



Quadros Eléctricos Inteligentes-Smart Panels

LUÍS RICARDO MATOS CUNHA VIANA DE CARVALHO

Outubro de 2015

Quadros Eléctricos Inteligentes

– *Smart Panels*

Luis Ricardo Matos Cunha Viana de Carvalho



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Eléctricos de Energia

2015

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

Luís Ricardo de Matos Cunha Viana de Carvalho, Nº 1130263, 1130263@isep.ipp.pt

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

Empresa: Schneider-Electric

Supervisão: Paulo Vaz, paulo.vaz@schneider-electric.com



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2015

Agradecimentos

O presente trabalho é o resultado não apenas do empenhamento individual, mas ainda do esforço e do apoio conjunto de várias entidades. Assim, agradeço o acompanhamento científico dos meus professores do Instituto Superior de Engenharia do Porto, ISEP, especificamente do meu orientador de tese de mestrado, Prof. António Gomes, e do meu orientador em contexto empresarial na Schneider-Electric, Eng^o. Paulo Vaz, pelo saber e pela disponibilidade que sempre demonstraram.

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

À Dra. Paula Seixas, pelo carinho e simpatia com que me apoiou.

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

À minha família, cujo sentido de humor me ajudou a descomprimir em períodos de maior tensão.

A todos os meus amigos, pelo companheirismo nas horas de lazer e por se terem revelado verdadeiros colegas nos estudos.

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, a preocupação com o ambiente, por um lado, e com o conforto e a segurança, por outro, faz com que a sustentabilidade energética se assuma como uma forma de intervenção adequada às exigências de qualidade de vida e à eficiência no âmbito da economia. Nesta conformidade, é incontornável a mais-valia do *Smart Panel*, um quadro elétrico inteligente criado com vista à consecução daqueles desideratos, o que motivou o tema do presente trabalho.

Assim, pretende-se demonstrar as potencialidades do *Smart Panel*, um novo conceito de quadro elétrico que visa a otimização da sua funcionalidade na gestão dinâmica e pragmática das instalações elétricas, nomeadamente no que respeita ao controlo, monitorização e atuação sobre os dispositivos, quer *in loco* quer, sobretudo, à distância. Para a consecução deste objetivo, concorrem outros que o potenciam, designadamente a compreensão do funcionamento do quadro elétrico (QE) tradicional, a comparação deste com o *Smart Panel* e a demonstração das vantagens da utilização desta nova tecnologia. A grande finalidade do trabalho desenvolvido é, por um lado, colocar a formação académica ao serviço de um bom desempenho profissional futuro, por outro ir ao encontro da tendência tecnológica inerente às necessidades que o homem, hoje, tem de controlar.

Deste modo, num primeiro momento, é feita uma abordagem geral ao quadro elétrico tradicional a fim de ser compreendido o seu funcionamento, aplicações e potencialidades. Para tanto, a explanação inclui a apresentação de conceitos teóricos subjacentes à conceção, produção e montagem do QE. São explicitados os diversos componentes que o integram e funções que desempenham, bem como as interações que estabelecem entre si e os normativos a que devem obedecer, para conformidade. Houve a preocupação de incluir imagens coadjuvantes das explicações, descrições e procedimentos técnicos.

No terceiro capítulo é abordada a tecnologia *Smart Panel*, introduzindo o conceito e objetivos que lhe subjazem. Explicita-se o modo de funcionamento deste sistema que agrupa proteção, supervisão, controlo, armazenamento e manutenção preventiva, e demonstra-se de que forma a capacidade de leitura de dados, de comunicação e de comando do quadro elétrico

à distância se afigura uma revolução tecnológica facilitadora do cumprimento das necessidades de segurança, conforto e economia da vida moderna.

Os capítulos quarto, quinto e sexto versam uma componente prática do trabalho.

No capítulo quarto é explanado um suporte formativo e posterior demonstração do *kit* de ensaio, que servirá de apoio à apresentação da tecnologia *Smart Panel* aos clientes. Além deste suporte de formação, no quinto capítulo é elaborada uma lista de procedimentos de verificação a serem executados aos componentes de comunicação que integram o *Smart Panel*, para fornecimento ao quadrista. Por fim, no sexto capítulo incluem-se dois casos de estudo: o estudo A centra-se na aplicação da tecnologia *Smart Panel* ao projeto de um QE tradicional, que implica fazer o levantamento de toda a aparelhagem existente e, de seguida, proceder à transposição para a tecnologia *Smart Panel* por forma a cumprir os requisitos estabelecidos pelo cliente. O estudo de caso B consiste na elaboração de um projeto de um quadro eléctrico com a tecnologia *Smart Panel* em função de determinados requisitos e necessidades do cliente, por forma a garantir as funções desejadas.

Palavras-Chave

Quadro eléctrico, *Smart Panel*, aparelhagem

Abstract

Due to environmental concern as well as comfort and security, energy sustainability has assumed an active role in today's society, responding properly to both the need for quality of life and economic efficiency. In this respect, the *Smart Panel*, a switchboard created to meet those goals, assumes itself inevitably as an asset, and it is, therefore, the theme of this paper.

Thus, the aim of this work is to show the potentialities of the *Smart Panel*, a new switchboard, which is aimed to optimise its functionality in the dynamic and pragmatic management of electrical systems, namely on controlling and monitoring devices, both *in loco*, as well as remotely. In order to reach this goal, other factors contribute to its potentialities, in particular, understanding how the traditional switchboard operates, comparing it with the *Smart Panel* and demonstrating the benefits of this new technological device. The main purpose of this work is, on one hand, to put the academic background at the service of a good future professional practice, and on the other hand, to meet today's technological needs that man has to control.

Therefore, at a first stage a general approach to the switchboard will be given, so that the way it works, its applications and potentialities can be understood. The explanation includes the presentation of theoretical concepts of the design, production and installation of the electrical panel. Several components and their functions, as well as their interactions and standardisation requirements are explained. A set of images is also added in order to illustrate the explanations and the description of technical procedures.

In the third chapter the *Smart Panel* technology will be explored, introducing its concept and aims. A full explanation of how the system works, combining protection, supervision, control, storage and preventive maintenance, is given and it is demonstrated how its capacity to read data, to communicate and to control the switchboard remotely is seen as a technological revolution, enabling the efficient fulfilment of security, comfort and economic needs of modern life.

The fourth, fifth and sixth chapters will address the practical component of the work.

In the fourth chapter a training support is presented, followed by the subsequent demonstration of the test kit that will support the presentation of the *Smart Panel* technology to the client. Besides this training support, in the fifth chapter a checklist about the procedures to be executed by the technician to the communication (and control) components of the *Smart Panel* is provided. Finally, in the sixth chapter two case studies are included: Case study A focuses on the application of the *Smart Panel* technology to the traditional switchboard, what implies the listing of all existing devices and then transfer them to the *Smart Panel* technology, in order to satisfy the client's requirements; case study B consists of a switchboard project designed with the *Smart Panel* technology, tailored to the client's requirements and needs.

Keywords

Switchboard, *Smart Panel*, Equipment

Índice

| | |
|---|------------|
| AGRADECIMENTOS..... | III |
| RESUMO | V |
| ABSTRACT..... | VII |
| ÍNDICE | 2 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 8 |
| ÍNDICE DE TABELAS | 15 |
| LISTA DE SIGLAS | 16 |
| 1. INTRODUÇÃO | 18 |
| 1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO..... | 18 |
| 1.2.MOTIVAÇÃO | 18 |
| 1.3.OBJETIVOS E PLANIFICAÇÃO DO TRABALHO..... | 19 |
| 1.4.EMPRESA | 20 |
| 1.5.ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO | 21 |
| 1.6.CONTEXTUALIZAÇÃO DOS QUADROS ELÉTRICOS NAS INSTALAÇÕES DE UTILIZAÇÃO..... | 22 |
| 2. QUADROS ELÉTRICOS..... | 25 |
| 2.1.ASPETOS GERAIS..... | 25 |
| 2.2.CONCEITO DE QUADRO ELÉTRICO | 26 |
| 2.3.FUNÇÕES DO QUADRO ELÉTRICO..... | 27 |
| 2.4.ASPETOS REGULAMENTARES E NORMATIVOS..... | 28 |
| 2.5.PROJETO DE UM QUADRO ELÉTRICO | 30 |

| | |
|--|----|
| 2.6.CARACTERÍSTICAS DOS QUADROS ELÉTRICOS | 31 |
| 2.6.1. <i>Aspetos gerais</i> | 31 |
| 2.6.2. <i>Classes de Isolamento</i> | 31 |
| 2.6.3. <i>Índices de proteção</i> | 34 |
| 2.6.4. <i>Corrente de curto-circuito</i> | 37 |
| 2.6.5. <i>Ventilação</i> | 38 |
| 2.7.ELEMENTOS CONSTITUINTES DO QUADRO ELÉTRICO E GAMA DE APARELHAGEM | 39 |
| 2.7.1. <i>Aspetos gerais</i> | 39 |
| 2.7.2. <i>Invólucro</i> | 40 |
| 2.7.3. <i>Barramento</i> | 41 |
| 2.7.4. <i>Isoladores</i> | 43 |
| 2.7.5. <i>Aparelhagem de corte, de proteção de seccionamento e de corte e seccionamento</i> .. | 44 |
| 2.8.ORÇAMENTAÇÃO | 46 |
| 2.9.MONTAGEM DO QUADRO ELÉTRICO (BOAS PRÁTICAS) | 50 |
| 2.9.1. <i>Proteção</i> | 52 |
| 2.9.2. <i>Montagem do quadro (montagem mecânica)</i> | 52 |
| 2.9.3. <i>Eletrificação (continuidade elétrica de peças fixas)</i> | 54 |
| 2.9.4. <i>Eletrificação (continuidade elétrica de peças móveis)</i> | 55 |
| 2.9.5. <i>Eletrificação (barramento de alimentação)</i> | 56 |
| 2.9.6. <i>Compartimentação de um quadro elétrico</i> | 59 |
| 2.9.7. <i>Ligação equipotencial</i> | 61 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 2.9.8. | <i>Tratamentos anticorrosivos</i> | 63 |
| 2.9.9. | <i>Disposição dos dispositivos</i> | 64 |
| 2.9.10. | <i>Montagem dos dispositivos (dispositivos montados na porta)</i> | 66 |
| 2.9.11. | <i>Proteção contra contactos diretos</i> | 66 |
| 2.9.12. | <i>Ligação elétrica</i> | 67 |
| 2.9.13. | <i>Circuitos auxiliares e de baixa potência (passagem de cabos)</i> | 71 |
| 2.9.14. | <i>Identificação dos quadros elétricos</i> | 76 |
| 2.9.15. | <i>Lista de verificações a efetuar durante a inspeção de qualidade final</i> | 81 |
| 2.9.16. | <i>Ensaios</i> | 85 |
| 3. | SMART PANEL | 93 |
| 3.1. | ENQUADRAMENTO | 93 |
| 3.2. | FUNÇÕES DOS <i>SMART PANELS</i> | 95 |
| 3.3. | LOCAIS DE INSTALAÇÃO | 97 |
| 3.4. | PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO | 97 |
| 3.5. | TECNOLOGIA E COMUNICAÇÃO ENTRE DISPOSITIVOS | 99 |
| 3.6. | PRINCIPAIS COMPONENTES QUE INTEGRAM UM <i>SMART PANEL</i> | 101 |
| 3.6.1. | <i>Enquadramento geral</i> | 101 |
| 3.6.2. | <i>Disjuntores</i> | 101 |
| 3.6.3. | <i>Sistema de comunicação Enerlin 'X</i> | 104 |
| 3.6.4. | <i>Sistema de comunicação Acti9</i> | 116 |
| 3.7. | CONFIGURAÇÃO E VERIFICAÇÃO DO SISTEMA | 123 |

| | |
|--|------------|
| 4. DESENVOLVIMENTO DE UM SUPORTE FORMATIVO SOBRE SMART PANELS . | 128 |
| 4.1.ENQUADRAMENTO | 128 |
| 4.2.APRESENTAÇÃO DO KIT DE DEMONSTRAÇÃO DE APOIO À FORMAÇÃO | 129 |
| 4.3.FUNIONAMENTO DO KIT DE DEMONSTRAÇÃO | 131 |
| 4.4.CONFIGURAÇÃO DOS DISPOSITIVOS | 133 |
| 4.5.ATIVIDADES A REALIZAR DURANTE A FORMAÇÃO..... | 134 |
| 5. PROCEDIMENTOS DE VERIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DE COMUNICAÇÃO, PARA QUADRISTAS..... | 135 |
| 5.1.ENQUADRAMENTO | 135 |
| 5.2.PROCEDIMENTOS PARA A MONTAGEM DOS COMPONENTES DE COMUNICAÇÃO EM SMART PANELS | 136 |
| 5.2.1. <i>Layout do quadro</i> | 136 |
| 5.2.2. <i>Cablagem</i> | 138 |
| 5.3.PROCEDIMENTOS PARA A VERIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DE COMUNICAÇÃO EM SMART PANELS | 140 |
| 5.3.1. <i>Aspetos gerais</i> | 140 |
| 5.3.2. <i>Procedimento de verificação</i> | 140 |
| 6. ESTUDO DE CASO – PROJETO DE SOLUÇÕES SMART PANEL | 145 |
| 6.1.ENQUADRAMENTO | 145 |
| 6.2.ESTUDO DE CASO A: CONVERSÃO DE UM QUADRO ELÉTRICO TRADICIONAL NUM SMART PANEL... | 146 |
| 6.2.1. <i>Contextualização do projeto</i> | 146 |
| 6.2.2. <i>Requisitos do cliente para a instalação</i> | 146 |
| 6.2.3. <i>Levantamento das características do quadro geral de baixa tensão da instalação</i> ... | 147 |
| 6.2.4. <i>Constituição do quadro de cargas críticas</i> | 150 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 6.2.5. | <i>Conversão do quadro elétrico num Smart Panel</i> | 153 |
| 6.2.6. | <i>Comunicação</i> | 155 |
| 6.2.7. | <i>cablagem</i> | 156 |
| 6.2.8. | <i>Orçamentação</i> | 156 |
| 6.3. | ESTUDO DE CASO B: PROJETO DE UM QUADRO ELÉTRICO COM A TECNOLOGIA <i>SMART PANEL</i> | 158 |
| 6.3.1. | <i>Contextualização do projeto</i> | 158 |
| 6.3.2. | <i>Requisitos do cliente</i> | 159 |
| 6.3.3. | <i>Projeto da solução Smart Panel</i> | 160 |
| 6.3.3.1. | Caraterização do Quadro de Entrada | 160 |
| 6.3.3.2. | Caraterização do Quadro da Oficina..... | 161 |
| 6.3.3.3. | Caracterização do Quadro do Hall de Entrada..... | 161 |
| 6.3.3.4. | Caraterização do Quadro do 1º Andar | 162 |
| 6.3.3.5. | Componentes a instalar no Quadro de Entrada..... | 162 |
| 6.3.3.6. | Componentes a instalar no Quadro da Oficina | 164 |
| 6.3.3.7. | Componentes a instalar no Quadro do Hall de Entrada | 164 |
| 6.3.3.8. | Componentes a instalar no Quadro do 1ºAndar..... | 165 |
| 6.3.3.9. | Comunicação | 165 |
| 6.3.3.10. | Passagem da cablagem | 168 |
| 6.3.4. | <i>Orçamentação</i> | 168 |
| 6.3.5. | <i>Monitorização e controlo da Instalação</i> | 171 |
| 7. | CONCLUSÕES | 173 |
| 7.1. | CONCLUSÕES GERAIS | 173 |

| | |
|--|------------|
| 7.2.CONTRIBUTOS DO CANDIDATO | 173 |
| 7.3.COMPONENTE ACADÉMICA..... | 174 |
| 7.4.PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO | 175 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 176 |
| ANEXOS | 180 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Quadro elétrico de uma unidade industrial | 27 |
| Figura 2 – Quadro elétrico de habitação | 27 |
| Figura 3 - Quadro de distribuição da classe I | 33 |
| Figura 4 - Quadro de distribuição de classe II, com invólucro isolante | 33 |
| Figura 5 - Quadro de distribuição de classe II, com invólucro metálico | 33 |
| Figura 6 - Graus de proteção contra a penetração de corpos sólidos e infiltração de água, com efeitos nocivos. | 35 |
| Figura 7 - Grau de proteção, letra adicional [10] | 36 |
| Figura 8 - Quadro elétrico | 39 |
| Figura 9 - Barra de cobre (esquerda); barramento em alumínio e cobre (direita) | 42 |
| Figura 10 - Corrente admissível por uma determinada barra [41] | 43 |
| Figura 11 - Suporte dos barramentos | 44 |
| Figura 12 - Interruptor horário | 45 |
| Figura 13 - Descarregador de sobretensões (esquerda); Disjuntor (direita) | 46 |
| Figura 14 - Seccionador | 46 |
| Figura 15 - QE Building - escolha do invólucro | 48 |
| Figura 16 – QE Building - Seleção da aparelhagem | 49 |
| Figura 17 – QE Building - Layout do quadro projetado | 50 |

| | |
|--|----|
| Figura 18 - Montagem do quadro elétrico | 53 |
| Figura 19 - Boas práticas para montagem do quadro elétrico | 53 |
| Figura 20 – Armazenamento dos painéis | 54 |
| Figura 21 - Garantia da continuidade elétrica | 55 |
| Figura 22 - Modo de colocação do fio de terra | 56 |
| Figura 23 - Barra condutora e barra de distribuição | 56 |
| Figura 24 - Ordem de colocação dos barramentos | 57 |
| Figura 25 - Perfuração da barra | 58 |
| Figura 26 - Modo de perfuração | 58 |
| Figura 27 - Binário de aperto | 58 |
| Figura 28 - Forma 1 | 59 |
| Figura 29 –Forma 2a (esquerda); Forma 2b (direita) | 60 |
| Figura 30 - Forma 3a (esquerda); Forma 3b (direita) | 60 |
| Figura 31 - Forma 4a (esquerda); Forma 4b (direita) | 61 |
| Figura 32 - Barramento condutor terra | 62 |
| Figura 33 - Ligação equipotencial | 63 |
| Figura 34 - ligação do cabo terra ao condutor terra | 63 |
| Figura 35 - Corte do barramento | 67 |
| Figura 36 – Cumprimento do binário de aperto | 68 |

| | |
|--|----|
| Figura 37 - Aplicação do verniz acrílico | 69 |
| Figura 38 - Barras flexíveis | 69 |
| Figura 39 – Espaçamento entre abraçadeiras de agrupamento de cabos em função do diâmetro do conjunto | 70 |
| Figura 40 - Passagem incorreta de cabos (esquerda); Proteção da passagem de cabos (direita) | 72 |
| Figura 41 - Cablagem protegida por uma manga de plástico | 73 |
| Figura 42 - Comprimento dos cabos | 75 |
| Figura 43 - Ligação de partes móveis à terra | 75 |
| Figura 44 - Cruzamento de cabos | 76 |
| Figura 45 - Modo de passagem dos cabos de comunicação | 76 |
| Figura 46 - Identificação de diversos circuitos | 77 |
| Figura 47 - Chapa de características | 78 |
| Figura 48 - Identificação dos cabos através de numeração numérica | 78 |
| Figura 49 - Ponto de interligação | 80 |
| Figura 50 - Marcação do condutor terra | 80 |
| Figura 51 - Identificação dos condutores | 81 |
| Figura 52 – Sinalética | 81 |
| Figura 53 - Ensaio de rigidez entre todas as partes ativas interligadas e a massa da estrutura | 87 |

| | |
|---|-----|
| Figura 54 – Ensaio de rigidez dielétrica entre o neutro em relação às fases e à massa. | 87 |
| Figura 55 - Ensaio de rigidez dielétrica entre a fase L1 em relação às fases L2 e L3, o neutro e a massa. | 87 |
| Figura 56 - Ensaio de rigidez dielétrica entre a fase L2 em relação às fases L1 e L3, o neutro e a massa. | 88 |
| Figura 57 - Ensaio da rigidez dielétrica entre a fase L3 em relação às fases L1 e L2, o neutro e a massa. | 88 |
| Figura 58 - Ensaio de resistência de isolamento entre todas as partes ativas | 91 |
| Figura 59 - Ensaio de resistência de isolamento entre o neutro em relação às fases e à massa | 91 |
| Figura 60 - Ensaio de resistência de isolamento entre a fase L1 em relação às fases L2 e L3, o neutro e a massa | 91 |
| Figura 61 - Ensaio de resistência de isolamento entre a fase L3 em relação às fases L1 e L2, o neutro e a massa | 91 |
| Figura 62 - Ensaio de resistência de isolamento entre a fase L2 em relação às fases L1 e L3, o neutro e a massa | 91 |
| Figura 63 - Modo de comunicação | 100 |
| Figura 64 - Níveis de comunicação num Smart Panel | 101 |
| Figura 65 – Unidade <i>Micrologic</i> incorporada no disjuntor | 102 |
| Figura 66 – Configuração de um cabo <i>Univeral Logic Plug</i> | 103 |
| Figura 67 - Conexões do Masterpact ao Interface <i>Modbus</i> e Interface <i>Ethernet</i> e FDM121 | 104 |

| | |
|---|-----|
| Figura 68 – Interface <i>Modbus</i> | 105 |
| Figura 69 - Configuração do endereço | 106 |
| Figura 70 - Empilhamento de Interface <i>Modbus</i> | 106 |
| Figura 71 - Ligação <i>Modbus</i> | 106 |
| Figura 72 – Bloco de terminais da fonte de 24V (esquerda); Portas <i>Universal Logic Plug</i> (direita) | 107 |
| Figura 73 - Portas <i>Ethernet</i> | 107 |
| Figura 74 - Credenciais de acesso ao software | 108 |
| Figura 75 - Configuração da <i>Ethernet</i> | 108 |
| Figura 76 - Configuração dos escravos | 109 |
| Figura 77 - Diagnóstico dos dispositivos conectados | 109 |
| Figura 78 - Módulo I/O e respetivas ligações | 110 |
| Figura 79 - Seletor das aplicações pré configuradas | 110 |
| Figura 80 - Terminais do módulo I/O | 112 |
| Figura 81 - Ecrã FDM128 e respetivas portas | 113 |
| Figura 82 - Ecrã FDM121 e respetivas portas | 114 |
| Figura 83 - <i>Com'X200</i> e respetivas portas | 115 |
| Figura 84 - <i>Com'X200</i> – entradas analógicas e digitais | 116 |
| Figura 85 - Conetor da porta série <i>Modbus</i> (esquerda); Conetor de alimentação 24V (direita) | 117 |

| | |
|--|-----|
| Figura 86 - Conetor Ti24 | 117 |
| Figura 87 - <i>Smartlink Modbus</i> | 118 |
| Figura 88 - <i>Smartlink Ethernet</i> | 119 |
| Figura 89 - Conetor analógico | 119 |
| Figura 90 - Cabo Ti24 e o auxiliar OF+SD | 120 |
| Figura 91 - Contadores de energia | 120 |
| Figura 92 – Auxiliar de controlo do telerruptor. | 121 |
| Figura 93 - Auxiliar de controlo do contactor. | 121 |
| Figura 94 - Reflex iC60 | 122 |
| Figura 95 - Telecomando RCA iC60 para disjuntores. | 122 |
| Figura 96 - <i>Login</i> no software de teste | 123 |
| Figura 97 - Ecrã de configuração do <i>Smartlink</i> | 124 |
| Figura 98 - Ecrã de configuração dos diferentes dispositivos | 124 |
| Figura 99 – Configuração dos dispositivos | 125 |
| Figura 100 - Estado dos dispositivos | 126 |
| Figura 101 - Notificação por e-mail enviada pelo Interface <i>Ethernet</i> | 127 |
| Figura 102 – <i>Kit</i> de demonstração da tecnologia <i>Smart Panel</i> | 130 |
| Figura 103 Enumeração dos componentes do <i>kit</i> de demonstração | 131 |
| Figura 104 - Layout do <i>Smart Panel</i> | 137 |

| | |
|--|-----|
| Figura 105 - Exemplo de ligação de proteções de sobretensão | 138 |
| Figura 106 - Diagrama de ligações de comunicação | 139 |
| Figura 107 - Diagrama de ligação de uma rede <i>Modbus</i> | 140 |
| Figura 108 - Registo de não conformidades na deteção dos componentes | 143 |
| Figura 109 - Registo de não conformidades no teste aos componentes | 144 |
| Figura 110 - Excerto do esquema unifilar do Quadro Geral de Baixa Tensão | 152 |
| Figura 111 – Excerto do esquema unifilar do Quadro de Cargas Críticas | 153 |
| Figura 112 - Excerto do orçamento do Quadro 1 | 156 |
| Figura 113 - Excerto do orçamento do Quadro 2 | 157 |
| Figura 114 - Diagrama de distribuição de energia | 159 |
| Figura 115 - Extrato do orçamento do Quadro de Entrada | 169 |
| Figura 116 - Extrato do orçamento do Quadro Oficina | 169 |
| Figura 117 - Extrato do orçamento do Quadro Hall de Entrada | 169 |
| Figura 118 - Extrato do orçamento do Quadro 1ºAndar | 170 |

Índice de Tabelas

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Cronograma do trabalho | 20 |
| Tabela 2 – Principais alterações entre a Norma IEC 60439 e a Norma IEC 61439 | 29 |
| Tabela 3 - Outras normas regulamentares | 30 |
| Tabela 4 - Classes de Isolamento do conjunto quadro elétrico em função da classe de isolamento do invólucro e dos equipamentos | 32 |
| Tabela 5 - Grau de Proteção IK | 36 |
| Tabela 6 - Legenda da figura 8 | 39 |
| Tabela 7 - Fator de simultaneidade perante um número determinado de circuitos | 42 |
| Tabela 8 – Espaço de reserva no interior de um quadro elétrico | 66 |
| Tabela 9 - Sensibilidade das famílias de cabos | 74 |
| Tabela 10 – Modos de identificação de condutores | 79 |
| Tabela 11 - Lista de verificações | 83 |
| Tabela 12 - Valores de tensão de ensaio | 89 |
| Tabela 13 - Aplicações pré-configuradas | 111 |
| Tabela 14 - Lista de verificações aos componentes de comunicação | 142 |
| Tabela 15 - Orçamento do Estudo A | 157 |
| Tabela 16 - Orçamento do Estudo B | 170 |

Lista de siglas

| | | |
|---------|---|---|
| ATEX | – | Atmosferas explosivas |
| AC | – | Corrente alternada |
| ANSI | – | <i>American National Standards Institute</i> |
| ARPANET | – | <i>Advanced Research Project Agency Network</i> |
| ASHRAE | – | <i>American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i> |
| BCM ULP | – | <i>Modbus communication for Micrologic</i> |
| BSCM | – | Breaker Status Control Module |
| BT | – | Baixa tensão |
| CC | – | Curto-circuito |
| DPWS | – | <i>Devices Profile for Web Services</i> |
| DSEE | – | Dissertação em Sistemas Elétricos de Energia |
| DSL | – | <i>Digital Subscriber Line</i> |
| DST | – | Dispositivo de proteção contra sobretensões |
| EMC | – | Compatibilidade eletromagnética |
| EUA | – | Estados Unidos da América |
| GPRS | – | <i>General Packet Radio Service</i> |
| Icc | – | Corrente de curto-circuito |
| IFE | – | <i>Interface Ethernet</i> |

| | |
|---------|--|
| IFM | – <i>Interface Modbus</i> |
| IP | – <i>International Protection</i> |
| ISEP | – Instituto Superior de Engenharia do Porto |
| MEE-SEE | – Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia |
| PLC | – Controlador Lógico Programável |
| PoE | – <i>Power Over Ethernet</i> |
| QE | – Quadro Elétrico |
| RTIEBT | – Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão |
| SGTC | – Gestão Técnica Centralizada |
| SL | – <i>Smartlink</i> |
| SP | – <i>Smart Panel</i> |
| SPM | – <i>StruxureWare Power Monitoring</i> |
| SSPC | – <i>Standing Standard Protocol Project Committee</i> |
| ULP | – <i>Universal Logic Plug</i> |
| UPS | – Unidades de alimentação ininterrupta |
| USB | – <i>Universal Serial Bus</i> |

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O presente trabalho, sobre o tema *Smart Panel*, institui-se como tese de dissertação do 2º ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia (MEE-SEE), do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), e surge como resultado da atividade profissional e da investigação desenvolvidas ao longo do estágio curricular que permitiu a elaboração da tese em contexto empresarial, na empresa Schneider-Electric, Delegação Norte, sita na cidade do Porto (Maia).

1.2. MOTIVAÇÃO

Para a seleção desta área de interesse pessoal concorreu uma diversidade de situações e opções tomadas, nomeadamente o trabalho desenvolvido não só no âmbito da especificidade académica inerente aos domínios da licenciatura escolhida, mas ainda no desenrolar do projeto final de conclusão do referido grau académico (cujo tema se relacionou com a área de instalações elétricas – “Aplicação para *Android* de dimensionamento de canalizações elétricas em baixa tensão”); além disso, o tipo de leituras preferido, a frequente troca de impressões e de informação quer com docentes, quer com profissionais da área contribuíram também para a tomada de decisão relativa ao tema selecionado.

Nesta conformidade, impõe-se a consecução de objetivos de exigência na qualidade do conhecimento na área específica dos quadros elétricos, bem como de consistência na operacionalização. Entende-se que, neste desiderato, se demonstra eficaz o desenvolvimento do trabalho através da cooperação da instituição de transmissão do conhecimento com outras que o põem em prática.

Assim, dado o carácter eminentemente funcional e exigente no que respeita à segurança de pessoas e bens, bem como a inovação tecnológica associada ao *Smart Panel*,

surgiu o desejo de desenvolver o trabalho de dissertação em contexto empresarial, numa empresa com provas credíveis de sólidos conhecimentos e competência nessa área, pronta a disponibilizar formação e informação no âmbito de parceria com a instituição de ensino superior vocacionada para a formação de profissionais e académicos na área das engenharias (ISEP, no caso concreto). Nesta conformidade, a escolha da Schneider-Electric foi uma aposta ganha, quer pela posição a nível nacional e mundial que detém, quer pela qualidade do *know-how* dos profissionais que nela trabalham.

1.3. OBJETIVOS E PLANIFICAÇÃO DO TRABALHO

Com este trabalho pretendeu-se atingir os seguintes objetivos:

- Estudo e realização de uma síntese sobre a temática dos quadros elétricos “tradicionais”;
- Estudo e realização de uma síntese sobre quadros elétricos tecnologia *Smart Panel*;
- Desenvolvimento de uma ação de formação sobre quadros elétricos “tecnologia *Smart Panel*”;
- Desenvolvimento de procedimentos a observar nos testes aos componentes de comunicação em quadros elétricos “tecnologia *Smart Panel*”, para instaladores;
- Estudo de casos práticos de instalação de quadros elétricos “tecnologia *Smart Panel*”

Assim, foi desenvolvida uma introdução ao tema “quadro elétrico” (QE) que obedeceu aos seguintes passos: descrição do seu enquadramento geral, aspetos regulamentares e normativos que o regem, breve descrição dos equipamentos e materiais a instalar no QE. Num segundo passo, foram descritas as etapas de construção e implementação do QE, desde a fase de projeto até aos ensaios finais. Foi ainda explicitado o modo de orçamentação do QE. Posteriormente foi apresentada a transposição do conceito convencional de QE para a nova tecnologia *Smart Panel*. Foi ainda planificada uma formação, para quadristas, sobre *Smart Panel* e apresentado um conjunto de procedimentos a seguir nos testes aos componentes de comunicação desta nova tecnologia. Na parte final desenvolveram-se dois estudos de caso em que se aplicou os conhecimentos sobre a tecnologia *Smart Panel*.

O desenvolvimento da tese que agora se apresenta decorreu no âmbito da parceria entre o ISEP e a empresa Schneider-Electric, na Delegação Norte, Porto (Maia).

O estágio curricular teve a duração de cinco meses, com sessões presenciais na empresa de três dias por semana. O cronograma do trabalho desenvolvido é indicado na tabela 1:

Tabela 1 - Cronograma do trabalho

| | Janeiro/Fevereiro | Março/Abril | Maio/Junho | Julho/Agosto |
|---|-------------------|-------------|------------|--------------|
| Estudo sobre o quadro elétrico tradicional | | | | |
| Estudo sobre o <i>Smart Panel</i> | | | | |
| Desenvolvimento de ação de formação sobre <i>Smart Panel</i> | | | | |
| Desenvolvimento de procedimentos sobre QE's com tecnologia <i>Smart Panel</i> para instaladores | | | | |
| Estudo de casos práticos | | | | |
| Elaboração do relatório | | | | |

1.4. EMPRESA

A Schneider-Electric surgiu em 1836 (embora não ainda com esta designação) como uma empresa ligada à indústria do ferro e do aço, à maquinaria pesada e à construção naval, tendo evoluído, mais tarde, para as áreas de eletricidade, gestão e automação. Em 1836 os irmãos Schneider, que assumiram o controlo das fundições Creusot, criaram a Schneider & Cie em 1838. Ao longo do tempo, a área de atuação da empresa passou pela indústria de armamento (em 1891 era especialista neste domínio) tendo-se, depois, lançado no mercado

de eletricidade. Na primeira metade do séc. XX, a Schneider demonstrou acentuada expansão: em 1919 instalou-se na Alemanha e na Europa de leste; posteriormente, associou-se à Westinghouse, um grupo reconhecido a nível internacional no setor elétrico, tendo alargado o âmbito da sua atividade ao fabrico de equipamentos elétricos (motores, locomotivas e outro tipo de equipamentos). Após a segunda guerra mundial, o grupo francês abandonou gradualmente o armamento e deu prioridade à construção, ao ferro e ao aço, abrindo-se à área da eletricidade, e procurando novos mercados.

No final do século XX, entre 1981 e 1999, a Schneider continuou a centrar-se na indústria elétrica e adotou, como estratégia, a aquisição de empresas na área da eletricidade: a Telemecanique em 1988, a Square D em 1991; um ano mais tarde, adquire a Merlin Gerin e, em 1999, a Lexel, à época o segundo maior grupo do ramo.

Neste mesmo ano o Grupo migra o seu nome para Schneider Electric no claro propósito de evidenciar a sua experiência na área.

Entre 2000 e 2009 o grupo posicionou-se em novos segmentos do mercado, como por exemplo, unidades de alimentação ininterrupta (UPS), controlo de movimento, edifícios inteligentes e segurança através da aquisição de diversas empresas.

Atualmente a atividade da Schneider-Electric está atenta à sustentabilidade do mundo, como é o caso do ambiente e da eficiência energética oferecendo, por isso, uma variada gama de produtos e serviços dirigidos ao setor da energia, vocacionados para infraestruturas, indústria, sistemas de controlo e segurança de edifícios, *data centers* e sistemas de instalação e iluminação de residências. De acordo com o seu sítio da internet oficial, a Schneider-Electric é, hoje, uma empresa que persegue objetivos de eficiência, sustentabilidade e segurança [1].

1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente relatório está dividido em oito capítulos: uma introdução, cinco capítulos que constituem o desenvolvimento do trabalho, uma conclusão e as referências bibliográficas.

No segundo capítulo é feita uma abordagem geral ao quadro elétrico tradicional. São abordados diversos conceitos teóricos relativamente ao QE: projeto de um quadro elétrico

(desde a conceção pelo projetista à sua implementação); graus de proteção; função do quadrista: montagem e eletrificação; ensaios: sequência de ensaios. Por fim é descrito o modo de criação de um orçamento, apresentando-se alguns exemplos.

No terceiro capítulo, é apresentado o conceito de *Smart Panel* cuja tecnologia é descrita, designadamente o seu enquadramento geral quer no mercado industrial quer no residencial. São ainda abordadas as tecnologias existentes para usufruto deste novo conceito.

Os capítulos quatro, cinco e seis são reservados à aplicação prática do conceito da tecnologia *Smart Panel*: o quarto capítulo apresenta o desenvolvimento de um suporte de formação sobre *Smart Panel* destinado a quadristas e projetistas. O quinto capítulo descreve os procedimentos de verificação dos componentes de comunicação, que devem ser seguidos pelos quadristas. O capítulo seis contempla dois casos de estudo em que foram aplicados os conhecimentos adquiridos sobre QE e tecnologia *Smart Panel*. Os dois casos apresentados consubstanciam-se em dois projetos em que a aparelhagem a seleccionar, na conceção dos quadros, depende dos requisitos dos clientes. O estudo A consiste na aplicação da tecnologia *Smart Panel* ao projeto de um QE tradicional, com um percurso por diferentes etapas até à fase final; o estudo B centra-se na elaboração de um projeto de um quadro elétrico com a tecnologia *Smart Panel*.

A conclusão sintetiza as virtualidades do *Smart Panel* em confronto com os contributos do QE tradicional.

1.6. CONTEXTUALIZAÇÃO DOS QUADROS ELÉTRICOS NAS INSTALAÇÕES DE UTILIZAÇÃO

A idealização primordial do quadro elétrico tradicional visava a receção de energia a partir da rede pública e conseqüente distribuição para os diferentes circuitos da instalação. O acesso ao conjunto quadro elétrico (QE) tinha como objetivo, por norma, proceder à sua manutenção. Não se afiguravam, portanto, exequíveis as funções de controlo e monitorização, hoje consideradas imprescindíveis. Com o desenvolvimento das exigências em termos funcionais e dada a preocupação com a utilização racional da energia e dos custos que daí advêm, o QE foi evoluindo para outras soluções que cumprem os novos requisitos e desafios. Com efeito, é hoje um facto incontornável uma cada vez maior preocupação e necessidade dos utilizadores conhecerem e acompanharem o estado das instalações elétricas

(em casas de habitação e edifícios de maior ou menor dimensão, independentemente do fim a que se destinam), nomeadamente no que diz respeito a consumos energéticos, monitorização do funcionamento de aparelhos e aquisição e tratamento de dados, de modo a procederem a intervenções, sempre que necessário. A interação com a maioria das instalações é realizada localmente, dentro do edifício em que se encontram, o que implica disponibilidade de tempo, de recursos e um processo organizacional que, frequentemente, não se compadece com os compromissos da vida numa sociedade moderna; a verdade é que, dada a tendência da evolução tecnológica e da exigência do utilizador que lhe está associada, cada vez mais é requerido o acesso às instalações à distância, nomeadamente a partir de dispositivos como os *smartphones*.

É neste contexto que surge um novo conceito de quadro elétrico, o *Smart Panel*, de maior potencialidade funcional, mais à medida da exigência dos utilizadores, como uma tecnologia imprescindível nas instalações elétricas quer domésticas, quer industriais, cuja conceção e funcionamento são explicitados adiante, em passo adequado, neste trabalho.

2. QUADROS ELÉTRICOS

2.1. ASPETOS GERAIS

Na concepção e projeto de edifícios, independentemente do fim a que se destinam, é fundamental a interação da arquitetura com as engenharias, principalmente civil, mecânica e eletrotécnica. No que a esta última diz respeito, seria impensável viver, hoje, sem as condições de segurança, funcionalidade, conforto e bem estar que a energia elétrica proporciona quer a nível familiar, industrial ou serviços.

Porque a evolução não é palavra vã, as exigências do homem, da ciência e da técnica demonstram a constante busca de eficiência e satisfação na sociedade moderna, que manifesta cada vez mais uma clara dependência da energia elétrica.

Verifica-se assim, uma constante evolução técnica, tecnológica e conceptual dos equipamentos e das instalações elétricas, assim como a alteração dos hábitos e necessidades de consumo de energia elétrica, requerendo uma permanente evolução e regulamentação tecnológica que vá ao encontro destas novas necessidades e realidades.

Sendo um elemento primordial no funcionamento das instalações elétricas e cada vez mais na gestão e controlo dos custos energéticos, o quadro elétrico tem sido objeto de evolução, partindo de uma função de base de distribuição de energia para uma função cada vez mais de

monitorização, gestão, controlo e comando das instalações. Neste domínio, é importante conhecer o processo evolutivo deste equipamento e as novas soluções tecnológicas que os fabricantes e comercializadores começam a disponibilizar.

2.2. CONCEITO DE QUADRO ELÉTRICO

Numa instalação elétrica existe um espaço, por norma à entrada do edifício, reservado à alocação de um “cérebro de toda a instalação”, denominado quadro elétrico.

Um quadro elétrico (QE) é, portanto, um conjunto de equipamentos convenientemente agrupados (incluindo as suas ligações, estruturas de suporte e invólucro) destinado a proteger, a comandar ou a controlar instalações elétricas [2]. Estas funções podem coexistir (parcialmente ou na totalidade) num único QE.

Os QE's podem ser definidos, também, como conjuntos de aparelhagens que devem ser montados em fábricas e instalados de acordo com as instruções do fabricante. Existe uma grande diversidade de tipologia de quadros com aparelhagem de diferentes características, consoante as características das instalações a comandar, cortar e proteger e em função das necessidades do utilizador: por exemplo, o quadro elétrico de entrada de uma instalação coletiva, que assume a designação de quadro de coluna; o quadro geral de entrada de instalações de utilização individuais (como os que se encontram em habitações); o quadro parcial de distribuição (cujas funções, como a designação sugere, é de distribuição da energia), que é usado em determinada zona e/ou piso; o quadro de força motriz (quadro de automação e comando); o quadro inversor de rede, que garante a continuidade de fornecimento de energia elétrica, através de sistema de comutação entre a rede e o grupo gerador; o quadro de gestão técnica, que permite a leitura e monitorização do estado da instalação; o quadro de elétrico de compensação de energia reativa; o quadro de segurança; o quadro de cargas críticas, destinado a proteger, por exemplo, controladores lógicos programáveis (PLC) e processos industriais, processamento de dados sensíveis, sistemas de iluminação de emergência e de combate a incêndios, ou mesmo controlo e monitorização de energia.

Nas figuras 1 e 2 podem ser visualizados alguns tipos de quadros elétricos referidos anteriormente [3]:



Figura 1 - Quadro elétrico de uma unidade industrial

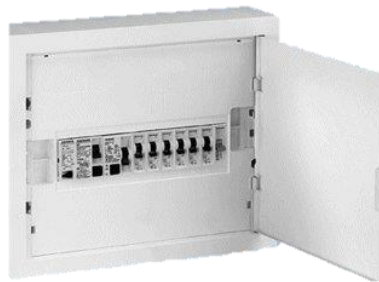


Figura 2 – Quadro elétrico de habitação

2.3. FUNÇÕES DO QUADRO ELÉTRICO

Uma instalação elétrica é dotada de um quadro elétrico (QE) a fim de distribuir a energia pela instalação; além disso garante a segurança quer dos circuitos a jusante quer dos utilizadores: para tanto contém dispositivos de proteção, de seccionamento, de corte e de seccionamento e corte, dependendo do fim a que se destina o QE. Em secção específica do presente trabalho, 2.7, procede-se a uma abordagem explicativa às funcionalidades dos diferentes componentes que constituem o quadro elétrico. Para que um quadro elétrico possa desempenhar as funções a que está destinado, nele são agrupados os aparelhos de proteção e comando que controlam toda a instalação elétrica que se encontra a jusante do quadro, mas

também as aparelhagens que dão conhecimento ao utilizador final do estado da instalação e o protegem contra riscos de acidente (contactos indiretos ou outros); além disso, o QE permite a evolução dentro das necessidades do utilizador, isto é, possibilita espaço de reserva para futura expansão da instalação [4].

2.4. ASPETOS REGULAMENTARES E NORMATIVOS

A uniformização de critérios é condição *sine qua non* para a consecução de níveis de excelência na prestação de serviços de qualidade, nos diferentes sectores da economia, quer a nível nacional quer internacional, o que é conseguido através da criação de normativos aplicáveis nos diversos países envolvidos, quer sejam estes de carácter nacional ou internacional.

Nesta conformidade, para garantir, por um lado, que os quadros elétricos e a aparelhagem que os constitui obedeçam aos rigorosos critérios de segurança impostos pelos referidos normativos e, por outro, que as necessidades dos projetistas e finais utilizadores sejam completamente satisfeitas, a atual Norma IEC 61439-1 & 2 de 2014, que substituiu a IEC 60439-1 de 2011, estabelece a referência normativa e comercial para o fabrico de quadros elétricos de baixa tensão, e define e clarifica o tipo de verificações que devem ser realizadas pelas entidades envolvidas na conformidade final.

As verificações determinadas pela referida Norma (IEC 61439 de 2014) contribuem para a consecução de três objetivos:

- a segurança (verificada a nível do comportamento aos esforços elétricos face a sobretensões, da capacidade de transporte de corrente, da capacidade de resistência a correntes de curto-circuito, da proteção contra choques elétricos e da proteção contra riscos de incêndio ou explosão);

- a continuidade de serviço (verificada a nível da manutenção e capacidade de modificação e da compatibilidade eletromagnética);

- a conformidade com os requisitos do utilizador final (verificada a nível da capacidade de operar a instalação elétrica, da capacidade de instalação em obra e da proteção contra influências externas (condições ambientais)) [5].

Para se conseguir a maximização de cada um destes objetivos, é subsidiário um percurso de três fases:

- necessidades e requisitos do projeto
- verificação do projeto

- verificação de rotina.

Uma vez cumpridos todos os trâmites, o QE, agora em conformidade com os normativos, fica apto à exploração.

As entidades intervenientes no processo de desenvolvimento do QE são o fabricante de origem e o fabricante do conjunto. O primeiro é a entidade responsável pela conceção, construção e verificação dos elementos que compõem o conjunto quadro elétrico; o fabricante do conjunto, que é o quadrista, consiste na entidade que procede à montagem final do quadro e é responsável pela verificações previstas na Norma IEC 61439 de 2014 de forma a garantir a conformidade final do QE [6].

A tabela 2, que a seguir se apresenta, pretende ilustrar (de forma sucinta, uma vez que não cabe no espírito deste trabalho a sua exploração substancial) a diferença do objeto das normas IEC 60439 e IEC 61439 de 2014. Note-se que a principal alteração assenta na abrangência e na exigência de requisitos de verificação no conjunto quadro elétrico (Norma IEC 61439-1&2 de 2014).

Tabela 2 – Principais alterações entre a Norma IEC 60439 e a Norma IEC 61439

| Norma IEC 60439 | | Norma IEC 61439 | |
|------------------------|---|------------------------|---|
| IEC 60439-1 | "Conjuntos de série" & "conjuntos derivados de série" | IEC 61439-1 | Conjunto de aparelhagem de potência e comando |
| IEC 60439-3 | Quadros de distribuição | IEC 61439-2 | |
| IEC 60439-4 | Conjuntos para obra | IEC 61439-3 | Quadros de distribuição |
| IEC 60439-5 | Conjuntos para redes públicas | IEC 61439-4 | Conjuntos para obra |
| IEC 60439-2 | Canalizações pré-fabricadas | IEC 61439-5 | Conjuntos para redes públicas |
| | | IEC 61439-6 | Canalizações pré-fabricadas |

Outras normas igualmente relevantes e que merecem destaque no âmbito dos QE são referidas na tabela 3:

Tabela 3 - Outras normas regulamentares

| Norma | Objeto |
|-------------------|---|
| Norma IEC 60529 | Graus de proteção assegurados pelos invólucros (código IP) |
| Norma IEC 62262 | Graus de segurança assegurada pelos invólucros para equipamentos elétricos contra impactos mecânicos externos (código IK) |
| Norma IEC 60898-1 | Aparelhagem elétrica Disjuntores para proteção contra sobrecargas para instalações domésticas e análogas. Parte 1: Disjuntores para funcionamento em corrente alternada |
| Norma IEC 60947-2 | Aparelhagem de baixa tensão. Parte 2: Disjuntores (industrial) |
| Norma IEC 61008-1 | Interruptores diferenciais, sem proteção contra sobrecargas incorporado, para usos domésticos e análogos. Parte 1: Requisitos gerais |
| Norma EN 61009-1 | Disjuntores diferenciais com proteção integrada contra sobrecargas para usos domésticos e análogos. Parte 1: Requisitos gerais |
| Norma IEC 61140 | Proteção contra os choques elétricos. Aspectos comuns às instalações e aos equipamentos |

Por fim, mas não menos importante no projeto, montagem e verificação dos quadros elétricos, é a observância das Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT), publicadas pela portaria nº949-A/2006 de 11 de Setembro, que estipula as regras para o projeto e para a execução das instalações elétricas por forma a garantir, adequadamente, o seu funcionamento e a segurança tendo em conta a utilização prevista.

2.5. PROJETO DE UM QUADRO ELÉTRICO

O Decreto-Lei nº 226/2005 de 28 de Dezembro, um dos normativos que regem a atividade no setor das instalações elétricas, destacando no seu preâmbulo “uma cada vez mais forte harmonização das regras técnicas utilizadas pelos países da União Europeia” [7]., bem como a Portaria nº 949-A/2006 de 11 de Setembro, “Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão” (RTIEBT), surgem como normativos de referência ao projeto de um quadro elétrico, desenvolvido pelo projetista.

No momento da concepção do projeto de um QE, a fim de realizar um trabalho fidedigno, o projetista deve ter ainda em consideração informações essenciais, designadamente perceber o fim a que se destina, fazer o levantamento dos diferentes circuitos (nomeadamente de iluminação, tomadas, alimentação a equipamentos), saber quais as cargas a proteger na instalação, qual a potência total da mesma, a distância a que está o QE da carga a proteger; o fator de simultaneidade e o fator de utilização são, também, dados importantes para o dimensionamento de um quadro, dado que preveem o tipo de utilização da instalação. Deste modo, o projetista define tudo o que é necessário para integrar o conjunto de forma a responder às exigências da instalação para a qual o QE é concebido, contemplando ainda um espaço de reserva para uma possível ampliação futura da instalação. Pode, se assim entender, numa fase posterior à montagem do QE, verificar se as suas exigências foram plenamente cumpridas pelo fabricante do conjunto [6].

2.6. CARATERÍSTICAS DOS QUADROS ELÉTRICOS

2.6.1. ASPETOS GERAIS

Apresenta-se, de seguida, caraterísticas relevantes dos quadros elétricos, como a classe de isolamento, o índice de proteção, corrente de curto-circuito, ventilação, que fazem deles instrumentos eficientes no desempenho das suas funções e seguros para quem neles opera.

2.6.2. CLASSES DE ISOLAMENTO

Devido aos efeitos que podem advir, para as pessoas, do manuseamento de um quadro elétrico, na sequência de contactos diretos e indiretos, há necessidade de instituir diferentes classes de isolamento para assegurar a proteção do operador, o que se encontra estabelecido na Norma IEC 61140 de 2004. Essas classes de isolamento determinam a classificação dos equipamentos relativamente à proteção contra choques elétricos. Por outro lado, a preocupação de instâncias governamentais com o acautelamento da segurança dos cidadãos, fez com que a Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) tornasse acessível um documento de esclarecimento intitulado “Classes de Isolamento em Quadros Elétricos” [8]. Neste domínio há ainda a considerar o vertido nas RTIEBT, que nas secções 412 e 413 especifica os diversos métodos de concepção de uma instalação elétrica que garanta a proteção contra contactos diretos e indiretos, respetivamente. No que respeita ao perigo de contactos diretos, as partes ativas da

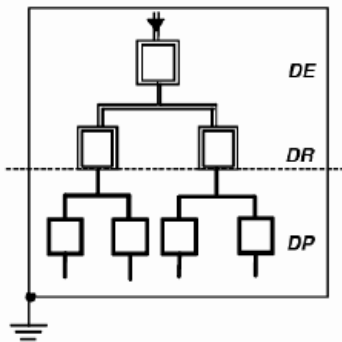
instalação devem ser completamente revestidas por um isolamento apenas removível por destruição; para os outros equipamentos, a proteção deve ser garantida por um isolamento à prova de influências de natureza, por exemplo, mecânica, química, eléctrica, térmica. Relativamente aos contactos indirectos, deve existir um dispositivo de proteção que separe automaticamente o circuito ou equipamento da alimentação, na eventualidade de surgir um defeito entre uma parte ativa e uma massa. Esta medida de proteção destina-se a impedir que tensões de contacto presumidas superiores às tensões-limite convencionais, entre partes condutoras simultaneamente acessíveis, se mantenham por tempo suficiente para criar riscos de efeitos fisiopatológicos prejudiciais às pessoas [9].

Na tabela 4 são mostradas as classes de isolamento contra choques eléctricos admitidas para os equipamentos eléctricos instalados nos conjuntos de aparelhagem [9]:

Tabela 4 - Classes de Isolamento do conjunto quadro eléctrico 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, excepto por razões funcionais (2) - Apenas se for separado das partes metálicas do invólucro por um isolamento suplementar e os equipamentos não forem ligados à terra | | | |

As figuras 3, 4 e 5 são exemplos de aplicação destas situações, onde, por exemplo, um quadro de distribuição metálico de classe I, ligado à terra, pode ter uma parte de classe II, desde que sejam verificadas as medidas indicadas no anexo I (proteção por isolamento suplementar realizada durante a instalação) das RTIEBT.

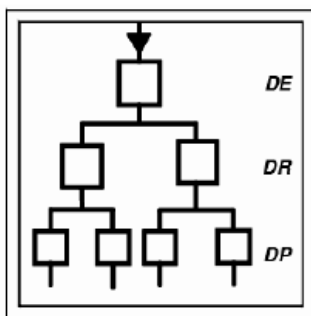


O invólucro metálico deve ser ligado à terra.

Os equipamentos colocados acima da linha tracejada (parte situada a montante dos terminais de saída dos dispositivos DR) devem satisfazer uma das condições seguintes:

- a) serem da classe II;
- b) serem dotados de isolamento suplementar durante a instalação;
- c) serem separados do invólucro metálico por um isolamento suplementar.

Figura 3 - Quadro de distribuição da classe I



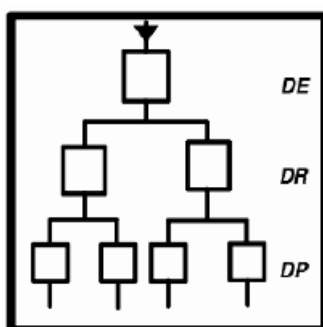
DE – Disjuntor de entrada, não diferencial

DR – Dispositivo diferencial (no esquema TT)

DP – Dispositivo de proteção contra sobrecorrentes (fusível ou disjuntor).

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

Figura 4 - Quadro de distribuição de classe II, com invólucro isolante

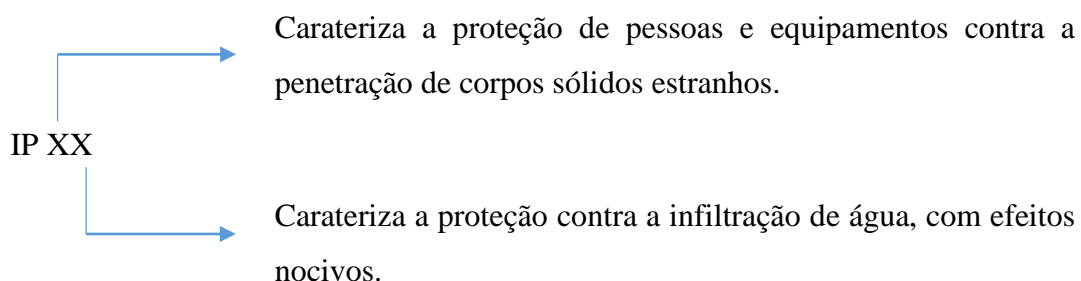


O invólucro metálico não deve ser ligado à terra. Os equipamentos que não tenham duplo isolamento ou isolamento reforçado devem ser separados do invólucro metálico por um isolamento suplementar.

Figura 5 - Quadro de distribuição de classe II, com invólucro metálico

2.6.3. ÍNDICES DE PROTEÇÃO

Atendendo à classificação quanto às influências externas associadas ao compartimento em que o QE vai ser instalado, é necessário definir um índice de proteção para o quadro de forma a que ele consiga resistir devidamente ao ambiente onde está inserido e garanta a segurança tanto da aparelhagem instalada como do operador. Assim, deve ser observada a Norma IEC 60529 de 1989, que define um código que caracteriza o grau de proteção International Protection (IP) contra variados fatores, nomeadamente o acesso a partes perigosas, a penetração de corpos sólidos estranhos e a infiltração de água. Este código é composto por dois dígitos explicitados no diagrama seguinte:

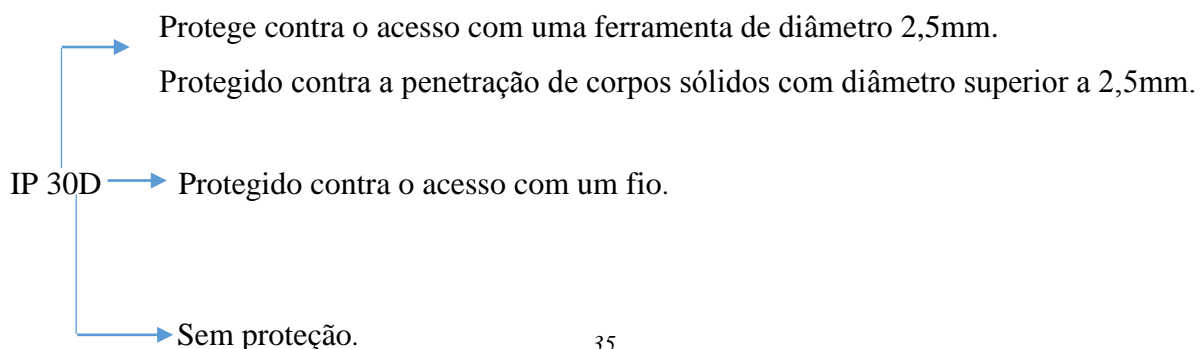


Na figura 6 estão representados os diferentes graus de proteção IP bem como as características correspondentes. Por exemplo, um quadro com IP40, no que respeita à proteção de pessoas, protege contra o acesso com um fio de diâmetro 1mm; no que respeita à proteção contra a penetração de corpos sólidos, protege contra os corpos sólidos superiores a 1 mm de diâmetro; no que respeita à proteção contra a penetração de água, não faz qualquer tipo de proteção. Interpreta-se, assim, o grau de proteção IP associando os dois dígitos aos correspondentes itens insertos nos campos da tabela [10].

| 1º algarismo Proteção de pessoas | | 2º algarismo Proteção contra a penetração de água | | |
|-------------------------------------|--|---|---|---|
| 1 | Protege contra o acesso com as costas da mão Ø50 mm | Protege contra os corpos sólidos superiores a 50 mm Ø50 mm | 1 | Protege contra as quedas verticais de gotas de água (condensação) |
| 2 | Protege contra o acesso com um dedo Ø12 mm | Protege contra os corpos sólidos superiores a 12,5 mm Ø12,5 mm | 2 | Protege contra as quedas de gotas de água até 15° da vertical |
| 3 | Protege contra o acesso com uma ferramenta Ø2,5 mm | Protege contra os corpos sólidos superiores a 2,5 mm Ø2,5 mm | 3 | Protege contra as quedas de gotas de água até 60° da vertical |
| 4 | Protege contra o acesso com um fio Ø1 mm | Protege contra os corpos sólidos superiores a 1 mm Ø1 mm | 4 | Protege contra as projecções de água de todas as direcções |
| 5 | Protege contra o acesso com um fio Ø1 mm | Protege contra as poeiras (sem depósito nocivo) | 5 | Protege contra os jactos de água de todas as direcções |
| 6 | Protege contra o acesso com um fio Ø1 mm | Totalmente protegido contra as poeiras | 6 | Protege contra as projecções de água assimiláveis às ondas do mar |
| | | | 7 | Protege contra os efeitos da imersão temporária |
| | | | 8 | Protege contra os efeitos da imersão prolongada |

Figura 6 - Graus de proteção contra a penetração de corpos sólidos e infiltração de água, com efeitos nocivos.

Para melhorar a eficácia da proteção de pessoas contra o acesso a partes perigosas, o código IP pode receber uma letra adicional que define uma proteção mais elevada do que a especificada pelo primeiro dígito do código IP. No esquema seguinte pode ser visualizado um exemplo deste tipo de classificação, seguido da sua decodificação, na figura 7.



| Designação | Proteção |
|------------|--|
| A | Protege contra o acesso com as costas da mão |
| B | Protege contra o acesso com um dedo |
| C | Protege contra o acesso com uma ferramenta |
| D | Protege contra o acesso com um fio |

Figura 7 - Grau de proteção, letra adicional [10]

É oportuno destacar outro aspeto importante para a definição das características de um QE: o seu grau de proteção contra impactos mecânicos externos. Para isso existe uma Norma internacional IEC 62262 de 2002 que define o código de proteção IK indicador da capacidade de resistência de um material aos choques mecânicos em todas as suas faces. Cada código representa a energia gerada pelo impacto de um determinado peso de uma altura h. De seguida é dado um exemplo deste tipo de proteção:

IK 08 → Impacto de um objeto com um peso de 1700g, a uma altura de 29,5cm, gera uma energia de impacto de 5J.

A resistência mecânica do quadro é submetida a um teste padrão de desempenho da resistência mecânica, conduzido em conformidade com as diretrizes da norma que permite verificar e validar o desempenho de IK fornecido pelo fabricante [10].

A tabela 5 apresenta os diferentes códigos de proteção IK e respetivas condições que subjazem à sua designação.

Tabela 5 - Grau de Proteção IK

| Código IK | Energia do choque | Correspondência | |
|-----------|-------------------|-----------------|------------------------|
| | Em joules | Em gramas | Queda a uma altura de: |
| 01 | 0,15 | 200 | 2,5 cm |
| 02 | 0,23 | 200 | 10 cm |
| 03 | 0,35 | 200 | 17,5 cm |
| 04 | 0,5 | 200 | 25 cm |
| 05 | 0,7 | 200 | 35 cm |
| 06 | 1 | 300 | 20 cm |
| 07 | 2 | 500 | 40 cm |
| 08 | 5 | 1700 | 29,5 cm |
| 09 | 10 | 5000 | 20 cm |
| 10 | 20 | 5000 | 40 cm |

2.6.4. CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO

Para a definição das características de um quadro elétrico é necessário definir uma corrente de curto-circuito máxima no local de instalação desse QE por forma a que este consiga resistir devidamente aos efeitos térmicos e eletrodinâmicos que possam ser gerados por essas correntes e para que os dispositivos de proteção no interior do mesmo possam ter a capacidade de as interromper.

A probabilidade de surgimento de correntes anómalas em situações de defeito de isolamento e de ocorrência de curto-circuito nas instalações, obriga à prevenção de acidentes através do dimensionamento de proteções que visam a segurança não só do utilizador com também do equipamento. Essas correntes indesejáveis manifestam-se através de valores de corrente acima da estipulada, resultante de um defeito de impedância desprezável entre condutores ativos que apresentam, em serviço normal, uma diferença de potencial: a esta corrente dá-se o nome de curto-circuito (CC) [2]. A sua intensidade deverá ser calculada para os diferentes níveis da instalação, isto é, para os QE quer sejam de entrada quer sejam parciais, para se poderem determinar as características do equipamento que deverá suportar ou cortar esta corrente de defeito.

As consequências de um CC dependem da natureza e duração dos defeitos, do local da instalação afetado e da amplitude da corrente de defeito; podem manifestar-se pela degradação dos isolamentos, pela fusão dos condutores e, em casos extremos, existe a possibilidade de risco de incêndio.

Logo, há todo o interesse no rigor a colocar no dimensionamento das proteções, por isso, para as escolher e regular convenientemente, devem ser conhecidos dois valores da corrente de curto-circuito: a corrente máxima de CC, que determina o poder de corte e fecho dos disjuntores, a robustez eletrodinâmica das canalizações e da aparelhagem, por um lado, e a corrente mínima de CC, indispensável para a escolha da curva de disparo dos disjuntores e dos fusíveis, em função das seguintes situações: quando há grandes comprimentos de cabos, quando a fonte é relativamente impedante e quando a proteção das pessoas se baseia nos esquemas de ligação à terra TN (o neutro ligado à terra e massas ligadas ao neutro) ou IT (o neutro ligado à terra por intermédio de uma impedância, ou isolado).[11]

A norma francesa NF C 15-100, que trata e define os requisitos técnicos e de segurança das instalações elétricas de baixa tensão, prevê diversos métodos para calcular a corrente CC., entre os quais o método da composição, o método convencional, e o método das impedâncias [12]. Este último permite calcular as correntes de defeito em qualquer ponto de uma instalação

com uma precisão aceitável. Consiste em somar separadamente as diferentes resistências e reatâncias da malha de defeito, desde a fonte até ao ponto onde se considerar o defeito e, posteriormente, calcular a impedância correspondente. Após o cálculo da impedância, a corrente de curto-circuito é calculada através da lei de *Ohm* em que $I_{cc} = \frac{U_n}{\Sigma(Z)}$, onde:

I_{cc} – Corrente curto-circuito

U_n – Tensão nominal

Z – Impedância

2.6.5. VENTILAÇÃO

Para assegurar o bom funcionamento e a preservação da vida útil dos equipamentos e materiais que constituem um QE, é necessário garantir a sua adequada ventilação/refrigeração. Atendendo a que temperaturas anómalas, isto é, temperaturas superiores às admissíveis pelos materiais e equipamentos no interior do QE podem levar a disparos das proteções, ao seu mau funcionamento e à deterioração de alguns componentes e do próprio quadro elétrico, é feita a refrigeração do QE, que pode ser conseguida de duas formas: preferencialmente, por via natural por ser mais fácil de garantir e por se demonstrar mais funcional e económica; por outro lado, terá de se optar por ventilação forçada quando a natural não for suficiente, ou quando seja exigido um índice de proteção para o quadro que implique uma solução mecânica como se especifica no parágrafo seguinte.

A ventilação natural caracteriza-se por utilizar aberturas no quadro, que devem ser compatíveis com o grau de proteção, permitindo uma convecção natural. Estas aberturas não podem ser obstruídas, pelo que devem ser sujeitas a inspeções periódicas. Por outro lado, a ventilação forçada é necessária quando o QE se encontra com uma grande taxa de ocupação tendencialmente causadora de temperaturas interiores elevadas. Este tipo de ventilação recorre a soluções mecânicas: pode ser feita por permuta (permutador de calor ar/ar, aplicado quando a temperatura exterior é inferior à temperatura do quadro, em ambientes com poeiras e óleos), ventilador ou através de ar condicionado.

2.7. ELEMENTOS CONSTITUINTES DO QUADRO ELÉTRICO E GAMA DE APARELHAGEM

2.7.1. ASPETOS GERAIS

Um quadro elétrico é constituído pelo invólucro, por barramentos, por isoladores, e pela aparelhagem de baixa tensão (BT) que compreende, designadamente, os dispositivos de comando, de proteção, e de seccionamento, que, ligados a um circuito elétrico, visam a garantia do controlo da instalação elétrica a jusante através das funções a que se destinam: de conexão, de comando, de proteção, de seccionamento e de corte [11].

A figura 8 representa um quadro elétrico no qual podem ser visualizados diferentes componentes, legendados na tabela 6.



Tabela 6 - Legenda da figura 8

| | |
|---|---------------------|
| 1 | Invólucro |
| 2 | Inversor de rede |
| 3 | Contador de energia |
| 4 | Disjuntores |
| 5 | Interruptores |

Figura 8 - Quadro elétrico

2.7.2. INVÓLUCRO

Numa instalação elétrica, toda a aparelhagem que pode integrar um QE (dispositivos de proteção, corte, corte e seccionamento) é agrupada em espaço próprio, invólucro, que garante organização dos dispositivos, acesso, proteção da aparelhagem e segurança dos utilizadores.

O invólucro é, então, uma estrutura que tem como função alocar toda a gama de aparelhagem necessária a uma instalação elétrica, e proteger o utilizador das partes ativas dessa instalação. O grau de proteção mínimo exigido para qualquer invólucro, independentemente do ambiente a que se destina, é IP2X [13].

A fim de garantir a sua conformidade, a Normas IEC 62208 de 2011, que especifica as definições, classificações, características e exigências de ensaios para os invólucros utilizados em conjuntos de aparelhagem, é aplicada aos invólucros vazios, numa fase anterior à incorporação da aparelhagem pelo fabricante de quadros. De entre diversos fabricantes de invólucros destaca-se, por exemplo, as empresas ABB, Legrand, Hager e Schneider-Electric.

Sabendo que o invólucro pode ser metálico e em poliéster, o ambiente a que se destina a instalação do quadro elétrico bem como a classe de isolamento do QE são determinantes para a seleção do material com que é fabricado. Assim, invólucros de aço são especialmente concebidos para ambientes industriais com poluição, dado que este tipo de instalações é particularmente exigente em termos de proteção do equipamento elétrico e eletrónico contra as poeiras, a projeção de líquidos e os impactos mecânicos, necessitando de uma gama de invólucros adaptada (cf. 2.6.2. Índices de Proteção) e de fácil implementação. A empresa em que decorreu parte do desenvolvimento deste trabalho apresenta, neste domínio, a seguinte gama de invólucros de aço que se encontram divididos em três tipos: gama universal, para indústria, gama CEM (invólucro tratado com aluzinc, aço revestido com alumínio-zinco) contra as perturbações eletromagnéticas, e a gama para atmosferas potencialmente explosivas (ATEX). Estes invólucros são aplicados no interior do edifício.

Ambientes associados a indústria agroalimentar, farmacêutica, petroquímica e em infraestruturas especialmente exigentes em termos de higiene e resistência à corrosão implicam o uso de invólucros de aço inoxidável (em função da sua pureza, o aço inoxidável é classificado como sendo do tipo 304L e 316L). Os invólucros 304L são usados na indústria agroalimentar por serem resistentes à corrosão; os invólucros 306L aplicam-se em ambientes com sal e/ou cloro pela sua elevada resistência à corrosão; na gíria, são também designados invólucros de “aço inoxidável marítimo”. Ainda em aço inoxidável existe a gama ATEX, concebida para operar em atmosferas potencialmente explosivas.

Existem, ainda, os invólucros de Poliéster isolante e de outros materiais plásticos, como por exemplo, polímero termoplástico composto por acrilonitrila butadieno-estireno, ABS e policarbonato. Estes são usados em infraestruturas e instalações elétricas exteriores, expostas à luz solar direta, à chuva, a misturas salinas, a temperaturas extremas, a salpicos de óleo e a outros agentes químicos corrosivos, estando igualmente em contacto direto com o público. Para este tipo de invólucros, existe igualmente a gama universal e a gama ATEX: a primeira é usada para a indústria e infraestruturas, estando a gama ATEX reservada para atmosferas potencialmente explosivas [14].

2.7.3. BARRAMENTO

Uma instalação elétrica, para poder funcionar, necessita de ser alimentada. Essa alimentação é feita a partir de uma rede externa que vai fornecer energia ao QE. Já no interior do quadro elétrico existe um barramento de alimentação (principal), que tem como função distribuir a energia no quadro elétrico e/ou entre os vários quadros de distribuição, quando agrupados; pode ser instalado na parte superior ou inferior do quadro de distribuição, dependendo do tipo deste, das especificações do clientes e/ou das práticas locais). É composto por quatro, três ou duas barras que correspondem, respetivamente, a três, duas ou uma fase mais o neutro, dependendo do tipo de quadro (trifásico, bifásico ou monofásico) que se pretende. É de salientar que independentemente do tipo quadro, faz parte integrante o barramento de terra. Além do barramento de alimentação, existem barramentos de distribuição, ligados ao barramento principal, que têm como função fornecer energia aos dispositivos de saída [9]. Estes barramentos, compostos por barras maciças, responsáveis pela condução de corrente elétrica, são normalmente fabricadas em cobre eletrolítico ordinário, de designação Cu-ETP (Cu + Ag) com o teor mínimo em cobre de 99,90%, segundo a Norma ISO 1337 de 1980, e com uma dureza que corresponda à classe H12, segundo a Norma EN 13601 de 2013. Atualmente começa a surgir, na empresa em que foi desenvolvida a componente prática deste trabalho, uma nova gama de barras de alumínio com uma faixa de contacto em cobre, muito robusta, para garantir a fiabilidade e qualidade das ligações: o alumínio é uma liga mais leve e tem uma boa dissipação térmica; além disso, os custos com o cobre são substancialmente reduzidos uma vez que apenas é utilizada uma faixa para estabelecer a ligação com os restantes componentes [15]. Na figura 9 podemos visualizar os diferentes tipos de barras: de cobre e de alumínio e cobre.

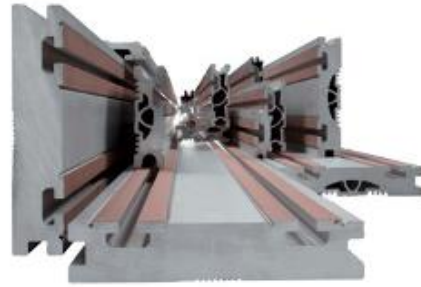


Figura 9 - Barra de cobre (esquerda); barramento em alumínio e cobre (direita)

O dimensionamento de um barramento deve ser rigorosamente calculado dado que é o condutor de toda a energia necessária para alimentar a instalação. Um deficiente dimensionamento é passível de provocar aquecimento excessivo que, se não for detetado nos instantes iniciais, poderá causar deflagração de incêndio com destruição do quadro ou de consequências mais ou menos graves. Assim, para evitar situações de risco, deve-se ter em consideração alguns aspetos como, por exemplo, o fator de simultaneidade, que permite determinar a corrente de utilização máxima dos recetores alimentados por um barramento, o grau de proteção IP, a temperatura ambiente no local de instalação do quadro e a corrente de curto circuito, (ICw).

A Norma IEC 61439-1 & 2 de 2011 define o fator de simultaneidade (relação entre o somatório das potências estipuladas dos equipamentos suscetíveis de funcionarem simultaneamente e o somatório das potências estipuladas de todos os equipamentos alimentados pelo mesmo circuito ou pela mesma instalação) em função de um determinado número de circuitos, tal como ilustra a tabela 7 [10]:

Tabela 7 - Fator de simultaneidade perante um número determinado de circuitos

| Número de circuitos | Fator de simultaneidade |
|----------------------------|--------------------------------|
| 2 e 3 | 0,9 |
| 4 e 5 | 0,8 |
| 6 a 9 incluídos | 0,7 |
| 10 e mais | 0,6 |

Cada fabricante no fabrico dos barramentos, atua de acordo com a referida norma, desde o início da sua conceção, de modo a garantir que as temperaturas sejam mantidas abaixo das temperaturas exigidas para um melhor desempenho, independentemente da configuração do quadro elétrico [15]. Cabendo a cada fabricante disponibilizar informação sobre as correntes admissíveis em cada barra sob a forma de tabela, apresenta-se, na figura 10, um exemplo relativo às barras *Linery*, que estipula os diferentes níveis de corrente para cada tipo de barra.

| Type of bars | Permissible current (A) | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Ambient temperature around the switchboard | | | | | | | | | | | |
| | 25 °C | | 30 °C | | 35 °C | | 40 °C | | 45 °C | | 50 °C | |
| Size per phase | IP ≤ 31 | IP > 31 | IP ≤ 31 | IP > 31 | IP ≤ 31 | IP > 31 | IP ≤ 31 | IP > 31 | IP ≤ 31 | IP > 31 | IP ≤ 31 | IP > 31 |
| 1 Linery BS bar, 60 x 5 | 890 | 840 | 850 | 790 | 800 | 750 | 760 | 700 | 710 | 650 | 660 | ■ |
| 1 Linery BS bar, 80 x 5 | 1130 | 1050 | 1080 | 990 | 1000 | 900 | 970 | 870 | 910 | 810 | 860 | ■ |
| 2 Linery BS bars, 60 x 5 | 1580 | 1420 | 1500 | 1350 | 1400 | 1250 | 1350 | 1180 | 1260 | 1090 | 1180 | ■ |
| 2 Linery BS bars, 80 x 5 | 2010 | 1820 | 1920 | 1720 | 1800 | 1600 | 1720 | 1510 | 1610 | 1390 | 1510 | ■ |

Figura 10 - Corrente admissível por uma determinada barra [41]

2.7.4. ISOLADORES

Na instalação dos barramentos dentro do invólucro, a escolha dos suportes isolantes é fundamental, uma vez que são eles que fixam as barras à estrutura do QE e garantem a distância ideal entre as mesmas pois em funcionamento normal estas sofrem oscilações sendo, por isso, necessário manter uma distância de segurança.

O número de suportes isolantes a colocar varia com a corrente curto-circuito (I_{cc}) do barramento, isto é, quanto maior for a corrente curto-circuito mais suportes isolantes terão de ser colocados, uma vez que há, proporcionalmente, um aumento substancial da corrente nas barras com uma conseqüente maior oscilação: fica, deste modo, garantida a distância entre barras, acautelando-se a segurança do quadro. Na figura 11 podem ser visualizados os suportes que separam cada barra.



Figura 11 - Suporte dos barramentos

2.7.5. APARELHAGEM DE CORTE, DE PROTEÇÃO DE SECCIONAMENTO E DE CORTE E SECCIONAMENTO

A aparelhagem que equipa os QE é composta por dispositivos que podem ser classificados como aparelhos de corte, de proteção, de seccionamento e de corte e seccionamento, de acordo com as funções que desempenham.

Os aparelhos de corte são aparelhos destinados a ligar, desligar ou isolar uma instalação. Quando, numa mesma manobra interrompem todos os condutores ativos, são designados por aparelhos de corte omipolar. Destacam-se os interruptores, contactores e telerruptores cujas características e utilização são reguladas por diversas normas: no que respeita aos interruptores, a norma que os rege é a Norma IEC 60947-3 de 2008, quanto aos contactores são regulamentados através da Norma IEC 60947-4-2 de 2011; já os telerruptores são regulamentados pela Norma EN 60669-2-2 de 2006.

A aparelhagem de proteção é constituída por componentes destinados a impedir ou limitar os efeitos perigosos ou prejudiciais da energia elétrica a que possam estar sujeitas pessoas, coisas ou instalações. Assim, surge na sequência da necessidade de impedir ou minimizar danos ou prejuízos decorrentes de situações anómalas (avarias, alterações de valores de tensão ou de corrente), considerando o número de utilizadores e operadores a manobrar no setor da energia elétrica, desde a produção ao consumo. Assim, os dispositivos de proteção têm como função proteger os circuitos a jusante detetando as referidas anomalias e desligando o circuito correspondente. Da aparelhagem de proteção fazem parte os disjuntores do tipo doméstico regulados pela Norma EN 60898-1 de 2003, os disjuntores do tipo industrial

regulamentados pela Norma IEC60947-2 de 2006, os interruptores diferenciais regidos pela Norma IEC 61008-1 de 2010; a Norma IEC 61009-1 de 2010 rege os disjuntores diferenciais; os dispositivos de proteção contra descargas atmosféricas (descarregadores de sobretensões) são regulamentados pela Norma EN 62305 de 2011; há ainda a considerar os fusíveis, regulamentados pela Norma EN 60269 de 2007, e os relés, pela Norma IEC 60947-2 de 2006.

A aparelhagem de seccionamento é um conjunto de dispositivos que garantem a colocação fora de serviço de toda ou de parte de uma instalação elétrica, separando-a, por razões de segurança, das fontes de energia, sempre que é necessário proceder a trabalhos de manutenção, de substituição de equipamentos, de reparação ou de pesquisa de defeitos, na instalação. Fica, deste modo, garantida a segurança das pessoas que efetuam os trabalhos. O seccionador é um dispositivo regulamentado pela Norma IEC 60947-3 de 2008.

A aparelhagem de corte e seccionamento é um conjunto de componentes que asseguram a interrupção da corrente (o corte em carga) e o seccionamento nos circuitos: o interruptor-seccionador é regulamentado pela Norma IEC 60947-3 de 2008.

Apresenta-se, de seguida, alguns exemplos da aparelhagem acima enunciada. A figura 12 mostra o exemplo de um dispositivo de corte, um interruptor horário, programado para fazer a abertura ou fecho de um determinado circuito.



Figura 12 - Interruptor horário

A figura 13 (esquerda) mostra um aparelho de proteção contra sobretensões, que tem como função impedir ou limitar os efeitos perigosos ou prejudiciais resultantes de uma sobretensão provocada, por exemplo, por uma descarga atmosférica [16]. O segundo, visível na figura 13 (direita), é um dispositivo mecânico de conexão capaz de estabelecer, de suportar e de interromper correntes nas condições normais do circuito. Pode, ainda, suportar e interromper, durante um tempo específico, correntes em condições anormais especificadas para o circuito, tais como as correntes de curto-circuito [17].



Figura 13 - Descarregador de sobretensões (esquerda); Disjuntor (direita)

A figura 14 mostra um seccionador cujas funções estão descritas acima.



Figura 14 - Seccionador

2.8. ORÇAMENTAÇÃO

Como em qualquer situação de compra ou aquisição e venda de produtos e de serviços, a orçamentação é um elemento de primordial importância, principalmente para o comprador, por motivos de gestão financeira, mas também para quem vende, sabendo que a dinâmica da concorrência pode permitir o sucesso ou o fracasso de uma transação. Por isso, a aposta na qualidade do serviço e dos produtos bem como o conhecimento sempre atualizado do setor de mercado são condicionantes a ter em conta no momento da orçamentação. O objetivo é, sempre, servir o cliente da melhor forma e do modo mais seguro, numa situação de orçamentação quer para o setor doméstico quer para o industrial.

Assim, a realização do orçamento do quadro elétrico exige o projeto do QE elaborado pelo projetista, que se constitui como guia imprescindível onde constam todos os componentes que o integram. Tradicionalmente, a solução de orçamentação manual é o processo comum, hoje a cair em desuso, em que o orçamentista lista os componentes à mão, indicando os dados necessários à identificação de cada produto devidamente identificado, nomeadamente a referência, marca, modelo, o respetivo preço individual, a quantidade e o preço total da parcela.

Este processo repete-se para todos os componentes do QE, o que exige um elevado nível de atenção e concentração do orçamentista, e dispêndio de demasiado tempo face às exigências de *timing* dos clientes; além disso, este é um processo altamente suscetível de erro pela morosidade e pela exigência de minúcia e de discriminação dos dispositivos que compõem o QE. Sabendo que cada quadro responde a diferentes necessidades de instalação em função do objetivo a que se destina, seria fastidioso enumerar todos os componentes disponíveis no mercado, pela quantidade e diversidade que apresentam.

Contudo, a revolução tecnológica constituiu-se como uma mais-valia em todos os domínios da vida, concretamente na área laboral e na economia, como resposta às exigências dos tempos modernos.

Na verdade, com o avançado desenvolvimento a nível de software, hoje em dia a tarefa de elaborar um documento de orçamento está bastante agilizada e simplificada, permitindo uma melhor gestão de pessoal e do número de horas de trabalho na fase de orçamentação, o que, em última análise, se manifesta por maior eficácia, maximização da redução de probabilidade de erro na informação, e rendibilidade empresarial. Se, tradicionalmente, para elaborar um orçamento de um QE, o funcionário precisaria do conhecimento técnico dos componentes e do acesso à documentação de preçários, uma empresa moderna exige pessoal qualificado não só no domínio técnico mas também na área de softwares específicos, o que confere mais credibilidade ao trabalho desenvolvido, logo gerador de confiança por parte dos clientes e, conseqüentemente, com sucesso no mercado.

É um facto que, cada vez mais, as empresas pretendem marcar posição de destaque no mercado em que laboram. Para tanto, consideram um veículo de excelência os canais de divulgação na internet, já que a sua acessibilidade permite a divulgação rápida e eficaz, pelo mundo inteiro, dos produtos que usam no desenvolvimento do seu trabalho e que pretendem publicitar. Neste âmbito inclui-se a divulgação (para informação, prestação de serviços e venda) de softwares de orçamentação, como se pode verificar no caso de algumas empresas: o programa PDC é usado na ABB, empresa de tecnologias para eletricidade e automação [18]; o programa XLPRO2, utilizado pela empresa Legrand [19]; o software Elcom, usado na empresa Hager [20]; o programa *QE Buildings*, da Schneider Electric. Seguidamente vai ser feita uma abordagem a este último software, criado pela empresa.

O *QE Buildings* é um aplicativo que permite, a partir do trabalho do projetista, fazer uma recriação virtual do QE. Mais do que um software de orçamentação, este, além de fornecer os documentos necessários para elaborar o orçamento, admite a criação do diagrama do quadro (facilitada por uma interface gráfica que permite organizar os dispositivos seleccionados, assim

como modificá-los, acrescentá-los ou movê-los, e ainda visualizar os esquemas na perspetiva frontal), possibilita a criação da nota de encomenda do produto; além disso, permite escolher os dispositivos, quer sejam Schneider-Electric ou não, a partir de um catálogo eletrónico.

No final do processo de orçamentação do quadro, os resultados obtidos encontram-se acessíveis em vários formatos (Excel, AutoCad, imprimir em PDF), podendo ser impressos quer o diagrama quer a nota de encomenda. É também possível obter estes resultados numa folha de cálculo Excel, estruturada e dinâmica: pode ser preenchida e modificada conforme o necessário, por exemplo, para acrescentar uma promoção de serviços ou modificar o desconto [21].

De seguida podem ser visualizados alguns passos para a elaboração de um orçamento de um quadro elétrico: a escolha do invólucro (figura 15), a seleção da aparelhagem (figura 16), a perspetiva frontal do QE (layout do quadro projetado) (figura 17).

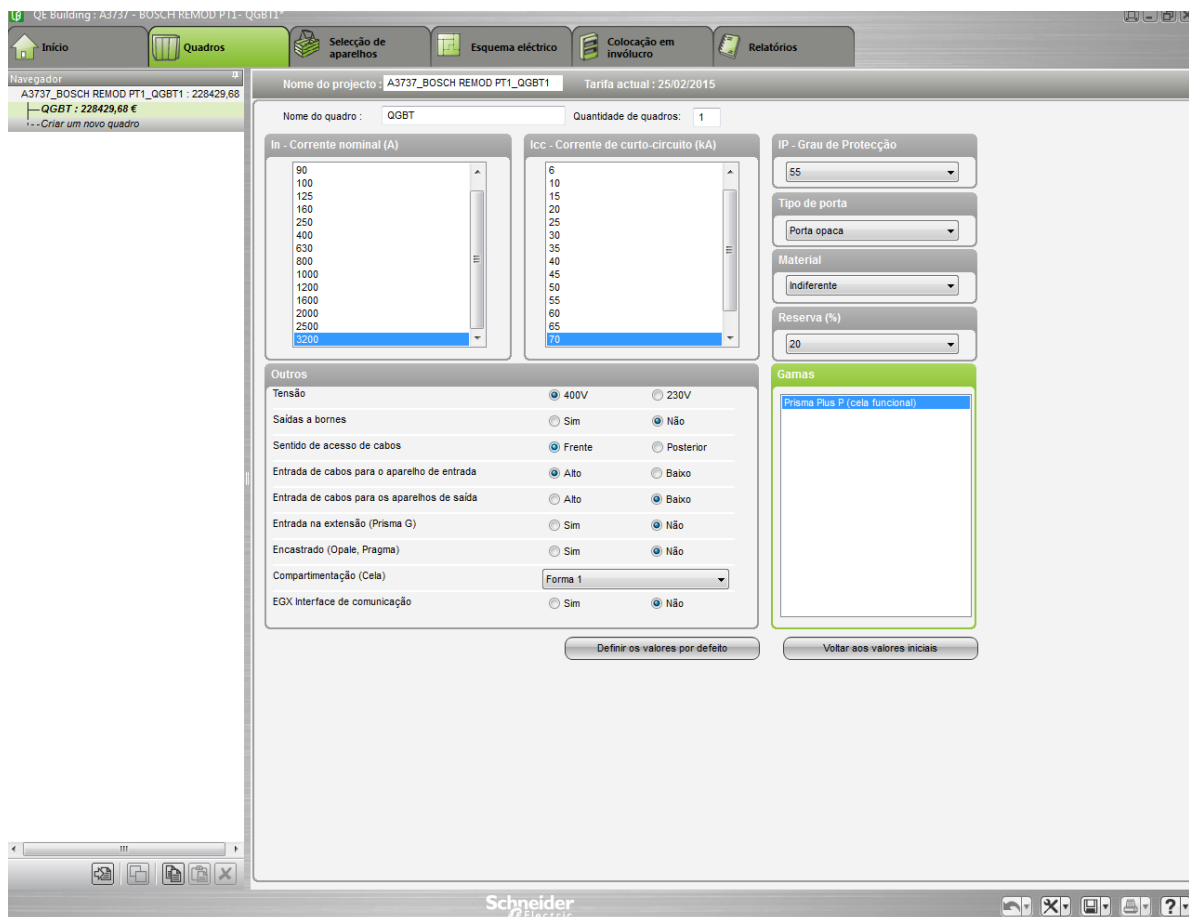


Figura 15 - QE Building - escolha do invólucro

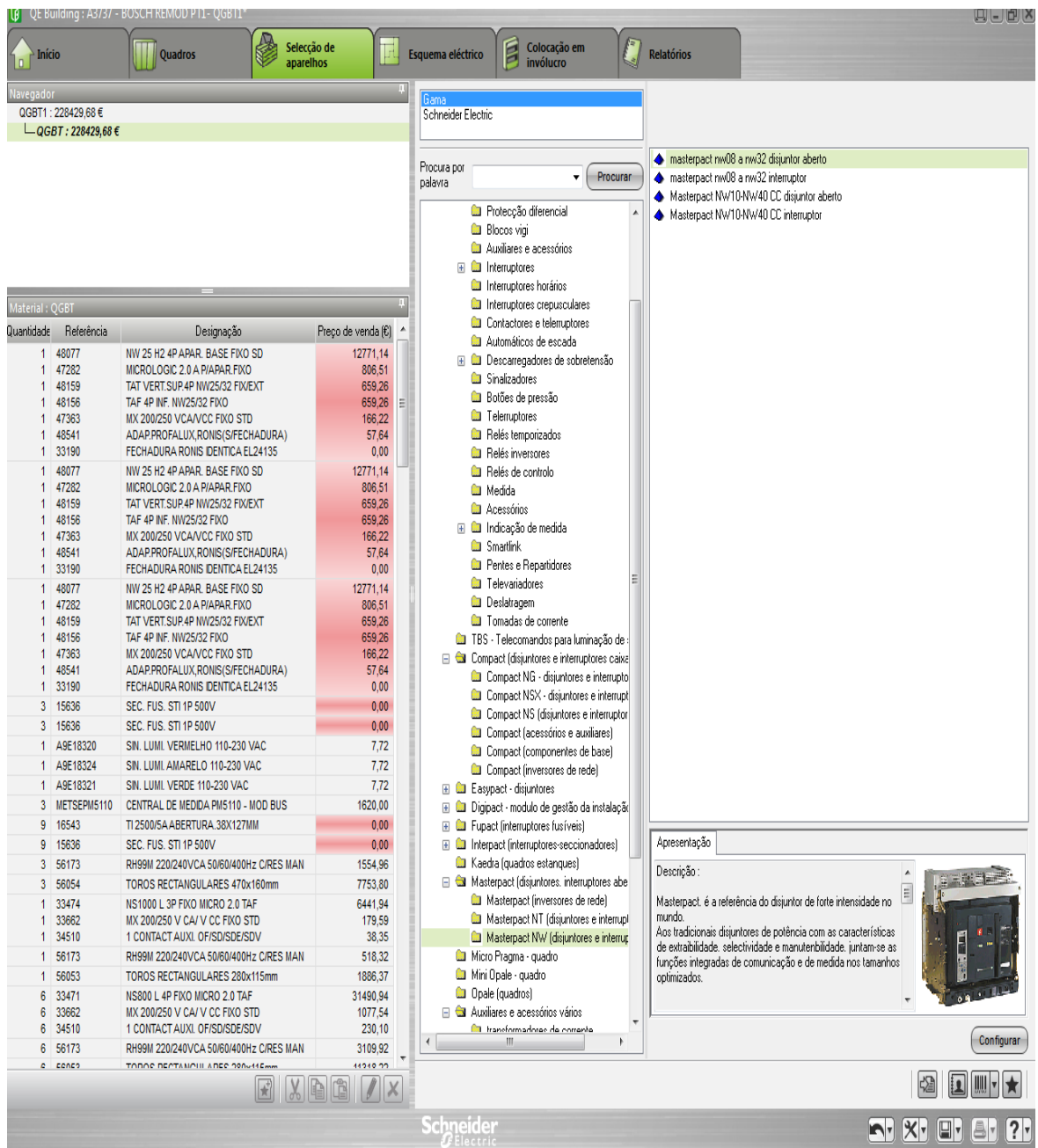


Figura 16 – QE Building - Seleção da aparelhagem

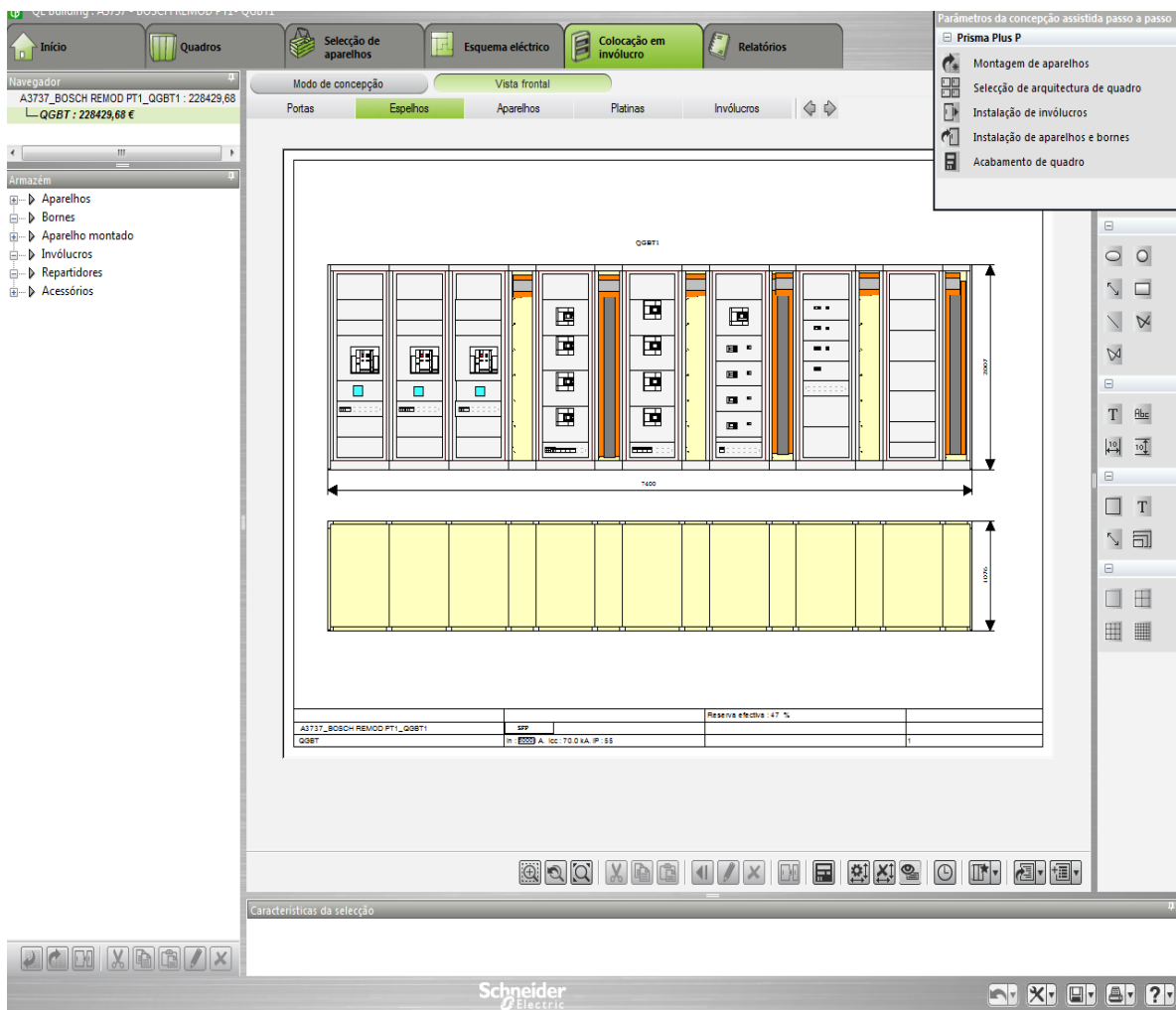


Figura 17 – QE Building - Layout do quadro projetado

O processo de orçamentação do quadro elétrico ficará completo com a orçamentação da assemblagem do QE por parte do quadrista.

2.9. MONTAGEM DO QUADRO ELÉTRICO (BOAS PRÁTICAS)

A segurança de pessoas e bens e a fiabilidade a longo prazo são condições importantes que a Norma IEC 61439 de 2014 impõe, definindo e clarificando o tipo de verificações a realizar pelas duas entidades envolvidas na conformidade final do QE: o fabricante de origem, que deve garantir a conceção da montagem do sistema, isto é, todos os componentes devem ser concebidos com vista à boa montagem do conjunto, e o fabricante do conjunto (quadrista), responsável pela montagem do conjunto e pelas verificações individuais de rotina em todos os quadros fabricados de acordo com a norma [6].

Um quadro elétrico deve ser elaborado de forma a permitir a verificação clara de três fases distintas: a primeira, que respeita à instalação da aparelhagem ou componentes, é desenvolvida pelo fabricante do quadro que, numa segunda fase, procede à montagem dos equipamentos: calhas, espelhos, fixações, barramentos e acessórios ou unidades funcionais; a terceira etapa deste trabalho, que respeita às ligações e à inserção dos cabos de alimentação, é da responsabilidade do instalador. Um operador efetua a manutenção do quadro.

É recomendável que os equipamentos elétricos sejam colocados de um modo tal que permitam o melhor manuseamento e a melhor acessibilidade quer a ligações quer a manutenção. Além disso, impõe-se que o acesso do utilizador ou do operador à aparelhagem seja intuitivo e eficaz, pelo que a presença de placas identificadoras ou outros meios apropriados de identificação que permitam reconhecer a sua finalidade se constituem como elementos necessários num quadro elétrico. Contudo, se o funcionamento de uma dada aparelhagem não puder ser diretamente observado pelo operador e, conseqüentemente, desse facto puder resultar perigo, deve ser colocado um dispositivo de sinalização, de modo visível ao operador, que satisfaça as Normas EN60073 de 2002 e EN60447 de 2004. Os equipamentos a colocar serão seleccionados e instalados de forma a não exercerem qualquer influência prejudicial nas instalações, como se explicita no desenvolvimento deste subcapítulo [9].

A montagem de um QE afigura-se, então, o culminar de um processo que se pretende competente em termos técnicos e profissionais de modo a assegurar o sucesso do funcionamento dos dispositivos elétricos que, em última análise, conduzirão ao bem-estar e atenderão às necessidades do utilizador.

Assim, após terem sido cumpridas as etapas em que se contextualizou o processo de criação do quadro elétrico, faz sentido expor os diferentes procedimentos de montagem de um QE.

A Norma IEC 61439-1 & 2 de 2014 estabelece os requisitos referentes à montagem do conjunto quadro elétrico, à sua segurança e manutenção; indica, ainda, as características nominais, as condições ambientais de serviço, os requisitos mecânicos e elétricos do QE. Esta norma dita, também, os ensaios de tipo e individuais a aplicar, os procedimentos e os critérios de validação dos resultados.

A necessidade de organização da informação relativa às regras em causa, de forma clara e funcional, não parece compadecer-se com o género de texto expositivo-descritivo, pelo que se optou a sua apresentação em alíneas. Deste modo, enumera-se, de seguida, o conjunto de preceitos a observar aquando da montagem do QE, em diferentes parâmetros.

2.9.1. PROTEÇÃO

No que respeita a proteção (cf. 2.6.2. Índices de Proteção) há que observar as seguintes boas práticas que obedecem às normas IEC 62262 de 2002 (IK) e IEC 60529 de 1989 (IP):

- a) a resistência mecânica do quadro deve ser submetida a um teste padrão de desempenho da resistência mecânica, conduzido em conformidade com as diretrizes da norma que verifica e valida o desempenho de IK fornecido pelo fabricante;
- b) quaisquer deformações resultantes de um teste IK não devem afetar, de modo algum, a segurança de um quadro de distribuição, e devem manter-se não apenas o índice de proteção IP do quadro, mas também as distâncias de segurança entre uma parte ativa e os componentes do quadro;
- c) o grau de proteção IP de um quadro de distribuição acessível a pessoas não qualificadas deve ser sempre de, pelo menos, IP2X;
- d) o grau de proteção IP atribuído a um quadro de distribuição está sujeito a um acordo entre o fabricante e o utilizador final. Este último (com o apoio de um técnico especializado, projetista) deve determinar o grau desejado de proteção, dependendo do ambiente onde será instalado o quadro de distribuição; o fabricante deve instalar os componentes apropriados (quadros, aparelhagem e acessórios) e montá-los de acordo com as instruções do fornecedor para alcançar o grau de proteção desejado.
- e) o piso e as paredes não podem ser utilizados como componentes do quadro para a atribuição do grau de proteção IP;
- f) o grau de proteção IP de um quadro de distribuição deve ser validado por uma série de ensaios padronizados que garantam que o nível de proteção declarado foi efetivamente atingido [22].

2.9.2. MONTAGEM DO QUADRO (MONTAGEM MECÂNICA)

No que concerne aos cuidados a observar na montagem do QE, a nível mecânico (figura 18 e 19), e de acordo com a norma IEC 62208 de 2011, deve ser tido em atenção o seguinte:

- a) todos os quadros de distribuição devem ser montados conforme as instruções do fabricante e usando equipamento aprovado, independentemente do seu tipo (kit para montar, pré-montado ou específico para grandes instalações industriais);



Figura 18 - Montagem do quadro elétrico

- b) os componentes da estrutura do quadro, os componentes que contribuem para a distribuição de energia, bem como a aparelhagem, devem ser fornecidos e testados para suportar esforços de peso da aparelhagem, transporte, vibrações, ambiente do quadro de distribuição (temperatura ambiente, humidade), risco sísmico e risco elétrico (arco interno);
- c) deve-se também assegurar a proteção do operador e da aparelhagem contra influências externas;
- d) a estrutura do quadro deve ser montada numa superfície de trabalho devidamente limpa e organizada, adaptada à morfologia dos operadores, adequada ao processo de montagem, como mostra a figura 19, equipada com as ferramentas e consumíveis necessários para a montagem. Deve ser seguida a ordem de montagem descrita nos manuais técnicos;



Figura 19 - Boas práticas para montagem do quadro elétrico

- e) o cuidado a observar para não danificar o revestimento de peças metálicas durante a montagem é um procedimento imperativo;
- f) devem ser sempre utilizados os parafusos e os grampos recomendados pelo fabricante do quadro. Os binários de aperto dos parafusos devem ser conforme as indicações do fabricante a fim de obter conexões mecânicas de excelente qualidade. O aperto incorreto pode resultar em deterioração do sistema de fixação ou da peça a ser fixada.
- g) os painéis devem ser armazenados de forma a evitar riscos de deformação ou deterioração da pintura, como é visível na figura 20.



Figura 20 – Armazenamento dos painéis

- h) dependendo do grau de proteção IP necessário para o quadro de distribuição elétrica, poderá haver necessidade de instalar um vedante entre quadros combinados (ligados mecanicamente, quando conveniente) para garantir que o grau de proteção IP original é estritamente mantido após a montagem do quadro.

2.9.3. ELETRIFICAÇÃO (CONTINUIDADE ELÉTRICA DE PEÇAS FIXAS)

Relativamente à eletrificação (continuidade elétrica de peças fixas), a não utilização de um sistema específico, tinta ou qualquer outro revestimento isolante, tal como verniz, afetará a continuidade elétrica entre duas peças montadas. Como tal, para prevenir, devem ser usados parafusos com anilhas (picos ou anilhas em estrela). Este sistema vai arranhar a pintura até ao metal e assim garantir uma excelente continuidade elétrica, tal como mostra a figura 21:

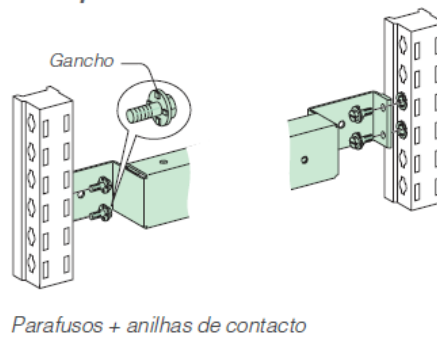


Figura 21 - Garantia da continuidade elétrica

2.9.4. ELETRIFICAÇÃO (CONTINUIDADE ELÉTRICA DE PEÇAS MÓVEIS)

Ainda no âmbito da eletrificação (continuidade elétrica de peças móveis), as normas IEC 60364 de 2005 e IEC 61439 de 2014 estipulam procedimentos e regras, como a seguir se evidencia:

- a) deve ser instalado um condutor de terra em todas as peças móveis metálicas (porta, painéis, placas frontais articuladas) que suportam componentes elétricos com tensões de funcionamento superiores a 50V. A norma IEC 60364-5-54 de 2011 define a secção mínima dos condutores ativos da aparelhagem que se encontra instalada na peça em movimento. O condutor pode ser um fio de ligação à terra, como mostra a figura 22, ou uma trança de ligação à terra: o fio de ligação à terra é usado em quadros que não tenham equipamentos “sensíveis” em termos de compatibilidade eletromagnética; a trança de ligação à terra é usada em QE’s que tenham equipamentos “sensíveis” em termos de compatibilidade eletromagnética (capacidade que o equipamento tem em funcionar num ambiente perturbado, ou seja, na presença de perturbações eletromagnéticas).
- b) existem três técnicas para apertar um fio ou uma trança de ligação à terra numa peça pintada: através de parafuso com anilha de contacto, através de encaixe ou através de parafuso soldado. Deve ser sempre colocada uma anilha de contacto entre o suporte do fio de ligação à terra e a peça pintada.

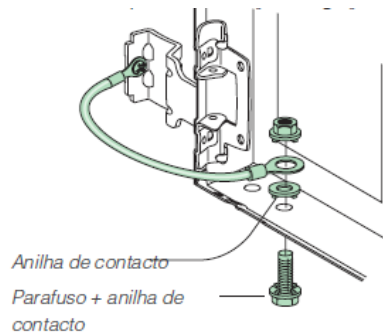


Figura 22 - Modo de colocação do fio de terra

2.9.5. ELETRIFICAÇÃO (BARRAMENTO DE ALIMENTAÇÃO)

Um terceiro aspeto relativo aos cuidados a observar no que concerne à eletrificação (barramento de alimentação) tem, na norma IEC 61439 de 2014, o documento de referência quanto a procedimentos e cuidados a observar na fase de montagem.

- a) é fundamental a verificação de conformidade dos barramentos (de alimentação e de distribuição), que devem ser retilíneos, livres de riscos, vestígios de impacto, marcas de ferrugem. Estes devem apresentar o certificado de conformidade. A figura 23 mostra um sistema de barramentos;

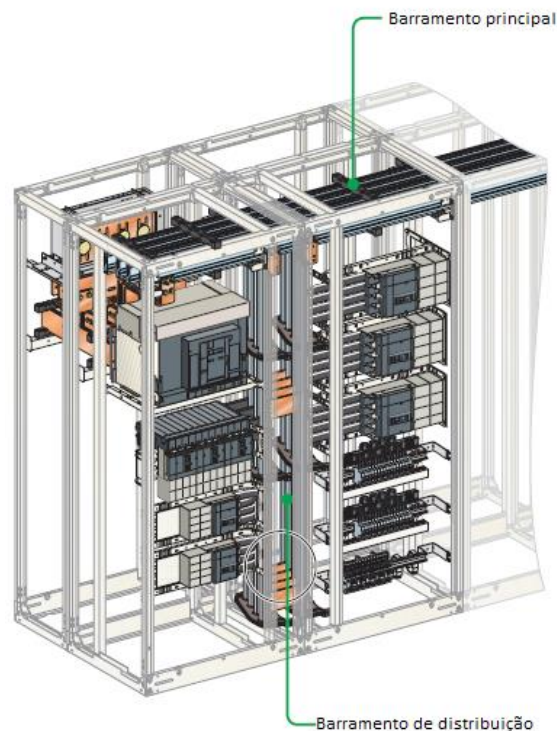


Figura 23 - Barra condutora e barra de distribuição

- b) o barramento deve ser instalado na parte superior do quadro. Quando instalado na parte inferior, dever-se-á ter em conta o facto de que, nesta posição, provoca aquecimento no equipamento localizado acima. Além disso, por questões de segurança, o barramento deve ser coberto para proteção contra eventuais quedas de objetos metálicos, por exemplo, em situações de intervenção;
- c) por uma questão de segurança, facilidade de conexão do quadro de distribuição, e facilidade de acesso ao barramento do neutro, a ordem dos barramentos deve ser a seguinte: N, L1, L2, L3, tal como ilustra a figura 24. A ordem de instalação deve ser feita da parte dianteira para a parte traseira, e da esquerda para a direita do quadro de distribuição.

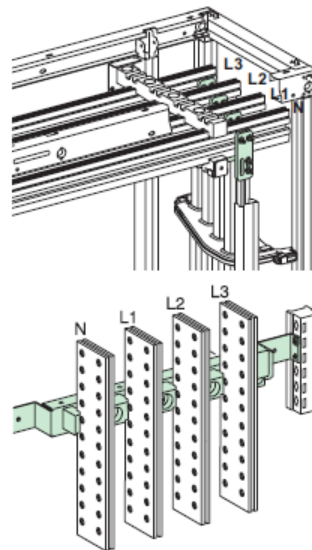


Figura 24 - Ordem de colocação dos barramentos

- d) nas situações em que a instalação necessite de vários barramentos por fase, é imprescindível deixar espaço suficiente entre eles para permitir uma melhor ventilação;
- e) os barramentos devem ser instalados por forma a eliminar todos os riscos de curto-circuito, respeitando as distâncias de segurança, o número de suportes a instalar e as regras de fixação destes suportes;
- f) Quer na ligação de barramentos, quer na conexão aos dispositivos de proteção, a perfuração das barras bem como os apertos devem seguir estritamente regras, tal como mostram as figuras 25, 26 e 27 [9]:

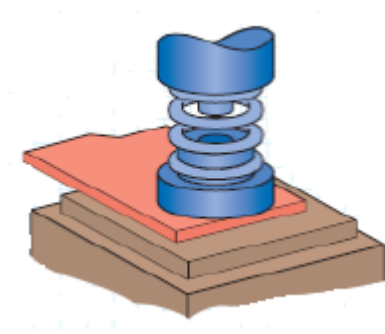


Figura 25 - Perfuração da barra

g) a furação é feita, de preferência, com uma máquina de furar equipada com um calçador, que permite a subida da punção sem deformar a barra;

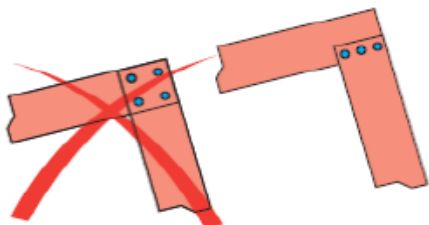


Figura 26 - Modo de perfuração

h) para facilitar as ligações elétricas é aconselhável uma montagem em linha. Assim, a pressão é repartida uniformemente por toda a superfície de contacto;

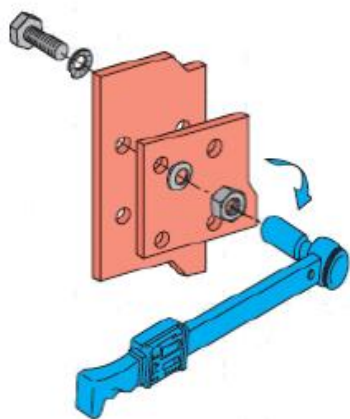


Figura 27 - Binário de aperto

i) deve ser utilizada uma chave dinamométrica calibrada para garantir uma determinada pressão de contacto;

j) o aperto faz-se na porca ou no parafuso, no caso de um parafuso roscado;

k) à medida que se faz o aperto dos parafusos, estes devem ser marcados a fim de permitir o controlo;

l) as ferramentas de aperto devem ser verificadas periodicamente;

m) quando um barramento ou as suas ligações são desmontados, devem voltar a ser montados com parafusos novos.

2.9.6. COMPARTIMENTAÇÃO DE UM QUADRO ELÉTRICO

Há ainda que considerar a compartimentação de um quadro elétrico. A prática de compartimentar um quadro elétrico tem vários objetivos, nomeadamente proteger as pessoas do contacto direto com partes perigosas (o grau de proteção mínimo deve ser IPXXB), proteger o QE contra a penetração de corpos sólidos estranhos (o grau de proteção mínimo deve ser IP2X), limitar a propagação de um arco elétrico.

São três os níveis de compartimentação definidos na Norma IEC 61439-2 de 2014 a fim de garantir a proteção das pessoas contra contactos diretos. De seguida serão exemplificadas as formas de compartimentação dos quadros:

Na forma 1 não existe qualquer separação no interior do quadro elétrico, como mostra a figura 28.

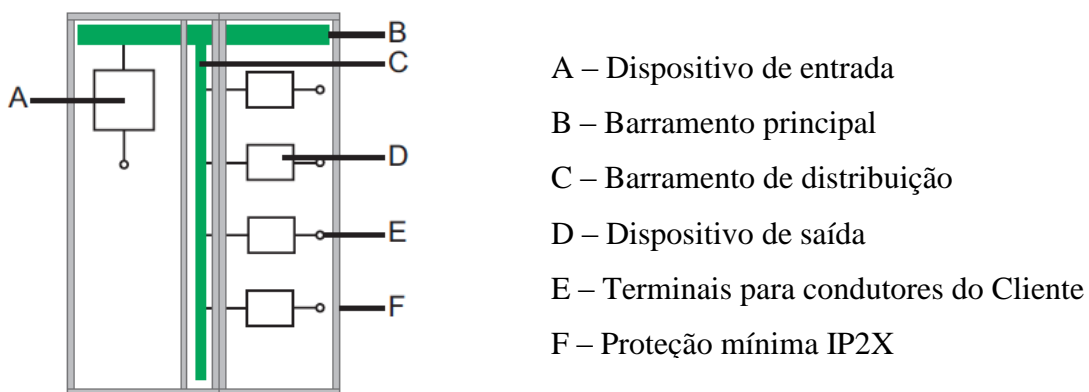


Figura 28 - Forma 1

Na forma 2, os barramentos estão separados das unidades funcionais, no QE. Com esta separação fica garantida tanto a proteção das pessoas contra o contacto com partes ativas a montante de dispositivos de saída, como a proteção contra a penetração de corpos sólidos estranhos. Para esta forma existem duas variantes designadas por forma 2a e forma 2b. Na primeira, os terminais para os condutores exteriores não estão separados dos barramentos. As unidades funcionais são separadas do barramento, mas os terminais não; na forma 2b, quer os terminais para os condutores exteriores quer as unidades funcionais e os terminais estão separados dos barramentos [10]. A figura 29 mostra as formas 2a e 2b acima descritos.

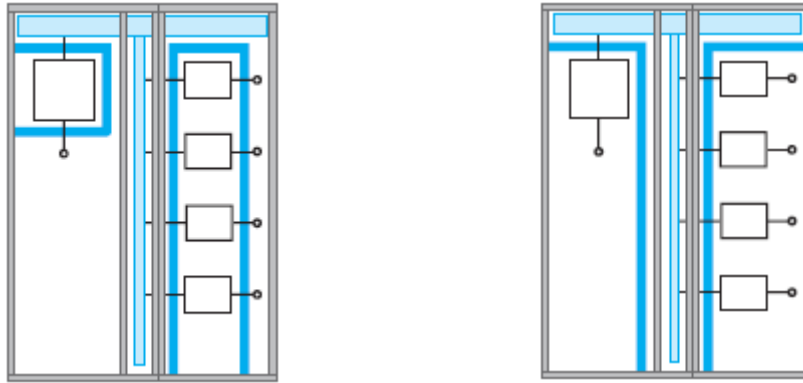


Figura 29 –Forma 2a (esquerda); Forma 2b (direita)

A forma 3 consiste na separação, por proteção, dos barramentos das unidades funcionais bem como de todas as unidades funcionais entre si. Nesta forma existe ainda a separação dos terminais para condutores externos das unidades funcionais, mas não entre si. Também neste nível existem duas variantes, forma 3a e forma 3b: no primeiro, os terminais para os condutores exteriores não estão separados dos barramentos; as unidades funcionais são separadas entre si e separadas dos barramentos, mas não os terminais. Na forma 3b, os terminais para os condutores exteriores estão separados dos barramentos; as unidades funcionais são separadas entre si e separadas dos barramentos; os terminais são separados dos barramentos, mas não são separados entre si. A figura 30 mostra as formas 3a e 3b acima descritos.



Figura 30 - Forma 3a (esquerda); Forma 3b (direita)

A forma 4 consiste na separação dos barramentos das unidades funcionais bem como na separação de todas as unidades funcionais entre si, e também dos terminais para condutores exteriores, que são parte integrante da unidade funcional. Também nesta forma existem duas variantes: na forma 4a, os terminais para os condutores exteriores estão no mesmo

compartimento da unidade funcional à qual estão associados; na forma 4b os terminais para os condutores exteriores não estão no mesmo compartimento da unidade funcional à qual estão associados, mas sim em espaços protegidos ou compartimentos individuais separados e fechados. A figura 31 evidencia as formas 4a e 4b descritas acima.



Figura 31 - Forma 4a (esquerda); Forma 4b (direita)

Assim, a compartimentação de um QE é feita por isolamento das partes ativas podendo ser usados separadores, barreiras metálicas, placas, tampas, blindagens de terminais ou dispositivos com caixas moldadas. Sabendo que a colocação de compartimentos num quadro elétrico reduz a dissipação de calor, é importante ter este fator em consideração ao definir a solução de gestão das temperaturas elevadas geradas no interior do quadro.

2.9.7. LIGAÇÃO EQUIPOTENCIAL

Num quadro elétrico, é fundamental considerar a ligação equipotencial, isto é, uma ligação conseguida através de um condutor de proteção (PE/PEN) que liga todas as partes condutoras do quadro de distribuição ao terminal de terra do edifício, cuja função é proteger pessoas e bens contra os efeitos de um choque elétrico. Quer todas as partes condutoras do QE, quer os condutores terra de cabos de entrada e de saída devem ser ligados ao condutor de proteção (PE/PEN). O condutor de proteção PE contribui para que todas as partes condutoras do quadro elétrico apresentem o mesmo potencial; a sua secção deve ser constante ao longo do quadro e há que ter em conta o cumprimento da Norma IEC 61439 de 2014, a saber:

- a) o condutor PE pode ser um barramento de cobre liso, vertical, ou um barramento de cobre liso, fixado na parte superior ou inferior do quadro, como ilustra a figura 32; é geralmente instalado no compartimento de cabos para facilitar a conexão de dispositivos de entrada e de saída;

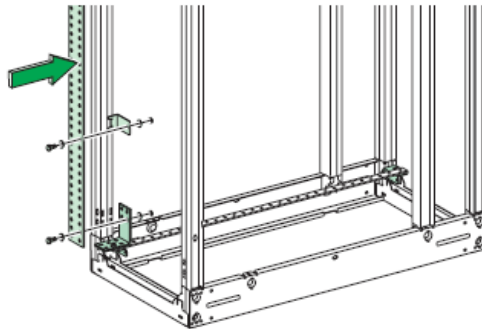


Figura 32 - Barramento condutor terra

- b) o condutor PE deve ser facilmente acessível para facilitar as ligações no local a ser instalado, deve estar identificado por marcação visível no meio e em ambas as extremidades, e protegido contra a possível deterioração (mecânica, química, etc.); não pode prejudicar a instalação ou a disposição de cabos de conexão do cliente;
- c) para evitar deformações que resultem de um curto-circuito, o condutor PE deve ser fixado à estrutura, obedecendo às mesmas regras definidas para os barramentos;
- d) se o condutor se encontrar num ambiente corrosivo, o cobre do condutor deve ser protegido com revestimento apropriado;
- e) o condutor de proteção PEN é um condutor ativo que age como condutor PE (ligação à terra) e um condutor neutro. Deve ser dimensionado como um condutor neutro. A sua secção depende dos condutores de alimentação e deve ser constante ao longo do quadro elétrico;
- f) para facilitar a circulação no quadro, o condutor PEN pode ser instalado em vez do neutro. A sua instalação é feita no compartimento de cabos para facilitar a ligação de dispositivos de entrada e de saída. O condutor PEN deve ainda estar identificado por marcação visível no meio e em ambas as extremidades e estar protegido contra a possível deterioração;
- g) a secção do condutor PEN deve ser, no mínimo, de 10mm^2 para cobre e de 16mm^2 para alumínio, e não pode ser inferior à requerida para um condutor neutro;
- h) não há nenhuma obrigação de isolar o condutor PEN das partes condutoras (exceto em locais onde há risco de incêndio ou explosão como resultado de possíveis faíscas);
- i) as ligações equipotenciais devem ser executadas de forma a nunca serem quebradas, por exemplo, durante operações de manutenção, como exemplificado na figura 33;

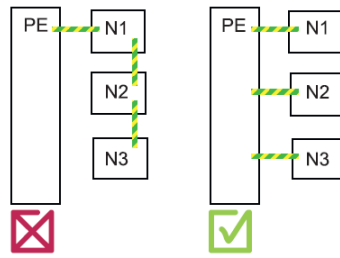


Figura 33 - Ligação equipotencial

- j) a um único cabo de ligação à terra corresponde uma só conexão ao barramento PE, como se pode ver na figura 34.

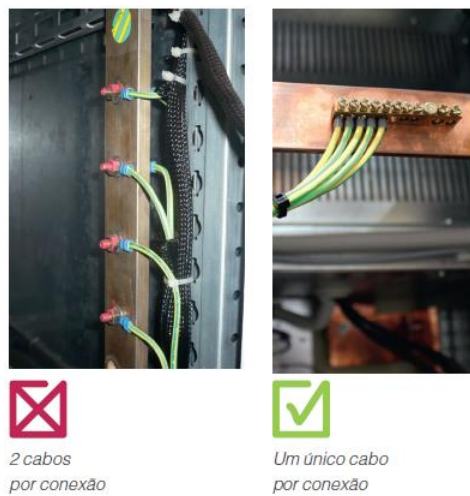


Figura 34 - ligação do cabo terra ao condutor terra

2.9.8. TRATAMENTOS ANTICORROSIVOS

Na montagem de quadros elétricos é imprescindível a aplicação de tratamentos anticorrosivos para garantir a durabilidade do conjunto.

A corrosão é a destruição ou deterioração de um material devido a uma reação química que ocorre em contacto com a atmosfera envolvente alterando, assim, as suas características. No campo dos quadros elétricos, existem três tipos de atmosferas que aceleram particularmente o processo de corrosão: atmosfera húmida e/ou salina, atmosfera industrial e atmosfera urbana.

A atmosfera húmida apresenta humidade relativa mais ou menos próxima de 100%; em determinadas áreas, a humidade é acompanhada de grau variável de salinidade.

A atmosfera industrial é caracterizada pela presença, mais ou menos significativa, de dióxido de enxofre ou de sulfureto de hidrogénio no ar. Estes dois compostos químicos, quando

combinados com humidade, tornam-se extremamente corrosivos, uma vez que se transformam em ácidos. Os seus efeitos a curto-médio prazo levam à degradação de condutores de cobre, originando uma série de problemas numa cadeia de causa-efeito: o mau contacto origina maior resistência ao contacto, o que provoca aumento da temperatura que, por sua vez, aumenta ainda mais significativamente a resistência de contacto.

A atmosfera urbana caracteriza-se pela presença de poeira condutora ou poeira que se pode tornar condutora num ambiente húmido como, por exemplo, a que é produzida pelo trânsito.

Por outro lado, a poluição atmosférica pode ainda contribuir para a alteração da condutividade eléctrica, pelo que deve ser tido em conta o nível de poluição, que varia progressivamente entre grau 1 (em que não ocorre poluição ou apenas existe poluição seca, não condutora, sem influência na condutividade) e grau 4 (em que a poluição provoca condutividade persistente causada por poeira condutora, por chuva ou outras condições húmidas). O cumprimento da Norma IEC 61439-1 de 2014 implica que o grau de poluição 4 não se verifique no interior do conjunto QE.

Deste modo, é imperioso um tratamento anticorrosivo eficiente, que consiste em tomar todas as medidas necessárias para prevenir, abrandar e/ou eliminar a corrosão de materiais metálicos. A medida mais utilizada consiste na aplicação de um revestimento metálico (metal), orgânico (tintas), ou misto (metal e tintas). Para o revestimento anticorrosivo ser eficaz, deve ter boa resistência a vapores ácidos, boa aderência à superfície a tratar, espessura suficiente, boa resistência à humidade.

Antes da aplicação de qualquer protecção anticorrosiva, deve ser garantida uma boa preparação da superfície do metal, eliminando todos os vestígios de gorduras e ferrugem, dado que uma aplicação anticorrosiva sobre uma superfície mal descarnada ou mal limpa será eficaz apenas durante um curto período de tempo.

2.9.9. DISPOSIÇÃO DOS DISPOSITIVOS

Um quadro eléctrico prevê uma organização adequada dos dispositivos, que deve ser concebida tendo em conta a direcção de entrada e saída da cablagem do cliente, o espaço disponível no quadro e as restrições de calor no interior do QE. Os dispositivos devem ser montados segundo as instruções do fabricante e, quando instalados na porta do QE, necessitam de precauções especiais (note-se, por exemplo, o facto de a porta ser uma peça móvel e, por isso, com maior grau de fragilidade e de mais fácil contacto directo).

As operações nos quadros devem ser executadas por pessoas qualificadas que cumpram todas as medidas de segurança necessárias: é imperativo assegurar a proteção dos operadores contra contactos diretos acidentais. Por outro lado, ao definir a disposição dos dispositivos na estrutura, o quadrista deve considerar o seguinte:

- a) os pontos de entrada e saída das ligações na instalação do cliente (na parte superior, inferior da estrutura ou outra configuração específica);
- b) a posição do barramento principal para que as ligações sejam o mais curtas possível;
- c) o espaço necessário para que os dispositivos funcionem corretamente;
- d) a acessibilidade das várias unidades de controlo e zonas de conexão dos dispositivos;
- e) a dissipação de calor dos dispositivos, que contribui para o aumento da temperatura interna da estrutura;
- f) a influência térmica e eletromagnética entre os barramentos e a aparelhagem;
- g) a manutenção ou atualização do sistema.

Os dispositivos com uma dissipação de calor elevada devem ser instalados na parte superior do QE a fim de evitar o aquecimento da aparelhagem instalada na estrutura e, ao mesmo tempo, manter o correto desempenho dos dispositivos de menor potência que devem ser colocados na parte inferior da estrutura. Esta organização permite ainda uma maior clareza da disposição elétrica. Para evitar avarias é recomendado que não sejam instalados dispositivos sensíveis a aumentos de temperatura perto de dispositivos com elevada dissipação de calor. Para tal é aconselhável dividir o quadro em duas zonas, uma das quais destinada à alocação de dispositivos de alta potência, uma segunda a dispositivos de baixa potência, a fim de melhorar a eficiência da instalação.

Na elaboração de um QE deve prever-se um espaço livre (reserva) suficiente para permitir atualizações futuras na instalação. O recomendado é que se deixe 30% de reserva. A Norma IEC 61439-1 de 2014 define os espaços disponíveis nos quadros. Na tabela 8 podem ser visualizadas as definições desses espaços.

Tabela 8 – Espaço de reserva no interior de um quadro elétrico

| Conceito | Definição |
|------------------------------|---|
| Espaço livre | Espaço vazio numa estrutura |
| Espaço não equipado | Parte de uma estrutura que contém apenas barramentos |
| Espaço parcialmente equipado | Parte de uma estrutura totalmente equipada com exceções de unidades funcionais. São definidas pelo número de módulos e pelo tamanho |
| Espaço totalmente equipado | Parte de uma estrutura totalmente equipada com unidades funcionais que não estejam atribuídas a um uso específico. |

2.9.10. MONTAGEM DOS DISPOSITIVOS (DISPOSITIVOS MONTADOS NA PORTA)

A aparelhagem a montar na porta deve ser escolhida dependendo do grau de proteção IP. Essa aparelhagem e, em particular, os pontos de conexão acessíveis quando a porta está aberta, devem ter um índice de proteção IP superior a IP2X, exceto para aqueles com uma tensão de funcionamento inferior a 50V. É imperioso que tanto a porta como o seu sistema de fixação (dobradiças) sejam rígidos o suficiente para suportar o peso da aparelhagem: sempre que possível, deve-se instalar os dispositivos mais pesados no lado da dobradiça da porta. Deve ser garantida a existência de continuidade elétrica entre a porta e a estrutura.

2.9.11. PROTEÇÃO CONTRA CONTACTOS DIRETOS

A fim de proteger o utilizador contra contactos diretos com as partes ativas da instalação, às quais se pretende impedir o acesso, as instruções dos fabricantes devem ser estritamente cumpridas e verificadas na instalação dos sistemas de proteção em torno da aparelhagem. O trabalho no interior de um QE deve ser conduzido por pessoas qualificadas e requer a instalação de tampas rígidas em torno de partes ativas. Estas tampas devem permitir a circulação do ar, adequadamente, em torno dos dispositivos a fim de evitar o aumento prejudicial da temperatura

no interior do quadro. Para uma maior segurança dos trabalhadores, a aparelhagem deve ser montada por detrás de uma placa protetora, deixando acessíveis apenas as unidades de controlo, de teste e de configuração.

2.9.12. LIGAÇÃO ELÉTRICA

As ligações elétricas podem ser obtidas através de barramentos, barras flexíveis e por cabos. Por convenção, os circuitos de potência são ligados a condutores com uma secção superior a $6mm^2$; tanto a secção do condutor como o tipo de ligação devem ser escolhidos com base nas características elétricas da aparelhagem: potência elétrica, espaço disponível na estrutura e comprimento da ligação.

Para a criação dos barramentos é necessário conhecimento especializado sobre corte, perfuração e dobragem, de forma a não enfraquecer ou prejudicar as características intrínsecas dos barramentos. Estes devem ser montados de acordo com as regras específicas indicadas pelo fabricante para garantir a qualidade dos contactos elétricos, que depende essencialmente da condição e dimensão das superfícies de contacto e da pressão de contacto. Na verdade, a eficácia da ligação de um barramento depende de vários fatores, a saber: a superfície de contacto e sua limpeza, a pressão de contacto entre os barramentos efetuada através de parafusos de reconhecida qualidade, o aperto com o binário recomendado, tendo sido previamente verificado o alinhamento dos barramentos e averiguada a conformidade dos furos de ligação. As superfícies de contacto devem estar limpas, secas, planas, sem vestígios de ferrugem e livres de riscos significativos ou rebarbas, como exemplifica a figura seguinte 35:

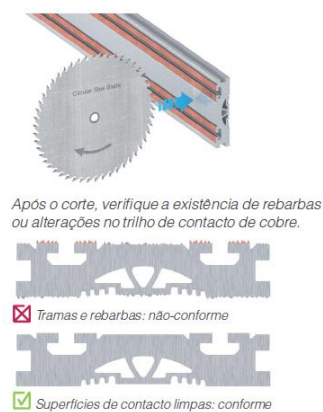


Figura 35 - Corte do barramento

A pressão de contacto entre barramentos depende do número de pontos de aperto, do tipo de parafusos usados e do binário de aperto que lhes é aplicado. O número de pontos de aperto do barramento deve ser adaptado à dimensão da superfície de contacto, sabendo que a pressão de contacto ideal é exercida principalmente em torno da cabeça do parafuso.

Assim, é de realçar o conjunto de requisitos dos parafusos de aperto para a eficiência das ligações, neste processo: os barramentos de cobre devem ser montados usando parafusos de aço não oleado, anticorrosivos, de classe de resistência 8-8, com anilha de contacto dos dois lados, cuja dimensão, qualidade e número dependem das dimensões dos barramentos a ligar e da intensidade da corrente que neles circula. Se houver necessidade de desmontar uma ligação já concluída, devem ser usados novos parafusos na nova montagem. Um procedimento imperativo é o uso de uma chave dinamométrica, devidamente calibrada e certificada, para garantir a pressão de contacto ideal. É um facto que o binário de aperto varia de acordo com o diâmetro e a qualidade dos parafusos. Um binário de aperto excessivo ou um número insuficiente de pontos de aperto traduz-se por uma distribuição desequilibrada da pressão de contacto, originando fuga nos barramentos que conduzirá a um aumento indesejável da temperatura na ligação. O desequilíbrio referido pode implicar o ultrapassar do limite elástico do parafuso, o que se traduz no risco de o partir ou alongar a rosca. A figura 36 evidencia, em esquema, a diferença entre um aperto incorreto e um adequado.

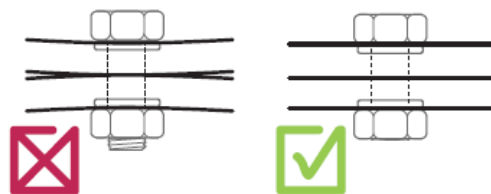


Figura 36 – Cumprimento do binário de aperto

Após o aperto de acordo com o binário de aperto indicado pelo fabricante, o trabalhador aplica um verniz acrílico colorido resistente ao calor. Isto significa que procedeu à verificação total ao conjunto, isto é, verificou e validou as características dos parafusos utilizados, as superfícies de contacto, em suma, a conformidade dos elementos que concorrem para a boa eletrificação do QE. A afixação desta marcação certifica que a verificação foi concluída como mostra a figura 37 [4].

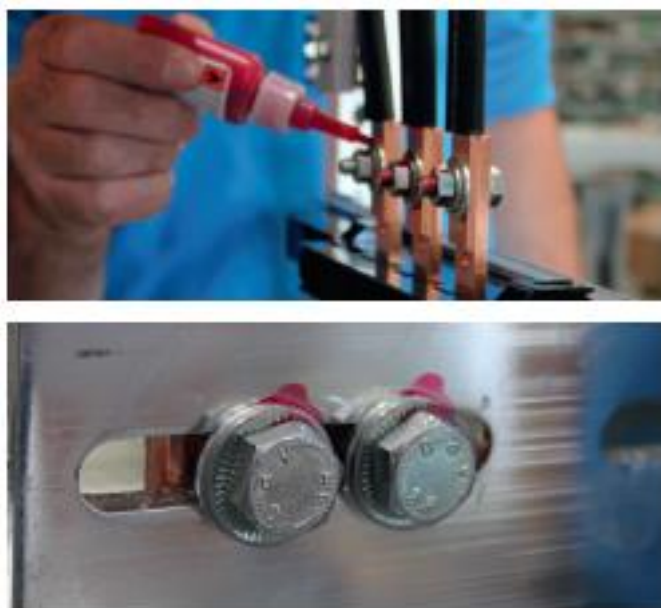


Figura 37 - Aplicação do verniz acrílico

O segundo elemento supra referido, as barras flexíveis, condutores de cobre protegido por um isolante, é usado principalmente para ligações diretas entre os barramentos e a aparelhagem garantindo, relativamente ao uso de cabos, maior eficácia no que respeita a: resistência ao calor, dissipação térmica, corrente nominal superior, facilidade e incorporação de ligações prefabricadas. As suas características e instalação requerem o mesmo cuidado que o dos barramentos, devendo obedecer ao estabelecido na Norma 61439-1 de 2014. A figura 38 mostra a aplicação de barras flexíveis (a verde).

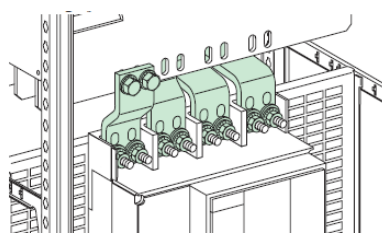


Figura 38 - Barras flexíveis

Na montagem das barras flexíveis, a secção é um dado importante a ter em conta e a sua seleção está subordinada às condições de uso da instalação, às características da aparelhagem a ligar (designadamente, potência do aparelho, a sua colocação no sentido vertical ou horizontal, o facto de ser fixo ou amovível, o aumento da temperatura provocado pelo dispositivo), ao

comprimento da barra necessária, ao dispositivo a ligar (seu posicionamento no compartimento, dimensões dos outros circuitos, temperatura ambiente em torno do quadro de distribuição, modo de ventilação do quadro de distribuição). A distância máxima entre os suportes dos barramentos bem como a distância entre as ligações de barras flexíveis, que dependem da corrente de curto-circuito do quadro elétrico, devem ser absolutamente cumpridas.

Os cabos de alimentação podem ser encaminhados no interior do quadro através de instalação individual ou de cabos estruturados (agrupados através de um toro, como mostra a figura 39). O número máximo de cabos permitido por toro depende da secção do cabo. Não devem ser encaminhados entre os barramentos ou demasiado perto deles a fim de evitar um aumento da temperatura e a consequente deterioração do isolador, e devem ser montados antes de serem fixados ao seu suporte.

| Diâmetro D do rolo (em mm) | Distância L entre ligações | |
|-------------------------------|----------------------------|-------------|
| | Min. (em mm) | Max (em mm) |
| < 20 | 60 | 120 |
| Entre 20 e 30 | 70 | 140 |
| Entre 31 e 45 | 90 | 180 |
| Entre 46 e 75 | 125 | 200 |

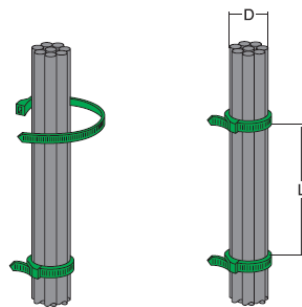


Figura 39 – Espaçamento entre abraçadeiras de agrupamento de cabos em função do diâmetro do conjunto

Os cabos de alimentação devem ser fixados em suportes para que, em caso de curto-circuito, permaneçam no lugar. Para garantir que ficam corretamente fixos, devem ser sujeitos a um número suficientemente grande de abraçadeiras, devidamente verificadas a fim de garantir que não exercem tração sobre as placas de conexão da aparelhagem; os seus binários de aperto, a aplicar nas placas de aparelhagem, devem ser respeitados. Nenhum condutor ligado à aparelhagem ou a um barramento deve conduzir a tensões mecânicas, resultantes da sua instalação.

2.9.13. CIRCUITOS AUXILIARES E DE BAIXA POTÊNCIA (PASSAGEM DE CABOS)

Num quadro elétrico, QE, são montados circuitos auxiliares e de baixa potência que englobam circuitos de controlo e monitorização como fontes de alimentação auxiliar, relés, bobinas do contactor, controlos remotos do disjuntor, entradas e saídas de autómato programável (PLC) e circuitos de comunicação dos quais fazem parte a rede *Ethernet*, *RTU*, *Modbus*, *DeviceNet*, *Canopen*). Convencionalmente, os circuitos auxiliares e de baixa potência usam cabos com secções inferiores a 6mm^2 . A secção do condutor e o tipo de ligação devem ser determinados com base nas características da aparelhagem a ser ligada, no comprimento da ligação e no ambiente térmico dos condutores. A passagem dos cabos dentro do quadro pode ser realizada usando condutas, cintas, rolos de cabos ou por instalação individual. Na presença de um grande número de circuitos auxiliares, deve ser dada preferência a condutas e cintas, opção que apresenta diversas vantagens, designadamente melhor eficiência em termos de trocas de calor, melhor proteção mecânica dos cabos, maior facilidade de instalação, maior rapidez na ligação elétrica, excelente escalabilidade, isto é, facilidade de troca e de manutenção. Por outro lado, na presença de poucos cabos para ligar, pode ser economicamente mais aconselhável utilizar rolos.

Devem ser usadas passagens separadas para cabos de circuito auxiliar e de baixa potência de secção inferior ou igual a 6mm^2 e para cabos de potência cuja secção é superior a 6mm^2 . Além disso, tendo em conta a sensibilidade perante perturbação eletromagnética, é imperativo separar os cabos de controlo e monitorização dos cabos de comunicação. A passagem dos cabos deve observar uma distância suficiente em relação aos barramentos a fim de evitar um aumento na temperatura do cabo, danos no isolamento, ou perturbações eletromagnéticas. A figura 40 (esquerda) mostra um erro a evitar, neste domínio. É ainda imperativo que se evite qualquer risco de danos ou corte da manga isolante. Para tal há ações que devem ser tidas em consideração, tais como evitar a passagem de cabos em partes com margens afiadas, proteger os cabos encaminhados através de um furo numa chapa com ilhós, prensa-cabos ou anéis de plástico, como ilustra a figura 40 (direita).

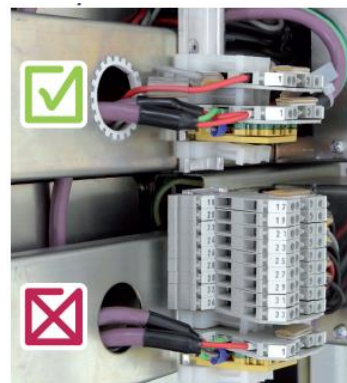


Figura 40 - Passagem incorreta de cabos (esquerda); Proteção da passagem de cabos (direita)

A forma de organizar os cabos a montar num QE obedece a regras elementares impeditivas de riscos e conducentes à otimização do trabalho final. Assim, é necessário escolher uma rede de condutas adaptada à secção e ao número de cabos a agrupar, sendo de prever, também, uma reserva para futuras expansões; a taxa de preenchimento final não deve exceder os 70%. Apresenta-se, de seguida, alguns procedimentos regulamentares de boas práticas: os cabos não devem ser presos dentro da rede de condutas para facilitar a dissipação de calor, é recomendável o uso de cintas de cabos para garantir uma instalação mais rápida e facilitar a modificação de operações e manutenção; além disso, se a opção for a passagem dos cabos sob a forma de enrolamento, as ligações de aperto devem obedecer a determinados requisitos, designadamente serem mecanicamente resistentes para os manter apertados em caso de curto-circuito, terem um comprimento adaptado ao diâmetro do rolo, e serem suficientemente largas para não danificarem a manga de isolamento dos cabos; os rolos devem ser instalados em portas, painéis frontais giratórios ou painéis que suportam a aparelhagem de forma a reduzir os riscos de dano ou perfuração dos cabos. Mecanicamente, deverão estar protegidos por uma manga tubular de plástico, como mostra a figura 41, ou uma manga trançada de poliéster ou um rolamento de espiral.



Figura 41 - Cablagem protegida por uma manga de plástico

Na passagem de cabos entre estruturas, existem dois cenários possíveis, dependendo da configuração do quadro: ou existe um número reduzido de estruturas e cabos a ligar ou um grande número de estruturas e cabos a ligar. No primeiro caso, é aconselhável proceder à ligação dos cabos diretamente à aparelhagem em causa, devidamente protegidos contra os riscos de deterioração por qualquer dos processos acima referidos. No segundo caso, devem ser usados blocos de terminais para facilitar a instalação bem como a manutenção.

Uma ligação de boa qualidade, traduzida por ligação adaptada à secção do condutor a ligar, convenientemente descarnado, de acordo com boas práticas profissionais, pelo uso de ferramentas em boas condições e devidamente calibradas, por um aperto eficaz, deve ser efetuada por um operador qualificado e competente, tecnicamente formado para esta operação a fim de que as ligações elétricas sejam absolutamente fiáveis, de modo a garantir o funcionamento adequado do quadro.

Ainda no âmbito dos circuitos auxiliares e de baixa potência, há a considerar a compatibilidade eletromagnética (EMC) de um quadro de distribuição, capacidade que um QE deve ter para funcionar num ambiente perturbado, ou seja, na presença de perturbações eletromagnéticas. Em ambientes fabris, por exemplo, essas perturbações são potenciais fontes de avarias para todos os componentes eletrónicos, como dispositivos reguladores e de medição que lidam com sinais analógicos, e PLC's e interfaces de comunicação que tratam de sinais digitais. Para combater a presença de perturbações é necessário reduzi-las na fonte; pode acontecer que a própria rede que alimenta o QE seja portadora de perturbações, pelo que é necessário preservar a entrada do quadro. Assim, a malha de ligação à terra, no interior do quadro elétrico, é um parâmetro essencial de segurança, pois implica que todas as estruturas

metálicas sejam ligadas através de um contacto eléctrico ao barramento de terra. Além disso, a aparelhagem de comunicação instalada deve cumprir os requisitos de imunidade relevante e os padrões de emissão eletromagnética. Na tabela 9 pode ser visualizada a sensibilidade das várias famílias de cabos [4].

Tabela 9 - Sensibilidade das famílias de cabos

| Família | Cabos | Circuitos | Tipo de sinal |
|----------------|-----------------------|---|---|
| 1 | Analógicos | Circuitos de medição e fonte de alimentação de sensores analógicos. | Sinais sensíveis |
| 2 | Digitais e Telecom | Circuitos digitais e bus de dados | Estes sinais são sensíveis. Também são perturbadores para a família 1 |
| 3 | Relés | Circuitos de contacto seco com riscos de decapagem | Estes sinais são perturbadores para as famílias 1 e 2 |
| 4 | Fontes de alimentação | Circuitos de potência e fonte de alimentação | Estes sinais são perturbadores |

Sabendo que os cabos blindados não são perturbadores nem sensíveis, não apenas estes mas também cabos duplos blindados devem ser usados para proteger os diferentes circuitos, no interior do QE. É ainda boa prática que o comprimento dos cabos seja ajustado às necessidades reais: estes devem ser o mais curtos possível, evitando, assim, circuitos fechados que geram correntes parasitas resultantes de campos magnéticos, como evidenciado na figura 42. Os cabos devem ser descarnados o mais próximo possível do ponto de conexão a fim de evitar zonas de contacto.

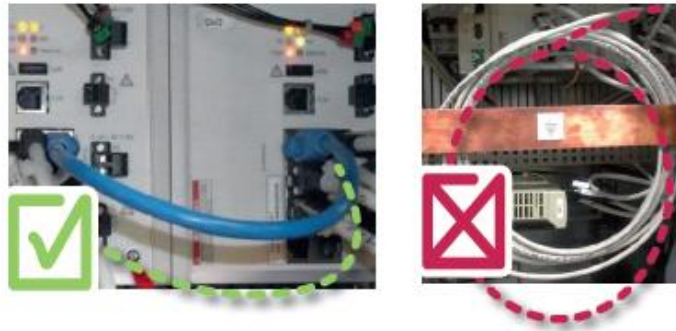


Figura 42 - Comprimento dos cabos

A proteção ideal, dentro do QE, é proporcionada pela inclusão de diversas estruturas de terra. Os cabos de comunicação a passar para partes em movimento (portas, chapa frontal) devem ser posicionados perto de uma dobradiça ou do fio de ligação à terra, como mostra a figura 43.

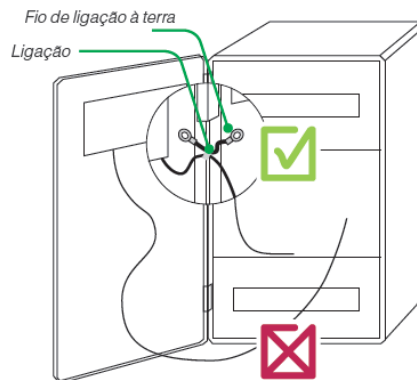


Figura 43 - Ligação de partes móveis à terra

Quando houver necessidade de os cabos de comunicação se cruzarem com cabos de potência (por exemplo, quando há pouco espaço num módulo extraível), o ângulo entre os dois tipos de cabos deve ser o mais próximo possível dos 90° de modo a reduzir ao máximo a formação de campos magnéticos, como é visível na figura 44.



Figura 44 - Cruzamento de cabos

O melhor caminho para a passagem de um cabo de comunicação é o mais próximo possível de um plano ligado à terra, ou seja, nas chapas de aço da estrutura do armário e das gavetas, como mostra a figura 45.

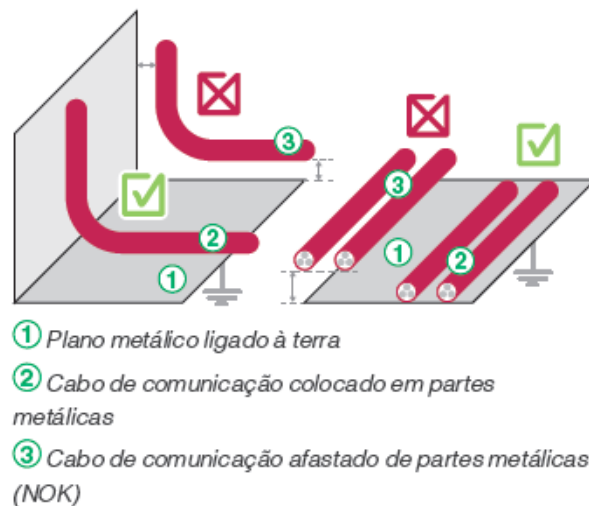


Figura 45 - Modo de passagem dos cabos de comunicação

2.9.14. IDENTIFICAÇÃO DOS QUADROS ELÉTRICOS

Todos os quadros elétricos devem ser identificados através do seu nome, de forma visível, legível e durável, quando instalados e em funcionamento. No painel frontal do QE deve constar a função de cada um dos dispositivos; já no interior do quadro deve ser possível identificar os dispositivos, os circuitos individuais, os dispositivos de proteção, os dispositivos de controle (relés, contactores, indicadores, etc). A aparelhagem é marcada com rótulos adesivos, aparafusados ou fixos com rebites. Os rótulos podem ser compostos por diversos materiais, entre eles o alumínio, o aço inoxidável, latão, plexiglas, plástico de camada dupla, PVC, vinil,

etc. Contudo, existem outras técnicas de marcação, tais como marcação a laser, gravação mecânica, impressão serigráfica ou impressão digital, dependendo do aspeto estético desejado e das restrições impostas pelo material e pelo ambiente. Qualquer que seja o material e a técnica de marcação escolhidos, devem ser usados rótulos de boa qualidade, resistentes e duradouros. A identificação dos barramentos e das barras flexíveis deverá cumprir a Norma IEC 60445 de 2010. Já a marcação dos condutores PE/PEN e neutro deverão respeitar as diretrizes da Norma IEC 61439-1 de 2014.

Além disso, é necessário fixar uma placa de identificação (chapa de características) na parte frontal de cada quadro, onde se inscrevem algumas informações, nomeadamente o logotipo ou nome do fabricante, a identificação do projeto onde constarão as características elétricas e mecânicas do quadro, a data de fabrico e a referência à norma em vigor (IEC 61439 -1 e -2 de 2014), tal como ilustra a figura 47.

A placa de identificação pode ser concluída com um *QRcode* no painel frontal do quadro. O *QRcode* é um pequeno pictograma codificado, composto por pequenos quadrados, passível de ser decodificado por smartphone com leitor de *QRcode*. Poderá ser usado pelo cliente para aceder ao site de um fabricante de painéis a fim de obter informações técnicas sobre a sua instalação.

Os rótulos de identificação de função dos dispositivos devem ser fixados de um modo tal que permita ao utilizador identificá-los claramente, bem como os respetivos circuitos. Esta marcação permitirá ao técnico ou eletricista reconhecer claramente cada dispositivo, como evidencia a figura 46.

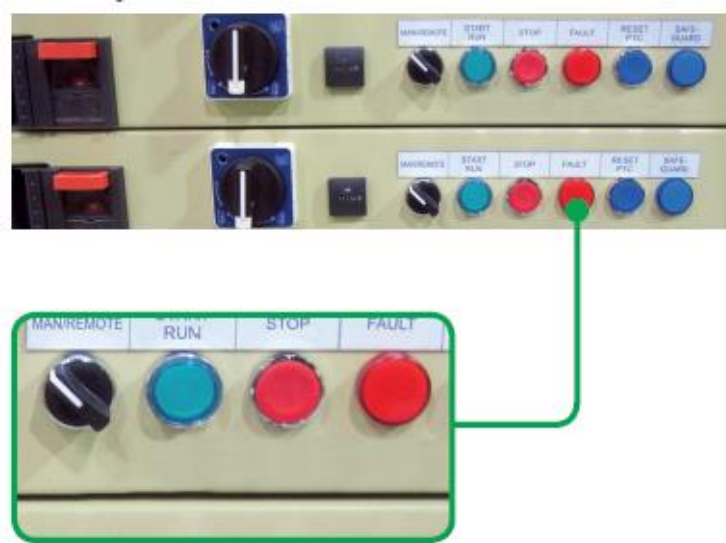


Figura 46 - Identificação de diversos circuitos

A fim de evitar deficientes interpretações ou erros durante os trabalhos de execução e de manutenção no interior do quadro, devem ser usadas as designações constantes do esquema elétrico, no projeto do QE. Os dispositivos devem ser marcados de forma a que as informações gravadas na placa de identificação fiquem visíveis. Se tal não for possível, a marcação figurará em local adequado, o mais próximo possível do dispositivo, por exemplo, de forma a que permita a sua identificação, sem ambiguidade. A marcação das fases (L1, L2, L3 e N) deve ser feita nos adaptadores de ligação dos dispositivos para evitar erros nas ligações elétricas. Para circuitos de corrente direta deve ser marcada a polaridade (+ e -) [9].


| | | | | | | | |
|---|----------------------|---------|----|----------------------|-------|----------------------|----|
| Ue | <input type="text"/> | V | Ip | <input type="text"/> | Icc | <input type="text"/> | kA |
| In | <input type="text"/> | A | Ik | <input type="text"/> | Norma | <input type="text"/> | |
|  | | DOSSIER | | <input type="text"/> | | | |

Figura 47 - Chapa de características

A norma IEC61439-1§8.6.5 de 2014 dita as condições subjacentes à identificação dos condutores e blocos de conexão, com o objetivo de garantir quer uma boa organização quer o reconhecimento imediato por parte do utilizador e do técnico. Para tal, existem diferentes processos de marcação, como bandas coloridas, fios coloridos, rótulos de impressora, mangas de poliamida. A marcação dos fios elétricos pode ser alfabética, numérica ou alfanumérica. A figura 48 mostra uma das técnicas de identificação de cabos (através de numeração numérica). A tabela 10 apresenta diferentes modos de identificação dos condutores.



Figura 48 - Identificação dos cabos através de numeração numérica

Tabela 10 – Modos de identificação de condutores

| Marcação | Representação | Descrição |
|---|---------------|---|
| Marcação equipotencial | | As duas extremidades do fio são marcadas com o mesmo nome ou número, não relacionados com os terminais. |
| Marcação de ponto de entrada do fio | | As duas extremidades do fio são marcadas com um número ou um nome diferente. Cada extremidade do fio indica o terminal ao qual será ligado. |
| Marcação de ponto de saída do fio | | As duas extremidades do fio são marcadas com um número ou um nome diferente. A marcação de cada extremidade do fio indica o ponto de ligação da outra extremidade do fio. |
| Marcação dos pontos de entrada e saída do fio | | As duas extremidades do fio são marcadas com um número ou um nome diferente. Cada extremidade do fio tem a marca do terminal ao qual deverá ser ligada seguido da marca do terminal ao qual a outra extremidade do fio deve ser ligada. |

A marcação deve ser colocada o mais próximo possível do ponto de ligação, independentemente do condutor (barramento, cabo ou barra flexível), como se pode verificar na figura 49.

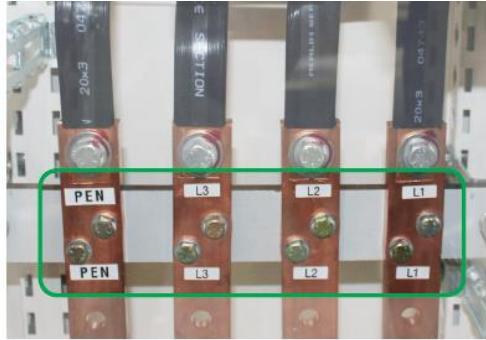


Figura 49 - Ponto de interligação

O condutor de proteção (PE ou PEN) deve ser facilmente identificável pela sua marcação e/ou pela cor. Se o condutor for uma barra, a identificação através da cor, deve ser feita usando apenas verde e amarelo (cor dupla), colocada nas extremidades. Quando o condutor de proteção for um cabo, é reconhecido através da cor dupla do revestimento, amarelo e verde, conforme estabelece a Norma IEC 61934-1 de 2014. Na figura 50 é possível observar a marcação num condutor (barra).

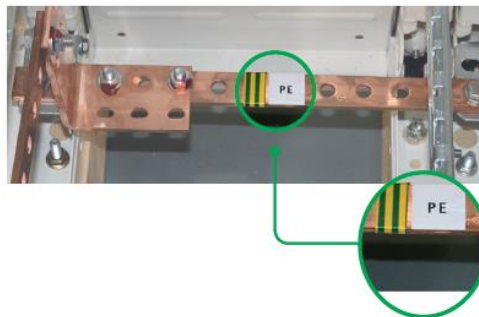


Figura 50 - Marcação do condutor terra

Todos os condutores neutros do circuito principal devem ser fáceis de identificar pela sua marcação e/ou cor. Se a identificação for feita através da cor, usa-se apenas o azul claro não só em todo o comprimento dos fios mas também nas extremidades e ligações quer dos barras sem revestimento quer das barras flexíveis isoladas.

Para circuitos em corrente contínua a marcação é feita do seguinte modo: azul escuro para o polo negativo e vermelho para o polo positivo. Caso não sejam usados fios coloridos, devem ser usadas mangas coloridas nas extremidades dos cabos.

Também os blocos de terminais e os terminais são devidamente marcados: os pontos de entrada e de saída dos cabos devem ser claramente indicados no próprio cabo, de forma visível

e resistente à passagem do tempo. Em baixo, na figura 51, pode ser visualizado um exemplo de identificação dos condutores.

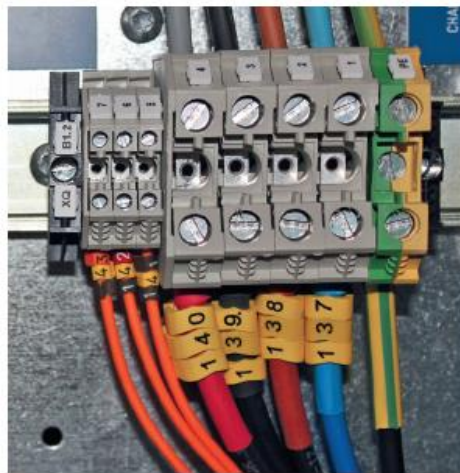


Figura 51 - Identificação dos condutores

Ainda de acordo com o estipulado na Norma IEC 61439 de 2014 (através da parte específica -1 e -2), é obrigatória a colocação de rótulos de aviso nos dispositivos alimentados pelos terminais de ligação inferiores (terminais ativos a jusante), que devem ser sempre visíveis do exterior. É boa prática colocar um rótulo de aviso “Perigo de eletrocussão” nos barramentos para impedir o acesso a partes ativas. Deve, além disso, ser colocado um rótulo de aviso (sinalética “Não andar” e “Perigo elétrico”) no modelo de proteção de um barramento instalado na parte inferior do quadro (figura 52).

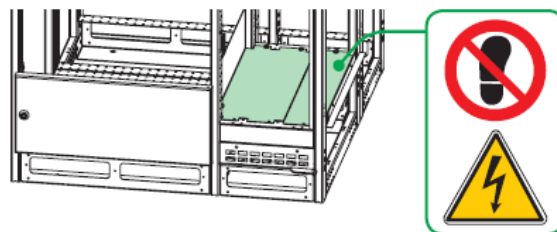


Figura 52 – Sinalética

2.9.15. LISTA DE VERIFICAÇÕES A EFETUAR DURANTE A INSPEÇÃO DE QUALIDADE FINAL

À medida que o processo de montagem do QE vai sendo desenvolvido, vai também sendo objeto de inspeção do trabalho realizado, que garantirá, no final, a sua conformidade e fiabilidade, demonstrando o profissionalismo das entidades responsáveis pela elaboração do

quadro: é a designada verificação de rotina, concebida para detetar defeitos de fabrico, defeitos em materiais e para assegurar que o conjunto fabricado funciona corretamente. Esta verificação é realizada pelos fabricantes do QE, observado o estipulado na Norma IEC 61439 -1 de 2014. A verificação de rotina compreende as categorias de verificação da “construção” e verificação do “desempenho”.

Na primeira, estão inseridas todas as abordagens principais tidas em conta na elaboração de um QE, a saber: grau de proteção de compartimentos, distância de segurança e de fuga, proteção contra choques elétricos e integridade de circuitos de proteção, incorporação de componentes internos, circuitos e ligações elétricas internas, terminais para condutores externos e operação mecânica. No que diz respeito às verificações do “desempenho”, incluem-se as propriedades dielétricas (impedimento da passagem de corrente) e as ligações elétricas.

No que concerne à conceção do quadro, o quadrista deve organizar verificações de qualidade (autoverificações) ao longo do processo de montagem e instalação do QE, desde a receção dos componentes até à entrega do quadro. Este tipo de abordagem tem as vantagens de responsabilizar os operadores e de conduzir a uma otimização das regras de instalação. No final, é novamente sujeito a uma inspeção minuciosa por parte do fabricante do quadro. O objetivo deste controlo visa evitar repetir todo o processo desde o início, respeitar ao máximo as especificações do cliente e fornecer um produto de qualidade, sem defeito, desde a fase de design até à entrega. De seguida, a tabela 11 mostra os pontos de controlo que devem ser verificados a fim de garantir a qualidade do produto.

Tabela 11 - Lista de verificações

| Pontos de controlo | Recursos de controlo |
|--|---|
| Verificações de conformidade | |
| Número de identificação e estrutura | Ficheiro de desenhos de montagem |
| Tipo | Especificações do cliente |
| Dimensões | |
| Conformidade do painel frontal | |
| Manuseamento de dispositivos | |
| Verificações visuais | |
| Pintura (cor, homogeneidade, acabamento) | Inspeção visual |
| Sem riscos e deformações | |
| Armário, estrutura | |
| Funcionamento de portas, painéis com dobradiça | Teste operacional |
| Fechaduras (tipo, funcionamento) | Especificações, inspeção visual |
| Grau de proteção IP | Inspeção visual, guia técnico |
| Aparelhagem | |
| Posição | Inspeção visual |
| Fixação | |
| Características: gama nominal, poder de corte | Especificações, inspeção visual |
| Identificação e marcação | |
| Perímetro de segurança | Guia técnico |
| Operação mecânica | Teste operacional |
| Indicação mecânica (posição de teste, ligado) | |
| Procedimento de | |
| Percutor | Inspeção visual |
| Acessibilidade da aparelhagem | |
| Capacidade de ligação a terminais | |
| Acessibilidade para ligação | |
| Bloqueio, proteção contra falsas manobras | |
| Barras condutoras | |
| Secção transversal da barra condutora | Guia técnico |
| Revestimento e dispositivo de arco interno | Desenhos e especificações do cliente |
| Suporte da barra condutora (dispositivo e número de fixação) | Guia técnico |
| Marcação | Desenhos e especificações do cliente |
| Conformidade das uniões | Guia técnico |
| Cabos e barras flexíveis | |
| Secção e características dos condutores | Guia técnico |
| Conformidade do modo de instalação (aperto, margens, cortantes, etc) | |
| Separação de condutores potencia e auxiliar | Guia de montagem e instalação e guia de comunicação |
| Proteção EMC | |

| Pontos de controlo | Recursos de controlo |
|--|---|
| Ligação | |
| Conformidade e qualidade de ligações aparafusadas (por ex, tipo de revestimento e elemento de fixação) | Guia técnico |
| Torque e marcação | |
| Qualidade da cravação | |
| Proteção de pessoas | |
| Barramento de ligação à terra (secção e fixação) | Guia técnico e guia técnico de montagem |
| Tranças de ligação à terra | |
| Formas | |
| Continuidade da ligação | |
| IP de dispositivos de medição (fixados nas portas) | |
| Obturadores | |
| Tampas e tapa bornes | |
| Fixação das barreiras protetoras | |
| Distâncias de segurança | |
| Distância de isolamento | Guia de montagem e instalação e inspeção visual |
| Distâncias de fuga | Guia de instalação e montagem |
| Verificação dielétrica (circuito de potência) | |
| | Verificador de isolamento |
| Verificação de isolamento (circuito de potência) | |
| | Megaohmímetro |
| Conformidade elétrica | |
| Ordem de fase | Teste de fases |
| Distribuição de diferentes polaridades (ligações entre colunas) | Testes elétricos, voltímetro |
| Testes funcionais: | Consolas de teste, bancada de teste, etc |
| Sequência de funcionamento operacional (controlos e sinalização) | |
| Verificação da ordem de transferência de fonte | |
| Encravamentos elétrico e mecânico | |
| Verificação da ordem de abertura/fecho das unidades | |
| Testes finais (defeitos) | |
| Relatório de informação (OF-SDE-SD) | |
| Sinalização (luzes indicadoras, etc.) | |

| | |
|---|---------------------------|
| Medição e proteção: Testes de proteção (falha de disparo, etc) Injeção em dispositivos de medição (Pa, PWH, etc) Sentido de entrada primário de CT | Testes elétricos |
| Configurações do dispositivo (monitores do circuito, proteções, etc.) | Documentação técnica |
| | |
| Automação e comunicação Endereço do equipamento Testes da rede (leitura/gravação) Verificação de entradas/saídas do PLC Validação do PLC (de acordo com especificações funcionais) | Especificações do cliente |
| | |
| Limpeza e preparação de estruturas | |
| | |
| Documentação relacionada com o quadro elétrico | |
| Desenhos de construção do quadro elétrico | |
| Documentos de instalação e manutenção | |
| Guias de aparelhagem | |
| Lista de faltas | |

2.9.16. ENSAIOS

No final das verificações, procede-se à fase de testes do QE. Para os quadros poderem ser ensaiados é necessário uma mesa (ou bancada) eletrificada, designada por mesa de ensaios, bem como outro material específico requerido para o ensaio que se pretende realizar.

Os ensaios ao quadro elétrico englobam ensaios de tipo e ensaios individuais. Os primeiros destinam-se a verificar a conformidade do QE com as exigências insertas na Norma IEC 61439-1 de 2014 para um determinado tipo de quadro elétrico; nos ensaios individuais pretende-se detetar os defeitos que possam afetar os materiais e o fabrico, e são efetuados sobre os quadros elétricos depois da sua montagem ou sobre cada unidade de transporte.

Os ensaios de tipo efetuam-se sobre uma amostra de um determinado tipo de quadro elétrico ou sobre as suas partes constituintes, e são da responsabilidade do fabricante. Estes incluem um conjunto de verificações de diferentes parâmetros, designadamente dos limites de aquecimento, das propriedades dielétricas, do poder de corte, de conformidade do circuito de proteção, das distâncias de isolamento e dos limites de fuga, do funcionamento mecânico e do índice de proteção. A ordem de verificação é arbitrária [23] [24].

No que diz respeito aos ensaios individuais, há a considerar o seguinte: os quadros elétricos que são montados a partir de componentes normalizados, por uma entidade que não o seu fabricante, deverão ser submetidos a ensaios individuais pelo fabricante do quadro elétrico (quadrilha) a fim de atestar a conformidade do produto.

Os ensaios individuais direcionam-se para a inspeção do quadro elétrico (que inclui a inspeção da cablagem e, se necessário, um ensaio de funcionamento elétrico), um ensaio dielétrico e verificação das medidas de proteção e equipotencialidade elétrica do circuito de proteção. O facto de os ensaios individuais serem efetuados nas oficinas dos fabricantes, não dispensa da sua verificação depois do transporte e instalação.

Uma das verificações a efetuar, o ensaio de rigidez dielétrica – circuitos de potência, visa garantir o comportamento dielétrico nos materiais e aparelhagem dos quadros elétricos de baixa tensão tendo em conta as regras e condições de ensaio adiante especificadas. Assim, para a execução deste ensaio, é requerida a utilização de um aparelho de ensaio com capacidade para poder funcionar com uma tensão de 2500 V AC e a 50 Hz; o local de realização do ensaio deve estar isolado (por exemplo, através de uma corrente de plástico apropriada para o efeito, suspensa em suportes, com chapas de alerta de perigo); apenas o operador do equipamento deve permanecer na zona de ensaio e posicionar-se adequadamente sobre um tapete isolante, não devendo tocar na chapa do quadro elétrico enquanto durar o ensaio; há ainda que ter em conta que o QE a ensaiar deve estar sem tensão.

Para que o ensaio de rigidez dielétrica seja rigoroso e devidamente fiável, deve proceder-se por etapas, de acordo com as regras a seguir discriminadas e representadas nas imagens explicativas que as seguem [9] (figuras 53, 54, 55, 56 e 57)

Etapa 1

- a) Toda a aparelhagem deve estar na posição de funcionamento normal (ligado).
- b) Com o neutro e as fases interligados, aplica-se uma tensão de 2500 V/ 50 Hz entre estes pontos comuns e a massa da estrutura.
- c) Esta situação deve ser mantida durante 5 segundos.

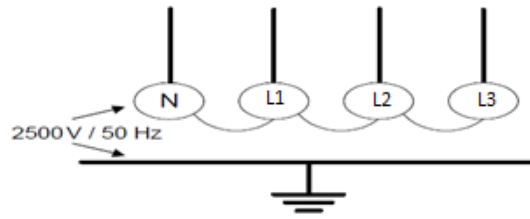


Figura 53 - Ensaio de rigidez entre todas as partes ativas interligadas e a massa da estrutura

Etapa 2

- a) Os componentes que não suportam a tensão de ensaio (2500V) deverão ser desligados.
- b) Todos os aparelhos de proteção devem estar na posição de fechados.
- c) Deve ser aplicada a tensão de ensaio entre cada polo ativo e com todos os outros polos ativos interligados à massa. (As imagens das figuras 56, 57, 58 e 59 mostram os passos sucessivos desta etapa do ensaio).

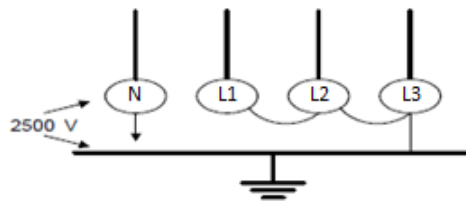


Figura 54 – Ensaio de rigidez dielétrica entre o neutro em relação às fases e à massa.

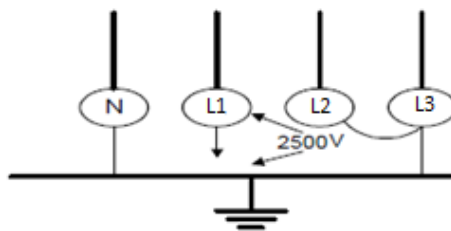


Figura 55 - Ensaio de rigidez dielétrica entre a fase L1 em relação às fases L2 e L3, o neutro e a massa.

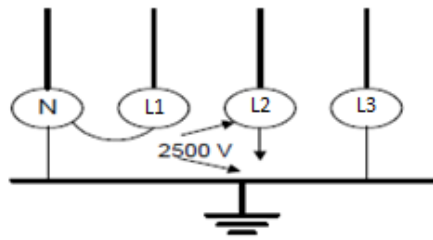


Figura 56 - Ensaio de rigidez dielétrica entre a fase L2 em relação às fases L1 e L3, o neutro e a massa.

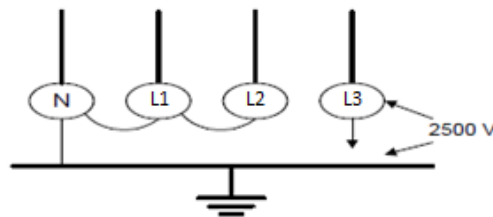


Figura 57 - Ensaio da rigidez dielétrica entre a fase L3 em relação às fases L1 e L2, o neutro e a massa.

O ensaio é satisfatório quando a corrente de fuga é inferior a 10 mA e desde que não se verifique perfuração, contornamento ou disrupção entre as diferentes partes ensaiadas.

Além do ensaio de rigidez dielétrica aos circuitos de potência, é também executado o ensaio de rigidez dielétrica aos circuitos auxiliares, que visa garantir o comportamento dielétrico dos circuitos auxiliares nos materiais e aparelhagem dos quadros elétricos de baixa tensão, tendo em conta, como o anterior, as regras e condições a seguir especificadas: para a execução deste ensaio, é requerida a utilização de um aparelho de ensaio com capacidade para poder funcionar com uma tensão de 2500 V a 50 Hz. As restrições a observar quer pelo operador quer no que respeita ao local são as exigidas para o ensaio de rigidez dielétrica aos circuitos de potência, acima descritas.

No que diz respeito aos procedimentos a adotar, a Norma IEC 61439-1 de 2014 refere que para os circuitos auxiliares, sempre que o construtor indique como não estando ligados diretamente ao circuito principal, o valor da tensão de ensaio deve ser feito em conformidade com a tabela 12:

Tabela 12 - Valores de tensão de ensaio

| Tensão de isolamento (V) | Tensão de ensaio dielétrico (valor eficaz) (V) |
|--------------------------|---|
| $U_i \leq 12$ | 250 |
| $12 < U_i \leq 60$ | 500 |
| $U_i > 60$ | $2U_i + 1000$ (com o mínimo de 1500) |

Além disso, a fim de garantir um bom resultado, o equipamento elétrico do quadro deve estar ligado para o ensaio; excetuam-se deste requisito os aparelhos para os quais estão previstas tensões de ensaio mais baixas (incluem-se neste grupo, por exemplo, aparelhos recetores, enrolamentos, instrumentos de medida, que devem ser desligados de um ou de todos os seus bornes).

A tensão de ensaio é aplicada durante 1 segundo entre cada um dos circuitos galvanicamente independentes e todos os outros ligados entre si e a massa. No entanto, recomenda-se que o ensaio seja efetuado da seguinte forma [23]:

- a) a tensão a aplicar no início do ensaio não deverá ultrapassar 50% dos valores prescritos para o ensaio sendo, depois, elevada progressivamente em cerca de 3 segundos para o valor máximo, que deve ser mantido durante 5 segundos;
- b) no caso de novo ensaio dielétrico e para os circuitos já submetidos a um ensaio dielétrico aquando da pré-montagem do conjunto, a tensão de ensaio deverá ser reduzida a 85% do valor indicado na tabela 11.

O ensaio é considerado satisfatório desde que não se verifique nem perfuração, contornamento ou disrupção entre as diferentes partes ensaiadas.

Um outro teste a executar ao quadro elétrico é o ensaio de equipotencialidade das massas mecânicas, entre o invólucro do quadro e o coletor de massas. Para tal é recomendada uma verificação visual prévia da presença dos elementos constituintes que garantem a continuidade elétrica (anilha de pitons, trança ou fio de massa) e um controlo elétrico de acordo com os valores de ensaio definidos pela Norma IEC 61439-1 de 2014. Para a execução deste ensaio, é requerida a utilização de um instrumento de medida da resistência ou uma montagem capaz de conduzir uma corrente alternada ou contínua superior a 10 A numa impedância de $0,1\Omega$ entre

os pontos de medida da resistência. Os cuidados a observar relativamente ao local de ensaio e ao operador são os descritos para os ensaios acima referidos.

Com vista à fiabilidade do ensaio de equipotencialidade das massas, os procedimentos a adotar estão explanados nas seguintes alíneas:

- a) O operador deve certificar-se de que as diferentes massas do quadro elétrico estão corretamente ligadas ao circuito de proteção e de que a sua resistência, medida entre o borne de entrada do condutor de proteção e a massa respetiva, não passa de $0,1\Omega$.
- b) Pode ser usado um equipamento de ensaio de leitura direta ou, na sua ausência, efetuar-se-ão os cálculos através da lei de Ohm.

O ensaio é considerado satisfatório quando o valor da resistência for menor que $0,1\Omega$.

Por fim, destaca-se o ensaio da resistência de isolamento, não obrigatório segundo a Norma IEC 61439 de 2014, mas cuja execução em todos os QE, de acordo com as práticas habituais, a Schneider-Electric recomenda. Este ensaio pretende garantir um nível de isolamento adequado para os quadros de baixa tensão, de acordo com a norma IEC 61439-1 de 2014 sendo que para a execução deste ensaio deve-se utilizar um aparelho de ensaio com capacidade para poder funcionar com uma tensão de 500 V corrente contínua; quanto às regras de segurança, as restrições a observar quer pelo operador quer no que respeita ao local são as exigidas para os ensaios descritos acima. Relativamente ao procedimento do ensaio, deve ser respeitado o seguinte:

- a) toda a aparelhagem deve estar na posição de funcionamento normal (ligado);
- b) com o neutro e as fases interligados, aplica-se uma tensão contínua de 500 V entre estes condutores comuns e a massa da estrutura, como mostra a figura 58;
- c) esta situação deve ser mantida durante 15 a 30 segundos.

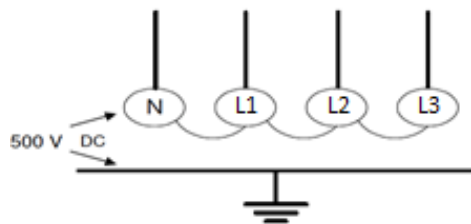


Figura 58 - Ensaio de resistência de isolamento entre todas as partes ativas

Os componentes que não suportam a tensão de ensaio (500V corrente contínua) deverão ser desligados (lâmpadas, voltímetros, amperímetros, bobinas de contactores, fusíveis, sinalizadores, etc). É de salientar que todos os aparelhos de proteção (disjuntores, interruptores, etc) devem estar na posição de fechados.

Deve-se aplicar a tensão de ensaio (500V corrente contínua) entre cada condutor ativo e com todos os outros condutores ativos interligados à massa, como se pode verificar nas figuras 59, 60, 61 e 62.

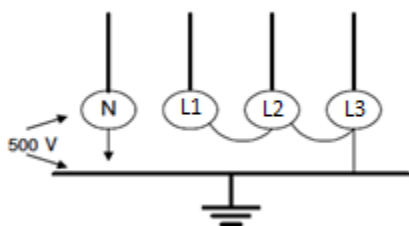


Figura 59 - Ensaio de resistência de isolamento entre o neutro em relação às fases e à massa

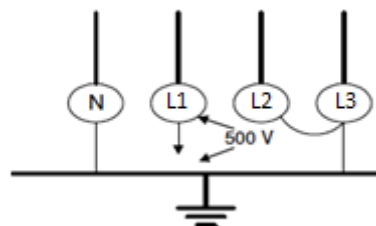


Figura 60 - Ensaio de resistência de isolamento entre a fase L1 em relação às fases L2 e L3, o neutro e a massa

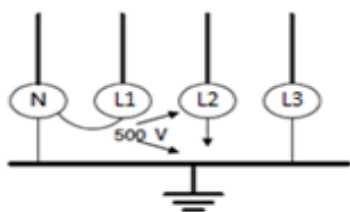


Figura 62 - Ensaio de resistência de isolamento entre a fase L2 em relação às fases L1 e L3, o neutro e a massa

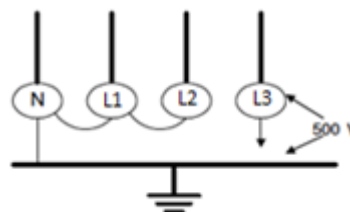


Figura 61 - Ensaio de resistência de isolamento entre a fase L3 em relação às fases L1 e L2, o neutro e a massa

O ensaio é considerado satisfatório se os valores das resistências de isolamento forem superiores a $1000 \Omega/V$

Aquando das verificações finais, o construtor do quadro emite uma declaração de conformidade para o equipamento e é obrigado a elaborar o ficheiro técnico que a comprova. O uso de um quadro elétrico testado de acordo com as Normas IEC-61439-1 de 2014 bem como a implementação do sistema de qualidade, na empresa, segundo a Norma ISO 9001 de 2008, são condições necessárias e facilitadoras da emissão da referida declaração de conformidade. Ficará, deste modo, atestado o profissionalismo de quantos intervieram na consecução do trabalho final, desde a conceção até à instalação do quadro elétrico, junto do cliente.

Posteriormente, o utilizador final deve solicitar um certificado do quadro de distribuição de baixa tensão, e requerer sistematicamente as verificações de rotina para assegurar que o sistema do quadro cumpre com a norma.

3. SMART PANEL

3.1. ENQUADRAMENTO

Perante o repto constantemente lançado à necessidade da diminuição dos consumos de energia e redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂) para a atmosfera, a eficiência energética e a gestão de energia surgem como principais ações a adotar nas instalações. Cada vez mais as empresas, as organizações e os utilizadores individuais demonstram preocupação crescente em relação à gestão dos seus edifícios e das respetivas infraestruturas técnicas, com o objetivo de reduzir os custos de energia e o impacto ambiental sem comprometer o conforto, funcionalidade, flexibilidade e a segurança dos utentes e das instalações.

Desde a década de 90, com a conferência de Quioto, através do Protocolo então assinado, a consciência internacional relativa à sustentabilidade do ambiente ganhou uma dimensão tal que despoletou tomadas de decisão e imposições jurídicas no que respeita à emissão de gases com efeito de estufa, com implicações imediatas na eficiência energética. No âmbito desta temática, os esforços que ultimamente a União Europeia tem vindo a desenvolver consubstanciam-se, principalmente, em normativos específicos, que progressivamente vão sendo adaptados a metas que o Parlamento Europeu e o Conselho

estabelecem, a prazo. A Diretiva Comunitária nº 2002/91/CE de 16 de dezembro de 2002 exigia aos estados membros a emissão de certificados energéticos em edifícios quer públicos quer privados, obedecendo a determinados requisitos. Nesta conformidade, o ordenamento jurídico nacional transpôs-la através do Decreto-Lei nº 78/2006, de 4 de abril (aprovação do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios), do Decreto-Lei nº 79/2006, de 4 de abril (aprovação do Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios) e do Decreto-Lei nº 80/2006, de 4 de abril (aprovação do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios). Posteriormente, a Diretiva nº 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto, reformulou o estabelecido na Diretiva nº 2002/91/CE com o objetivo de “reforço do quadro de promoção do desempenho energético nos edifícios, à luz das metas e dos desafios acordados pelos Estados-Membros para 2020.” [25]. Este Decreto-Lei tem como objeto “assegurar e promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios através do Sistema Certificação Energética dos Edifícios (...)”, conforme se lê no disposto no ponto 1 do seu Artigo 1º.

Como se verifica, esta visão prospetiva implica uma atualização e desenvolvimento da técnica e tecnologia existentes, e a necessidade de cumprir novos desafios leva as empresas a adotarem medidas e a criarem diferentes soluções energéticas.

No domínio específico dos quadros elétricos (QE) a função de um QE tradicional vem-se tornando obsoleta e desfasada ao nível da atividade comercial, industrial e de serviços, em confronto com a automatização dos processos e a autonomia de linhas de fabrico e de montagem, não correspondendo às necessidades e aspirações de modernização e desenvolvimento tecnológico. Assim, na era da comunicação, conceitos como conetar, medir e armazenar foram transpostos para este domínio, tendo sido criada a tecnologia *Smart Panel*.

Atualmente um dos sistemas usados para fazer o controlo e manutenção da instalação e a gestão de energia é o sistema de gestão técnica centralizada (SGTC) responsável pelo controlo e supervisão dos sistemas tecnológicos, nomeadamente dos subsistemas de iluminação, de ventilação e ar condicionado, de controlo de acessos, de emergência, consumos, grupo gerador, baterias de correção de fator de potência, etc.

O *Smart Panel*, conceito da tecnologia quadro elétrico inteligente, constitui uma mais-valia ao nível da comunicação e como complemento a um SGTC.

O modo de conceção deste tipo de quadros é idêntico ao descrito no capítulo anterior; integra, além disso, diferentes dispositivos com novas funcionalidades, descritos mais abaixo, que permitem a troca de informação e de comunicação, convertendo o quadro elétrico num sistema que agrupa proteção, supervisão, controlo, armazenamento e manutenção preventiva, levando, assim, a um maior controlo dos gastos de energia e a uma monitorização constante.

3.2. FUNÇÕES DOS *SMART PANELS*

Cada vez mais o apelo à poupança e à utilização racional da energia são exigências impostas por entidades nacionais, principalmente no âmbito das políticas energéticas dos diferentes governos através da Direção Geral da Energia e Geologia (DGEG) do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, e no âmbito da sua regulação pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE); a nível internacional o Parlamento Europeu e o Conselho adotam a legislação apresentada pela Comissão Europeia; a nível do utilizador, as restrições financeiras e a consciencialização para a preservação dos recursos e do ambiente apelam também a este espírito de poupança. Como tal, a combinação de algumas medidas permite a poupança de energia até 30%. Deste modo, poderá poupar-se entre 10% e 15% em equipamentos e instalações eficientes, ou seja, equipamentos com baixos consumos e edifícios devidamente isolados; entre 5% e 15% na utilização otimizada dos equipamentos e instalações: devem ser desligados os equipamentos quando não são necessários, e regulados os motores ou aquecimento a níveis otimizados; entre 2% e 8% na elaboração de um programa permanente de monitorização e de melhoria [26]. Além destas medidas e procedimentos que o utilizador da instalação deve adotar, aconselháveis por uma questão de respeito e do mais elementar bom senso, existe uma última geração de aparelhos elétricos com novas funcionalidades que permitem o controlo total de uma instalação: o *Smart Panel surge*, então, como uma tecnologia de auxílio para a medição, comunicação e gestão de uma instalação e conta com gamas de dispositivos criadas pela Schneider-Electric, Enerlin'X e Acti9.

No que respeita à medição, os quadros elétricos representam atualmente importantes fontes de dados exibidos localmente e também disponíveis via redes de comunicação. Com efeito, através de um contador de energia o sistema é capaz de recolher informações relativas aos consumos da instalação; através de contadores de água e gás, o sistema é dotado da capacidade de recolha de informação relativamente 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 de energia pode ser feita tanto local como remotamente. Os dados registados pelos contadores de água e gás e pelos sensores de temperatura apenas estão acessíveis nos dispositivos que estejam conectados à rede de comunicação da instalação (p.e., gestão técnica, *tablet*, *smartphones*).

Os dispositivos que monitorizam as proteções executam, à distância, as funções de abrir e fechar o circuito, rearmar o disjuntor, sinalizar o estado do disjuntor (aberto ou fechado), detetar a presença de defeito; comunicam ainda a posição de encastrado ou não encastrado do disjuntor no chassi, nomeadamente nos quadros industriais. Os dispositivos que controlam, remotamente, as cargas apresentam-se sob as formas de auxiliar de contactores ou auxiliar de telerruptor: têm como função controlar o contactor e o telerruptor, respetivamente, e indicar o estado de aberto/fechado dos mesmos.

Relativamente à comunicação, esta é estabelecida através de diferentes interfaces que fornecem o acesso aos dados através da rede *Modbus* e *Ethernet*. O protocolo *Modbus* é usado dentro dos quadros elétricos entre os diferentes componentes. Já o protocolo *Ethernet*, por cabo ou por *wi-fi*, é usado no interior do edifício para a ligação dos computadores, *tablets*, ou *smartphones* a QE's. É usada, ainda, a tecnologia de transmissão digital de dados via rede telefónica (DSL) ou a tecnologia *General Packet Radio Service* (GPRS) para o acesso à instalação por parte do utilizador no exterior do edifício.

Como complemento à medição e à comunicação, a gestão é um dos aspetos mais importantes para o bom funcionamento do conjunto. Esta pode ser feita através de um ecrã tátil, que permite não só a visualização da informação essencial como de alarmes relativos à rede elétrica em tempo real; permite ainda o controlo de várias cargas (abrir, fechar, reiniciar). Outro modo de gerir a instalação é através de um computador com *browser* na *web*: os diferentes componentes da gama Enerlin'X contêm páginas *web* de monitorização que, caso haja necessidade, geram notificações e e-mails automáticos na deteção de uma anomalia na rede. Através destas páginas o utilizador tem, ainda, a possibilidade de controlar as diferentes cargas da instalação e de acompanhar os seus consumos, o que se reveste de grande importância para a otimização da utilização de energia no edifício. Além da Enerlin'X, a gama Acti9 é um complemento do *Smart Panel* no âmbito da comunicação, da gestão e da atuação. Através da conjugação destes componentes, em qualquer momento o utilizador pode consultar o histórico e assim perceber se deve fazer algum tipo de ajuste. Existe, além disso, a possibilidade de o cliente querer gerir a instalação através de um

software adaptado às suas necessidades, ou seja, criado propositadamente para a instalação em causa.

3.3. LOCAIS DE INSTALAÇÃO

A solução *Smart Panel* é passível de ser aplicada a qualquer tipo de edifícios e utilização: habitação, comércio, serviços, indústria. Dado o enorme potencial desta tecnologia e das funções nela incorporadas, é mais comum a instalação em edifícios destinados a atividades industriais e comerciais, atendendo aos espaços de grandes dimensões normalmente característicos deste tipo de edifícios, à existência de maquinaria em laboração por vezes permanente, aos sistemas de climatização, de iluminação, de deteção de anomalias. O elevado consumo de energia associado a estas situações impõe a necessidade de monitorização e controlo constantes, independentemente de se verificar, ou não, a gestão dos recursos humanos em turnos de laboração. O objetivo é a consecução de maior eficiência no consumo energético.

3.4. PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO

A utilização de protocolos de comunicação remonta aos anos 80 quando, devido à necessidade de redução de custos de manutenção e de exploração de edifícios, surgiram os sistemas de gestão técnica formados por componentes de controlo de funções de equipamentos variados, de diferentes fabricantes.

A integração de equipamentos de diferentes fabricantes torna-se, por vezes, complexa dado que cada um se especializa num determinado subconjunto de serviços, e os seus equipamentos apenas comunicam entre si. No entanto, devido ao avanço da tecnologia e às exigências dos utilizadores, há uma necessidade diária de estabelecer comunicação entre os dispositivos de diferentes fabricantes, pelo que não podem existir barreiras na comunicação entre os componentes. Como tal, os protocolos de comunicação são fundamentais para que o entendimento seja pleno.

Os protocolos de comunicação consistem, então, num conjunto de regras que determinam o modo de proceder à comunicação entre os equipamentos, na rede. Estas regras definem algumas das características da rede, como a velocidade de transmissão ou o mecanismo de deteção de erros. De uma vasta gama de protocolos referencia-se, adiante, os mais comumente utilizados num SGTC e em *Smart Panels*.

O protocolo *BACnet*, de comunicação de dados para redes de automação e controlo em edifícios, é um protocolo standard aberto, muito utilizado nos Estados Unidos da América (EUA) e vocacionado para sistemas de gestão técnica centralizada: é um conjunto de regras para a criação de redes interoperáveis de um Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC). Surgiu nos Estados Unidos da América nos anos 90, criado pela *Standing Standard Project Committee* (SSPC), e é hoje um padrão aceite e normalizado pela *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) /ANSI nº135 no mercado interno, na Europa (CEN TC 247), e no mundo (ISO 16484-5). Abrange o controlo de gestão de climatização (ar condicionado e ventilação), integração com sistemas externos (*chiller's*, contagens de energia, variadores de velocidade e outros) e controlo de iluminação (vários sistemas).

O protocolo *LonWorks* é igualmente vocacionado para sistemas de gestão técnica centralizada. Foi criado pela norte-americana Echelon nos anos 90, para dispositivos de controlo para transmissão de dados sobre a rede elétrica, cabo de par torçado, fibras óticas e radio frequência. É usado para automação de várias funções, e atualmente partilhado por muitos fabricantes, que utilizam este protocolo em edifícios para a iluminação, o ar condicionado e a climatização (AVAC). É suportado pela *LonMark* e aprovado pelo ANSI.

O protocolo TCP/IP, nascido nos EUA no âmbito militar, cujo principal objetivo era ser capaz de identificar e encontrar a melhor rota possível entre dois sites, além de ser capaz de procurar caminhos alternativos em caso de destruição dos iniciais, constituiu-se como um recurso para um projeto experimental, o ARPANET (*Advanced Research Project Agency Network*). Tendo ultrapassado o domínio estritamente militar, integrou, na década de setenta, um projeto mais abrangente que originou a atual internet. O protocolo TCP/IP representa um conjunto de protocolos que permitem que diversos equipamentos constituintes de uma rede possam comunicar entre si. É estruturado por camadas: cada uma utiliza e presta serviços às camadas adjacentes.

O *Modbus* é um protocolo de comunicação de dados criado na década de 1970 e é utilizado em sistemas de automação industrial. Constitui-se como um dos mais antigos protocolos utilizados em redes de Controladores Lógicos Programáveis para aquisição de sinais de instrumentos e comando de atuadores. O *Modbus* utiliza o RS 485 ou a *Ethernet* como meio físico e o seu mecanismo de controlo de acesso aos diferentes dispositivos é do tipo mestre-escravo, em que a estação mestre envia mensagens aos escravos solicitando-lhes que enviem os dados lidos pela instrumentação. A estação mestre pode também enviar sinais para serem escritos nas saídas, para o controlo dos atuadores [27].

O protocolo KNX é um *standard* Europeu que garante a compatibilidade dos sistemas eletrônicos de diferentes fabricantes de equipamentos domóticos nos edifícios. É um dos protocolos mais utilizados no setor residencial. A eficiência do protocolo levou ao aparecimento da Associação KNX cujo objetivo se centra na racionalização do consumo de energia em habitações e edifícios.

O protocolo *Profibus* nasceu em 1987, na Alemanha, e é um protocolo aberto criado para atuar no ramo da automação, que permite a integração de equipamentos de diversos fabricantes numa mesma rede. Neste protocolo tecnologicamente inteligente, todos os dispositivos na rede estão ligados a um *bus* principal; conseguem executar autodiagnósticos e testes de conexão e a troca de informação é eficiente. O padrão *Profibus* conta com três tipos de tecnologias: *Profibus DP*, *Profibus PA* e *Profinet*.

O protocolo *Mbus* é um protocolo *standard* principalmente desenvolvido para a leitura de dados de medição tais como contadores (gás, energia elétrica, água).

O protocolo *Ethernet*, rede mundialmente utilizada para redes de computadores, teve origem em 1973 e foi desenvolvida pela Xerox. O grande desafio foi levar a *Ethernet* para a indústria e torná-la no que é hoje, uma das redes com maior crescimento neste setor. A rede *Ethernet* é visível em qualquer aplicação que necessite de redes entre PLC's e sistemas de supervisão. O fator tempo, numa fábrica, é muito importante e por isso é necessário haver uma comunicação eficiente em tempo real. A performance, o baixo custo e a comunicação com os computadores tornou a *Ethernet* uma rede de excelência para este tipo de meios quer industriais quer domésticos [28].

Relativamente à tecnologia *Smart Panel*, os protocolos de comunicação usados são os protocolos *Modbus* e *Ethernet*. Dependendo da arquitetura adotada para o projeto do QE inteligente, este pode integrar, ou não, os dois protocolos de comunicação.

3.5. TECNOLOGIA E COMUNICAÇÃO ENTRE DISPOSITIVOS

O sistema *Smart Panel* é dotado de dispositivos comunicantes que, quando devidamente interligados, permitem a interação entre o utilizador e a instalação. Dependendo dos requisitos estabelecidos pelo cliente, existem diversas soluções que podem ser instaladas numa rede doméstica ou industrial. É de salientar que esta tecnologia não necessita de ter obrigatoriamente a possibilidade de ser gerida ou controlada através de um *smartphone*, *tablet* ou qualquer outro dispositivo com ligação à internet, como se pode constatar na figura

63, em que a instalação se encontra a comunicar com o computador local através do protocolo *Ethernet*, que dá origem à denominada rede *Ethernet*.

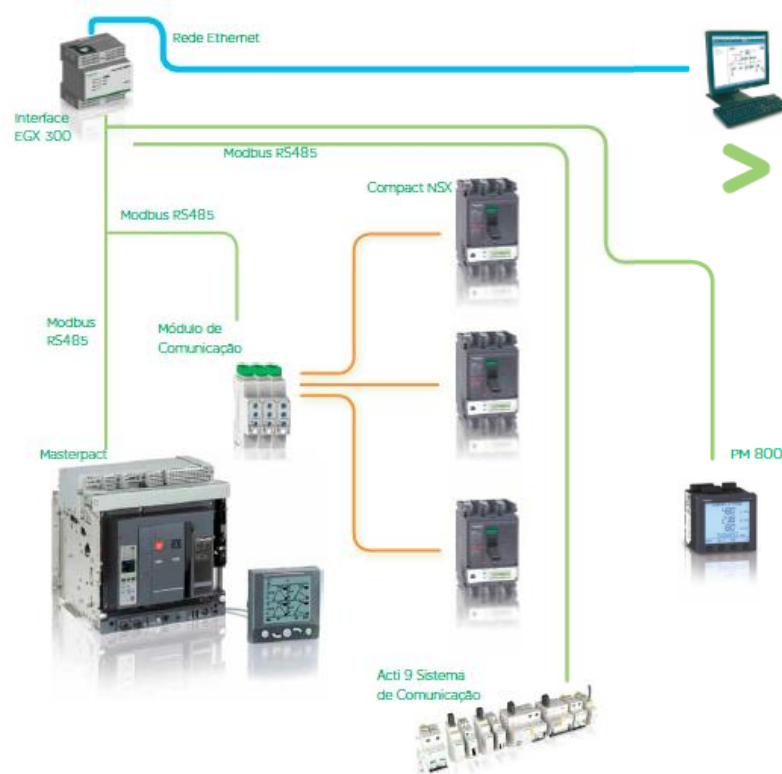


Figura 63 - Modo de comunicação

Para que os dispositivos instalados num quadro consigam comunicar, a informação circule sem percalços e a intervenção remota na instalação seja feita em segurança, é imperativo que sejam criados protocolos de comunicação. Neste sistema, o cordão *Universal Logic Plug* (ULP) estabelece a comunicação dos dispositivos Compact e Masterpact com os dispositivos Enerlin'X (*Interface Ethernet* (IFE), *Interface Modbus* (IFM), FDM121, I/O). O protocolo *Modbus* é utilizado dentro dos quadros elétricos entre os diferentes componentes. Já o protocolo *Ethernet*, por cabo ou por *wi-fi*, é usado no interior do edifício para a ligação dos computadores, *tablets*, ou *smartphones* ao QE.

A hierarquia de comunicação usada na tecnologia *Smart Panel* está evidenciada na figura 64:

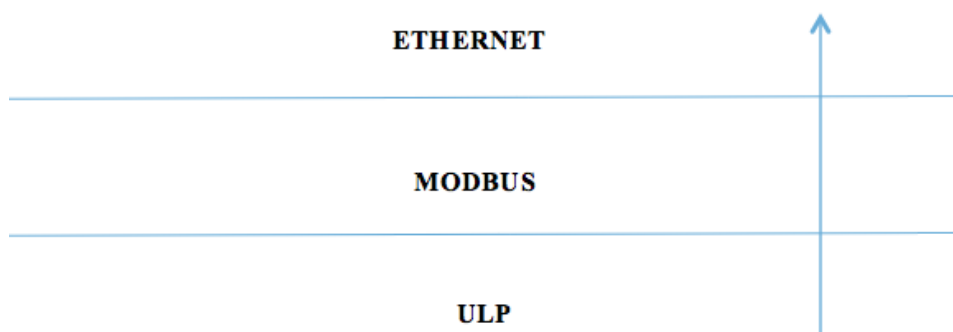


Figura 64 - Níveis de comunicação num Smart Panel

Assim, a figura 64 permite verificar as virtualidades da tecnologia Smart Panel: embora haja possibilidade de comunicação apenas com a utilização do sistema ULP, ela restringe-se à possibilidade de controlo de um elemento; contudo, através do protocolo *Modbus*, o potencial comunicativo expande-se permitindo um leque mais alargado de controlo de componentes; é a através do protocolo *Ethernet* que se torna possível a conexão do sistema a uma central de gestão com possibilidade de acesso remoto.

3.6. PRINCIPAIS COMPONENTES QUE INTEGRAM UM *SMART PANEL*

3.6.1. ENQUADRAMENTO GERAL

Para além dos componentes comuns que perfazem um quadro elétrico tradicional, invólucro, barramentos e toda a aparelhagem que o constitui, a mais-valia do *Smart Panel* manifesta-se por características específicas exigidas por determinados dispositivos, otimizando o seu desempenho para que o conceito de monitorização e controlo à distância possa ser estabelecido em pleno. No decorrer deste subcapítulo são identificados e descritos os principais componentes que integram um *Smart Panel*.

3.6.2. DISJUNTORES

Os disjuntores Compact NSX, Compact NS, Masterpact NW e NT, componentes de um quadro elétrico tradicional, são passíveis de acoplamento de dispositivos com vista à

otimização das funções que executam, no âmbito do *Smart Panel*, facultando um controlo mais eficaz do consumo e do desempenho dos dispositivos e da instalação.

Aos disjuntores Compact NSX pode ser acoplado um de três tipos de componentes: uma unidade magnetotérmica, uma unidade magnética ou uma *Micrologic*, unidade de controlo. Para o estudo em causa vai ser abordado um modelo específico de *Micrologic* que permite ao utilizador acompanhar os consumos da sua instalação, configurar alarmes, consultar histórico e tabelas de eventos. As suas características são apresentadas de seguida.

Micrologic 5/6 A ou E

Com este dispositivo acoplado, como evidenciado na figura 65, o disjuntor fica dotado de proteção da instalação contra sobrecargas durante um longo período de tempo, contra curto-circuitos quer durante um pequeno período de tempo, quer no instante em que deteta o defeito; permite ainda sinalizar a existência de um defeito de terra (*Micrologic 6*). Um relé SDx instalado no interior do disjuntor pode ser usado para obter remotamente determinados parâmetros, tais como alarmes no caso de sobrecargas (*Micrologic 5*) ou sinalização de defeito de terra (*Micrologic 6*). As *Micrologic 5/6* são dotadas de um pequeno LCD que permite a leitura da corrente (*Micrologic 5/6 A*) e da energia consumida pela instalação (*Micrologic 5/6 E*); faculta, ainda, a leitura dos valores de tensão, frequência e potência. No caso de o utilizador preferir ter acesso a esta informação sem recorrer ao interior do QE, pode ser colocado um *display* na portinhola. A comunicação entre o disjuntor e qualquer outro dispositivo, seja ele *display* (leitura *in loco*), IFM ou IFE (leitura à distância) é feita através de um cordão ULP.



Figura 65 – Unidade *Micrologic* incorporada no disjuntor

Aos disjuntores Compact NS e Masterpact pode ser acoplado outro tipo de *Micrologic* para se tornarem comunicantes. É de salientar que as funções destes diferentes dispositivos são idênticas às das *Micrologic* para os disjuntores Compact NSX. A título de exemplo vai ser evidenciado o funcionamento da unidade de controlo *Micrologic 6E*.

Este dispositivo tem a capacidade de fazer a leitura de energia consumida numa instalação e colocá-la visível através de um pequeno LCD incorporado na *Micrologic*. Faz medições de corrente, de tensões fase-fase, fase neutro, da potência ativa, reativa e aparente, do fator de potência, e da energia ativa, reativa e aparente. Em conjunto com a opção de comunicação COM, a unidade de controlo consegue transmitir as definições configuradas e todos os valores de corrente e de energia medidos, e permite ainda a conexão a um LCD externo. Além da capacidade de leitura esta *Micrologic* permite, no que respeita à proteção, a configuração do disjuntor a que está acoplada, cujos limites e atrasos são definidos em potenciômetros que se encontram na parte frontal da *Micrologic*. Este dispositivo é capaz de proteger a instalação de sobrecargas (sinalizando através de um Led amarelo), de curto-circuitos e de defeitos à terra. A proteção do condutor neutro é assegurada apenas em disjuntores de 4 pólos [29]. Além destas funções, a *Micrologic 6E* permite o acesso aos indicadores de manutenção (histórico de disparos, desgaste dos contactos), que facilita um melhor controlo do desempenho do equipamento, favorecendo a durabilidade e garantia da fiabilidade do sistema de energia.

No caso de se querer visualizar os parâmetros noutra tipo de suporte, poder-se-á conectar um pequeno LCD (FDM 121) ao disjuntor através de um cordão ULP. A figura 66 apresenta a ordem dos pinos de saída de um cabo ULP.

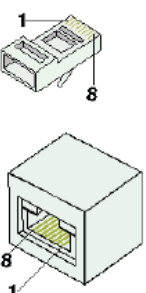
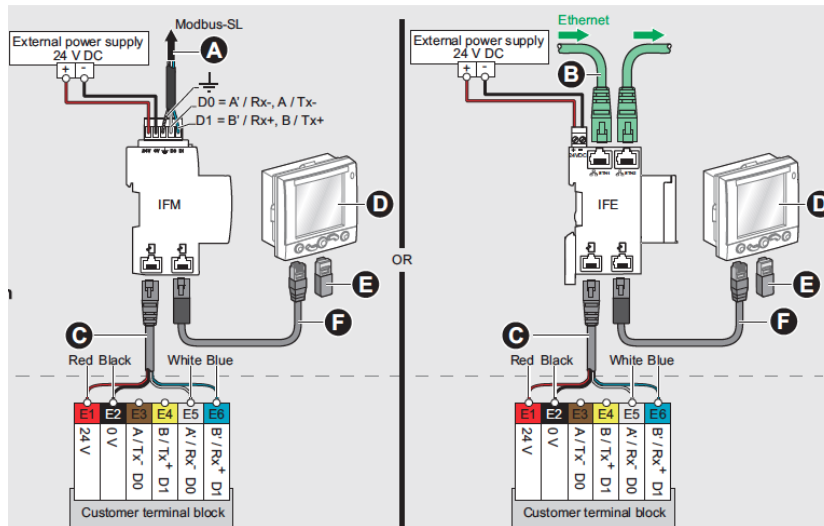
| RJ45 Connector | Pin Number | Pair Number | Wire Color | Assignment |
|---|------------|-------------|--------------|------------|
|  | Cover | Shielding | Braid | Shielding |
| | 1 | Pair 2 | White-orange | Data (H) |
| | 2 | Pair 2 | Orange | Data (L) |
| | 3 | Pair 3 | White-green | 0 V |
| | 4 | Pair 1 | White-blue | Reserved |
| | 5 | Pair 1 | Blue | 24 V |
| | 6 | Pair 3 | Green | Reserved |
| | 7 | Pair 4 | White-brown | 0 V |
| 8 | Pair 4 | Brown | 24 V | |

Figura 66 – Configuração de um cabo *Univeral Logic Plug*

Também o disjuntor Masterpact pode ser conectado ao *Interface Modbus* (IFM) ou ao *Interface Ethernet* (IFE), dependendo do tipo de instalação requerida pelo utilizador. A figura 67 mostra um exemplo de uma ligação disjuntor-IFE/IFM-FDM121.



A: Rede *Modbus* B: Rede *Ethernet* C: Cordão ULP D: Display FDM
 E: Terminal fim de linha ULP F: Cordão ULP

Figura 67 - Conexões do Masterpact ao Interface *Modbus* e Interface *Ethernet* e FDM121

Apresentados os disjuntores Compact NSX, Compact NS, Masterpact NW e NT e as suas potencialidades quando associados a unidades de controlo, há que considerar um meio para a informação ser veiculada. O processo de comunicação subjacente à tecnologia *Smart Panel* permite não apenas a veiculação mas também a troca de dados e a possibilidade de atuar sobre a aparelhagem. Para tanto, conta com dois sistemas de comunicação disponíveis em função das necessidades do cliente: o sistema de comunicação Enerlin'X e o sistema de comunicação Acti9, a seguir apresentados.

3.6.3. SISTEMA DE COMUNICAÇÃO ENERLIN'X

Do sistema de comunicação Enerlin'X fazem parte diversos dispositivos que, quando devidamente configurados e interligados, permitem a troca de informação entre os diferentes dispositivos e o operador da rede. São eles:

- Módulo *Interface Modbus* (IFM);
- Módulo *Interface Ethernet* (IFE);

- Módulo E/S;
- Ecrã FDM 128;
- Ecrã FDM 121;
- *Data Logger Com 'x200.*

Módulo Interface Modbus (IFM)

O módulo IFM tem como objetivo atribuir um endereço, *internet protocol* (IP) ao disjuntor a ele conetado e interligar disjuntores de baixa tensão (Masterpact, Compact NSX) a uma rede *Modbus*. Com o disjuntor deve ser fornecida uma porta *Universal Logic Plug* (ULP) para poder ligar o disjuntor ao interface. A porta está disponível num auxiliar *Modbus communication for Micrologic*, BCM ULP, ou num módulo *Breaker Status Control Module*, (BSCM) (que fornece uma porta de comunicação ULP para uma unidade de disparo *Micrologic*, dando acesso a monitorização e controlo a partir de redes a nível superior, *Modbus* ou *Ethernet*) incorporado de acordo com a gama da aparelhagem. Os valores elétricos, o estado de alarme e os estados aberto/fechado podem, assim, ser monitorizados ou controlados.

Na cabeça do interface estão situados os terminais de ligação extraíveis (ligação *Modbus*). Na parte inferior encontram-se as portas para ligações ULP através das fichas RJ45, onde irá ligar o disjuntor ou um ecrã de visualização (FDM121). A figura 68 representa o dispositivo em questão, devidamente descrito [30].

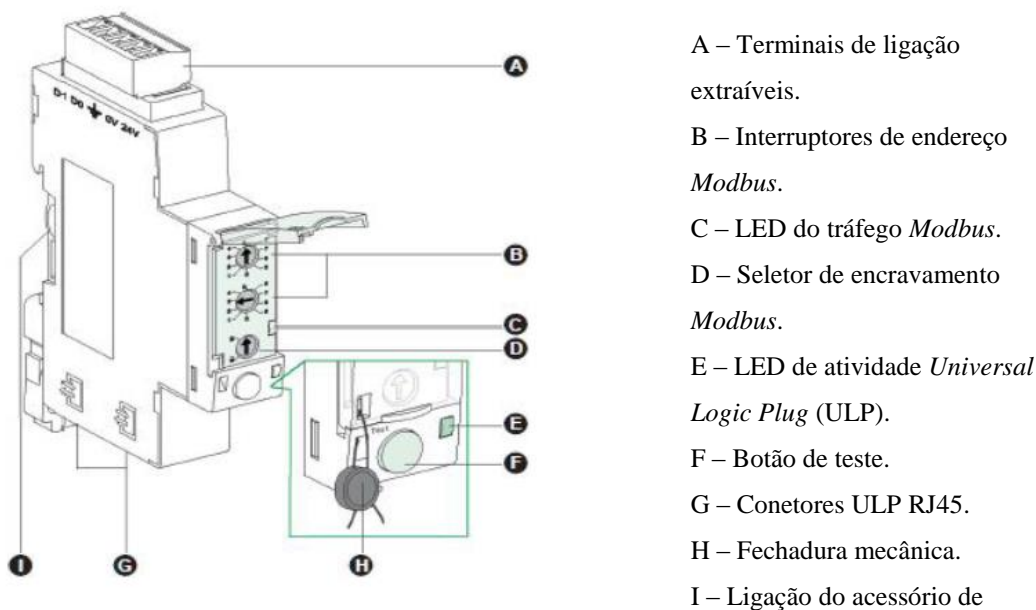


Figura 68 – Interface *Modbus*

Graças aos seus seletores é possível gerar até 99 endereços. Para definir o endereço *Modbus* para 1, deve-se virar o seletor do cadeado para a posição de desbloqueado. De seguida define-se o seletor x10 para 0 e o seletor x1 para 1. Por fim, vira-se o seletor do cadeado para a posição de bloqueado. A figura 69 mostra o exemplo dado.

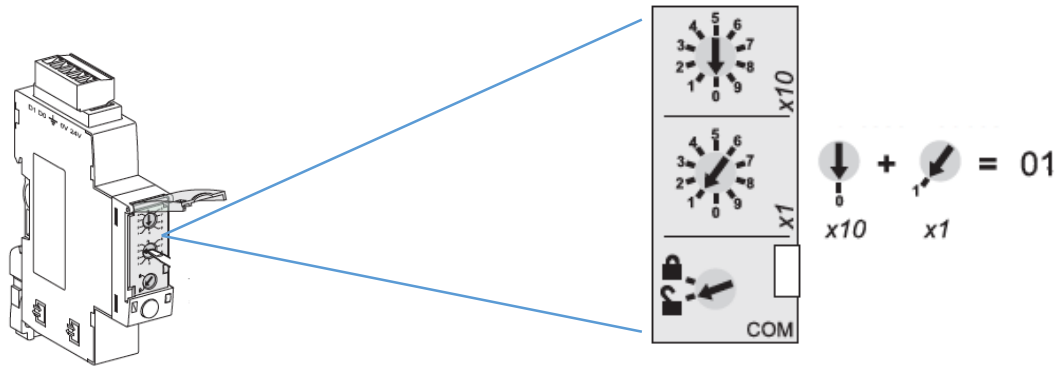


Figura 69 - Configuração do endereço

Para simplificar a instalação de vários IFM's, estes podem ser empilhados até um total 12 dispositivos, como se pode visualizar na imagem da figura 70. De seguida, é ilustrado um conector de ligação com a respetiva ligação *Modbus* (figura 71).

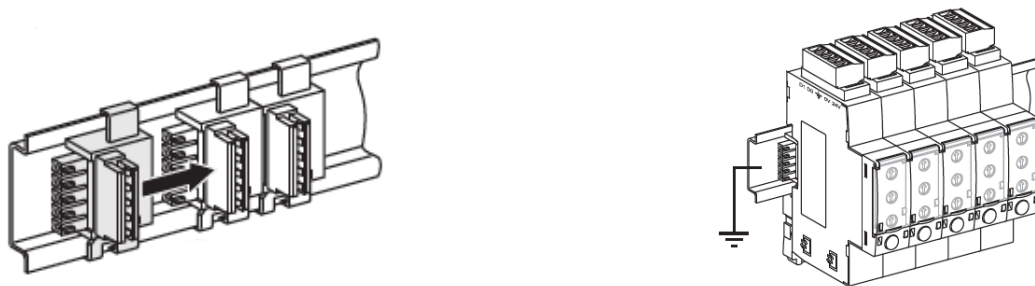


Figura 70 - Empilhamento de Interface *Modbus*

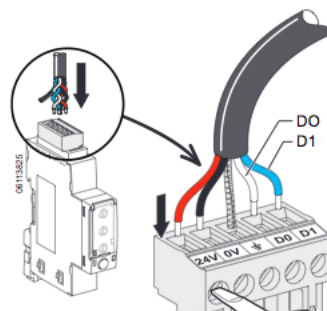


Figura 71 - Ligação *Modbus*

Módulo IFE

O módulo IFE tem como objetivo permitir ligar disjuntores de baixa tensão (BT) (Masterpact, Compact NSX) a uma rede *Ethernet*. O dispositivo IFE existe em dois modelos: IFE para permitir a ligação do disjuntor à rede *Ethernet* e IFE+*gateway* que contém páginas integradas *web* de configuração, monitorização e controlo. Este dispositivo contém duas portas *Ethernet* e é alimentado através de um bloco de terminais com uma tensão de 24 V corrente contínua, situado à cabeça, junto das portas *Ethernet* referidas. Na parte inferior situam-se as portas ULP, tal como ilustram as figuras 72 e 73 [31].



Figura 72 – Bloco de terminais da fonte de 24V (esquerda); Portas *Universal Logic Plug* (direita)

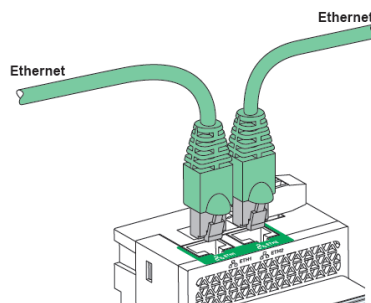


Figura 73 - Portas *Ethernet*

As páginas *web* integradas neste dispositivo permitem uma configuração imediata de toda a aparelhagem integrada na rede. A partir da funcionalidade de deteção de *Ethernet* (DPWS) deve ser aberta a página *web* IFE *Ethernet*, introduzida a credencial de acesso e só depois iniciada a configuração. A figura 74 exemplifica o início da configuração da aparelhagem.

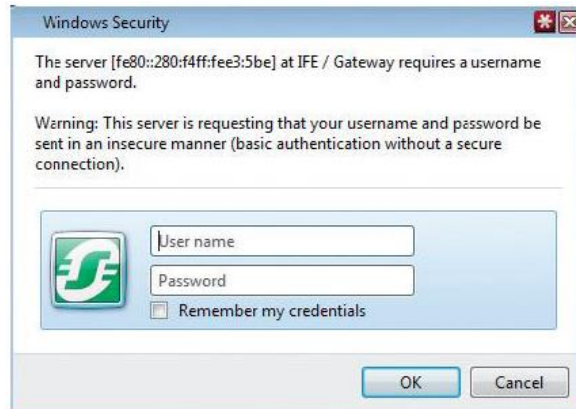


Figura 74 - Credenciais de acesso ao software

Numa primeira abordagem é feita a configuração da *Ethernet*, pelo que devem ser preenchidos os parâmetros gerais e de comunicação do menu de configuração, como o nome da rede, o endereço *Internet Protocol* (IP) que pode ser fixo ou variável. A figura 75 demonstra o passo descrito.



Figura 75 - Configuração da *Ethernet*

De seguida procede-se à configuração dos aparelhos *Modbus* (escravo) em que é necessário efetuar o registo do nome do aparelho em questão bem como do seu endereço

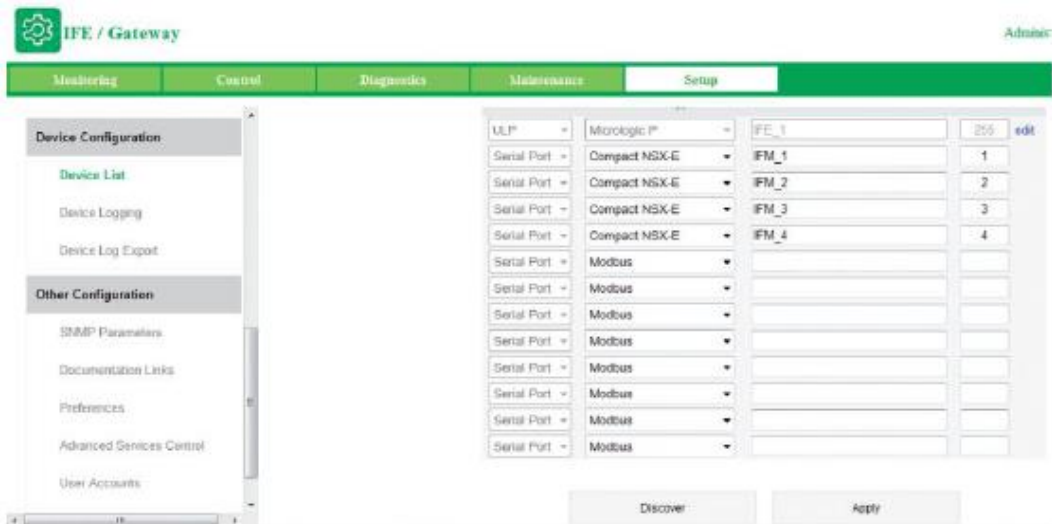


Figura 76 - Configuração dos escravos

Modbus, tal como mostra a figura 76. O IFE fornece uma funcionalidade de deteção automática de dispositivos escravo que a ele estejam conectados em *Modbus*.

Tanto a comunicação como os aspetos funcionais (estado Aberto/Fechado e controlo Abrir/Fechar) podem ser testados com as páginas *web*, tal como mostra a imagem 77. Para obtenção de um relatório, pode ser feito um *printscreen* da página *web* [32].



Figura 77 - Diagnóstico dos dispositivos conectados

Módulo input/output (I/O)

O módulo I/O, para o disjuntor de BT (Masterpact e Compact NSX), faz parte de um sistema ULP com funcionalidades e aplicações integradas. Este dispositivo é dotado de seis entradas lógicas com alimentação própria quer para o contacto seco NA e NF (os contactos

normalmente abertos, NA, mantêm desligada uma determinada carga até ao momento em que é injetada uma corrente no relé fechando os contactos que automaticamente alimentará a carga; já os contactos NF, normalmente fechados, mantêm ligada uma determinada carga até ao momento em que é injetada uma corrente no relé abrindo os contactos que automaticamente deixa de alimentar a carga) quer para o contador de impulsos, de 3 saídas lógicas que são um relé biestável (relé com dois estados distintos, abrir e fechar), (5A máximo) e de uma entrada analógica para sensor de temperatura, Pt100. A principal função deste dispositivo é dar a informação ao utilizador da posição do disjuntor no chassi. Na figura 78 pode ver-se o módulo I/O com as respetivas ligações ao disjuntor.

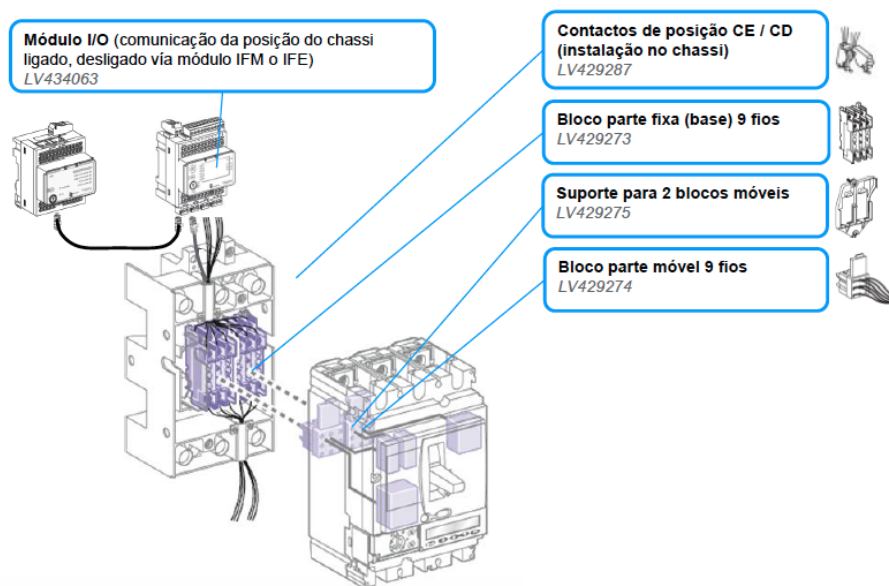


Figura 78 - Módulo I/O e respetivas ligações

Na parte frontal do aparelho encontram-se dois seletores rotativos que permitem ao instalador definir a ação que deseja ver cumprida por parte do módulo e, de seguida, bloquear o seletor, tal como ilustra a figura 79. Como se pode constatar, nas figuras seguintes estão descritas todas as funcionalidades deste módulo [33].

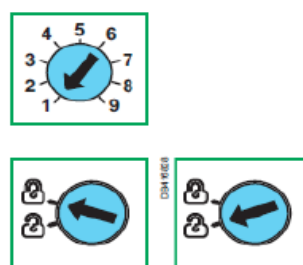
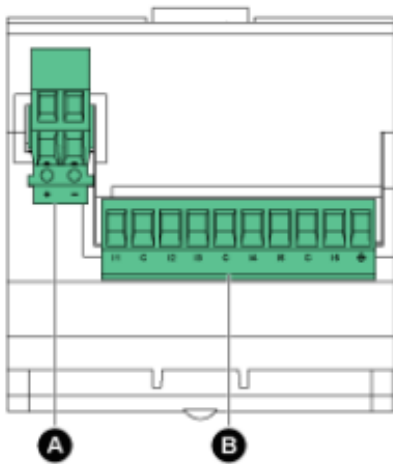


Figura 79 - Seletor das aplicações pré configuradas

Através do módulo I/O, é possível predefinir uma aplicação a partir da posição do seletor. Assim, é possível proceder à gestão da posição do disjuntor no chassi, do funcionamento do disjuntor, do controlo de carga e iluminação, de espaços de reserva para eventuais necessidades, e de aplicações predefinidas pelo utilizador como, por exemplo, funções de proteção, de controlo, de gestão de energia e de monitorização. A posição de um seletor rotativo é indicadora das operações pretendidas, como indicado na tabela 13. A figura 80 mostra, em esquema, os terminais do dispositivo em questão.

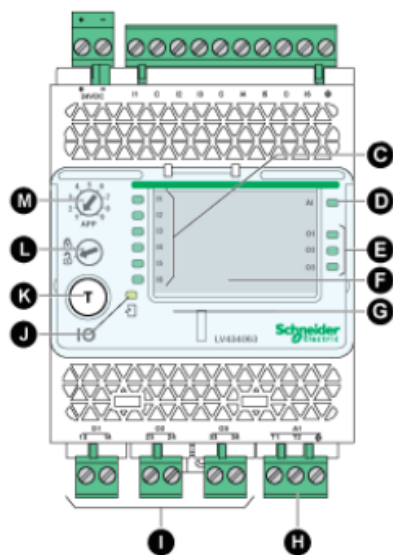
Tabela 13 - Aplicações pré-configuradas

| Posição do seletor rotativo do I/O | Aplicação pré-definida | Descrição |
|---|--------------------------------|---|
| 1 | Gestão da posição no chassi | Monitoriza a posição do disjuntor no chassi |
| 2 | Funcionamento do disjuntor | Controlo da abertura e do fecho do disjuntor através do controlo local ou remoto e a ordem de inibição do fecho |
| 3 | Reserva | |
| 4 | Controlo de carga e iluminação | Controlo da aplicação de carga e iluminação |
| 5-8 | Reserva | Para evolução futura |
| 9 | Personalizado | Executa as aplicações definidas pelo utilizador com o módulo de aplicação I/O. |



A: Bloco de terminais da fonte de alimentação de 24 V;

B: Bloco de terminais da entrada digital.



C: 6 LED do estado de entrada;

D: LED do estado da entrada analógica;

E: 3LED do estado da saída;

F: Etiquetas de identificação do módulo de aplicação E/S;

G: Tampa transparente vedável;

H: Bloco de terminais da entrada analógica;

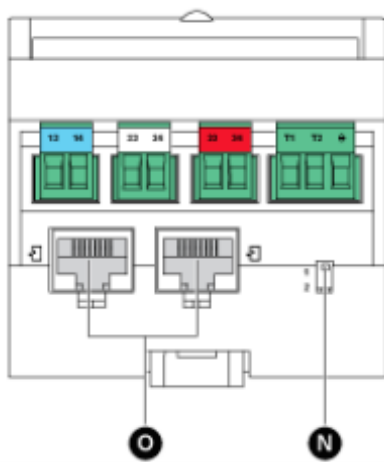
I: Bloco de terminais da saída digital;

J: LED do estado da *Universal Logic Plug*;

K: Botão de teste/reposição (acessível com a tampa fechada);

L: Seletor de bloqueio de definições;

M: Interruptor rotativo de aplicação: 1 a 9.



N: Interruptor para o endereçamento de E/S (E/S 1 ou E/S 2);

O: Conectores *Universal Logic Plug*.

Figura 80 - Terminais do módulo I/O

Ecrã FDM128

O FDM128 é um ecrã de visualização com comunicação em rede *Ethernet*. Este dispositivo permite recolher dados de até 8 aparelhos, através da rede *Ethernet*, nomeadamente de disjuntores Masterpact ou Compact, quer através de interfaces *Ethernet* quer de *gateway*, de disjuntores modulares, atuadores, contadores e sensores analógicos, desde que estejam agrupados e ligados a uma interface do Acti9 *Smartlink* (adiante explicitado). O FDM128 gera e apresenta uma página dedicada a cada aparelho com os estados monitorizados, os valores e os possíveis controlos. Para que a comunicação seja feita, deve proceder-se à configuração do dispositivo introduzindo alguns parâmetros da rede, como o endereço *Internet Protocol (IP)*, *subnet mask* e o *default gateway*.

O FDM128 é alimentado por uma tensão de 24 V corrente contínua e dotado de 1 porta *Ethernet*. A figura 81 mostra o ecrã com as respetivas ligações [34].

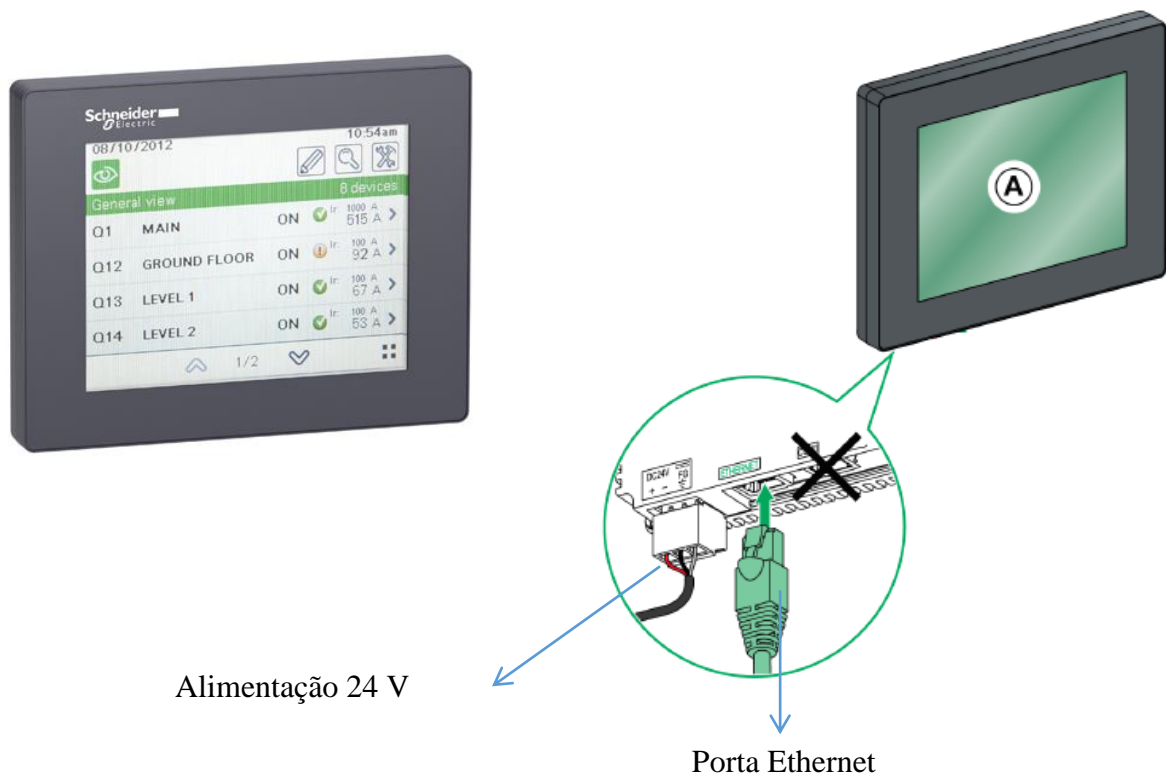


Figura 81 - Ecrã FDM128 e respetivas portas

Ecrã FDM121

O módulo FDM121 é um módulo de visualização dos parâmetros elétricos obtidos a partir dos disjuntores Compact NSX, Compact NS e Masterpact NW e NT. É fácil de utilizar e não necessita de um software nem de regulações especiais. Passa a estar imediatamente operacional quando se liga aos disjuntores dotados de unidades de controlo *Micrologic*. Através do FDM121 é também possível visualizar os eventos e alarmes (disparos, valores de corrente cortada por defeito, etc.), e o estado dos disjuntores (abertos ou fechados). Para funcionar, este dispositivo necessita de alimentação externa 24 V corrente contínua, portanto contém os terminais para a alimentação bem como 2 portas ULP. A sua instalação é feita na parte frontal do quadro elétrico. Na figura 82 é mostrado o ecrã com as respetivas ligações [26] [35].

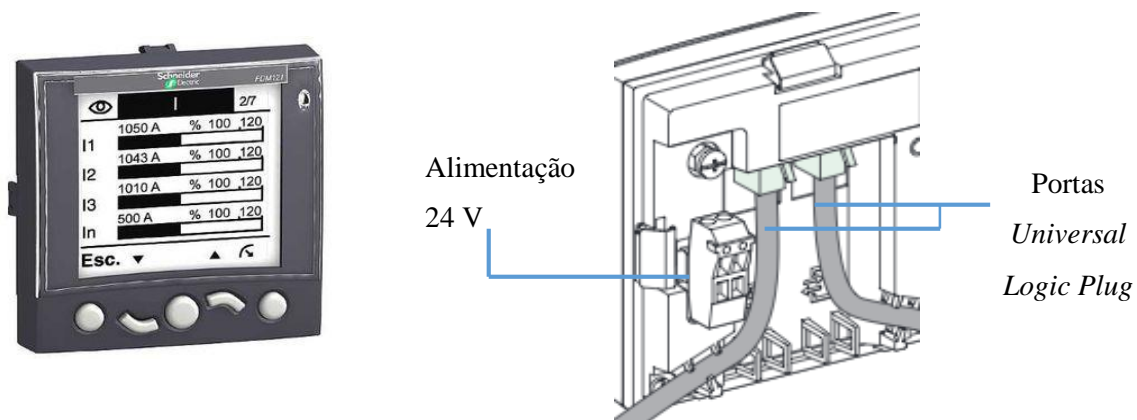


Figura 82 - Ecrã FDM121 e respetivas portas

Data Logger Com'x200

Data Logger Com'x200 é um dispositivo que tem a capacidade de recolher toda a informação sobre a rede e transmiti-la para um servidor via *Ethernet*, *wi-fi* ou via *General Packet Radio Service* (GPRS). Recolhe os seguintes elementos: os consumos a partir de medidores de impulso (entradas digitais); o estado dos contactores, relés de impulso; os dados dos aparelhos ligados diretamente em *Modbus* com a *Com'X 200* ou via *EGX gateway*; os dados dos aparelhos ligados através da rede *Ethernet*; os dados do meio ambiente (sondas de temperatura); além disso, recolhe e guarda dados sobre os consumos (de água, ar, gás, eletricidade, vapor) e os parâmetros ambientais como, por exemplo, temperaturas, humidade e níveis de CO₂ num edifício. Os dados são transmitidos periodicamente, na forma de um relatório, para um servidor de base de dados na internet.

A *Com'X 200* é dotada de uma porta série RS485 *Modbus*, duas portas *Ethernet* das quais uma é *Power over Ethernet* (PoE); duas portas *Universal Serial Bus* (USB) (uma na face frontal para dispositivo de memória e uma por detrás da tampa para dispositivo *wi-fi*); este dispositivo é ainda munido de diversos LED's que indicam o estado de alimentação/início, o estado e nível do sinal do modem GPRS, a comunicação em *Modbus* e *Ethernet*, o modo e estado de comunicação por *wi-fi*, e o estado das entradas digitais e da receção de impulsos.

Este dispositivo tem três modos de alimentação: 100-230 V AC, 24 V corrente contínua, PoE. O uso de várias formas de alimentação da *Com'X200* tem por objetivo fornecer redundância, isto é, o primeiro recurso é a alimentação AC; se esta não estiver disponível recorre-se à alimentação por corrente contínua; se esta não estiver disponível, existe, como último recurso, o PoE. As figuras 83 e 84 mostram o módulo descrito com as respetivas portas [36].

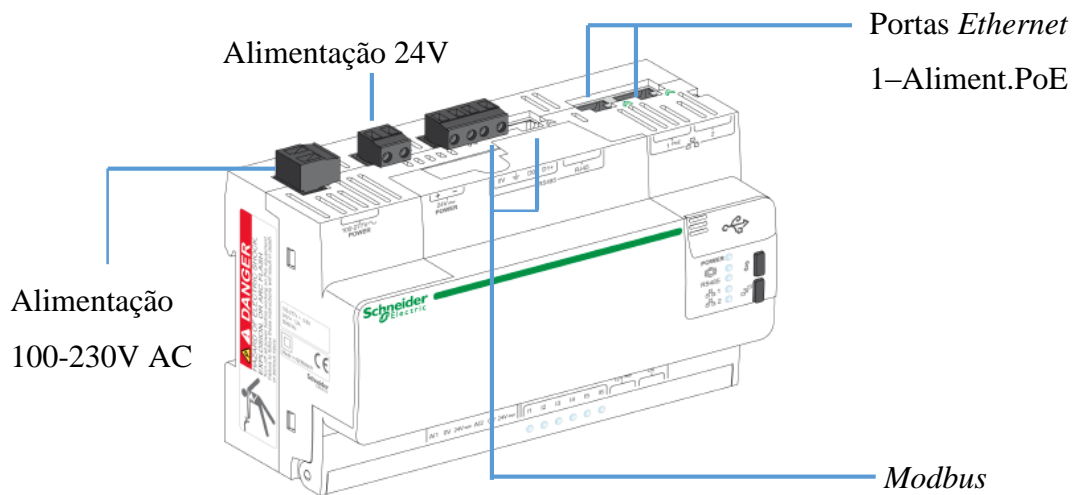


Figura 83 - *Com'X200* e respetivas portas

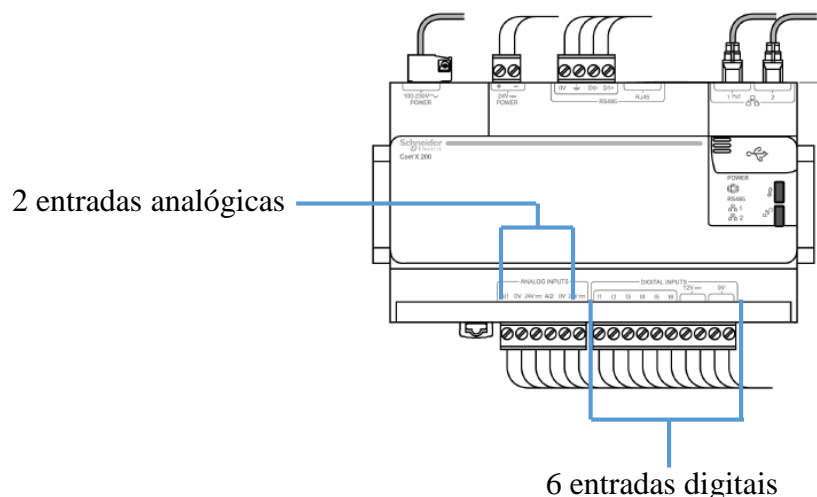


Figura 84 - Com'X200 – entradas analógicas e digitais

3.6.4. SISTEMA DE COMUNICAÇÃO ACTI9

Uma vez descritos os dispositivos que perfazem o sistema de comunicação Enerlin'X e apresentadas as suas funções, aborda-se, agora, outro sistema de comunicação suportado pelo *Smart Panel*, que completa o seu conceito: Acti9, cujos componentes elétricos, a seguir enumerados, são adiante descritos e apresentadas as funções que desempenham. Elenca-se, a seguir, as designações dos componentes da gama Acti9

- *Smartlink Modbus*
- *iOF+SD24*
- *OF+SD24;*
- *iEM2000T;*
- *iEM3110;*
- *Smartlink Ethernet;*
- *iATL 24;*
- *iACT 24;*
- *Reflex iC60;*
- *RCA iC60.*

Sistema de comunicação (*Smartlink*)

O *Smartlink* é um dispositivo usado para transferir dados dos aparelhos da gama Acti9 para um Controlador Lógico Programável (PLC) ou para um sistema de monitorização através dos dispositivos de comunicação:

- a) *Modbus Smartlink (SL)* para escravo Acti 9 *Smartlink Modbus;*
- b) *Modbus/Ethernet TCP/IP* ou *http* para Acti 9 *Smartlink Ethernet.*

Estes componentes, em relação aos disjuntores, disjuntores diferenciais e relés diferenciais, estão dotados da capacidade de comunicar o estado aberto/fechado, estado disparado, número de ciclos de abertura/fecho, número de ações de disparo; no que respeita aos contactores e relés de impulsos, são capazes de fazer o controlo da abertura, o controlo de fecho, de comunicar o estado aberto/fechado, de fazer e comunicar a contagem do número de ciclos de abertura/fecho e do período total de funcionamento da carga. Quanto aos disjuntores/*Relfex* iC60, estes podem ser controlados remotamente através dos dispositivos *Smartlink* que fazem o controlo da abertura e do fecho, do estado aberto/fechado, do estado disparado, da contagem do número de ciclos de abertura/fecho e do período total de funcionamento da carga. Através dos contadores de energia, os *Smartlinks* transmitem o número de impulsos registados, o consumo total registado bem como a estimativa do consumo energético.

O dispositivo escravo *Acti 9 Smartlink Modbus* é composto por onze canais de entrada/saída através de conectores *Ti24* que servem para estabelecer a comunicação entre os diferentes dispositivos *Acti9*, uma entrada para a alimentação da régua de 24V corrente contínua, uma porta série para a comunicação *Modbus* RS485 (interligação com outras régua *Smartlink*), um conjunto de leds que permite conhecer o estado de funcionamento do aparelho, e dois seletores que permitem definir o endereço do dispositivo. As figuras 85 e 86 representam os conectores e respetiva cablagem, necessários para o funcionamento da régua; seguida da figura 87 que descreve todas as portas acima referidas, que constituem uma régua *Smartlink Modbus* [37].



Figura 85 - Conector da porta série *Modbus* (esquerda); Conector de alimentação 24V (direita)

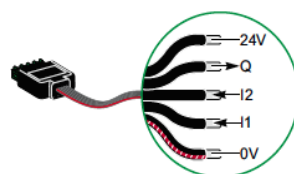


Figura 86 - Conector *Ti24*

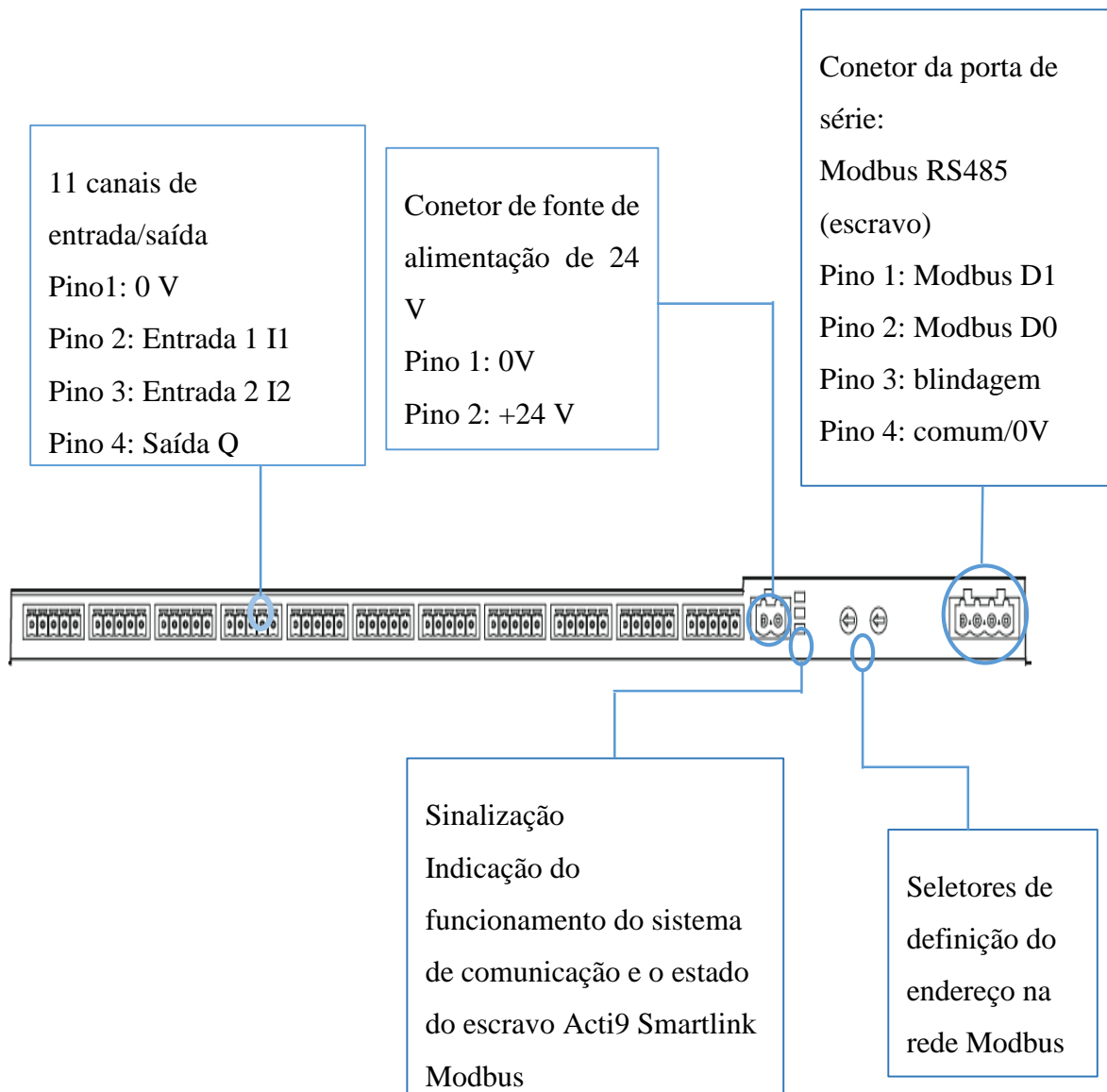


Figura 87 - *Smartlink Modbus*

O *Smartlink Ethernet* é dotado de páginas *web* integradas: permite a configuração de todos os dispositivos com ele interligados, a monitorização de grandezas elétricas, dos estados dos aparelhos, e o controlo dos mesmos. O dispositivo *Acti 9 Smartlink Ethernet* é composto por sete canais de entrada/saída através de conectores *Ti24* que servem para estabelecer a comunicação entre os diferentes dispositivos *Acti9*, uma entrada analógica, uma entrada para a alimentação da régua de 24V corrente contínua, uma porta *Ethernet* para estabelecer, por exemplo, a ligação da instalação a um ecrã de visualização, uma porta série para a comunicação *Modbus RS485*, e um conjunto de leds que permite conhecer o estado de funcionamento do aparelho. Admite a ligação de até oito *Smartlink Modbus* como escravos, num total de 31 dispositivos numa instalação.

Apenas no *Smartlink Ethernet* há a possibilidade de acoplar sensor de temperatura, sensor de humidade e detetor de dióxido de carbono, CO₂, uma vez que estes sensores utilizam portas analógicas. Os dados registados são igualmente transmitidos [38]. Nas figuras 88 e 89, pode visualizar-se a descrição das portas da referida régua bem como as ligações que fazem parte do conector analógico.

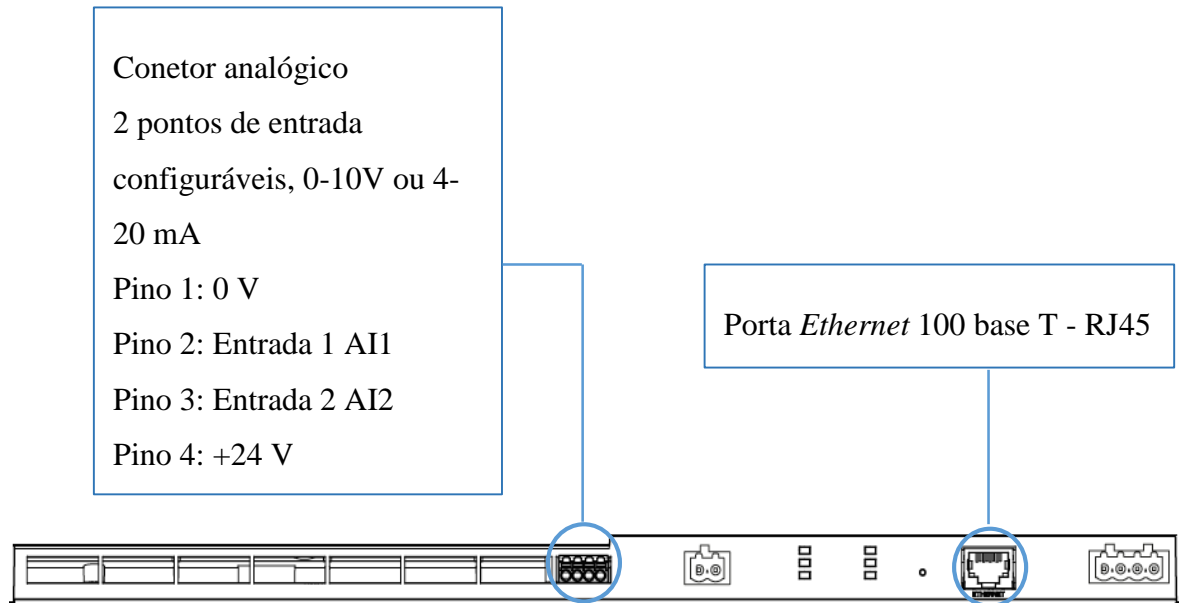


Figura 88 - *Smartlink Ethernet*

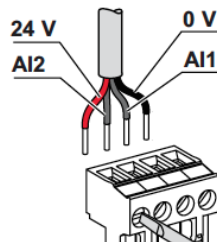


Figura 89 - Conector analógico

Dispositivos auxiliares de acoplamento (iOF+SD24, OF+SD24)

Estes componentes constituem auxiliares que são acoplados aos disjuntores e têm como função sinalizar o estado de aberto/fechado do disjuntor associado bem como verificar se o estado de “fechado” se deve à existência de defeito na instalação. OF é um contacto auxiliar com sinalização da posição de aberto/fechado do aparelho auxiliar; SD é um contacto auxiliar com sinalização da posição aberto/fechado do aparelho associado, em caso

de defeito ou ação do auxiliar do disparo [39] [40]. Este módulo (auxiliar OF+SD) comunica com o *Smartlink* através de uma ligação com conector Ti24. Na figura 90 pode ser visualizado o dispositivo com o respetivo cabo Ti24.

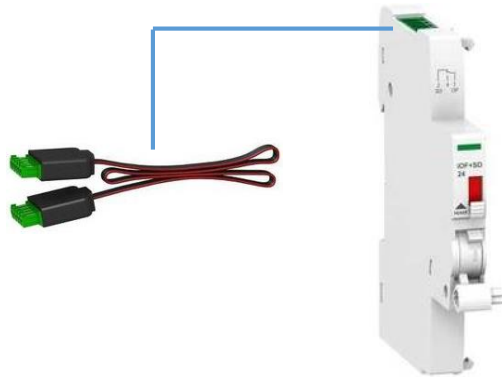


Figura 90 - Cabo Ti24 e o auxiliar OF+SD

Contadores de energia (iEM2000T, iEM3110)

iEM2000T, iEM3110 são dispositivos montados em calha DIN e têm como função medir a energia ativa consumida por um circuito monofásico ou trifásico. A ligação do iEM2000T ao *Smartlink* é feita através de um cabo com conector Ti24 numa extremidade, sendo a outra descarnada. É de salientar que o contador de energia iEM3110 não tem modo de comunicação, sendo que a visualização dos valores é feita no local da instalação do módulo. Na figura 91 estão evidenciados os dispositivos em questão [39] [40].



Figura 91 - Contadores de energia

Dispositivo auxiliar de controlo (iATL 24)

O iATL 24 é um dispositivo auxiliar de controlo do telerruptor com capacidade de indicação do estado aberto/fechado do telerruptor. A comunicação deste módulo com a régua *Smartlink* é feita através de uma ligação com cabo Ti24. A figura 92 faz referência ao módulo em questão [39] [40].



Figura 92 – Auxiliar de controlo do telerruptor.

Dispositivo auxiliar de controlo (iACT 24)

O iACT 24, representado na figura 93, é um dispositivo auxiliar de controlo do contactor com capacidade de indicação do estado de aberto/fechado do contactor. A comunicação deste módulo com a régua *Smartlink* é igualmente feita através da ligação de um cabo Ti24 [39] [40].



Figura 93 - Auxiliar de controlo do contactor.

Disjuntor com telecomando (Reflex iC60)

O Reflex iC60 é um disjuntor com telecomando. A sua alimentação é feita por 24 V corrente contínua ou 230 V AC. Tem como funções indicar o estado aberto/fechado do disjuntor e assinalar a presença de defeito; tem ainda a hipótese de ser comandado à distância. A comunicação deste dispositivo é feita por ligação ao *Smartlink* através do cabo Ti24. A figura 94 mostra o dispositivo com a referida ligação à régua *Smartlink* [39] [40].



Figura 94 - Reflex iC60

Telecomando para disjuntores iC60 (RCA iC60)

Este telecomando, que se acopla aos disjuntores iC60, que se encontra na figura seguinte, permite a abertura e fecho dos mesmos à distância, o rearme após disparo, a colocação em segurança do circuito por dispositivo de encravamento por cadeado. Permite ainda o comando local pelo manípulo [39] [40]. A figura 95 mostra o componente descrito.



Figura 95 - Telecomando RCA iC60 para disjuntores.

3.7. CONFIGURAÇÃO E VERIFICAÇÃO DO SISTEMA

Para configurar os diferentes componentes que perfazem a rede, existe um software que atesta a conectividade entre os dispositivos Acti 9, designado *Acti 9 Smartlink Test*, que permite a verificação em etapas. De seguida vão ser explicitados os passos de configuração da rede prévios à execução dos testes. Assim, para desenvolver o processo, inicia-se o software *Smart Test* e a criação do projeto, como mostra a figura 96.

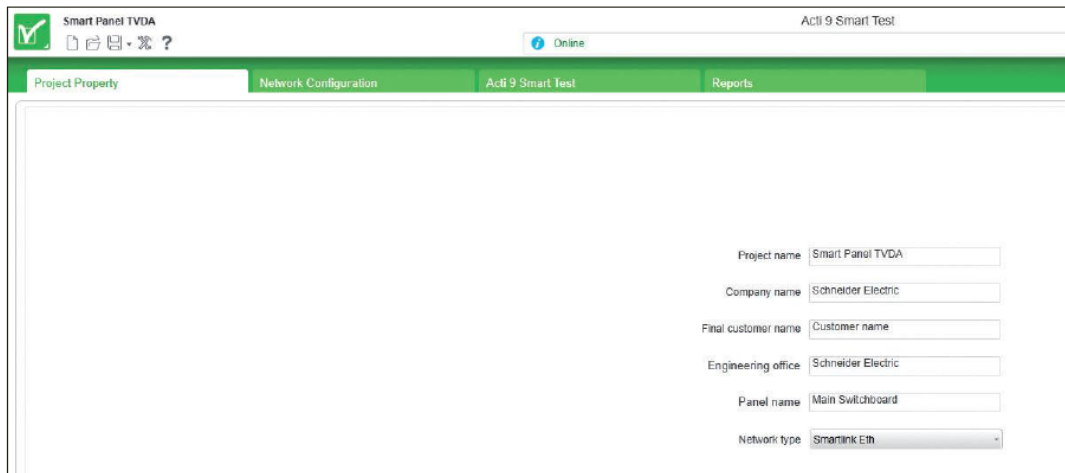


Figura 96 - Login no software de teste

De seguida configura-se a rede: a régua *Acti 9 Smartlink Ethernet* aparecerá automaticamente. Nesta página de configuração é necessário declarar a identidade do mestre e de cada escravo; no que respeita à identidade do mestre, deve inserir-se os dados requeridos (endereço *Internet Protocol* (IP), etiqueta, número de escravos); quanto à identidade do *Acti 9 Smartlink Modbus* (escravo) deve ser inserido o endereço e a etiqueta *Modbus*. Na figura 97 pode ser visualizado o ecrã de configuração:

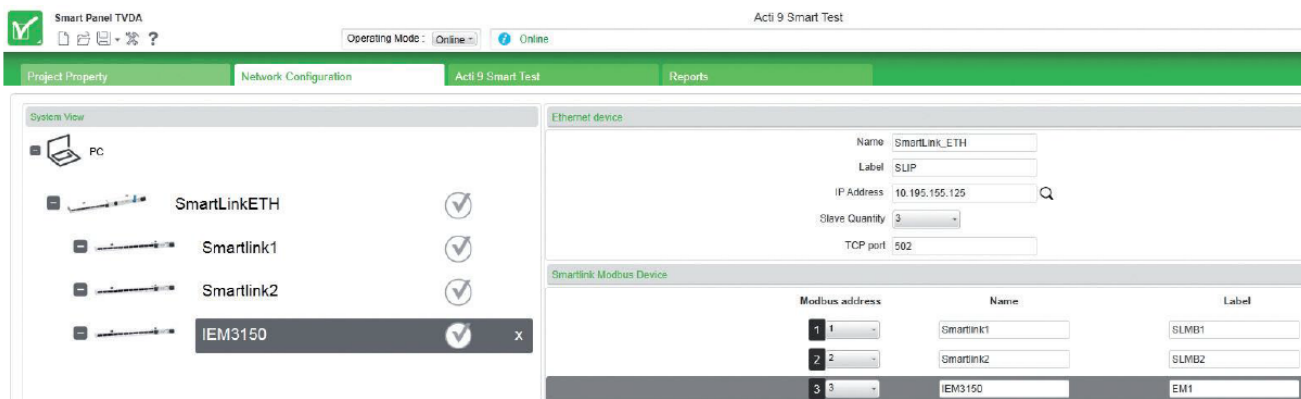


Figura 97 - Ecrã de configuração do *Smartlink*

O passo seguinte consiste em realizar a associação dos aparelhos Acti 9 conetados ao canal correspondente, como ilustra a figura 98. Utilizando a funcionalidade de arrastar e soltar, deve-se associar a cada canal o aparelho requerido.

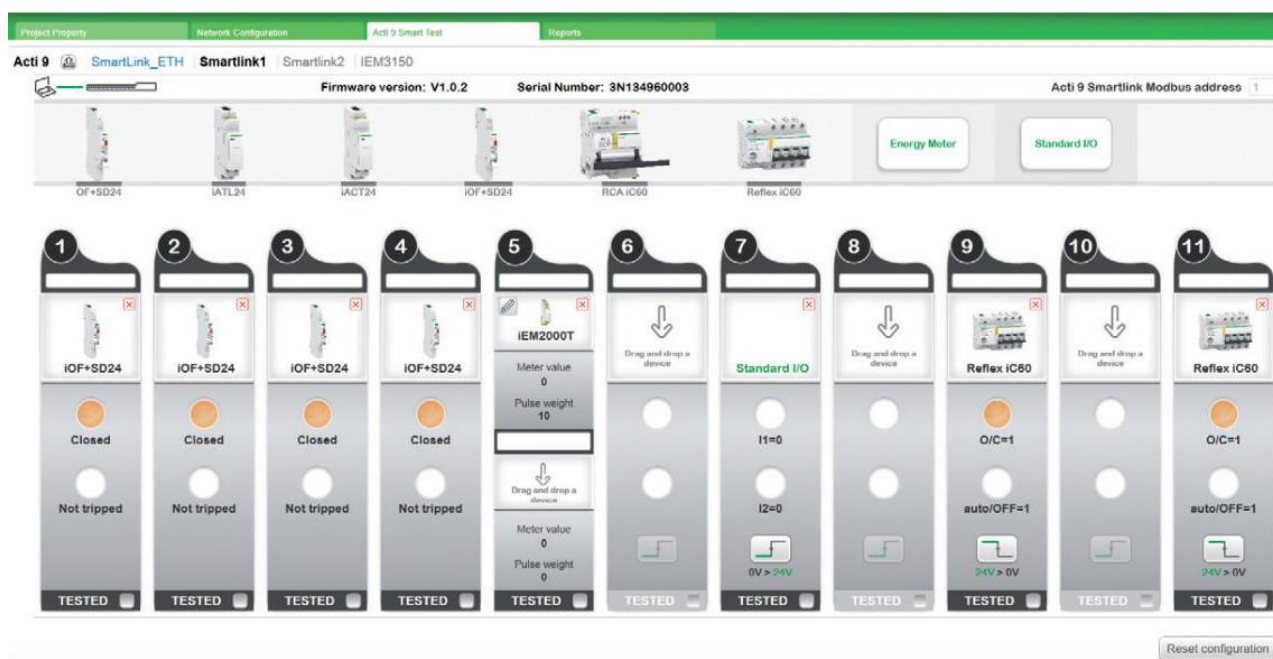


Figura 98 - Ecrã de configuração dos diferentes dispositivos

É, então, chegado o momento da realização dos testes. É feito um teste de controlo pelo utilizador, à saída de cada canal, fazendo gerar, através do software, um sinal ON-OFF. O resultado pode ser fisicamente observado e é registado automaticamente no relatório de teste; é também realizado um teste de monitorização: para que cada canal possa ser

monitorizado, isto é, conetado a um disjuntor, o utilizador ativa as funções abrir/fechar/ativar do disjuntor; o resultado é exibido na página de teste. No final do processo, o software emite um relatório acerca do estado da comunicação bem como dos aspetos funcionais de cada componente *Smartlink*.

Todo o processo atrás descrito pode ser igualmente desenvolvido através das páginas *web* do Acti 9 *Smartlink Ethernet*. Para tanto, a partir da funcionalidade de deteção de *Ethernet* (DPWS) deve aceder-se ao software inserindo o nome do utilizador e palavra passe. De seguida são preenchidos todos os parâmetros gerais e de comunicação do menu de configuração do *Smartlink Ethernet*: nome, endereço *Internet Protocol* (IP), e etiqueta. A configuração dos dispositivos *Modbus* é feita após a deteção automática dos mesmos. Para configuração de aparelhos *Smartlink Modbus* escravo, deve ser introduzido o nome do escravo, o endereço *Modbus* bem como a etiqueta. A figura 99 mostra a configuração dos aparelhos:

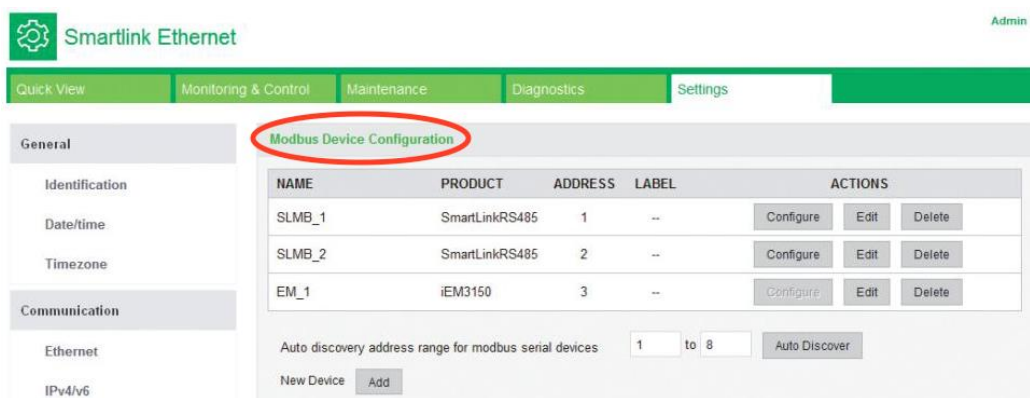


Figura 99 – Configuração dos dispositivos

Depois de configuradas as réguas *Smartlink*, devem associar-se cada dispositivo a um canal, tal como no software anteriormente exposto, *Acti9 Smartlink Test*.

Tanto a comunicação como os aspetos funcionais de cada Acti 9 *Smartlink* podem ser verificados através das páginas *web*. Para gerar um relatório basta utilizar um *printscreen*, como é visível na figura 100 [32].

| NAME | STATUS | PRODUCT | PROTOCOL |
|---------------|--------|--------------------|---------------|
| Smartlink_IP1 | Ok | Smartlink Ethernet | Modbus TCP |
| SLMB_1 | Ok | SmartLinkRS485 | Modbus Serial |
| SLMB_2 | Ok | SmartLinkRS485 | Modbus Serial |
| EM_1 | Ok | IEEM3150 | Modbus Serial |

Figura 100 - Estado dos dispositivos

Os softwares anteriormente apresentados são usados para configuração, manutenção e gestão *in loco* dos diversos dispositivos que compõem o quadro elétrico. Para que estes procedimentos possam ser realizados num outro local, fora do edifício, a Schneider oferece uma solução de gestão on-line da Schneider-Electric, *StruxureWare Power Monitoring* (SPM). O SPM é um software de supervisão, análise e gestão que permite programar ecrãs gráficos interativos à medida de cada utilizador, gerir alarmes e receber a notificação por e-mail, controlar aberturas, rearmes e fechos de circuitos à distância; consegue, ainda, realizar uma análise completa da qualidade da energia registando os dados em *SQL Server*, e elaborar relatórios dos perfis de carga, da distribuição de custos de energia, da qualidade da energia, em diversos tipos de suporte: *Microsoft Excel*, PDF e imagem TIFF. Este software tem a capacidade de permitir o acesso à mesma informação por vários utilizadores, em simultâneo, desde que na mesma rede [26].

Os requisitos para o acesso à instalação através da internet consubstanciam-se em três condições: acesso ao SPM, acesso ao e-mail, e acesso remoto à instalação elétrica do edifício. O acesso à internet deve ser fornecido através da estação de gestão local ou através da conexão GPRS da *Com'X 200*. Na eventualidade de a estação local de gestão não estar disponível, a *Com'X 200* é dotada de um sistema com conexão via GPRS que transmite os dados para a plataforma de gestão de energia [32].

Em caso de ocorrência de disparos no quadro elétrico, o IFE *gateway* tem a capacidade de enviar um e-mail de alerta ao gestor da instalação a fim de este tomar conhecimento da ocorrência e proceder ao reparo, que pode passar pelo rearme da proteção. A figura 101 mostra um exemplo de um e-mail de alerta, após o disparo de uma proteção:

From : <IFE@Smart_Panel>
To : facility_Manager/FR/Schneider@Europe,
Date : 06/05/2014 15:00
Subject : IFE-, IFE / Gateway: Fault trip indicator status (SDE):
Message automatically generated by: IFE-, IFE / Gateway
On DATE (year-month-day): 2014-05-06 / TIME: 14:58:44
Device information:
IP Address: 10.195.155.123 (Subnet Mask:
255.255.254.0)
Firmware version: 001.008.000
Hardware version: 001.000.000

IMU NAME: NS1600H
Event NAME: Fault trip indicator status (SDE)
Event Description: Main Incomer Trip

Important Notice: This Email has been automatically generated. Please do
not reply.
Copyright (C) 2014, Schneider Electric. All rights reserved.

Figura 101 - Notificação por e-mail enviada pelo Interface *Ethernet*

4. DESENVOLVIMENTO DE UM SUPORTE FORMATIVO SOBRE *SMART PANELS*

4.1. ENQUADRAMENTO

A importância do *Smart Panel*, enquanto produto inovador na área dos quadros elétricos, implica um conhecimento adequado do conceito, das suas potencialidades, utilização e funcionamento, pelo que é pertinente uma transmissão de conhecimento sólida aos projetistas, quadristas, instaladores e outros utilizadores.

Assim, para garantir uma eficaz formação dos seus parceiros (projetistas, quadristas, instaladores) a Schneider-Electric entendeu ser oportuno o desenvolvimento de uma ação de formação, suportada numa ferramenta demonstrativa das potencialidades do produto, um *kit* de apoio à formação onde estão agrupados parte dos dispositivos que integram o *Smart Panel*, que coloca à disposição dos formadores. Cada formador é, ele próprio, o responsável pela metodologia a adotar na formação.

A formação requer um trabalho cauteloso de preparação, uma vez que o formador deve estar munido de um conhecimento consistente sobre o novo conceito *Smart Panel* e transmitir essa informação ao público-alvo de modo claro e pragmático. É importante ter em conta a articulação do saber adquirido, relativo ao quadro elétrico tradicional, com esta nova tecnologia, bem como explicitar adequadamente as potencialidades do novo produto através de uma abordagem inicial global do conceito. Torna-se necessário, depois, mostrar e descrever os componentes que integram o *Smart Panel*, os modos de comunicação usados e o funcionamento do conjunto. Neste processo, é importante conseguir a adesão dos formandos para o sucesso da formação.

4.2. APRESENTAÇÃO DO *KIT* DE DEMONSTRAÇÃO DE APOIO À FORMAÇÃO

Para suporte à formação da tecnologia *Smart Panel*, quer aos projetistas, quer a quadristas ou instaladores, a Schneider-Electric dispõe de um *kit* de formação para demonstração com diferentes equipamentos integrantes desta nova tecnologia.

O modelo formativo definido determina que antes de iniciar a demonstração, o formador proceda à apresentação do conceito *Smart Panel* e, para uma eficaz compreensão do funcionamento e composição do *kit*, descreva e enumere os equipamentos nele instalados.

Não se pretende, neste parágrafo, proceder à descrição e funcionamento dos equipamentos, uma vez que já foram referidos e caracterizados nos parágrafos 3.6.1., 3.6.2. e 3.6.3. do capítulo 3 do presente relatório, pelo que apenas se realiza à sua descrição. Deste modo, os dispositivos que constam no *kit* de demonstração são os seguintes:

- um ecrã de visualização FDM 128, que permite configurar a rede, operar sobre a mesma e visualizar o seu estado.
- uma *Micrologic 5.0E / 5.2E*, que se destina a efetuar a leitura dos consumos de energia;
- um dispositivo I/O, que seleciona as necessidades do utilizador através das aplicações pré-configuradas;
- um *Interface Ethernet (IFE) gateway*, que permite aceder ao estado dos componentes a ele conetados e atuar sobre os mesmos;
- um *Interface Modbus (IFM)*, que serve para atribuir um endereço *Internet Protocol (IP)* ao dispositivo que a ele está conetado, a jusante.
- um iEM2010, que se destina a fazer a leitura de energia.
- um iOF+SD24, que permite conhecer o estado do dispositivo e o estado do mesmo em caso de defeito.
- um iACT24, que tem como função permitir o controlo do contactor
- um disjuntor com telecomando Reflex iC60N, que se destina a proteger o circuito a jusante
- uma régua *Smartlink Ethernet*, que permite o controlo dos dispositivos a ela conetados
- uma *Com 'X 200*, que permite a configuração e o acesso remoto à rede;
- um *switch* por *wi-fi*, que permite criar uma rede para demonstração do *kit*

As figuras 102 e 103 mostram o *kit* formativo com os dispositivos acima mencionados.

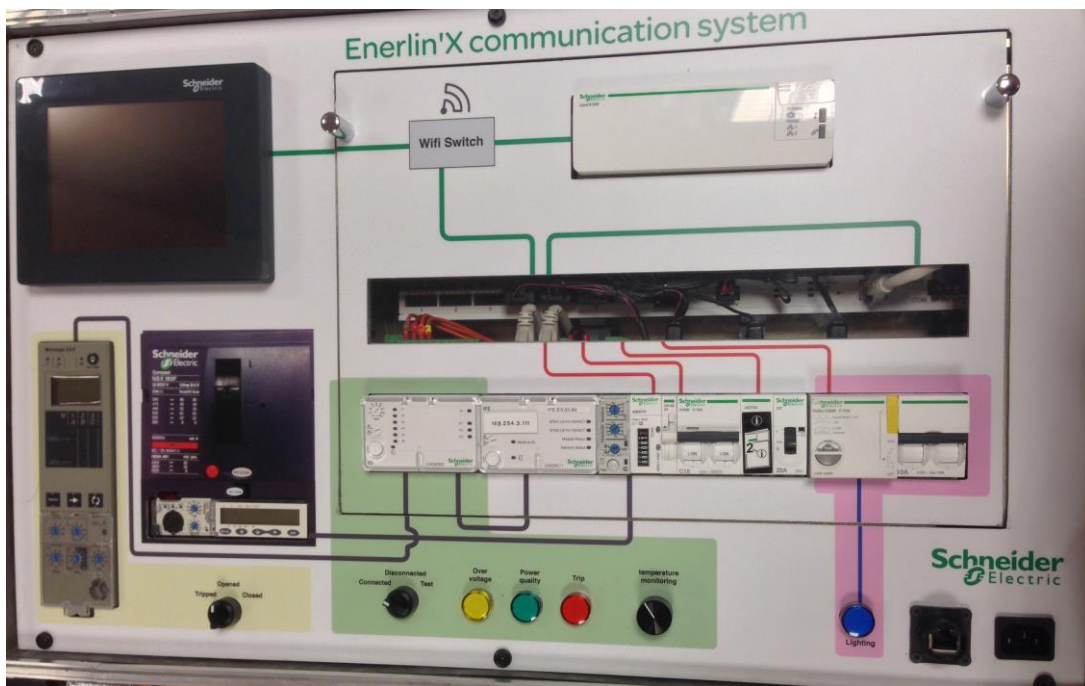
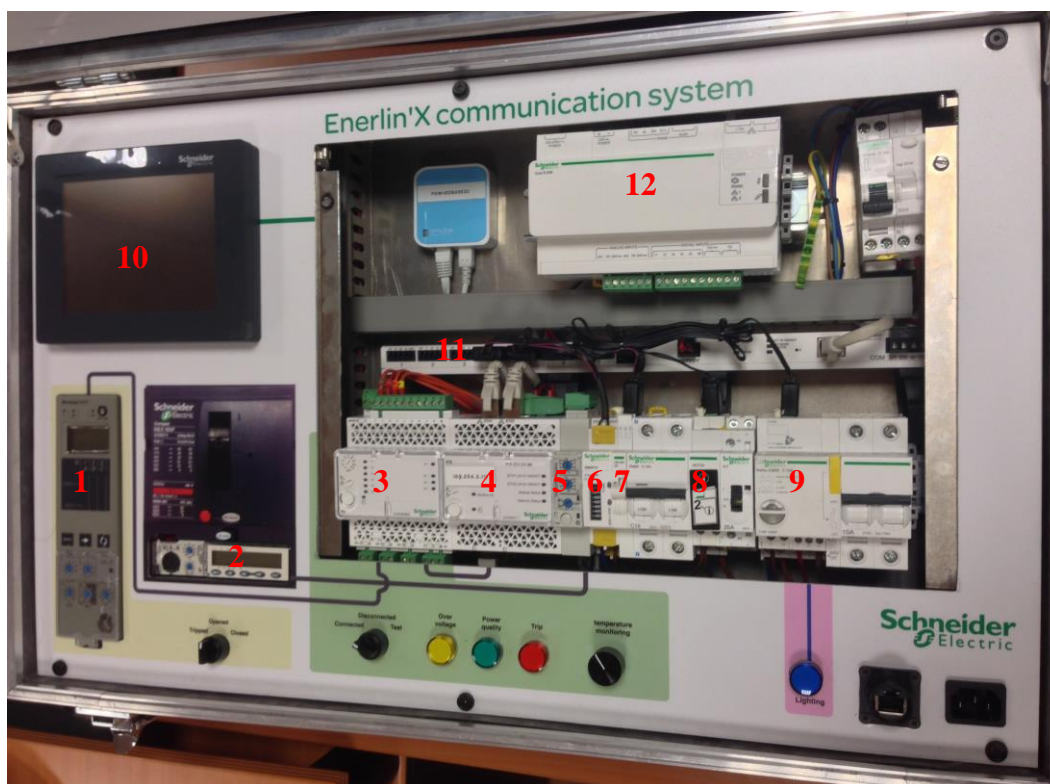


Figura 102 – Kit de demonstração da tecnologia *Smart Panel*



Legenda:

- | | |
|--|--|
| 1 – <i>Micrologic 5.0</i> de um Masterpact | 2- <i>Micrologic 5.0</i> de um Compact |
| 3 – Dispositivo I/O | 4 - Módulo Interface <i>Ethernet</i> |
| 5 – Módulo Interface <i>Modbus</i> | 6 – Contador de energia por impulsos |
| 7 – Auxiliar iOF+SD24 | 8 – Auxiliar do contactor |
| 9 – Disjuntor com telecomando | 10 – Ecrã de visualização, FDM128 |
| 11 – Régua <i>Smartlink Ethernet</i> | 12 – <i>Com 'X 200</i> |

Figura 103 Enumeração dos componentes do *kit* de demonstração

4.3. FUNCIONAMENTO DO *KIT* DE DEMONSTRAÇÃO

O *kit* de demonstração, pretendendo fazer incidência sobre os componentes comunicantes que integram um quadro *Smart Panel*, pretende ilustrar as funcionalidades gerais de um quadro elétrico (QE) inteligente e permitir que os formandos visualizem os componentes e o modo de interligação e de comunicação dos mesmos.

Explica-se, de seguida, o modo de interligação e interação dos equipamentos existentes no kit formativo, sendo que a numeração indicada entre parêntese se refere aos componentes numerados na figura 103. Na descrição da aparelhagem adotou-se uma metodologia que parte dos componentes de funções mais específicas e termina nos componentes de supervisão e controlo da rede.

Assim, associado à *Micrologic 5.0E* (1), do disjuntor Masterpact, encontra-se um módulo *input/output (I/O)* (3) que dá informação do estado do disjuntor quanto à sua posição no chassi (por exemplo, em situação de manutenção do quadro de uma fábrica, esta informação é importante pelos condicionalismos específicos que o quadro apresenta); este módulo encontra-se conetado a um IFE *gateway* (4) que vai atribuir um endereço *Internet Protocol (IP)* ao disjuntor associado ao I/O, através de uma ligação *Universal Logic Plug (ULP)*; por sua vez, o *Interface Ethernet (IFE)* encontra-se conetado a um *switch*, para posterior envio de dados. (O cliente pode, assim, ter acesso a toda a informação relativa ao disjuntor, através da página *web* integrada no IFE).

A *Micrologic 5.2E* (2), do disjuntor Compact NSX, encontra-se conetada a um módulo IFM (5) que, por sua vez, é também ligado ao IFE através do protocolo *Modbus*, para fornecimento de dados de leitura (acessível, igualmente, a partir da página do IFE).

A régua *Smartlink Ethernet*, incluída na mala de demonstração, constitui-se um fundamental veículo de transmissão de dados e um meio que permite a atuação sobre os dispositivos a ela conetados: disponibilizar esta informação essencial constitui-se um procedimento necessário do formador.

Um contador de energia, por impulsos (6), conetado à régua *Smartlink Ethernet* (11), permite o controlo do consumo de energia. Um auxiliar iOF+SD24 (7) acoplado a um disjuntor, conetado à régua *Smartlink Ethernet*, dá a informação sobre o estado do disjuntor (aberto/fechado) e (aberto/fechado na presença de defeito). Um auxiliar do contactor (8) acoplado a um contactor está conetado, também, à régua *Smartlink Ethernet*, e permite fazer a abertura e fecho do contactor. Existe ainda um disjuntor com telecomando (9), conetado à régua *Smartlink Ethernet* para permitir o controlo.

Esta régua é alimentada por uma tensão de 24V corrente contínua e está ligada a um *switch* via protocolo *Ethernet*.

A mala inclui um ecrã táctil FDM128 (10) que permite visualizar os componentes, atuar sobre eles bem como configurar e obter o estado dos dispositivos.

Toda a arquitetura *Smart Panel* implementada na mala, pode ser configurada e gerida à distância, através da *Com'X 200* (12) que é dotada de uma porta *Universal Serial Bus* (USB) para instalação de uma *pen* com pacote de dados.

4.4. CONFIGURAÇÃO DOS DISPOSITIVOS

A fim de garantir a comunicação entre os diversos dispositivos que integram uma solução *Smart Panel*, é necessário proceder à configuração do IFE, do *Smartlink Ethernet* e da *Com'X 200*.

Considerando a eventual necessidade de realização da demonstração em locais onde não seja possível garantir a existência de uma rede local de trabalho, foi integrado no *Smart Panel* um *switch wi-fi* que simula uma rede, que permitirá ao formador estar em condições de realizar a ação de formação.

O acesso à configuração dos dispositivos pode ser feito de duas formas:

- por cabo ou
- por *wi-fi*.

O acesso por *wi-fi* torna-se mais prático, pois evita o uso de cabos, o que simplifica a operação.

O método que, seguidamente, se explana consiste na configuração dos diversos equipamentos via *wi-fi* através de um *tablet*. O utilizador necessita de se ligar à rede do *switch wi-fi* e, de seguida, conetar-se a uma aplicação própria (*Network Explorer*) que vai detetar os dispositivos do *kit* de demonstração que contêm páginas *web* de instalação integradas: o IFE, o *Smartlink Ethernet* e a *Com'X 200*.

As páginas que constam no IFE vão permitir que o utilizador configure o dispositivo de proteção, que o monitorize, controle e receba notificações de alarme por e-mail.

Através da página contida na régua *Smartlink Ethernet*, esta fica dotada da capacidade de transmitir os dados entre a rede e os aparelhos Acti9 que estão conetados com ela. No que respeita ao contador de energia, a régua transmite o número de impulsos registados bem como o consumo total. Quanto ao disjuntor/*Reflex IC60N*, a régua desempenha várias funções: permite que o utilizador atue sobre ele possibilitando o controlo de abertura e fecho do mesmo; comunica o estado de aberto/fechado ou disparado e o número de manobras aberto/fechado, bem como o período total de funcionamento em carga. No que diz respeito ao contactor, através do *Smartlink Ethernet* pode ser feito o controlo e fecho do mesmo; além

disso, a régua comunica o estado de aberto/fechado, o número de manobras aberto/fechado bem como o período total de funcionamento em carga.

4.5. ATIVIDADES A REALIZAR DURANTE A FORMAÇÃO

Para melhor compreender as potencialidades da tecnologia *Smart Panel* vão ser elencadas atividades a realizar na apresentação do *kit* de formação:

- a) Configuração do sistema;
- b) Visualização dos consumos da “instalação” através do painel de visualização;
- c) Visualização dos componentes conetados ao ecrã de visualização;
- d) Visualização das páginas integradas dos diferentes dispositivos através de um *smartphone*;
- e) Simulação de diversos estados do disjuntor Masterpact;
- f) Operação manual abrir/fechar do disjuntor e contactor e visualização da operação no ecrã de visualização;
- g) Atuação sobre os dispositivos a partir do painel de visualização;
- h) Atuação sobre diferentes componentes a partir de um *smartphone*.

5. PROCEDIMENTOS DE VERIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DE COMUNICAÇÃO, PARA QUADRISTAS

5.1. ENQUADRAMENTO

O conceito de *Smart Panel* (SP) exige uma atualização e expansão de conhecimentos por parte dos quadristas, grupo profissional detentor de um saber tradicional credenciado na montagem de quadros elétricos, que constitui um pré-requisito fundamental para compreender o funcionamento do *Smart Panel*. Esta tecnologia, além do conhecimento sobre equipamentos e materiais já requerido para a montagem de um quadro elétrico (QE) tradicional, contém um novo conjunto de materiais e equipamentos que constituem uma inovação tecnológica.

A Norma IEC 61439 de 2014 introduz o ensaio, o cálculo/medição e a satisfação das regras de concepção como tipos de verificação do funcionamento dos componentes elétricos. Surge, assim, a necessidade de documentar o resultado dos diferentes testes e verificações realizados aos componentes de comunicação da tecnologia *Smart Panel* garantindo, desta forma, a qualidade do conjunto de aparelhagem.

Considerando a inovação do produto no mercado dos quadros elétricos e para garantir a correta realização dos procedimentos, a formação dos quadristas deverá incluir um documento-guia contendo uma metodologia de procedimentos e verificações a efetuar aos componentes de comunicação, devidamente organizados.

Para tanto apresenta-se, de seguida, uma lista de procedimentos e de verificações que poderão constituir-se como uma referência aquando da montagem do quadro pelo quadrista.

5.2. PROCEDIMENTOS PARA A MONTAGEM DOS COMPONENTES DE COMUNICAÇÃO EM *SMART PANELS*

Num *Smart Panel*, para a montagem dos componentes de comunicação, devem ser consideradas formas de atuação importantes para garantir a fiabilidade e o período de vida máximo do aparelho. Assim, apresenta-se os procedimentos a observar por parte de quadristas e técnicos, alguns dos quais, por inerência temática, já foram referidos no capítulo 1.

5.2.1. LAYOUT DO QUADRO

A definição do layout do quadro elétrico, isto é, a posição relativa dos componentes dentro do SP, é um aspeto importante a ter em consideração, a fim de assegurar o bom desempenho dos componentes nele instalados. Para tanto, apresenta-se um conjunto de critérios a observar:

- a) Os aparelhos com maior dissipação térmica devem ser instalados na parte superior do quadro para evitar o aquecimento de toda a aparelhagem de comunicação instalada no mesmo compartimento, o que ajuda a manter o bom desempenho dos referidos aparelhos;
- b) A adoção deste tipo de medidas obriga a que haja uma conformidade com os limites de aumento de temperatura recomendados pela norma IEC 61439-1 de 2014 e vai ajudar o operador do QE a fazer uma leitura clara da arquitetura do quadro.
- c) Para evitar avarias, é recomendável que se instalem os aparelhos de comunicação na parte inferior do quadro.

A figura 104 mostra a disposição dos componentes de um *Smart Panel*.

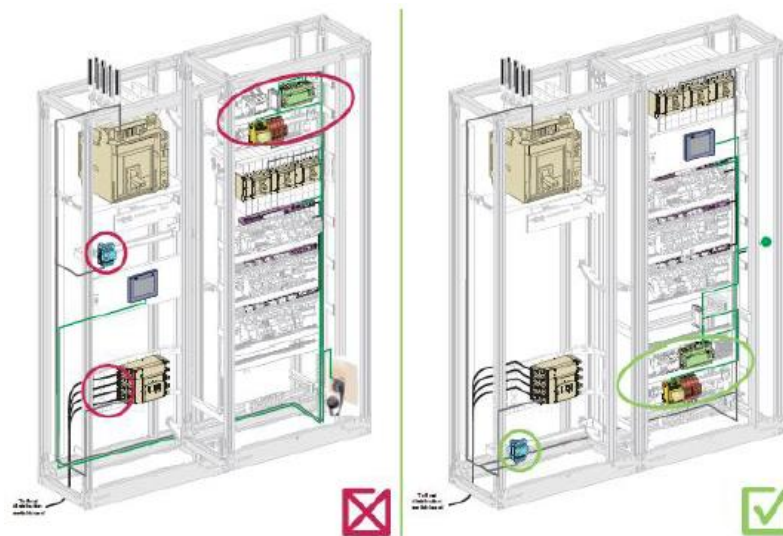


Figura 104 - Layout do *Smart Panel*

- d) A aparelhagem de medida/visualização, que requer inspeção visual, deve ser instalada a uma altura entre os 0,2m e os 2,2m. A sua posição exata deve ser determinada após uma reunião com o operador responsável pelo quadro elétrico.
- e) Dado os aparelhos de comunicação serem equipamentos sensíveis, na ocorrência de descargas atmosféricas é imperativo que estes continuem a desempenhar as suas funções sem qualquer percalço. Como tal, para proteção deste tipo de aparelhagem, há necessidade de instalar dispositivos de proteção contra sobretensões (DST).
- f) As bobinas dos relés ou de contactores quer em corrente contínua ou corrente alternada são fontes de perturbação eletromagnética, devido às sobretensões transitórias geradas durante a abertura dos circuitos. Por isso, deve usar-se proteções de sobretensão ligadas em paralelo com as bobinas dos relés, como exemplifica a figura 105.

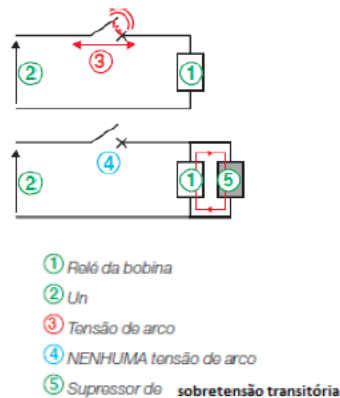


Figura 105 - Exemplo de ligação de proteções de sobretensão

- g) No que respeita aos circuitos auxiliares e de baixa potência, estes consubstanciam-se em circuitos de controlo e monitorização e circuitos de comunicação. Relativamente aos primeiros, fazem parte fontes de alimentação auxiliares, relés, bobinas do contactor, controlos remotos do disjuntor, entradas/saídas do autómato. Quanto aos circuitos de comunicação, estão englobados a rede *Ethernet*, *Modbus* e ULP. Convencionalmente, os circuitos auxiliares e de baixa potência usam cabos com secções inferiores a 6mm^2 .

5.2.2. CABLAGEM

A cablagem das redes de comunicação constitui um elemento de extrema sensibilidade. O seu acondicionamento criterioso é fundamental para garantir a durabilidade dos cabos e, conseqüentemente, o bom desempenho das suas funções, dentro do quadro eléctrico. Como tal a disposição da cablagem deverá atender aos seguintes aspetos:

- Os cabos dos circuitos auxiliares e os cabos dos circuitos de baixa potência devem ser instalados em diferentes caminhos de cabos, dada a sensibilidade à perturbação eletromagnética por parte dos cabos de comunicação relativamente aos cabos de controlo e monitorização.
- A passagem dos cabos não deve ser feita demasiado perto dos barramentos a fim de evitar riscos de aumento de temperatura do cabo, danos no isolamento e perturbações eletromagnéticas.
- No que respeita à ligação da rede *Ethernet*, embora o cabo seja composto por 4 pares de fios torsados, apenas são usados 2 pares: branco/laranja (pinos 1 e 2) e

branco/verde (pinos 3 e 6). Estes pinos fazem parte integrante de um conector RJ45.

- d) É recomendado que, paralelamente ao esquema de ligações elétricas, seja também adicionado o esquema de ligação de redes de comunicação. A figura 106 exemplifica um diagrama de ligações de comunicação onde o dados a indicar são os seguintes:

- 1) nome da rede e nº de cada link;
- 2) nome, endereço e localização do equipamento;
- 3) identificação das portas usadas para cada *Switch*;
- 4) todos os elementos da arquitetura (*routers*, *switches*, *switch de by pass*, etc);
- 5) comprimento do cabo.

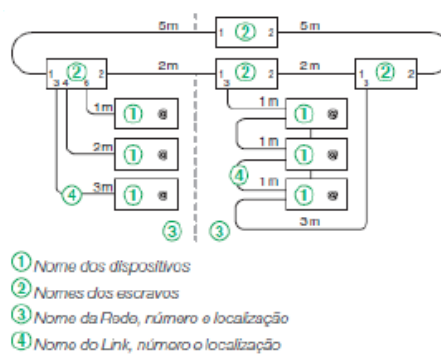


Figura 106 - Diagrama de ligações de comunicação

- e) No que respeita à rede *Modbus*, para que a ligação seja exemplar deve existir um diagrama onde conste o nome, endereço e localização do equipamento, elementos da arquitetura da rede, terminais de linha e comprimento de cabos, tal como indica a figura 107.

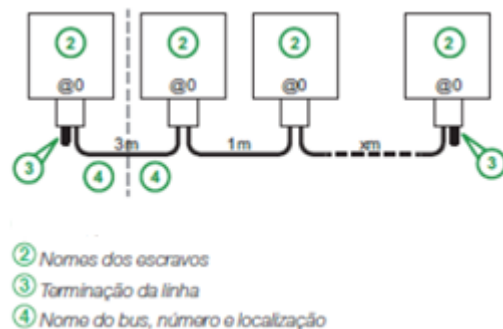


Figura 107 - Diagrama de ligação de uma rede *Modbus*

5.3. PROCEDIMENTOS PARA A VERIFICAÇÃO DOS COMPONENTES DE COMUNICAÇÃO EM *SMART PANELS*

5.3.1. ASPETOS GERAIS

Aquando da montagem dos equipamentos de comunicação que integram o *Smart Panel*, o quadrista ou o técnico deverão ter de executar um procedimento de verificação, com a finalidade de garantir que os dispositivos irão funcionar corretamente.

5.3.2. PROCEDIMENTO DE VERIFICAÇÃO

Para que o procedimento a realizar seja idêntico para todos os quadristas e técnicos, foi elaborado um documento orientador de como proceder às verificações, que constitui a base do procedimento de verificação, a ser seguida sequencialmente.

O referido procedimento de verificação efetua-se em várias etapas como se enumera:

- Numa primeira fase, é feita a verificação da conformidade da aparelhagem no que respeita à colocação do equipamento, com recurso ao ficheiro de fabrico.
- É ensaiada a operação mecânica e verificada a acessibilidade da aparelhagem para proceder a trabalhos de manutenção e operação, com recurso ao guia da aparelhagem.
- A fixação da aparelhagem é verificada recorrendo ao guia da aparelhagem e do sistema.
- A conexão do cliente e restante aparelhagem (isto é, a fase de instalação do QE na instalação do cliente) é verificada recorrendo ao ficheiro de fabrico (esquema unifilar, layout).

- e) A verificação da observação (cumprimento) das secções dos condutores é feita com recurso a documentação técnica.
- f) O método de instalação e fixação dos condutores bem como a qualidade das ligações (elétricas e de comunicação) são verificados tendo como suporte o guia de instalação.
- g) O aperto ao binário estipulado é verificado com recurso a uma chave dinamométrica, ao guia da aparelhagem e ao guia de instalação.
- h) A qualidade dos cravamentos bem como a conformidade da instalação de cabos de comunicação são verificadas a partir do guia de instalação.
- i) A verificação da ligação da alimentação é realizada não só com recurso ao guia de instalação mas também visualmente.
- j) A verificação da necessidade de existência de terminais de linha é feita visualmente.
- k) A verificação da existência dos possíveis três sistemas de comunicação é realizada visualmente e com recurso ao guia de instalação.
- l) A instalação dos softwares de teste é verificada com recurso a computadores, *smartphones* e *tablets*.
- m) A verificação da deteção dos componentes com páginas integradas é realizada recorrendo a computadores, *smartphones*, *tablets* e ainda software específico.
- n) A verificação dos componentes detetados através da diversa aparelhagem, é realizada com recurso a software específico.
- o) O teste aos componentes é realizado através de software específico.

Na tabela 14 constam os procedimentos de verificação dos pontos de controlo e os recursos a utilizar nos procedimentos, de forma a garantir um adequado funcionamento dos componentes de comunicação de um *Smart Panel*.

Tabela 14 - Lista de verificações aos componentes de comunicação

| Pontos de controlo | Recursos de controlo | Auto controlo |
|---|---|--------------------------|
| Conformidade da aparelhagem (colocação do equipamento) | Ficheiro de fabrico | <input type="checkbox"/> |
| Operação mecânica | Guia da aparelhagem | <input type="checkbox"/> |
| Acessibilidade da aparelhagem (manutenção e operação) | Guia da aparelhagem | <input type="checkbox"/> |
| Fixação da aparelhagem | Guia da aparelhagem e do sistema | <input type="checkbox"/> |
| Conexão do cliente/restante aparelhagem | Ficheiro de fabrico (esquema unifilar, layout) | <input type="checkbox"/> |
| Observação das secções dos condutores | Documentação técnica | <input type="checkbox"/> |
| Método de instalação e fixação de condutores | Guia de Instalação | <input type="checkbox"/> |
| Qualidade das ligações (elétricas e de comunicação) | Guia de instalação | <input type="checkbox"/> |
| Aperto ao binário estipulado | Chave dinamométrica, guia da aparelhagem, guia de instalação | <input type="checkbox"/> |
| Qualidade dos cravamentos | Guia de instalação | <input type="checkbox"/> |
| Conformidade da instalação de cabos de comunicação | Guia de instalação | <input type="checkbox"/> |
| Ligação da alimentação | Guia de instalação Visual | <input type="checkbox"/> |

| | | |
|---|--|--------------------------|
| Necessidade de existência de terminais de linha | Visual | <input type="checkbox"/> |
| Existência de 2 ou mais dos 3 possíveis sistemas de comunicação | Guia de instalação Visual | <input type="checkbox"/> |
| Instalação dos softwares de teste | Computadores, smartphones, tablets | <input type="checkbox"/> |
| Deteção dos componentes com páginas integradas | Computadores, smartphones, tablets, software | <input type="checkbox"/> |
| Componentes detetados através da diversa aparelhagem | Software | <input type="checkbox"/> |
| Teste aos componentes | Software | <input type="checkbox"/> |

Há alguns aspetos a atender aquando da realização do procedimento de verificação.

No procedimento de verificação de instalação de softwares, há a considerar o seguinte: a instalação de softwares de teste, *Acti 9 Smartlink test* e a aplicação *Network Explorer*, são disponibilizados pela Schneider-Electric. As páginas integradas dos diferentes dispositivos têm como função, também, permitir testar todos os componentes a eles conetados.

No procedimento de verificação de deteção dos componentes com páginas integradas, qualquer ocorrência de uma não conformidade, deve ser registada pelo quadrista ou técnico responsável, que descreve a anomalia e identifica o equipamento num documento de registos, como mostra a figura 108.

| | | | |
|------------------------------|--------|---|--|
| Nº do Quadro: | |  Deteção dos componentes com páginas integradas | |
| Ref | Design | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| O quadrista/técnico _____ | | | |

Figura 108 - Registo de não conformidades na deteção dos componentes

O procedimento de verificação dos componentes detetados através da diversa aparelhagem consiste em averiguar se todos os dispositivos detetados pelo software das páginas integradas estão de acordo com o projeto, ou seja, se a cada componente corresponde a respetiva porta de comunicação. Caso se detete uma não conformidade, o quadrista ou técnico responsável deve proceder à alteração necessária de forma a cumprir o estabelecido no projeto.

No que respeita ao procedimento de verificação do teste aos componentes, há a considerar o seguinte: dependendo da arquitetura adotada, este deve ser realizado a, pelo menos, um componente de cada tipo. O teste de disparo deve ser aplicado a todos os disjuntores. No caso de alguma não conformidade, o quadrista ou técnico responsável pelos testes do quadro deve registá-la em documento próprio, como exemplifica a figura 109.


| Nº do Quadro: | | Teste aos componentes | |
|--|--------|------------------------------|------|
|  | | | |
| Ref | Design | Observações | Data |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| O quadrista/técnico | | | |
| _____ | | | |

Figura 109 - Registo de não conformidades no teste aos componentes

6. ESTUDO DE CASO — PROJETO DE SOLUÇÕES *SMART PANEL*

6.1. ENQUADRAMENTO

O estudo desenvolvido ao longo presente trabalho no âmbito dos quadros elétricos tradicionais e dos quadros elétricos com integração da tecnologia *Smart Panel* permitiu conhecer, de uma forma aprofundada, os aspetos ligados ao projeto, à montagem, ao ensaio e à instalação dos quadros elétricos (QE) tradicionais e de quadros elétricos “*Smart Panel*”.

A tecnologia *Smart Panel* veio revolucionar o setor através da transformação de um quadro enquanto elemento com uma função principal e quase exclusiva de distribuição de energia, num equipamento dotado de capacidades adicionais de comunicação concretizadas na trilogia consumo – monitorização – controlo.

Assim, sabendo que a realização do projeto permite consolidar os conhecimentos adquiridos, na medida em que se torna possível tratar situações reais através do estudo de casos específicos, da reflexão sobre as necessidades individuais, da procura, análise e comparação de soluções, apresenta-se a elaboração de estudo prático em que se demonstra a mais-valia da implementação da tecnologia *Smart Panel* em dois casos:

- Caso A, a partir de um quadro elétrico tradicional já existente, procede-se à sua adaptação à tecnologia *Smart Panel*;

- Caso B consiste na elaboração, de raiz, de um projeto de um QE com a tecnologia *Smart Panel*. Ambas as situações se desenvolvem em função de determinados requisitos e necessidades dos clientes, por forma a assegurar as funções desejadas.

6.2. ESTUDO DE CASO A: CONVERSÃO DE UM QUADRO ELÉTRICO TRADICIONAL NUM *SMART PANEL*

6.2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO

O presente caso de estudo tem por finalidade analisar a viabilidade técnica e económica da tecnologia *Smart Panel*, dar resposta aos requisitos funcionais da instalação em função do fim a que se destina, edifício destinado a uma loja, com vista à otimização económica.

O proprietário de uma cadeia de lojas sentiu necessidade de fazer o acompanhamento dos consumos e o *upgrade* da atual instalação de uma das filiais, com vista a uma melhor racionalização de energia e à otimização de custos, pelo que solicitou a melhoria do quadro elétrico, que integra um quadro geral de baixa tensão (QGBT) e um quadro de cargas críticas.

Assim, feita a caracterização dos quadros elétricos antes de serem convertidos para *Smart Panel*, são considerados os requisitos do cliente a fim de selecionar os componentes necessários, o modo de comunicação, a passagem da competente cablagem, e apresentada a orçamentação.

6.2.2. REQUISITOS DO CLIENTE PARA A INSTALAÇÃO

Os requisitos do cliente (simultaneamente proprietário e gerente da loja) consubstanciam-se nos seguintes domínios:

- Monitorização do consumo de energias

O cliente pretende acompanhar os consumos totais da instalação, nomeadamente a energia consumida, ter acesso aos valores de consumo do sistema de aquecimento, ventilação, e ar condicionado (AVAC), da máquina de lavar caixas, da loja da loja, dos equipamentos do bar do edifício, dos motores de bombagem e da câmara frigorífica.

- Controlo de iluminação

O cliente pretende controlar a iluminação das diferentes zonas do edifício (Naves 1, 2, 3 e 4).

- Controlo de inundação

Na loja da loja estão já instalados sensores de inundação que, na presença de inundação, dão um alerta para gestão técnica central. O proprietário pretende que, além do

referido alerta dado no Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC), as tomadas do referido espaço fiquem automaticamente sem energia.

- Controlo de incêndio

O bar encontra-se equipado com detetores de incêndio e o cliente estipulou que, aquando da deteção de incêndio, o disjuntor principal do quadro desta zona deverá fazer o corte de energia; além disso, pretende receber uma notificação via e-mail acusando o corte de energia (o SGTC é a responsável pelo envio da notificação requerida).

- Monitorização

O cliente pretende que toda a monitorização e controlo possam ser efetuados quer no local de instalação do quadro elétrico (QE) através de um painel de visualização, quer numa sala de gestão técnica do edifício, ou ainda remotamente, por exemplo, na sede da empresa situada numa outra área geográfica.

De seguida, é feita a análise do quadro geral de baixa tensão da instalação existente no edifício.

6.2.3. LEVANTAMENTO DAS CARATERÍSTICAS DO QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO DA INSTALAÇÃO

Para a instalação poder laborar, a energia é fornecida por um posto de transformação do cliente que alimenta o Quadro Geral de Baixa Tensão, QGBT. Este quadro elétrico (QE) de IP 55 e IK 10, está dimensionado para suportar uma corrente nominal de 300A e distribui a energia pelas diferentes cargas da instalação, pelos barramentos secundários e pelo quadro de cargas críticas.

No que respeita ao QGBT, as cargas que são alimentadas pelo barramento principal são as seguintes:

- Máquina de lavar caixas cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 32A, curva C;
- Quadro Loja Lota cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 20A, curva C;
- Quadro de iluminação exterior cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 25A, curva C;

- Quadro bar cujo circuito é protegido por um disjuntor tertapolar de 32A, curva C;
- Quadro de oficina cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 25A, curva C;
- Quadro bombagem cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 63A, curva C;
- Quadro elétrico L1 cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 63A, curva C;
- Quadro do refeitório cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 25A, curva C;
- Quadro da portaria cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 16A, curva C;
- Quadro do inversor do gerador existente cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 100A, curva C.

Quanto aos barramentos secundários, têm uma corrente estipulada de 100A e alimentam um conjunto de circuitos aos quais é feita a proteção através de um interruptor diferencial de 40A com sensibilidade de 300mA classe AC. Um barramento secundário alimenta as seguintes cargas:

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| • Tomadas parque entrega; | • Tomadas veterinários; |
| • Tomadas lota; | • Tomadas; |
| • Tomadas; | • Relógio de ponto; |

O circuito associado a cada uma destas cargas é protegido por um dispositivo de proteção, um disjuntor bipolar de 16A, curva C.

Um outro barramento secundário alimenta as seguintes cargas:

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| • Tomadas parque entrega; | • AVAC; |
| • Tomadas lota; | • Tomadas gerais; |
| • Tomadas lota; | • Reserva equipada; |

Também aqui o circuito associado a cada uma das cargas é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C.

Um terceiro barramento secundário alimenta as seguintes cargas:

- Insectocutores 1 cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C;
- Insectocutores 2 cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C;
- Insectocutores 3 cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C;
- Alarme cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C;
- Reserva equipada cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 10A, curva C;
- Reserva equipada cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 10A, curva C;

Um quarto barramento secundário alimenta o seguinte conjunto de cargas:

- Tomada trifásica lota 1;
- Tomada trifásica lota 2;
- Tomada trifásica lota 3;

O circuito associado a cada carga é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C.

Por último, um quinto barramento secundário alimenta o seguinte conjunto de cargas:

- TA1;
- TA2 / TA3;
- Reserva equipada
- TA4 / TA5;
- TA – Balneários;

O circuito relativo à Reserva equipada é protegido por um disjuntor bipolar de 10A, curva C. O circuito associado a cada uma das restantes cargas é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C.

6.2.4. CONSTITUIÇÃO DO QUADRO DE CARGAS CRÍTICAS

Quanto ao quadro de cargas críticas com IP 55 e IK10, alimentado também pelo QGBT, é composto por um barramento de cobre de 200A de corrente nominal que alimenta as seguintes cargas:

- Unidade de alimentação ininterrupta (UPS) 2 cujo circuito é protegido por um interruptor diferencial de 32 com uma sensibilidade de 300mA classe AC seguindo-se de um disjuntor bipolar de 25A curva C;
- Quadro leilão autom cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 50A, curva C;
- Quadro energia estabilizada cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 50A, curva C;
- Quadro câmara frigorífica cujo circuito é protegido por um disjuntor tetrapolar de 40A, curva C.

No quadro de cargas críticas existem, ainda, cinco barramentos secundários; cada um suporta uma corrente nominal de 100A e alimenta um conjunto de circuitos protegidos por um disjuntor diferencial.

Um primeiro barramento secundário alimenta o conjunto de cargas a seguir discriminadas, cujos circuitos se encontram protegidos por um disjuntor diferencial de 40A com uma sensibilidade de 30mA classe AC:

- Iluminação da Nave 1;
- Iluminação da Nave 2;
- Iluminação da Nave 3;
- Iluminação da Nave 4;
- Reserva equipada;
- Reserva equipada;

Cada um dos circuitos associados à Iluminação da Nave 1, Iluminação da Nave 2, Iluminação da Nave 3 e da Iluminação da Nave 4 é protegido por um disjuntor tetrapolar de 10A, curva C. Relativamente aos circuitos associados a Reserva equipada, cada um é protegido por um disjuntor bipolar de 10A, curva C.

Um outro barramento secundário alimenta um conjunto de cargas, a seguir evidenciadas, cujos circuitos se encontram protegidos por um disjuntor diferencial de 25A com uma sensibilidade de 30mA classe AC:

- Iluminação hall entrada / emergência cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 10A, curva C;
- Iluminação sanitários públicos / emergência cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 10A, curva C;
- Iluminação balneários / emergência cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 10A, curva C;
- Iluminação saída Sul cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C;
- Iluminação cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C;
- Iluminação cujo circuito é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C.

Um terceiro barramento secundário alimenta um conjunto de cargas, a seguir enumeradas, cujos circuitos se encontram protegidos por um disjuntor diferencial de 40A com uma sensibilidade de 30mA classe AC:

- | | |
|---|------------------------------|
| • Iluminação saída Norte / emergência; | • Iluminação caixas de lota; |
| • Iluminação sanitários / emergência; | • Reserva equipada; |
| | • Reserva equipada; |
| | • Reserva equipada; |

O circuito associado a cada carga é protegido por um disjuntor bipolar de 10A, curva C.

Um quarto barramento secundário alimenta um conjunto de cargas, a seguir discriminadas, cujos circuitos se encontram protegidos por um disjuntor diferencial de 25A e com uma sensibilidade de 300mA classe AC:

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| • Tomadas caixa de lota; | • Reserva equipada; |
| • Tomadas gabinetes; | • Reserva equipada; |
| • Ventilação; | • Reserva equipada; |

O circuito associado a cada carga, excetuando a Ventilação, é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C. Relativamente ao circuito da carga referida, este é protegido por um disjuntor bipolar de 2A, curva C.

Por último, um quinto barramento secundário alimenta um conjunto de cargas a seguir enumeradas cujos circuitos se encontram protegidos por um disjuntor diferencial de 40A e com uma sensibilidade de 300mA classe AC:

- Portões motorizados 1;
- Portões motorizados 2;
- Portões motorizados 3;
- Portões motorizados 4.

O circuito associado a cada carga é protegido por um disjuntor tetrapolar de 16A, curva C.

Nos anexos I e II constam os esquemas unifilares dos dois quadros elétricos referidos anteriormente. O anexo I representa o projeto do QGBT; o anexo II representa o quadro de cargas críticas. As figuras 110 e 111 mostram extratos dos esquemas unifilares, respetivamente, do QGBT e do quadro de cargas críticas.

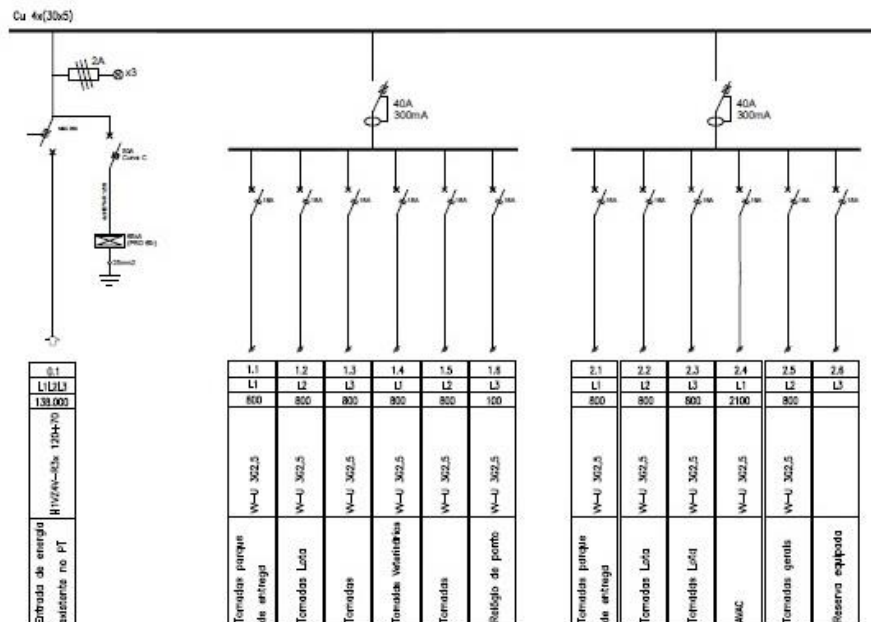


Figura 110 - Excerto do esquema unifilar do Quadro Geral de Baixa Tensão

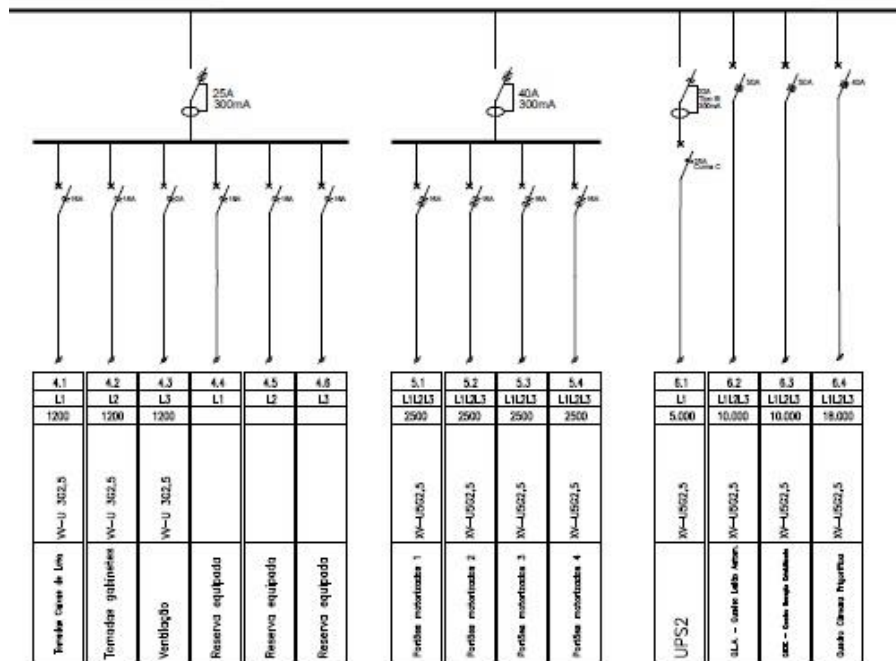


Figura 111 – Excerto do esquema unifilar do Quadro de Cargas Críticas

6.2.5. CONVERSÃO DO QUADRO ELÉTRICO NUM *SMART PANEL*

Após analisadas as características do quadro elétrico (QE) existente, verificou-se a impossibilidade de viabilização técnica e económica dos requisitos funcionais com soluções tradicionais. Deste modo, para que os quadros da lota cumpram os requisitos definidos, torna-se necessária a instalação de componentes que farão deles um quadro inteligente. Enumera-se, de seguida, o conjunto de dispositivos que contribuirão para expandir as suas potencialidades.

- a) A um disjuntor NSX 250 são acoplados os seguintes componentes: uma *Micrologic 5.2E*, que tem como função recolher e apresentar, através de um pequeno mostrador, a informação acerca dos consumos da instalação; um auxiliar elétrico MX (uma bobina que, quando recebe corrente, faz disparar o disjuntor); um auxiliar elétrico BSCM que indica o estado do disjuntor (aberto/fechado) e que comunica para a central de gestão as leituras efetuadas pela referida *Micrologic*.

- b) Para que o cliente possa configurar remotamente o aparelho de proteção, situado na cabeça da sua instalação, é necessário atribuir-lhe um endereço IP para posterior acesso. Essa atribuição é feita através de um Módulo *Interface Modbus* (IFM).
- c) Uma régua *Smartlink Modbus* é usada para proceder ao controlo da iluminação mediante telerruptores conetados a auxiliares ligados à referida régua. Esta será utilizada, também, como meio de atuação sobre as proteções, no caso dos sensores serem ativados, em função da programação a efetuar.
- d) Na parte frontal do quadro elétrico é instalado um ecrã de visualização através do qual o cliente terá acesso ao estado da instalação podendo visualizar, designadamente, os consumos de energia, o fator de potência, os consumos de energia de cada fase. Poderá, ainda, configurar os diferentes componentes da instalação e atuar sobre a mesma, de acordo com os requisitos estabelecidos e as necessidades pontuais.
- e) Uma das exigências do cliente é acompanhar os consumos de energia da instalação. Como tal, são instalados diversos contadores de energia para os circuitos das diferentes cargas, que têm a capacidade de transmitir os dados recolhidos para uma central de visualização cumprindo, deste modo, os requisitos do cliente no que se refere a valores de consumo do sistema AVAC, da máquina de lavar caixas, da loja da lota, dos equipamentos do bar do edifício, dos motores de bombagem e da câmara frigorífica.
- f) Ao sistema é acoplada uma *Com 'x 200* para que os dados recolhidos pelos diferentes dispositivos da rede possam ser armazenados na *cloud* e disponibilizados, e para que seja possível configurar e atuar sobre a instalação quer no local quer remotamente.
- g) São necessárias fontes de alimentação para fornecimento de energia a parte dos dispositivos que perfazem o conceito *Smart Panel*: régua *Smartlink Modbus*, Painel de Visualização, *Com 'x 200*.

- h) Telerruptores e auxiliares de telerruptores são instalados para que o cliente possa controlar, remotamente e no local, a iluminação das Naves 1, 2, 3 e 4.
- i) RCA (*Remote Control Auxiliary*), telecomandos de disjuntores, são conectados aos disjuntores da loja e do bar da lota, e irão permitir que, na presença de inundação ou de incêndio, possam ser abertos automaticamente, cortando a energia na zona pretendida.

6.2.6. COMUNICAÇÃO

Indica-se, de seguida, os modos de comunicação entre os diferentes dispositivos da tecnologia *Smart Panel* instalados nos quadros elétricos.

A comunicação dos dispositivos pertencentes a este conceito de QE inteligente é feita através de um sistema *Universal Logic Plug*, ULP, do protocolo *Modbus* e do protocolo *Ethernet*.

No QGBT o disjuntor de entrada é conectado a um *Interface Modbus* (IFM) através de um cordão ULP. O IFM atribui um endereço *Internet Protocol* (IP) ao disjuntor e permite que este comunique com a *Com'x 200* através do protocolo *Modbus*, para posterior acesso às leituras feitas pelo disjuntor e para se poder operar sobre o mesmo (abrir/fechar).

Os telecomandos de disjuntores estão conectados à régua *Smartlink Modbus* através de um cabo ti24. Por sua vez a régua está conectada à *Com'x 200* através do protocolo *Modbus*.

Os contadores de energia situados nos circuitos de AVAC, da máquina de lavar caixas, dos equipamentos da loja, do bar da lota, dos motores de bombagem, e da câmara frigorífica, enviam as leituras feitas para a *Com'x 200* através do protocolo de comunicação *Modbus*.

O controlo da iluminação é feito através dos auxiliares dos telerruptores que se encontram conectados à régua *Smartlink Modbus* através de um cabo ti24. Sequencialmente, a comunicação entre a régua e a *Com'x 200* é feita através do protocolo *Modbus*.

Uma vez todos os dispositivos conectados à *Com'x 200*, serão configurados através da página *web* contida no referido equipamento. Como este equipamento contém uma porta USB destinada à colocação de uma PEN com acesso à internet, o cliente poderá aceder à *Com'X 200*, obter toda a informação sobre o sistema e atuar sobre a instalação, remotamente. Há ainda a considerar que a manutenção e monitorização da rede do edifício poderá ser efetuada através de um computador instalado numa sala de gestão técnica. Essa ligação será estabelecida através do protocolo *Ethernet*. Nos anexos III e IV, constam os esquemas

unifilares dos QE's *Smart Panel*; o anexo V apresenta a arquitetura adotada, para cumprir com os requisitos estabelecidos pelo cliente.

6.2.7. CABLAGEM

Para que os dados circulem corretamente na rede e não sejam afetados por fatores externos, a cablagem de comunicação (correspondente aos protocolos *Modbus* e *Ethernet*) deve ser instalada de forma a ficar livre de eventuais perturbações eletromagnéticas criadas pela cablagem de potência. Se houver necessidade de os cabos de comunicação se cruzarem com cabos de potência, o ângulo entre os dois tipos de cabos deve ser o mais próximo possível dos 90°, de modo a reduzir o mais possível a formação de campos magnéticos.

6.2.8. ORÇAMENTAÇÃO

Através do software de orçamentação *QE Buildings* foi elaborado o orçamento de *upgrade* do quadro elétrico. Nos anexos VI e VII do presente trabalho constam duas tabelas de orçamentação: a primeira (Quadro 1), referente ao QGBT, apresenta as referências e os valores discriminados dos componentes que integram o quadro. A segunda tabela (Quadro 2), referente ao quadro de cargas críticas, mostra a orçamentação discriminada dos elementos que o constituem. Em ambas as tabelas destacou-se com cor azul os dispositivos *Smart Panel* que constituíram elemento de adaptação do QE tradicional. As figuras 112 e 113 representam, respetivamente, um excerto do orçamento relativo ao Quadro 1 e ao Quadro 2.

| Projeto Lota | | | | |
|--------------|------|--|------------|------------|
| Quadro 1 | | | | |
| Ref. | Qty. | Design | P.u. | P.tt. |
| LV431395 | 1 | NSX250B 4P SD | € 501,41 | € 501,41 |
| LV431496 | 1 | Micrologic 5.2 E 250A 4P4D (NSX250) | € 1.065,13 | € 1.065,13 |
| LV434202 | 1 | NSX Cord L= 3 m | € 41,68 | € 41,68 |
| LV434205 | 1 | Módulo BSCM Compact NSX | € 154,60 | € 154,60 |
| TRV00210 | 1 | Interface de Com Modbus SL | € 150,68 | € 150,68 |
| TRV00880 | 1 | 10 terminais de linha ULP | € 25,99 | € 25,99 |
| LV429387 | 1 | Bobina MX 220-240V 50/60Hz 208-277V 60Hz | € 85,77 | € 85,77 |

Figura 112 - Excerto do orçamento do Quadro 1

| Projeto Lota | | | | |
|--------------|------|--|----------|----------|
| Quadro 2 | | | | |
| Ref. | Qty. | Design | P.u. | P.tt. |
| LV430639 | 1 | NSX160NA 4P seccionado Compact | € 400,02 | € 400,02 |
| ABL7RM24025 | 2 | ALIMENTATION MODULAIRE 24V 2,5A | € 151,80 | € 303,60 |
| A9F79225 | 1 | iC60N 2P 25A C | € 35,69 | € 35,69 |
| A9F79450 | 2 | iC60N 4P 50A C | € 87,48 | € 174,96 |
| A9F79440 | 1 | iC60N 4P 40A C | € 76,97 | € 76,97 |
| A9C15424 | 4 | impulse relay auxiliary low level 24 VDC | € 77,46 | € 309,84 |
| LV429518 | 1 | 1 tapa bornes longo 4P (NSX100/250 INV/I | € 19,19 | € 19,19 |

Figura 113 - Excerto do orçamento do Quadro 2

A tabela 15 mostra o valor total das parcelas correspondentes aos componentes *Smart Panel*.

Tabela 15 - Orçamento do Estudo A

| Componentes <i>Smart Panel</i> | |
|--------------------------------|------------|
| Quadro 1 | € 3.830,71 |
| Quadro 2 | € 4.014,14 |
| TOTAL | € 7.844,85 |

Futuramente, o proprietário da lota poderá confrontar os consumos registados antes e depois da alteração do QE e verificar que as medidas adotadas terão contribuído, por um lado, para a facilidade e eficácia do controlo de consumos, por outro, para a pretendida otimização de gastos, o que se traduz num ganho para o cliente.

Com efeito, se o Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC), enquanto sistema de supervisão de vários sub-sistemas, desempenha funções de monitorização e controlo mediante o acoplamento de componentes, o *Smart Panel* (sistema que agrupa gestão, controlo e monitorização) permite maior poupança na cablagem, uma vez que a régua *Smartlink* substitui, em grande parte, a quantidade de cablagem de conexão individual de

componentes. No SGTC, a cada circuito monitorizado corresponde um ponto de controlo, exigindo acrescido trabalho de engenharia no que respeita à elaboração de software específico, adaptado a cada instalação, o que se traduz num custo elevado. Já na tecnologia SP, o trabalho de engenharia é desenvolvido na conceção de cada componente, passível de replicação em todas as instalações. Confrontadas estas duas tecnologias, é manifesto o equilíbrio de custos de trabalho de engenharia.

Há ainda a considerar que a margem de erro na montagem do SP é minimizada graças à posição única possível de conexão dos dispositivos, o que se traduz em poupança de tempo na eletrificação do quadro (com implicação na redução de custos) e maior rapidez e eficácia na deteção não só de eventuais deficiências na eletrificação mas também de avarias de componentes. Além disso, a solução *Smart Panel* potencia algumas funcionalidades do SGTC na capacidade de disponibilização de mais informação sobre o estado da instalação, graças às páginas integradas nos dispositivos. A capacidade de expansão do *Smart Panel* confere grande versatilidade a esta tecnologia dado que os custos inerentes à inserção de requisitos incidem na aquisição dos componentes mais do que na sua configuração.

6.3. ESTUDO DE CASO B: PROJETO DE UM QUADRO ELÉTRICO COM A TECNOLOGIA *SMART PANEL*

6.3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO

A instalação em causa destina-se a um edifício de escritórios que está a ser construído. Este é constituído por 3 pisos (-1, Rés/chão e 1º andar): o piso -1 é uma zona de oficina, e o Rés/chão e 1º andar são espaços para escritórios. Atendendo às características do edifício, vão ser projetados um quadro de entrada, um para a zona de oficina, um para o hall de entrada (no Rés/chão), e um outro para o 1º andar. O proprietário pretende monitorizar, racionalizar, e controlar os consumos de energia da instalação. Para uma perceção visual da distribuição de energia, a figura 114 mostra o diagrama de distribuição de energia da referida instalação.

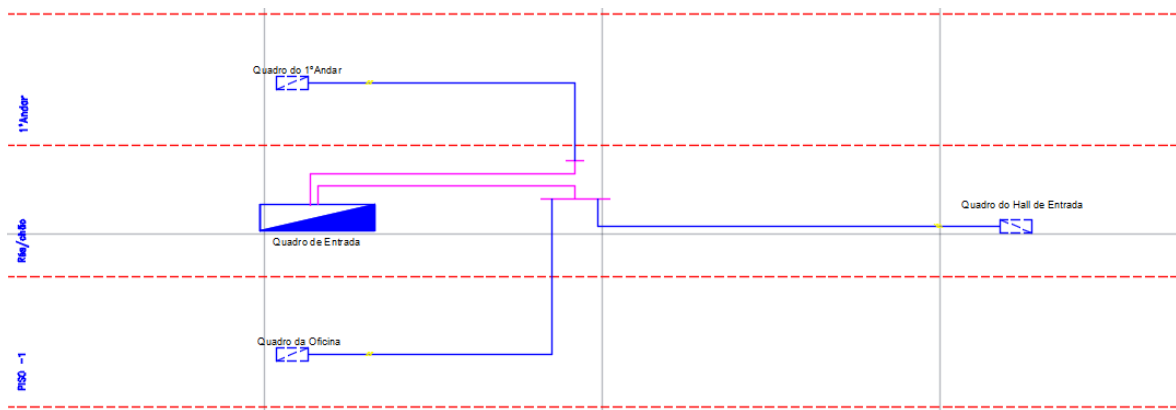


Figura 114 - Diagrama de distribuição de energia

6.3.2. REQUISITOS DO CLIENTE

Os requisitos do cliente consubstanciam-se nos seguintes domínios:

- Monitorização do estado da energia

O cliente pretende acompanhar a qualidade da energia que chega do posto de transformação;

- Monitorização dos consumos de energia

Relativamente aos consumos de energia, o cliente pretende conhecer e controlar os consumos totais da instalação, nomeadamente a energia consumida pelo ar condicionado, pelos compressores, pelo desumificador, pela iluminação do armazém e pela iluminação exterior.

- Controlo de iluminação

O cliente pretende, ainda, controlar a iluminação de todas as zonas do edifício.

- Controlo de inundação

Nas casas de banho quer minimizar os danos em caso de inundação, pelo que serão instalados sensores de inundação que, em situação, dão um alerta à gestão técnica para abertura do elemento de proteção do referido circuito que ficará automaticamente sem energia.

- Monitorização e controlo

O cliente pretende um painel de visualização no quadro onde consiga ler os consumos dos equipamentos, ter a possibilidade de atuar sobre as proteções e configurar a sua instalação. Esta possibilidade de monitorização é um requisito não apenas para o local do quadro, mas também para uma sala de gestão técnica do edifício, através de um computador; o cliente pretende ainda ter a possibilidade de monitorização remota, por exemplo, na sua habitação, a partir de um computador, um tablet ou um smartphone. (Cabe, neste passo, aduzir a informação de que os processos de monitorização e de controlo referidos poderão ser executados, simultaneamente, “*in loco*” e à distância.)

6.3.3. PROJETO DA SOLUÇÃO SMART PANEL

Para a execução deste caso de estudo, num primeiro momento é descrita a função dos diferentes quadros elétricos que farão parte do edifício, seguidamente é feita a caracterização dos componentes a incorporar em cada um dos quadros, bem como dos modos de comunicação (visíveis na arquitetura adotada para a implementação da solução, apresentada em anexo). Posteriormente é explicado o modo de passagem da cablagem, e apresentada a orçamentação. Por fim, é explicitado o processo de monitorização e controlo do sistema, pretendido pelo cliente.

6.3.3.1. CARATERIZAÇÃO DO QUADRO DE ENTRADA

O quadro de entrada, que recebe energia de um posto de transformação, é o responsável pela distribuição da energia para os restantes quadros da instalação (quadro da oficina, quadro do hall de entrada e quadro do 1º andar) e para o ar condicionado, através do seu barramento principal. Ainda ligadas a este barramento encontram-se a unidade de alimentação ininterrupta, UPS, cujo circuito está protegido por um interruptor diferencial de 32A com uma sensibilidade de 300mA classe AC e por um disjuntor bipolar de 25A curva D, e uma bateria de condensadores cujo circuito se encontra protegido por um disjuntor tripolar NSX 250A. Os barramentos secundários vão alimentar as saídas para os diferentes circuitos dos escritórios. O conjunto de circuitos de cada escritório contempla os seguintes circuitos: o circuito de iluminação, cuja proteção é feita através de um disjuntor bipolar de 10A curva C; o circuito das tomadas cuja proteção é feita através de um disjuntor bipolar de 16A, curva C; o circuito relativo ao ar condicionado é protegido por um disjuntor bipolar de 25A, curva C; o circuito da iluminação da casa de banho é protegido por um disjuntor bipolar

de 10A, curva C; o circuito das tomadas da casa de banho tem uma proteção feita por um disjuntor bipolar de 16A curva C e a iluminação de segurança tem o seu circuito protegido através de um disjuntor bipolar de 10A curva C.

Neste quadro pretende-se instalar os componentes que permitem a obtenção da leitura dos consumos de energia do Ar Condicionado, o controlo quer da iluminação quer das tomadas das diferentes zonas, conforme se encontra discriminado na secção 6.3.8..

6.3.3.2. CARATERIZAÇÃO DO QUADRO DA OFICINA

O quadro da oficina é constituído por um barramento principal que vai alimentar os circuitos de iluminação do armazém, de iluminação de segurança, e de iluminação da casa de banho. Cada um destes circuitos é protegido por um disjuntor bipolar de 10A curva C. Fazem parte, ainda, as saídas para as tomadas da zona 1, zona 2 e casa de banho, em que os circuitos são protegidos por disjuntores bipolares de 16A, curva C. A proteção ao circuito do desumificador do armazém é feita através de um disjuntor bipolar de 25A curva C e a proteção ao circuito dos compressores 1 e 2 é feita, para cada um, através de um disjuntor diferencial de 25A com uma sensibilidade de 300mA classe AC.

Neste quadro vão instalar-se os componentes que permitem a obtenção da leitura dos consumos totais da oficina, da iluminação do armazém, do desumificador e dos compressores, bem como os dispositivos que permitem controlar a iluminação e as tomadas das diferentes zonas, conforme se discrimina na secção 6.3.9..

6.3.3.3. CARACTERIZAÇÃO DO QUADRO DO HALL DE ENTRADA

No quadro do hall de entrada é feita a distribuição de energia através do barramento principal aos circuitos relativos a: iluminação do hall, iluminação de segurança do hall, iluminação da casa de banho, iluminação exterior. Cada um destes circuitos é protegido por um disjuntor bipolar de 10A, curva C. É feita a distribuição de energia, ainda, para os circuitos das tomadas do hall, das tomadas da casa de banho, protegido cada um por um disjuntor bipolar de 16A curva C, para o circuito dos estores das janelas, protegido por um disjuntor bipolar de 10A curva C, e para o do ar condicionado do hall, cuja proteção é feita por um disjuntor bipolar de 25A, curva C.

Também neste quadro se pretende instalar os componentes que permitem obter a leitura dos consumos totais de energia do hall de entrada, da iluminação exterior, e do ar condicionado do hall. O quadro do hall integra ainda os componentes que permitem controlar

os estores, a iluminação e as tomadas das diferentes zonas, como se discrimina na secção 6.3.10..

6.3.3.4. CARATERIZAÇÃO DO QUADRO DO 1º ANDAR

O 1º andar é uma zona de escritórios, pelo que o quadro é constituído por um barramento secundário que vai alimentar os circuitos de iluminação, das tomadas, do ar condicionado, da iluminação da casa de banho e das tomadas da casa de banho de cada um dos referidos escritórios. Cada circuito de iluminação bem como cada circuito de iluminação da casa de banho é protegido por um disjuntor bipolar de 10A, curva C; cada circuito de tomadas bem como de tomadas da casa de banho é protegido por um disjuntor bipolar de 16A, curva C; relativamente aos circuitos de ar condicionado, cada um é protegido por um disjuntor bipolar de 25A, curva C.

Neste quadro pretende-se instalar os componentes que permitem obter a leitura dos consumos totais do 1º andar bem como do ar condicionado de cada escritório. O referido quadro integra, também, os componentes que permitem controlar a iluminação e as tomadas das diferentes zonas, tal como se explicita na secção 6.3.11..

6.3.3.5. COMPONENTES A INSTALAR NO QUADRO DE ENTRADA

Para que os QE's cumpram rigorosamente as funções para que foram projetados, torna-se necessária a instalação dos componentes que permitem as leituras, a comunicação, a monitorização e o controlo característicos de um quadro *Smart Panel*. Deste modo, procede-se à instalação do conjunto de dispositivos que se enumera, de seguida.

a) A um disjuntor NS 800 são acoplados os seguintes componentes: uma *Micrologic 7.0P*, que tem como função recolher e apresentar, através de um pequeno mostrador, a informação acerca dos consumos da instalação; um auxiliar elétrico BCM para comunicar para a central de gestão as leituras efetuadas pela referida *Micrologic*. Ao disjuntor em questão está ligado um dispositivo I/O que dá informação ao utilizador sobre o estado da posição do aparelho no chassi.

b) Para que o cliente possa configurar remotamente o aparelho de proteção acima citado, é necessário atribuir-lhe um endereço *Internet Protocol* (IP) para posterior acesso. Essa atribuição é feita através de um Módulo *Interface Ethernet* (IFE).

c) Colocado a jusante do aparelho de proteção é instalado um analisador de energia, PM5310. A sua função é dar informação ao utilizador sobre a qualidade da energia que está a ser injetada na sua instalação.

d) O dispositivo que faz a proteção ao Quadro do Hall de Entrada (Compact NSX 100F), tem acoplada uma *Micrologic 6.2E* apenas para leitura “*in loco*” dos consumos de energia.

e) Para controlo do ar condicionado das zonas comuns do edifício vai ser instalado um disjuntor Compact NSX 100F com telecomando. Também este aparelho será portador de uma *Micrologic 6.2E* juntamente com um módulo *Breaker Status Control Module* (BSCM). A este disjuntor será acoplado um IFM para se poder estabelecer a comunicação entre o utilizador e o aparelho, remotamente. Será instalado, ainda, um contador de energia, iEM3255, para controlo e comunicação dos consumos.

f) O dispositivo que faz a proteção ao quadro da oficina (Compact NSX 100F) tem acoplada uma *Micrologic 6.2E* juntamente com um módulo BSCM. Acoplado a este disjuntor existe um módulo IFM para se poder operar e saber o estado do referido disjuntor.

g) O componente que protege o quadro do 1º andar é um disjuntor Compact NSX 160F em que serão instalados uma *Micrologic 6.2E* e um módulo BSCM; vai estar conetado a um módulo IFM para poder ser recolhida informação acerca do seu estado e fazer o seu controlo.

h) Em todos os circuitos de iluminação serão instalados telerruptores e auxiliares de telerruptores, o que irá permitir o controlo da iluminação, remotamente.

i) A proteção aos circuitos das tomadas da casa de banho será feita por disjuntores do tipo *Reflex* iC60N para permitir que, em caso de inundação, o Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) possa dar a ordem de abertura aos disjuntores destes circuitos.

j) Contadores de energia iEM2010 serão instalados nos circuitos de ar condicionado referentes a cada escritório.

k) Será instalado um ecrã FDM128 que permitirá a monitorização e o controlo da instalação.

l) Serão instaladas duas réguas *Smartlink Modbus* e uma régua *Smartlink Ethernet* para conetar os auxiliares de telerruptores, os contadores de energia iEm2010 e os disjuntores *Reflex*, permitindo a aquisição dos dados da leitura dos contadores de energia e o controlo da iluminação e das tomadas.

m) É necessária a instalação de fontes de alimentação para fornecimento de energia a alguns dispositivos: réguas *Smartlink Modbus* e *Ethernet*, Painel de Visualização, *Com'x 200*, *Switch Ethernet*, IFE.

6.3.3.6. COMPONENTES A INSTALAR NO QUADRO DA OFICINA

Para realizar as funções exigidas será necessário dotar o quadro do seguinte conjunto de equipamentos:

a) Para fazer a proteção ao quadro em questão irá ser instalado um interruptor INS 160A juntamente com um contador de energia, PM3255 para leitura e comunicação de dados.

b) Nos circuitos de iluminação serão instalados telerruptores bem como auxiliares de telerruptores a fim de se poder controlar remotamente a iluminação.

c) A proteção dos circuitos das tomadas da casa de banho será feita por disjuntores *Reflex* para que, caso os sensores de inundação sejam ativados, o SGTC possa dar a ordem de abertura aos referidos disjuntores.

d) Será instalado um contador de energia iEm2010 no circuito do desumificador e outros dois contadores de energia iEm3255 nos circuitos dos compressores.

e) Uma régua *Smartlink Ethernet* e uma régua *Smartlink Modbus* serão instaladas para que se possa proceder ao controlo remoto da iluminação através dos auxiliares de telerruptores ligados à referida régua. Estas serão utilizadas, também, como meio de comunicação das leituras dos contadores e como meio de atuação sobre as proteções, no caso dos sensores serem ativados, em função da programação a efetuar.

f) Uma fonte de alimentação será necessária para fornecimento de energia às régua *Smartlink Ethernet* e *Modbus*.

6.3.3.7. COMPONENTES A INSTALAR NO QUADRO DO HALL DE ENTRADA

Para cumprir as funções pretendidas o quadro do hall de entrada incluirá o seguinte conjunto de equipamentos:

a) Para fazer a proteção ao quadro em questão é instalado um interruptor INS 160A juntamente com um contador de energia, PM3255, que faz a leitura e comunica os dados.

b) No que respeita ao circuito de iluminação, serão instalados telerruptores bem como auxiliares de telerruptores que irão garantir o controlo da iluminação à distância.

c) Quanto à proteção do circuito de tomadas da casa de banho, será feita através de um disjuntor do tipo *Reflex* iC60N para permitir que em caso de inundação o SGTC possa dar a ordem de abertura ao disjuntor.

d) Serão, ainda, instalados contadores de energia iEm2010 nos circuitos de iluminação exterior e de ar condicionado do hall.

e) Será instalada uma régua *Smartlink Modbus* para se poder conetar os auxiliares de telerruptores, os contadores de energia iEm2010 e os disjuntores *Reflex*.

f) Uma fonte de alimentação será necessária para fornecimento de energia à régua *Smartlink Modbus*.

6.3.3.8. COMPONENTES A INSTALAR NO QUADRO DO 1ºANDAR

O quadro do 1ºAndar deverá ser dotado dos seguintes equipamentos a fim de cumprir as funções necessárias:

a) Para fazer a proteção ao quadro em questão vai ser instalado um interruptor INS 250A juntamente com um contador de energia, PM3255.

b) Em todos os circuitos de iluminação serão instalados telerruptores e auxiliares de telerruptores, o que irá permitir o controlo da iluminação, remotamente.

c) A proteção aos circuitos das tomadas da casa de banho será efetuada por disjuntores do tipo *Reflex* iC60N para permitir que, em caso de inundação, o SGTC possa dar a ordem de abertura aos disjuntores destes circuitos.

d) Serão instalados contadores de energia iEm2010 nos circuitos de ar condicionado de cada escritório.

e) Uma régua *Smartlink Ethernet* e uma régua *Smartlink Modbus* serão instaladas para que se possa proceder ao controlo da iluminação através dos auxiliares de telerruptores ligados à referida régua. Estas serão utilizadas, também, como meio de comunicação das leituras dos contadores e como meio de atuação sobre as proteções, no caso dos sensores serem ativados, em função da programação a efetuar.

f) Uma fonte de alimentação será necessária para fornecimento de energia às régua *Smartlink Ethernet* e *Modbus*.

6.3.3.9. COMUNICAÇÃO

Indica-se, de seguida, os modos de comunicação entre os diferentes dispositivos da tecnologia *Smart Panel* instalados nos quadros elétricos.

A comunicação dos dispositivos pertencentes a este conceito de QE inteligente é feita através de um sistema *Universal Logic Plug* (ULP) do protocolo *Modbus* e do protocolo *Ethernet*.

6.3.3.9.1. COMUNICAÇÃO NO QUADRO DE ENTRADA

No quadro de entrada, o disjuntor de entrada é conetado ao módulo I/O que, por sua vez, é conetado ao IFE *Gateway* via cordão ULP. O IFE *Gateway* atribui um endereço *Internet Protocol* (IP) ao disjuntor e a partir da página *web* integrada o utilizador tem acesso às leituras feitas pelo disjuntor e pode operar sobre o mesmo (abrir/fechar), remotamente. O *Interface Ethernet Gateway* é conetado a um *switch* e depois a uma *Com 'x200* através do protocolo *Ethernet*.

O analisador de energia PM5310 envia os dados por protocolo *Modbus* através do bus estabelecido entre as réguas *Smartlink Modbus* e *Smartlink Ethernet*.

O disjuntor *Compact NSX100F*, que faz a proteção ao circuito do ar condicionado, é conetado a um IFM através de um cordão ULP. Posteriormente o *Interface Modbus* é emparelhado com o IFE via *Modbus*.

O contador de energia transmite os dados recolhidos através do protocolo *Modbus* pelo bus acima referido, estabelecido entre as réguas acima referidas.

O disjuntor que faz proteção ao quadro da oficina é conetado, também a um módulo IFM via cordão ULP e posteriormente emparelhado com o IFE via *Modbus*.

O disjuntor *Compact NSX 160F*, que faz a proteção ao quadro do 1º andar, é conetado através de um cordão ULP a um IFM emparelhado ao IFE via protocolo *Modbus*.

Os auxiliares de telerruptores, os disjuntores *Reflex*, e os contadores de energia iEM2010 estão ligados às réguas *Smartlink Ethernet* e *Smartlink Modbus* através de cabos ti24.

A conexão entre as réguas *Smartlink (SL) Ethernet* e *SL Modbus* é feita através do protocolo *Modbus*. Já a ligação do *SL Ethernet* ao *switch* é estabelecida por meio do protocolo *Ethernet*.

No anexo VIII mostra-se o esquema unifilar deste quadro; nos anexos IX, X, XI apresenta-se a arquitetura adotada para a ligação dos componentes *Smart Panel*; o anexo XII mostra o esquema de ligação da alimentação dos componentes *Smart Panel*, e o anexo XIII apresenta a arquitetura do SGTC.

6.3.3.9.2. COMUNICAÇÃO NO QUADRO DA OFICINA

Relativo ao Quadro da Oficina, o contador que se encontra imediatamente a jusante da proteção recolhe os dados da leitura e envia-os via protocolo *Modbus* para o *bus* da régua

SL *Modbus*, conetada via protocolo *Modbus* ao SL *Ethernet*. Este, através da ligação ao *switch* via protocolo *Ethernet*, irá transmitir toda a informação para a *Com 'x200*.

Os auxiliares de telerruptores, os disjuntores *Reflex*, e os contadores de energia iEM2010 estão ligados às régua SL *Ethernet* e SL *Modbus* através de cabos ti24.

Já os contadores de energia dos compressores 1 e 2, IEM3255, recolhem e enviam os dados via protocolo *Modbus* para o *bus* da régua SL *Modbus*.

As régua estão conetadas entre si via protocolo *modbus*; a régua SL *Ethernet* ficará conetada ao *switch* via protocolo *Ethernet*.

Nos anexos XIV, XV e XVI, podem ser visualizados, respetivamente, o esquema unifilar deste quadro, a arquitetura para ligação dos dispositivos *Smart Panel* e o esquema de ligação da alimentação dos componentes *Smart Panel*.

6.3.3.9.3. COMUNICAÇÃO NO QUADRO DO HALL DE ENTRADA

No quadro do Hall de Entrada, o contador de energia situado na cabeça da instalação recolhe a informação e transmite-a via protocolo *Modbus* para o *bus* da régua *Smartlink Modbus*, conetada à régua SL *Modbus* do Quadro de Entrada.

Aqui, também os auxiliares de telerruptores, os disjuntores *Reflex*, e os contadores de energia iEM2010 estão ligados à régua *Smartlink Modbus* através de cabos ti24. Os anexos XVII, XVIII e XIX mostram, respetivamente, o esquema unifilar do referido quadro, a arquitetura para ligação dos dispositivos *Smart Panel*, e o esquema de ligação da alimentação dos componentes *Smart Panel*.

6.3.3.9.4. COMUNICAÇÃO NO QUADRO DO 1º ANDAR

No que respeita ao Quadro do 1º Andar, o contador que se encontra imediatamente a jusante da proteção recolhe e envia os dados da leitura via protocolo *Modbus* para o *bus* da régua SL *Modbus*. Esta, por sua vez, está conetada via protocolo *Modbus* ao SL *Ethernet* que, através da ligação ao *switch* via protocolo *Ethernet*, irá transmitir toda a informação para a *Com 'x200*.

Os auxiliares de telerruptores, os disjuntores *Reflex* e os contadores de energia iEM2010 estão ligados às régua SL *Ethernet* e SL *Modbus* através de cabos ti24.

As régua estão conetadas entre si via protocolo *Modbus*; já a régua SL *Ethernet* ficará conetada ao *switch* via protocolo *Ethernet*.

Os anexos XX, XXI e XXII mostram, respetivamente, o esquema unifilar do referido quadro, a arquitetura para ligação dos dispositivos *Smart Panel*, e o esquema de ligação da alimentação dos componentes *Smart Panel*.

6.3.3.10. PASSAGEM DA CABLAGEM

Tal como explicitado no caso de estudo anterior (Caso de Estudo A), para que os dados circulem corretamente na rede e não sejam afetados por fatores externos, a cablagem de comunicação (correspondente aos protocolos *Modbus* e *Ethernet*) deve ser instalada de forma a ficar livre de eventuais perturbações eletromagnéticas criadas pela cablagem de potência. Caso haja necessidade de os cabos de comunicação se cruzarem com cabos de potência, o ângulo entre os dois tipos de cabos deve ser o mais próximo possível dos 90°, de modo a minimizar o máximo possível a formação de campos magnéticos.

6.3.4. ORÇAMENTAÇÃO

Utilizando o software de orçamentação *QE Buildings*, foi elaborado o orçamento dos quadros elétricos, onde consta a discriminação dos componentes utilizados, por referência, quantidade, designação, preço unitário e preço total, por parcela. É apresentado não só o orçamento total de cada quadro como o valor total dos componentes *Smart Panel* que os integram. É oportuno referir que, nas tabelas de orçamentação (em anexo), são destacados a cor azul os componentes *Smart Panel*. As figuras 115, 116, 117 e 118 mostram extratos do orçamento dos quadros, respetivamente do Quadro de Entrada (extrato do Anexo XXIII) do Quadro da Oficina (extrato do Anexo XXIV), do Quadro do Hall de Entrada (extrato do Anexo XXV) e do Quadro do 1ºAndar (extrato do Anexo XXVI).

| PROJETO EDIFÍCIO | | | | |
|-------------------|------|----------------------------------|------------|------------|
| Quadro de Entrada | | | | |
| Ref. | Qnt. | Design | P.u. | P.tt. |
| 33555 | 1 | NS800 N 4P FIXO MICRO 5.0 TAF | € 4.025,61 | € 4.025,61 |
| 33662 | 1 | MX 200/250 V CA/ V CC FIXO STD | € 179,59 | € 179,59 |
| 34510 | 1 | 1 CONTACT AUXI. OF/SD/SDE/SDV | € 38,35 | € 38,35 |
| 33597 | 2 | PROTECÇÃO CAMARAS DE CORTE 4P | € 71,83 | € 143,66 |
| 33643 | 2 | ADAP. LIGAÇÃO VERTICAL 4P(4UNID) | € 297,88 | € 595,76 |
| 33645 | 1 | PLACAS P/ CABOS 4P | € 260,80 | € 260,80 |
| LV434205 | 4 | Módulo BSCM Compact NSX | € 154,60 | € 618,40 |

Figura 115 - Extrato do orçamento do Quadro de Entrada

| PROJETO EDIFÍCIO | | | | |
|------------------|------|---------------------------------|----------|----------|
| Quadro Oficina | | | | |
| Ref. | Qnt. | Design | P.u. | P.tt. |
| 31101 | 1 | INTERPACT INS250 100A 4P | € 145,42 | € 145,42 |
| METSEPM3255 | 1 | PM3255 | € 456,50 | € 456,50 |
| ABL7RM24025 | 1 | ALIMENTATION MODULAIRE 24V 2,5A | € 151,80 | € 151,80 |
| A9XMSB11 | 1 | Smartlink RS485 module | € 405,75 | € 405,75 |
| A9XMFA04 | 1 | mounting kit calha DIN | € 24,72 | € 24,72 |
| A9XCAM06 | 15 | Cabos pre fabricados M | € 39,95 | € 599,25 |
| A9F79210 | 3 | iC60N 2P 10A C | € 35,25 | € 105,75 |

Figura 116 - Extrato do orçamento do Quadro Oficina

| PROJETO EDIFÍCIO | | | | |
|------------------------|------|---------------------------------|----------|----------|
| Quadro Hall de Entrada | | | | |
| Ref. | Qnt. | Design | P.u. | P.tt. |
| 28913 | 1 | INTERPACT INS160 4P C/PUNHO | € 118,42 | € 118,42 |
| METSEPM3255 | 1 | PM3255 | € 456,50 | € 456,50 |
| ABL7RM24025 | 1 | ALIMENTATION MODULAIRE 24V 2,5A | € 151,80 | € 151,80 |
| A9XMSB11 | 1 | Smartlink RS485 module | € 405,75 | € 405,75 |
| A9XMFA04 | 1 | mounting kit calha DIN | € 24,72 | € 24,72 |
| A9XCAM06 | 10 | Cabos pre fabricados M | € 39,95 | € 399,50 |
| A9F78210 | 4 | iC60N 2P 10A B | € 39,84 | € 159,36 |

Figura 117 - Extrato do orçamento do Quadro Hall de Entrada

| PROJETO EDIFÍCIO | | | | |
|------------------|------|--|----------|----------|
| Quadro 1ºAndar | | | | |
| Ref. | Qty. | Design | P.u. | P.tt. |
| 31107 | 1 | INTERPACT INS250 4P | € 187,51 | € 187,51 |
| METSEPM3255 | 1 | PM3255 | € 456,50 | € 456,50 |
| ABL7RM24025 | 1 | ALIMENTATION MODULAIRE 24V 2,5A | € 151,80 | € 151,80 |
| A9F79210 | 6 | iC60N 2P 10A C | € 35,25 | € 211,50 |
| A9F79216 | 3 | iC60N 2P 16A C | € 33,16 | € 99,48 |
| A9C15424 | 6 | impulse relay auxiliary low level 24 VDC | € 77,46 | € 464,76 |
| A9XMSB11 | 1 | Smartlink RS485 module | € 405,75 | € 405,75 |

Figura 118 - Extrato do orçamento do Quadro 1ºAndar

A tabela 16 mostra o valor total do orçamento dos diferentes quadros (esquerda), e o valor total do orçamento dos componentes *Smart Panel* que integram cada um dos quadros (direita).

Tabela 16 - Orçamento do Estudo B

| PROJETO EDIFÍCIO | | Componentes <i>Smart Panel</i> | |
|--------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|
| Quadro de Entrada | € 41.452,21 | Quadro de Entrada | € 11.848,32 |
| Hall de Entrada | € 6.269,30 | Hall de Entrada | € 2.845,96 |
| Quadro 1º Andar | € 9.106,68 | Quadro 1º Andar | € 3.299,20 |
| Quadro Oficina | € 8.259,45 | Quadro Oficina | € 4.251,90 |
| TOTAL | € 65.087,64 | TOTAL | € 22.245,38 |

Como se pode constatar através das tabelas acima, a construção de um quadro elétrico sem as funções de controlo e monitorização têm um custo de € 42.842,26; com os componentes tecnológicos tem um custo total de € 65.087,64, pelo que o valor dos componentes *Smart Panel* corresponde a cerca de 1/3 do valor total do quadro.

Apesar da perceção do custo significativo dos componentes *Smart Panel*, deve ter-se em conta a poupança em cablagem que um quadro elétrico (QE) tradicional exigiria para monitorização a partir de um sistema de gestão técnica centralizada (SGTC). Este facto é

importante porque se traduz numa mais-valia em termos de custo/benefício para o cliente. O investimento prevê-se rentável, ainda, dado que o cliente terá à sua disposição todos os meios para poder otimizar os seus consumos e racionalizar devidamente a energia. A fiabilidade desta tecnologia é notória em cada um dos seus patamares: na montagem, devido à robustez dos componentes e da precisão e simplicidade de conexão entre dispositivos, originando uma menor probabilidade de erro nas ligações; na operação sobre a instalação, já que o acesso ao controlo dos dispositivos é feito de modo direto através das páginas web integradas, reduzindo a complexidade de atuação sobre o sistema. A opção pela solução *Smart Panel*, pela sua capacidade de conglomerar funções de monitorização, controlo, comunicação poderá, numa fase inicial, exigir um período adaptação, por parte do cliente, a esta tecnologia; contudo acabará por culminar no total controlo da instalação sendo expectável, a partir daí, uma rentabilização máxima da instalação.

6.3.5. MONITORIZAÇÃO E CONTROLO DA INSTALAÇÃO

Uma vez implementada a rede, a sua gestão poder ser feita através de diferentes formas. A mais prática e recomendável é a criação de um software à medida da instalação, criado pela Schneider-Electric, que dispõe de pessoal qualificado para a sua elaboração. O programa *Electrical Asset Manager* é um exemplo de uma aplicação de software que ajuda o utilizador a gerir o projeto nas suas diferentes fases de conceção, execução e implementação. Fornece apoio também na fase de testes de funcionamento bem como na manutenção do sistema. Permite ainda preparar as definições dos aparelhos off-line e configurá-los quando ligados aos restantes equipamentos [37].

O software *StruxureWare Power Monitoring* é um outro programa de supervisão, análise e gestão que a Schneider-Electric disponibiliza. Permite a criação de ecrãs gráficos interativos à medida de cada utilizador, a gestão de alarmes e sua notificação por e-mail; permite ainda controlar aberturas, rearmes e fechos de circuitos à distância; realiza uma análise completa da qualidade de energia. Como forma de guardar os registos, este programa permite a elaboração de relatórios em diferentes formatos como, por exemplo, formato Excel, PDF e imagem.

Um outro processo de atuar e monitorizar o estado da rede é acedendo às páginas web integradas nos diferentes dispositivos, neste caso concreto ao IFE, à *Com 'X 200*, e às réguas *Smartlink Ethernet*, como já explicitado no capítulo anterior.

Inequivocamente, o investimento em tecnologia *Smart Panel* demonstrar-se-á profícuo para o cliente que, de forma cómoda, poderá gerir à distância, de modo eficaz e seguro, a sua instalação, atuando sobre ela sempre que entender necessário, sem neutralizar a hipótese de acompanhamento “*in loco*”. Esta capacidade de intervir sobre o sistema materializa-se, por exemplo, na possibilidade de verificação das condições de climatização dos escritórios, no controlo da iluminação, na possibilidade de obviar quaisquer situações prejudiciais decorrentes de avaria ou de inundação.

7. CONCLUSÕES

7.1. CONCLUSÕES GERAIS

É sabido que a vida hodierna, na sua preocupação com o futuro do planeta, em especial o ambiente, elege a sustentabilidade e a eficiência energética como pilares fundamentais da economia na qualidade de vida das sociedades desenvolvidas, tendo em conta a redução das emissões de gases com efeito de estufa. Para tanto, a gestão racional da energia constitui-se como objetivo a atingir, principalmente nos setores industriais e naqueles diretamente responsáveis quer pela investigação quer pelo fabrico dos meios vocacionados para o efeito. Este último aspeto correspondeu ao desejo de aplicação de conhecimentos adquiridos academicamente e do seu aprofundamento em contexto empresarial, dada a especificidade do trabalho desenvolvido na Schneider-Electric, que colaborou com o Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) no acompanhamento do desenvolvimento do tema desta dissertação, Quadros Elétricos Inteligentes - *Smart Panels*, uma tecnologia fruto de investigação nos centros da empresa, cujos objetivos se enquadram nas preocupações ambientais demonstradas no presente documento.

7.2. CONTRIBUTOS DO CANDIDATO

Na verdade, as sucessivas etapas efetuadas ao longo do trabalho, baseado em documentação bibliográfica específica, em testemunhos de profissionais da empresa, em visitas a quadristas, sob a supervisão e acompanhamento quer do professor orientador do ISEP quer do orientador da empresa, permitiram construir uma perceção sólida dos conteúdos temáticos, pelo que se considera que a consecução dos objetivos enunciados na Introdução deste trabalho é uma realidade.

O conhecimento da conceção, da construção e do funcionamento dos quadros elétricos tradicionais, e da sua adequação a diferentes contextos permitiu que, numa fase subsequente do trabalho, de confronto com a tecnologia *Smart Panel*, ficasse demonstrada a eficácia da automação ao serviço da monitorização e do controlo das instalações, o que concorre

significativamente para a eficiência energética e consequente diminuição de gastos, com efeitos na economia. Por outro lado, sabendo que a evolução tecnológica melhora exponencialmente a técnica já existente, evidencia-se o desempenho competente do *Smart Panel* a nível das exigências de conforto e segurança do utilizador, além da rentabilização de tempo, pela possibilidade que aquele tem de controlar e atuar sobre a instalação, à distância, em tempo útil, mesmo a partir do lado oposto do mundo. Esta constatação foi possível pelo estudo aprofundado de cada um dos componentes que perfazem um quadro elétrico inteligente, passíveis de acoplamento aos diferentes dispositivos dos quadros elétricos (QE) tradicionais e complementados com as potencialidades das tecnologias de informação e comunicação.

Para demonstração deste conceito foi descrito um plano formativo para quadristas e outros utilizadores, em que se apresentou um *kit* de formação onde é possível verificar o modo de funcionamento da tecnologia *Smart Panel*. Além disso, foi definido um conjunto de procedimentos de verificações aos componentes de comunicação, a cumprir por quadristas e técnicos. Como resultado dos conhecimentos adquiridos, e a culminar o trabalho, foram realizados dois casos de estudo, projetos de quadros elétricos com tecnologia inteligente, de acordo com requisitos específicos de clientes, visando não só o acompanhamento e otimização de consumos como também a possibilidade de intervenção na instalação: consubstancia-se, deste modo, o objetivo da conceção desta tecnologia.

Assim, sabendo que a tendência global é o constante acompanhamento da evolução tecnológica e que o Homem tem necessidade de controlar, é expectável que a eficácia e fiabilidade da tecnologia *Smart Panel*, hoje a dar os primeiros passos, se expanda em função dos resultados que for demonstrando no domínio da micro e da macroeconomia.

O trabalho efetuado em contexto empresarial, e agora apresentado, permitiu adquirir um *know how* acerca de quadros elétricos, o que é percecionado como um importante complemento da formação académica com vista ao futuro profissional que o autor gostaria de desenvolver nesta área considerando-o, por isso, uma mais-valia.

7.3. COMPONENTE ACADÉMICA

A base do sucesso pessoal assenta, entre outros aspetos, no conhecimento adquirido na instituição de ensino frequentada, dos conteúdos assimilados que permitem o desenvolvimento de competências não só no domínio académico mas ainda no âmbito

peçoal e social, considerando-se de grande importância a rede de contactos que se estabelece ao longo da formação académica.

O estágio curricular, enquanto complemento dessa formação, permitiu a aquisição de um *know-how* sobre o tema desenvolvido neste trabalho, na medida em que facultou o estabelecimento da interação entre os conhecimentos adquiridos na instituição académica e o trabalho desenvolvido na empresa.

7.4. PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO

Após os conhecimentos e a experiência adquiridos com a realização deste trabalho, é maior o entusiasmo perante os desafios que as novas tecnologias proporcionam no domínio da eficiência e da sustentabilidade energética. Constata-se, assim, que tarefas futuras no âmbito da exploração da tecnologia *Smart-Panel* se tornarão aliciantes e passíveis de aplicação de forma mais vasta, tais como:

- Análise de um projeto de maior complexidade, por exemplo, em instituições de grande dimensão como hospitais, instituições de ensino ou outras;
- Substituição de um sistema integral de gestão técnica centralizada por *Smart Panel*;
- Levantamento e comparação de consumos de uma dada instalação num determinado período, com o quadro elétrico tradicional e com a tecnologia *Smart Panel*; registo das diferenças;
- Cálculo do retorno do investimento na instalação da tecnologia *Smart Panel*;
- Aplicação deste conceito em áreas da energia renovável, por exemplo, em Centrais Hidroelétricas, Fotovoltaicas, Eólicas;

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

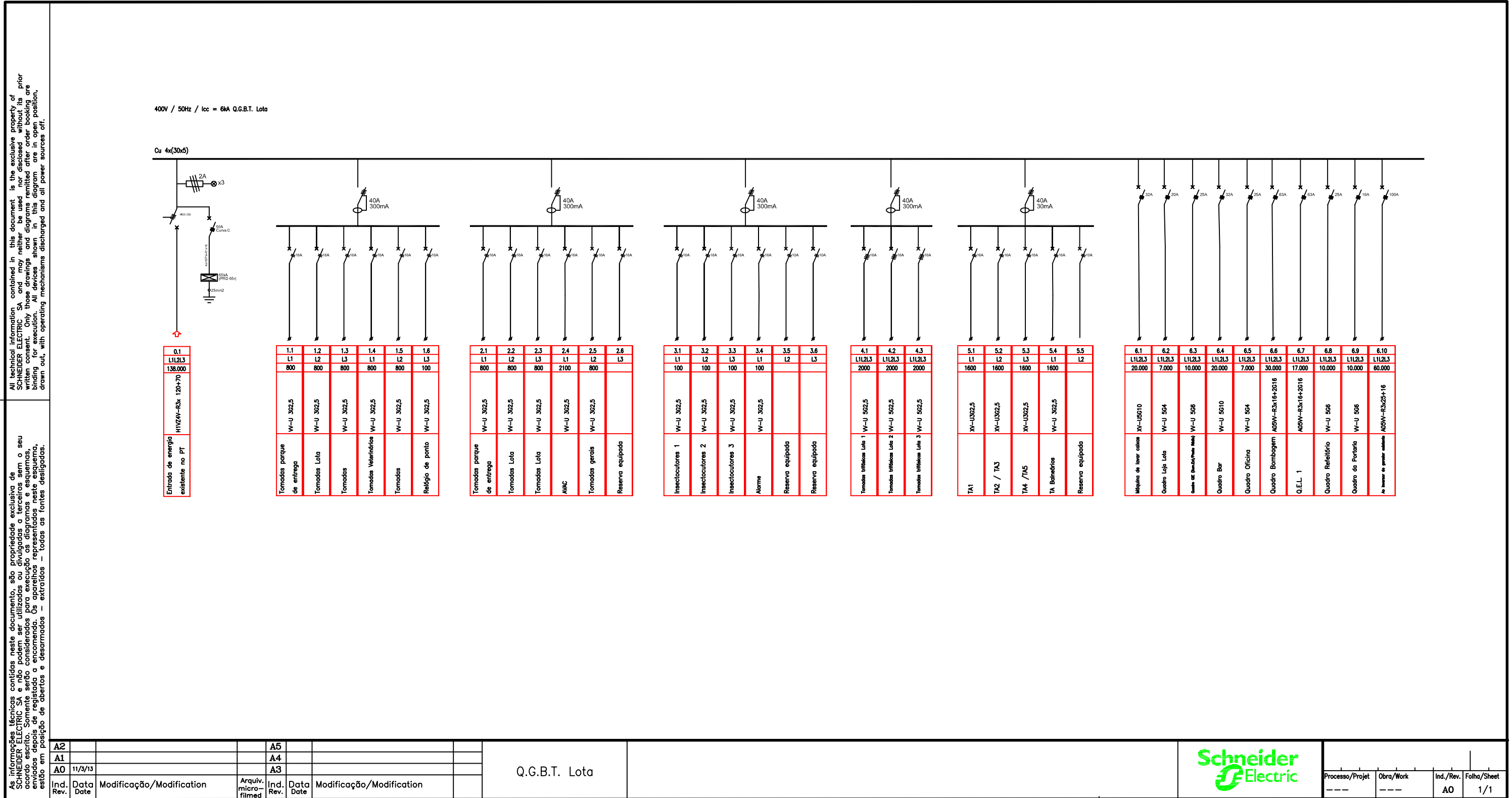
- [1] Schneider-Electric. [Online]. Available:
http://www.schneiderelectric.pt/sites/portugal/pt/empresa/about-us/our_brands/schneider-electric.page. [Accessed: 17 – mar - 2015]
- [2] Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- [3] Iberinstal, “Quadros Elétricos”. [Online]. Available:
<http://www.iberinstal.pt/Servi%C3%A7os/Instala%C3%A7%C3%B5esEl%C3%A9ctricas/QuadrosEl%C3%A9ctricos.aspx>. [Accessed: 17 – mar - 2015]
- [4] Laboratório do Quadrista, Schneider-Electric, 2015.
- [5] IEC 61439, “Conjuntos de aparelhagem de baixa tensão”, 2011
- [6] Art. BIEC61439-1&2, Schneider-Electric, 2012
- [7] Decreto-Lei nº226/2005 de 28 de dezembro. [Online]. Available:
https://www.certiel.pt/c/document_library/get_file?uuid=23b7f726-d3e2-42aa-a9ba-dc0693fee3fa&groupId=10100. [Accessed: 30 – ag - 2015]
- [8] Classes de isolamento em quadros elétricos. Respostas e perguntas frequentes. DGEG, dez 2012
- [9] Laboratório Quadrista, módulos formativos, Schneider Electric, 2015
- [10] Invólucros e sistemas de instalação Prisma Plus, Merlin Gerin, art. PrismaPlus, agosto 2004.
- [11] Projeto de Instalações Elétricas I, António Gomes, Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2013
- [12] Nobalt, Benoit de Metz; Dumes, Frédéric; Thomasset, Georges- Cuaderno Técnico nº158, Cálculo de corrientes de cortocircuito, Schneider-Electric, España, setembro, 2000
- [13] Schneider-Electric, “Segurança em quadros elétricos e as novas regras técnicas”. [Online] Available:

- http://www.vercor.pt/uploads/cms/schneider_seguranca_quadros.pdf. [Accessed: 20 – mar - 2015]
- [14] Schneider-Electric, “Invólucros Universais”. [Online]. Available: http://www.schneiderelectric.pt/documents/product-services/documentacao/cat_involucros_universais_pt.pdf. [Accessed: 17 – mar - 2015]
- [15] Barramento Linergy Evolution até 2500 kVA, Schneider Electric, Art linergy2013, junho 2013.
- [16] Pinto, Luis Manuel Vilela - MGCALC2. 2ªed. Porto: Ed. Merlin Gerin de Portugal, 1993
- [17] Pinto, Luis Manuel Vilela - MGCALC1. 2ªed. Porto: Ed. Merlin Gerin de Portugal, 1993
- [18] ABB, “PDC uma ferramenta de apoio ao projeto, um configurador de quadros elétricos, um instrumento de orçamentação”. [Online]. Available: <http://www.abb.pt/cawp/seitp202/831ef6d4ada9cc1fc1257a3f00389cd5.aspx>. [Accessed: 15-set-2015]
- [19] Legrand, “XL PRO² Conceção de quadros de distribuição”. [Online]. Available: http://www.voltimum.info/pt/software/lep/xlpro2/manual_portugues_XLPRO2.pdf. [Accessed: 15-set-2015]
- [20] Hager, “Elcom”. [Online]. Available: <http://www.hager.pt/documentacao-downloads/software-e-actualizacoes/elcom/187.htm>. [Accessed: 15-set-2015]
- [21] Schneider-Electric, “QE Buildings – Dimensionamento e orçamentação de quadros elétricos BT”. [Online]. Available: <http://www.schneider-electric.com/products/pt/pt/5100-software/5105-software-de-configuracao/2309-qe-buildings/>. [Accessed: 20 – mar - 2015]
- [22] Como montar um quadro elétrico, Guia técnico, Schneider-Electric, 2014
- [23] Notas Técnicas, Schneider-Electric, 2008
- [24] Legrand, “Os ensaios de tipo em detalhe”. [Online]. Available: https://cld.pt/dl/download/ddf621ab-1d48-4567-8412-aca17351604c/Guia%20da%20Norma%20IEC%2060439_IEC%2061439.pdf. [Accessed: 16-set-2015]

- [25] Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de agosto. [Online]. Available: <https://dre.pt/application/dir/pdf1s/2013/08/15900/0498805005.pdf>. [Accessed: 16-set-2015]
- [26] *Smart Panels*, Schneider Electric, Art. *Smart Panels*, julho 2013.
- [27] Couras, Ivan - Gestão técnica de edifícios: aplicação em edifício escolar. Dissertação de Mestrado em Engenharia Electrotécnica – Sistemas Elécticos de Energia orientada pelo Professor Doutor Custódio Pais Dias e apresentada no Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico do Porto, em 2011.
- [28] Schneider-Electric, “Redes de comunicação Industrial”. [Online]. Available: http://www.schneiderelectric.pt/documents/product-services/training/doctecnico_redes.pdf. [Accessed: 9-jun-2015]
- [29] Schneider-Electric, “Micrologic”. [Online]. Available: <http://www2.schneider-electric.com/documents/product-services/en/product-launch/micrologic-e/user-manual.pdf>. [Accessed: 9-jun-2015]
- [30] Schneider-Electric, “Mobus Interface Module”. [Online]. Available: http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=682103198&p_File_Name=48940-326-01.pdf. [Accessed: 10-jun-2015]
- [31] Schneider-Electric, “IFE Ethernet Interface”. [Online]. Available: http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=1040IB1401&p_EnDocType=User%20guide&p_File_Id=1052347985&p_File_Name=1040IB1401-02.pdf. [Accessed: 10-jun-2015]
- [32] Formação Smart-Panel, Centro de Formação, Schneider-Electric, 2015
- [33] Schneider-Electric, “IO Input/Output Interface Module for LV Circuit Breakers”. [Online]. Available: http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=976115185&p_File_Name=0613IB1317-02.pdf. [Accessed: 12-jun-2015]
- [34] Schneider-Electric, “FDM 128 Display for 8 LV Devices”. [Online]. Available: http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=859433604&p_File_Name=DOCA0037EN-02.pdf. [Accessed: 12-jun-2015]

- [35] Schneider-Electric, “FDM 121 Display for LV Circuit Braker”. [Online]. Available: http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=682790247&p_File_Name=DOCA0088EN-00.pdf. [Accessed: 13-jun-2015]
- [36] Schneider-Electric, “Com’X200/210/510 Metering and Data Acquisition System”. [Online]. Available: http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=DOCA0035EN&p_EnDocType=User%20guide&p_File_Id=961220543&p_File_Name=DOCA0035EN-02.pdf. [Accessed: 13-jun-2015]
- [37] Enerlin’X, Catálogo 2015 Sistema de comunicação para *Smart Panels*, Schneider-Electric, Schneider-Electric.
- [38] Schneider-Electric, “Acti 9 Smartlink Ethernet”. [Online]. Available: http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=1052295835&p_File_Name=DOCA0073EN-02.pdf. [Accessed: 15-jun-2015]
- [39] Sistema de Comunicação Acti9 para quadros de distribuição elétrica, Schneider-Electric, 2013
- [40] Acti9 Catálogo, Art. Acti9-2011, junho 2011
- [41] Schneider-Electric, Art. 960003 Prisma P, abril 2014

Anexos



| | | | | | |
|-----------|---------|--------------------------|----------------------|-----------|------|
| A2 | | | A5 | | |
| A1 | | | A4 | | |
| A0 | 11/3/13 | | A3 | | |
| Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data |
| | | | | | |

Q.G.B.T. Lota

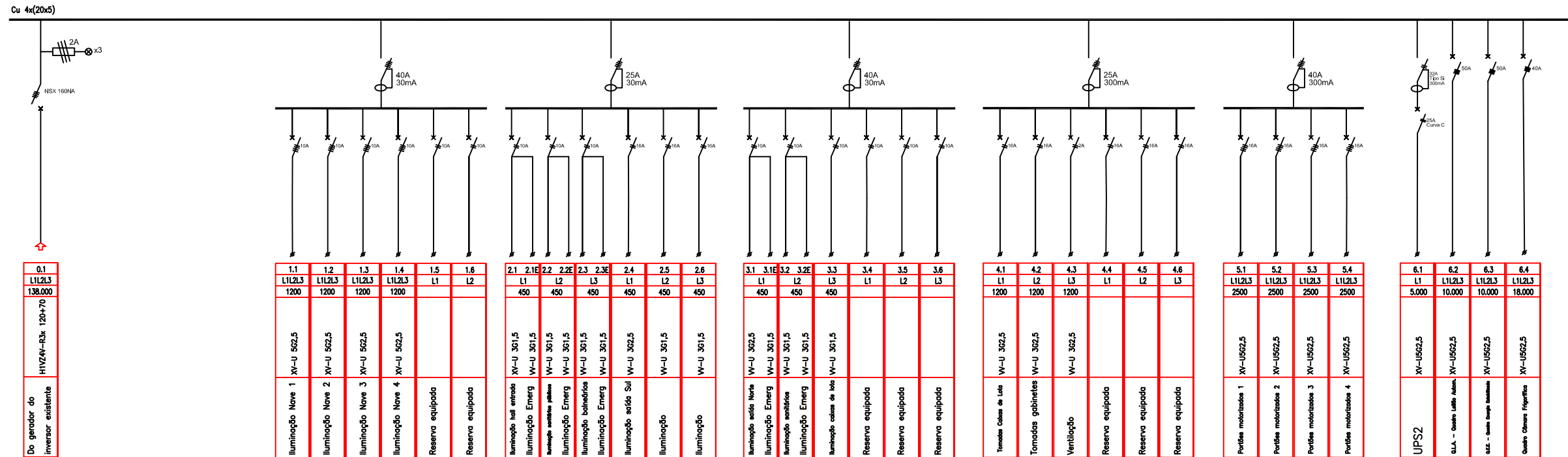


| | | | |
|----------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Proj. | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | AO | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are valid. The drawings are the property of Schneider Electric and will remain in their position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão considerados para execução os diagramas e esquemas, especificações e detalhes enviados após a confirmação da ordem. Os desenhos e diagramas são propriedade da Schneider Electric e permanecerão em sua posição, desmontados e com todas as fontes desligadas.



| | | | | | | | |
|-----------|---------|--------------------------|----------------------|-----------|------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| A0 | 11/3/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | |

Quadro Cargas Críticas



| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projet | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

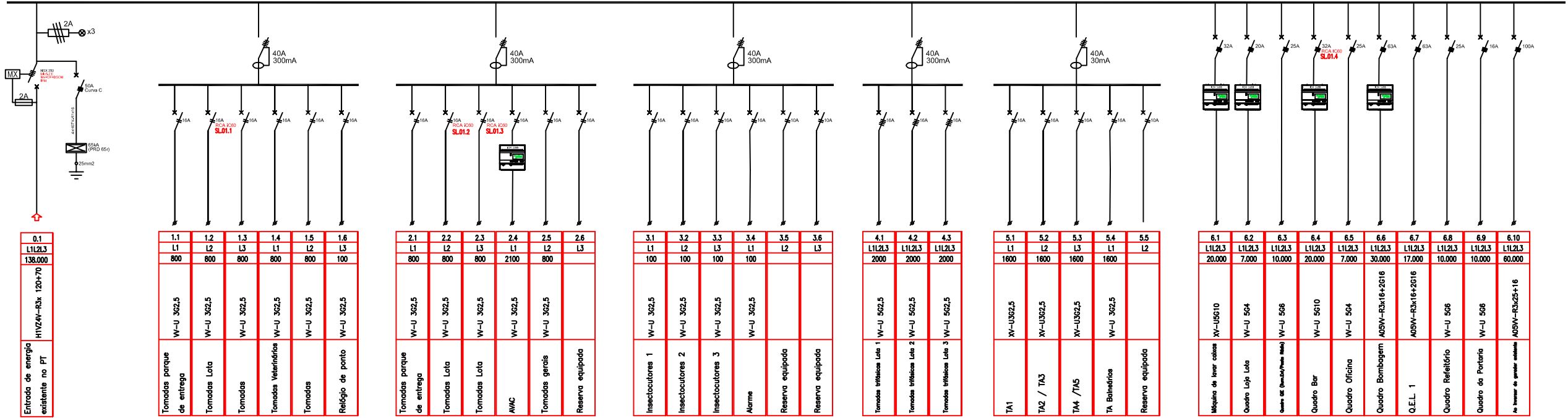
Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may not be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas, reproduzidas, armazenadas ou transmitidas de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, gravação, ou por qualquer sistema de armazenamento e recuperação de informações, sem o seu acordo escrito. Somente serão considerados para execução os diagramas e esquemas enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados - todas as fontes desligadas.

400V / 50Hz / Icc = 6kA Q.G.B.T. Lota

Cu 4x(30x5)



| |
|-------------------|
| 0,1 |
| L1L2L3 |
| 138.000 |
| HI124V-R3x 120+70 |

| | | | | | |
|---------------------------|--------------|-----------|----------------------|-----------|------------------|
| 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 |
| L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 100 |
| W-U 302,5 | W-U 302,5 | W-U 302,5 | W-U 302,5 | W-U 302,5 | W-U 302,5 |
| Tomadas parque de entrega | Tomadas Lota | Tomadas | Tomadas Veterinários | Tomadas | Relógio de ponto |

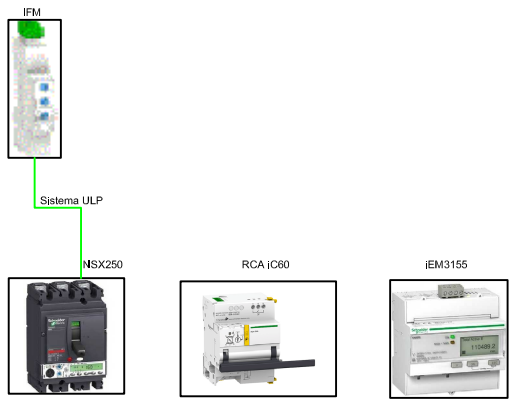
| | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|-----------|----------------|------------------|
| 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.6 |
| L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| 800 | 800 | 800 | 2100 | 800 | L3 |
| W-U 302,5 | W-U 302,5 | W-U 302,5 | W-U 302,5 | W-U 302,5 | |
| Tomadas parque de entrega | Tomadas Lota | Tomadas Lota | AVC | Tomadas gerais | Reserva equipada |

| | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-----------|------------------|------------------|
| 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 |
| L1 | L2 | L3 | L1 | L2 | L3 |
| 100 | 100 | 100 | 100 | L2 | L3 |
| W-U 302,5 | W-U 302,5 | W-U 302,5 | W-U 302,5 | | |
| Insetores 1 | Insetores 2 | Insetores 3 | Alarme | Reserva equipada | Reserva equipada |

| | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 4.1 | 4.2 | 4.3 |
| L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 |
| 2000 | 2000 | 2000 |
| W-U 502,5 | W-U 502,5 | W-U 502,5 |
| Tomadas Iniciais Lota 1 | Tomadas Iniciais Lota 2 | Tomadas Iniciais Lota 3 |

| | | | | |
|-----------|-----------|-----------|---------------|------------------|
| 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 5.5 |
| L1 | L2 | L3 | L1 | L2 |
| 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | |
| XI-U302,5 | XI-U302,5 | XI-U302,5 | W-U 302,5 | |
| TA1 | TA2 / TA3 | TA4 / TA5 | TA Balneários | Reserva equipada |

| | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|----------------------------|------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------|------------------------------|
| 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 6.5 | 6.6 | 6.7 | 6.8 | 6.9 | 6.10 |
| L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 | L1L2L3 |
| 20.000 | 7.000 | 10.000 | 20.000 | 7.000 | 30.000 | 17.000 | 10.000 | 10.000 | 60.000 |
| XI-U5010 | W-U 504 | W-U 506 | W-U 5010 | W-U 504 | ADBW-R3x16+2016 | ADBW-R3x16+2016 | W-U 506 | W-U 506 | ADBW-R3x25+16 |
| Máquina de lavar cobras | Quadro Loja Lota | Quadro de (Quadrante Main) | Quadro Bar | Quadro Oficina | Quadro Bombagem | Q.E.L. 1 | Quadro Refeitório | Quadro de Portaria | do sistema de gestão central |



| | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------------------------|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| A0 | 11/3/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | |

Q.G.B.T. Lota
SMARTPANEL



| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projet | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | AO | 1/1 |

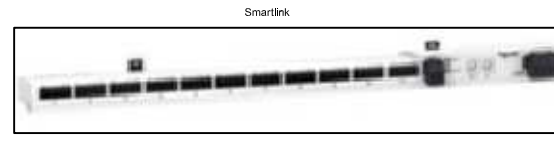
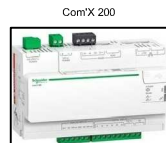
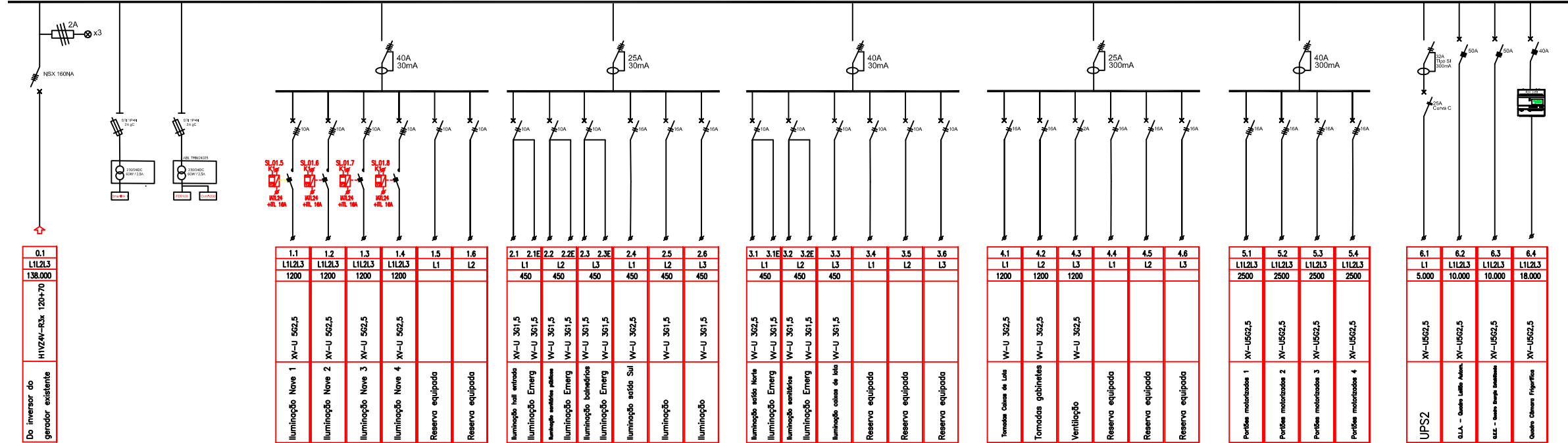
Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão considerados para execução os diagramas e esquemas, enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados.

Quadro de cargas críticas

Cu 4x(20x5)



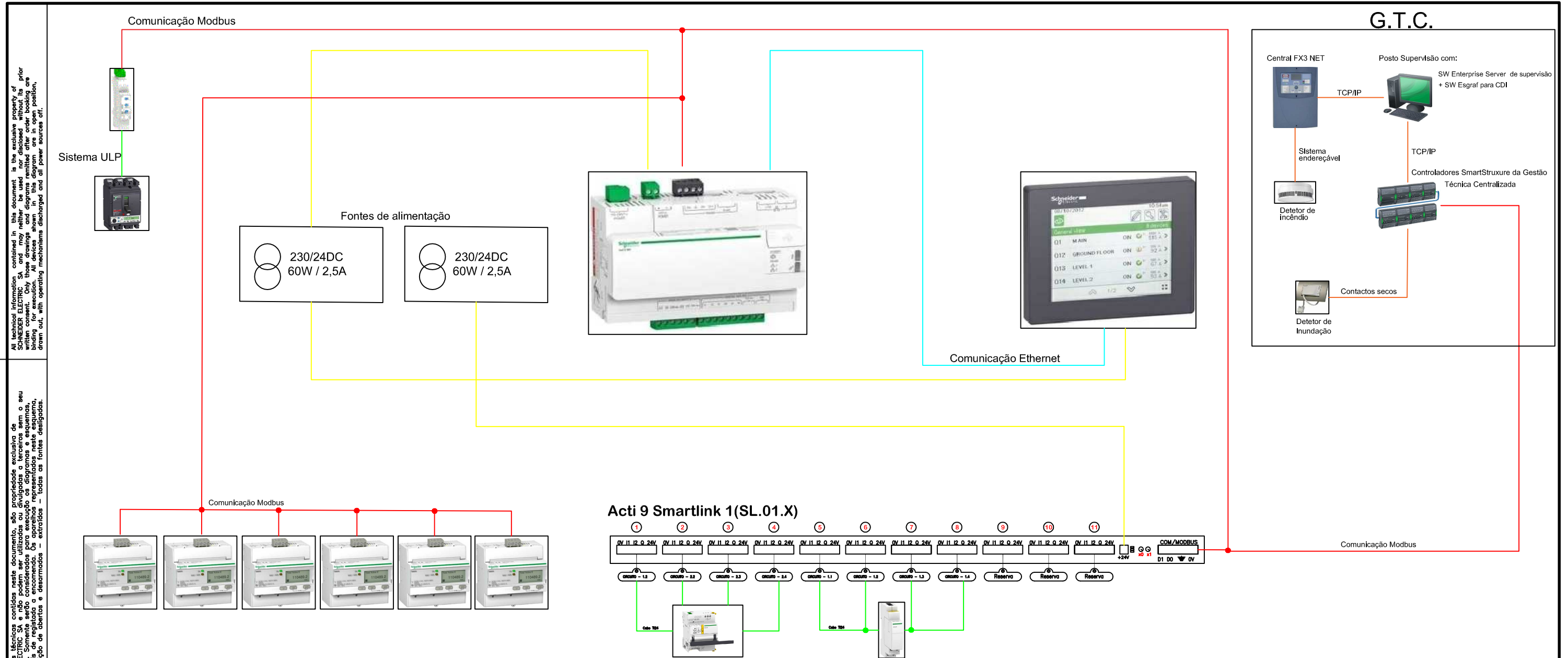
| | | | | | | | |
|-----------|-------|--------------------------|----------------------|-----------|------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| A0 | 11/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | |

Quadro Cargas Críticas
SMARTPANEL



| | | | |
|---------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Proj | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

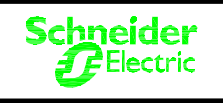


All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA. No part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written consent. Only those drawings and diagrams permitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva da SCHNEIDER ELECTRIC SA. Nenhuma parte deste documento pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação de informações, ou transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, gravação, ou por qualquer sistema de armazenamento e recuperação de informações, sem o consentimento escrito. Somente os desenhos e esquemas permitidos após a ordem de compra são obrigatórios para execução. Todos os dispositivos representados neste esquema, estão em posição de abertura e desarmados - todas as fontes desligadas.

| | | | | | |
|-----------|---------|--------------------------|----------------------|-----------|------|
| A2 | | | A5 | | |
| A1 | | | A4 | | |
| A0 | 11/3/13 | | A3 | | |
| Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data |
| | | | | | |

Q.G.B.T. Lota
SMARTPANEL



| | | | |
|------------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Project | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

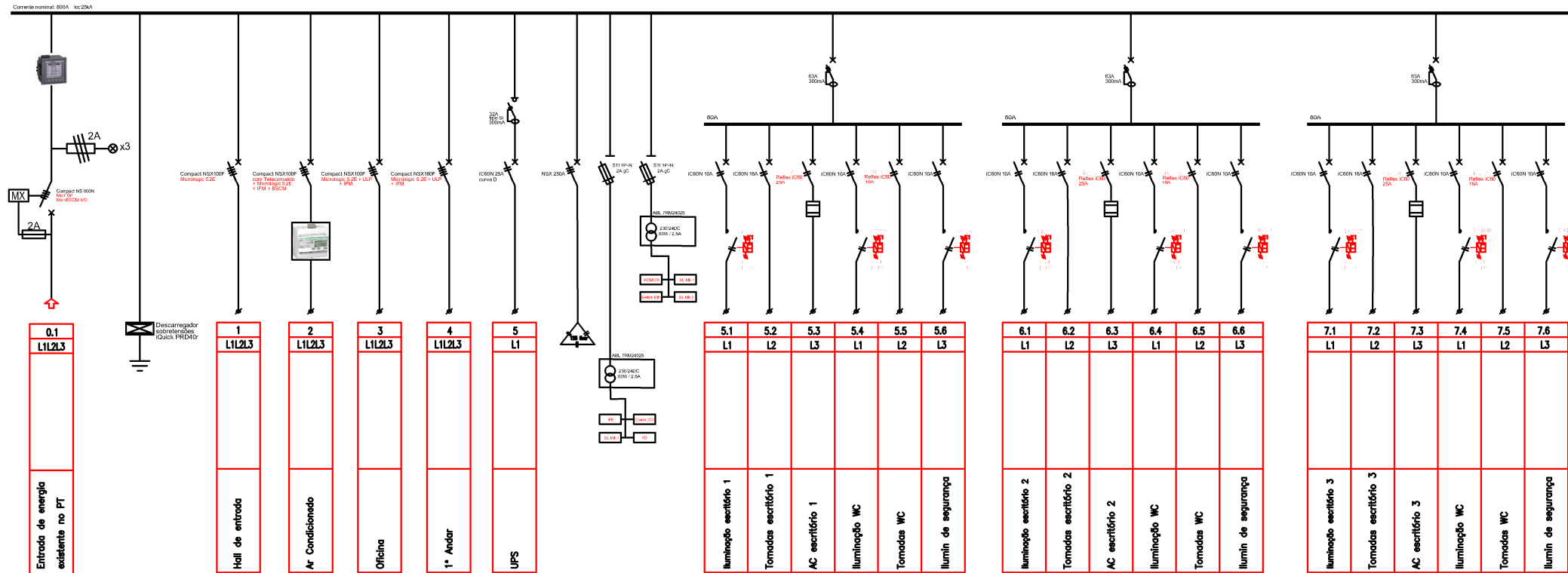
| Projeto Lota | | | | |
|--------------------------------|------|--|------------|-------------|
| Quadro 1 | | | | |
| Ref. | Qty. | Design | P.u. | P.tt. |
| LV431395 | 1 | NSX250B 4P SD | € 501,41 | € 501,41 |
| LV431496 | 1 | Micrologic 5.2 E 250A 4P4D (NSX250) | € 1.065,13 | € 1.065,13 |
| LV434202 | 1 | NSX Cord L= 3 m | € 41,68 | € 41,68 |
| LV434205 | 1 | Módulo BSCM Compact NSX | € 154,60 | € 154,60 |
| TRV00210 | 1 | Interface de Com Modbus SL | € 150,68 | € 150,68 |
| TRV00880 | 1 | 10 terminais de linha ULP | € 25,99 | € 25,99 |
| LV429387 | 1 | Bobina MX 220-240V 50/60Hz 208-277V 60Hz | € 85,77 | € 85,77 |
| A9F79450 | 1 | iC60N 4P 50A C | € 87,48 | € 87,48 |
| A9F79420 | 1 | iC60N 4P 20A C | € 72,32 | € 72,32 |
| A9F79425 | 3 | iC60N 4P 25A C | € 74,32 | € 222,96 |
| A9F79432 | 2 | iC60N 4P 32A C | € 75,15 | € 150,30 |
| A9F79463 | 2 | iC60N 4P 63A C | € 88,70 | € 177,40 |
| A9F79416 | 4 | iC60N 4P 16A C | € 69,05 | € 276,20 |
| A9N18374 | 1 | C120N 4P 100 A CURVA C, 10KA | € 342,12 | € 342,12 |
| A9XMSB11 | 1 | Smartlink RS485 module | € 405,75 | € 405,75 |
| A9XMFA04 | 1 | mounting kit calha DIN | € 24,72 | € 24,72 |
| A9XCAM06 | 2 | Cabos pre fabricados M | € 39,95 | € 79,90 |
| A9XC2412 | 1 | set of 12 spring connectors 5 pins Ti24 | € 36,73 | € 36,73 |
| A9XCATM1 | 1 | USB-Modbus cable test Acti 9 Smartlink | € 118,82 | € 118,82 |
| A9F79216 | 18 | iC60N 2P 16A C | € 33,16 | € 596,88 |
| A9F79210 | 5 | iC60N 2P 10A C | € 35,25 | € 176,25 |
| LV429518 | 1 | 1 tapa bornes longo 4P (NSX100/250 INV/I | € 19,19 | € 19,19 |
| A9N15636 | 3 | SEC. FUS. STI 1P 500V | € 4,25 | € 12,75 |
| A9E18320 | 1 | SIN. LUMI. VERMELHO 110-230 VAC | € 7,72 | € 7,72 |
| A9E18321 | 1 | SIN. LUMI. VERDE 110-230 VAC | € 7,72 | € 7,72 |
| A9E18324 | 1 | SIN. LUMI. AMARELO 110-230 VAC | € 7,72 | € 7,72 |
| A9R44440 | 5 | iID 4P 40A 300MA AC | € 69,35 | € 346,75 |
| A9L65401 | 1 | IPRD 65R 65 KA 340V 4P WITH REPORT | € 885,38 | € 885,38 |
| A9C70124 | 1 | RCA TI24 3-4P | € 396,41 | € 396,41 |
| A9C70122 | 3 | RCA TI24 IC60 1-2P | € 304,81 | € 914,43 |
| A9MEM315 | 1 | Contador de energia iEM3155, 63A, direto, MID, Modbus, c11 | € 330,10 | € 330,10 |
| 3001 | 10 | Platina aparelhagem modular | € 13,52 | € 135,20 |
| 3203 | 6 | ESPELHO AP. MODULAR 3MÓD. | € 21,06 | € 126,36 |
| 3204 | 4 | ESPELHO AP. MODULAR 4MÓD. | € 25,16 | € 100,64 |
| 8326 | 2 | PORTA OPACA IP55 23MÓD | € 178,95 | € 357,90 |
| 8381 | 2 | LOTE ASSOCIAÇÃO HZ/V.IP55 | € 75,79 | € 151,58 |
| 8867 | 2 | LOTE 2 SUPORTES APERTO QUAD-ARM. | € 56,31 | € 112,62 |
| 8306 | 1 | QUADRO G IP55, 23MÓD | € 496,69 | € 496,69 |
| 8346 | 1 | EXTENSÃO IP55 L300 23MÓD. | € 283,55 | € 283,55 |
| 8316 | 1 | FUNDO QUADRO G EXT, IP55 23MÓD | € 386,85 | € 386,85 |
| 8371 | 1 | PLACA SUP/INF L600 | € 104,18 | € 104,18 |
| 8372 | 1 | PLACA SUP/INF L300 | € 59,47 | € 59,47 |
| 4202 | 1 | 2 COLECTORES PE, 12 MÓD. | € 42,01 | € 42,01 |
| 4220 | 1 | PLATINA BORNES/COLECTOR TERRA, EXT. | € 12,30 | € 12,30 |
| 8868 | 1 | LOTE 4 SUPORTES APERTO EXT | € 31,11 | € 31,11 |
| 4123 | 1 | BARR. POWERCLIP 400A 4P C1000 | € 304,98 | € 304,98 |
| 3050 | 1 | PLATINA NS-INS250V.FIXO/MANÍPULO L250MM | € 32,72 | € 32,72 |
| 3253 | 1 | ESPELHO NS250 V.FIXO/COM.ROT.L250MM | € 32,74 | € 32,74 |
| 3806 | 1 | ESPELHO OPACO 6MÓD. | € 32,67 | € 32,67 |
| 3803 | 2 | ESPELHO OPACO 3MÓD. | € 20,68 | € 41,36 |
| 3816 | 2 | ESPELHO OPACO 6MÓD. L250MM | € 26,13 | € 52,26 |
| 3812 | 1 | ESPELHO OPACO 2MÓD. L250MM | € 13,33 | € 13,33 |
| 3804 | 1 | ESPELHO OPACO 4MÓD. | € 24,66 | € 24,66 |
| 3802 | 1 | ESPELHO OPACO 2MÓD. | € 16,65 | € 16,65 |
| TOTAL | | | | € 10.673,09 |
| Componentes Smart Panel | | | | € 3.830,71 |

| Projeto Lota | | | | |
|--------------------------------|------|--|------------|------------|
| Quadro 2 | | | | |
| Ref. | Qty. | Design | P.u. | P.tt. |
| LV430639 | 1 | NSX160NA 4P seccionado Compact | € 400,02 | € 400,02 |
| ABL7RM24025 | 2 | ALIMENTATION MODULAIRE 24V 2,5A | € 151,80 | € 303,60 |
| A9F79225 | 1 | iC60N 2P 25A C | € 35,69 | € 35,69 |
| A9F79450 | 2 | iC60N 4P 50A C | € 87,48 | € 174,96 |
| A9F79440 | 1 | iC60N 4P 40A C | € 76,97 | € 76,97 |
| A9C15424 | 4 | impulse relay auxiliary low level 24 VDC | € 77,46 | € 309,84 |
| LV429518 | 1 | 1 tapa bornes longo 4P (NSX100/250 INV/I | € 19,19 | € 19,19 |
| A9F79210 | 11 | iC60N 2P 10A C | € 35,25 | € 387,75 |
| A9F79216 | 8 | iC60N 2P 16A C | € 33,16 | € 265,28 |
| A9F79416 | 4 | iC60N 4P 16A C | € 69,05 | € 276,20 |
| A9F79410 | 4 | iC60N 4P 10A C | € 71,28 | € 285,12 |
| A9N15636 | 3 | SEC. FUS. STI 1P 500V | € 4,25 | € 12,75 |
| A9E18320 | 1 | SIN. LUMI. VERMELHO 110-230 VAC | € 7,72 | € 7,72 |
| A9E18321 | 1 | SIN. LUMI. VERDE 110-230 VAC | € 7,72 | € 7,72 |
| A9E18324 | 1 | SIN. LUMI. AMARELO 110-230 VAC | € 7,72 | € 7,72 |
| A9N15646 | 2 | SEC. FUS. STI 1P+N 500V | € 10,57 | € 21,14 |
| A9R41440 | 2 | iID 4P 40A 30MA AC | € 84,62 | € 169,24 |
| A9R41425 | 1 | iID 4P 25A 30MA AC | € 78,13 | € 78,13 |
| A9R44425 | 1 | iID 4P 25A 300MA AC | € 64,91 | € 64,91 |
| A9R44440 | 1 | iID 4P 40A 300MA AC | € 69,35 | € 69,35 |
| A9R35240 | 1 | iID 2P 40A 300MA-S A-SI | € 98,67 | € 98,67 |
| A9F74202 | 1 | iC60N 2P 2A C | € 47,53 | € 47,53 |
| LV434063 | 1 | I/O - MÓDULO ENTRADAS/SAIDAS | € 653,70 | € 653,70 |
| EBX200 | 1 | Servidor de dados de energia Ethernet Com'x200 | € 1.500,00 | € 1.500,00 |
| LV434128 | 1 | FDM 128 MÓD.VISUALIZAÇÃO | € 916,90 | € 916,90 |
| A9MEM3155 | 1 | Contador de energia iEM3155, 63A, direto, MID, Modbus, cl1 | € 330,10 | € 330,10 |
| A9C30814 | 4 | ITL16A 4NA 230/240VAC 50-60HZ 110V | € 72,34 | € 289,36 |
| 03001 | 8 | Platina aparelhagem modular | € 13,52 | € 108,16 |
| 03203 | 6 | ESPELHO AP. MODULAR 3MÓD. | € 21,06 | € 126,36 |
| 03204 | 2 | ESPELHO AP. MODULAR 4MÓD. | € 25,16 | € 50,32 |
| 08306 | 1 | QUADRO G IP55, 23MÓD | € 496,69 | € 496,69 |
| 08326 | 1 | PORTA OPACA IP55 23MÓD | € 178,95 | € 178,95 |
| 08346 | 1 | EXTENSÃO IP55 L300 23MÓD. | € 283,55 | € 283,55 |
| 08381 | 1 | LOTE ASSOCIAÇÃO HZ/V.IP55 | € 75,79 | € 75,79 |
| 08372 | 1 | PLACA SUP/INF L300 | € 59,47 | € 59,47 |
| 04202 | 1 | 2 COLECTORES PE, 12 MÓD. | € 42,01 | € 42,01 |
| 04220 | 1 | PLATINA BORNES/COLECTOR TERRA, EXT. | € 12,30 | € 12,30 |
| 08868 | 1 | LOTE 4 SUPORTES APERTO EXT | € 31,11 | € 31,11 |
| 04122 | 1 | BARR. POWERCLIP 250A 4P C1000 | € 196,53 | € 196,53 |
| 03050 | 1 | PLATINA NS-INS250V.FIXO/MANÍPULO L250MM | € 32,72 | € 32,72 |
| 03253 | 1 | ESPELHO NS250 V.FIXO/COM.ROT.L250MM | € 32,74 | € 32,74 |
| 03801 | 1 | ESPELHO OPACO 1MÓD. | € 12,65 | € 12,65 |
| 03816 | 2 | ESPELHO OPACO 6MÓD. L250MM | € 26,13 | € 52,26 |
| 03812 | 1 | ESPELHO OPACO 2MÓD. L250MM | € 13,33 | € 13,33 |
| TOTAL | | | | € 8.614,50 |
| Componentes Smart Panel | | | | € 4.014,14 |

Quadro de Entrada

All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão consideradas para execução os diagramas e esquemas, enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados - todas as fontes desligadas.



| | | | | | | | |
|-----------|---------|--------------------------|----------------------|-----------|------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| AO | 11/3/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Date | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Date | Modificação/Modification | |

Q.G.B.T. Q.Entrada
SMARTPANEL

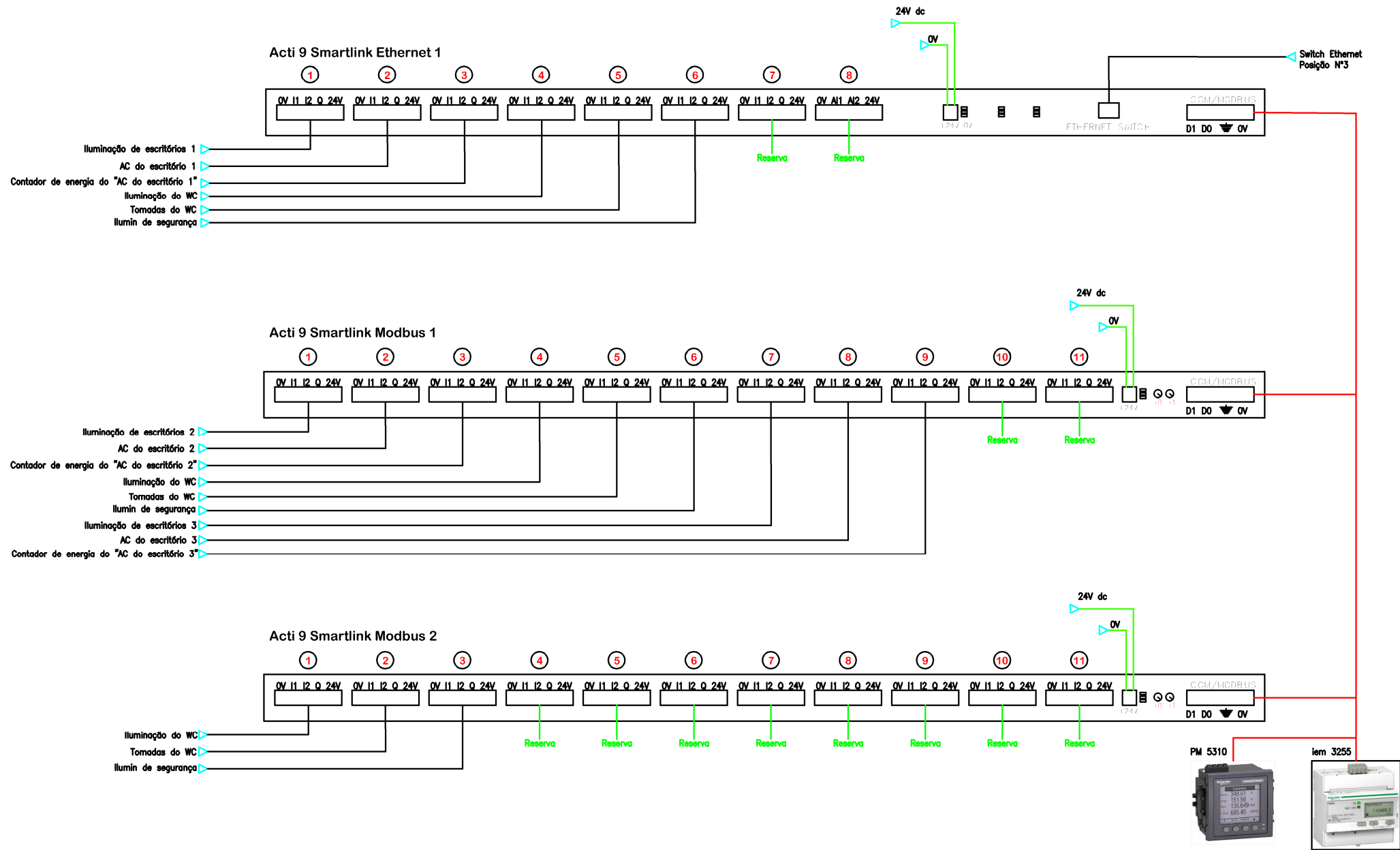


| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projet | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | AO | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

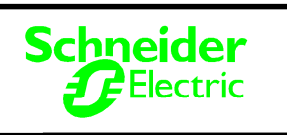
All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams shown in this diagram are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas, divulgadas, copiadas ou reproduzidas sem o seu acordo escrito. Somente serão considerados para execução os diagramas e esquemas enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados - extrairidos - todas as fontes desligadas.



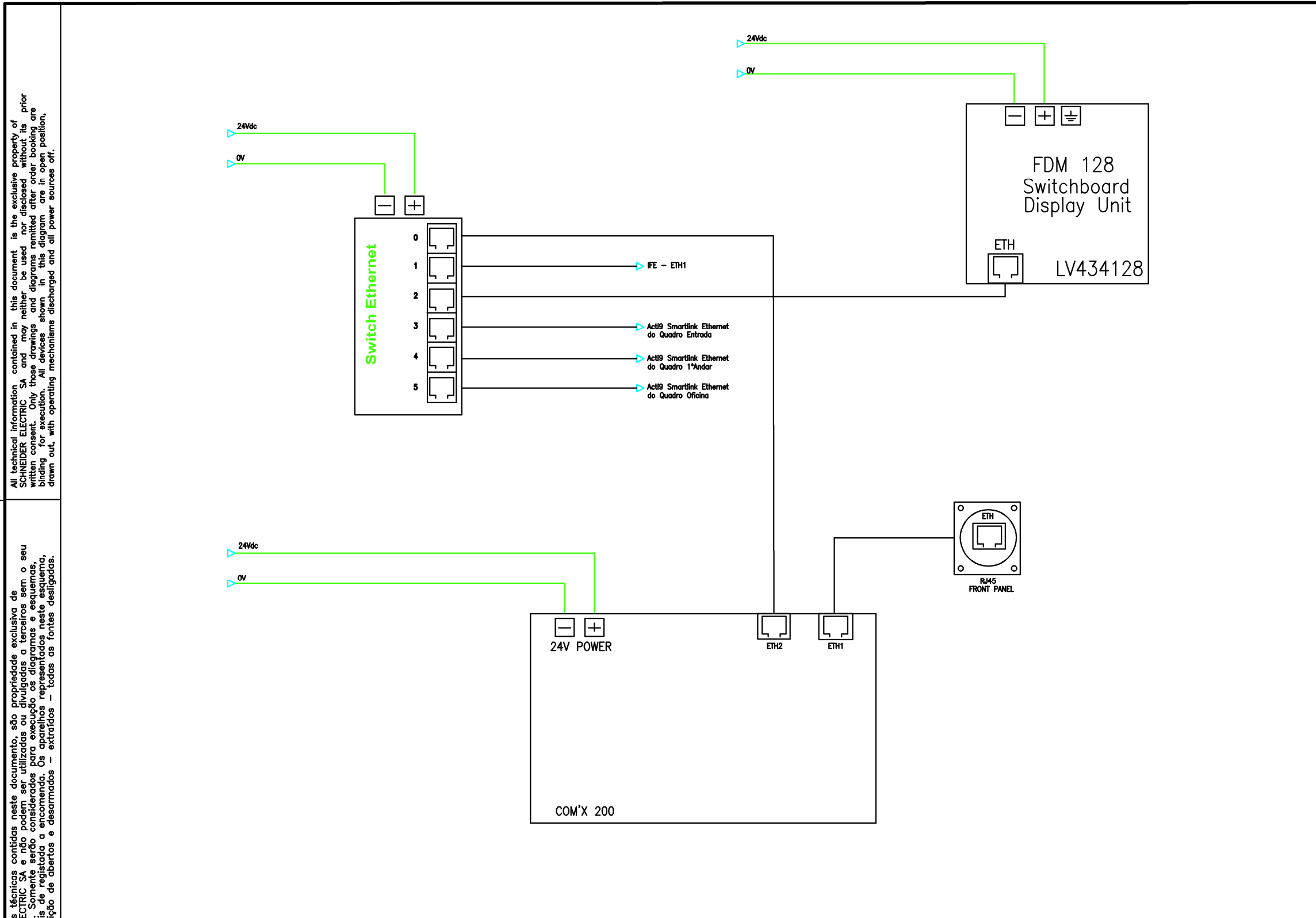
| | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------------------------|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| A0 | 11/3/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | |

Q.G.B.T. Q.Entrada
SMARTPANEL



| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projet | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4



All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

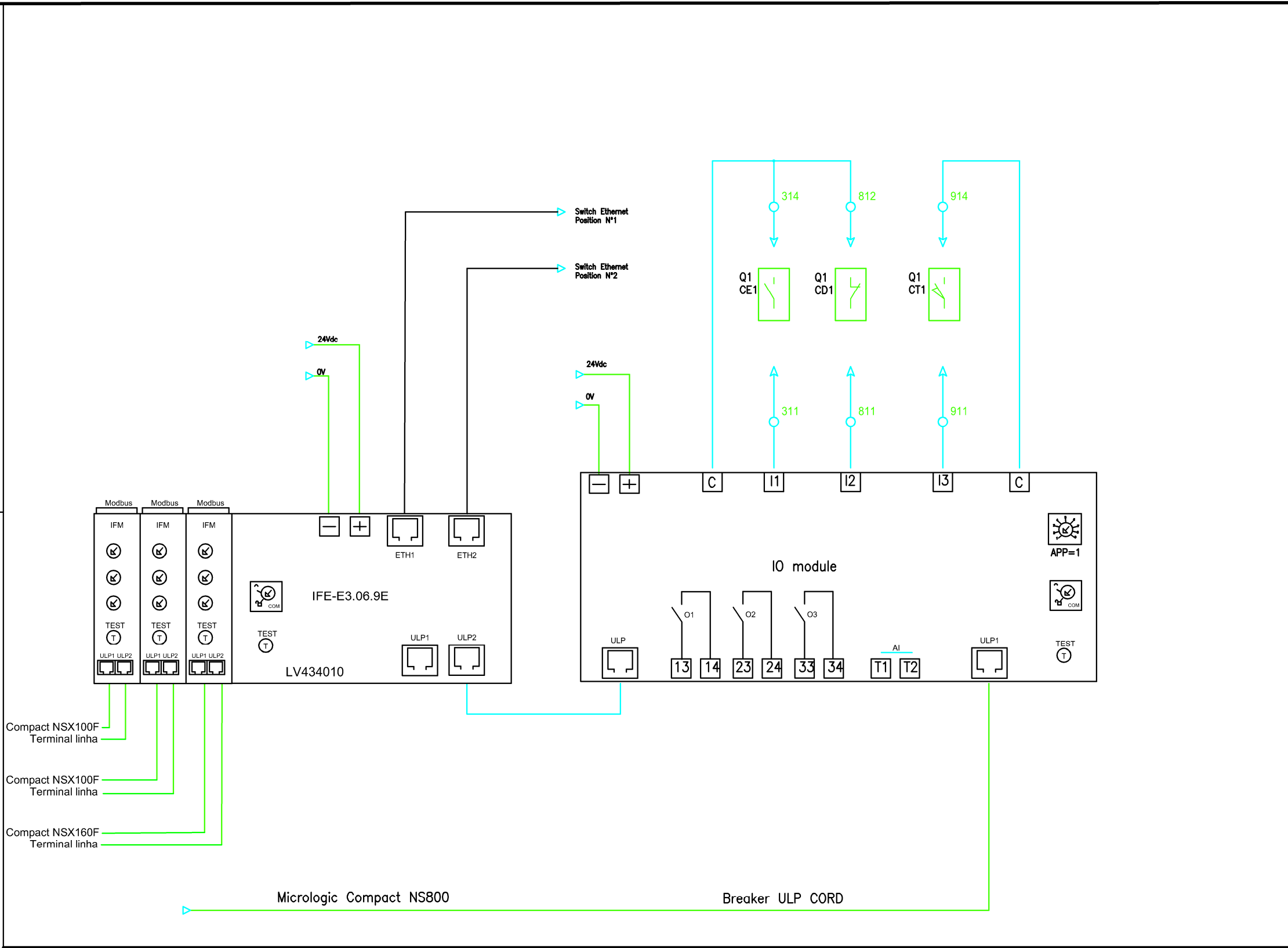
As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão consideradas para execução os diagramas e esquemas, enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados - todas as fontes desligadas.

| A2 | | | | A5 | | | | Q.G.B.T. Q.Entrada SMARTPANEL | | Processo/Projet | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
|-----------|---------|--------------------------|----------------------|-----------|------|--------------------------|-----|----------------------------------|--|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| A1 | | | | A4 | | | --- | | | --- | AO | 1/1 | |
| A0 | 11/3/13 | | | A3 | | | | | | | | | |
| Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | | | | | | | |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

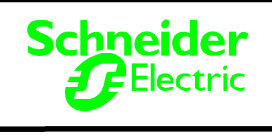
All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão consideradas para execução os diagramas e esquemas, enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados - todas as fontes desligadas.



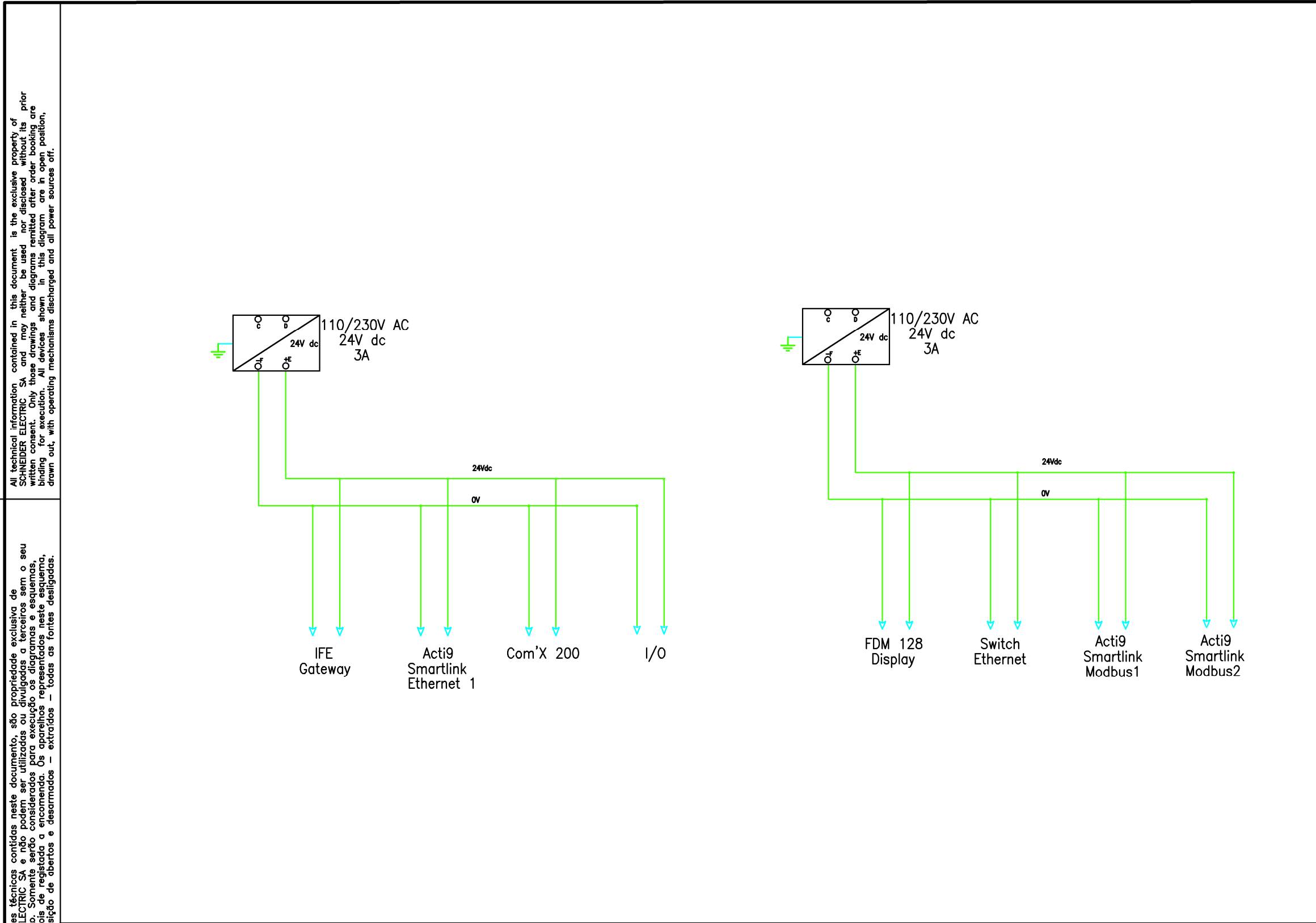
| | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------------------------|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| A0 | 11/3/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | |

Q.G.B.T. Q.Entrada
SMARTPANEL



| | | | |
|------------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projeto | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4



All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão considerados para execução os diagramas e esquemas, enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados - extraídos - todas as fontes desligadas.

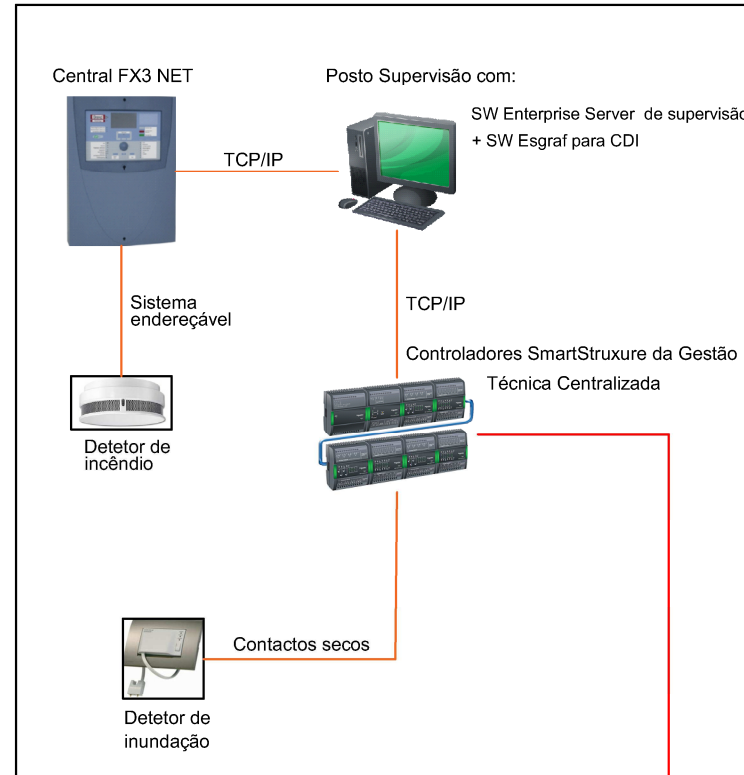
| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------------------------|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|-----|----------------------------------|--|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| A2 | | | | A5 | | | | Q.G.B.T. Q.Entrada SMARTPANEL | | Processo/Projet | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| A1 | | | A4 | | | | --- | | | --- | A0 | 1/1 | |
| A0 | 11/3/13 | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | A3 | | | | | | | | | |
| Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | | | | | | | |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

G.T.C

All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão considerados para execução os diagramas e esquemas, enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados – todas as fontes desligadas.



| | | | | | | | |
|-----------|---------|--------------------------|----------------------|-----------|------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| AO | 11/3/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | |

Q.G.B.T. Q.Entrada
SMARTPANEL



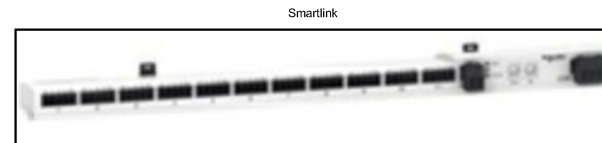
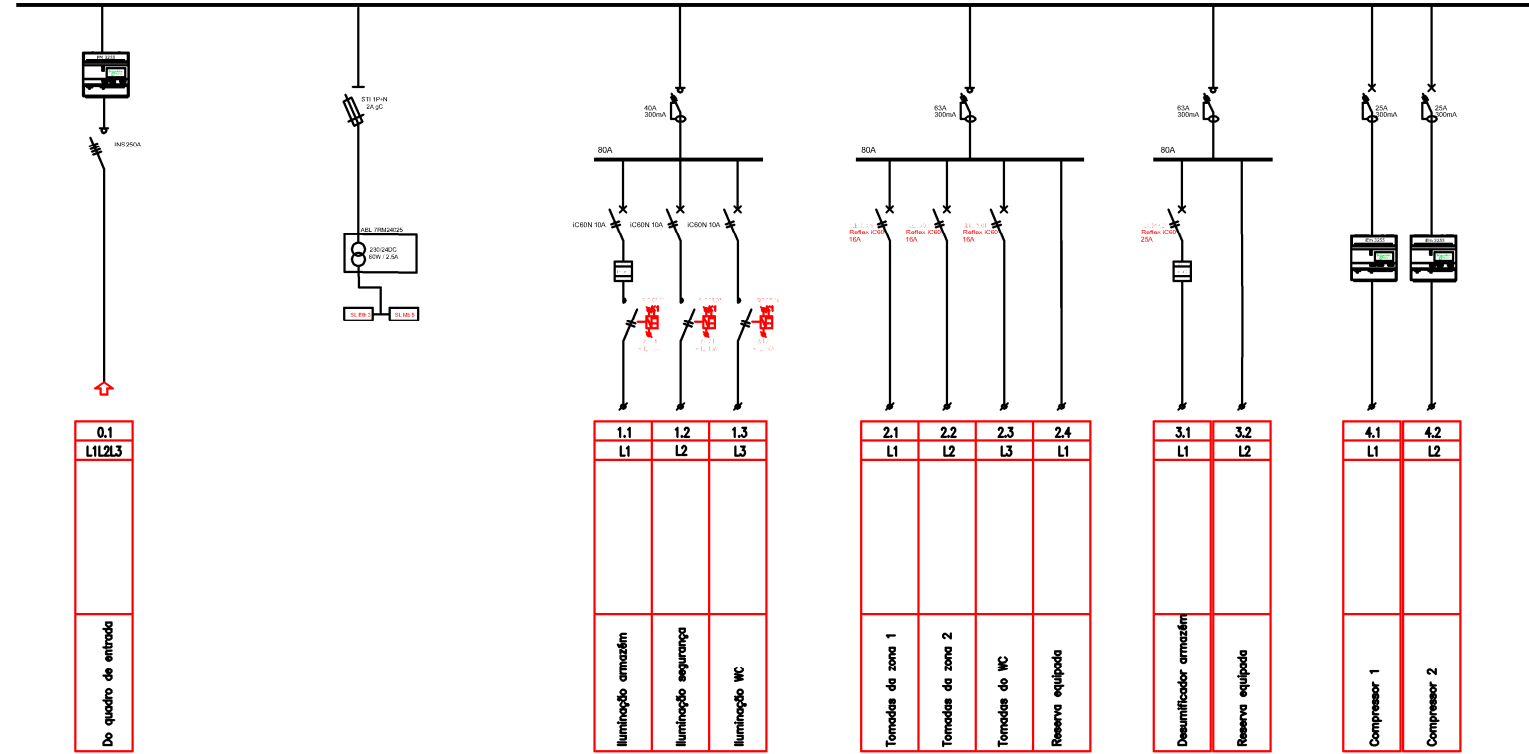
| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projet | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

Formato Original AutoCAD – A4
Original AutoCAD Format – A4

Quadro Oficina

All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão considerados para execução os diagramas e esquemas, enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados - extrairidos - todas as fontes desligadas.



| | | | | | | | |
|-----------|---------|--------------------------|----------------------|-----------|------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| AO | 11/3/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | |

Quadro Oficina
SMARTPANEL

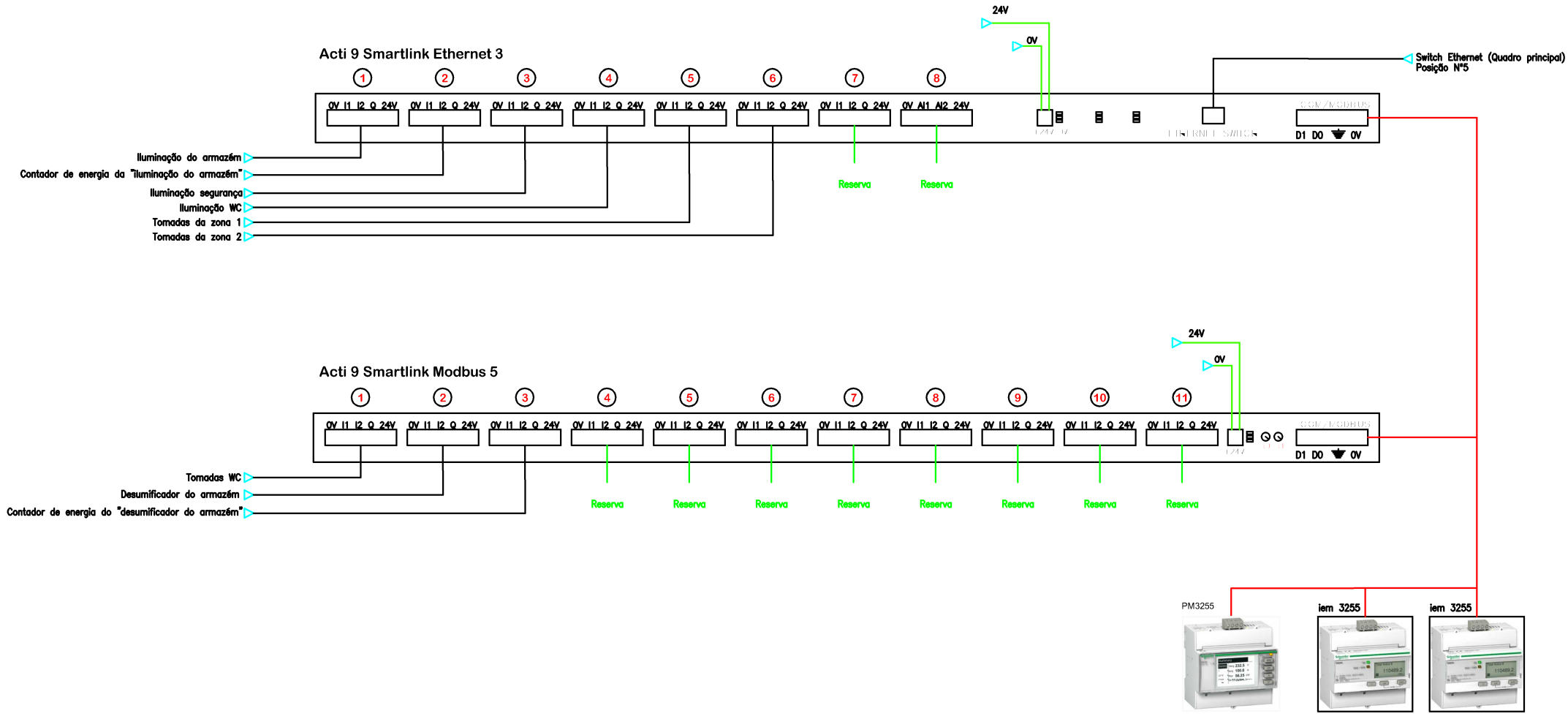


| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projet | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | AO | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

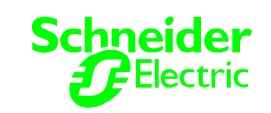
All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão considerados para execução os diagramas e esquemas enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados - todas as fontes desligadas.



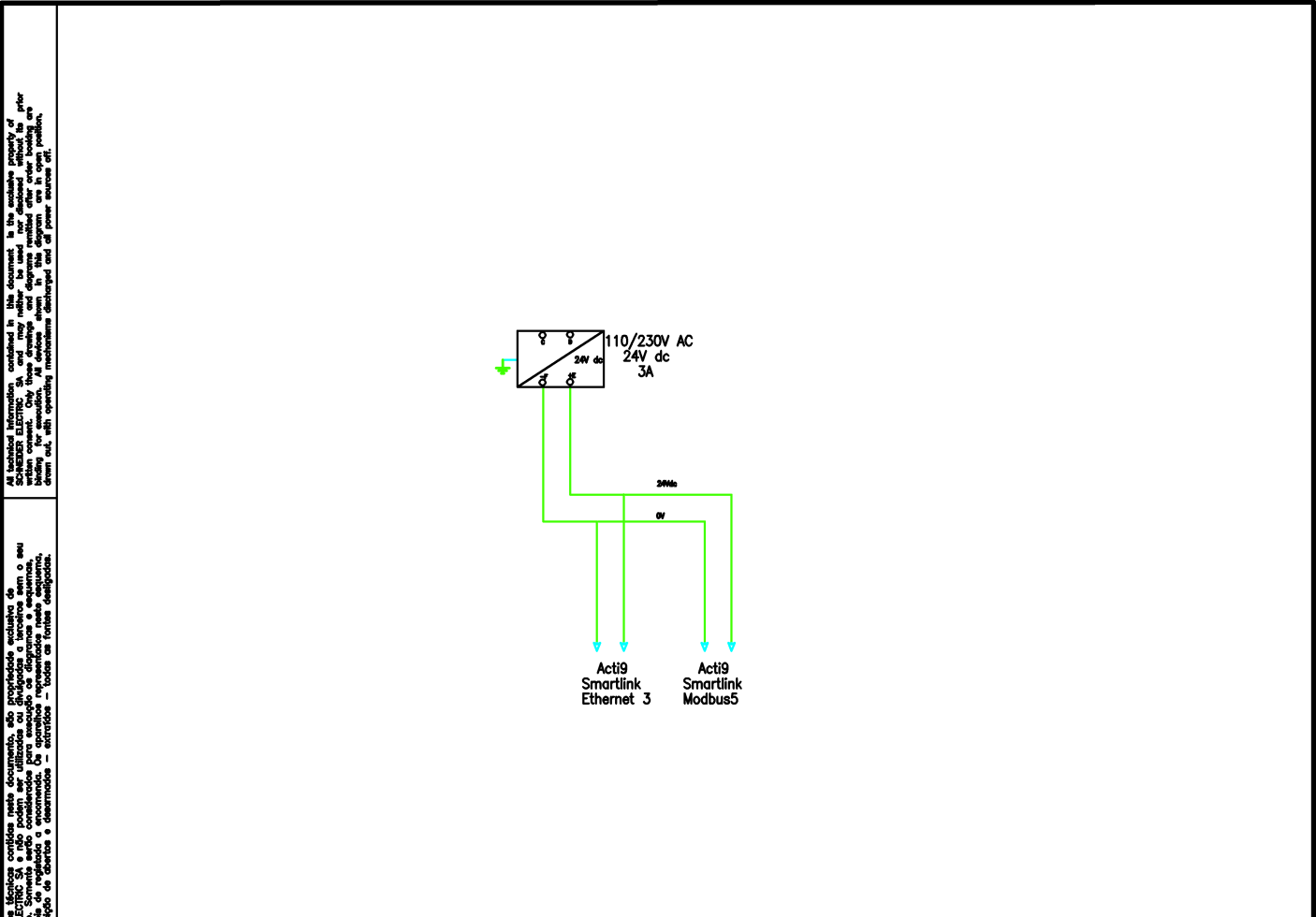
| | | | | | | | |
|-----------|---------|--------------------------|----------------------|-----------|------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| A0 | 11/3/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Date | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Date | Modificação/Modification | |

Quadro Oficina
SMARTPANEL



| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projet | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4



All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used, nor disclosed without its written consent. Only those drawings and diagrams provided after other loading are permitted. The user shall be responsible for the correct installation and operation of the system and, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

Toda informação técnica contida neste documento é propriedade exclusiva da SCHNEIDER ELECTRIC SA e não poderá ser utilizada ou divulgada e transmitida sem o seu acordo escrito. Somente serão consideradas para execução os diagramas e esquemas, quando estes estiverem em conformidade com as especificações e o manual de instruções. O usuário será responsável pela correta instalação e operação do sistema e, com os mecanismos descarregados e todas as fontes desligadas.

| | | | | | | |
|-----------|---------|--------------------------|--------------------|-----------|------|--------------------------|
| Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | Arquiv. micro-Base | Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification |
| A0 | 11/2013 | | | A5 | | |
| A1 | | | | A4 | | |
| A2 | | | | A3 | | |

Quadro Oficina
SMARTPANEL



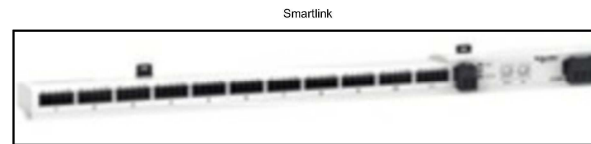
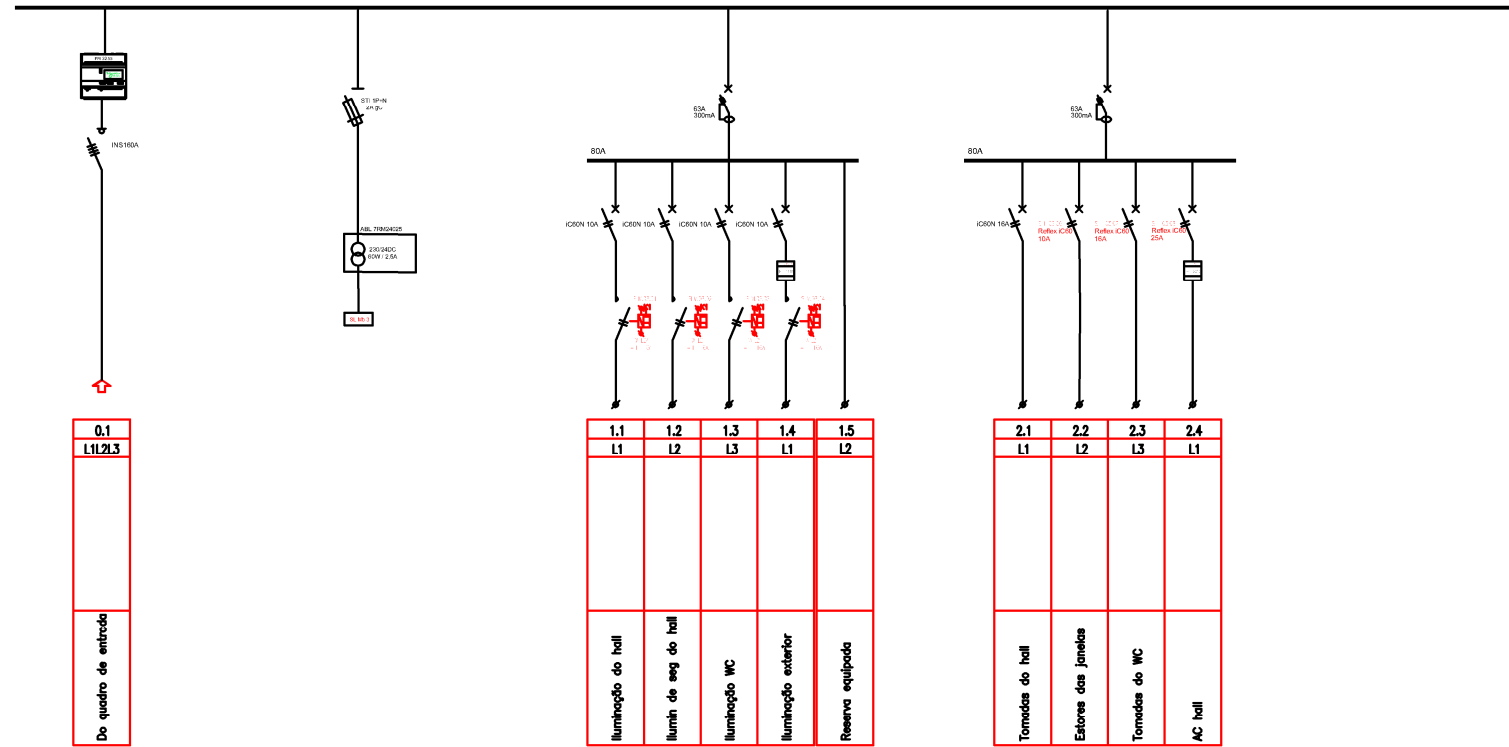
| | | | |
|------------------|-------------|-----------|-------------|
| Processo/Projeto | Outro/Outro | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

Hall entrada

All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão considerados para execução os diagramas e esquemas, enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados - todas as fontes desligadas.



| | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------------------------|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| A0 | 11/3/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | |

Quadro Hall Entrada
SMARTPANEL

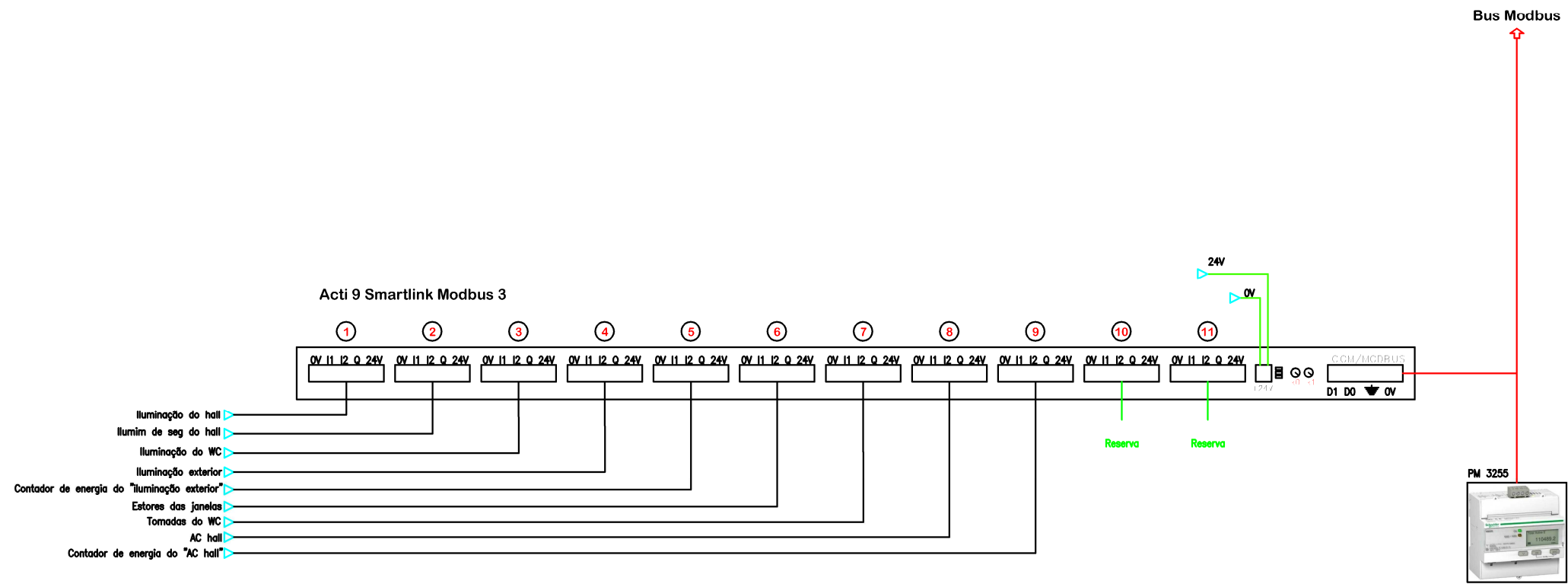


| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projct | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only these drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão consideradas para execução os diagramas e esquemas, enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados, neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados - todas as fontes desligadas.



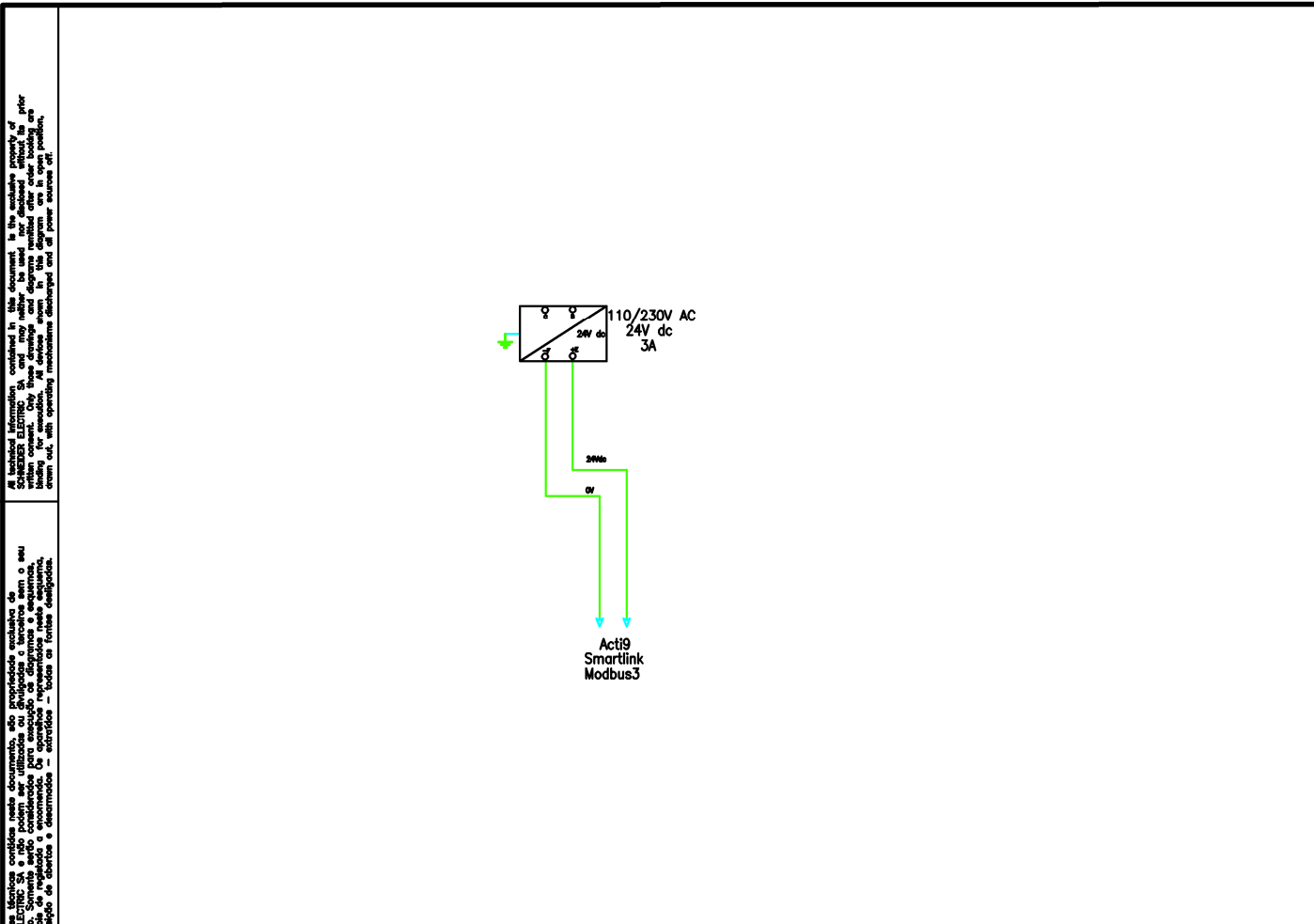
| | | | | | |
|-----------|-----------|--------------------------|----------------------|-----------|-----------|
| A2 | | | A5 | | |
| A1 | | | A4 | | |
| A0 | 11/3/13 | | A3 | | |
| Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data Date |
| | | | | | |

Quadro Hall Entrada
SMARTPANEL



| | | | |
|------------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projeto | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4



All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its prior written authorization. Any reproduction or translation in any language or in any form without the express written permission of Schneider Electric is strictly prohibited. All drawings are in metric units unless otherwise stated. All drawings are in open position, with operating mechanisms disengaged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas o licenciadas sem o seu consentimento escrito. Qualquer reprodução ou tradução em qualquer idioma ou em qualquer forma sem a expressa autorização escrita da Schneider Electric é estritamente proibida. Todos os desenhos estão em unidades métricas, a menos que seja especificado o contrário. Todos os desenhos estão em posição aberta, com os mecanismos desengatados e todas as fontes desligadas.

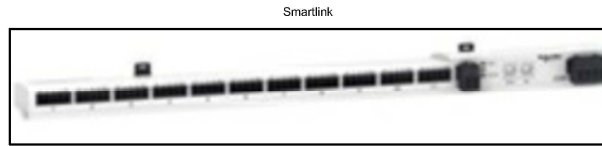
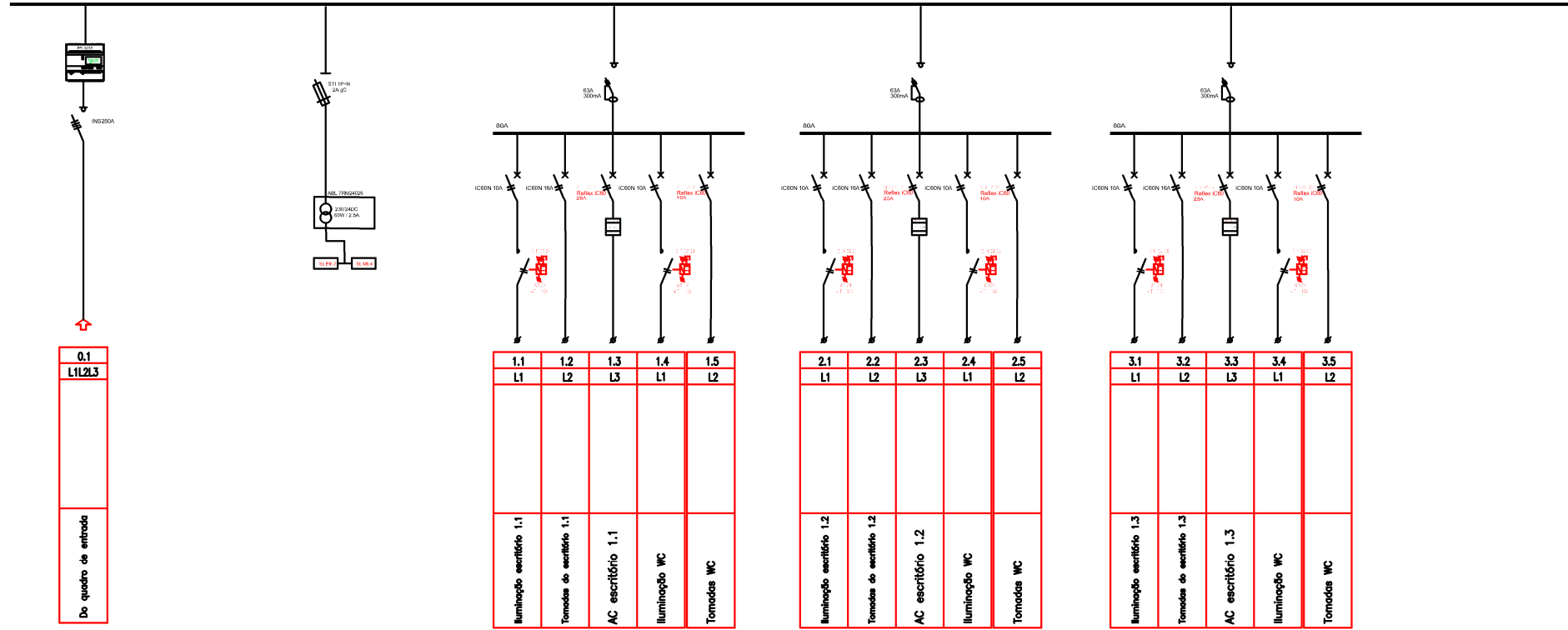
| | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|--------------------------|-------------------------|-----------|------|-----------------------------------|--|----------------|-----------|-----------|-------------|
| AS | | | AS | | | Quadro Hall Entrada SMARTPANEL | | Processo/Proj. | Obs./Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| A1 | | | A4 | | | | | --- | --- | AO | 1/1 |
| AO | 14/03 | | AS | | | | | | | | |
| Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | Arquiv. inicial - filed | Ind. Rev. | Data | Modificação/Modification | | | | | |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

Quadro 1º Andar

All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only those drawings and diagrams remitted after order booking are binding for execution. All devices shown in this diagram are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu acordo escrito. Somente serão considerados para execução os diagramas e esquemas, enviados depois de registrada a encomenda. Os aparelhos representados neste esquema, estão em posição de abertos e desarmados - todas as fontes desligadas.



| | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------------------------|----------------------|-----------|-----------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| A0 | 11/3/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | |

Quadro 1º Andar
SMARTPANEL

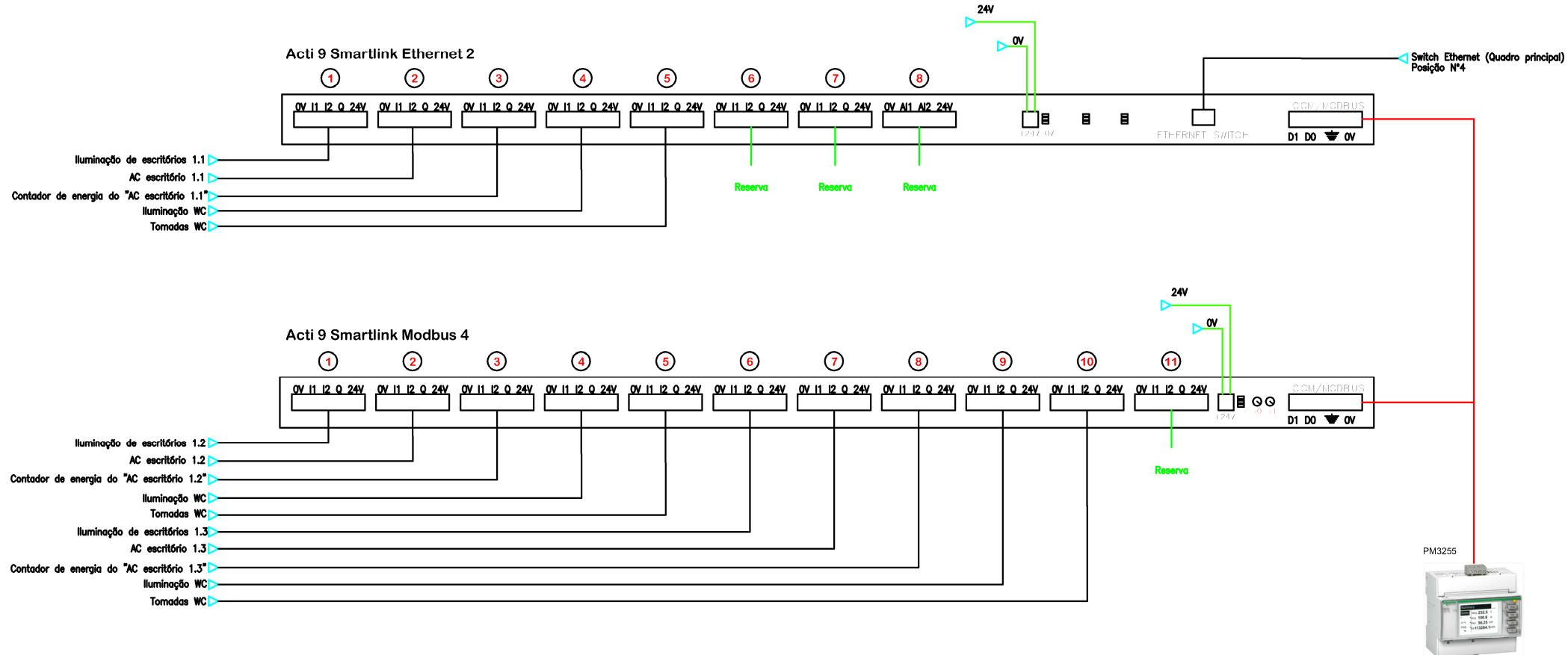


| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projet | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Only the drawings and diagrams limited after order booking are binding for execution. All drawings and diagrams are in open position, drawn out, with operating mechanisms discharged and all power sources off.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva de SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas a terceiros sem o seu consentimento escrito. Somente os desenhos e diagramas limitados após o envio do pedido de registro e encomenda de aparelhos representados neste documento, estão em posição de abertos e desarmados - extraídos - todas as fontes desligadas.



| | | | | | | | |
|-----------|---------|--------------------------|----------------------|-----------|------|--------------------------|--|
| A2 | | | | A5 | | | |
| A1 | | | | A4 | | | |
| A0 | 11/3/13 | | | A3 | | | |
| Ind. Rev. | Date | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Date | Modificação/Modification | |

Quadro 1º Andar
SMARTPANEL

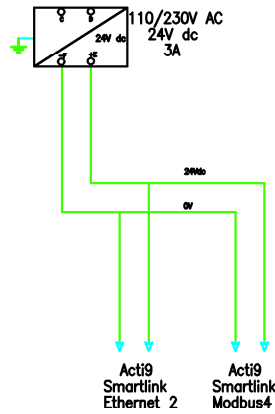


| | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Projet | Obra/Work | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| --- | --- | A0 | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC SA and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. Any drawings and diagrams are for information only. No liability is assumed for using operating mechanisms designed and of power source etc.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva da SCHNEIDER ELECTRIC SA e não podem ser utilizadas ou divulgadas a terceiros sem o seu consentimento escrito. Qualquer desenhos e diagramas são apenas para informação. Não se assume qualquer responsabilidade por utilização de mecanismos concebidos e de fonte de energia etc.



| | | | | | |
|-----------|-----------|--------------------------|----------------------|-----------|-----------|
| AD | | | AS | | |
| A1 | | | A4 | | |
| AD | 11/2/13 | | AS | | |
| Ind. Rev. | Data Date | Modificação/Modification | Arquiv. micro-filmed | Ind. Rev. | Data Date |

Quadro 1º Andar
SMARTPANEL



| | | | |
|------------------|-----------|-----------|-------------|
| Processo/Project | Obs./Bark | Ind./Rev. | Folha/Sheet |
| | | AD | 1/1 |

Formato Original AutoCAD - A4
Original AutoCAD Format - A4

| PROJETO EDIFÍCIO | | | | |
|--------------------------------|------|---|------------|-------------|
| Quadro de Entrada | | | | |
| Ref. | Qty. | Design | P.u. | P.ttt. |
| 33555 | 1 | NS800 N 4P FIXO MICRO 5.0 TAF | € 4.025,61 | € 4.025,61 |
| 33662 | 1 | MX 200/250 V CA/ V CC FIXO STD | € 179,59 | € 179,59 |
| 34510 | 1 | 1 CONTACT AUXI. OF/SD/SDE/SDV | € 38,35 | € 38,35 |
| 33597 | 2 | PROTECÇÃO CAMARAS DE CORTE 4P | € 71,83 | € 143,66 |
| 33643 | 2 | ADAP. LIGAÇÃO VERTICAL 4P(4UNID) | € 297,88 | € 595,76 |
| 33645 | 1 | PLACAS P/ CABOS 4P | € 260,80 | € 260,80 |
| LV434205 | 4 | Módulo BSCM Compact NSX | € 154,60 | € 618,40 |
| LV434196 | 1 | Cabo ULP = 1,3 m | € 38,45 | € 38,45 |
| LV429885 | 3 | NSX100F Micrologic 5.2 A 100A 4P4R | € 902,46 | € 2.707,38 |
| LV434201 | 3 | NSX Cord L= 1,3 m | € 39,02 | € 117,06 |
| TRV00210 | 3 | Interface de Com Modbus SL | € 150,68 | € 452,04 |
| VW3A8306DRC | 3 | FIM DE LINHA PARA TER. 120 OHM | € 12,00 | € 36,00 |
| A9MEM3255 | 1 | CONTADOR DE ENERGIA IME3255 | € 332,50 | € 332,50 |
| LV429441 | 1 | Telecomando MT100/160 comunicante 220-24 | € 882,94 | € 882,94 |
| LV430886 | 1 | NSX160F Micrologic 5.2 A 100A 4P4R | € 1.008,97 | € 1.008,97 |
| A9XMSB11 | 2 | Smartlink RS485 module | € 405,75 | € 811,50 |
| A9XMF404 | 2 | mounting kit calha DIN | € 24,72 | € 49,44 |
| A9XCAM06 | 16 | Cabos pre fabricados M | € 39,95 | € 639,20 |
| A9XCATM1 | 2 | USB-Modbus cable test Acti 9 Smartlink | € 118,82 | € 237,64 |
| A9F79210 | 9 | iC60N 2P 10A C | € 35,25 | € 317,25 |
| A9F79216 | 3 | iC60N 2P 16A C | € 33,16 | € 99,48 |
| A9C15424 | 9 | impulse relay auxiliary low level 24 VDC | € 77,46 | € 697,14 |
| LV431113 | 1 | NSX250B TM125D 3P3D | € 570,93 | € 570,93 |
| LV429518 | 4 | 1 tapa bornes longo 4P (NSX100/250 INV/I | € 19,19 | € 76,76 |
| LV429516 | 5 | 1 tapa bornes curto 4P (NSX100/250 INV/I | € 17,38 | € 86,90 |
| LV429517 | 1 | 1 tapa bornes longo 3P (NSX100/250) | € 18,07 | € 18,07 |
| LV429515 | 1 | 1 tapa bornes curto 3P (NSX100/250) | € 15,51 | € 15,51 |
| O1109 | 2 | 12 CALES LINERGY | € 22,87 | € 45,74 |
| ABL7RM24025 | 2 | ALIMENTATION MODULAIRE 24V 2,5A | € 151,80 | € 303,60 |
| A9N15636 | 3 | SEC. FUS. STI 1P 500V | € 4,25 | € 12,75 |
| A9E18320 | 1 | SIN. LUMI. VERMELHO 110-230 VAC | € 7,72 | € 7,72 |
| A9E18321 | 1 | SIN. LUMI. VERDE 110-230 VAC | € 7,72 | € 7,72 |
| A9E18324 | 1 | SIN. LUMI. AMARELO 110-230 VAC | € 7,72 | € 7,72 |
| A9N15646 | 1 | SEC. FUS. STI 1P+N 500V | € 10,57 | € 10,57 |
| LV434063 | 1 | I/O MÓDULO ENTRADAS/SAIDAS | € 653,70 | € 653,70 |
| LV434011 | 1 | IFE+GATEWAY | € 854,49 | € 854,49 |
| LV434128 | 1 | FDM 128 MÓD.VISUALIZAÇÃO | € 916,90 | € 916,90 |
| EBX200 | 1 | Servidor de dados de energia Ethernet Com'x200 | € 1.500,00 | € 1.500,00 |
| METSEPM5310 | 1 | Central de medida PMS310, 2 entradas+2 saídas digitais, Mod | € 720,00 | € 720,00 |
| A9L16294 | 1 | iQuick PRD 40r 3P+N | € 442,64 | € 442,64 |
| 18656 | 3 | NG125N CURVA C 4P 63A 25KA | € 268,84 | € 806,52 |
| 19005 | 3 | VIGI NG125 CLASSE AC 4P 63A 300MA | € 236,06 | € 708,18 |
| A9C52225 | 3 | Reflex iC60N 25 A 2P C | € 219,14 | € 657,42 |
| A9C52216 | 3 | Reflex iC60N 16 A 2P C | € 204,97 | € 614,91 |
| A9C30814 | 9 | ITL16A 4NA 230/240VAC 50-60HZ 110V | € 72,34 | € 651,06 |
| A9XMEA08 | 1 | SMARTLINK IP | € 461,98 | € 461,98 |
| A9MEM2010 | 3 | CONTADOR DE ENERGIA EM2010 40A 1P | € 101,80 | € 305,40 |
| 03203 | 5 | ESPELHO AP. MODULAR 3MÓD. | € 21,06 | € 105,30 |
| 03205 | 3 | ESPELHO AP. MODULAR 5MÓD. | € 29,26 | € 87,78 |
| 03401 | 8 | PLATINA APARELHAGEM MODULAR | € 18,17 | € 145,36 |
| 03412 | 3 | PLATINA NS-INS250 HZ.FIXO/MAN.4P | € 89,73 | € 269,19 |
| 03606 | 4 | ESPELHO NR250 HZ. MAN. 4P | € 29,95 | € 119,80 |
| 03414 | 1 | PLATINA NS250 HZ.FIXE/EXT. BASE 4P | € 109,87 | € 109,87 |
| 03411 | 1 | PLATINA NS250 HZ.FIXO/MAN.3P | € 76,28 | € 76,28 |
| 03604 | 1 | ESPELHO NR250 HZ. MAN. 3P | € 26,45 | € 26,45 |
| 08407 | 2 | ESTRUTURA L650+150 P400 | € 783,41 | € 1.566,82 |
| 08528 | 2 | PORTA OPACA IP55 L800 | € 776,64 | € 1.553,28 |
| 08748 | 2 | PAINEL FUNDO IP55 L800 | € 401,72 | € 803,44 |
| 08458 | 2 | TECTO IP55 L800 P400 | € 107,14 | € 214,28 |
| 08487 | 2 | PPC IP55 L650+150 P400 | € 146,52 | € 293,04 |
| 08566 | 3 | Moldura suporte espelhos basculante L650 | € 220,04 | € 660,12 |
| 04504 | 8 | BARRA LINERGY 1000A | € 108,13 | € 865,04 |
| 04651 | 6 | SUPORTE BARRAMENTO V lateral LINERGY | € 69,19 | € 415,14 |
| 04538 | 8 | BARRA MACIÇA CU 80X5 | € 311,45 | € 2.491,60 |
| 04767 | 2 | 20 PARAFUSOS M8 C36, LINERGY | € 16,43 | € 32,86 |
| 08717 | 3 | LOTE ESTANQUECIDADE ASSOC.lateral IP55 | € 61,02 | € 183,06 |
| 08403 | 1 | ESTRUTURA L300 P400 | € 363,34 | € 363,34 |
| 08523 | 1 | PORTA OPACA IP55 L300 | € 327,38 | € 327,38 |
| 08743 | 1 | PAINEL FUNDO IP55 L300 | € 180,17 | € 180,17 |
| 08453 | 1 | TECTO IP55 L300 P400 | € 48,05 | € 48,05 |
| 08483 | 1 | PPC IP55 L300 P400 | € 59,72 | € 59,72 |
| 08755 | 1 | LOTE 2 PAINELIS IP55 P400 | € 598,43 | € 598,43 |
| 04634 | 8 | LIGAÇÃO 1000A HZ 5MM | € 19,50 | € 156,00 |
| 04641 | 4 | UNIÃO BARRAMENTO HZ. 80/100MM | € 134,59 | € 538,36 |
| 04502 | 1 | BARRA LINERGY 630A | € 68,79 | € 68,79 |
| 04657 | 1 | 3 SUPORTES V.LINERGY PE | € 15,37 | € 15,37 |
| 08794 | 1 | LOTE 4 SUPORTES FIXAÇÃO CABOS P400 | € 53,99 | € 53,99 |
| 08773 | 1 | LOTE 4 SUPORTES FIXAÇÃO CABOS L300 | € 50,16 | € 50,16 |
| 04664 | 5 | SUPORTE BARRAMENTO HZ.BARRA 5/10MM | € 91,57 | € 457,85 |
| 03803 | 7 | ESPELHO OPACO 3MÓD. | € 20,68 | € 144,76 |
| 08406 | 1 | ESTRUTURA L650 P400 | € 674,75 | € 674,75 |
| 08526 | 1 | PORTA OPACA IP55 L650 | € 602,06 | € 602,06 |
| 08746 | 1 | PAINEL FUNDO IP55 L650 | € 311,42 | € 311,42 |
| 08456 | 1 | TECTO IP55 L650 P400 | € 83,88 | € 83,88 |
| 08486 | 1 | PPC IP55 L650 P400 | € 104,28 | € 104,28 |
| 03487 | 1 | PLATINA INS/NS800-NS1600 V.L400 | € 98,72 | € 98,72 |
| 03722 | 2 | ESPELHO BASCULANTE 13M L400 | € 165,55 | € 331,10 |
| 03697 | 1 | ESPELHO NS1600 V.FIXO 3-4P L400 | € 90,20 | € 90,20 |
| 04662 | 1 | SUPORTE MÓVEL BARRA 5/10MM | € 77,84 | € 77,84 |
| 04691 | 1 | APERTO BARRAS AO ALTO | € 146,50 | € 146,50 |
| 03482 | 1 | PLATINA NS1600 V.FIXO | € 110,52 | € 110,52 |
| 03690 | 1 | ESPELHO NS1600 V.FIXO | € 56,94 | € 56,94 |
| 03802 | 2 | ESPELHO OPACO 2MÓD. | € 16,65 | € 33,30 |
| 04486 | 1 | LIGAÇÃO 1250A NS1600 FIXO 4P | € 669,30 | € 669,30 |
| 03806 | 6 | ESPELHO OPACO 6MÓD. | € 32,67 | € 196,02 |
| 03801 | 3 | ESPELHO OPACO 1MÓD. | € 12,65 | € 37,95 |
| TOTAL | | | | € 41.452,21 |
| Componentes Smart Panel | | | | € 11.848,32 |

| PROJETO EDIFÍCIO | | | | |
|--------------------------------|------|---|----------|------------|
| Quadro Oficina | | | | |
| Ref. | Qty. | Design | P.u. | P.tt. |
| 31101 | 1 | INTERPACT INS250 100A 4P | € 145,42 | € 145,42 |
| METSEPM3255 | 1 | PM3255 | € 456,50 | € 456,50 |
| ABL7RM24025 | 1 | ALIMENTATION MODULAIRE 24V 2,5A | € 151,80 | € 151,80 |
| A9XMSB11 | 1 | Smartlink RS485 module | € 405,75 | € 405,75 |
| A9XMFA04 | 1 | mounting kit calha DIN | € 24,72 | € 24,72 |
| A9XCAM06 | 15 | Cabos pre fabricados M | € 39,95 | € 599,25 |
| A9F79210 | 3 | iC60N 2P 10A C | € 35,25 | € 105,75 |
| A9C15424 | 3 | impulse relay auxiliary low level 24 VDC | € 77,46 | € 232,38 |
| A9MEM3255 | 2 | CONTADOR DE ENERGIA iME3255 | € 332,50 | € 665,00 |
| METSECT5CC020 | 3 | TI 200/5A Cabo Ø21mm 120mm ² máx | € 28,20 | € 84,60 |
| A9N15646 | 1 | SEC. FUS. STI 1P+N 500V | € 10,57 | € 10,57 |
| A9R44440 | 1 | iID 4P 40A 300MA AC | € 69,35 | € 69,35 |
| A9R44463 | 2 | iID 4P 63A 300MA AC | € 88,97 | € 177,94 |
| 19005 | 2 | VIGI NG125 CLASSE AC 4P 63A 300MA | € 236,06 | € 472,12 |
| 18652 | 2 | NG125N CURVA C 4P 25A 25KA | € 252,72 | € 505,44 |
| A9C52216 | 3 | Reflex iC60N 16 A 2P C | € 204,97 | € 614,91 |
| A9C52225 | 1 | Reflex iC60N 25 A 2P C | € 219,14 | € 219,14 |
| A9C30812 | 3 | iTL16A 2NA 230VAC 50-60HZ 110VDC | € 44,09 | € 132,27 |
| A9MEM2010 | 2 | CONTADOR DE ENERGIA EM2010 40A 1P | € 101,80 | € 203,60 |
| A9XMEA08 | 1 | SMARTLINK IP | € 461,98 | € 461,98 |
| 03030 | 1 | PLATINA NS-INS250 HOR. FIXO/MANÍPULO | € 24,78 | € 24,78 |
| 03231 | 1 | ESPELHO INS250 HORIZ. | € 27,45 | € 27,45 |
| 03001 | 7 | Platina aparelhagem modular | € 13,52 | € 94,64 |
| 03203 | 5 | ESPELHO AP. MODULAR 3MÓD. | € 21,06 | € 105,30 |
| 03204 | 1 | ESPELHO AP. MODULAR 4MÓD. | € 25,16 | € 25,16 |
| 03205 | 1 | ESPELHO AP. MODULAR 5MÓD. | € 29,26 | € 29,26 |
| 08325 | 2 | PORTA OPACA IP55 19MÓD | € 150,21 | € 300,42 |
| 08381 | 2 | LOTE ASSOCIAÇÃO HZ/V.IP55 | € 75,79 | € 151,58 |
| 08867 | 2 | LOTE 2 SUPORTES APERTO QUAD-ARM. | € 56,31 | € 112,62 |
| 08305 | 1 | QUADRO G IP55, 19MÓD | € 416,86 | € 416,86 |
| 08345 | 1 | EXTENSÃO IP55 L300 19MÓD. | € 241,45 | € 241,45 |
| 08315 | 1 | FUNDO QUADRO G EXT, IP55 19MÓD | € 310,12 | € 310,12 |
| 08371 | 1 | PLACA SUP/INF L600 | € 104,18 | € 104,18 |
| 08372 | 1 | PLACA SUP/INF L300 | € 59,47 | € 59,47 |
| 04202 | 1 | 2 COLECTORES PE, 12 MÓD. | € 42,01 | € 42,01 |
| 04220 | 1 | PLATINA BORNES/COLECTOR TERRA, EXT. | € 12,30 | € 12,30 |
| 08868 | 1 | LOTE 4 SUPORTES APERTO EXT | € 31,11 | € 31,11 |
| 04122 | 1 | BARR. POWERCLIP 250A 4P C1000 | € 196,53 | € 196,53 |
| 03803 | 1 | ESPELHO OPACO 3MÓD. | € 20,68 | € 20,68 |
| 03816 | 3 | ESPELHO OPACO 6MÓD. L250MM | € 26,13 | € 78,39 |
| 03811 | 1 | ESPELHO OPACO 1MÓD. L250MM | € 10,13 | € 10,13 |
| 03806 | 1 | ESPELHO OPACO 6MÓD. | € 32,67 | € 32,67 |
| 03801 | 2 | ESPELHO OPACO 1MÓD. | € 12,65 | € 25,30 |
| 03805 | 1 | ESPELHO OPACO 5MÓD. | € 28,65 | € 28,65 |
| 29324 | 1 | 2 TAPA BORNES LONGOS 4P (NS100/250) | € 39,90 | € 39,90 |
| TOTAL | | | | € 8.259,45 |
| Componentes Smart Panel | | | | € 4.251,90 |

| PROJETO EDIFÍCIO | | | | |
|--------------------------------|------|--|----------|------------|
| Quadro Hall de Entrada | | | | |
| Ref. | Qty. | Design | P.u. | P.tt. |
| 28913 | 1 | INTERPACT INS160 4P C/PUNHO | € 118,42 | € 118,42 |
| METSEPM3255 | 1 | PM3255 | € 456,50 | € 456,50 |
| ABL7RM24025 | 1 | ALIMENTATION MODULAIRE 24V 2,5A | € 151,80 | € 151,80 |
| A9XMSB11 | 1 | Smartlink RS485 module | € 405,75 | € 405,75 |
| A9XMFA04 | 1 | mounting kit calha DIN | € 24,72 | € 24,72 |
| A9XCAM06 | 10 | Cabos pre fabricados M | € 39,95 | € 399,50 |
| A9F78210 | 4 | iC60N 2P 10A C | € 39,84 | € 159,36 |
| A9F78216 | 1 | iC60N 2P 16A C | € 38,61 | € 38,61 |
| A9C15424 | 4 | impulse relay auxiliary low level 24 VDC | € 77,46 | € 309,84 |
| METSECT5CC020 | 3 | TI 200/5A Cabo Ø21mm 120mm² máx | € 28,20 | € 84,60 |
| 18656 | 2 | NG125N CURVA C 4P 63A 25KA | € 268,84 | € 537,68 |
| 19005 | 2 | VIGI NG125 CLASSE AC 4P 63A 300MA | € 236,06 | € 472,12 |
| A9C52210 | 1 | Reflex iC60N 10 A 2P C | € 209,18 | € 209,18 |
| A9C52216 | 1 | Reflex iC60N 16 A 2P C | € 204,97 | € 204,97 |
| A9C52225 | 1 | Reflex iC60N 25 A 2P C | € 219,14 | € 219,14 |
| A9C30812 | 4 | iTL16A 2NA 230VAC 50-60HZ 110VDC | € 44,09 | € 176,36 |
| A9N15646 | 1 | SEC. FUS. STI 1P+N 500V | € 10,57 | € 10,57 |
| A9MEM2010 | 2 | CONTADOR DE ENERGIA EM2010 40A 1P | € 101,80 | € 203,60 |
| 03001 | 5 | Platina aparelhagem modular | € 13,52 | € 67,60 |
| 03204 | 1 | ESPELHO AP. MODULAR 4MÓD. | € 25,16 | € 25,16 |
| 04046 | 1 | DISTRIBLOC 160A | € 66,35 | € 66,35 |
| 03203 | 3 | ESPELHO AP. MODULAR 3MÓD. | € 21,06 | € 63,18 |
| 03205 | 1 | ESPELHO AP. MODULAR 5MÓD. | € 29,26 | € 29,26 |
| 08306 | 1 | QUADRO G IP55, 23MÓD | € 496,69 | € 496,69 |
| 08326 | 1 | PORTA OPACA IP55 23MÓD | € 178,95 | € 178,95 |
| 08346 | 1 | EXTENSÃO IP55 L300 23MÓD. | € 283,55 | € 283,55 |
| 08381 | 1 | LOTE ASSOCIAÇÃO HZ/V.IP55 | € 75,79 | € 75,79 |
| 08372 | 1 | PLACA SUP/INF L300 | € 59,47 | € 59,47 |
| 04202 | 1 | 2 COLECTORES PE, 12 MÓD. | € 42,01 | € 42,01 |
| 04220 | 1 | PLATINA BORNES/COLECTOR TERRA, EXT. | € 12,30 | € 12,30 |
| 08868 | 1 | LOTE 4 SUPORTES APERTO EXT | € 31,11 | € 31,11 |
| 04124 | 1 | BARR. POWERCLIP 630A 4P C1000 | € 495,84 | € 495,84 |
| 03806 | 1 | ESPELHO OPACO 6MÓD. | € 32,67 | € 32,67 |
| 03801 | 2 | ESPELHO OPACO 1MÓD. | € 12,65 | € 25,30 |
| 03816 | 3 | ESPELHO OPACO 6MÓD. L250MM | € 26,13 | € 78,39 |
| 03815 | 1 | ESPELHO OPACO 5MÓD. L250MM | € 22,96 | € 22,96 |
| TOTAL | | | | € 6.269,30 |
| Componentes Smart Panel | | | | € 2.845,96 |

| PROJETO EDIFÍCIO | | | | |
|--------------------------------|------|--|----------|------------|
| Quadro 1ºAndar | | | | |
| Ref. | Qty. | Design | P.u. | P.tt. |
| 31107 | 1 | INTERPACT INS250 4P | € 187,51 | € 187,51 |
| METSEPM3255 | 1 | PM3255 | € 456,50 | € 456,50 |
| ABL7RM24025 | 1 | ALIMENTATION MODULAIRE 24V 2,5A | € 151,80 | € 151,80 |
| A9F79210 | 6 | iC60N 2P 10A C | € 35,25 | € 211,50 |
| A9F79216 | 3 | iC60N 2P 16A C | € 33,16 | € 99,48 |
| A9C15424 | 6 | impulse relay auxiliary low level 24 VDC | € 77,46 | € 464,76 |
| A9XMSB11 | 1 | Smartlink RS485 module | € 405,75 | € 405,75 |
| A9XMFA04 | 1 | mounting kit calha DIN | € 24,72 | € 24,72 |
| A9XCAM06 | 17 | Cabos pre fabricados M | € 39,95 | € 679,15 |
| METSECT5CC020 | 3 | TI 200/5A Cabo Ø21mm 120mm² máx | € 28,20 | € 84,60 |
| A9N15646 | 1 | SEC. FUS. STI 1P+N 500V | € 10,57 | € 10,57 |
| A9C52225 | 3 | Reflex iC60N 25 A 2P C | € 219,14 | € 657,42 |
| A9C52210 | 3 | Reflex iC60N 10 A 2P C | € 209,18 | € 627,54 |
| 18656 | 3 | NG125N CURVA C 4P 63A 25KA | € 268,84 | € 806,52 |
| 19005 | 3 | VIGI NG125 CLASSE AC 4P 63A 300MA | € 236,06 | € 708,18 |
| A9C30812 | 6 | iTL16A 2NA 230VAC 50-60HZ 110VDC | € 44,09 | € 264,54 |
| A9MEM2010 | 3 | CONTADOR DE ENERGIA EM2010 40A 1P | € 101,80 | € 305,40 |
| A9XMEA08 | 1 | SMARTLINK IP | € 461,98 | € 461,98 |
| 03001 | 7 | Platina aparelhagem modular | € 13,52 | € 94,64 |
| 03203 | 4 | ESPELHO AP. MODULAR 3MÓD. | € 21,06 | € 84,24 |
| 03205 | 2 | ESPELHO AP. MODULAR 5MÓD. | € 29,26 | € 58,52 |
| 08325 | 2 | PORTA OPACA IP55 19MÓD | € 150,21 | € 300,42 |
| 08381 | 2 | LOTE ASSOCIAÇÃO HZ/V.IP55 | € 75,79 | € 151,58 |
| 08867 | 2 | LOTE 2 SUPORTES APERTO QUAD-ARM. | € 56,31 | € 112,62 |
| 08305 | 1 | QUADRO G IP55, 19MÓD | € 416,86 | € 416,86 |
| 08345 | 1 | EXTENSÃO IP55 L300 19MÓD. | € 241,45 | € 241,45 |
| 08315 | 1 | FUNDO QUADRO G EXT, IP55 19MÓD | € 310,12 | € 310,12 |
| 08371 | 1 | PLACA SUP/INF L600 | € 104,18 | € 104,18 |
| 08372 | 1 | PLACA SUP/INF L300 | € 59,47 | € 59,47 |
| 04202 | 1 | 2 COLECTORES PE, 12 MÓD. | € 42,01 | € 42,01 |
| 04220 | 1 | PLATINA BORNES/COLECTOR TERRA, EXT. | € 12,30 | € 12,30 |
| 08868 | 1 | LOTE 4 SUPORTES APERTO EXT | € 31,11 | € 31,11 |
| 04122 | 1 | BARR. POWERCLIP 250A 4P C1000 | € 196,53 | € 196,53 |
| 03202 | 1 | ESPELHO AP. MODULAR 2MÓD. | € 19,41 | € 19,41 |
| 03030 | 1 | PLATINA NS-INS250 HOR. FIXO/MANÍPULO | € 24,78 | € 24,78 |
| 03231 | 1 | ESPELHO INS250 HORIZ. | € 27,45 | € 27,45 |
| 03802 | 1 | ESPELHO OPACO 2MÓD. | € 16,65 | € 16,65 |
| 03816 | 3 | ESPELHO OPACO 6MÓD. L250MM | € 26,13 | € 78,39 |
| 03811 | 1 | ESPELHO OPACO 1MÓD. L250MM | € 10,13 | € 10,13 |
| 03806 | 1 | ESPELHO OPACO 6MÓD. | € 32,67 | € 32,67 |
| 03803 | 1 | ESPELHO OPACO 3MÓD. | € 20,68 | € 20,68 |
| 03801 | 1 | ESPELHO OPACO 1MÓD. | € 12,65 | € 12,65 |
| 29324 | 1 | 2 TAPA BORNES LONGOS 4P (NS100/250) | € 39,90 | € 39,90 |
| TOTAL | | | | € 9.106,68 |
| Componentes Smart Panel | | | | € 3.299,20 |