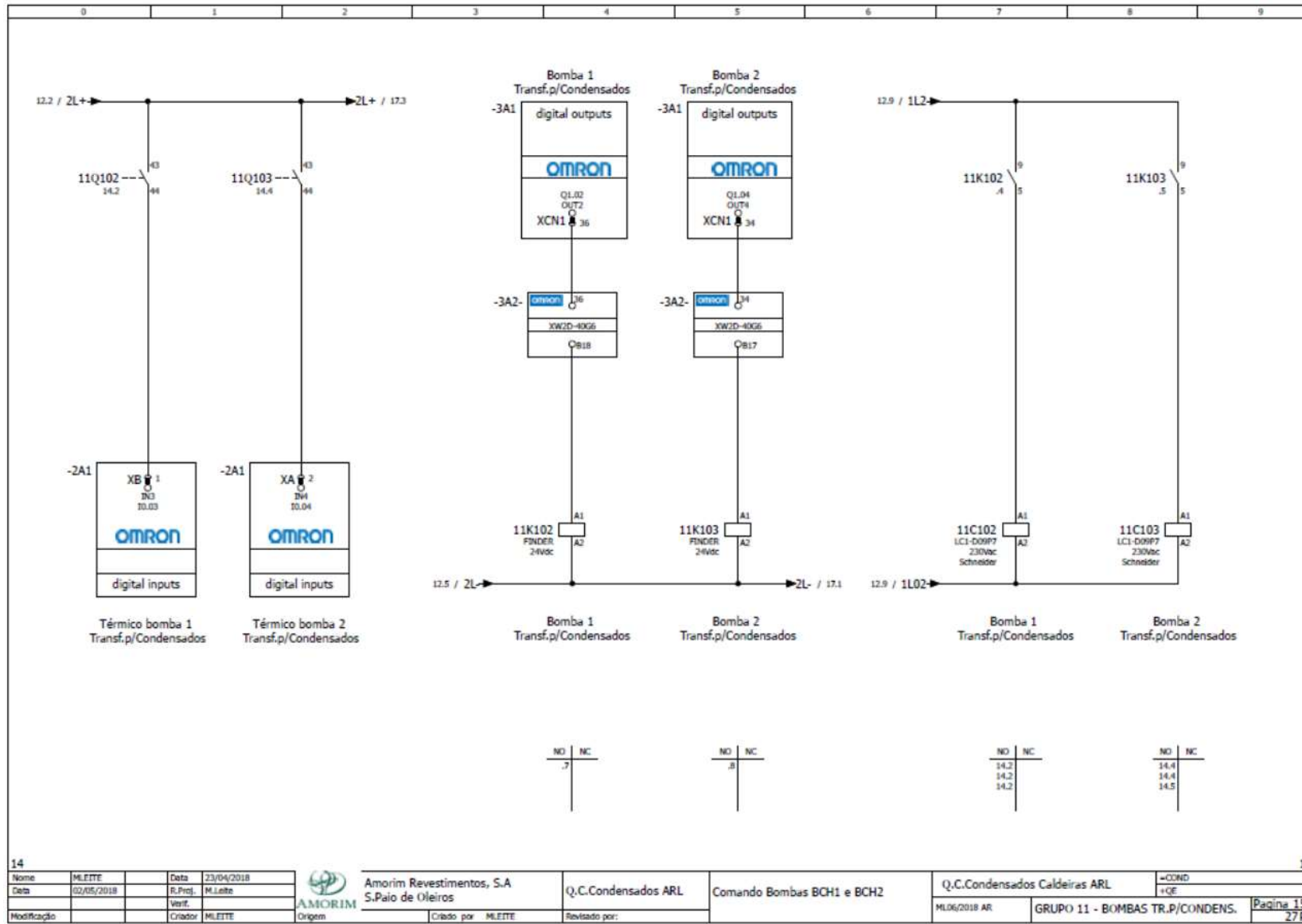
Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL	Comando Bombas BTC1 e BTC2	Q.C.Condensados Caldeiras ARL	=COND +QE
	Criado por: MLEITE	Revisado por:	10/06/2018 AR:	GRUPO 10 - BOMBAS TR.CONDENS.

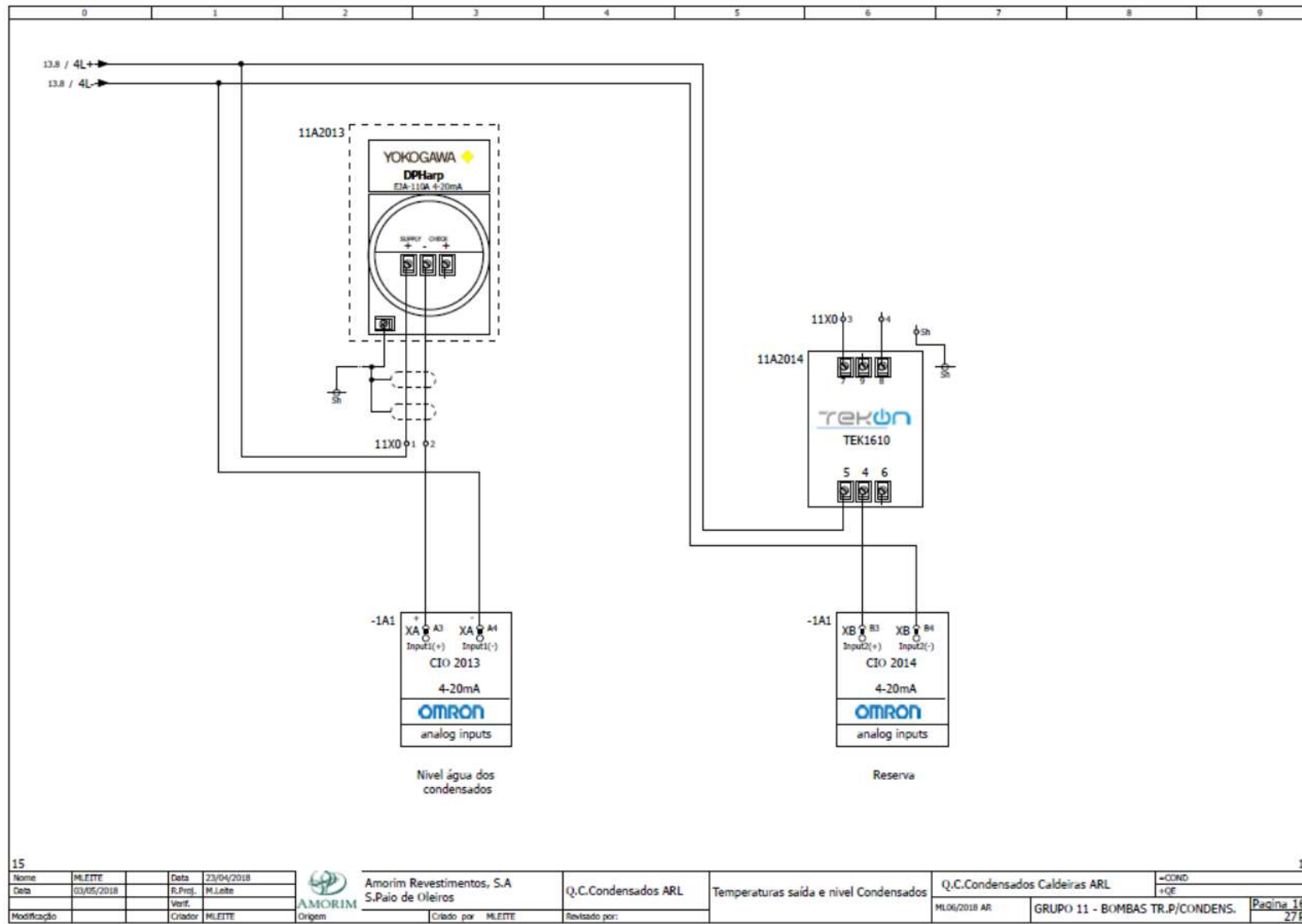


Nome	MLEITE	Data	23/04/2018	Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL	Níveis e temperaturas Desgaseificados	Q.C.Condensados Caldeiras ARL	=COND +QE	MLO6/2018 AR GRUPO 10 - BOMBAS TR.CONDENS.	12	14
Data	03/05/2018	R.Proj.	M.Leite							Criado por MLEITE Revisado por:	Página 13 27 Pg.
Modificação		Criador	MLEITE	Origem							



13		15	
Nome	MLETE	Data	23/04/2018
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Lette
Modificação		Verif.	
		Criador	MLETE
Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros		Q.C.Condensados ARL	Bombas BCH1 e BCH2
		Q.C.Condensados Caldeiras ARL	-COND +QE
		ML06/2018 AR	GRUPO 11 - BOMBAS TR.P/CONDENS.
			Criado por MLETE Revisado por:
			Página 14 27Pg





Nome	MLEITE	Data	23/04/2018
Data	03/05/2018	R.Proj.	M.Leite
Modificação		Verif.	
		Criador	MLEITE

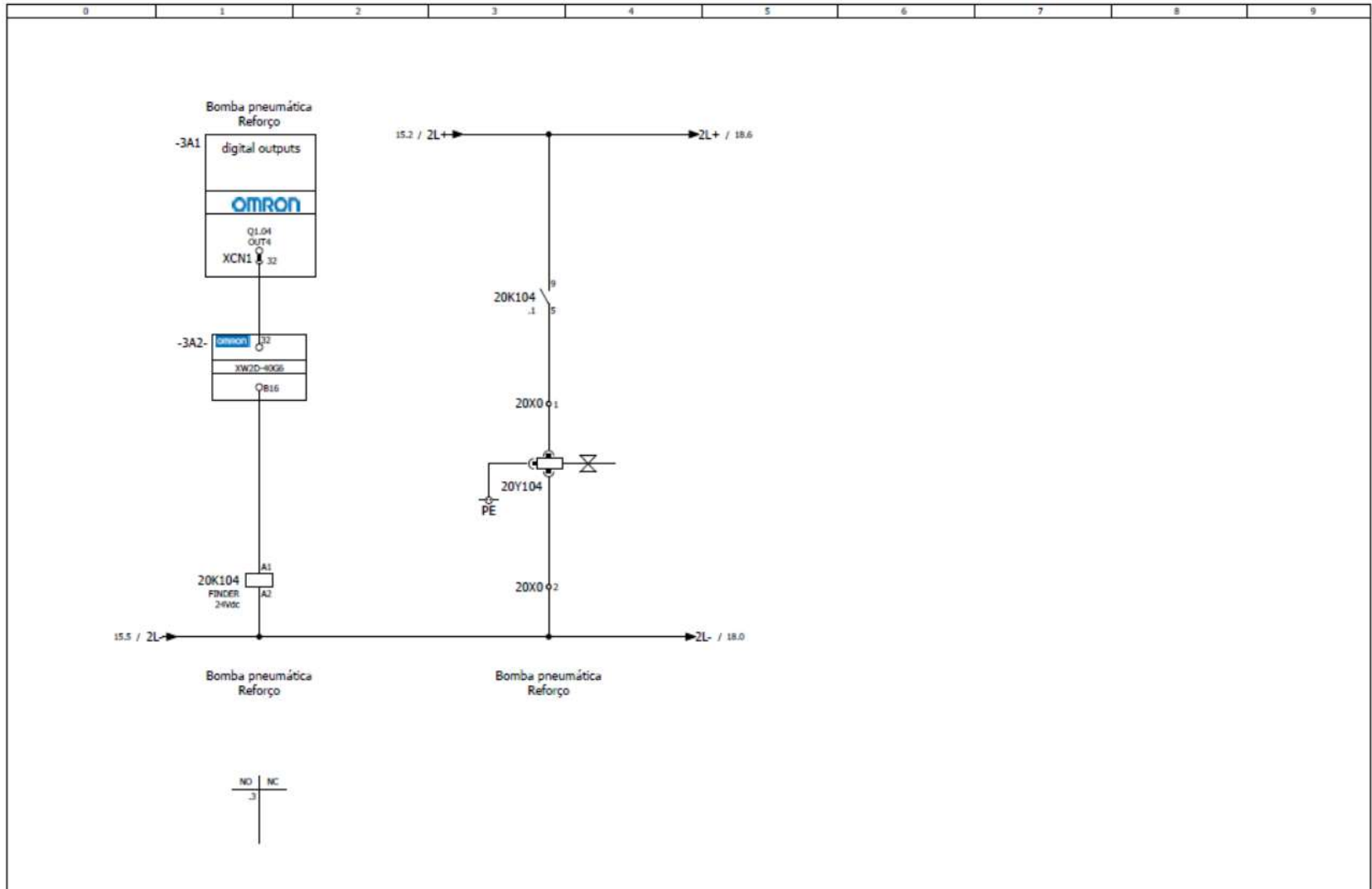


Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL
Criado por	MLEITE
Revisado por:	

Temperaturas saída e nível Condensados
--

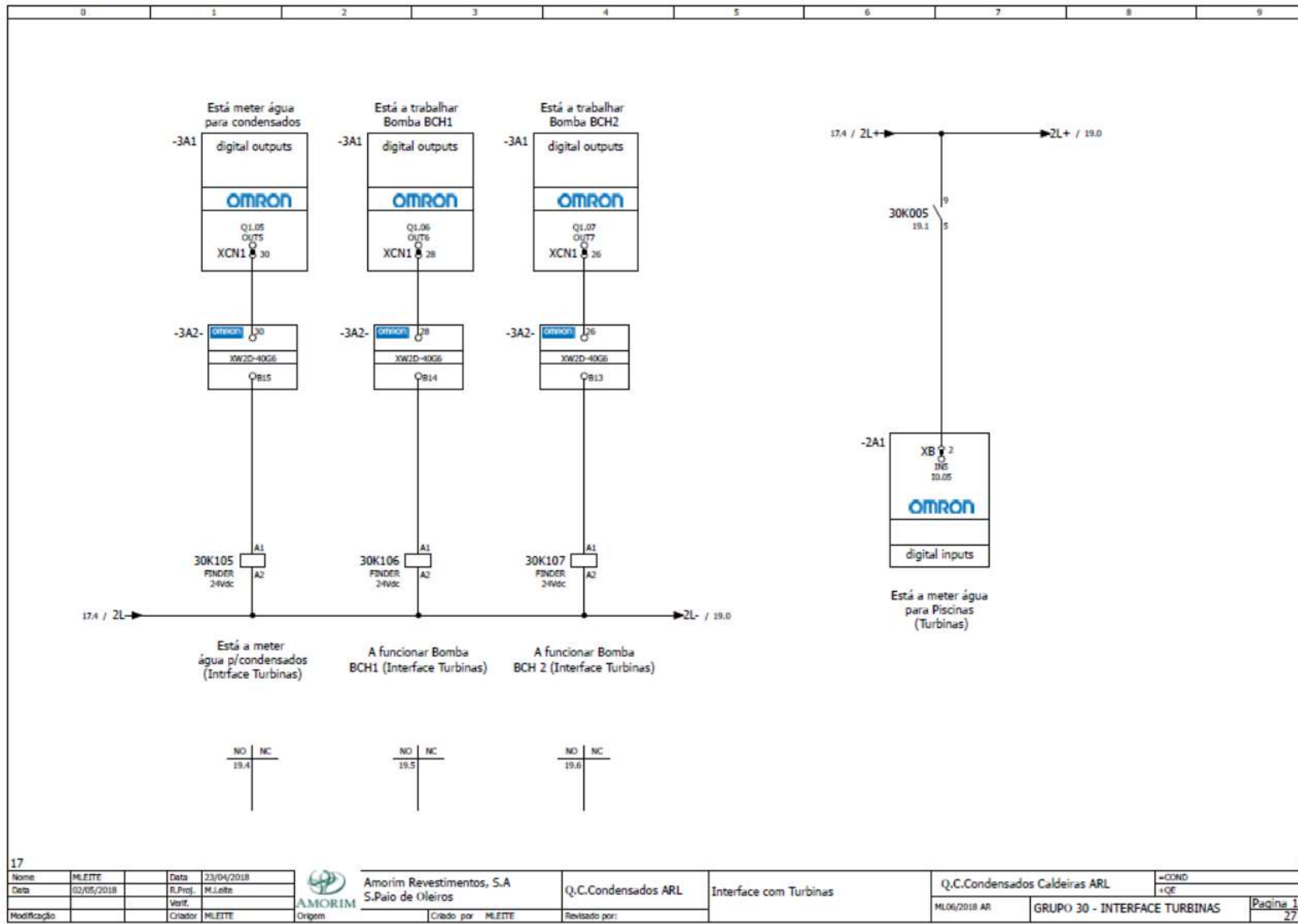
Q.C.Condensados Caldeiras ARL	
ML06/2018 AR	GRUPO 11 - BOMBAS TR.P/CONDENS.

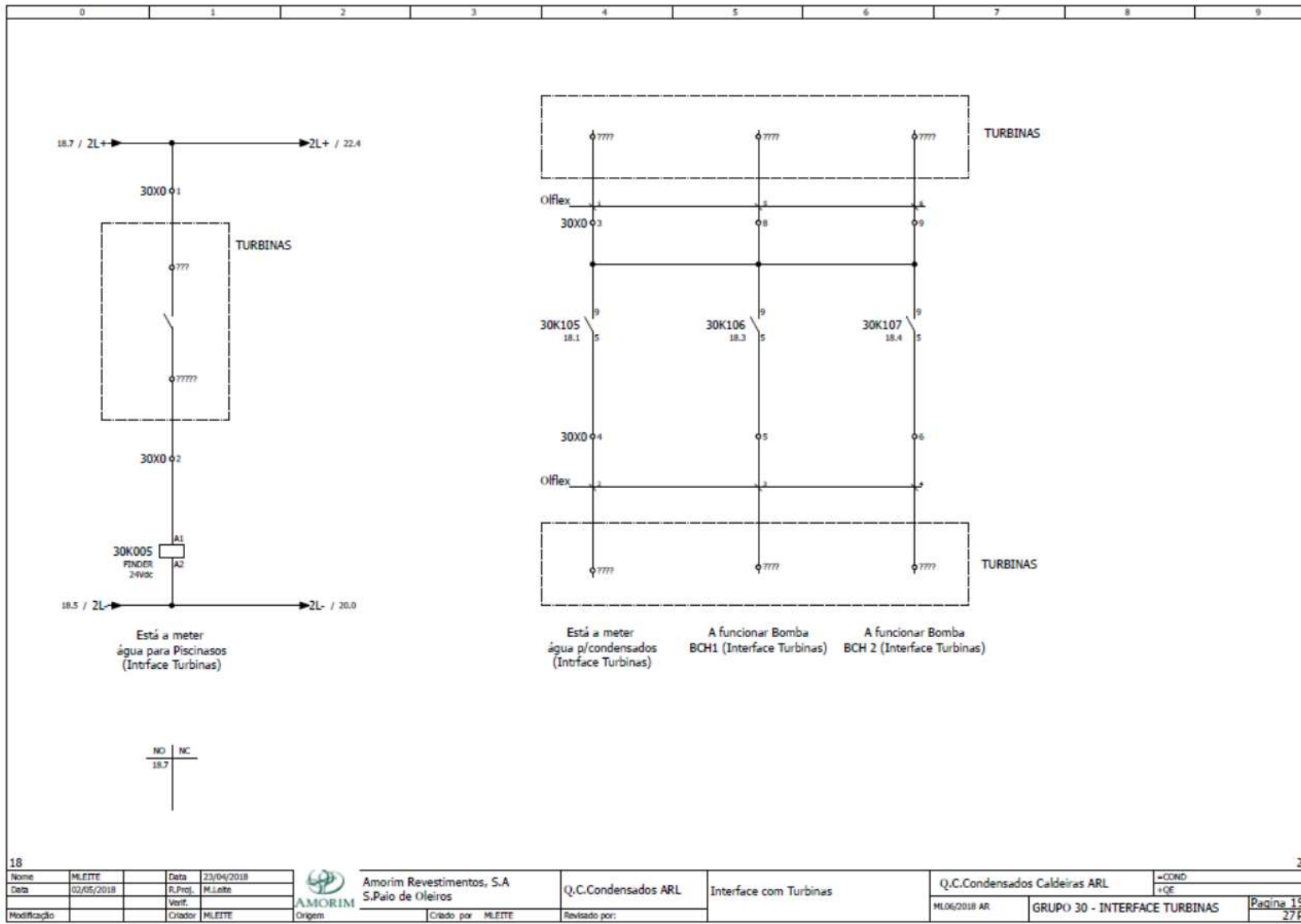
-COND +QE
Página 16 27 Pg.



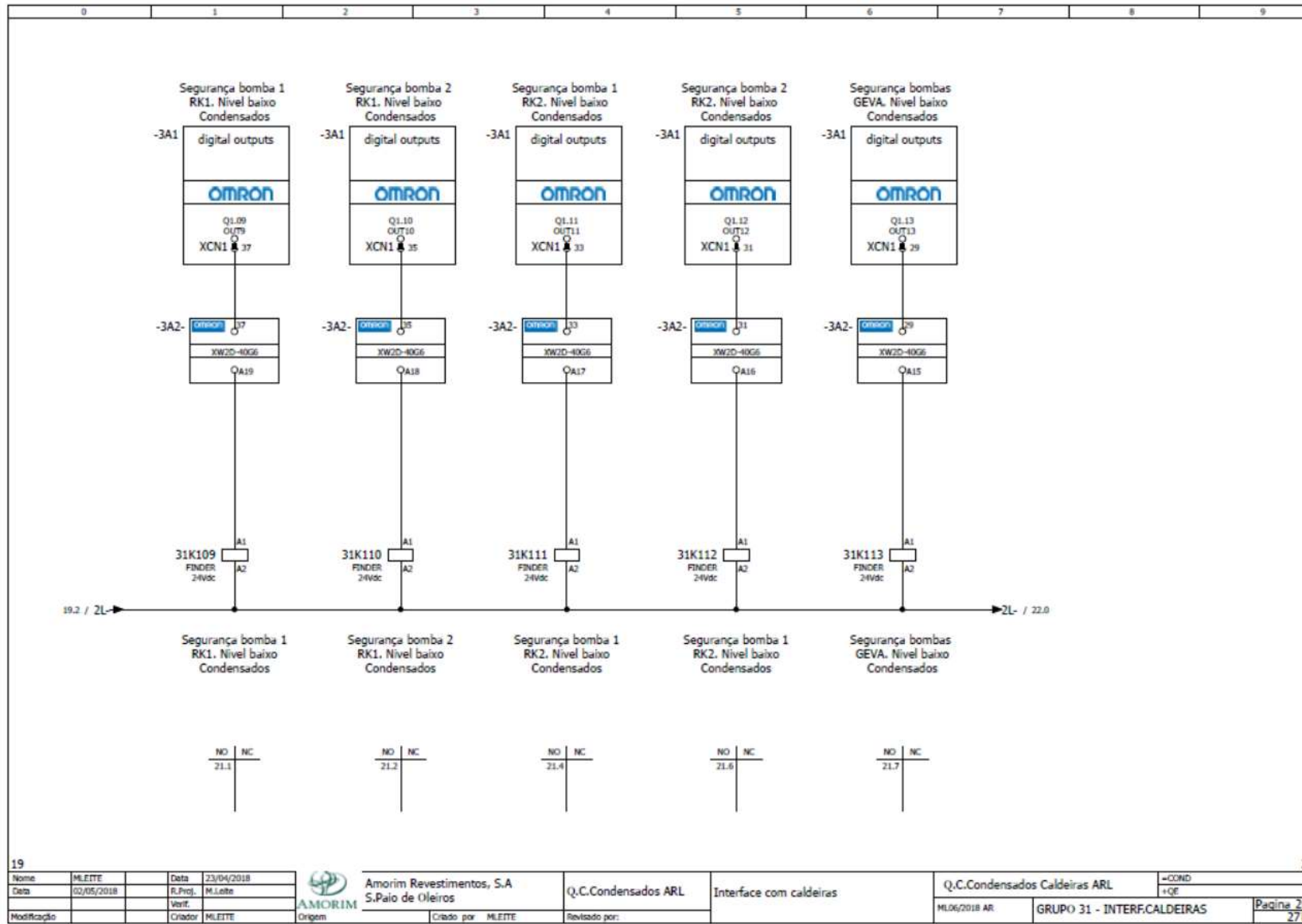
Nome	MLETE	Data	23/04/2018
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Lette
Verif.		Verif.	
Modificação		Criador	MLETE

AMORIM Origem	Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL	Bomba de reforço	Q.C.Condensados Caldeiras ARL	=COND +QE
	Criado por MLETE	Revisado por:	M106/2018 AR	GRUPO 20 - BOMBA REFORÇO	Pagina 17 27 Pa





18								20	
Nome	MLEITE	Data	23/04/2018	Amorim Revestimentos, S.A		Q.C.Condensados ARL		Q.C.Condensados Caldeiras ARL	
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Lete	S.Paio de Oleiros		Interface com Turbinas		=COND	
Verif.								+QE	
Modificação		Criador	MLEITE	Criado por MLEITE		Revisado por:		ML06/2018 AR	
								GRUPO 30 - INTERFACE TURBINAS	
								Pagina 19	
								27 Pg	

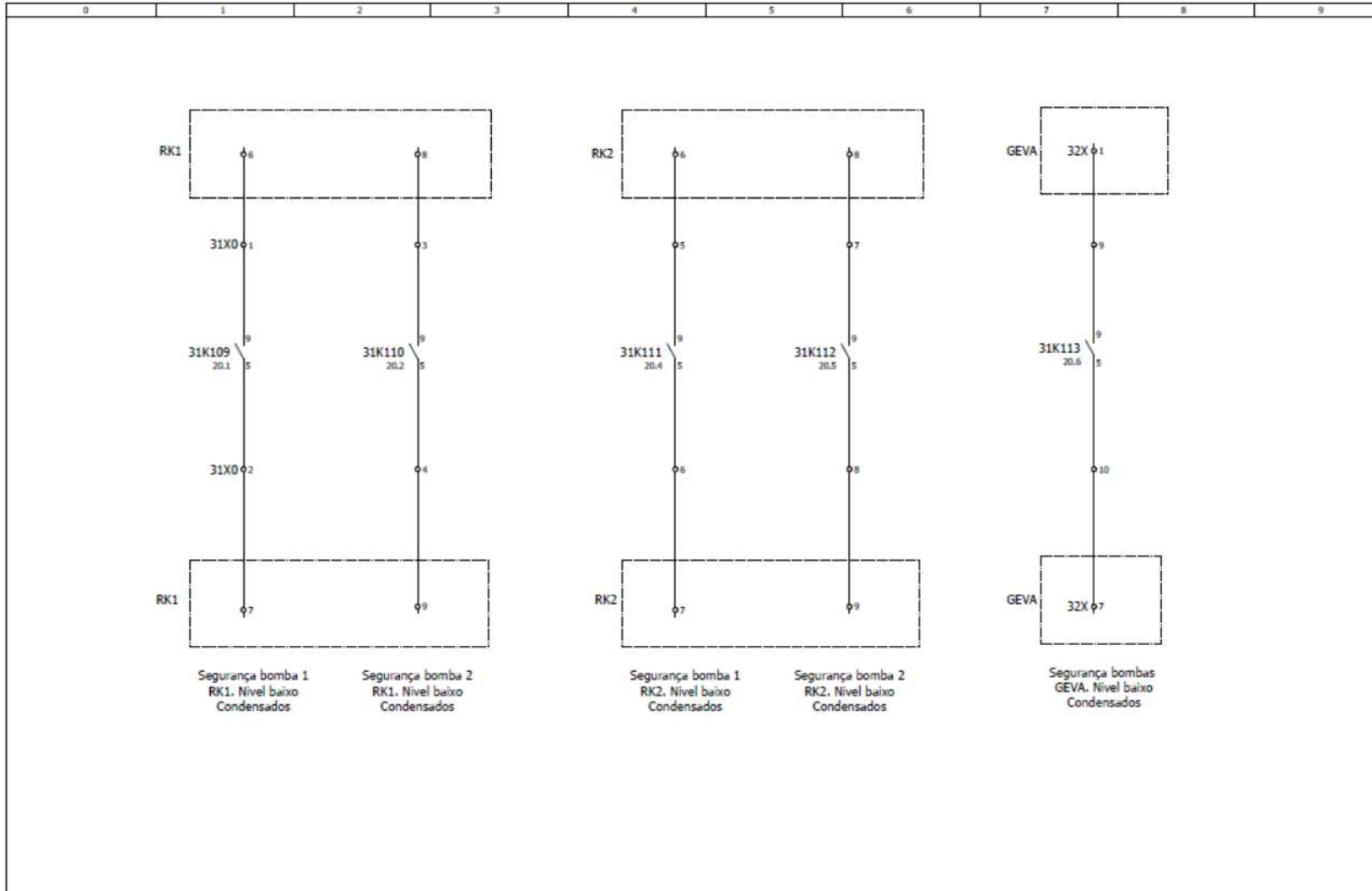



Nome	MLEITE	Data	23/04/2018
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Laibe
Modificação		Verif.	
		Criador	MLEITE

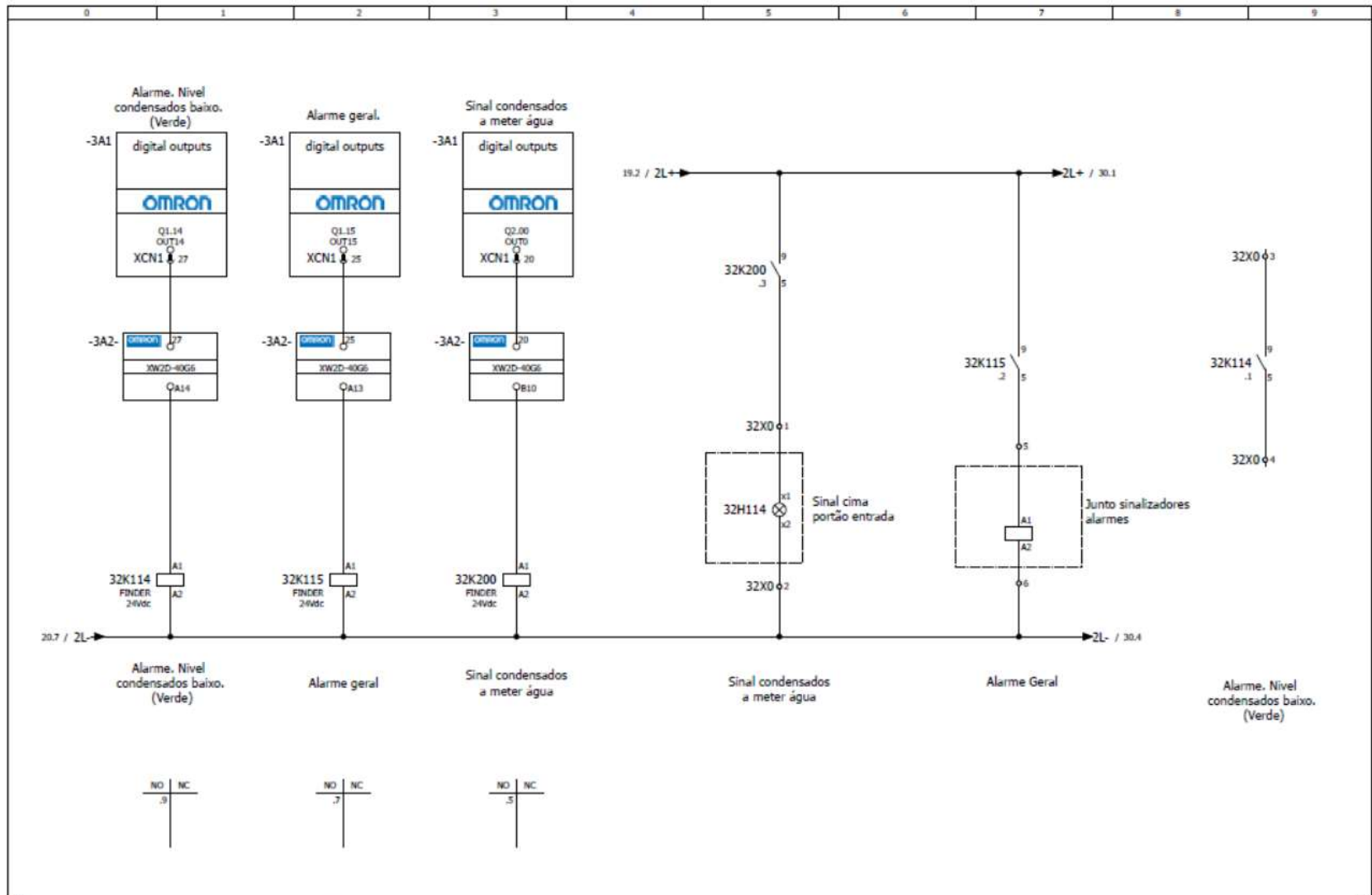


Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL	Interface com caldeiras
Criado por: MLEITE	Revisado por:	

Q.C.Condensados Caldeiras ARL	-COND	
	+QE	
ML06/2018 AR	GRUPO 31 - INTERF.CALDEIRAS	Página 20 27 Pg.



20		22	
Nome	MLEITE	Data	23/04/2018
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Leite
Modificação		Verif.	
		Criador	MLEITE
 Amorim Revestimentos, S.A S.Paço de Oleiros		Q.C.Condensados ARL	Interface com caldeiras
		Criado por	MLEITE
		Revisado por:	
		Q.C.Condensados Caldeiras ARL	+COND
			+QE
		ML06/2018 AR	GRUPO 31 - INTERF.CALDEIRAS
			Página 21
			27 Pg



21

Nome	MLEITE	Data	23/04/2018
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Leite
Modificação		Verif.	
		Criador	MLEITE



Amorim Revestimentos, S.A
S.Paio de Oleiros

Q.C.Condensados ARL

Criado por: MLEITE

Alarmes

Revisado por:

Q.C.Condensados Caldeiras ARL

M.06/2018 AR

GRUPO 32 - ALARMES

30

Alarme. Nivel condensados baixo. (Verde)

Alarme Geral

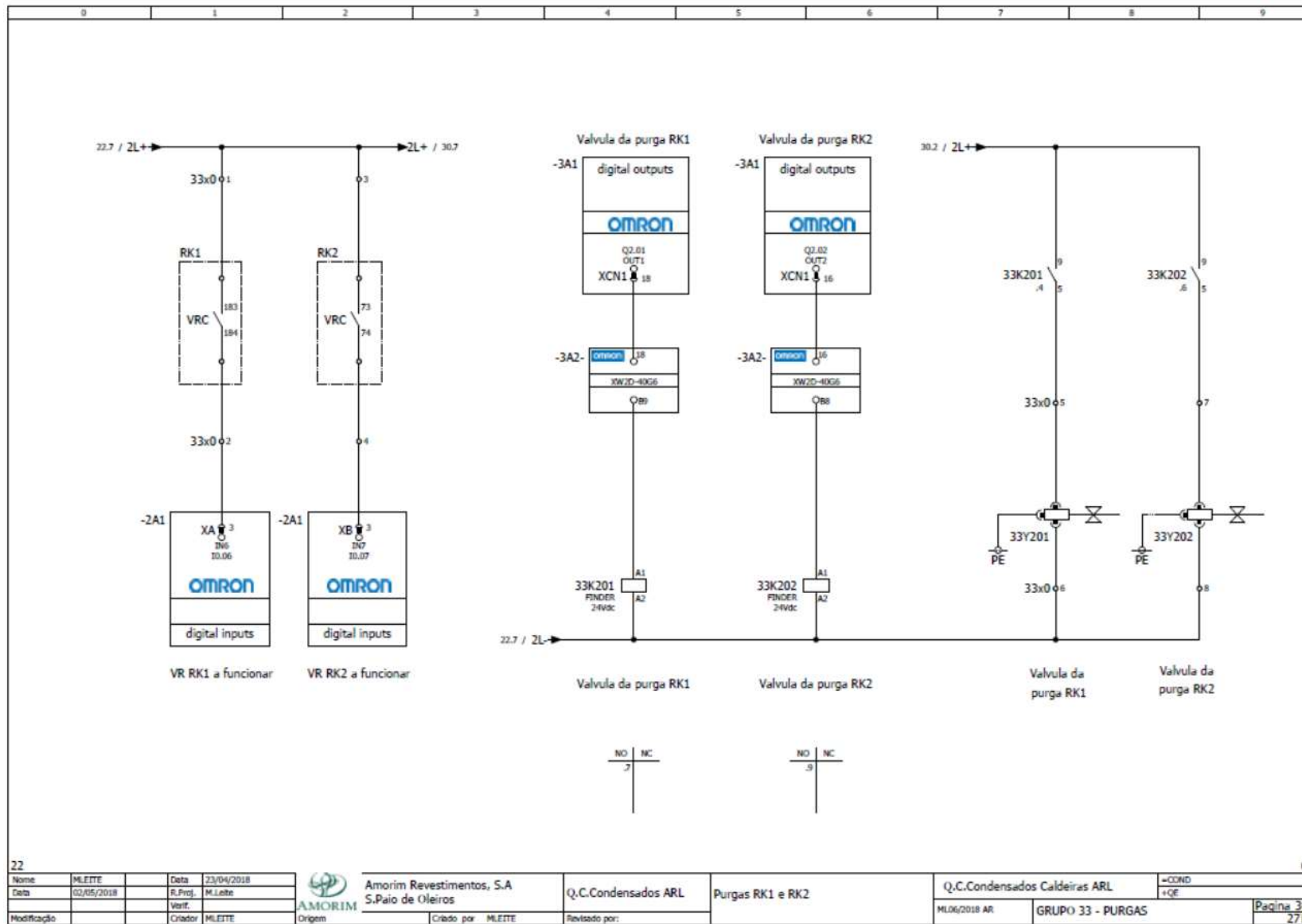
Sinal condensados a meter água

Sinal cima portão entrada

Junto sinalizadores alarmes

Alarme. Nivel condensados baixo. (Verde)

27 Pg



Nome	MLEITE	Data	23/04/2018
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Leite
Modificação		Verif.	
		Criador	MLEITE

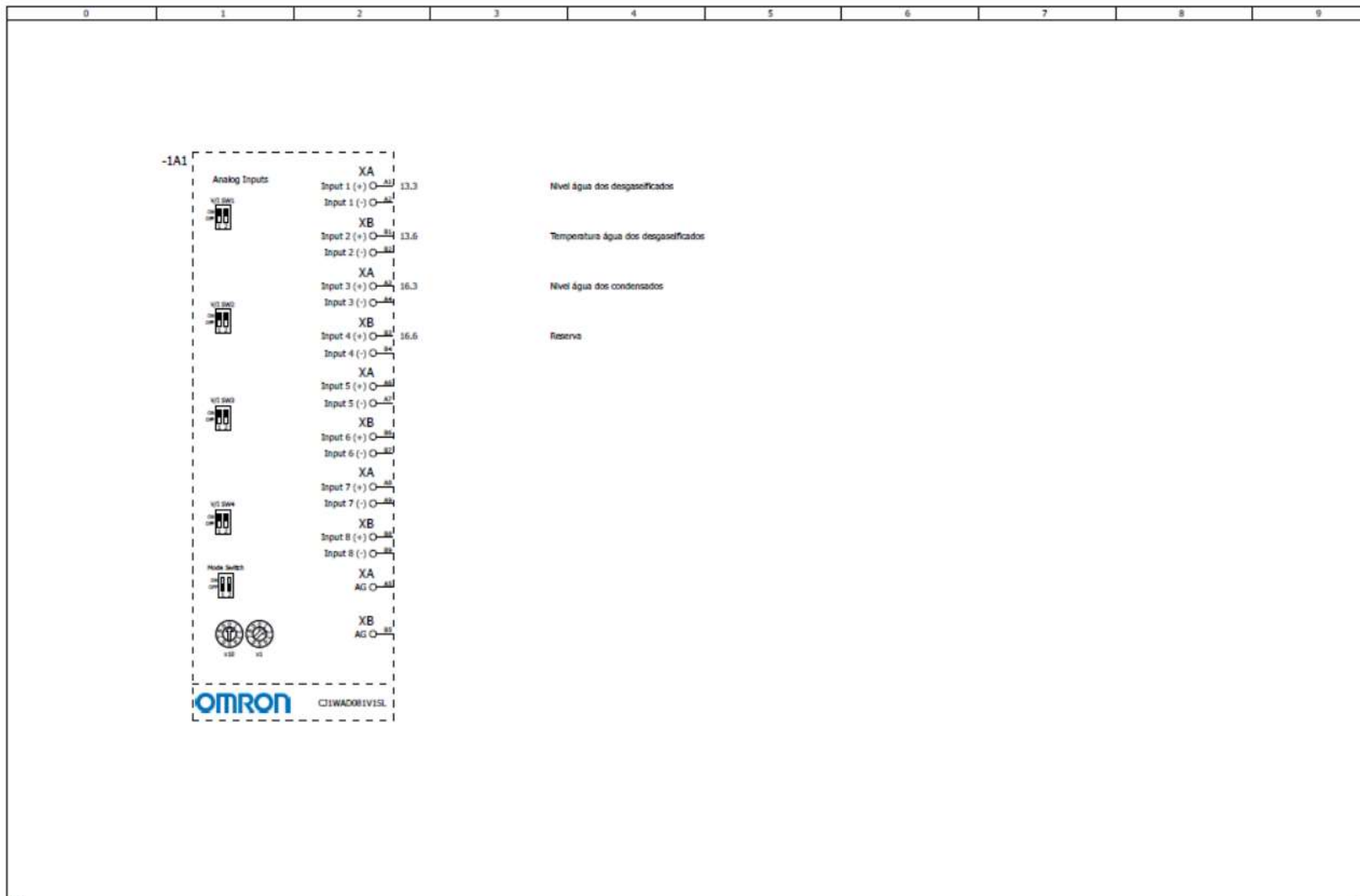


Amorim Revestimentos, S.A
S.Paio de Oleiros

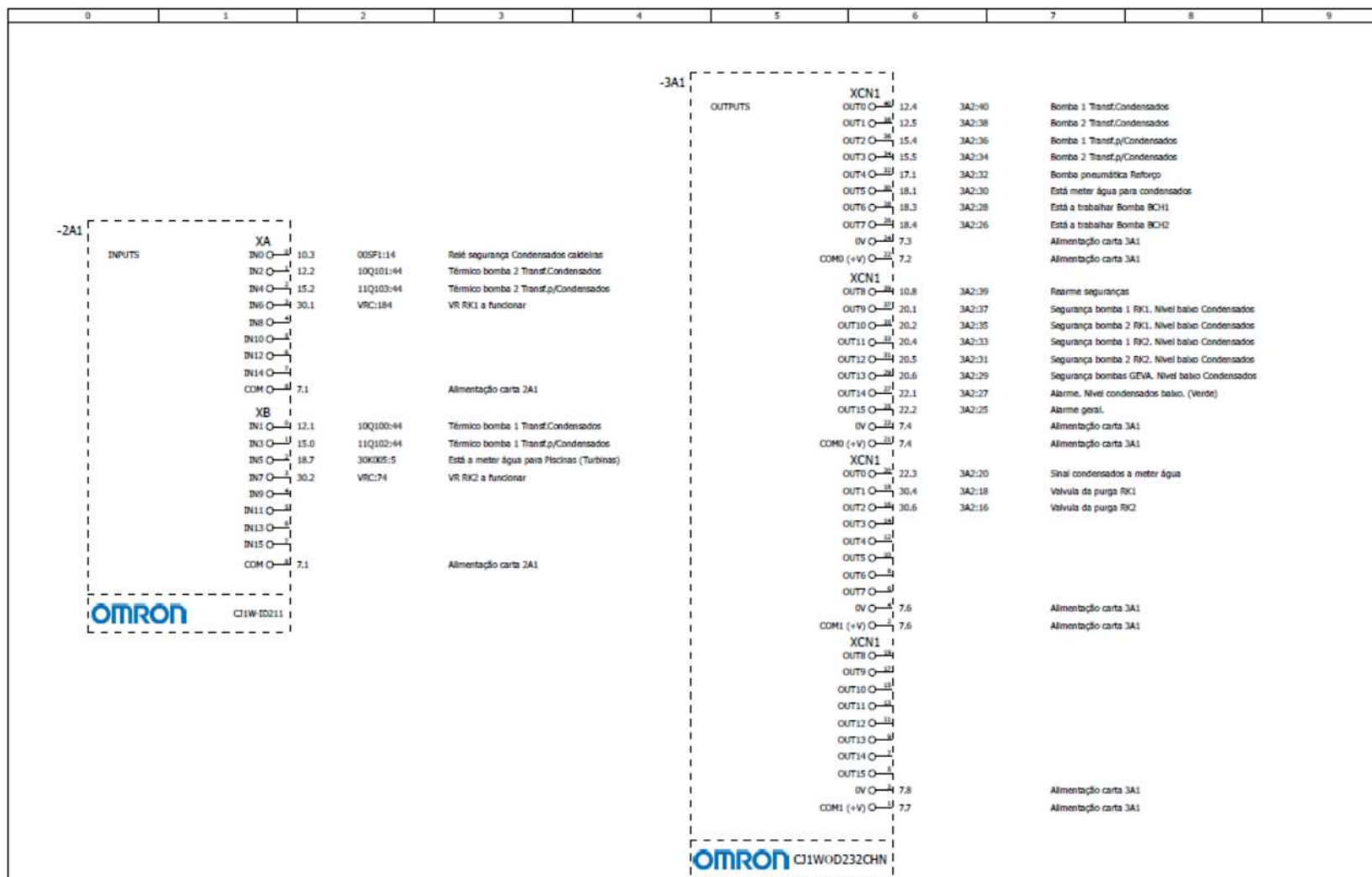
Q.C.Condensados ARL
Purgas RK1 e RK2

Q.C.Condensados Caldeiras ARL
ML06/2018 AR GRUPO 33 - PURGAS

Q.COND
+QE
Página 30
27 Pg



30				61				
Nome	MLEITE	Data	23/04/2018	 Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL	REF X cartas analógicas	Q.C.Condensados Caldeiras ARL	-DOUJ
Data	26/04/2018	R.Proj.	M.Leite				ML06/2018 AR	GRUPO 50 - REF X
Modificação		Criador	MLEITE	Origem	Criado por	MLEITE	Revisado por:	
							Página	60
								27 Pg



Nome	MLEITE	Data	23/04/2018
Data	26/04/2018	R.Proj.	M.Leite
Modificação		Verif.	
		Crador	MLEITE



Amorim Revestimentos, S.A
S.Paio de Oleiros

Q.C.Condensados ARL

REF X cartas digitais

Q.C.Condensados Caldeiras ARL

-DOKJ

+DKB

ML06/2018 AR

GRUPO 50 - REF X

Página 61

27 Pg.

Índice

DN_IVV_30_1.dyn

Plano	Localização	Pagina	Descrição	Página	Data	Editor
DOKU						
	DKB	1	Folha de Rosto		23/04/2018	MLEITE
GEVA						
	QE	2	Alimentação Geral		23/04/2018	MLEITE
	QE	3	Alimentação comandos		26/04/2018	MLEITE
DOKU						
	DKB	4	Disposição PLC		27/04/2018	MLEITE
	DKB	5	Periféricos		26/04/2018	MLEITE
	DKB	6	Modulo interface saída		27/04/2018	MLEITE
	DKB	7	Alimentação cartas		26/04/2018	MLEITE
	DKB	10	Seguranças		27/04/2018	MLEITE
	DKB	11	Bombas BTC1 e BTC2		24/04/2018	MLEITE
	DKB	12	Comando Bombas BTC1 e BTC2		26/04/2018	MLEITE
	DKB	13	Niveis e temperaturas Desgaseificados		27/04/2018	MLEITE
	DKB	14	Bombas BCH1 e BCH2		24/04/2018	MLEITE
	DKB	15	Comando Bombas BCH1 e BCH2		27/04/2018	MLEITE
	DKB	16	Temperaturas saída e nivel Condensados		24/04/2018	MLEITE
	DKB	17	Bomba de reforço		27/04/2018	MLEITE
	DKB	18	Interface com Turbinas		27/04/2018	MLEITE
	DKB	19	Interface com Turbinas		26/04/2018	MLEITE
	DKB	20	Interface com caldeiras		27/04/2018	MLEITE
	DKB	21	Interface com caldeiras		26/04/2018	MLEITE
	DKB	22	Alarmes		27/04/2018	MLEITE
	DKB	30	Purgas RK1 e RK2		27/04/2018	MLEITE
	DKB	60	REF X cartas analógicas		26/04/2018	MLEITE
	DKB	61	REF X cartas digitais		26/04/2018	MLEITE
	DKB	100	Table of contents:(=DOKU+DKB/1-=DOKU+DKB/100)		27/04/2018	MLEITE

61

101

MLEITE	27/04/2018	MLEITE	Data	03/05/2018	 Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL	Table of contents	Q.C.Condensados Caldeiras ARL	-DOKU +DKB	Página 100 27Pag
		Edi.	Manuel Leite							
		Verif.								
		Nome		Origem	MLEITE			ML06/2018 AR		

Índice

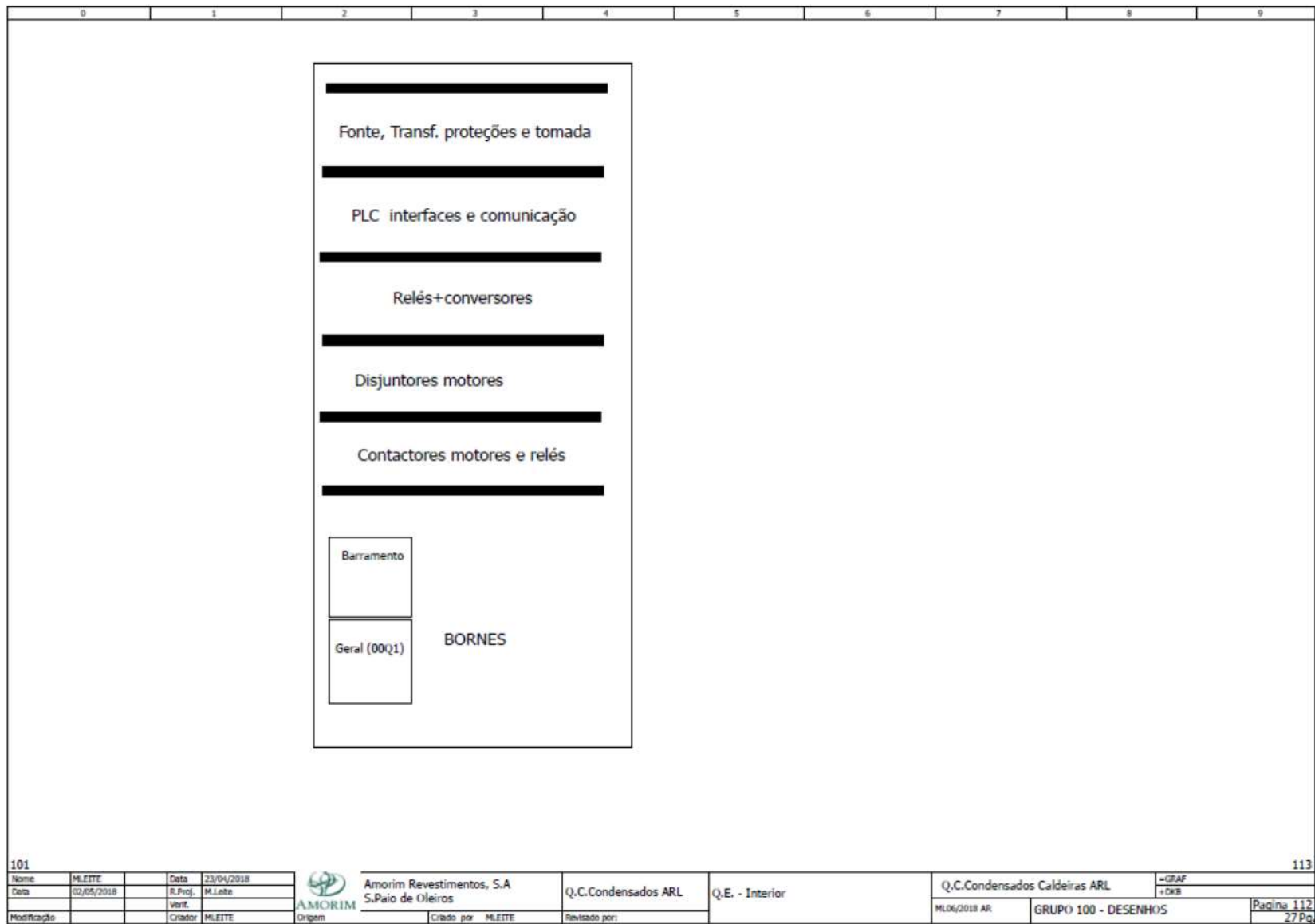
DN_IVV_30_L.dyn

Plano	Localização	Página	Descrição Página	Data	Editor
DOKU					
DKB		101	Table of contents:(=DOKU+DKB/101-=DOKU+DKB/113)	27/04/2018	MLEITE
DKB		112	Q.E. - Interior	23/04/2018	MLEITE
DKB		113	Q.E. - Exterior	26/04/2018	MLEITE

100

112

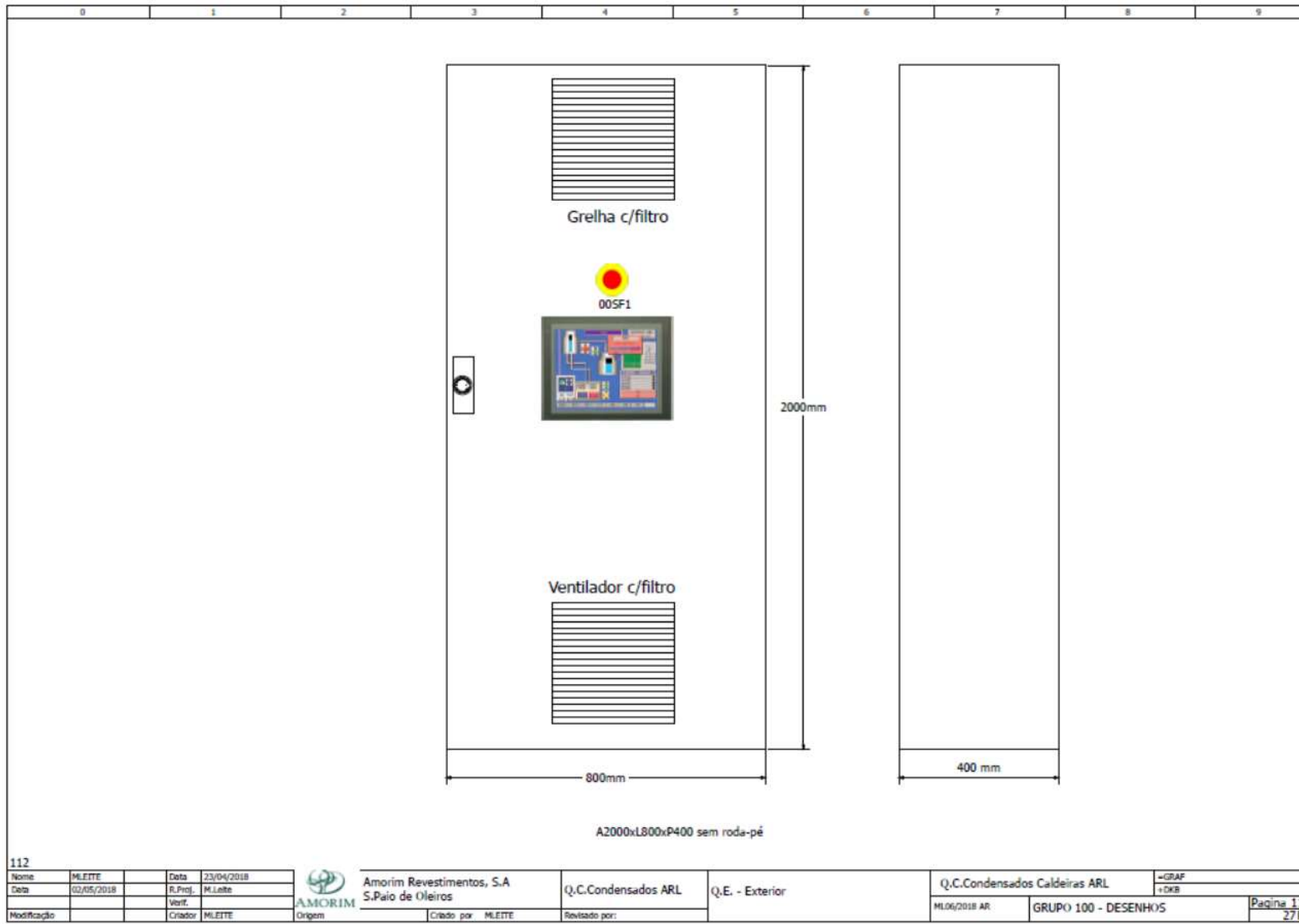
MLEITE	27/04/2018	MLEITE	Data	03/05/2018	 Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL	Table of contents	Q.C.Condensados Caldeiras ARL	-DOKU +DKB	Página 101 27Pag
			Edt.	Manuel Leite						
			Verif.							
			Nome							





101

113

Nome	MLEITE	Data	23/04/2018	Amorim Revestimentos, S.A S.Paio de Oleiros	Q.C.Condensados ARL	Q.E. - Interior	Q.C.Condensados Caldeiras ARL	=GRAF
Data	02/05/2018	R.Proj.	M.Leite					=CAB
Modificação		Verif.						
		Criador	MLEITE	Origem	Criado por	MLEITE	Revisado por:	
							ML06/2018 AR	GRUPO 100 - DESENHOS
								Página 112 27 Pg.



Anexo 3

						
PREÇO Março 2018						
Cliente		Obra				
Proposta		Versão				
Distribuidor		Data:	17/06/2018			
Referência	Qty.	Designação	Preço			
			Unitário	Total	Líquido	
		Ref. # Desconhecida		0,00 €	0,00%	0,00 €
		Ref. # Desconhecida		0,00 €	0,00%	0,00 €
		Ref. # Desconhecida		0,00 €	0,00%	0,00 €
NSYSM20840P	1	ARM MET 200Dx800x400 PLAT	€ 1 184,14	1 184,14 €	100,00%	0,00 €
LV431639	1	NSX250NA 4P	€ 767,24	767,24 €	100,00%	0,00 €
LV429387	1	MX 220-240V 208-277V	€ 111,02	111,02 €	100,00%	0,00 €
56173	1	RH99M 240VAC C/RES MAN	€ 326,54	326,54 €	100,00%	0,00 €
50440	1	Toro fechado tipo MA120	€ 281,00	281,00 €	100,00%	0,00 €
A9L16297	1	iQuick PRD 20r 3P+N	€ 337,21	337,21 €	100,00%	0,00 €
A9F79110	2	DISJ. iC60N 1P 10A C	€ 12,78	25,56 €	100,00%	0,00 €
NSYCC0THO	1	TERMOST 10A-250V CONT NA	€ 42,54	42,54 €	100,00%	0,00 €
NSYCVF300M230PF	1	VENT IP54 300M3/H 230VCA	€ 237,12	237,12 €	100,00%	0,00 €
NSYAG223LPP	1	GRELH G2 M1 268x248x18	€ 57,03	57,03 €	100,00%	0,00 €
A9A15310	1	T 2P+T 10-16A 250V SCHUKO	€ 18,19	18,19 €	100,00%	0,00 €
A9N15651	1	SEC. FUS. STI 2P 500V	€ 11,82	11,82 €	100,00%	0,00 €
ABL6TS100U	1	TR 230/400-230V 1000VA	€ 240,00	240,00 €	100,00%	0,00 €
A9N15636	8	SEC. FUS. STI 1P 500V	€ 5,36	42,88 €	100,00%	0,00 €
ABL8REM24050	1	ALIM REG. COMUT 100/240V 24VCC 5A	€ 160,00	160,00 €	100,00%	0,00 €
ZB5A834	1	CAB BOT COGUM VERM 30MM ROD. P/ DESENCR. C/ ENCRAY BRUSC P/ ARO FIX MET	€ 26,60	26,60 €	100,00%	0,00 €
ZB5AZ102	1	CORP. BL CONT 1 NF	€ 6,70	6,70 €	100,00%	0,00 €
GV2ME10	3	DISJ. MOT MT 4/6,3A	€ 73,20	219,60 €	100,00%	0,00 €
GVAN11	4	BL CONT AUX. LAT NA+NF	€ 12,00	48,00 €	100,00%	0,00 €
LC1D09P7	4	CT 9A AC3 3P+NA+NF 230VCA	€ 40,10	160,40 €	100,00%	0,00 €
GV2ME08	1	DISJ. MOT. MT 2,5/4A	€ 73,20	73,20 €	100,00%	0,00 €
04034	1	POLYBLOC 250A 4P	€ 92,90	92,90 €	100,00%	0,00 €
ZBE101	1	CONT 1 NA	€ 4,60	4,60 €	100,00%	0,00 €
	1	Ref. # Desconhecida	€ 1 977,09	1 977,09 €	0,00%	1 977,09 €
		Ref. # Desconhecida		0,00 €	0,00%	0,00 €
		Ref. # Desconhecida		0,00 €	0,00%	0,00 €
	20	RELE FINDER	€ 5,00	100,00 €	0,00%	100,00 €
		Ref. # Desconhecida		0,00 €	0,00%	0,00 €
		Ref. # Desconhecida		0,00 €	0,00%	0,00 €

TOTAL LIQUIDO	€ 6 551,38	€ 2 077,09
GANHO	0,00%	€ 0,00
MDO	€ 15,00	600,00 €
AUX		€ 41,54
TOTAL		€ 2 718,63

Anexo 4

 **Certificado de Calibração**
Laboratório de Metrologia - Grandezas Eléctricas

Data de Emissão: 2017-02-03 **Certificado N°** LMGE20175000849/10 Pág. 1 de 2

CLIENTE: N QUADROS - MONTAGEM DE QUADROS ELÉCTRICOS, LDA
RUA S. SALVADOR, N° 81 (SECTOR 2)
FERREIRA
4590 - 780 PAÇOS DE FERREIRA

EQUIPAMENTO CALIBRADO: Aparelho de Ensaios Eléctricos
SPS - S3301
N.º Série: 01051405

ESTADO DO EQUIPAMENTO: Bom estado de conservação.

CONDIÇÕES AMBIENTAIS: Temperatura = (23 ± 2) °C Humidade = (50 ± 10) % HR

DATA DE CALIBRAÇÃO: 2017-02-03

EQUIPAMENTO PADRÃO UTILIZADO:
Multímetro Hewlett Packard, modelo 3458A, n.º série 2823A22559, calibrado na Agilent Technologies U.K. Ltd., com acreditação UKAS, rastreável ao NPL.
Calibrador TRANSMILLE, modelo 2100, n.º série 104667C3, calibrado na TRANSMILLE, U.K. com acreditação UKAS, rastreável ao NPL.
Multímetro FLUKE, modelo 8508A, n.º série 858647966, calibrado na Fluke U.K., com acreditação UKAS, rastreável ao NPL.
Caixa de Resistências VRS - 100, Marca: IET LABS. N.º de série: DE-0302097, calibrada no INETI.

DESCRIÇÃO DO ENSAIO:
Calibração realizada segundo os procedimentos internos MGE-P02.00 e MGE-P06.00 do Laboratório de Metrologia - Grandezas Eléctricas.

Os valores assinalados com ⁽¹⁾ não estão incluídos no âmbito de acreditação.

O IPAC é um dos signatários do Acordo de reconhecimento mútuo da EA e do ILAC para calibrações.

Técnico **Responsável Técnico**

(Altino Martins) (António Parente)



A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k = 2, e qual para uma distribuição-t com ν = 17 graus de liberdade efectivos correspondente a uma probabilidade de expansão de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento E4-4-82.

Metro Rua dos Platanos, 197 Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar - Edifício Q. Rua Cidade do Porto, Campus da Deiphi - Edifício 4
4100-414 Porto - Portugal 1649-038 Lisboa - Portugal 4705-086 Braga - Portugal

Função / Gama	Leitura no Padrão	Leitura no Equipamento	Erro	k'	v'ef	Incerteza Expandida
Resistência de Isolamento (IS)						
500 V	0,10 MΩ	0,1 MΩ	0,0 MΩ	2,00	1000	± 0,08 MΩ
	0,50 MΩ	0,5 MΩ	0,0 MΩ	2,00	1000	± 0,08 MΩ
	1,00 MΩ	1,0 MΩ	0,0 MΩ	2,00	1001	± 0,08 MΩ
	5,00 MΩ	5,0 MΩ	0,0 MΩ	2,00	1021	± 0,08 MΩ
Continuidade do Circuito de Terra (PE)						
Resistência:	99,2 mΩ ⁽¹⁾	101 mΩ	2 mΩ	2,65	6	± 2,3 mΩ
Corrente de ensaio:	10,90 A ⁽¹⁾	11,8 A	0,9 A	2,28	10	± 0,13 A
Resistência:	199,3 mΩ ⁽¹⁾	198 mΩ	-1 mΩ	2,52	6	± 16 mΩ
Corrente de ensaio:	10,64 A ⁽¹⁾	10,4 A	-0,2 A	3,31	3	± 0,80 A
Rigidez Dieléctrica (HV DC)						
	0,151 mA	0,14 mA	-0,01 mA	2,00	1000	± 6 μA
Rigidez Dieléctrica (HV AC)						
	0,196 mA 50,00 Hz	0,2 mA	0,0 mA	2,00	1010	± 0,01 mA
Tensão de ensaio:	1958,1 V ⁽¹⁾ 50,00 Hz	1971 V	13 V	2,00	62	± 4,9 V

Este documento não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem a autorização por escrito do CATIM



