



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

---

---

# **Participação na conversão dos sistemas de proteção de 6 kV e 15 kV da PM 1 – Estágio na The Navigator Company**

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

Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia.

**Autor**

**Pedro Augusto Freire Pires**

**Orientador**

**Carlos Manuel Borralho Machado Ferreira**

Professor do Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

**Supervisor**

**José Manuel Farinha Monteiro**

The Navigator Company

**Coimbra, maio, 2018**



## Agradecimentos

Quero deixar um agradecimento especial à empresa *The Navigator Company* por ter proporcionado a realização do estágio curricular. Um agradecimento a todos os colaboradores da empresa com quem privei e pude absorver os seus conhecimentos. Um agradecimento muito especial ao meu supervisor Eng.º José Manuel Farinha Monteiro, ao Sr. António Neto supervisor da PM 1 e aos restantes colaboradores da Engenharia de Manutenção da *Navigator Paper Figueira*.

Quero também agradecer ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, em especial ao Departamento de Engenharia Eletrotécnica pelos conhecimentos e vivências adquiridas nesta instituição. Um agradecimento especial ao meu orientador Professor Doutor Carlos Machado Ferreira por toda a disponibilidade e apoio durante a realização do estágio e elaboração do relatório.

Um agradecimento aos meus pais, à minha irmã, à minha família e aos meus amigos por todo o apoio e incentivo ao longo do meu percurso académico. À minha namorada por estar sempre presente, incentivo e carinho demonstrado durante esta etapa.



## Resumo

O estágio curricular efetuado na empresa *The Navigator Company* (NVG) enquadra-se no Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, ministrado no ISEC, e teve como objetivo principal permitir um primeiro contato com o ambiente industrial, de forma a consolidar os conhecimentos adquiridos na área científica/tecnológica em que o mestrado está inserido.

Ao longo do período de estágio houve a possibilidade de efetuar vários trabalhos de acordo com o plano de estágio definido inicialmente, dando maior destaque neste relatório ao trabalho desenvolvido nos painéis de 6 kV e 15 kV onde se desenvolveu uma rede de comunicação *Ethernet* que permite concentrar os dados de todos os relés numa sala de engenharia e no desenvolvimento de uma aplicação na *Symsizer*, a qual permite ao operador obter com maior facilidade um diagnóstico de avaria nesta parte da máquina de papel.

Com as constantes melhorias tecnológicas ao longo dos anos no setor industrial, principalmente ao nível dos equipamentos eletrónicos inteligentes (IEDs) existe a necessidade de permitir que um sistema de energia seja capaz de operar com diferentes tipos de equipamentos tecnológicos, mesmo aqueles que já se encontram descontinuados. Para permitir essa integração torna-se necessário garantir que qualquer fornecedor de equipamentos consiga comunicar com as tecnologias já existentes sem criar qualquer tipo de conflito. Assim, para padronizar as comunicações nos Sistemas de Automatização de Subestações (SAS) surgiu a norma IEC 61850. Esta norma veio permitir uma interoperabilidade de equipamentos de diferentes fornecedores e garantir que não existe perdas de comunicação que possam originar falhas graves de proteção num sistema de energia.

No setor em que a *The NVG* está inserida, pasta e papel, é importante produzir um produto final com baixos custos de produção e para facilitar esse objetivo é necessário existir um bom sistema de proteção dos equipamentos elétricos nas subestações, de forma a garantir que a ocorrência de qualquer tipo de avaria esteja limitada apenas ao local onde aconteceu a falha.

**Palavras-chave:** Equipamentos Eletrónicos Inteligentes (IEDs), *Ethernet*, Norma IEC 61850, Sistemas de Automatização de Subestações (SAS), Sistema de Proteção, *Symsizer*, *The Navigator Company*.



## Abstract

The curricular internship at *The Navigator Company* (NVG) is part of the Master's Degree in Electrical Engineering, taught at ISEC. The main goal was to allow a first contact with the industrial environment, in order to enhance the knowledge acquired in the scientific and technological area in which the master's degree is conferred.

During the internship, it was possible to carry out several activities according to the internship plan initially outlined. This report describes the work done in the panels of 6 kV and 15 kV where an *Ethernet* communication network was developed that allows to concentrate the data of all relays in an engineering room. It is also described the *Symsizer* control program that allows the operator to easily diagnose a malfunction that occurs in the paper machine.

Over the years with constant technological developments in the industrial sector, especially in the area of Intelligent Electronic Equipment (IEDs), it is important that an energy system to be able to operate with different types of technological equipment, even those that are already discontinued. To enable this integration, it is required to ensure that any equipment supplier can communicate with the existing technologies without creating any type of conflict. In order to standardize the communications in the Substation Automation Systems (SAS), the IEC 61850 standard has emerged. This standard allows interoperability of equipment from different suppliers and ensures that there is no communication loss that could lead to serious failures of protection in a power system.

In the sector where the company operates, pulp and paper, it is important to produce a final product with low production costs and to facilitate this goal it is essential to have a good protection system of the electrical equipment in the substations to ensure that any type of fault is limited only to the location where the fault occurred.

**Keywords:** *Ethernet*, IEC 61850 Standard, Intelligent Electronic Device (IEDs), Protection System, Substation Automation Systems (SAS), *Symsizer*, *The Navigator Company*.



---

## Índice

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	iii
Abstract.....	v
Índice .....	vii
Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tabelas .....	xv
Simbologia e Abreviaturas .....	xvii
1. Introdução.....	1
1.1. Contexto e Motivação .....	1
1.2. Principais objetivos.....	1
1.3. Organização do documento .....	2
2. <i>The Navigator Company</i> .....	5
2.1. Grupo <i>The Navigator Company</i> .....	7
2.2. Sustentabilidade ambiental .....	10
2.3. Complexo industrial da Figueira da Foz.....	11
2.4. Manutenção Local Papel.....	12
2.5. Máquina de Papel 1 – PM 1 .....	14
3. Norma IEC 61850 .....	19
3.1. Estrutura da norma IEC 61850 .....	19
3.2. Nós Lógicos .....	22
3.3. Estrutura de Comunicação .....	26
3.3.1. Mensagens <i>GOOSE</i> .....	29
3.3.2. Linguagem SCL.....	31
3.4. Conclusões .....	33
4. Sistemas de proteção de motores e do quadro de entrada .....	35
4.1. Relés.....	37
4.2. Disjuntores e Contactores tripolares .....	38
4.2.1. Disjuntores a óleo.....	39
4.2.2. Disjuntores a vácuo .....	39
4.2.3. Disjuntores a gás SF <sub>6</sub> .....	40

---

4.2.4.	Disjuntores a ar comprimido .....	42
4.3.	Relés proteção de 6 kV CEE .....	43
4.4.	Relés de proteção de 6 kV .....	46
4.4.1.	Painel de 6 kV 91.39 01 .....	47
4.4.2.	Painel de 6 kV 91.39 02 .....	49
4.4.3.	Painel 6 kV 91.39 03 .....	50
4.4.4.	Painel de 6 kV 91.39 04 .....	51
4.4.5.	Testes com mala ensaios ISA DRTS-6 .....	55
4.5.	Relés de proteção de 15 kV .....	57
4.5.1.	Painel 15 kV 67.51 204 .....	58
4.6.	Programa VampSet e SCD Editor .....	63
4.6.1.	VampSet .....	64
4.6.2.	SCD Editor .....	70
4.7.	Procedimentos de Segurança .....	73
4.8.	Funções de Proteção (Códigos ANSI) .....	74
4.9.	Conclusões .....	78
5.	Projetos desenvolvidos .....	81
5.1.	Rede de comunicação <i>Ethernet</i> .....	81
5.1.1.	Sala dos Painéis de 6 kV 91.39 01 (C2) e 91.39 02 (C1), 91-EM-004 .....	83
5.1.1.1.	Passagem cabos de rede .....	83
5.1.1.2.	Cabo <i>Ethernet</i> categoria 6A .....	83
5.1.1.3.	Armário .....	84
5.1.1.4.	Montagem e Alimentação do Armário .....	84
5.1.1.5.	<i>Switch</i> .....	84
5.1.1.6.	Cabo de fibra ótica .....	84
5.1.1.7.	Montagem cabo fibra ótica .....	85
5.1.2.	Salas dos Painéis de 6 kV 91.39 03 (C3), 91-EM-009 e 91.39 04 (C4), 91-EM-010 .....	85
5.1.2.1.	Passagem cabos rede .....	85
5.1.2.2.	Cabo <i>Ethernet</i> categoria 6A .....	86
5.1.2.3.	Armário da sala do painel 6 kV 91.39 03 (C3), 91-EM-009 .....	86
5.1.2.4.	Montagem e Alimentação do armário da sala do painel 6 kV 91.39 03 (C3) .....	86
5.1.2.5.	Armário da sala do painel 6 kV 91.39 04 (C4), 91-EM-010 .....	87
5.1.2.6.	<i>Switches</i> .....	87
5.1.2.7.	Cabo de fibra ótica .....	87
5.1.2.8.	Montagem .....	88
5.1.3.	Sala de Engenharia .....	88

---

5.1.3.1.	Passagem de cabos.....	88
5.1.3.2.	Armário.....	89
5.1.3.3.	Conversor de RJ-45/Fibra ótica .....	89
5.1.3.4.	Cabo de fibra ótica .....	89
5.1.3.5.	Montagem.....	89
5.1.4.	Material a adquirir.....	89
5.1.5.	Configuração IP da rede <i>Ethernet</i> .....	91
5.2.	Programa para controlo da <i>Symsizer</i> .....	92
5.2.1.	Lista sinais de <i>interlock</i> para o fecho do aplicador inferior.....	93
5.2.2.	Lista sinais de <i>interlock</i> para o fecho do aplicador superior.....	97
5.2.3.	Lista sinais de <i>interlock</i> para o fecho da <i>Symsizer</i> .....	101
5.2.4.	Implementação do programa.....	105
5.3.	Conclusões .....	108
6.	Conclusões .....	109
6.1.	Propostas de trabalhos futuros .....	111
	Referências Bibliográficas.....	113
	ANEXOS.....	117
	Anexo 1 – Tabela com funções proteção de motor e alimentação do VAMP 300F/M.....	119
	Anexo 2 – Painel 91.39 01 (C2), esquemas elétricos da Cella B, 91.31 607 .....	121
	Anexo 3 – Painel 91.39 01 (C2), esquemas elétricos da cela de entrada, Cella G, 67.53 201 .....	139
	Anexo 4 – Esquemas unifilares dos coletores do painel 91.39 01 (C2) .....	157



## Índice de Figuras

FIGURA 2.1 - LOGOTIPO DA EMPRESA THE NAVIGATOR COMPANY (LOGOTIPOS, 2017) .....	5
FIGURA 2.2 – PRODUÇÃO DE PASTA E PAPEL (RELATÓRIO E CONTAS 2015, 2016) .....	8
FIGURA 2.3 - PRODUÇÃO DE TISSUE (RELATÓRIO E CONTAS 2015, 2016).....	8
FIGURA 2.4 – EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO BRUTA DE ENERGIA ELÉTRICA (RELATÓRIO E CONTAS 2015, 2016).....	9
FIGURA 2.5 - CONSUMO DE ENERGIA POR TIPO DE COMBUSTÍVEL (RELATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE 2014/2015, 2016) .....	10
FIGURA 2.6 - COMPLEXO INDUSTRIAL DA FIGUEIRA DA FOZ (COMPLEXO FIGUEIRA DA FOZ   THE NAVIGATOR COMPANY, 2017) ....	11
FIGURA 2.7 – PRODUÇÃO DE PASTA E PAPEL NAS VÁRIAS FÁBRICAS (RELATÓRIO E CONTAS 2015, 2016) .....	12
FIGURA 2.8 – ORGANOGRAMA DA MANUTENÇÃO FIGUEIRA (DOCUMENTO INTERNO) .....	13
FIGURA 2.9 – LOCAL ONDE DECORREU O ESTÁGIO (DOCUMENTO INTERNO).....	13
FIGURA 2.10 – EXEMPLO GENÉRICO DE UM LAYOUT DE UMA MÁQUINA DE PAPEL (CONFEDERATION OF PAPER INDUSTRIES, 2016) .	14
FIGURA 2.11 – ZONA HÚMIDA DA PM 1.....	14
FIGURA 2.12 – PRÉ-SECARIA DA PM 1 .....	15
FIGURA 2.13 – SYMSIZER DA PM 1 .....	15
FIGURA 2.14 – PÓS-SECARIA DA PM 1 .....	16
FIGURA 2.15 – CALANDRA DA PM 1. ....	16
FIGURA 2.16 – ENROLADOR DA PM 1 .....	17
FIGURA 3.1 – NÍVEIS E INTERFACES LÓGICAS EM SISTEMAS DE AUTOMATIZAÇÃO DE SUBESTAÇÕES (IEC 61850-5, 2003) .....	21
FIGURA 3.2 – EXEMPLO DE COMUNICAÇÃO BASEADO NA NORMA IEC 61850 .....	22
FIGURA 3.3 – NÓ LÓGICO E CONCEITO DE LIGAÇÃO (IEC 61850-5, 2003) .....	23
FIGURA 3.4 – OS TRÊS NÓS LÓGICOS NECESSÁRIOS NA FUNÇÃO DE PROTEÇÃO (IEC 61850-5, 2003).....	23
FIGURA 3.5 – EXEMPLO DE CONCEITO DE NÓ LÓGICO (IEC 61850-5, 2003) .....	24
FIGURA 3.6 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE NÓS LÓGICOS PARA UM SAS (IEC 61850-5, 2003) .....	26
FIGURA 3.7 – COMUNICAÇÕES ASSOCIADAS À NORMA IEC 61850 (IEC 61850-8-1, 2004).....	27
FIGURA 3.9 - DEFINIÇÃO PARA TEMPO DE TRANSFERÊNCIA (IEC 61850-5, 2003) .....	29
FIGURA 3.11 – TEMPO DE TRANSMISSÃO PARA EVENTOS (IEC 61850-8-1, 2004).....	31
FIGURA 3.12 – MODELO DE REFERÊNCIA PARA TROCA DE INFORMAÇÃO NAS SUBESTAÇÕES (IEC 61850-6, 2009).....	31
FIGURA 3.13 – OS 4 FICHEIROS DA LINGUAGEM SCL .....	32
FIGURA 4.1 – PROPRIEDADES PARA UM BOM SISTEMA DE PROTEÇÃO .....	35
FIGURA 4.2 – EVOLUÇÃO DOS RELÉS DE PROTEÇÃO.....	37
FIGURA 4.3 – RELÉS DE PROTEÇÃO DOS MOTORES E ENTRADA DO MCC 91.39 01.....	38
FIGURA 4.4 - COMPONENTES DA AMPOLA A VÁCUO (WEG, 2017) .....	39
FIGURA 4.5 – CONTACTOR A VÁCUO COM TENSÃO 7,2 kV .....	40
FIGURA 4.6 – APARELHAGEM SF <sub>6</sub> (SCHNEIDER ELECTRIC, 2011) .....	41
FIGURA 4.7 – DISJUNTOR SF <sub>6</sub> EXTRAÍDO NA POSIÇÃO DE TESTE .....	41
FIGURA 4.8 – MÓDULOS DE PROTEÇÃO DO QUADRO DE ENTRADA .....	43
FIGURA 4.9 – MÓDULOS DE PROTEÇÃO DO MOTOR .....	44
FIGURA 4.10 – DISPLAY DO RELÉ PROTEÇÃO VAMP 300 .....	45
FIGURA 4.11 – LEGENDA DO HMI DO VAMP 300 .....	45
FIGURA 4.12 – SIGNIFICADO DOS VALORES DO MCC .....	46
FIGURA 4.13 – PAINEL 6 kV 91.39.01 COM OS RELÉS PROTEÇÃO DA MARCA CEE .....	47
FIGURA 4.14 – MODERNIZAÇÃO DA CELA 91.31 608.....	48
FIGURA 4.15 – A) DESMONTAGEM DA CELA 67.53 201 B) ENSAIOS DO NOVO IED NA CELA 67.53 201 .....	49
FIGURA 4.16 – BANCADA DE ENSAIOS COM A PLATINA COM DISJUNTORES E EQUIPAMENTOS DE LIGAÇÃO DA CELA DE ENTRADA 91.39 02 .....	50

FIGURA 4.17 – PAINEL DE 6 KV 91.39 02.....	50
FIGURA 4.18 – ENSAIOS DAS PLATINAS PARA O PAINEL 91.39 04.....	51
FIGURA 4.19 – MODERNIZAÇÃO DA CELA 91.31 665B.....	52
FIGURA 4.20 – ALARME DE TEMPERATURA ALTA NO ROLAMENTO LA, CELA 91.61 665B.....	52
FIGURA 4.21 – MONTAGEM DA CELA 91.31 665A.....	53
FIGURA 4.22 – MONTAGEM DA CELA ENTRADA 67.53 221.....	53
FIGURA 4.23 – INTERLIGAÇÃO ENTRE CELAS DAS CORRENTES E TENSÕES.....	54
FIGURA 4.24 – VAMP 300F INSTALADO NA CELA DE ENTRADA 67.53 221.....	54
FIGURA 4.25 – MALA DE ENSAIOS ISA DRTS-6.....	55
FIGURA 4.26 – BANCADA DE ENSAIOS.....	55
FIGURA 4.27 – EQUIPAMENTO INSTALADO NA PLATINA DE UMA CELA.....	56
FIGURA 4.28 – A) IED ENTRADA COM POTÊNCIA NEGATIVA B) IED ENTRADA COM POTÊNCIA NORMALIZADA.....	57
FIGURA 4.29 – ARMÁRIO COM O SERVIDOR E O SCADA INSTALADO.....	58
FIGURA 4.30 – PAINEL B4 DE 15 KV COM OS RELÉS DE PROTEÇÃO SEPAM 15.....	59
FIGURA 4.31 – BANCADA DE ENSAIOS DO PAINEL B4 DE 15 KV.....	59
FIGURA 4.32 – DISPLAY DO RELÉ PROTEÇÃO 15 KV.....	60
FIGURA 4.33 – TRABALHOS DE SUBSTITUIÇÃO DOS RELÉS DE PROTEÇÃO NAS CELAS B, C, E E F.....	60
FIGURA 4.34 – EXEMPLO DE UM DEFEITO POR I> ASSINALADO NO DISPLAY DO VAMP 300F.....	61
FIGURA 4.35 – EXEMPLO DE UM DEFEITO POR ARCO ELÉTRICO ASSINALADO NO DISPLAY DO VAMP 300F.....	61
FIGURA 4.36 – PAINÉIS VAMP 300F INSTALADOS NAS QUATRO CELAS INTERVENÇIONADAS.....	62
FIGURA 4.37 – VAMP 300F JÁ INSTALADOS EM TODAS AS CELAS DO PAINEL 67.51 204.....	63
FIGURA 4.38 – INFORMAÇÃO DO VAMP 300F QUE SE VAI CONFIGURAR.....	64
FIGURA 4.39 – NOMES DAS ENTRADAS DIGITAIS.....	65
FIGURA 4.40 – NOME DAS SAÍDAS VIRTUAIS.....	65
FIGURA 4.41 – HISTÓRICO DE EVENTOS DO RELÉ INSTALADO NA CELA 67.53 05.....	66
FIGURA 4.42 – MATRIZ DE SAÍDA.....	66
FIGURA 4.43 – MIMICO A ADICIONAR NO DISPLAY DO RELÉ.....	67
FIGURA 4.44 – CONFIGURAÇÃO DAS MEDIDAS DISPONÍVEIS NAS CINCO PÁGINAS DO DISPLAY.....	67
FIGURA 4.45 – JANELAS PARA CONFIGURAÇÃO DA NORMA IEC 61850 DO RELÉ 67.53 05.....	68
FIGURA 4.46 – TEMPO DE ABERTURA DO DISJUNTOR PRA IMAIOR NA CELA 67.53 05.....	69
FIGURA 4.47 – TEMPO “QUE A VARIÁVEL DISJUNTOR FECHADO” DEMOROU A RESPONDER A UM DEFEITO.....	69
FIGURA 4.48 – FICHEIRO SCD PARA NORMA IEC 61850 DO PAINEL 67.51 204, B4.....	70
FIGURA 4.49 – LISTA DE NÓS LÓGICOS ASSOCIADOS AO IED DA CELA B, 67.53 05.....	71
FIGURA 4.50 – DATA OBJECT E DATA ATTRIBUTE DE UM NÓ LÓGICO.....	72
FIGURA 4.51 – CRIAR UM DATASET DINÂMICO.....	72
FIGURA 4.52 – CELA 91.31 608 CONSIGNADA.....	73
FIGURA 4.53 – PAINEL 91.31.04 TOTALMENTE CONSIGNADO.....	74
FIGURA 5.1 – PASSAGEM CABOS CATEGORIA 6A (VERDE).....	83
FIGURA 5.2 – LIGAÇÃO CABO FIBRA ÓTICA (AZUL).....	85
FIGURA 5.3 – PASSAGEM DE CABOS ETHERNET CAT. 6A (VERDE) E FIBRA ÓTICA (AZUL).....	86
FIGURA 5.4 – PASSAGEM CABO DE FIBRA ÓTICA (AZUL).....	88
FIGURA 5.5 – ILUSTRAÇÃO DA PASSAGEM DO CABO FIBRA ÓTICA NA SALA DE ENGENHARIA.....	88
FIGURA 5.6 – ESQUEMA DA REDE DE COMUNICAÇÃO A IMPLEMENTAR.....	91
FIGURA 5.7 – POSSÍVEL ORGANIZAÇÃO DO BASTIDOR DE 9U.....	91
FIGURA 5.8 – ESQUEMA DE COMUNICAÇÃO DA REDE ETHERNET.....	92
FIGURA 5.9 – ESTAÇÃO DO OPERADOR NA SYMSIZER DA PM 1.....	93
FIGURA 5.10 – SEQUÊNCIA DE ETAPAS PARA FECHO DO APLICADOR INFERIOR.....	96
FIGURA 5.11 - INFORMAÇÃO FORNECIDA AO OPERADOR PARA ATIVAR O FECHO DO APLICADOR INFERIOR.....	97

---

FIGURA 5.12 – SEQUÊNCIA DE ETAPAS PARA FECHO DO APLICADOR SUPERIOR.....	100
FIGURA 5.13 – INFORMAÇÃO FORNECIDA AO OPERADOR PARA ATIVAR O FECHO DO APLICADOR SUPERIOR .....	101
FIGURA 5.14 – SEQUÊNCIA DE ETAPAS PARA FECHO DA SYMSIZER .....	104
FIGURA 5.15 - INFORMAÇÃO FORNECIDA AO OPERADOR PARA ATIVAR O FECHO DA SYMSIZER .....	105
FIGURA 5.16 – LAYOUT DA SYMSIZER COM A INFORMAÇÃO DISPONIBILIZADA AO OPERADOR .....	106
FIGURA 5.17 – CONSTRUÇÃO DAS PÁGINAS NO PROGRAMA “WINCC FLEXIBLE ADVANCED” .....	106
FIGURA 5.18 – A) APLICADORES SUPERIOR E INFERIOR DA SYMSIZER B) FECHO DA SYMSIZER .....	107
FIGURA 5.19 – VÁRIAS IMAGENS DAS INTERFACES COM O OPERADOR EM FUNCIONAMENTO .....	107



---

## Índice de Tabelas

TABELA 2.1 – PRODUÇÃO E VENDA DE ENERGIA ELÉTRICA (RESULTADOS DO ANO 2016, 2017) .....	9
TABELA 3.1 – ESTRUTURA DA NORMA IEC 61850 .....	20
TABELA 3.2 – DESCRIÇÃO DAS INTERFACES LÓGICAS.....	21
TABELA 3.3 – LISTA DE NÓS LÓGICOS .....	25
TABELA 3.4 – QUANTIDADE TOTAL DE NÓS LÓGICOS .....	25
TABELA 3.5 – COMPARATIVO DE TEMPO DE TRANSFERÊNCIA NOS DIFERENTES PROTOCOLOS (CHARLES M. ADRAH, 2017).....	28
TABELA 3.6 – MAPEAMENTO BLOCO GOCB (IEC 61850-7, 2003) .....	30
TABELA 4.1 – CHAPA DE CARACTERÍSTICAS DE UM DISJUNTOR SF <sub>6</sub> .....	42
TABELA 5.1 – SALA DOS PAINÉIS DE 6 kV 91.39 01 (C2) E 91.39 02 (C1).....	82
TABELA 5.2 – SALA DOS PAINÉIS DE 6 kV 91.39 03 (C3) E 91.39 04 (C4).....	82
TABELA 5.3 – LISTA DE MATERIAL A COMPRAR .....	90
TABELA 5.4 – ENTRADAS PARA FECHO DO APLICADOR INFERIOR .....	94
TABELA 5.5 – TEMPORIZADORES PARA FECHO DO APLICADOR INFERIOR .....	94
TABELA 5.6 – WORDS PARA FECHO DO APLICADOR INFERIOR .....	95
TABELA 5.7 – SAÍDAS PARA FECHO DO APLICADOR INFERIOR .....	96
TABELA 5.8 – ENTRADAS PARA FECHO APLICADOR SUPERIOR .....	98
TABELA 5.9 – TEMPORIZADORES PARA FECHO DO APLICADOR SUPERIOR .....	98
TABELA 5.10 – WORDS PARA FECHO DO APLICADOR SUPERIOR .....	99
TABELA 5.11 – SAÍDAS PARA FECHO DO APLICADOR SUPERIOR .....	100
TABELA 5.12 – ENTRADAS PARA FECHO DA SYMSIZER .....	102
TABELA 5.13 – TEMPORIZADORES PARA FECHO DA SYMSIZER .....	102
TABELA 5.14 – WORDS PARA FECHO DA SYMSIZER .....	103
TABELA 5.15 – SAÍDAS PARA FECHO DA SYMSIZER .....	103



## Simbologia e Abreviaturas

CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
$I_n$	Corrente nominal
m/min	Metros por minuto
rms	Valor eficaz
SF <sub>6</sub>	Gás hexafluoreto de enxofre
t	Toneladas
t/ano	Toneladas por ano
$U_n$	Tensão nominal
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
BEKP	<i>Bleached Eucalyptus Kraft Pulp</i> (Pasta branqueada de eucalipto)
BS	<i>Back Side</i> (Lado de trás)
C&P	Controlo e Potência
CEE	<i>Continentale d'Equipements Electriques</i>
FS	<i>Front Side</i> (Lado da frente)
FSC	<i>Forest Stewardship Council</i> (Associação para uma Gestão Florestal Responsável)
GOOSE	<i>Generic Object Oriented Substation Event</i> (Objeto Genérico orientado a eventos de subestação)
HMI	<i>Human Machine Interface</i> (Interface homem-máquina)
ICD	<i>IED Capability Description</i> (Descrição da capacidade do IED)
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IED	<i>Intelligent Electronic Device</i> (Dispositivo Eletrónico Inteligente)
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IFC	<i>International Finance Corporation</i>
<i>Interlock</i>	Bloqueio de determinadas ações
LA	Lado do Ataque
LN	<i>Logical Node</i> (Nó Lógico)

MCC	<i>Motor Control Center</i> (Centro de Controlo do Motor)
NIP	Pressão exercida por dois rolos a toda a largura da folha de papel.
PD	<i>Physical Device</i> (Dispositivo Físico)
PEFC	<i>Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes</i> (Certificação da Gestão Florestal Sustentável)
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i> (Controlador lógico programável)
PM 1	<i>Paper Machine 1</i> (Máquina de papel 1)
SAS	<i>Substation Automation System</i> (Sistemas de Automatização de Subestações)
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> (Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados)
SCD	<i>Substation Configuration Description</i> (Descrição de Configuração da Subestação)
SCL	<i>Substation Configuration description Language</i> (Descrição da linguagem de configuração da subestação)
<i>Symsizer</i>	Zona da máquina de papel onde é adicionado amido à folha de papel.
The NVG	Empresa <i>The Navigator Company</i>
Tissue	Gama de papéis de uso doméstico (guardanapos, lenços, papel cozinha, etc.)
UWF	<i>Uncoated woodfree printing and writing paper</i> (Papéis finos de impressão e escrita não revestidos)
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

## 1. Introdução

### 1.1. Contexto e Motivação

A realização deste estágio decorreu na empresa *The Navigator Company* (NVG), no complexo industrial da Figueira da Foz. A NVG uma das empresas líderes a nível mundial no mercado de pasta e papel. Além disso, a empresa tem apostado muito na produção de energia a partir de fontes renováveis reduzindo, desta forma as emissões de CO<sub>2</sub> durante o seu processo produtivo. Mais recentemente, a *The Navigator Company* entrou num novo mercado de negócios com a recente construção de uma fábrica para produção de *pellets*<sup>1</sup> nos Estados Unidos da América.

A atestar a qualidade dos produtos desenvolvidos pela *The Navigator Company* está a marca de papéis de escritório “*Navigator*” que é líder mundial no seu segmento de papel. A excelente qualidade deste produto só é possível devido ao contributo dos mais de três mil funcionários da empresa.

Qualquer indústria, para ser competitiva a nível mundial tem que estar sempre em melhoria contínua dos seus equipamentos e processos, por forma a conseguir fabricar um produto final com a melhor relação qualidade/preço. Devido à obsolescência dos relés de proteção das celas de 6 kV e 15 kV, a empresa entendeu que era necessário implementar uma melhoria nestes sistemas de proteção, de maneira a garantir a fiabilidade da rede elétrica da fábrica e a não colocar em risco a produção. Este *upgrade* era essencial, uma vez que os relés instalados já se encontram descontinuados, são de difícil aquisição e apresentariam elevados custos, para encontrar material de substituição no caso de ocorrer alguma avaria do equipamento. Com a instalação dos novos relés digitais dotou-se a instalação elétrica de uma maior segurança, pois estes relés apresentam melhor desempenho que os antecessores. Por outro lado, a norma IEC 61850 da *International Electrotechnical Commission* garante os requisitos na obtenção dos objetivos para se fazer uma rede de comunicação entre os vários relés, de maneira a ser possível monitorizar toda a rede em tempo real através do SCADA.

### 1.2. Principais objetivos

Um dos objetivos principais para a realização deste estágio foi permitir o contato com uma realidade diferente do ambiente académico e colocar os conhecimentos adquiridos em prática num ambiente industrial. Durante a realização do estágio curricular teve-se como objetivos principais o estudo e aplicação da norma de comunicação para subestações,

---

<sup>1</sup> Em dezembro 2017 esta unidade de produção foi vendida a uma entidade associada da Enviva Holdings, LP.

IEC 61850, o estudo dos equipamentos de proteção das subestações, como por exemplo, disjuntores, relés de proteção e a implementação de uma rede de comunicação que permitisse interligar todos os relés de proteção numa única estação de engenharia facilitando, desta maneira a análise de dados do sistema por parte dos operadores. Foi ainda proposto, o desenvolvimento de um trabalho a implementar numa zona da máquina de papel (*Symsizer*). Assim, foi sugerido criar um programa de interface com o operador (HMI) que permitisse ao operador dessa zona da máquina de papel supervisionar a instalação de uma forma mais otimizada.

### 1.3. Organização do documento

A organização do relatório de estágio está assente em seis capítulos principais, além de um resumo, *abstract*, referências bibliográficas e anexos.

O primeiro capítulo corresponde à introdução onde é feito um enquadramento do estágio e principais objetivos realizados ao longo do estágio.

O segundo capítulo diz respeito à apresentação da empresa *The Navigator Company*. É feito um enquadramento das atividades da empresa, volume de negócios, principais mercados que a empresa está inserida. Além disso, é descrito uma visão geral do complexo da Figueira da Foz e é apresentado um organograma da empresa *The Navigator Paper Figueira* uma vez que foi o local onde se realizou o estágio curricular. Também são descritas as principais secções da máquina de papel 1 (PM 1), para permitir uma melhor perceção de determinados conceitos ao longo do relatório.

No terceiro capítulo é apresentada a norma IEC 61850 com uma descrição da sua estrutura. É apresentada uma visão geral abordando vários temas como nós lógicos, estruturas de comunicação associadas, tempos de transferência das mensagens e linguagem SCL. A norma IEC 61850, atualmente na sua segunda edição, é uma norma de comunicação para as subestações a qual veio facilitar a comunicação e interoperabilidade de IEDs (*Intelligent Electronic Device*, Dispositivo Eletrónico Inteligente) de diferentes fabricantes. Além disso veio melhorar o envio de mensagens entre IEDs através das mensagens *GOOSE*.

O quarto capítulo corresponde aos sistemas de proteção para motores e entradas do *Incomer* onde são analisadas as características principais para um sistema de proteção. É feita uma análise sucinta dos diferentes tipos de disjuntores e da evolução dos relés de proteção ao longo dos anos. Neste capítulo, é apresentado o acompanhamento dos trabalhos de substituição dos relés de proteção existentes e que já se encontravam obsoletos por relés de proteção de última geração. Os trabalhos decorreram em painéis de 6 kV e 15 kV instalados na PM 1. Neste capítulo, é apresentado o programa *Vampset* que permite fazer a configuração dos relés e o programa *SCD Editor* que permite associar os ficheiros de acordo com a norma IEC 61850 para

cada relé de proteção. São ainda descritas funções de proteção e procedimentos de segurança a fazer quando se pretende efetuar trabalhos de manutenção nos equipamentos.

O quinto capítulo corresponde a projetos desenvolvidos durante a realização do estágio na *The Navigator Company*. Este capítulo incide sobre o trabalho implementado para a rede de comunicação *Ethernet* a instalar nos painéis de 6 kV que irá permitir ter acesso aos dados de 32 relés de proteção num único computador na sala de engenharia. Outro trabalho realizado foi um programa para a *Symsizer*, o qual permite ao operador da máquina de papel obter um diagnóstico mais rápido sobre possíveis falhas que possam originar um evento indesejado que ponha em risco a continuidade do processo produtivo.

No sexto capítulo são exibidas as conclusões dos temas abordados durante a realização deste estágio e a proposta de trabalhos futuros a implementar na empresa.



## 2. The Navigator Company

A *The Navigator Company* é uma empresa que tem como atividades principais a produção de pasta branqueada de eucalipto (BEKP, da partir da designação em inglês *Bleached Eucalyptus Kraft Pulp*) e papel fino não revestido (UWF, resultante da designação em inglês *Uncoated woodfree printing and writing paper*), sendo a maior empresa a nível europeu e uma das maiores a nível mundial neste setor. Além destas atividades, é também um produtor de energia renovável a partir das suas centrais a biomassa, cogeração e centrais fotovoltaicas (Comunicados | The Navigator Company, 2018). A empresa é responsável por mais de 50% da energia produzida a partir de biomassa e por cerca de 5% da energia produzida em Portugal (Energia | The Navigator Company, 2017).



Figura 2.1 - Logotipo da empresa The Navigator Company (Logotipos, 2017)

No texto seguinte é apresentada a cronologia das atividades principais da empresa desde a sua fundação até à atualidade (História | The Navigator Company, 2017):

A empresa iniciou a sua atividade em 1953 com a fábrica em Cacia, uma freguesia do concelho de Aveiro, para a produção de pasta crua de pinho, sendo o projeto liderado por Manuel Santos Mendonça. Em 1957, torna-se pioneira ao produzir pasta branqueada de eucalipto, posicionando-se a Companhia Portuguesa de Celulose na vanguarda tecnológica a nível mundial. À fábrica de Cacia, junta-se a Socel – Sociedade Industrial de Celulose, com uma nova unidade industrial em Setúbal no ano de 1964, tendo esta fábrica sido criada para a produção de pasta branqueada de eucalipto. No ano de 1965 foi constituída a Inapa, Indústria Nacional de Papéis, SARL, que visava a construção de uma fábrica de produção de papéis finos de impressão e escrita em Setúbal junto à Socel. Quatro anos mais tarde, em 1969, iniciou-se a produção de papel na PM 1 da fábrica da Inapa, vindo a pasta para a produção de papel da fábrica da Socel.

Em 1972, na fábrica da Inapa teve início a comercialização do papel produzido a partir de pasta de *Eucalyptus globulus* (eucalipto-comum) para a Europa. Entretanto, no ano de 1976, constituiu-se a Portucel – Empresa de Celulose e Papel de Portugal EP, devido ao processo de

nacionalização de uma parte da indústria de celulose. Com o negócio da celulose em forte expansão, em 1980, teve início a produção de gamas mais variadas de papéis com a entrada em funcionamento da PM 2 da Inapa (ano em que passou a estar cotada em bolsa). Na Figueira da Foz, em 1984, arrancou a fábrica da Soporcel – Sociedade Portuguesa de Papel, SA, com a produção de pasta de eucalipto. A localização da fábrica na Figueira da Foz foi uma alternativa encontrada para aplicar a maquinaria adquirida que seria implantada em Angola (Celangol), caso não tivesse surgido a revolução de abril de 1974.

Em 1987, ocorreu a reestruturação do grupo Inapa, com a constituição da Papéis Inapa, SA. Na fábrica de papel de Papéis Inapa, SA, em 1990, teve início a sua atividade a PM 3, colocando assim a empresa como uma das maiores da Península Ibérica. Em 1991, na fábrica da Soporcel teve início de atividade a PM 1. No ano de 1993, a Portucel passa a Sociedade Anónima com a constituição da Portucel – Empresa de Celulose e Papel de Portugal SGPS, SA, e no mesmo ano é constituída a Portucel Industrial – Empresa Produtora de Celulose, SA, que é dedicada à produção e comercialização de pasta branqueada de eucalipto com as unidades fabris de Cacia e Setúbal. Em 1995, teve início a primeira fase de privatização de 44,3% do capital da Portucel Industrial.

Em 1995, foi utilizado pela primeira vez a fibra de eucalipto com carbonato de cálcio precipitado na fábrica da Soporcel na Figueira da Foz. A adição deste aditivo permite que o papel tenha uma maior brancura, opacidade e homogeneidade. No mesmo ano entra em funcionamento o emissário submarino (exutor submarino), num projeto realizado em parceria com a Celbi. Em 1996, a Portucel e Soporcel, constituem o RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e Papel.

Em 2000, é adquirido 100% do capital da Papéis Inapa, SA pela Portucel Industrial, originando a empresa Portucel – Empresa Produtora de Pasta e Papel, SA. Nesse mesmo ano arranca a PM 2 na Soporcel, sendo na altura uma das mais avançadas em termos de tecnologia no setor do papel. No ano seguinte, em 2001, a empresa Portucel – Sociedade Portuguesa de Papel, SA, adquire todo o capital da Soporcel – Sociedade Portuguesa de Papel, SA. Em 2003, deu-se início à segunda fase de privatização da Portucel, SA e um ano mais tarde é adquirido 67,1% do capital da Portucel, SA pelo grupo Semapa.

Em 2006 foi anunciado o investimento numa nova fábrica de papel em Setúbal, permitindo assim ao grupo assumir uma posição líder no mercado europeu de papéis finos não revestidos (UWF). No ano seguinte é adquirida uma nova máquina de papel para instalar no complexo industrial de Setúbal. Em 2008, tem início a construção da nova fábrica de papel em Setúbal, sendo o investimento de 525 milhões de euros. Um ano depois dá-se início aos testes de produção da nova fábrica de papel, tornando-a a maior e mais avançada tecnologicamente, máquina de papel do mundo para a produção de papéis finos de escritório e para a indústria gráfica.

Com vista a uma maior internacionalização, é constituído em 2009 a Portucel Moçambique, sendo responsável por um projeto florestal para produção de pasta de papel e energia em Moçambique. Em 2010, arrancou o novo turbogerador a vapor no complexo industrial da Figueira da Foz e dois anos depois, entrou em funcionamento a nova linha de

evaporação na Caldeira de Recuperação no mesmo complexo industrial. Em 2013, é construído um novo silo de cascas na caldeira de biomassa no complexo industrial da Figueira da Foz. Em 2013, ocorreu a maior produção anual de sempre de uma fábrica do grupo, com a nova fábrica de papel de Setúbal a atingir as 2.000.000 toneladas. Em 2014, é assinado um protocolo entre a Sociedade Financeira Internacional (IFC - *International Finance Corporation*) e a Portucel SA, em que o IFC adquire 20% do capital social da Portucel Moçambique.

De forma a aumentar a capacidade de produção de pasta de eucalipto na fábrica de Cacia, foi assinado em 2014 um contrato de investimento de 56,3 milhões de forma a aumentar em cerca de 20% a sua capacidade de produção. No mesmo ano é realizado novo investimento, neste caso a nível internacional e numa nova área de negócio, com a construção de uma fábrica de *pellets* nos EUA. Em 2015, novo investimento com a aquisição da fábrica de papel *tissue* - MAS BR Star Paper SA, tendo como objetivo expandir a atividade noutros mercados de papéis para uso doméstico e industrial. A fábrica de *pellets* nos EUA, inicia a atividade no final do ano de 2016, sendo que a fábrica tem uma capacidade de produção de 500.000 t/ano.

Em 2016, o grupo Portucel Soporcel decidiu mudar de nome, originando a criação da *The Navigator Company* (thenavigatorcompany, 2016).

## 2.1. Grupo *The Navigator Company*

O grupo *The Navigator Company* é constituído por um centro de investigação, vários viveiros e vários complexos industriais. Em Portugal, o grupo tem quatro complexos industriais: Setúbal, Figueira da Foz, Cacia e Vila Velha de Rodão abrangendo mais de 3000 colaboradores. Em 2016, nos Estados Unidos da América entrou em funcionamento o mais recente complexo industrial da *The Navigator Company* com uma fábrica para a produção de *pellets*. Em Moçambique está também em desenvolvimento um importante projeto industrial do grupo, com a plantação de eucalipto numa vasta área florestal, em duas províncias do país, estando prevista a instalação de uma fábrica de pasta de papel em 2023 (Portucel-Mocambique, 2017).

A *The Navigator Company* é uma referência mundial na produção de pasta de eucalipto e na produção de papel. É líder europeu na produção de pasta de eucalipto (BEKP) e o quinto a mundial, líder europeu na produção de papéis finos não revestidos (UWF) e o sexto a nível mundial, sendo o líder mundial no segmento *premium* de papéis de escritório através da marca *Navigator* (Relatório e Contas 2015, 2016).

As unidades industriais de Setúbal e Figueira da Foz produzem pasta branqueada de eucalipto (BEKP) e papel fino não revestido (UWF) enquanto que em Cacia o complexo industrial apenas produz pasta branqueada de eucalipto (BEKP). A unidade industrial de Vila Velha de Rodão é responsável pela produção de papel *tissue*. Em termos de volume de negócios, a *The Navigator Company* obteve no ano de 2015 um valor superior a 1600 milhões de euros, principalmente devido às 1424 mil toneladas de pasta e 1576 mil toneladas de papel sendo que

este foi o melhor ano de sempre na produção de papel. De seguida é apresentado na Figura 2.2 a produção de pasta e papel de 2013 a 2015.

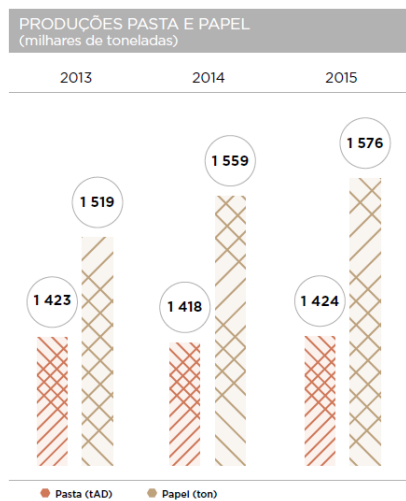


Figura 2.2 – Produção de pasta e papel (Relatório e Contas 2015, 2016)

Em termos de produção de pasta está em curso o projeto de expansão da fábrica de pasta na Figueira da Foz com a previsão de um aumento de capacidade de 70 mil toneladas ficando assim com uma capacidade total de 650 mil toneladas de produção (Resultados do ano 2016, 2017). Em relação à produção de papel a tendência é para a produção estabilizar perto dos valores de 2015 uma vez que a empresa não tem previstos novos investimentos nesta área.

Em relação à produção de *tissue* em Vila Velha de Ródão, a *The Navigator Company* aumentou consideravelmente a sua produção em 2015 devido à conclusão do projeto de ampliação da capacidade de produção passando para 65 mil toneladas. Está em fase avançada um estudo para a instalação de uma linha de produção e transformação de papel *tissue* na fábrica de Cacia, tendo uma capacidade de produção de 70 mil toneladas por ano (Resultados do ano 2016, 2017).

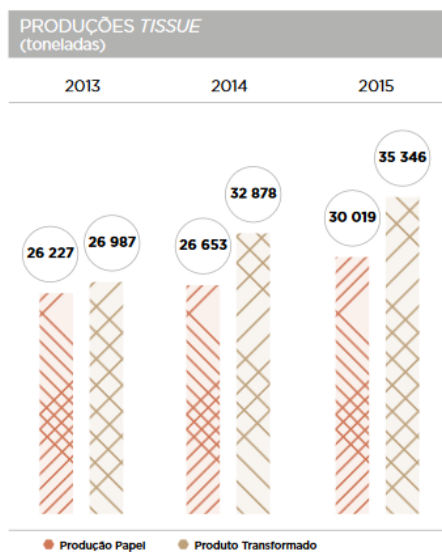


Figura 2.3 - Produção de Tissue (Relatório e Contas 2015, 2016)

Com o objetivo de entrar em novos mercados, a *The Navigator Company* iniciou em 2015 a construção de uma fábrica de *pellets* nos EUA, tendo entrado em funcionamento no final de 2016. Esta fábrica tem a capacidade de produção de 500 mil toneladas ano sendo uma das maiores dos Estados Unidos da América (Colombo Energy | The Navigator Company, 2017). O mercado dos *pellets* é negócio com grande probabilidade de expansão no mercado energético apresentando-se como uma excelente alternativa às energias não renováveis uma vez que para a produção de *pellets* são utilizados resíduos de biomassa, reduzindo assim as emissões de CO<sub>2</sub>.

A produção de energia elétrica é também um importante negócio da *The Navigator Company*. A empresa é responsável pela produção de cerca de 5% da energia produzida no país e mais de 50% da energia produzida a partir de biomassa. A energia produzida foi evoluindo favoravelmente desde 2008 até 2014, à exceção do ano de 2012, em que a produção de energia se manteve idêntica ao ano anterior. Em 2015 verifica-se uma descida de 11% em relação a 2014, esta quebra pode ser explicada por reparações de manutenção nas centrais de produção de energia e por uma menor produção nas centrais de ciclo combinado a gás devido a menores incentivos na energia vendida. A Figura 2.4 mostra a evolução na produção de energia elétrica.

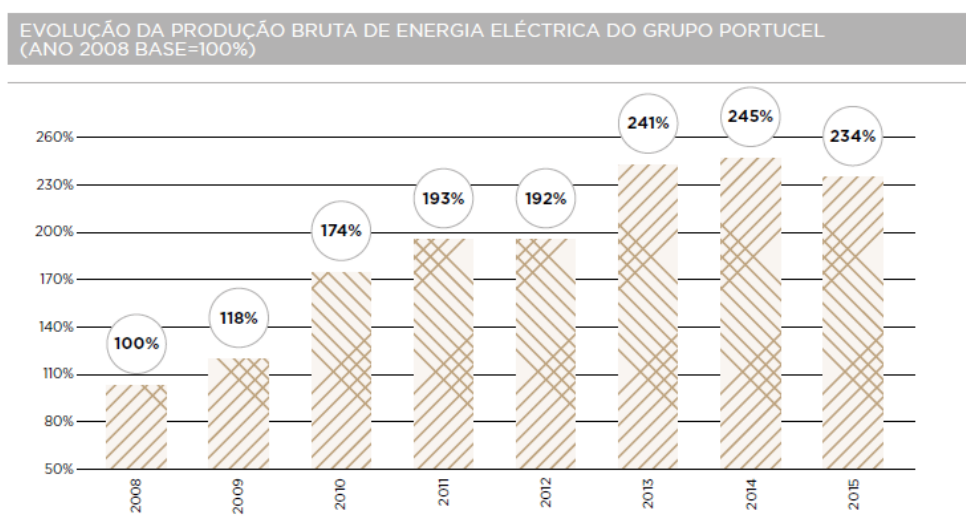


Figura 2.4 – Evolução da produção bruta de energia elétrica (Relatório e Contas 2015, 2016)

Analisando a Tabela 2.1 é possível verificar que a produção total de energia em 2016 foi de 2.114,4 GWh, sendo que desse valor, 1.641,3 GWh, correspondem a vendas de energia elétrica.

Tabela 2.1 – Produção e venda de energia elétrica (Resultados do ano 2016, 2017)

(em 000 tons)	4T2015	1T 2016	2T 2016	3T2016	4T2016
<b>Produção (GWh)</b>	507,2	508,1	519,7	537,2	549,4
<b>Vendas (GWh)</b>	413,4	389,5	385,8	425,3	440,7

De forma a melhorar a sustentabilidade ambiental, a *The Navigator Company* tem a preocupação de encontrar fontes renováveis alternativas aos combustíveis fósseis para a produção de energia e assim reduzir a quantidade de CO<sub>2</sub> durante o ciclo produtivo. Para isso a empresa conta com duas centrais termoelétricas a biomassa (Setúbal e Cacia) e três centrais de cogeração a gás de forma a tornar-se autossuficiente em termos energéticos e, conseqüentemente, reduzir os consumos de combustíveis fósseis.

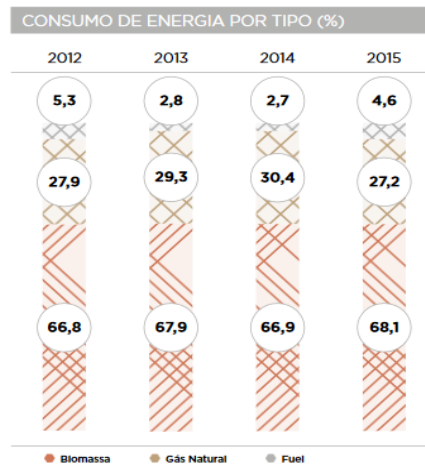


Figura 2.5 - Consumo de energia por tipo de combustível (Relatório de Sustentabilidade 2014/2015, 2016)

Analisando a Figura 2.5 é possível verificar que entre 2012 e 2015, dois terços do consumo de energia ocorreu a partir de fonte renovável, com a biomassa sempre superior a 66%. O consumo a gás natural aumentou 2,5% entre 2012 e 2014, em contraste com o fuel, podendo este facto ser explicado por vários fatores: aposta numa fonte de energia com menor emissão de CO<sub>2</sub> ou devido aos custos mais elevados na aquisição de fuel em relação ao gás natural, que fizesse com que a aposta no gás natural fosse mais rentável. Em 2015, já existiu uma ligeira subida de cerca de 2% no consumo de fuel e uma redução de cerca de 3% no consumo de gás natural. Uma outra conclusão que se pode retirar destes dados é que a energia produzida a partir de gás natural é o principal responsável pelas emissões de CO<sub>2</sub> na produção de energia elétrica.

## 2.2. Sustentabilidade ambiental

Um dos focos principais da empresa prende-se com a sustentabilidade ambiental praticando políticas ambientais rigorosas permitindo reduzir os impactos ambientais resultantes da sua atividade de exploração das florestas. A comprovar estas práticas à *The Navigator Company* foram atribuídos os certificados de Sistema de Gestão da Qualidade, de acordo com a ISO 9001, Sistema de Gestão Ambiental, de acordo com a ISO 14001, Cadeia de Responsabilidade *multisite* da *The Navigator Company*, de acordo com o FSC (*Forest Stewardship Council*) e o PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*

*schemes*). Estes dois últimos certificados permitem garantir que a matéria prima para transformação vem de florestas com gestão responsável e madeiras controladas, o que contribui para a sustentabilidade ambiental.

De forma a garantir uma floresta sustentável, são produzidos anualmente nos viveiros da empresa 12 milhões de plantas estando incluídas espécies autóctones ou protegidas e espécies ornamentais ou arbustivas (Viveiros | The Navigator Company, 2017). Outro aspeto importante na gestão das florestas, é o trabalho desenvolvido durante o ano na prevenção e apoio ao combate aos incêndios. Anualmente, são investidos mais de 3 milhões de euros na limpeza de florestas, aplicação de fogo controlado, aplicação de herbicidas e participação de um grupo especializado de combate a incêndios, designado AFOCELCA (Protecção da Floresta | The Navigator Company, 2017).

### 2.3. Complexo industrial da Figueira da Foz

O complexo industrial da Figueira da Foz teve a sua inauguração em 1984. Inicialmente, a sua designação era Soporcel, Sociedade Portuguesa de Papel, SA e a sua atividade inicial era a produção de pasta de papel para exportação. Em 1990, iniciou o projeto para a primeira máquina de papel, tendo o seu arranque ocorrido em 1991. Em 2001, entra em funcionamento uma segunda máquina de papel tornando o complexo industrial da Figueira da Foz um dos maiores da Europa. Anualmente produz cerca 570 mil toneladas de pasta branqueada de eucalipto (BEKP) e 800 mil toneladas de papéis finos de impressão e escrita não revestidos (UWF) (TheNavigatorCompany, 2017). A partir da Figura 2.6 é possível ver uma imagem aérea das instalações da fábrica. Atualmente, o complexo industrial designa-se por *The Navigator Company Figueira*.



Figura 2.6 - Complexo industrial da Figueira da Foz (Complexo Figueira da Foz | The Navigator Company, 2017)

Além da produção de pasta e de papel, o complexo industrial da Figueira da Foz apresenta-se também como um produtor de energia renovável em Portugal. A *The Navigator*

*Company Figueira* tem vindo a aumentar ao longo dos últimos anos a sua produção de pasta e papel. No ano de 2015, produziu 580 mil toneladas de pasta branqueada de eucalipto e 770 mil toneladas de papel fino não revestido. Das três fábricas de pasta branqueada de eucalipto, a *Navigator Pulp Figueira* é a que tem maior capacidade de produção. Em relação à *Navigator Paper Figueira*, esta apresenta uma capacidade inferior à fábrica de Setúbal. A partir da Figura 2.7 pode verificar-se a contribuição de cada complexo industrial na produção de pasta e papel desde 2013 a 2015.

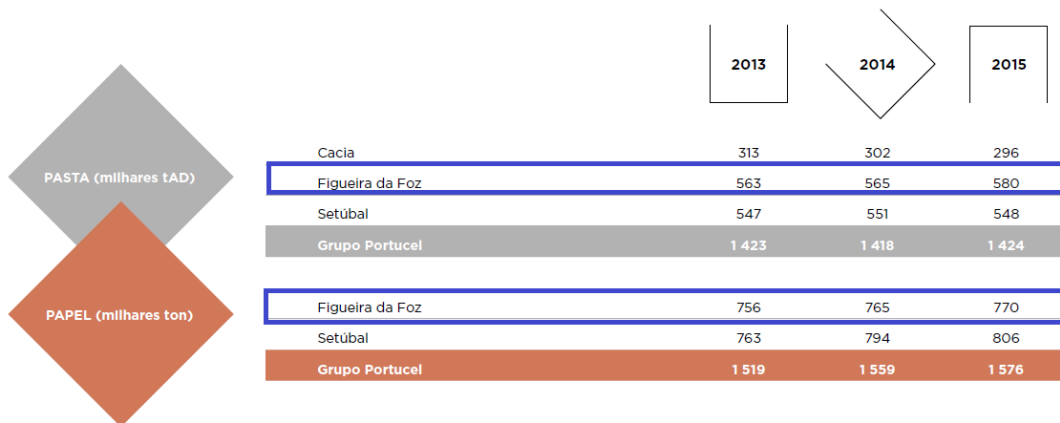


Figura 2.7 – Produção de pasta e papel nas várias fábricas (Relatório e Contas 2015, 2016)

De acordo com o relatório de contas da empresa, a central a cogeração de ciclo combinado da *The Navigator Company Figueira* produziu ao longo do ano de 2015 432 GWh de energia elétrica apresentando ainda assim uma redução na produção de 10,7% em relação a 2014 (Relatório e Contas 2015, 2016). No entanto, este valor corresponde a cerca de 20,43% do total da energia produzida pela *The Navigator Company*. Para a produção de energia, as instalações industriais na Figueira da Foz, dispõem de uma central a cogeração com duas turbinas, uma a gás (GT2) com capacidade 74,8 MW e outra que permite funcionar a vapor ou a gás (GT1+ST) com capacidade de 46,75 MW e quatro turbogeradores: TG1 e TG2 com capacidade produção de 17 MW, TG3 com capacidade 25,5 MW e TG4 com capacidade 71,4 MW.

## 2.4. Manutenção Local Papel

O tema do estágio foi desenvolvido na Manutenção Local Papel, estrutura da *Navigator Paper Figueira*. Esta estrutura subdivide-se em dois setores em função da especialidade: a Mecânica e o Controlo e Potência que asseguram a manutenção das áreas PM 1, PM 2, Bobines e Transformação. Na Figura 2.8, está representado o organograma da Direção da Manutenção da *The Navigator Company Figueira*.

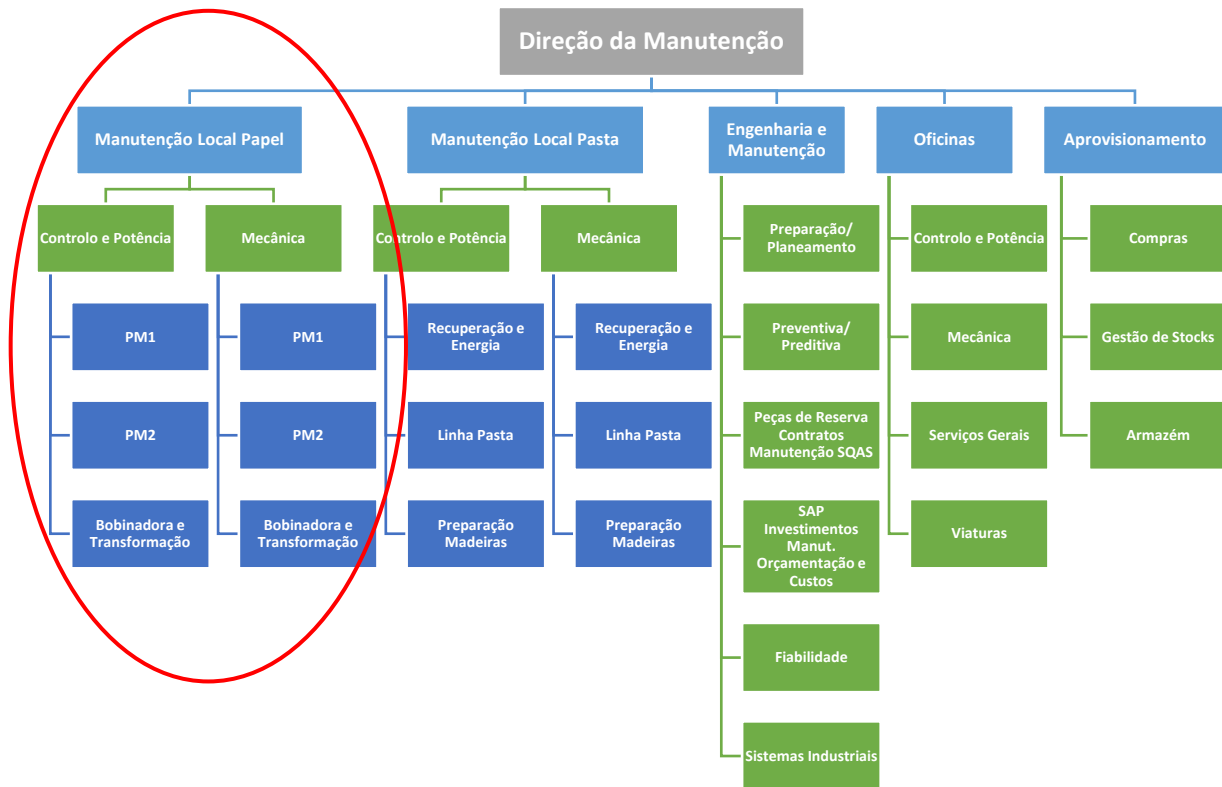


Figura 2.8 – Organograma da Manutenção Figueira (Documento interno)

O estagiário desenvolveu a sua atividade na Manutenção Local e Papel, mais especificamente na área do Controlo e Potência (C&P), cujas especialidades estão ilustradas na Figura 2.9. As atividades realizadas durante o estágio estiveram, principalmente, relacionadas com a máquina de papel 1 (PM 1). Foi concretizado também o desenvolvimento de trabalhos nas secções de Sistemas de Controlo/PLCs e MT/Acionamentos permitindo assim consolidar a polivalência dos saberes teóricos/práticos adquiridos nos cursos de Licenciatura e de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica.

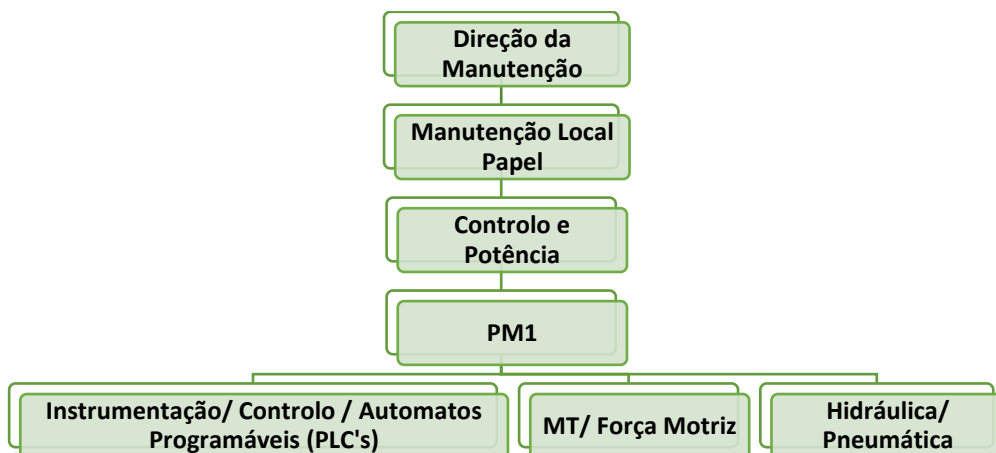


Figura 2.9 – Local onde decorreu o estágio (Documento interno)

## 2.5. Máquina de Papel 1 – PM 1

A PM 1, do fabricante Valmet, arrancou em 1991. Esta máquina foi originalmente concebida para produzir papel com a largura de 8,6 m, à velocidade de 1200 m/min, produzindo nominalmente 950 toneladas diárias e 350.000 toneladas anuais, sendo que esta capacidade já é superior em relação ao início de laboração da PM 1 (Silva, 2003).

Na Figura 2.10, exemplifica-se a constituição genérica de várias partes de uma máquina de papel, sendo feito de seguida uma breve descrição de algumas zonas.

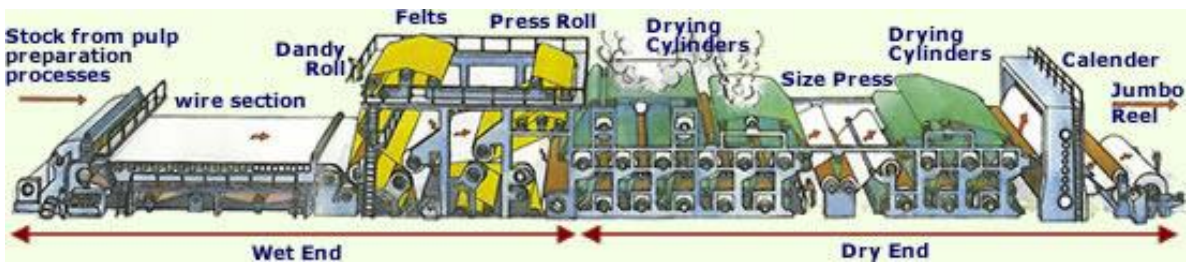


Figura 2.10 – Exemplo genérico de um layout de uma máquina de papel (Confederation of Paper Industries, 2016)

**Zona Húmida:** A Zona Húmida (*Wet End*) é constituída pela caixa de chegada, que recebe a pasta de papel e a submete ao sistema de drenagem da água e formação da folha constituído pela mesa de formação, caixas de vácuo e 2 teias rotativas. A Figura 2.11 mostra a zona húmida da PM 1.



Figura 2.11 – Zona Húmida da PM 1

**Pré-Secaria:** A Pré-Secaria que corresponde à primeira fase da *Dry End*, continua a extrair a água da folha de papel através dos rolos de vácuo e cilindros secadores aquecidos com vapor vivo e vapor de *flash*. O ar húmido extraído contém um valor de energia térmica que interessa recuperar, aquecendo água usada noutros processos industriais. As telas são usadas para o

suporte do papel ao longo do seu percurso. Na Figura 2.12 é possível observar a Pré-Secaria da PM 1.

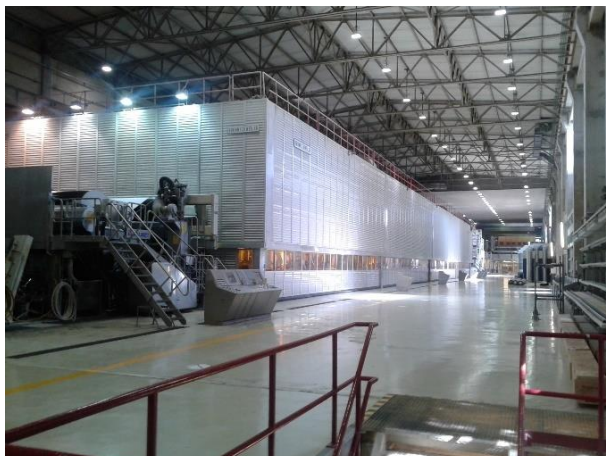


Figura 2.12 – Pré-Secaria da PM 1

**Symsizer:** A *Symsizer (Syze Press)* é a zona em que o papel é submetido a uma prensa de 2 rolos, sendo revestido em ambas as faces com amido aditivado, o que lhe confere características hidrofóbicas e se se aplicar, com a condutividade adequada para o caso desse papel ser usado em máquinas fotocopiadoras. A Figura 2.13 mostra a *Symsizer* da PM 1.



Figura 2.13 – Symsizer da PM 1

**Pós-Secaria:** Pós-Secaria, (segunda fase da *Dry End*), contribui para extrair a humidade entretanto adquirida na *Symsizer* com a aplicação de amido, através dos cilindros secadores. Contempla também na sua fase inicial um secador de ar quente que tem a missão de evitar que o amido se agarre aos primeiros cilindros. O ar é aquecido num queimador a gás natural. A Figura 2.14 identifica a Pós-Secaria da PM 1.



*Figura 2.14 – Pós-Secaria da PM 1*

**Calandra:** A Calandra (*Calander*), é constituída por um NIP de dois rolos, sendo que um deles tem o perfil controlado por cilindros hidráulicos internos e a espessura da camisa controlada por dilatação do material devido ao aquecimento localizado. É aqui que se controla a espessura transversal do papel e onde a lisura melhora devido ao efeito de calandragem. A Figura 2.15 mostra a Calandra da PM 1.



*Figura 2.15 – Calandra da PM 1.*

**Enrolador:** (*Jumbo Reel*), local onde o papel é enrolado em veios com o comprimento desejado, rondando as 60 toneladas. O enrolamento de cada veio é efetuado em automático sem que haja descontinuidade produtiva, isto é, quando um veio está concluído, inicia-se o enrolamento de um outro sem atuação manual do Operador. A partir da Figura 2.16 é possível ver o Enrolador da PM 1.



*Figura 2.16 – Enrolador da PM 1*

Recorrendo ao sitio da empresa é possível encontrar uma página com uma ilustração aninada de todo o processo produtivo do papel, bastando para isso aceder ao endereço url: <http://www.thenavigatorcompany.com/Pasta-e-Papel/Papel/O-Processo-Produtivo-do-Papel>.



### 3. Norma IEC 61850

A norma IEC 61850 é uma norma padrão internacional que define os protocolos de comunicação para dispositivos IED em subestações de energia. Ao definir o modelo de dados, permite o mapeamento entre diversos protocolos e, por conseguinte, a eficaz comunicação entre equipamentos de diversos fabricantes. Permitindo, portanto, uma maior liberdade de escolha para aqueles que não pretendam ficar dependentes apenas de um fabricante, favorecendo a competitividade entre marcas e a consequente redução de custos. Assim, a norma é um instrumento padronizado, como que um farol para que os fabricantes possam basear e desenvolver a sua tecnologia.

As principais vantagens de uma comunicação baseada na norma IEC 61850 são as seguintes:

- Interoperabilidade entre equipamentos;
- Integração dos diversos sistemas dispersos pela área;
- Redução drástica na cablagem, *gateways* e interfaces do sistema;
- Alternativa com retorno interessante na substituição de sistemas obsoletos;
- Facilidade de implementação do sistema SCADA;
- Facilidade de entendimento do protocolo;
- Fácil validação de dados;
- Facilidade no intercâmbio de equipamentos;
- Fácil manutenção;
- Flexibilidade, fiabilidade e rapidez nos eventos de distúrbios da rede elétrica.

Este protocolo é usado para a troca de mensagens entre os diversos relés de proteção, sendo também aplicado para memorização e consolidação estatística dos acontecimentos ocorridos nesses relés.

#### 3.1. Estrutura da norma IEC 61850

A norma IEC 61850 é estruturada em dez partes de acordo com *International Electrotechnical Commission* (IEC, 2003), sendo que cada parte corresponde às descrições e requisitos de várias áreas a que todos os fabricantes de equipamentos eletrónicos inteligentes se comprometem a obedecer, para que os seus equipamentos estejam em conformidade com a respetiva norma. De acordo com a Tabela 3.1, é possível observar as partes referentes à norma IEC 61850 e o respetivo tema abordado em cada uma dessas partes.

Tabela 3.1 – Estrutura da norma IEC 61850

IEC 61850-1 Parte 1: Introdução e Visão geral
IEC 61850-2 Parte 2: Glossário
IEC 61850-3 Parte 3: Requisitos gerais
IEC 61850-4 Parte 4: Gestão do sistema e gestão do projecto
IEC 61850-5 Parte 5: Requisitos de comunicação para funções e modelos de dispositivos
IEC 61850-6 Parte 6: Linguagem de descrição de configuração para comunicação em subestações eléctricas associadas a dispositivos eletrónicos inteligentes (IEDs)
IEC 61850-7 Parte 7: Estrutura de comunicação básica <ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 61850-7-1: Princípios e modelos</li> <li>• IEC 61850-7-2: Interface e serviço de comunicação abstrato (ACSI)</li> <li>• IEC 61850-7-3: Classes de dados comuns</li> <li>• IEC 61850-7-4: Classes de nós lógicos compatíveis e classes de objetos de dados</li> </ul>
IEC 61850-8 Parte 8: Mapeamento para serviços de comunicação esocíficos (SCSM) <ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 61850-8-1: Mapeamentos para MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) e ISO/IEC 8802-3</li> </ul>
IEC 61850-9 Parte 9: Mapeamento para serviços de comunicação específicos (SCSM) <ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 61850-9-1 Valores de amostragem para conexões ponto a ponto</li> <li>• IEC 61850-9-2 Valores amostrados sobre ISO/IEC 8802-3</li> </ul>
IEC 61850-10 Parte 10: Ensaio de conformidade

Os equipamentos instalados numa subestação estão distribuídos em três níveis físicos diferentes como é possível verificar pela Figura 3.1:

- **Nível de Estação** – É o local onde se encontra a sala de engenharia onde o operador analisa todos os dados da rede, sendo também uma interface para comunicação remota;
- **Nível de Bay** – Este nível é constituído por unidades de controlo, protecção e monitorização, por exemplo, os dispositivos eletrónicos inteligentes (IED);
- **Nível de Processo** – É essencialmente constituído por interfaces remotas de controlo, como por exemplo, I/Os, sensores inteligentes e atuadores que estão conectados por um *bus* de processo.

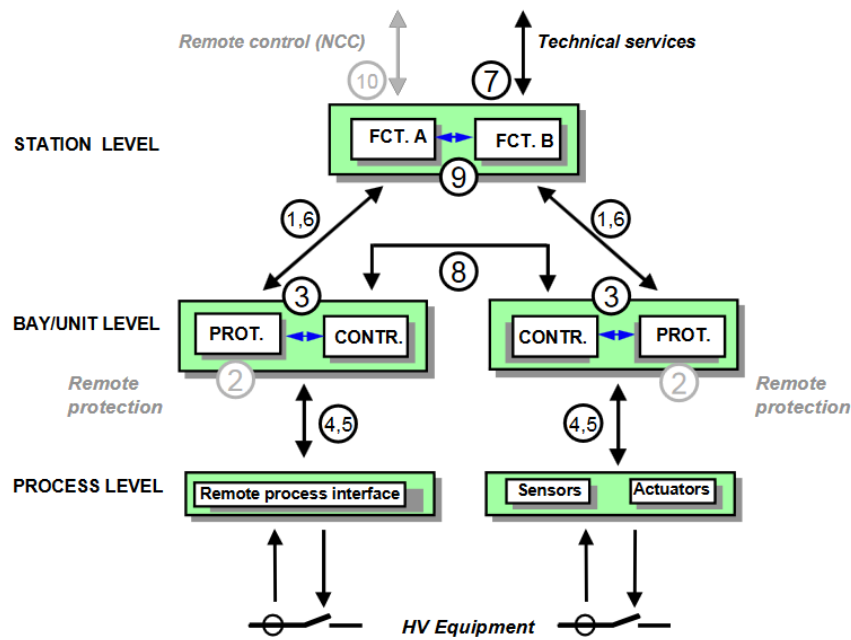


Figura 3.1 – Níveis e interfaces lógicas em Sistemas de Automação de Subestações (IEC 61850-5, 2003)

Estes três níveis físicos e as dez interfaces lógicas nos Sistemas de Automação em Subestações (SAS) têm como função garantir uma elevada eficiência na proteção, troca de informação e controlo entre todos os equipamentos que estão associados ao SAS. Por forma a agilizar a organização e trocas de dados entre os diferentes níveis de um SAS, definiram-se interfaces lógicas que passam a ser responsáveis por garantir determinada ação. A descrição de cada uma delas está especificada na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Descrição das interfaces lógicas

Interface	Descrição
IF1	Troca de dados de proteção entre nível de bay e nível de Estação.
IF2	Troca de dados de proteção entre nível de bay e proteção remota.
IF3	Troca de dados no nível de bay.
IF4	Troca instantânea de dados da corrente do transformador e tensão do transformador (especialmente amostras) entre nível de processo e o nível de bay.
IF5	Troca de dados de controlo entre o nível de processo e o nível de bay.
IF6	Troca de dados de controlo entre o nível de bay e o nível de estação.
IF7	Troca de dados entre a subestação (nível) e a sala de engenharia.
IF8	Troca de dados direta entre as bays, essencialmente para funções rápidas, como encravamento.
IF9	Troca de dados dentro do nível de estação.
IF10	Troca de dados de controlo entre a subestação (equipamentos) e o centro de controlo remoto (fora do âmbito da norma IEC 61850).

Para o desenvolvimento da rede de comunicação a implementar para os relés de proteção teve-se em conta o esquema de comunicação de acordo com a norma IEC 61850. A rede comunicação a implementar nos 6 kV foi desenvolvida de acordo com o esquema da Figura 3.2, onde estão claramente identificados os três níveis de físicos de uma SAS. A sala de engenharia é referente ao nível de estação, os dois *switches* pertencem ao nível de *bay* e os relés de proteção VAMP 300F/M ao nível de processo. Os *switches* e relés de proteção identificados na Figura 3.2 são compatíveis com a norma IEC 61850.

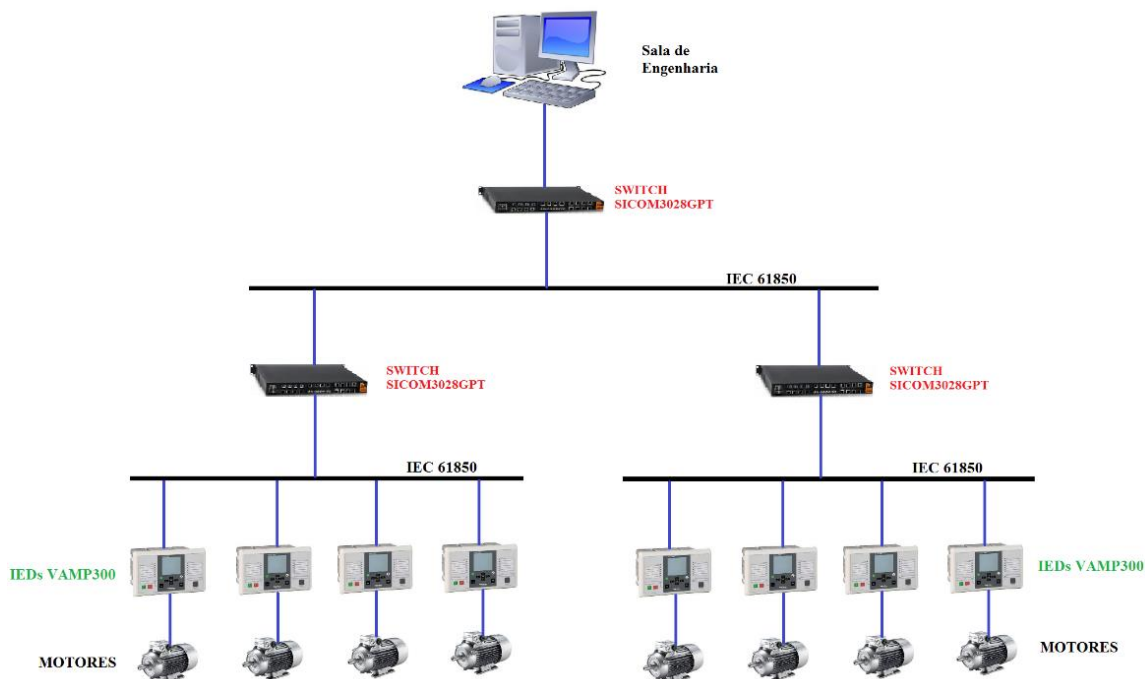


Figura 3.2 – Exemplo de comunicação baseado na norma IEC 61850

### 3.2. Nós Lógicos

Para cumprir os requisitos da norma IEC 61850, todas as funções são decompostas em nós lógicos que podem residir em um ou vários dispositivos. Os nós lógicos são atribuídos a funções (F) e a dispositivos físicos (PD). Os nós lógicos são ligados por conexões lógicas permitindo a troca de dados entre eles, enquanto que os dispositivos são ligados por conexões físicas, sendo que qualquer nó lógico é parte integrante de um dispositivo físico e qualquer conexão lógica pertence a uma conexão física. O nó lógico “dispositivo” dedicado para qualquer dispositivo físico é exibido como LN#. A Figura 3.3 representa um nó lógico e o seu conceito de ligação segundo a norma IEC 61850.

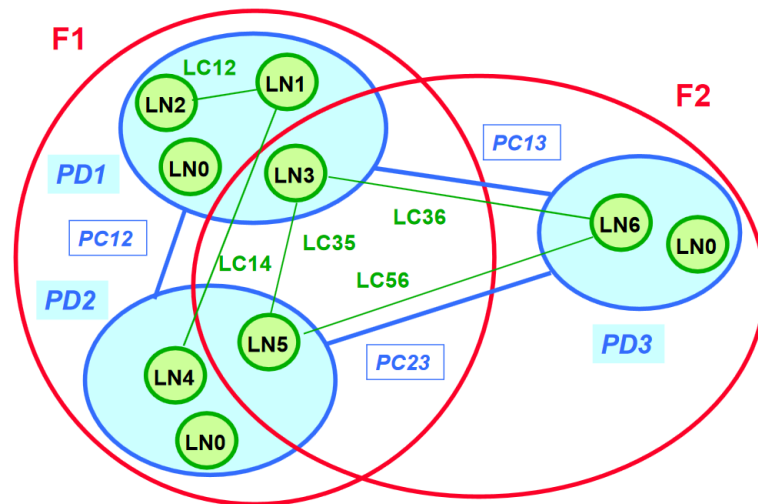


Figura 3.3 – Nó lógico e conceito de ligação (IEC 61850-5, 2003)

A maioria das funções são constituídas por um mínimo de três nós lógicos de acordo com a Figura 3.4, isto é, o nó “IHMI” corresponde à interface do operador, o nó “P...” à proteção e o nó “XCBR” corresponde ao disjuntor a ser disparado. Estes nós estão inseridos em três dispositivos físicos: estação de engenharia, dispositivo de proteção (IED) e processo de interface remoto.

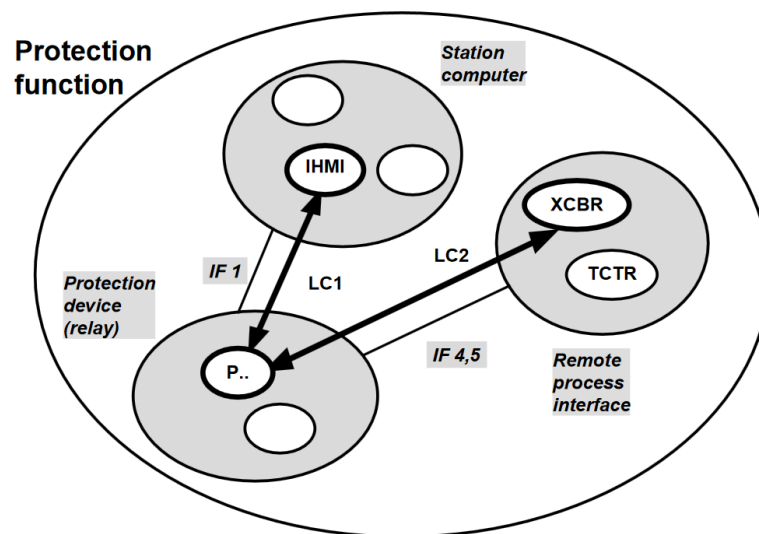


Figura 3.4 – Os três nós lógicos necessários na função de proteção (IEC 61850-5, 2003)

Como é possível observar pela Figura 3.4, a função de proteção contém no mínimo três nós lógicos para cada um dos dispositivos físicos configurados de acordo com a lista de LNs padronizados na norma IEC 61850.

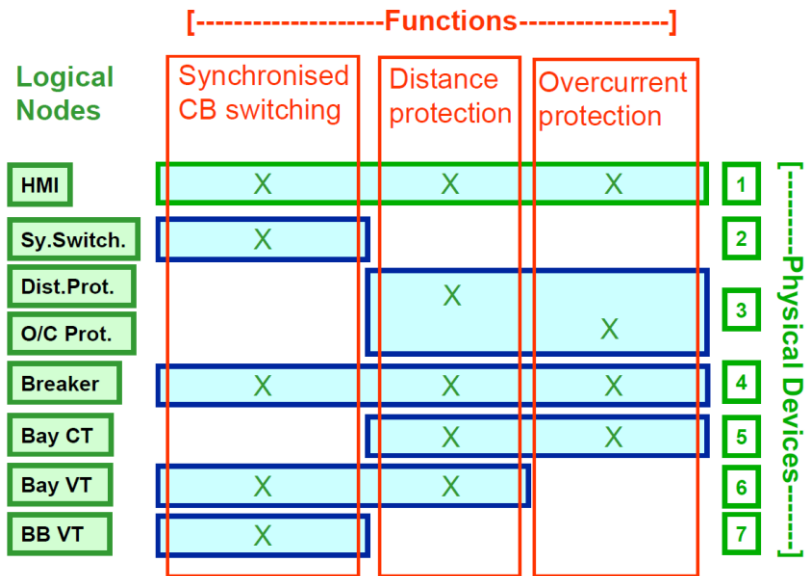


Figura 3.5 – Exemplo de conceito de nó lógico (IEC 61850-5, 2003)

Na Figura 3.5 são apresentados exemplos de três funções comuns: sincronização da comutação do disjuntor, proteção de distância e proteção de sobrecorrentes. As funções são decompostas em nós lógicos alocados nos dispositivos físicos, sendo descritos pelos seguintes números:

1. Sala de Engenharia
2. Equipamento de comutação sincronizada;
3. Unidade de proteção de distância com função de sobrecorrente integrada;
4. Unidade de controlo da *Bay*;
5. Transformador de corrente na *Bay*;
6. Transformador de tensão na *Bay*;
7. Transformador de tensão do barramento.

Os nós lógicos estão separados por vários grupos com uma letra a corresponder a cada um dos grupos de nós lógicos permitindo identificar através da letra a que grupo pertence esse LN. Por exemplo, um LN com as letras “GGIO” permite reconhecer que pertence ao grupo “Referências de funções Genéricas (G)”. A Tabela 3.3 apresenta os vários grupos de nós lógicos existentes.

Tabela 3.3 – Lista de Nós Lógicos

Grupo Indicador	Grupos Nó Lógico
A	Controlo automático
C	Controlo supervisão
G	Referências de funções genéricas
I	Interface e arquivamento
L	Sistema nós lógicos
M	Medição
P	Funções de proteção
R	Funções relacionadas à proteção
S	Sensores e monitorização
T	Transformadores de instrumentação
X	Comutação
Y	Transformador de potência e funções relacionadas
Z	Equipamento adicional (sistema elétrico)

Para cada grupo de nós lógicos, a norma IEC 61850 define ainda um determinado número de LNs por cada grupo de nós lógicos. O número total de LNs são 92 sendo que se encontram distribuídos pelos vários grupos de acordo com a Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Quantidade total de nós lógicos

Grupos nó lógico	Número de nós lógicos
<b>Nós lógicos do sistema</b>	3
<b>Funções de proteção</b>	28
<b>Funções relacionadas à proteção</b>	10
<b>Controlo de supervisão</b>	5
<b>Referências genéricas</b>	3
<b>Interface e arquivamento</b>	4
<b>Controlo automático</b>	4
<b>Medição</b>	8
<b>Sensores e monitorização</b>	4
<b>Comutação</b>	2
<b>Transformador de instrumentação</b>	2
<b>Transformador de potência</b>	4
<b>Equipamento adicional do sistema de potência</b>	15
<b>Número total de nós lógicos</b>	92

Como foi visto anteriormente, os LNs são aplicados nos três níveis de um SAS (nível de estação, nível de *Bay* e nível de processo). A partir da imagem seguinte, Figura 3.6, está representado um exemplo de uma possível configuração dos LNs.

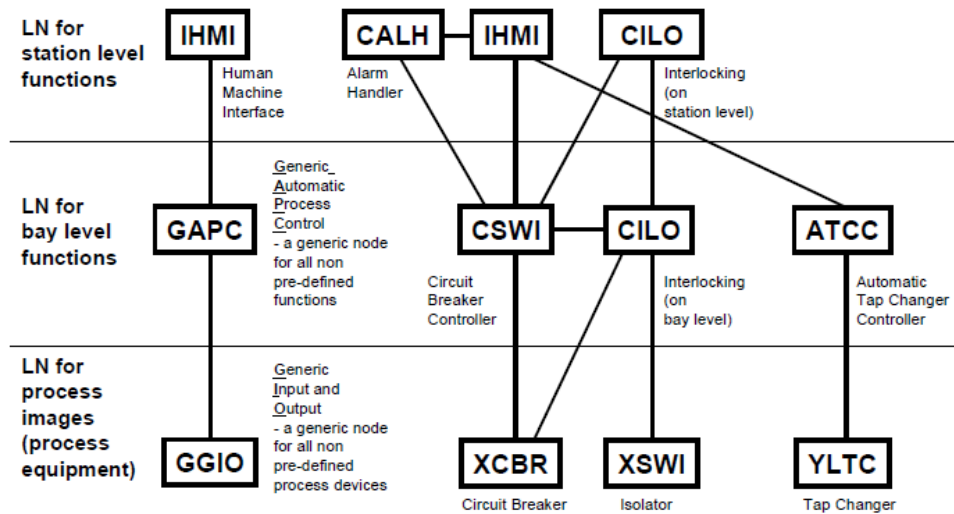


Figura 3.6 – Exemplo de aplicação de nós lógicos para um SAS (IEC 61850-5, 2003)

No nível de estação estão referenciados LNs para alarmes, HMI, e bloqueio da estação. Para o nível de *Bay* estão identificados por exemplo, funções automáticas de controle, medição e proteção. No nível de processo são retratadas funções de supervisão relacionadas com o IED e de bloqueio.

### 3.3. Estrutura de Comunicação

A norma IEC 61850 disponibiliza vários tipos de protocolos que podem ser utilizados para comunicações sendo que cada um deles é selecionado de acordo com as mensagens que se pretende enviar. Assim, na Figura 3.7 encontram-se identificados os vários protocolos associados à norma IEC 61850. Cada um destes protocolos tem velocidades de transferência de dados diferentes uns dos outros como se pode constatar mais à frente na Tabela 3.5.

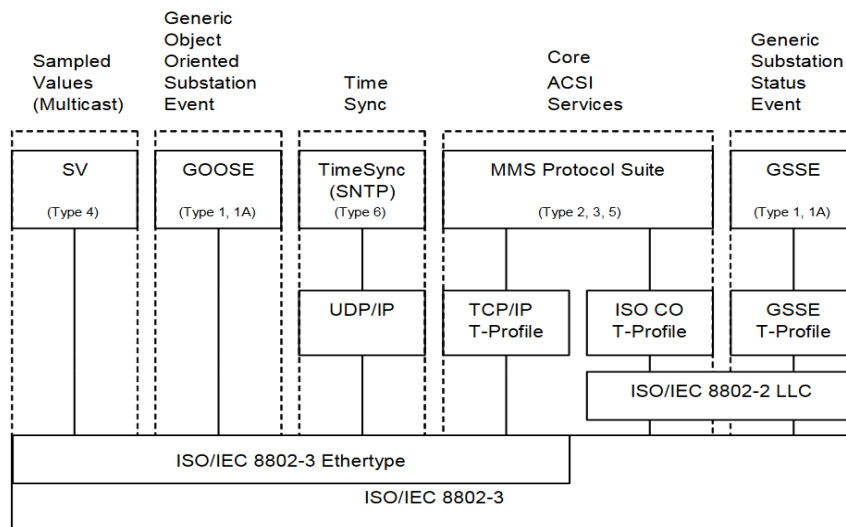


Figura 3.7 – Comunicações associadas à norma IEC 61850 (IEC 61850-8-1, 2004)

- **GOOSE e GSSE**

- i. **Tipo 1: mensagens rápidas**

Este tipo de mensagem contém um código binário simples correspondente a dados de comando ou mensagens, como por exemplo, disparo, fecho, ordem de fecho e, mudança de estado. O IED ao receber a mensagem atuará imediatamente de forma a executar a função pretendida.

- ii. **Tipo 1A: Disparo**

A mensagem de disparo é a mais importante na subestação, pelo que apresenta requisitos mais exigentes em comparação com as restantes mensagens rápidas. Para a classe P1, o tempo de transmissão deve ser de 10 ms. Para a classe P2, o tempo máximo de transmissão deve ser de 3 ms

- **MMS**

- i. **Tipo 2: mensagem média velocidade**

As mensagens do tipo 2 é para o tipo de mensagem com importância, mas onde o tempo de transmissão não é tão crítico, sendo que o tempo de transmissão deve ser definido pelo remetente. O tempo de transmissão deve ser inferior a 100 ms. Este tipo de mensagem pode ser de uma medida

- ii. **Tipo 3: mensagem baixa velocidade**

Este género de mensagens serve para funções de controlo lentas, como por exemplo, transmissão de registos de eventos, leitura ou alteração de valores de *set-point* ou apresentação geral de dados do sistema. Os alarmes de temperatura também podem pertencer a este tipo de mensagem.

### iii. Tipo 5: funções transferência arquivos

Este tipo de mensagem é usado para transferência de grandes arquivos de dados, por exemplo, gravações, configurações ou informações. Como os tempos de transferência de dados não são críticos, não existe limite de tempo.

- **SV**

#### i. Tipo 4: mensagem dados

Este tipo de mensagens inclui os dados de saída das tensões e correntes dos transformadores. Os dados correspondem às trocas de dados entre IEDs, sendo que são referentes a dados de proteção, controlo e medidas.

- **SNTP**

#### i. Tipo 6: sincronização de mensagens

A sincronização de mensagens é utilizada para a sincronização dos relógios internos dos IEDs nos Sistemas de Automatização de Subestações (SAS). Assim com este tipo de mensagens garante-se uma maior precisão entre todos os IEDs existentes.

Comparando vários protocolos e diferentes tipos tráfego para o envio de mensagens que são possíveis de existir nos SAS, pode concluir-se através da Tabela 3.5 que para um tempo de transferência reduzido é preferível utilizar o protocolo GOOSE ao invés de outros protocolos, como por exemplo MMS ou SNTP.

Tabela 3.5 – Comparativo de tempo de transferência nos diferentes protocolos (Charles M. Adrah, 2017)

Traffic (By protocol)	Type	Applications	Performance Class	Transfer times
GOOSE	1A	Fast messages “Trip”	P1	10 ms
			P2/P3	3 ms
	1B	Other fast messages Normal messages	P1	100 ms
P2/P3			20 ms	
SV	4	Raw Data	P1	10 ms
			P2/P3	3 ms
Others (e.g. TCP/IP)	2	Medium speed		100 ms
	3	Low speed		500 ms
	6	File transfers		1000 ms

Na Figura 3.8 é possível compreender como é calculado o tempo de transferência de dados entre dois dispositivos físicos.

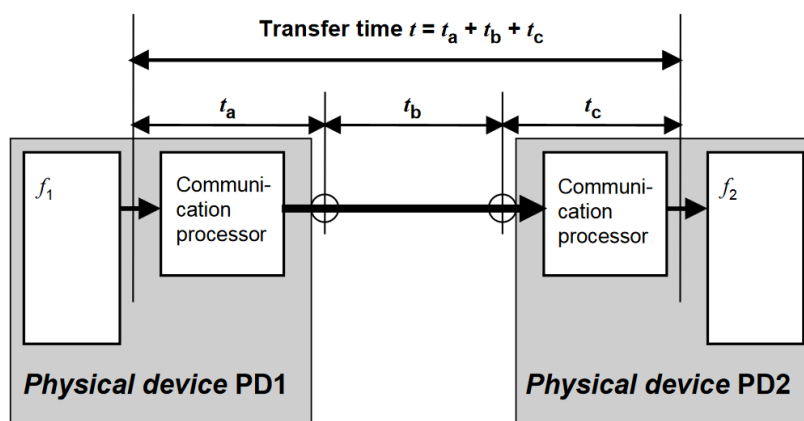


Figura 3.8 - Definição para tempo de transferência (IEC 61850-5, 2003)

O tempo que é necessário para a transmissão de dados entre equipamentos é explicado através da Figura 3.8. A partir do dispositivo físico PD1, a função  $f_1$  envia dados para a função  $f_2$ , inserida no dispositivo físico PD2. O tempo de transferência consiste em pequenos tempos individuais ocorridos durante os processos de comunicação e o tempo de transferência na rede, que inclui tempo de espera nos *routers* ou outros equipamentos necessários para a transferência dos ficheiros. O tempo de transferência é calculado a partir da equação (3.1):

$$\text{Tempo de Transferência} = t_a + t_b + t_c \quad (3.1)$$

$t_a$  – tempo de processo comunicação de PD1

$t_b$  – tempo de transferência na rede

$t_c$  – tempo de processo comunicação de PD2

### 3.3.1. Mensagens GOOSE

As mensagens GOOSE (*Generic Object Oriented Substation Event*) são utilizadas para permitir uma rápida transmissão de eventos numa subestação, como por exemplo, comandos, alarmes, indicadores ou mensagens. Esta transmissão de informação é feita através da *Ethernet* para permitir uma rápida troca de informação. As mensagens GOOSE enviadas a partir de um IED podem ser recebidas por vários recetores sendo que um sistema de seletividade numa subestação equipado com este tipo de mensagens representa vários benefícios como por exemplo, maior grau de segurança devido ao constante teste do sistema, redução de custos e facilidade na comunicação através da *Ethernet*. Devido ao constante envio de mensagens GOOSE entre os IEDs é possível garantir que quando um IED for ativado este irá saber o estado

e configurações dos restantes IEDs da rede. Além disso as mensagens GOOSE apresentam diferentes funções de proteção:

- ii. Religamento (entre relé de proteção e disjuntor);
- iii. Disparo interno (entre relés de proteção);
- iv. Bloqueio interno (entre unidade de controlo no nível de *bay* e o relé de proteção):

O mapeamento das mensagens GOOSE são definidas através do bloco GoCB (*GOOSE Control Block*). Este bloco encontra-se em qualquer dispositivo lógico e possui vários atributos definidos que podem ser identificados na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 – Mapeamento bloco GoCB (IEC 61850-7, 2003)

GoCB class				
Attribute name	Attribute type	FC	TrgOp	Value/value range/explanation
<b>GoCBName</b>	ObjectName	GO	-	Instance name of an instance of GoCB
<b>GoCBRef</b>	ObjectReference	GO	-	Path-name of an instance of GoCB
<b>GoEna</b>	BOOLEAN	GO	dchg	Enabled (TRUE)   disabled (FALSE)
<b>AppID</b>	VISIBLE STRING65	GO		Attribute that allows a user to assign a system unique identification for the application that is issuing the GOOSE. DEFAULT GoCBRef
<b>DatSet</b>	ObjectReference	GO	dchg	
<b>ConfRev</b>	INT32U	GO	dchg	
<b>NdsCom</b>	BOOLEAN	GO	dchg	
<b>Services</b>				
SendGOOSEMessage GetGoReference GetGOOSEElementNumber GetGoCBValues SetGoCBValues				

No bloco GoCB são também definidos os serviços associados. O serviço “*SendGOOSEMessage*” refere-se ao envio de mensagens GOOSE. O “*GetGoReference*” permite recuperar uma referência específica de um conjunto de dados do GoCB pretendido. O serviço “*GetGOOSEElementNumber*” recupera o atributo GoCBref de um GoCB para o qual foi solicitado. O “*GetGoCBValues*” recupera os atributos de um GoCB e o serviço “*SetGoCBValues*” escreve os atributos de um GoCB.

O tempo de transmissão de um evento pode variar devido a vários fatores como por exemplo, a duração do evento ou a quantidade de mensagens a enviar. Deste modo, pode-se concluir a partir da Figura 3.9 que para eventos com as condições mais estáveis, o tempo de transmissão é inferior em relação a tempos de transmissão após ter ocorrido um evento.

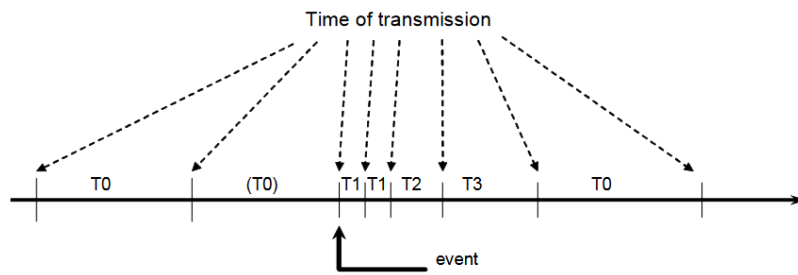


Figura 3.9 – Tempo de transmissão para eventos (IEC 61850-8-1, 2004)

$T_0$  – retransmissão em condições estáveis (evento com curto período de tempo)

$(T_0)$  – em condições estáveis pode ser encurtado o evento

$T_1$  – curto tempo de retransmissão após o evento

$T_2$  e  $T_3$  – tempo de retransmissão até atingir as condições estáveis

### 3.3.2. Linguagem SCL

De forma a padronizar a linguagem de configuração entre todos os fornecedores de equipamentos para um SAS, definiu-se a linguagem SCL (*Substation Configuration description Language*). Esta linguagem é baseada na linguagem XML (*eXtensible Markup Language*). A linguagem SCL é definida para descrever as configurações dos IEDs e sistemas de comunicação, além de que permite que determinada configuração de um IED de um determinado fabricante possa ser compatível com outro IED de um outro fabricante permitindo assim que haja compatibilidade de equipamentos. A Figura 3.10 mostra o modelo de referência da linguagem SCL na troca de dados entre uma subestação e a sala de engenharia.

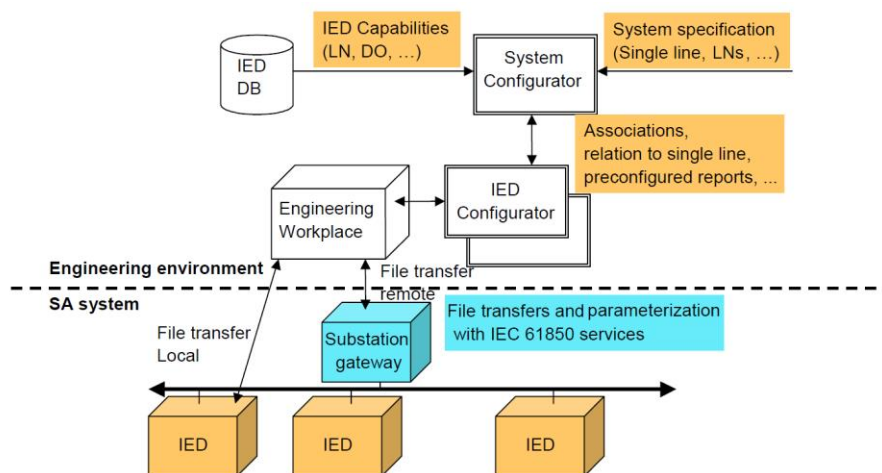


Figura 3.10 – Modelo de referência para troca de informação nas subestações (IEC 61850-6, 2009)

Cada fabricante disponibiliza a sua ferramenta para configuração do IED de acordo com a norma IEC 61850. Esse ficheiro gerado a partir de linguagem SCL deve ser capaz de ser compartilhado em IEDs de outros fabricantes sem perda de compatibilidade. Além disso este ficheiro permite ser descarregado no IED localmente ou de forma remota.

A norma IEC 61850 define que a linguagem SCL deve ser constituída por quatro ficheiros que serão descritos a seguir. Estes ficheiros são usados para trocas de configuração entre diferentes ferramentas e até fabricantes. Os ficheiros devem conter, igualmente uma versão e um número de revisão para se distinguir das restantes versões do mesmo ficheiro.

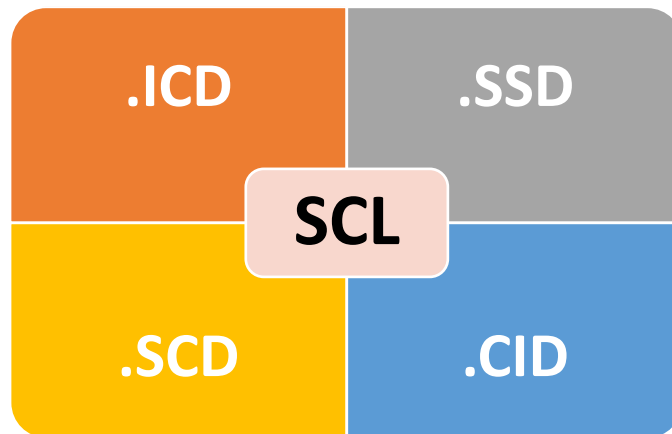


Figura 3.11 – Os 4 ficheiros da linguagem SCL

- **.ICD (*IED Capability Description*)** – Este ficheiro é responsável pela troca de dados entre a ferramenta de configuração do IED e a ferramenta de configuração da subestação.
- **.SSD (*System Specification Description*)** – Este arquivo contém o diagrama unifilar e os nós lógicos necessários da subestação. É responsável por conter a descrição do sistema da subestação, tipos de dados e definições do tipo de nós lógicos. Neste ficheiro é onde são efetuadas as configurações dos LNs.
- **.SCD (*Substation Configuration Description*)** – Este arquivo contempla toda a configuração de uma subestação desde a quantidade de IEDs ao conteúdo da subestação. Este ficheiro permite a troca de dados entre a configuração do sistema e o IED.
- **.CID (*Configured IED Description*)** – Este ficheiro contém a descrição das configurações atribuídas ao IED e é responsável pela troca de dados entre o *software* de configuração e o IED.

### 3.4. Conclusões

A norma IEC 61850 foi um importante avanço nas configurações de dispositivos eletrônicos inteligentes nas subestações. Antes desta norma, o cliente estava limitado à escolha de equipamentos do mesmo fornecedor para a subestação ou então tinha custos elevados para conseguir compatibilizar equipamento de diferentes fabricantes. Devido a estes fatores a norma IEC 61850 veio proporcionar, a troca de informação entre IEDs de diferentes fabricantes sem existir qualquer perda de dados entre essas trocas de informação.

A comunicação num SAS a partir da norma IEC 61850 vem permitir uma maior facilidade na comunicação entre IEDs, apresenta uma fácil implementação com o sistema SCADA devido a uma comunicação orientada a objetos, o protocolo é de fácil interpretação permite ao cliente escolher o tipo de fornecedor, conseguindo obter uma redução de custos para a sua subestação.

Para a comunicação entre IEDs numa subestação utiliza-se a linguagem SCL. Programando em SCL cumpre os requisitos da norma IEC 61850 e dependendo do tipo de configuração de um IED ou configuração do sistema pode ser arquivado através dos ficheiros .ICD, .SSD, .SCD ou .CID. Através da linguagem SCL é possível comunicar entre todos os dispositivos trocando dados sem perdas de informação pelo caminho.



## 4. Sistemas de proteção de motores e do quadro de entrada

Uma instalação elétrica, para que esta apresente uma boa fiabilidade e segurança para todos os equipamentos presentes na instalação é recomendável que apresente um bom sistema de proteção. Só assim é possível ter garantias que não haverá falhas prolongadas ou curtas devido a um mau funcionamento de determinado equipamento inserido na rede. É de extrema importância eliminar qualquer tipo de anomalia na instalação por forma a não criar prejuízos avultados nos equipamentos nem em perdas de produção. A segurança e fiabilidade numa instalação elétrica depende da sua arquitetura, qualidade dos dispositivos e da exímia aplicação dos recursos informáticos. Como tal, é recomendável implementar um sistema de proteção com as características definidas na Figura 4.1.

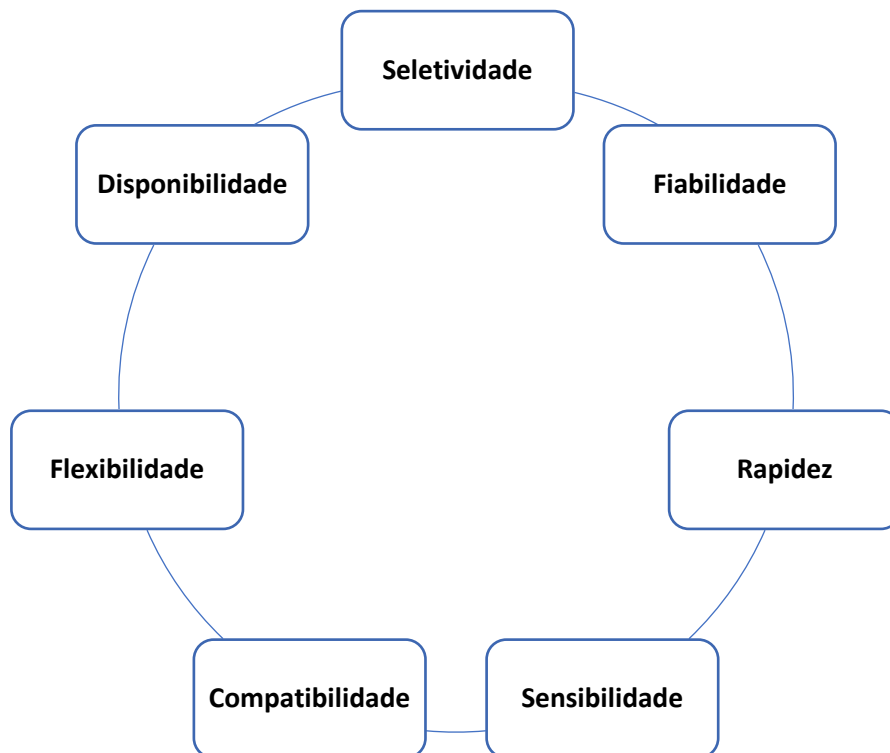


Figura 4.1 – Propriedades para um bom sistema de proteção

- **Seletividade**

A seletividade de um sistema de proteção elétrica assegura a área de proteção em que determinado relé pode atuar para eliminar um defeito existente na instalação. Assim, definindo zonas de atuação para os relés, pode garantir-se uma melhor resposta da instalação, uma vez que, em lugar de correr o risco de interromper o fornecimento de energia na totalidade, apenas irá atuar o dispositivo mais próximo possível do local onde surge o defeito na rede. De outra forma, a seletividade também corresponde à capacidade de se atuar nas proteções de uma

instalação elétrica ao nível adequado, disparando apenas o que for absolutamente necessário ou a níveis superiores por razões válidas se tal for programado.

- **Fiabilidade**

A fiabilidade é de extrema importância num sistema de proteção, uma vez que assegura que não existirão anomalias no momento de ser necessário atuar para eliminar um defeito ou então, se ele ocorrer, tem que garantir que encontra uma solução para extinguir esse defeito. Desta maneira, o sistema garante a segurança da instalação.

- **Rapidez**

A rapidez de um sistema de proteção é primordial dado que permite atuar atempadamente, minimizando as consequências dos defeitos para a instalação. Quanto mais tempo for a duração de um defeito na rede, maior é a probabilidade de provocar danos avultados. O tempo de atuação de um relé deve ser de cerca de 50 ms (Delgado, 2011).

- **Sensibilidade**

A sensibilidade de um sistema de proteção permite detetar pequenas alterações relativamente aos valores padrão. O sistema deve ser de tal maneira sensível, de forma a permitir identificar, por exemplo, que o valor de corrente máxima ultrapassou os valores limites. É importante garantir que, ao aumentar demasiado a sensibilidade do sistema, não se está a coloca-lo, também, em risco de se tornar inoperacional. Por exemplo, o sistema deve ter a capacidade de deteção e, ao mesmo tempo, distinguir uma oscilação tolerável de frequência ou tensão, que possam ocorrer na rede durante as manobras de exploração como a entrada ou saída de serviço de determinado equipamento.

- **Compatibilidade**

Quanto à compatibilidade o sistema de proteção deve garantir que haja uma perfeita sincronização de *hardware* se *software* entre todos os equipamentos pertencentes ao sistema. Todos os equipamentos devem ter a capacidade de comunicar entre si sem qualquer tipo de perturbação.

- **Flexibilidade**

Na questão da flexibilidade do sistema de proteção é uma propriedade que permite ao sistema ser capaz de se adaptar rapidamente às opções que o gestor da instalação elétrica pretende implementar, mantendo assim as suas características de proteção.

- **Disponibilidade**

A disponibilidade do sistema de proteção, permite durante um curto espaço de tempo determinar se todos os equipamentos da rede executam as suas tarefas na perfeição, garantindo o correto funcionamento da instalação. Se tal não acontecer tem que garantir que um outro equipamento terá de executar a tarefa daquele que não irá atuar.

#### 4.1. Relés

O relé de proteção é um dispositivo elétrico concebido para atuar ligando ou desligando equipamentos quando as condições da rede elétrica ultrapassam os limites estabelecidos que garantem o bom funcionamento da rede. Normalmente os seus sinais de entrada são elétricos, mas também podem ser mecânicos, térmicos ou a combinação dos anteriores.

Um relé de proteção tem várias áreas de aplicação sendo que pode desempenhar funções para proteção, monitorização, regulação, auxiliar, fecho automático e sincronismo. De seguida pode-se observar na Figura 4.2 a sequência e evolução dos relés.



*Figura 4.2 – Evolução dos relés de proteção*

Os relés eletromecânicos foram os primeiros a serem produzidos no início do século XIX, no entanto, atualmente, este tipo de relés encontra-se obsoletos devido às suas limitações. Com o evoluir da tecnologia, no início dos anos de 1940 apareceram os relés estáticos. Uma das vantagens em relação aos anteriores é que estes relés não precisam de partes móveis para realizar as tarefas requeridas, além disso, também apresentavam velocidades superiores aos anteriores. Com o avançar da tecnologia surgiram os relés digitais na década de 1960, sendo que estes relés desempenham várias funções além da proteção elétrica, nomeadamente a função de proteção mecânica, guardam históricos dos dados adquiridos pelo relé ou, monitorizam a temperatura.

A instalação a analisar é alimentada por uma rede interna de média tensão de 15 kV, que alimenta os quadros de 6 kV. O transformador tem uma potência de 6,3 MVA, sendo que os motores a alimentar pertencem à secção dos refinadores.

Os quadros são compostos por uma cela de entrada e por várias celas individuais de seccionamento e proteção desses motores, como mostra a Figura 4.3.



Figura 4.3 – Relés de proteção dos motores e entrada do MCC 91.39 01

## 4.2. Disjuntores e Contactores tripolares

Os disjuntores são parte fundamental para manter em segurança as instalações elétricas. São responsáveis por garantir o corte da corrente elétrica que seja superior aos limites máximos suportados pela instalação. Esta função é vital para garantir que os equipamentos não fiquem sujeitos a sobretensões e conseqüentemente possam danificar os equipamentos, garantindo a proteção de equipamentos e pessoas. Uma instalação bem protegida e com seletividade adequada também beneficia economicamente a empresa, porque ao evitar que o disparo se estenda a níveis superiores afetando apenas o setor onde ocorre o defeito, não irá parar a produção.

Ao longo destes anos os disjuntores foram evoluindo em termos de funcionamento permitindo assim tempos de resposta mais rápidos. De seguida são identificados os diferentes tipos de disjuntores utilizados:

- Disjuntores a óleo;
- Disjuntores a vácuo;
- Disjuntores a ar comprimido;
- Disjuntores a SF<sub>6</sub>.

### 4.2.1. Disjuntores a óleo

O primeiro disjuntor para proteção de sistemas de energia foi o disjuntor a óleo, criado em 1901 por J. N. Kelman (Garzon, 1997). O disjuntor estava instalado num sistema de 40 kV e tinha a capacidade para eliminar curto-circuitos entre 200 a 300 A. Os disjuntores a óleo são classificados de duas formas: disjuntor de grande volume de óleo e disjuntor de pequeno volume de óleo. Os disjuntores de pequeno volume de óleo são usados principalmente em MT, enquanto que os disjuntores de grande volume a óleo são usados, maioritariamente, em alta tensão podendo eliminar curto-circuitos com disjuntores até 138 kV (Duailibe, 1999).

Neste tipo de disjuntores a óleo o arco elétrico é extinguido devido à decomposição das moléculas do óleo derivado da elevada temperatura do arco elétrico. Assim, devido a esta reação é produzido hidrogénio que diminui a temperatura resultando na eliminação do arco elétrico (René Smeets, 2014).

### 4.2.2. Disjuntores a vácuo

Os disjuntores a vácuo são usados, maioritariamente em baixas e médias tensões. Este tipo de disjuntor tem a vantagem de não ser necessário qualquer tipo de gás ou óleo para eliminar o arco elétrico. Neste tipo de disjuntor, a interrupção do arco elétrico ocorre dentro de uma estrutura designada de ampola a vácuo idêntica à da Figura 4.4. Este componente, devido ao facto de ser totalmente isolado e a uma elevada taxa de vácuo no momento em que ocorre o arco elétrico os contactos separam-se e quando eles se voltam a encontrar, o arco elétrico é extinguido (René Smeets, 2014).

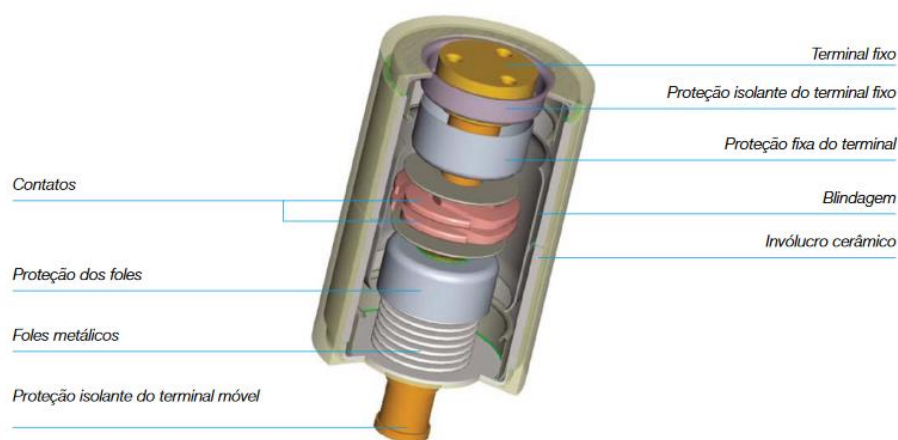


Figura 4.4 - Componentes da ampola a vácuo (WEG, 2017)

A Figura 4.5 faz referência a um contactor a vácuo com tensão de 7,2 kV presente na instalação de 6 kV da fábrica de papel.

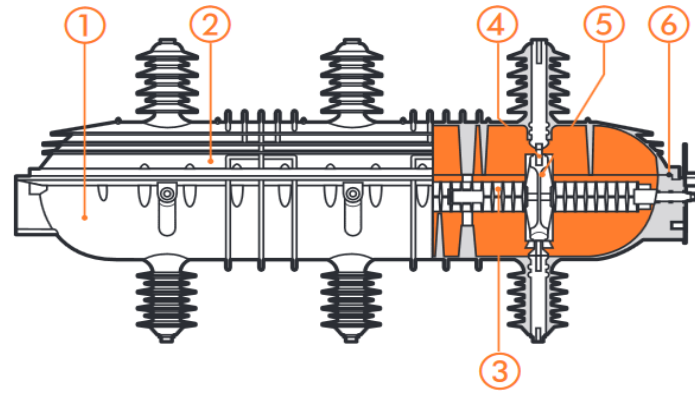


*Figura 4.5 – Contactor a vácuo com tensão 7,2 kV*

### **4.2.3. Disjuntores a gás SF<sub>6</sub>**

O hexafluoreto de enxofre, definido pela fórmula química SF<sub>6</sub> é um gás composto por fluor e enxofre que apresenta excelentes propriedades isolantes, sendo um gás ideal para eliminar arco elétricos. Além disso é um gás estável e não tóxico sendo que este tipo de disjuntor contém todas as garantias para um bom funcionamento devido aos testes efetuados no equipamento pelo fabricante antes de ser colocado no mercado.

Devido às excelentes propriedades do SF<sub>6</sub> o princípio de corte deste tipo de disjuntor é efetuado quando os contatos móveis são separados dos contactos fixos e ao existir o arco elétrico, o gás SF<sub>6</sub> origina um arrefecimento originando desta forma a eliminação do arco. A combinação do campo magnético, provocado por um íman permanente com a intensidade de corrente, dá origem a uma rotação do arco elétrico em volta do contato fixo causando um arrefecimento na altura da passagem de corrente por zero (Schneider Electric, 2011). A partir da Figura 4.6 é possível observar os componentes presentes na aparelhagem SF<sub>6</sub>.



- ① cuba
- ② tampa
- ③ eixo de comando
- ④ contacto fixo
- ⑤ contacto móvel
- ⑥ junta de estanqueidade

Figura 4.6 – Aparelhagem SF<sub>6</sub> (Schneider Electric, 2011)

As principais vantagens deste equipamento são as seguintes:

- Maior segurança de funcionamento;
- Redução de espaço necessário;
- Elevada duração do equipamento.

Nas instalações da Navigator Paper Figueira, os painéis de 6 kV são protegidos por disjuntores SF<sub>6</sub>, de acordo com a Figura 4.7. Nesta figura, pode-se ver o disjuntor extraído numa posição de teste.



Figura 4.7 – Disjuntor SF<sub>6</sub> extraído na posição de teste

A chapa de características do disjuntor a gás SF<sub>6</sub> identificado na Figura 4.7 está descrita na Tabela 4.1 com todas as suas variáveis.

Tabela 4.1 – Chapa de características de um disjuntor SF<sub>6</sub>

Chapa característica disjuntor SF <sub>6</sub>			
Pr. de ench. a 20°C	3,5 bar	Tipo e N° polos	FP62D   3
Tensão nominal	6 kV	Poder corte Simétrico	25 kA
Intensidade nominal	1250 A	Poder corte Assimétrico	26,7 kA
Corrente curto circuito nominal	25 kA   3s	Poder de fecho	63 kA máx.
Corrente de estabelecimento nominal	63 kA máx.	Ciclo Funcionamento (manobra)	0-3-FO -3mn-FO
N° de Série	211	O.F. e Data	40628   89
Aparelho n°	7	Encomenda	515221DEIN

Poder de fecho – 63 kA máx. (2,5 vezes de poder corte simétrico)

#### 4.2.4. Disjuntores a ar comprimido

O princípio de funcionamento de um disjuntor a ar comprimido baseia-se em criar um fluxo de ar no momento em que ocorre o arco elétrico permitindo assim a abertura dos contactos do disjuntor. Este fluxo de ar é originado por uma diferença na pressão dentro da câmara onde é extinguido o arco elétrico.

Este tipo de disjuntor apresenta excelentes características isolantes devido às propriedades dielétricas do ar. Além disso os disjuntores a ar comprimido são bastantes utilizados para potências de alta ou muito alta tensão.

O disjuntor a ar comprimido apresenta as seguintes vantagens:

- Rapidez na abertura e fecho dos contactos;
- Ajuste das suas propriedades de isolamento de acordo com a instalação;
- Não gera ondas de choque ao eliminar o arco elétrico.

Por outro lado, é necessário ter em consideração as desvantagens da sua utilização:

- Custo dispendioso para pequenas instalações;
- Elevada manutenção;
- Ruído elevado ao atuar.

### 4.3. Relés proteção de 6 kV CEE

Os relés de proteção existentes na instalação de 6 kV são da marca *Continental d'Equipements Electriques* (CEE). Este tipo de relés de proteção, quando foram instalados em 1989, eram o topo de gama deste tipo de tecnologia.

A proteção do quadro de entrada é composta com os módulos TTG 7111, TTG 7133, ITG 7114 e ITG 7166. A proteção dos motores está equipada com os seguintes módulos: CIS 7018, IMM 7990 e STEP 7060.

A partir da Figura 4.8 é possível ver com detalhe os módulos que constituem a proteção do quadro de entrada.



Figura 4.8 – Módulos de proteção do quadro de entrada

Cada um dos quatro módulos apresentados na Figura 4.8 têm a sua função de proteção associada com as características descritas seguidamente:

1. TTG 7111 – monofásico – proteção contra subtensão ou sobretensão com um tempo de *delay*;
2. TTG 7133 – trifásico – proteção contra subtensão ou sobretensão com um tempo de *delay*;
3. ITG 7114 – homopolar – proteção contra máximo de corrente homopolar;
4. ITG 7166 – trifásico - relé de proteção de máxima corrente.

Na Figura 4.9 é possível ver com maior pormenor os módulos que constituem a proteção do quadro de entrada. De seguida irá ser feita uma breve explicação sobre a função de cada módulo.



Figura 4.9 – Módulos de proteção do motor

CIS 7018 – Conversor de corrente alternada para corrente contínua.

O módulo IMM 7990 é um relé de proteção do motor e é composto com as seguintes proteções:

- Proteção contra rotor bloqueado;
- Sobrecarga térmica;
- Proteção contra curto-circuitos;
- Proteção contra desequilíbrio ou perda de fases;
- Proteção contra defeitos homopolares;
- Proteção contra mínimo de corrente;
- Unidade que limita o nº de arranques do motor.

O módulo STEP 7060 tem como função supervisionar a temperatura do relé, através da receção sinal de sondas térmicas PT100 localizadas nos motores.

De forma a permitir uma proteção dos motores e do quadro de entrada mais eficiente tanto em termos de rapidez na atuação contra curto-circuitos como uma maior capacidade de funções de proteção, a Navigator Paper Figueira, procedeu à instalação de relés de proteção digitais VAMP 300F/M, sendo neste momento uma das tecnologias mais eficientes neste tipo de proteções existentes no mercado.



Figura 4.10 – Display do relé proteção VAMP 300

O VAMP 300 é um relé de proteção de motores, geradores, transformadores e quadro de entrada, que protege a instalação de arcos elétricos e tem um tempo de resposta a qualquer falha da rede inferior a 2 ms. Neste relatório de estágio apenas irá ser abordado a proteção de motores e alimentação. Os principais benefícios de utilização deste equipamento de proteção são os seguintes:

- Proteção completa para motores e quadro de entrada;
- Controlo total da instalação elétrica;
- Medições de várias variáveis;
- Comunicação com vários protocolos;
- Programação de várias proteções do relé;
- Análise da qualidade de energia;
- Registo do histórico de erros e perturbações da rede;
- Fácil configuração do VAMP.

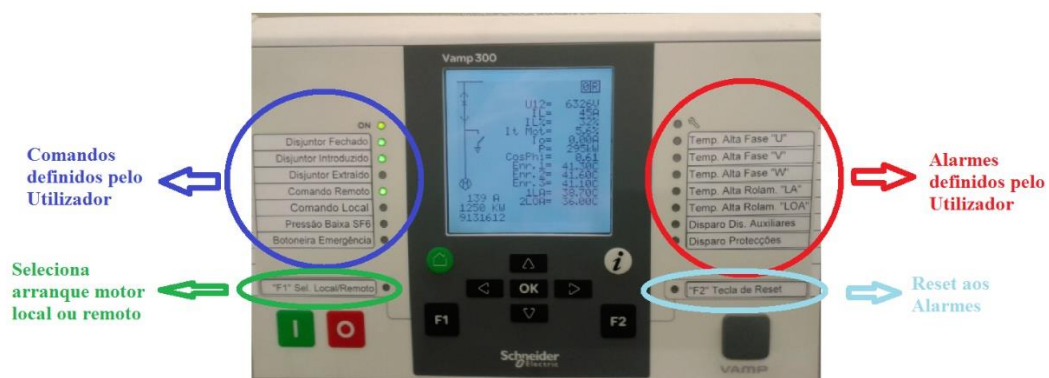


Figura 4.11 – Legenda do HMI do VAMP 300

Na Figura 4.11 apresenta-se um exemplo de como foram definidos os parâmetros a apresentar no *display* do VAMP 300. Do lado esquerdo, a azul, estão apresentados os comandos definidos pelo utilizador e à direita, a vermelho, os alarmes que este decidiu apresentar.

O botão F2 faz o *reset* aos alarmes apresentados no LCD e o botão F1 permite que o utilizador selecione o arranque do motor de forma local ou remotamente. No LCD é apresentada informação relativa à cela em que está instalado o VAMP, respetiva potência e corrente do motor. Além disso, é possível visualizar a tensão de linha, corrente de fase, corrente homopolar, potência, fator de potência e temperaturas no motor.

#### 4.4. Relés de proteção de 6 kV

Com o objetivo de dotar a instalação de uma melhor proteção para os equipamentos, uma vez que os quadros instalados já têm alguns anos e sendo necessário melhorar a sua proteção, procedeu-se à substituição dos relés de proteção existentes por outros com tecnologia mais recente que detetam a presença do arco elétrico. Estes relés, estão instalados em celas de 6 kV as quais fazem parte de um quadro (MCC) *Motor Control Center*. O equipamento instalado é o modelo VAMP 300. No MCC é feito o controlo e toda a proteção dos motores de 6 kV. Os MCC's estão identificados de acordo com uma determinada sequência de números. Na Figura 4.12 apresenta-se um exemplo, do que corresponde a cada número no painel 6 kV, sendo que neste caso, o “91” significa a área da *Paper Machine 1* (PM 1), o “39” significa equipamento de 6 kV e o “01” é o número sequência do equipamento.

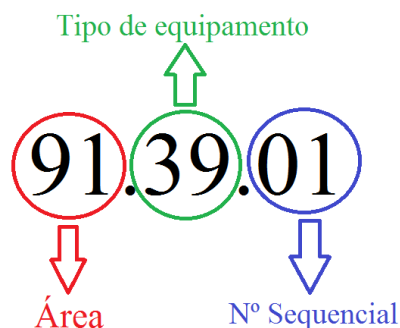


Figura 4.12 – Significado dos valores do MCC

O primeiro painel onde se vai proceder à substituição dos relés de proteção existentes pelos VAMP 300F/M é o painel 91.39.01. A empresa responsável por fornecer o equipamento, implementação do projeto e fornecer toda a documentação técnica é a *Schneider Electric*,

#### 4.4.1. PAINEL DE 6 kV 91.39 01

O painel de 6 kV 91.39 01 é constituído por 8 celas. Este painel é responsável pela proteção de alguns motores na área de preparação da pasta de papel e desintegração, constituído por refinadores de pinho, refinadores de eucalipto e por desintegrador de fardos. No anexo 4 é possível observar os esquemas elétricos dos coletores do painel 91.39 01.



Figura 4.13 – Painel 6 kV 91.39.01 com os relés proteção da marca CEE

O início dos trabalhos para a substituições dos relés de proteção antigos pelos novos IEDs VAMP 300M ocorreu no dia 26 de janeiro de 2017, sendo que a primeira cela a ser substituída foi a 91.31 607 referente ao refinador de eucalipto N°4. Este IED é responsável pela proteção do motor com potência de 1250 kW, com uma corrente nominal de 134 A e uma tensão de 6000 V. Depois de finalizada a instalação e concluídos todas as simulações, a cela ficou pronta para entrar em funcionamento. O anexo 3 contém informação relativa aos esquemas elétricos da cela 91.31 607.

No dia 31 de janeiro procedeu-se à substituição de uma nova cela, neste caso a 91.31 608. Ao longo do dia, o estagiário foi acompanhando os trabalhos realizados pela empresa contratada pela atualização do painel. O novo IED ficou encarregue pela proteção do motor do refinador de eucalipto N° 5. Este motor tem uma potência de 1250 kW, uma corrente de 139 A e uma tensão de 6000 V. A montagem da platina e respetivas ligações foi feita ao longo do dia, terminando com as simulações e testes realizados ao painel de modo a verificar se as proteções do VAMP 300M funcionavam corretamente.



*Figura 4.14 – Modernização da cela 91.31 608*

No dia 1 de fevereiro procedeu-se à instalação do novo dispositivo IED na cela 91.31 611. Esta cela é responsável pela proteção de um motor com potência de 1250 kW, uma corrente nominal de 139 A e uma tensão de 6000 V, sendo que este motor pertence ao refinador de eucalipto N°8. Durante a manhã procedeu-se à modernização da cela e concluída a instalação passou-se à fase de testes e simulações antes da cela passar a um normal funcionamento.

A 8 de fevereiro iniciaram-se, novamente, os trabalhos de substituição dos relés de proteção na cela 91.31 604. O IED fica responsável pela proteção do motor com potência de 500 kW, uma corrente nominal de 59 A e uma tensão de 6000 V. Este motor pertence ao refinador de pinho N° 1. Depois de concluídos os trabalhos de instalação foram feitas as mais variadas simulações, de modo a verificar se estava a funcionar corretamente e logo que foram concluídos os trabalhos procedeu-se à entrega da cela para a colocar em funcionamento assim que fosse necessário.

No dia 16 de fevereiro, a empresa Schneider Electric procedeu a nova atualização da cela 91.31 601. O relé de proteção será responsável pelo motor do desintegrador de fardos N°1. Este motor tem uma potência de 250 kW, uma corrente nominal de 30 A e uma tensão de 6000 V. Ao longo do dia foi feita a modificação da cela e concluídas todas as simulações ao equipamento, de maneira a verificar se existia algum tipo de problema

No dia 21 de fevereiro, foram acompanhados os trabalhos para a colocação do novo IED VAMP 300M na cela 91.31 602. Esta cela faz a proteção do motor com potência de 250 kW, corrente nominal 30 A e uma tensão de 6000 V. O motor pertence ao desintegrador de fardos N° 2.

Na paragem da máquina de papel 1, a 7 de março, foi concluído o painel de 6 kV 91.39 01 com a atualização da última cela em falta, neste caso a cela de entrada 67.53 201. A cela de entrada apresenta uma corrente nominal de 577 A, uma potência aparente de 6000 VA

e potência ativa de 6000 V. O anexo 3 contém informação relativa aos esquemas elétricos da cela 67.53 201.

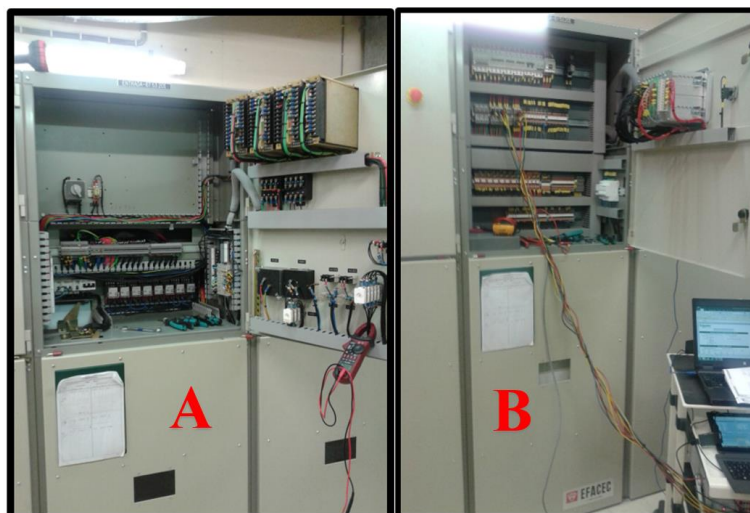


Figura 4.15 – A) Desmontagem da cela 67.53 201 B) Ensaio do novo IED na cela 67.53 201

Esta cela apenas podia ser modificada durante uma paragem da PM 1, uma vez que a consignação da cela de entrada implicava o corte de tensão em todas as restantes celas do mesmo painel, se assim não fosse, a atualização da cela traria consequências na produção de papel com a paragem forçada da máquina e elevados prejuízos monetários devido a essa paragem.

#### 4.4.2. Painel de 6 kV 91.39 02

O painel de 6 kV 91.39 02 é constituído por 8 celas, sendo este painel responsável pela proteção de alguns motores na área de preparação da pasta de papel, constituído por refinadores de pinho, refinadores de eucalipto e por despastilhadores.

Uma vez que os trabalhos de modernização dos relés de proteção de 6 kV já se encontravam a decorrer no início do estágio, apenas foi possível acompanhar a substituição das últimas celas deste painel. Durante a paragem da PM 1 no dia 18 de janeiro de 2017 procedeu-se ao *upgrade* da cela de alimentação do painel de 6 kV 91.39 02. Antes de colocar a platina na cela foram feitos ensaios em bancada, como demonstra a Figura 4.16.



Figura 4.16 – Bancada de ensaios com a platina com disjuntores e equipamentos de ligação da cela de entrada 91.39 02

Concluídos os trabalhos na cela de entrada 67.53 202 com os respetivos ensaios para verificar o correto funcionamento, este painel ficou terminado tendo sido instalados todos os IEDs, como é possível ver na Figura 4.17.



Figura 4.17 – Painel de 6 kV 91.39 02

#### **4.4.3. Painel 6 kV 91.39 03**

O painel de 6 kV 91.39 03 é constituído por 11 celas, sendo este painel responsável pela proteção de alguns motores na área da zona húmida, com destaque para as bombas de vácuo.

Quando o estágio na empresa NVG teve início, este painel já tinha sido totalmente atualizado para os novos IEDs, pelo que já não foi possível acompanhar os trabalhos de

substituição dos relés de proteção antigos para os mais recentes. Como foram os primeiros a serem instalados e testados, a experiência permitiu reconhecer a necessidade de realizar um *upgrade* ao *software* com o objetivo de partilhar uma maior informação na interface com o utilizador.

#### 4.4.4. Painel de 6 kV 91.39 04

O painel de 6 kV 91.39 04 é constituído por 6 celas, sendo este painel responsável pela proteção de alguns motores nas áreas da Calandra e *Symsizer*. É constituído por desintegradores de ambas as áreas. Antes de se proceder à substituição das platinas e respetivos componentes nas celas procedeu-se a uma série de simulações numa bancada construída para o efeito, de modo a verificar que os novos esquemas elétricos funcionavam corretamente no novo relé de proteção. Os ensaios ocorreram no dia 13 de março e na Figura 4.18 é possível observar a bancada de ensaios onde foram realizados.



Figura 4.18 – Ensaio das platinas para o painel 91.39 04

A 15 de março iniciou-se a montagem do painel 91.39 04. A primeira cela a ser substituída foi a 91.31 664B que é responsável pela proteção do motor do desintegrador N° 2 da *Symsizer*. Este motor cuja potência é de 315 kW, uma corrente nominal de 37,5 A e uma tensão de 6000 V. Concluída a instalação na cela procedeu-se às várias simulações de maneira a verificar se tudo estava a funcionar corretamente. Cumpridos os testes, a cela foi entregue para poder funcionar logo que necessário.

No dia 16 de março procedeu-se aos trabalhos na cela 91.31 664A. Esta cela contém o relé de proteção que protege o motor do desintegrador N° 1 da *Symsizer*. O motor apresenta uma potência de 315 kW, uma corrente nominal de 37,5 A e uma tensão de 6000 V. Foram feitas todas as simulações para verificar a correta instalação da cela e não foi encontrado

qualquer tipo de problema. Finalizados os trabalhos a cela foi entregue para poder entrar em funcionamento logo que necessário.

A 20 de abril, tiveram início os trabalhos nas celas 91.31 665A e 91.31 665B. Durante a manhã procedeu-se à remodelação da cela 91.31 665B onde foi montada a nova platina e foram realizados os mais variados testes à cela de modo a assegurar que estava tudo em conformidade e que esta pudesse entrar em funcionamento. Esta cela faz a proteção do desintegrador N° 2 da Calandra, sendo que o motor tem uma potência de 315 kW, uma corrente nominal de 37,5 A e uma tensão de 6000 V.



Figura 4.19 – Modernização da cela 91.31 665B

Já com o motor associado a esta cela em funcionamento foi possível verificar que um dos alarmes de temperatura alta no motor foi ativado como se pode observar na Figura 4.20, o qual pode indicar a existência de algum problema de funcionamento no motor. O enrolamento LA apresentava uma temperatura de 83,40 °C, o que correspondia a cerca de 20 °C acima das restantes temperaturas do motor.



Figura 4.20 – Alarme de temperatura alta no rolamento LA, cela 91.61 665B

Ao longo da tarde procedeu-se à atualização da cela 91.31 665A. Esta cela contém o relé de proteção do desintegrador N° 1 da Calandra. Este motor apresenta uma potência de 315 kW, uma corrente nominal de 37,5 A e uma tensão de 6000 V. Depois de concluída a instalação da nova platina, foram realizados testes à cela de modo a verificar se a instalação foi realizada corretamente. Concluídos os testes e não se verificando problemas, a cela ficou disponível para produção dando-se por finalizados os trabalhos. A Figura 4.21 mostra a montagem da cela 91.31 665A.



Figura 4.21 – Montagem da cela 91.31 665A

Finalmente, a 26 de abril, tiveram início os trabalhos de instalação do VAMP 300F na cela de entrada deste MCC. O *Incomer* faz a alimentação das restantes celas deste armário e faz a proteção da instalação para o caso de uma determinada cela de proteção do motor não conseguir eliminar o defeito dentro dos parâmetros definidos. A entrada é alimentada por uma tensão de 6,3 MVA e uma corrente nominal de 577 A. Esta cela é responsável pela deteção do arco elétrico em todo o barramento do painel, para isso foi instalado em anel ao logo do barramento uma fibra ótica de vidro para a deteção de luz e por conseguinte, identificar quando ocorre um defeito por arco elétrico.



Figura 4.22 – Montagem da cela entrada 67.53 221

Além disso foi ainda feita a interligação entre todas as celas e a entrada de tensões e correntes de forma a poder ser identificada essa informação na cela de entrada. A ligação de cabos ilustra-se na Figura 4.23.

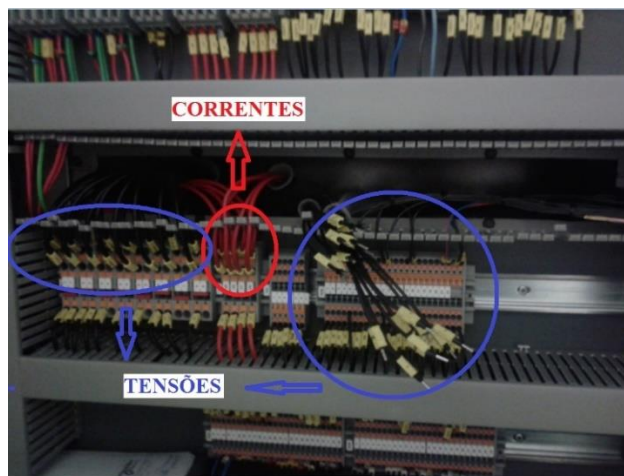


Figura 4.23 – Interligação entre celas das correntes e tensões

Finalizados todos os trabalhos de montagem no painel 91.31 04, procedeu-se a uma sequência de testes e configuração da VAMP da cela de entrada. Concluídos os testes e verificando que todas as proteções do relé de proteção apresentavam um correto funcionamento, realizou-se um arranque de motores em vazio, de forma a detetar a existência de erros de ligação entre as celas do painel. Como tudo funcionou corretamente, este painel ficou disponível para entrar em produção logo que a os responsáveis da produção e manutenção o entendessem. De seguida, é possível observar pela Figura 4.24, a cela de entrada 67.53 221 com o respetivo VAMP instalado.



Figura 4.24 – VAMP 300F instalado na cela de entrada 67.53 221

#### 4.4.5. Testes com mala ensaios ISA DRTS-6

Antes de colocar qualquer IED em funcionamento na instalação é necessário proceder a uma série de ensaios, de forma a confirmar se as ligações dos cabos estão totalmente corretas. Esses testes são realizados com a ajuda de uma mala de ensaios da marca ISA DRTS-6, de acordo com a Figura 4.25. Este equipamento permite a realização dos ensaios aos relés de proteção.

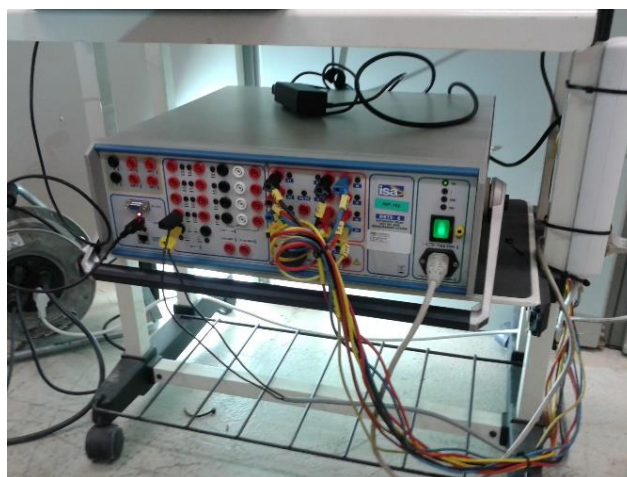


Figura 4.25 – Mala de ensaios ISA DRTS-6

Numa primeira fase e depois de concluído o upgrade das celas é feita uma primeira sequência de ensaios, verificando-se se as ligações estão de acordo com os esquemas de instalação. Essa verificação é efetuada numa bancada provisória construída para os ensaios. A Figura 4.26 mostra uma platina pronta para os primeiros testes.



Figura 4.26 – Bancada de ensaios

Finalizados os testes iniciais e confirmando-se que os cabos estão ligados devidamente, procede-se à instalação da platina com os novos componentes na cela do armário que se pretende alterar com o IED mais recente. Na Figura 4.27, é possível verificar a instalação da nova platina para o relé de proteção.



Figura 4.27 – Equipamento instalado na platina de uma cela

Concluída a instalação da cela e a ligação da mesma às restantes celas do painel de 6 kV, procede-se a uma nova sequência de testes, de forma a verificar se o IED apresenta as ligações dos esquemas corretas e se está a funcionar devidamente ao serem simulados os vários tipos possíveis de falhas no relé de proteção. Durante a colocação em serviço do painel 91.39 02, apesar de não ter sido detetada nenhuma falha durante os testes com a mala de ensaios, quando se procedeu ao arranque da cela de entrada verificou-se que o valor da potência total apresentando no LCD era de -2 kW e um fator de potência de -0,61, tendo-se desligado de imediato a alimentação de modo a não causar problemas. Esta situação ocorreu devido à troca dos cabos de corrente fixados no módulo do VAMP que estavam trocados. Resolvida a questão, iniciou-se novamente o arranque da cela de entrada e esta apresentou o seu funcionamento de forma correta com uma potência igual a 324 kW e um fator de potência igual a 0,64, concluindo-se todos os testes previstos. Na Figura 4.28 é apresentado uma ilustração do problema verificado.

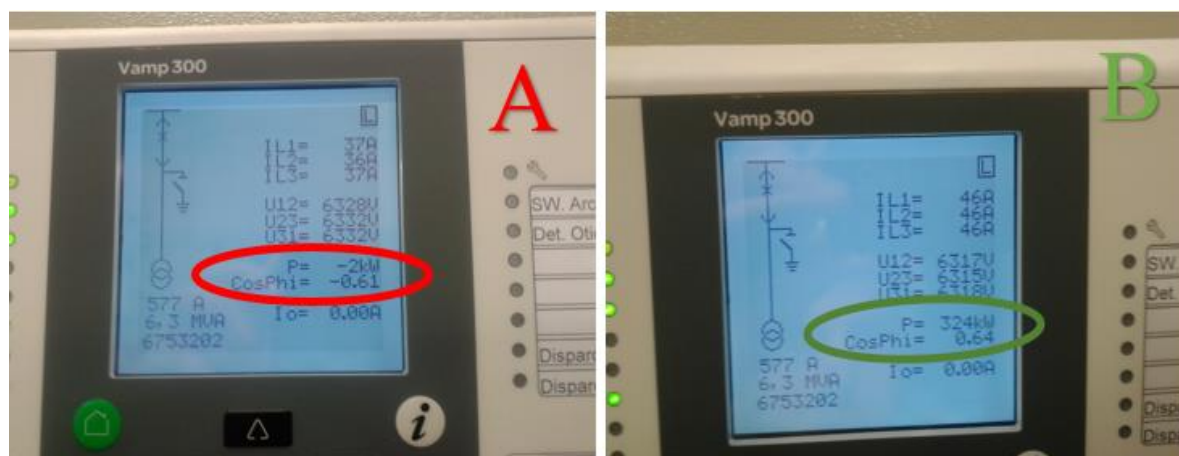


Figura 4.28 – A) IED entrada com potência negativa B) IED entrada com potência normalizada

Esta cela apenas podia ser modificada durante uma paragem da PM 1 uma vez que a consignação da cela de entrada implicava o corte de tensão em todas as restantes celas do mesmo painel, se assim não fosse a atualização da cela traria consequências na produção de papel com a paragem forçada da máquina e elevados prejuízos monetários devido a essa paragem.

#### 4.5. Relés de proteção de 15 kV

À subestação da The Navigator Company chega através de uma linha da REN uma tensão de 60 kV, sendo depois transformada para 15 kV. Os relés de proteção de 15 kV são responsáveis pela proteção dos transformadores e cablagem da instalação. A zona da PM 1 está protegida por quatro painéis de relés de proteção de 15 kV denominados por B1, B2, B3 e B4.

Ao longo do estágio, o único painel em que ocorreram os trabalhos de modernização foi o painel B4, que corresponde ao painel dos serviços essenciais. Este painel é responsável pela alimentação de determinadas zonas da fábrica que a empresa considerou como essenciais para o seu funcionamento. Assim se ocorrer algum tipo de problema na rede interna de energia e seja necessário recorrer à rede energética do exterior, este painel irá fazer a comutação automática da tensão para alimentar as respetivas zonas pré-definidas.

Uma vez que estes painéis protegem vários transformadores da fábrica, a substituição dos relés antigos pelos novos irá ser feita de forma diferente em comparação com os painéis de 6 kV que são responsáveis pela proteção de apenas um motor. As alterações destes painéis apenas podem acontecer durante as paragens anuais para manutenção. A única exceção que pode ocorrer é o painel B4, que apesar de estar sempre em serviço e os transformadores em tensão apenas alimenta a instalação no caso de problemas nos restantes painéis de 15 kV.

Como os painéis de 15 kV representam potências bastante elevadas e qualquer tipo de curto-circuito ou falha pode ser grave para a instalação, os painéis vão ser monitorizados em tempo real no SCADA. Com base no protocolo da norma IEC 61850 vai ser implementada uma rede de comunicação que irá registar qualquer tipo de evento que possa ocorrer na rede e assim eliminar o mais rapidamente possível o defeito.



Figura 4.29 – Armário com o servidor e o SCADA instalado.

A Figura 4.29 corresponde ao armário onde irão ficar dois *switchs* com as fibras óticas das celas dois painéis B1 e B4 e onde se faz a interligação com a restante rede *Ethernet* fabril. Além disso o armário contém o servidor e um monitor onde é possível analisar ocorrências que possam surgir através de eventos enviados para o sistema SCADA.

#### **4.5.1. Painel 15 kV 67.51 204**

O painel B4 é constituído por seis celas, sendo responsável por alimentar os serviços essenciais em várias áreas da fábrica. É possível ver pela Figura 4.30, o painel B4 com os relés de proteção Sepam 15 antes da intervenção para o upgrade com os relés de proteção VAMP 300F.



Figura 4.30 – Painel B4 de 15 kV com os relés de proteção Sepam 15

Antes de serem instalados em definitivo os novos relés de proteção VAMP 300F é necessário proceder aos mais variados testes de simulação de falhas que possam ocorrer e, principalmente, fazer testes à rede de comunicação entre as celas do painel. O início dos trabalhos para a realização dos testes aconteceu no dia 1 de junho, sendo possível observar através da Figura 4.31 o local onde ocorreram os ensaios às seis celas.



Figura 4.31 – Bancada de ensaios do painel B4 de 15 kV

Para a implementação da rede de comunicação dos relés de proteção com o SCADA, estavam envolvidos dois fornecedores, Schneider Electric por parte dos relés VAMP 300F e ABB com o sistema SCADA. Feitos os testes entre a programação dos dois fornecedores, a comunicação entre o SCADA e os relés de proteção ocorreu sem problema, permitindo fazer a comunicação sem perdas de informação. Após a conclusão dos ensaios, ficaram assim as celas prontas para instalar no painel 67.51 204, B4.

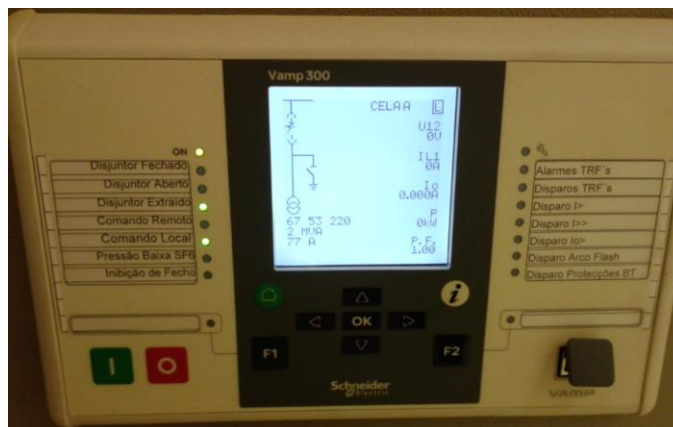


Figura 4.32 – Display do relé proteção 15 kV

A instalação definitiva dos novos relés de proteção no painel B4 teve início no dia 26 de junho, e a conclusão das celas ficou finalizada a 30 de junho. Nos dois primeiros dias foram efetuados novos testes às seis celas do painel, foi estabelecido o programa em SCADA para a comunicação entre os relés e o SCADA e discutir quais as informações que iriam ficar disponíveis no ecrã a apresentar aos operadores através do SCADA.

No dia 28 de junho, procedeu-se à alteração das quatro primeiras celas no painel B4 pelos novos relés VAMP 300F. Além dos trabalhos nas quatro celas foi ainda instalado o cabo de fibra ótica para deteção do arco elétrico no barramento do painel. A partir da Figura 4.33 é possível observar os trabalhos que decorreram ao longo do dia para modernizar as celas acima identificadas.



Figura 4.33 – Trabalhos de substituição dos relés de proteção nas celas B, C, E e F.

Finalizadas os trabalhos nas celas, foi necessário proceder a novos testes por forma a despistar quaisquer tipos de falhas durante a instalação e garantir que todas as funcionalidades inerentes ao VAMP 300F atuavam corretamente. Era importante estar tudo operacional, porque durante a noite o painel teria que estar em tensão para o caso de ter de entrar em funcionamento, uma vez que o 67.51 204 é responsável por garantir energia para vários serviços essenciais da fábrica no caso de acontecer alguma falha na rede elétrica interna.

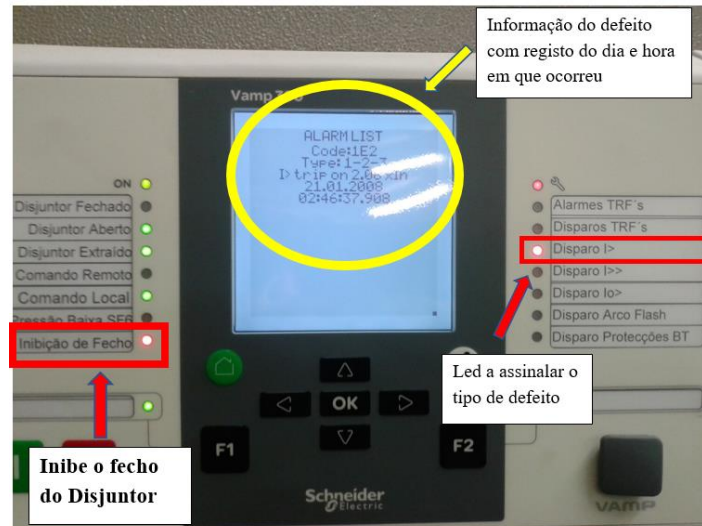


Figura 4.34 – Exemplo de um defeito por I> assinalado no display do VAMP 300F

Como foi descrito anteriormente foram efetuadas várias simulações aos relés depois de instalados. A Figura 4.34 ilustra a imagem do painel do VAMP 300F com a indicação de um disparo devido a sobreintensidade, com indicação de  $2,06 \times I_n$ . Além disso regista a hora e dia em que ocorre o defeito. Pelas indicações dos leds também é possível observar que enquanto o LED com indicação de disparo por I> se encontrar a vermelho, o led com indicação bloqueio de fecho do disjuntor também ficará a vermelho, sendo um indicador de que a cela enquanto estiver o defeito ativo não é possível colocar em funcionamento o transformador associado a esta cela.

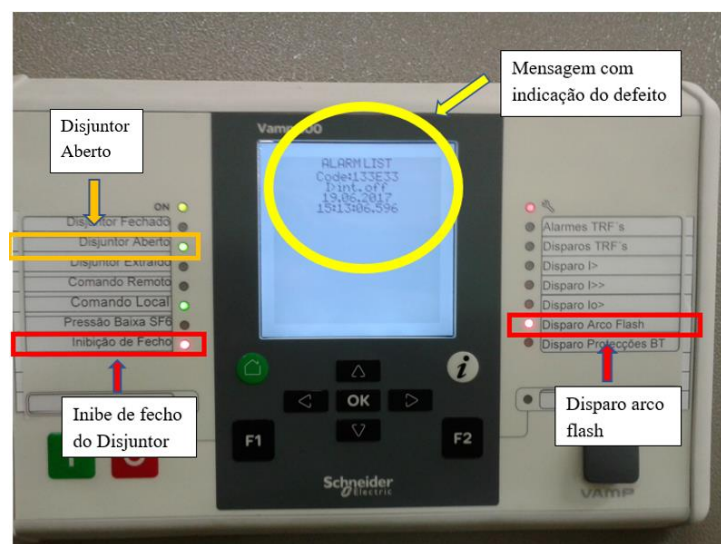


Figura 4.35 – Exemplo de um defeito por arco elétrico assinalado no display do VAMP 300F

A Figura 4.35 é mais um exemplo de uma simulação de um defeito do arco elétrico feito a uma das celas instaladas. Notar ainda que ao acontecer um defeito na cela e o led de inibição de fecho estiver a vermelho, existe também um led a verde com a indicação que o disjuntor está aberto eliminando desta forma o defeito na cela.



Figura 4.36 – Painéis VAMP 300F instalados nas quatro celas intervenionadas

Para o dia 29 de junho, tinha-se como objetivo concluir a instalação das duas celas restantes, a 67.53 220 e a 67.53 02. Ao longo do dia decorreram os trabalhos para a substituição das platinas de ambas as celas e a eletrificação necessária de maneira a que todas as celas comuniquem entre si mesmo que uma delas fique fora de serviço por algum tipo de problema técnico.

Concluídas as alterações nas duas últimas celas, tiveram início novos testes de maneira a confirmar se estavam corretamente instaladas e despistar eventuais falhas. De seguida, foram efetuadas várias simulações de arcos elétricos nos compartimentos dos disjuntores em todas as celas do painel para verificar se todas elas comunicavam com o *Incomer*, sendo que ao acontecer um arco elétrico deste género o disjuntor que tem que disparar para eliminar o defeito será o disjuntor da cela de entrada e não o disjuntor da cela onde ocorreu o arco elétrico. Ao ser o disjuntor dessa cela a atuar isso traria consequências ainda mais negativas para a própria cela em que ocorreu o defeito.



Figura 4.37 – VAMP 300F já instalados em todas as celas do painel 67.51 204

O último dia do plano de trabalhos, dia 30 de junho, ficou reservado para a integração do SCADA com os relés de proteção instalados no painel B4. Além disso, foi ainda detetado durante os testes que ao simular um arco elétrico no compartimento dos disjuntores de uma qualquer cela, o sensor do arco elétrico do barramento também conseguia detetar esse defeito. Assim, foi necessário instalar um suporte na parte de trás do sensor do arco elétrico do barramento para que não conseguisse detetar um arco elétrico que ocorresse no compartimento dos disjuntores. Feita esta alteração o sistema de arco elétrico ficou a funcionar sem qualquer tipo de problema.

Em relação ao sistema SCADA, ficou decidido fazer a comunicação com a instalação elétrica de 15 kV apenas no final do *upgrade* para não criar incompatibilidades enquanto não fossem instalados todos os VAMP 300F nas celas.

#### 4.6. Programa VampSet e SCD Editor

A configuração dos relés VAMP 300F/M é feita com o *software* VampSet disponibilizado de forma gratuita pelo fabricante. Este *software* contém uma interface bastante simples para a configuração do relé e além disso o utilizador não necessita conhecer as especificações do IED, porque assim que estiver ligado com o *software*, este lê e assume automaticamente essas características.

O *software* SCD Editor é uma ferramenta para criar e editar ficheiros SCD criados para a configuração da rede de comunicação de acordo com a norma IEC 61850.

### 4.6.1. VampSet

Como referido anteriormente, o VampSet é uma ferramenta de configuração dos IEDs VAMP 300F/M. Finalizadas as configurações de um IED é possível criar o respetivo ficheiro de comunicação ICD, que será necessário para depois associar ao ficheiro SCD que contempla todo o projeto de uma subestação. De seguida, é explicado, de forma resumida, as características essenciais para a configuração de um relé, irão ser mostradas partes da configuração do IED de uma cela pertencente ao painel B4, 67.51 204.

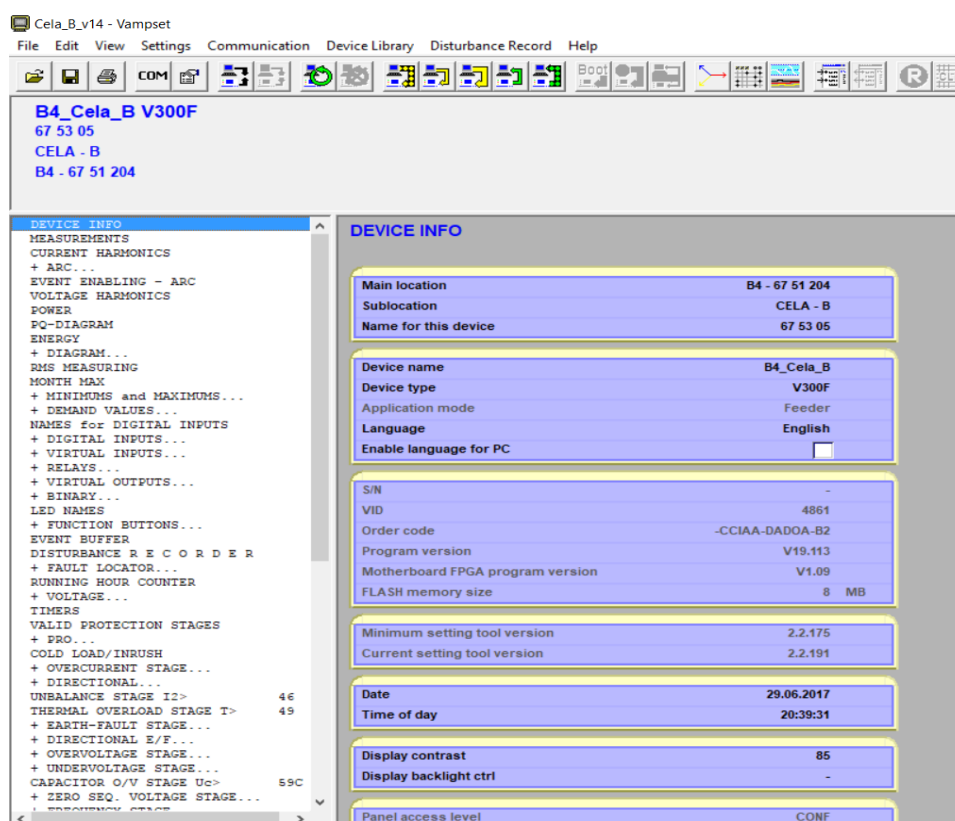


Figura 4.38 – Informação do VAMP 300F que se vai configurar

A página “*DEVICE INFO*” correspondente à informação do IED, de acordo com a Figura 4.38, contém a data de calibração em fábrica, a data e hora, referência do IED e versão do programa, tipo de IED (*Feeder* ou *Motor*) e permite escrever o nome do dispositivo e a localização onde está instalado.

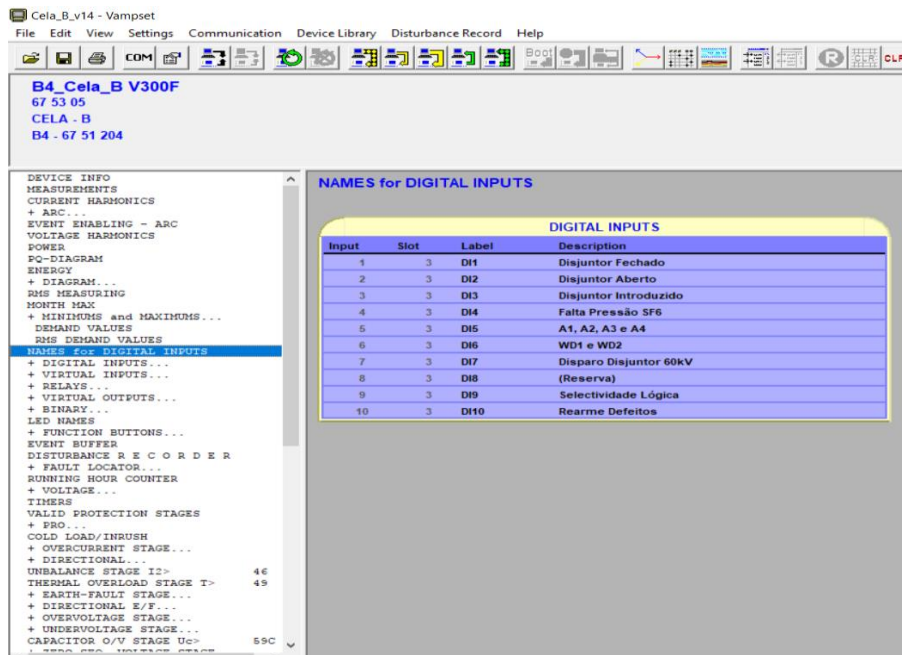


Figura 4.39 – Nomes das entradas digitais

A Figura 4.39 representa a janela de aplicação onde o utilizador correlaciona o nome ou mnemónica pretendidos pelo utilizador com as entradas digitais. É importante relacionar os nomes com as entradas e saídas, tanto digitais como virtuais para se poder ter uma melhor interpretação tanto ao olhar para as matrizes como para as mensagens a aparecer no *display* do IED, que assim estão identificadas em vez de aparecerem por iniciais que dificultam a leitura da informação.

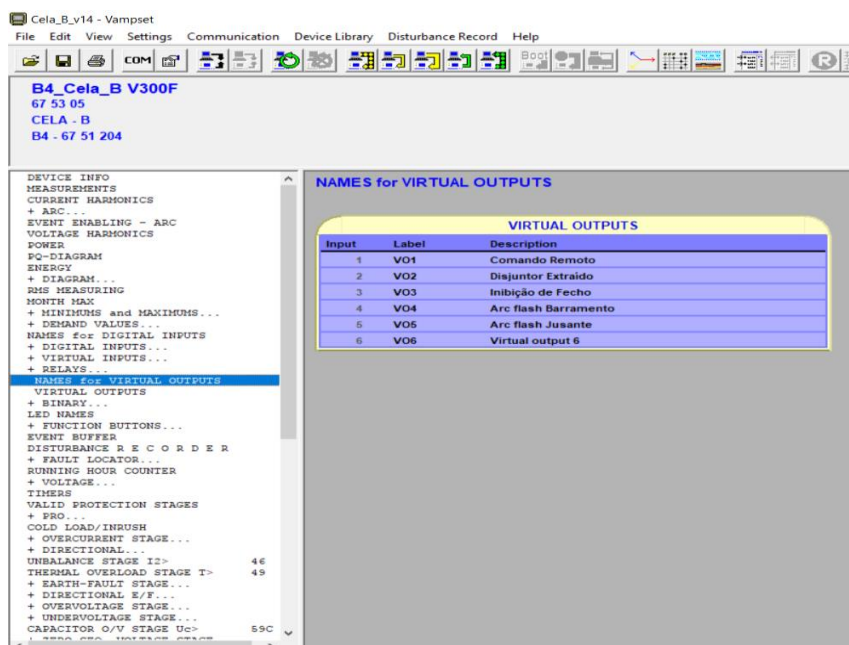


Figura 4.40 – Nome das saídas virtuais

Na Figura 4.40, encontra-se representado o “EVENT BUFFER” onde se faz a configuração dos nomes que se pretende dar para as saídas virtuais.

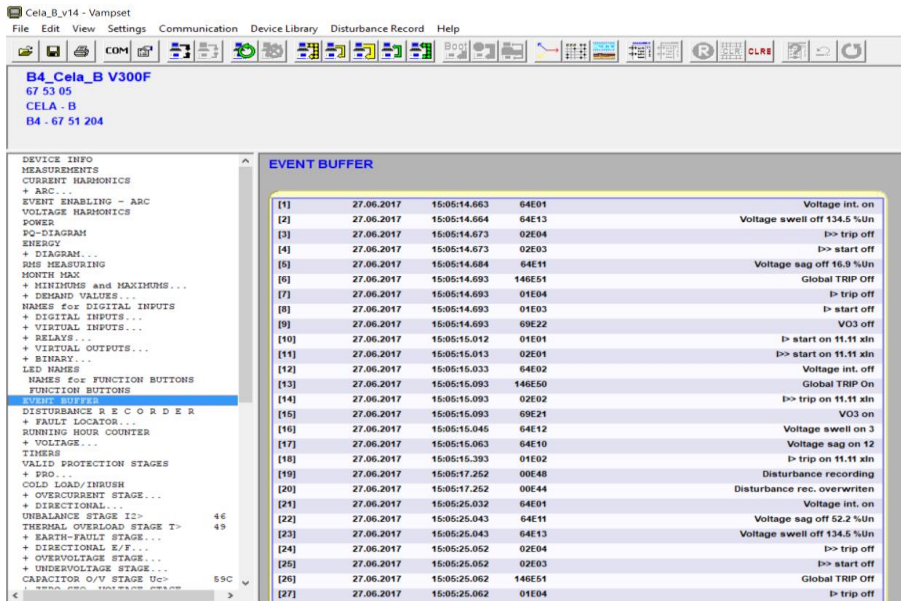


Figura 4.41 – Histórico de eventos do relé instalado na cela 67.53 05

A Figura 4.41 corresponde ao histórico de eventos ocorridos no IED instalado na cela 67.53 05. Aqui é possível ver, por ordem cronológica, todos os eventos efetuados durante as simulações em período de testes. O buffer está configurado para guardar um histórico de 200 alarmes, no entanto, com a supervisão do SCADA é possível obter um histórico de alarmes.

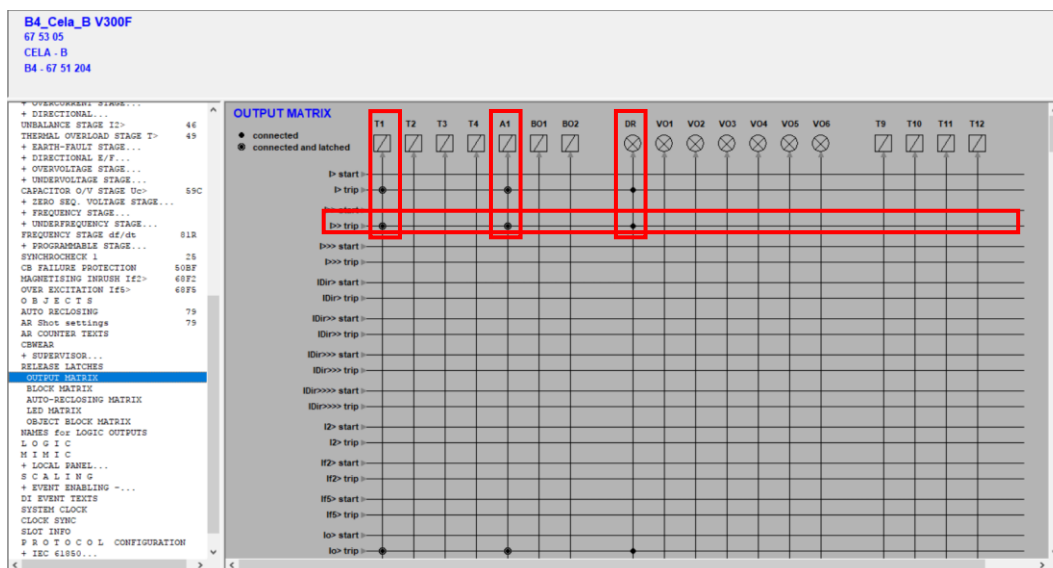


Figura 4.42 – Matriz de saída

Na Figura 4.42 está representado “*OUTPUT MATRIX*”, referente à matriz de saída. Esta matriz é usada para conectar sinais de diferentes etapas de proteção, entradas digitais, sensores de arco elétrico, saídas do relé, saídas binárias ou leds. No exemplo acima, para “I> trip” ativa a ordem de abertura (T1), alarme (A1) e histórico de eventos (DR).

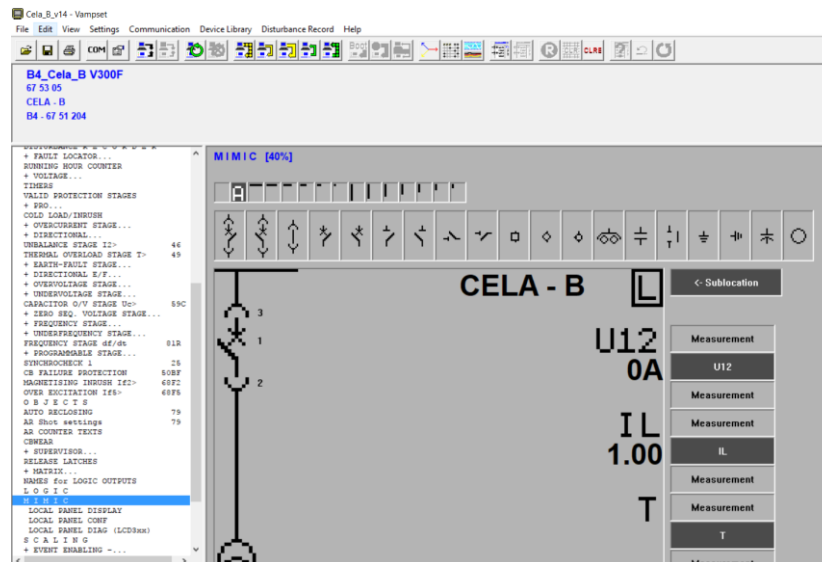


Figura 4.43 – Mimico a adicionar no display do relé

A página “*LOCAL PANEL CONF*” da Figura 4.43 é onde o utilizador pode fazer o mimico da cela em que está instalado o IED. Na representação da cela B, do lado esquerdo encontra-se o esquema de um barramento com um disjuntor e um transformador, enquanto que do lado direito estão as variáveis  $U_{12}$ ,  $I_L$ ,  $T$ ,  $P$  e  $PF$ .

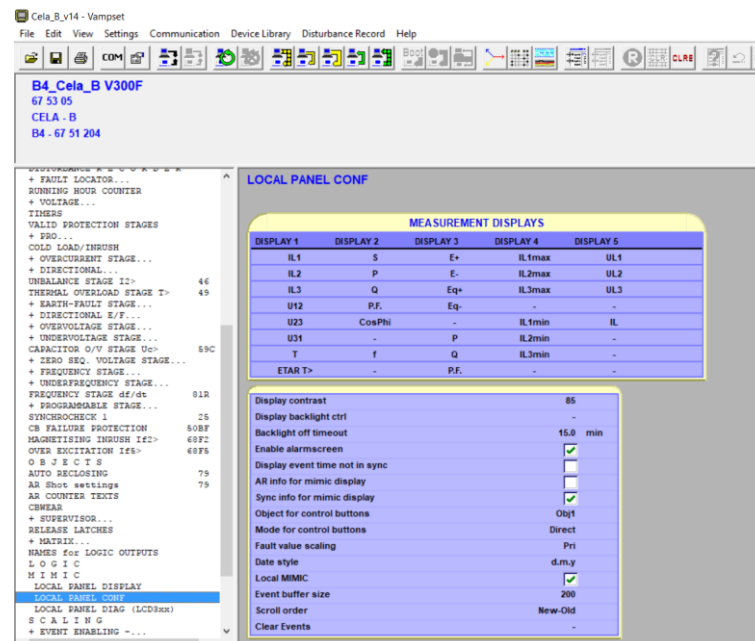


Figura 4.44 – Configuração das medidas disponíveis nas cinco páginas do display

Na configuração do painel local é possível configurar as cinco páginas do *display* com as medidas que o utilizador pretende que estejam disponíveis num acesso rápido. Foram definidas as medidas a apresentar nos *displays* da cela B de acordo com a Figura 4.44. No *display* 1 está registado uma variável ETAR T> que significa que quando a sobrecarga térmica (T) atingir os 100%, a variável ETAR T> irá mostrar um tempo que vai decrescer até permitir de novo o rearme do disjuntor. Esta variável da imagem térmica apenas está no *Incomer*.

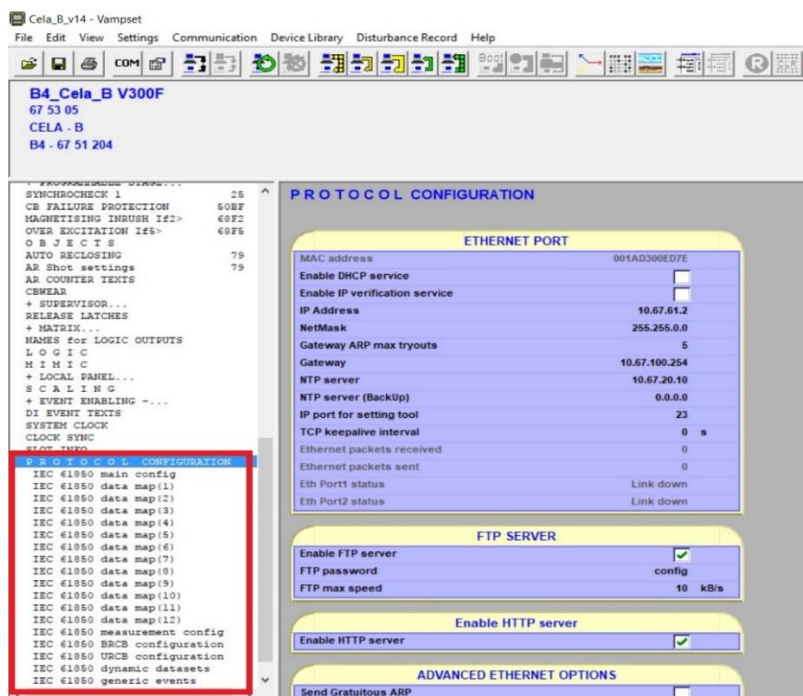


Figura 4.45 – Janelas para configuração da norma IEC 61850 do relé 67.53 05

De seguida são apresentados dois gráficos obtidos a partir dos testes efetuados com a mala de ensaios ISA DRTS-6 ao IED instalado na cela B e onde são apresentados os tempos de resposta associados a um defeito na cela. A Figura 4.46 refere-se ao tempo que o disjuntor da cela demorou a abrir face a um defeito e a Figura 4.47 mostra o tempo que o disjuntor se manteve fechado depois de um defeito.

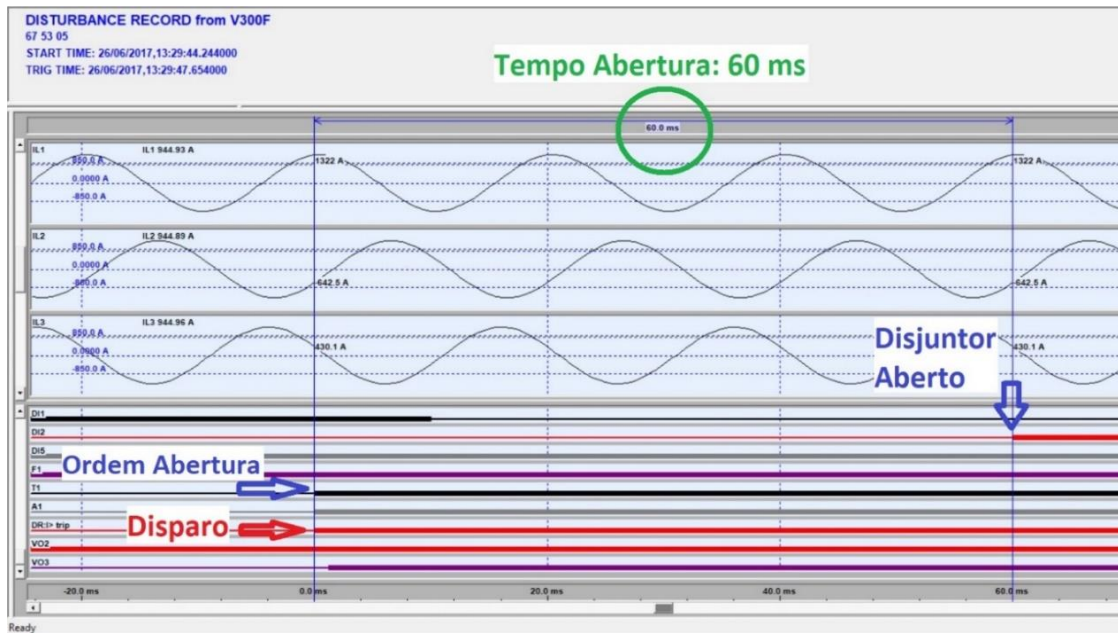


Figura 4.46 – Tempo de abertura do disjuntor pra I<sub>L1</sub> na cela 67.53 05

A partir da Figura 4.46 é possível observar um defeito por sobreintensidade sendo  $I_{L1} = 944,93 \text{ A}$ . Constatou-se que entre o momento que ocorreu um disparo devido ao defeito e a ordem de abertura do disjuntor, demorou 60 ms até que o disjuntor abrisse para eliminar o defeito existente.

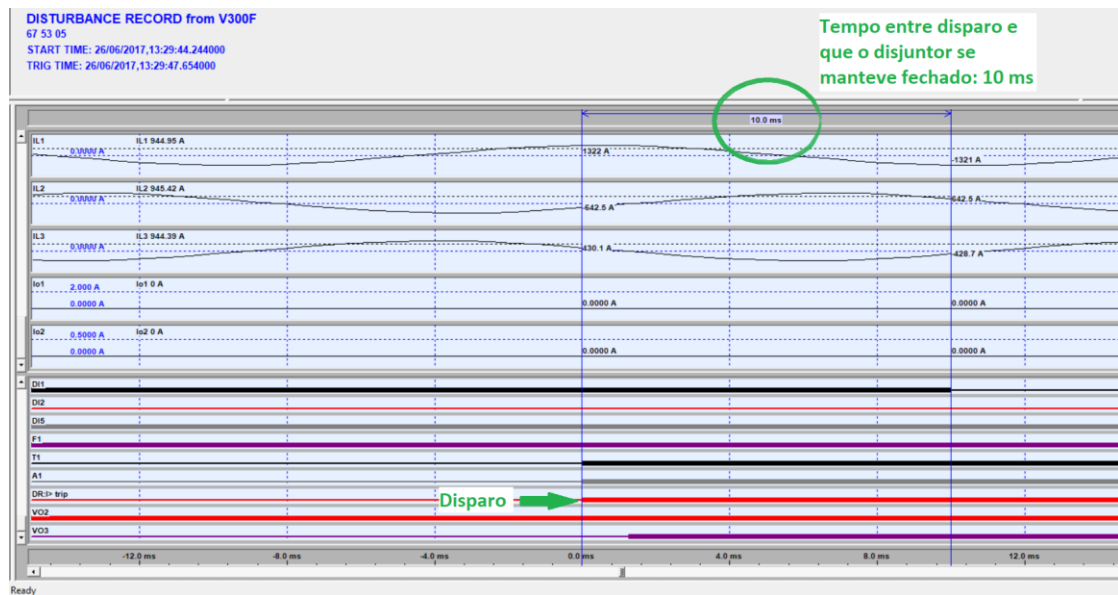


Figura 4.47 – Tempo “que a variável disjuntor fechado” demorou a responder a um defeito.

Como se constata pela Figura 4.47, o tempo em que o disjuntor se manteve fechado depois de ocorrer o disparo, foi de 10 ms.

## 4.6.2. SCD Editor

Como o próprio nome indica o *SCD Editor* é um software de edição de ficheiros de comunicação SCD com base na norma IEC 61850.

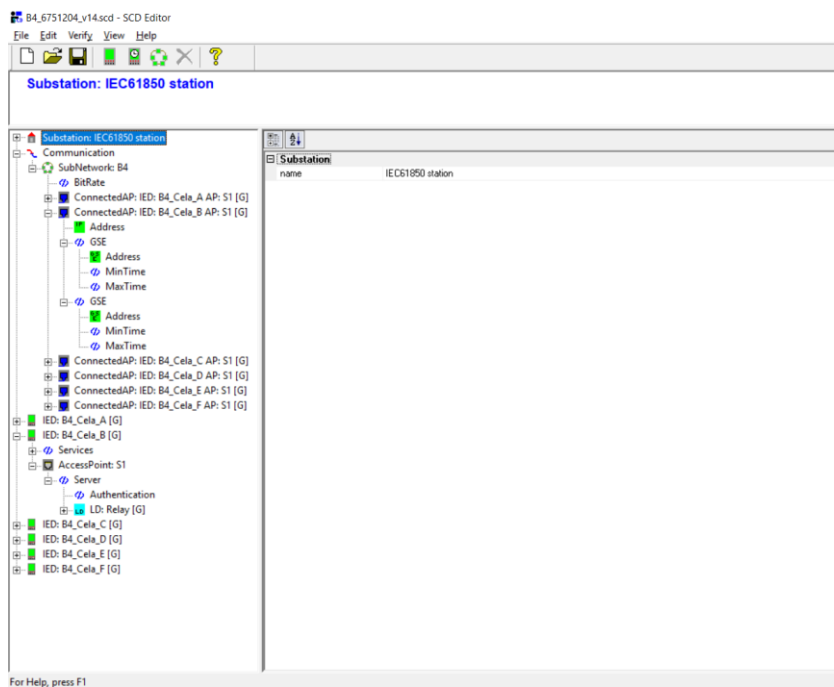


Figura 4.48 – Ficheiro SCD para norma IEC 61850 do painel 67.51 204, B4

Pela imagem da Figura 4.48 é possível ver os pormenores da estrutura do ficheiro SCD para o painel 67.51 204. Contém uma primeira parte referente à comunicação da subestação onde é possível configurar o IP, máscara de rede, *gateway*, *mac-adress* e tempos máximos e mínimos para conexão de cada cela da subestação. De seguida, contém a lista dos vários IEDs associados ao projeto da subestação.

Na Figura 4.49 pode observar-se uma lista de nós lógicos configurados para o relé de proteção da cela B do painel B4.

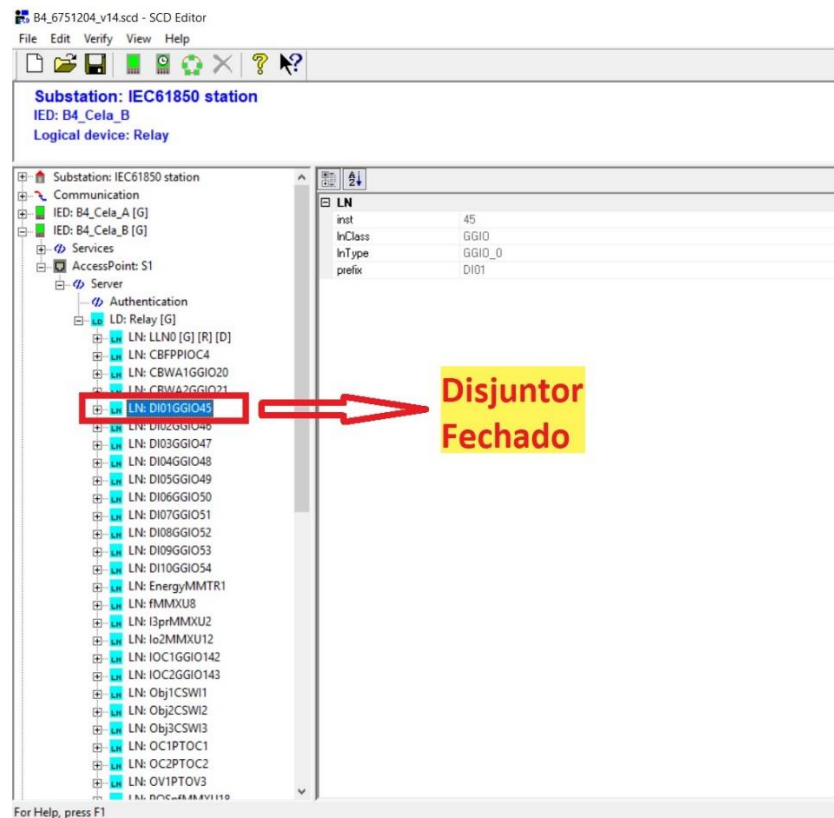


Figura 4.49 – Lista de nós lógicos associados ao IED da cela B, 67.53 05

Cada nó lógico contém a informação de uma variável associada a esse LN. Na Figura 4.49, pode observar-se a lista de nós lógicos associados ao IED da cela B, 67.53 05. Apenas para dar um exemplo, está identificado um nó lógico na Figura 4.49. O LN DI01GGIO45 representa a informação de disjuntor fechado. As letras GGIO representam um processo genérico de entradas e saídas (alarmes, eventos, indicações, configurações, status, equipamento de supervisão), enquanto que variável DI01 corresponde à entrada digital 01 que foi configurada no *software* VampSet com sendo disjuntor fechado. O valor 45 é o índice associado a este nó lógico,

A Figura 4.50 contém informação relativa aos dados do objeto de um determinado nó lógico.

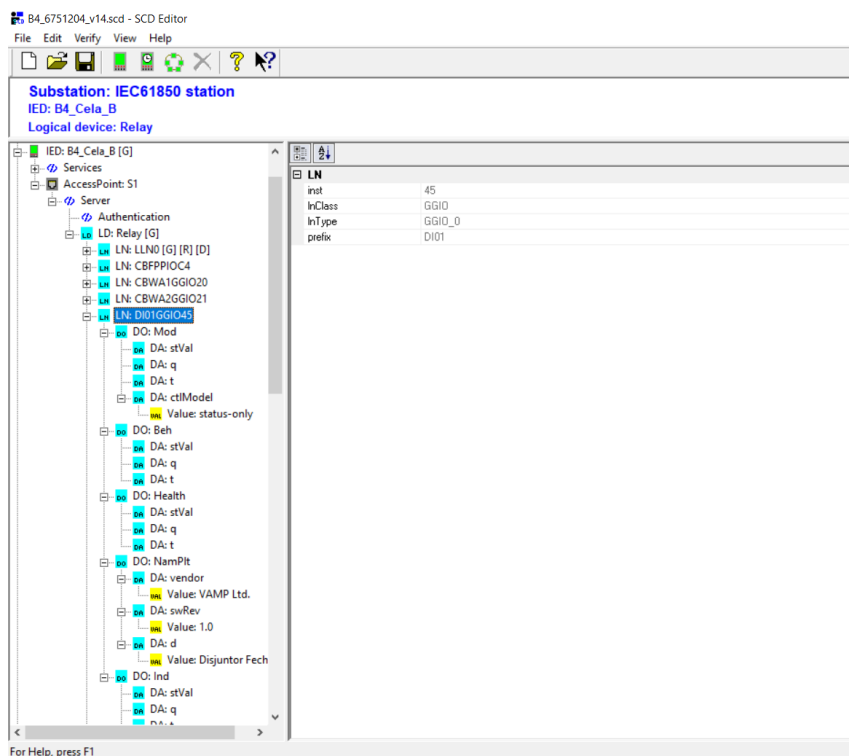


Figura 4.50 – Data object e data attribute de um nó lógico

Na norma IEC 61850, um nó lógico contém sempre estas três variáveis: *stVal* – valor variável, *q* – qualidade e *t* – tempo de resposta. Esta informação pode ser verificada de acordo com a Figura 4.50 onde contém a lista de “Data Object” e “Data Attribute”

O programa SCD Editor também permite criar um *dataset* dinâmico como está exemplificado na Figura 4.51.

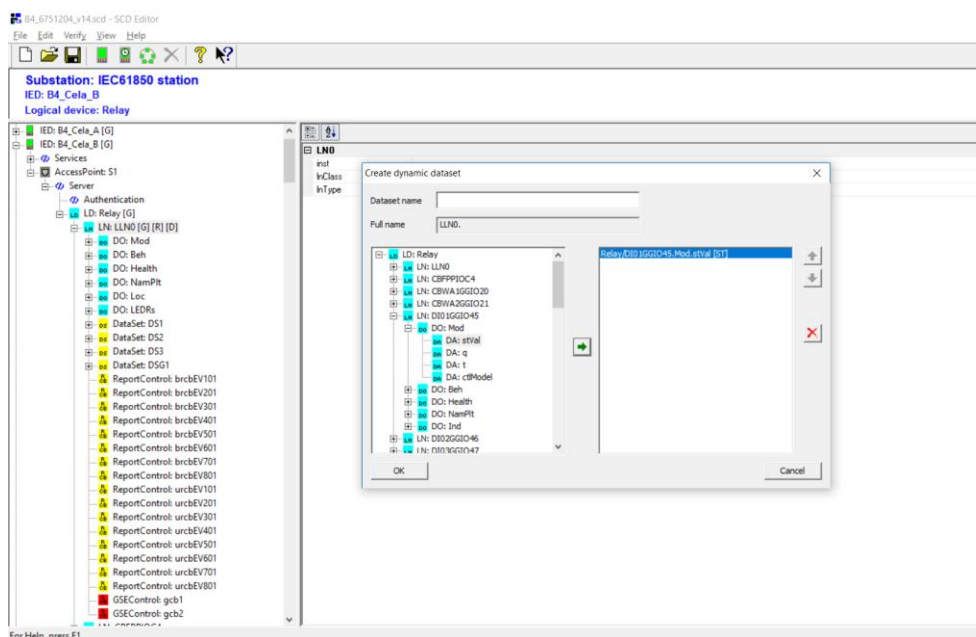


Figura 4.51 – Criar um dataset dinâmico

Este *dataset* dinâmico serve para configurar mensagens GOOSE de entradas e saídas dos IEDs.

#### 4.7. Procedimentos de Segurança

Antes de se iniciar qualquer trabalho de manutenção num determinado equipamento é necessário cumprir regras de segurança impostas pela *The Navigator Company* de maneira a preservar os trabalhadores e os equipamentos. Uma das primeiras tarefas a fazer é a consignação do equipamento onde se pretende fazer a intervenção de manutenção, de forma a que possam ser feitos os trabalhos por parte do trabalhador, eliminando os riscos de choque elétrico. A Figura 4.52 mostra uma chapa fixada na cela 91.31 608 a informar que o equipamento está consignado.



Figura 4.52 – Cella 91.31 608 consignada

Nas costas da placa está escrito o nome de quem consignou o equipamento e só essa pessoa é que pode ir retirar a placa que identifica o equipamento consignado. Se estiverem a ser feitos trabalhos de mais de uma natureza é colocado uma placa por cada responsável desses trabalhos para informar que estão a decorrer mais do que um tipo de trabalho.

Ao se consignar uma cela é extraído o disjuntor tripolar para impedir qualquer eventualidade de ligação e é acionada à botoneira de emergência por forma a reforçar a segurança da cela, para se proceder aos trabalhos de manutenção. Além disso, se nos trabalhos de manutenção for necessário mexer nos cabos elétricos também é colocado o barramento à terra. Durante as paragens anuais para manutenção, os painéis são totalmente consignados como se pode observar pela Figura 4.53, permitindo assim fazer trabalhos nas áreas cobertas por essa consignação sabendo que não existe qualquer tipo de tensão nos equipamentos.



Figura 4.53 – PAINEL 91.31.04 totalmente consignado

Por outro lado, estas salas têm acesso condicionado, sendo apenas permitida a entrada a pessoal autorizado e respeitando as regras de segurança.

#### 4.8. Funções de Proteção (Códigos ANSI)

Os códigos ANSI (*American National Standards Institute*) são uma lista de funções e siglas que permitem identificar as características de um equipamento de proteção. Têm como objetivo padronizar estes códigos a todos os fabricantes deste tipo de componentes. A norma em que se baseiam estes códigos, corresponde à norma ANSI/IEEE C37.2.

- **Proteção de arco elétrico**

A proteção de arco elétrico tem como objetivo minimizar os riscos de danos nos equipamentos, atuando as proteções de forma rápida logo que é detetada a emissão de luz de uma determinada intensidade na fibra de vidro instalada para detetar o defeito.

- **Sobrecorrente de fase (50/51)**

Proteção trifásica contra sobrecargas e curto-circuitos fase-fase. Esta proteção atua assim que o valor máximo de intensidade de corrente ultrapassa um determinado valor definido para a proteção da instalação. A proteção para a intensidade máxima apresenta três níveis de proteção, I>, I>> e I>>>.

- **Sobrecorrente direcional de fase (67)**

A proteção de máximo corrente direcional pode ser usada para a proteção contra curto-circuitos fase-fase com disparo seletivo em função da direção da corrente de defeito.

- ***cold load pick-up***

A função *cold load pick-up* tem como finalidade evitar atuações inesperadas das funções de proteção que estão associadas aos picos de corrente devido aos arranques de cargas ou motores. Esta função tem de ser capaz de perceber rapidamente estas condições e alterar para a proteção de sobrecorrente máxima.

- **Sobrecarga Térmica (49)**

A proteção para sobrecargas térmica tem como objetivo proteger os motores e cabos associados à instalação de temperaturas elevadas. O cálculo da temperatura é efetuado a partir dos valores rms da corrente de fase até à 15ª componente harmónica.

- **Falta à terra (50N/51N)**

A função de proteção 50N/51N é uma proteção contra máxima intensidade homopolar, responsável por detetar falhas à terra. O  $I_0$  teórico pode ser calculado a partir da soma fasorial de  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$  e  $I_{L3}$ .

- **Direcional falta à terra (67N)**

A função 67N faz a proteção contra as fugas à terra com um disparo seletivo em função da direção da corrente de defeito.

- **Subtensão (27)**

O mínimo de tensão de fase é calculado através dos valores da tensão das três fases, sendo que esta proteção é constituída por três níveis de proteção:  $U<$ ,  $U<<$  e  $U<<<$ . Sempre que uma tensão de fase desce a um valor inferior de pick-up definido, a proteção irá disparar. Para a instalação foi definido no nível  $U<$  um valor de pick-up de 80%  $U_n$  e um *delay* de operação de 20 s. no nível  $U<<$  foi definido para o valor de pick-up 70%  $U_n$  e um *delay* de operação de 2,0 s enquanto que para o nível  $U<<<$  o valor de pick-up foi definido 70%  $U_n$  com um *delay* de operação de 1,0 s.

- **Sobretensão (59)**

A máxima tensão de fase é medida a partir da componente da frequência fundamental das tensões de fase. Usando a tensão fase-fase a proteção contra sobretensões apresenta três níveis de proteção,  $U_{>}$ ,  $U_{>>}$  e  $U_{>>>}$ , sendo que estão configurados para atuar quando ocorre tensões nominais elevadas de acordo com os dados seguintes:  $U_{>} > 120\%$  com  $Un$  delay 0.2 s,  $U_{>>} > 130\%$   $Un$  delay 0.1 s e  $U_{>>>} > 135\%$  com  $Un$  delay 0.1 s.

- **Tensão homopolar (59N)**

A proteção para a máxima tensão residual tem como função proteger os motores de falhas seletivas à terra. Esta função é sensível ao componente da frequência fundamental. A proteção para a tensão homopolar contempla dois níveis de proteção,  $U_{0>}$  e  $U_{0>>}$ . Para o nível de  $U_{0>}$  o valor de *pick-up* é 10% com um *delay* de operação de 2,0 s, enquanto que para o nível de proteção  $U_{0>>}$  a configuração de *pick-up* é 20% e um *delay* de operação de 0,5 s.

- **Subcorrente fase (37)**

A proteção para mínimo de corrente ou perda de carga irá atuar quando ocorrer uma operação sem carga por parte de um motor, sendo que esta proteção é monofásica.

- **Desequilíbrio de fases (46)**

A proteção contra o desequilíbrio de fases permite proteger o motor contra o desequilíbrio de fases. Este desequilíbrio nas correntes de fase pode provocar o sobreaquecimento de um motor além de indicar um mau contato nos terminais ou, uma passagem de corrente entre espiras.

- **Sequência de fases (47)**

A função de proteção de sequência de fases evita que o motor seja iniciado na direção errada protegendo a carga. Quando a relação entre a sequência negativa e positiva excede os 80% e a média das três correntes de fase exceder  $0,2 \times I_{motor}$  no arranque a proteção dispara 100 ms após o arranque.

- **Potência direcional (32)**

A função de proteção de potência direcional é responsável por proteger um gerador que trabalha como motor quando este consome potência ativa ou para proteger um motor que trabalha como gerador quando este fornece potência ativa.

- **Partidas elevadas (66)**

A função de proteção para arranques elevadas é responsável por limitar a quantidade de arranques sucessivos por hora do motor e assim evitar o seu sobreaquecimento.

- **Rotor bloqueado (51LR/48)**

A proteção para rotor bloqueado tem a função de proteger o motor de sobreaquecer devido a sobrecargas, bloqueio do rotor ou arranque prolongado.

- **Correntes de magnetização (68F2)**

A proteção para a corrente de magnetização permite fazer a relação entre a medida da componente do segundo harmónico e a medida da componente da frequência fundamental. Assim que existir um valor entre a relação superior ao ajustado é dada a ordem para o bloqueio do defeito. Além disso, esta proteção também serve de relé de bloqueio para outras funções.

- **Sobrecitação do Transformador (68F5)**

A função 68F5 permite detetar sobrecitação do transformador. O transformador ao produzir harmónicos permite detetar se está em sobrecitação a partir do cálculo dos harmónicos ímpares. Esta proteção também pode servir de relé de bloqueio para outras funções.

- **Proteção de frequência (81)**

A proteção de frequência estipula um máximo ou mínimo para a qual a frequência pode variar. Logo que ultrapasse os parâmetros definidos a proteção irá atuar. Esta proteção é constituída por 4 níveis de proteção, dois para mínimo de frequência ( $f<$  e  $f<<$ ) e dois para máximo de frequência ( $f>$  e  $f>>$ ). Os valores de oscilação de frequência podem variar entre 48 Hz e 52 Hz, passando esses valores durante um determinado período de tempo, a proteção irá atuar garantido assim o bom estado dos equipamentos.

A proteção de mínimo frequência pode ser identificada com o código ANSI 81L. Para o nível  $f<$  o tempo de *delay* é 3,0 s enquanto que para o nível  $f<<$  o tempo de *delay* é 0,10 s. Em ambos os casos a frequência mínima é 48 Hz e a máxima 52 Hz.

- **Taxa de mudança de frequência (81R)**

Esta proteção é responsável pela proteção da taxa de variação da frequência. Esta proteção pode ser utilizada quando ocorre há uma saída de uma fonte de energia ou perda de uma carga possa levar à variação de frequência. Por defeito esta proteção atua se o  $df/dt$  for superior a 5 Hz/s.

- **Falha do disjuntor (50BF)**

A proteção contra falha do disjuntor tem que garantir caso ocorra alguma avaria no disjuntor, que o defeito é eliminado, sendo o defeito será eliminado pelos relés de proteção mais próximos. Esta função tem como objetivo detetar a falha de um disjuntor que não elimina o defeito dentro do tempo previsto, sendo que irá atuar ao fim de 0,5 s de ser monitorizado a falha do disjuntor. Esta proteção deve garantir, se um disjuntor por qualquer motivo não elimina o curto-circuito, que é dada ordem de disparo à proteção mais próxima do local onde se deu o defeito, minimizando assim os riscos para a instalação.

- **Estados programáveis (99)**

Para aplicações especiais, o utilizador pode definir as suas próprias etapas de proteção, tanto para supervisão de sinal como para o modo de comparação. Os parâmetros disponíveis que o utilizador pode seleccionar são:

- Prioridade;
- Acoplamento A;
- Acoplamento B;
- Condição de comparação;
- *Pick-up*;
- *Delay* de operação;
- Histerese.

O relé de proteção do motor, VAMP 300M, apresenta diferentes funcionalidades de proteção de forma a salvaguardar o bom funcionamento dos motores, sendo apresentada no Anexo 1 uma lista com as diferentes funções de proteção associadas a este modelo.

## **4.9. Conclusões**

Para que uma rede elétrica funcione em boas condições e com garantia de segurança dos equipamentos instalados é necessário que exista um sistema de proteção composto por componentes adequados e fiáveis. As características essenciais num bom sistema de proteção são a fiabilidade, seletividade, compatibilidade, flexibilidade e disponibilidade. Reunidas todas estas condições, o sistema permite garantir ao longo do tempo uma diminuição de problemas que possam comprometer equipamentos ou perdas de produção.

Num sistema de proteção é essencial que existam equipamentos que possam efetuar uma monitorização da rede e a respetiva eliminação de defeitos que possam acontecer, sendo para isso importantes os disjuntores e os relés de proteção. Neste capítulo, foi realizada uma descrição de diferentes tipos de disjuntores mais utilizados nos sistemas de proteção e a

---

evolução dos relés, desde o relé eletromecânico até ao relé digital, sendo este o mais utilizado, atualmente devido ao seu avanço tecnológico e às suas vantagens em relação aos anteriores.

Este capítulo apresenta uma descrição dos trabalhos implementados na conversão dos painéis de 6 kV e 15 kV efetuados na Navigator Paper Figueira. Foram substituídos os antigos relés da marca CEE pelos novos relés de proteção da marca VAMP 300F/M. Estes relés digitais permitem implementar novas valências à rede de proteção, como por exemplo, a interação com o sistema SCADA efetuada através da rede *Ethernet* e configurado de acordo com a norma IEC 61850. A partir deste sistema é possível observar em tempo real a monitorização dos relés de proteção numa sala de engenharia, evitando assim a deslocação de um elemento da manutenção para verificar cada um dos relés. É ainda feita uma breve análise ao *software* disponibilizado para a configuração dos relés de proteção. Este programa permite fazer a configuração de cada um dos relés, sendo também possível carregar essa configuração sem estar ligado fisicamente aos mesmos, bastando para isso usar a rede de comunicação *Ethernet*. O *software* permite ainda criar ficheiros segundo a norma IEC 61850, que será compatível com os equipamentos de qualquer outro fabricante.



## 5. Projetos desenvolvidos

Ao longo deste capítulo irão ser descritos dois dos projetos desenvolvidos durante a realização do estágio curricular na empresa *The NVG*. No primeiro subcapítulo, é desenvolvido o trabalho sobre a implementação da rede de comunicação *Ethernet* para os relés de proteção de 6 kV. No segundo subcapítulo, é explicado o trabalho que foi implementado na *Symsizer*, para permitir que os operadores possam efetuar um diagnóstico com maior rapidez ao tipo de falha que poderá ocorrer na *Symsizer*.

### 5.1. Rede de comunicação *Ethernet*

Concluída a substituição dos relés de proteção antigos pelos relés de proteção VAMP 300, foi desenvolvido um projeto para permitir que todas as celas dos painéis de 6 kV ficassem ligadas por uma rede *Ethernet* a uma Sala de Engenharia, de forma a permitir a análise de toda a informação necessária proveniente de qualquer VAMP 300 num único local.

Primeiro, procedeu-se à verificação da cobertura física da rede *Ethernet* já instalada na fábrica e verificou-se que nas zonas onde estão instalados os painéis de 6 kV ainda não existia rede de fibra ótica que pudesse ser utilizada na instalação, exceto um troço de fibra ótica desde a sala onde está o painel C4 até uma zona próxima dos painéis C1 e C2.

Uma vez que se pretende que a rede *Ethernet* seja o mais rápida possível na transmissão de dados, a ligação entre os *switches* das salas de cada painel até à sala de engenharia é feita em fibra ótica, enquanto que entre o VAMP 300 e o *switch*, a instalar na sala de cada painel é feito por um cabo de categoria 6a uma vez que este tipo de cabo permite velocidades de 1 Gbps. Neste momento, o módulo *Ethernet* instalado no VAMP 300 permite uma velocidade de transmissão de dados de 100 Mbps, mas ao projetar a cablagem da rede *Ethernet*, esta foi feita a pensar no futuro. As velocidades de *Ethernet* têm vindo a aumentar a uma grande rapidez e, por isso, não faz sentido instalar uma rede de comunicação com velocidades de 100 Mbps. Assim, optou-se por instalar uma rede *Ethernet* com tecnologia que permita o seu funcionamento sem qualquer tipo de limitações.

Para o desenvolvimento do projeto da rede de comunicação foi necessário efetuar um levantamento de todos os equipamentos que ficariam interligados na rede e as suas distâncias aos *switches*. Neste sentido, foram criadas as Tabela 5.1 e Tabela 5.2 que contêm as identificações dos painéis de 6 kV, número de motores, armários, distâncias dos cabos RJ-45 entre relés e *switch* e distância dos cabos de fibra ótica entre *switches*. A Tabela 5.1 apresenta informação relativa às salas dos painéis de 6 kV 91.39 01 (C2) e 91.39 02 (C1). O comprimento total dos dois tipos de cabos de rede é o somatório de todos os cabos do mesmo tipo.

Tabela 5.1 – Sala dos painéis de 6 kV 91.39 01 (C2) e 91.39 02 (C1)

Identificação		Características dos Cabos											Observações
91.39.01 (C2) Cela	Motor Nº	Comprimento Cabo VAMP <=> Switch (m)	Referência Cabo Ethernet	Tipo	Categoria	Condutor	Comprimento máximo (m)	Velocidade (Gbps)	Largura Banda (MHz)	Impedância (Ω)	Bainha do cabo	Conector	
A	Reserva Livre												
B	91.31.607	11	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
C	91.31.608	11	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
D	91.31.604	12	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
E	93.31.601	13	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
F	93.31.602	13	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
G	Entrada 67.53.201	14	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
H	91.31.611	15	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
<b>Comprimento Total Cabo Ethernet categoria 6a (m)</b>		<b>276,9</b>											

Identificação		Características dos Cabos											Observações
91.39.02 (C1) Cela	Motor Nº	Comprimento Cabo VAMP <=> Switch (m)	Referência Cabo Ethernet	Tipo	Categoria	Condutor	Comprimento máximo (m)	Velocidade (Gbps)	Largura Banda (MHz)	Impedância (Ω)	Bainha do cabo	Conector	
A	91.31.606	18	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
B	91.31.605	17	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
C	91.31.609	17	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
D	91.31.618	16	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
E	91.31.617	15	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
F	Entrada 67.53.202	14	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
G	91.31.610	14	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
H	91.31.612	13	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
<b>Comprimento Total Cabo Ethernet categoria 6a (m)</b>		<b>276,9</b>											

Identificação		Características do Cabo											Observações
Sala	Armário Nº	Comprimento Cabo Switch <=> Switch (m)	Referência Cabo Ethernet	Tipo	Número pares fibra	Condutor	Comprimento máximo (m)	Velocidade (Gbps)	Largura Banda (MHz x Km) a 1300 nm	Atenuação (dB/Km) a 1300 nm	Bainha do cabo	Conector	
91-EM-004		29	2901493	50/125 OMS	4	Fibra vidro	550	1	500 (min)	≤ 1,5	HDPE	ST	
<b>Comprimento Total Cabo Ethernet Fibra ótica (m)</b>		<b>37,7</b>											

A Tabela 5.2 contém a informação relativa às salas dos painéis de 6 kV 91.39 03 (C3) e 91.39 04 (C4). No painel 91.39 03 é necessário ligar 11 celas enquanto que no painel 91.39 04 apesar de ter 6 celas apenas é necessário ligar 5 uma vez que uma é reserva.

Tabela 5.2 – Sala dos painéis de 6 kV 91.39 03 (C3) e 91.39 04 (C4)

Identificação		Características dos Cabos											Observações
91.39.03 (C3) Cela	Motor Nº	Comprimento Cabo VAMP <=> Switch (m)	Referência Cabo Ethernet	Tipo	Categoria	Condutor	Comprimento máximo (m)	Velocidade (Gbps)	Largura Banda (MHz)	Impedância (Ω)	Bainha do cabo	Conector	
A	91.31.699	14	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
B	91.31.698	16	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
C	91.31.696	16	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
D	91.31.697	17	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
E	91.31.695	18	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
F	91.31.694	19	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
G	91.31.693	19	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
H	Entrada 67.53.216	20	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
I	91.31.692	21	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
J	91.31.026	22	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
K	91.31.038	22	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
<b>Comprimento Total Cabo Ethernet categoria 6a (m)</b>		<b>392,6</b>											

Identificação		Características dos Cabos											Observações
91.39.04 (C4) Cela	Motor Nº	Comprimento Cabo VAMP <=> Switch (m)	Referência Cabo Ethernet	Tipo	Categoria	Condutor	Comprimento máximo (m)	Velocidade (Gbps)	Largura Banda (MHz)	Impedância (Ω)	Bainha do cabo	Conector	
A	Entrada 67.53.221	21	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
B	91.31.665A	20	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
C	91.31.665B	20	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
D	91.31.664A	19	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
E	91.31.664B	18	2901315	F/UTP	Cat. 6a	Cobre	100	10	500	100	LSZH	RJ-45 blindado	
F	Reserva Livre												
<b>Comprimento Total Cabo Ethernet categoria 6a (m)</b>		<b>392,6</b>											

Identificação		Características do Cabo											Observações
Sala	Armário Nº	Comprimento Cabo Switch <=> Switch (m)	Referência Cabo Ethernet	Tipo	Número pares fibra	Condutor	Comprimento máximo (m)	Velocidade (Gbps)	Largura Banda (MHz x Km) a 1300 nm	Atenuação (dB/Km) a 1300 nm	Bainha do cabo	Conector	
91-EM-010	67.47.202	35	2901493	50/125 OMS	4	Fibra Vidro	550	1	500 (min)	≤ 1,5	HDPE	ST	
91-EM-009													
<b>Comprimento Total Cabo Ethernet Fibra ótica (m)</b>		<b>78</b>											

### 5.1.1. Sala dos Painéis de 6 kV 91.39 01 (C2) e 91.39 02 (C1), 91-EM-004

#### 5.1.1.1. Passagem cabos de rede

Esta sala é constituída por dois painéis de 6 kV, sendo cada um constituído por 8 celas onde se encontram instalados os relés de proteção VAMP 300. A verde estão assinaladas as esteiras de comunicação em que irão passar os cabos *Ethernet* de cada VAMP 300. Do painel de 6 kV 91.39 02 (C1) vão sair 8 cabos de categoria 6a, enquanto que do painel de 6 kV 91.39 01 (C2) como tem uma cela de reserva, apenas irão sair 7 cabos de categoria 6a que vão ligar ao *switch* a instalar nesta sala. O esquema de ligação nesta sala irá ser estabelecido de acordo com a representação mostrada na Figura 5.1.

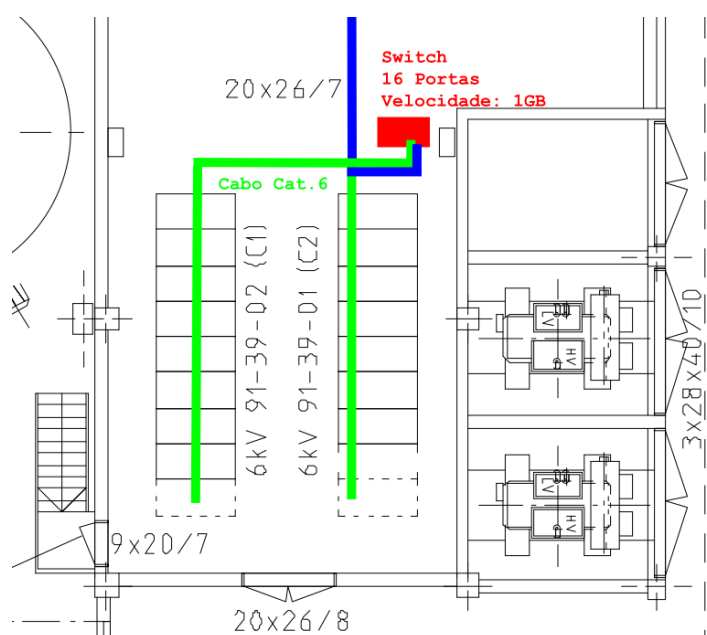


Figura 5.1 – Passagem cabos categoria 6a (verde)

#### 5.1.1.2. Cabo *Ethernet* categoria 6A

Na sala dos painéis de 6 kV 91.39 01 (C2) e 91.39 02 (C1) vão ser instalados no total 17 cabos de categoria 6a blindados. As distâncias de cada cabo ao *switch* estão especificadas na Tabela 5.1, sendo o comprimento total do cabo a adquirir de 277 m. Os conetores a fixar nos cabos *Ethernet* de categoria 6a são RJ-45 blindados. As referências, tanto do cabo *Ethernet* como dos conetores são da marca Teka, mas o material a adquirir pode ser de outra marca desde que apresente características equivalentes.

### **5.1.1.3. Armário**

Para esta parte da instalação é necessário adquirir um armário de 19” de 9U para colocar o *switch* que irá ficar na sala. A escolha recaiu por um armário da marca Schneider Electric, sendo do tipo basculante com as medidas 500x600x400. Pode ser adquirido um armário de outro fornecedor, desde que mantenha as mesmas características. Além do armário é preciso adquirir uma fonte de alimentação, um painel de guia de cabos de alimentação e um *patch panel* para os cabos *Ethernet* categoria 6a com conectores RJ-45 blindados. Todo este material está especificado na Tabela 5.3 e contém as referências da marca Teka, mas pode ser adquirido material de outra marca desde que seja equivalente. É necessário também adquirir gaveta 19” telescópica para a ligação de fibra ótica, sendo que a marca referida na lista de material é da Argon, ou equivalente. Os conectores a utilizar são do tipo ST (encaixe por baioneta).

### **5.1.1.4. Montagem e Alimentação do Armário**

Para a alimentação do bastidor a fixar na sala 91-EM-04 é necessário instalar um cabo elétrico RV-K 3G2,5 com uma distância de 80m que permite a alimentação entre o armário 91.38 50 e o novo bastidor. O cabo a comprar é da marca Alcobre ou equivalente. No armário 91.38 50 está disponível um disjuntor de reserva (F315, 5 A) onde o cabo elétrico pode ser ligado. Além disso, é necessário abrir um negativo com 90 mm diâmetro junto ao bastidor para permitir a passagem dos cabos de rede e cabo elétrico, bem como instalar uma esteira com 200 mm largura e comprimento de 2 m.

### **5.1.1.5. Switch**

Para concentrar todos os sinais dos relés de proteção desta sala, deve ser adquirido um *switch* industrial Gigabit *Ethernet* com 20 portas RJ-45 e 4 portas de fibra ótica. Todas as portas apresentam uma velocidade dedicada de 1 GB, além disso este *switch* é compatível com o protocolo IEC 81650-3. O *switch* a adquirir é o modelo SICOM3028GPT com as características referidas na Tabela 5.1, da marca Kyland. Poderá ser adquirido um *switch* de outra marca desde que apresente características idênticas.

### **5.1.1.6. Cabo de fibra ótica**

O cabo de fibra ótica a instalar nesta sala é constituído por oito fibras, sendo que, apenas vão ser utilizadas duas fibras óticas (transmissão e receção) para fazer a comunicação dos VAMPs 300. Este cabo de fibra ótica faz a ligação entre o *switch* a instalar nesta sala e um outro armário já existente e terá um comprimento aproximado de 46 m. Deve ser instalado tubo anelar cinzento a proteger o cabo de fibra ótica. O esquema de ligação pode ser visto na Figura 5.2

(linha azul). As características do cabo de fibra ótica estão descritas na Tabela 5.1. Os conectores a utilizar são do tipo ST (encaixe por baioneta).

### 5.1.1.7. Montagem cabo fibra ótica

É necessário fazer as ligações do cabo de fibra ótica no armário a fornecer na sala 91-EM-004 e no armário já existente. No armário existente é preciso aplicar uma gaveta 19’’ telescópica para os quatro pares de fibras que chegam a esse armário e aplicar os conectores do tipo ST na gaveta 19’’ telescópica. Deve ser instalado os *patch cords* do tipo ST-ST em ambos os armários.

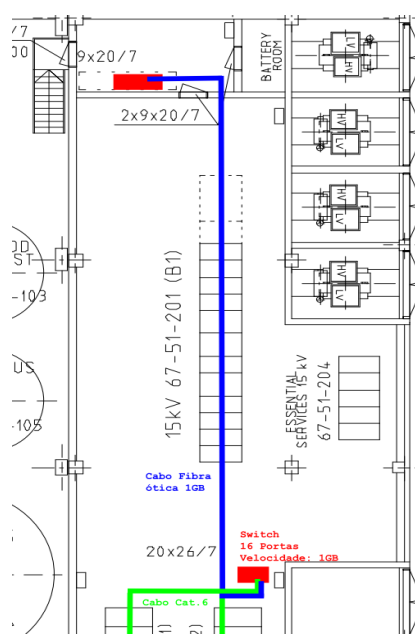


Figura 5.2 – Ligação cabo fibra ótica (azul)

## 5.1.2. Salas dos Painéis de 6 kV 91.39 03 (C3), 91-EM-009 e 91.39 04 (C4), 91-EM-010

### 5.1.2.1. Passagem cabos rede

Cada sala é constituída por um painel de 6 kV, sendo o painel 91.39 03 (C3) constituído por onze celas e o painel 91.39 04 (C4) constituído por seis celas (uma de reserva) onde se encontram instalados os relés de proteção. A verde estão assinaladas as esteiras de comunicação onde irão passar os cabos *Ethernet* de cada VAMP 300. Do painel de 91.39 03 (C3) vão ser instalados 11 cabos *Ethernet* de categoria 6a blindado, enquanto que do painel 91.39 04 (C4)

como tem uma cela de reserva, apenas irão sair 5 cabos *Ethernet* de categoria 6a que vão ligar ao *switch* a instalar na sala. A passagem de cabos nas salas irá ser de acordo com a Figura 5.3.

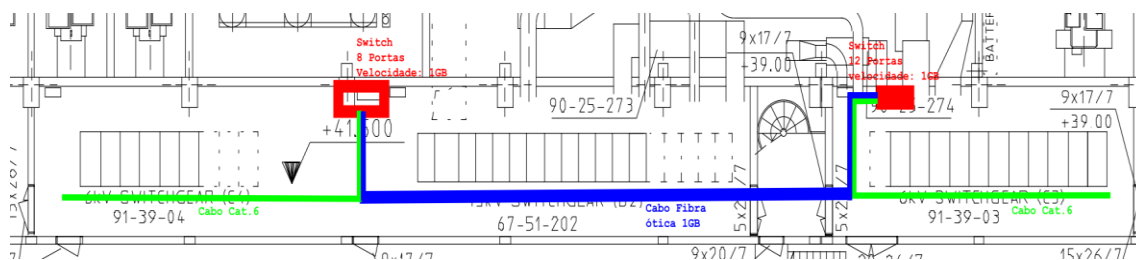


Figura 5.3 – Passagem de cabos Ethernet cat. 6a (verde) e fibra ótica (azul)

### 5.1.2.2. Cabo *Ethernet* categoria 6A

Na sala dos painéis de 6 kV 91.39 03 (C3) e 91.39 04 (C4) vão ser instalados no total 16 cabos *Ethernet* de categoria 6a blindados. As distâncias de cada cabo *Ethernet* aos *switches* estão especificados na Tabela 5.2, sendo a distância total de cabo *Ethernet* necessária para a instalação das duas salas de 393 m. Os conectores a fixar nos cabos *Ethernet* de categoria 6a blindados são RJ-45 também eles blindados. As referências, tanto do cabo *Ethernet* como do conector são da marca Teka, mas pode ser adquirido outro desde que seja compatível.

### 5.1.2.3. Armário da sala do painel 6 kV 91.39 03 (C3), 91-EM-009

Para esta parte da instalação é necessário adquirir um armário 19” de 9U para colocar o *switch* que irá ficar na sala do painel 91.39 03 (C3). O armário a comprar é da marca Schneider Electric, apresenta um tamanho de 500x600x400 e é do tipo basculante. Além da aquisição do armário é preciso adquirir uma fonte de alimentação, um painel guia de cabos, para os cabos de alimentação e um *patch panel*, para os cabos *Ethernet* categoria 6a e conectores RJ-45 blindados. Todo este material está especificado na Tabela 5.3 e contém as referências da marca Teka. Além disso, é necessário adquirir uma gaveta 19” telescópica para a fibra ótica e conectores do tipo ST para instalar a fibra ótica, sendo o material da marca Gigamedia. Todo este material pode ser de outro fabricante desde que apresente as mesmas características.

### 5.1.2.4. Montagem e Alimentação do armário da sala do painel 6 kV 91.39 03 (C3)

Para a alimentação do bastidor a fixar na sala 91-EM-09 é necessário instalar um cabo elétrico RV-K 3G2,5 com o comprimento de 50 m que permite a alimentação entre o armário 91.38 52 e o novo bastidor. O cabo a comprar é da marca Alcobre ou equivalente. No armário 91.38 52 está disponível um disjuntor de reserva (F101, 10 A) onde o cabo elétrico se pode

ligar. Além disso é necessário abrir um negativo com 90 mm diâmetro junto ao bastidor para permitir a passagem dos cabos de rede e cabo elétrico. Na sala de cabos é necessário instalar uma esteira com 200 mm e comprimento de 4 m, uma vez que a existente não apresenta espaço disponível.

#### 5.1.2.5. Armário da sala do painel 6 kV 91.39 04 (C4), 91-EM-010

Para a sala do painel de 6 kV 91.39 04 (C4) não é preciso comprar um armário para colocar o *switch*, porque já existe um armário nesta sala onde se pode fixar o *switch*. É necessário adquirir um *patch panel* para os cabos *Ethernet* categoria 6a e conetores RJ-45 blindados. Todo este material está especificado na Tabela 5.3 e contém as referências da marca Teka, mas pode ser adquirido material de outra marca desde que seja equivalente. Além disso, é necessário adquirir uma gaveta 19’’ telescópica e conetores do tipo ST para instalar a fibra ótica, sendo o material da marca Gigamedia ou outro fabricante, desde que seja equivalente.

#### 5.1.2.6. Switches

Para concentrar todos os dados dos relés de proteção das duas salas, têm que ser adquiridos dois *switches* industriais Gigabit *Ethernet*. Os *switches* a instalar na sala do painel 91.39 04 (C4), 91-EM-010 e na sala do painel 91.39 03 (C3), 91-EM-009, contêm 20 portas RJ-45 e 4 portas de fibra ótica. Todas as portas de ambos os *switches* apresentam uma velocidade dedicada de 1 GB, além disso estes *switches* são compatíveis com o protocolo IEC 61850-3. Os *switches* a adquirir são do modelo SICOM3028GPT com as características referidas na Tabela 5.2, da marca Kyland ou equivalentes. Do *switch* da sala que contém painel 91.39 03 (C3) sai um cabo fibra ótica para a sala de engenharia.

#### 5.1.2.7. Cabo de fibra ótica

O cabo de fibra ótica a instalar nestas salas é constituído por quatro pares de fibras, sendo que só vai ser utilizado 1 par. Deve ser instalado tubo anelar cinzento a proteger o cabo de fibra ótica. O cabo vai fazer a ligação entre o *switch* a instalar na sala 91.39 03 (C3), 91-EM-009 e o armário já existente na sala 91.39 04 (C4), 91-EM-010 e terá um comprimento aproximado de 46 m. A passagem do cabo pode ser vista na Figura 5.4. Na sala 91.39 04 (C4) é necessário interligar as duas fibras óticas no armário através de um *patch cord*. Do *switch* da sala 91.39 03 (C3) também irá sair um cabo de fibra ótica (oito fibras) para a sala de engenharia que fica no piso superior. As características do cabo de fibra ótica estão descritas na Tabela 5.2. Os conetores a utilizar no cabo são do tipo ST (encaixe por baioneta).

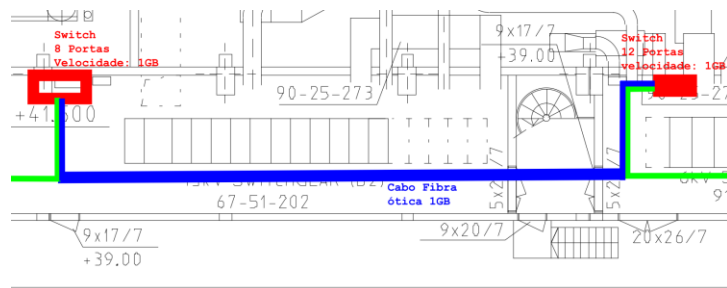


Figura 5.4 – Passagem cabo de fibra ótica (azul)

### 5.1.2.8. Montagem

É necessário aplicar os conectores RJ-45 nos cabos de categoria 6a em ambas as salas e os conectores do tipo ST para o cabo de fibra ótica. Deve ser instalado os respectivos *patch cords*.

### 5.1.3. Sala de Engenharia

#### 5.1.3.1. Passagem de cabos

Um cabo de fibra ótica com quatro pares de fibras sai do *switch* instalado na sala 91.39 03 (C3), 91-EM-009, e vai para o piso superior para o armário existente. É na sala de engenharia que se irá fazer o controlo de toda a rede de comunicação dos painéis de 6 kV. Na Figura 5.5, é possível ver a localização do armário de fibra ótica desta sala.

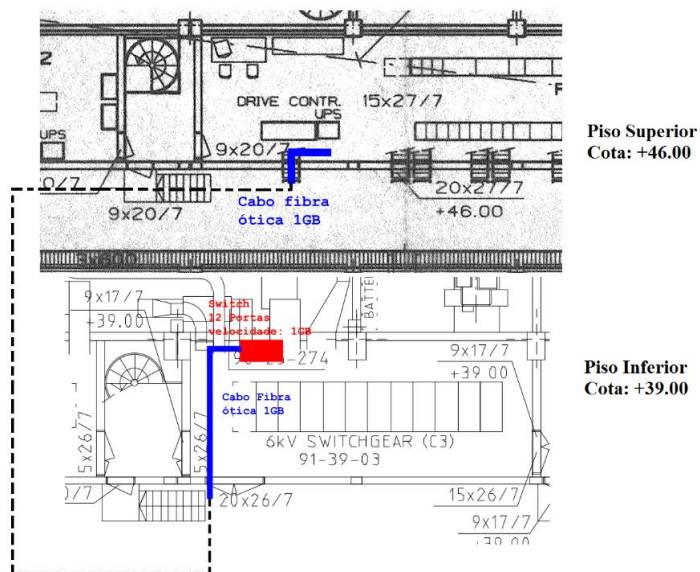


Figura 5.5 – Ilustração da passagem do cabo fibra ótica na sala de engenharia

### **5.1.3.2. Armário**

No armário existente vai ficar instalado o *switch* e o conversor de fibra ótica para RJ-45 em *rack* da marca Metrobility. É necessário adquirir uma gaveta 19” telescópica da marca Gigamedia. É ainda necessário fazer a ligação do cabo de fibra ótica à gaveta telescópica e instalar os conetores do tipo ST. Estes materiais podem ser adquiridos a outro fabricante desde que sejam equivalentes.

### **5.1.3.3. Conversor de RJ-45/Fibra ótica**

É necessário instalar um *rack* 19” para os conversores de fibra ótica para RJ-45, dois módulos a adicionar nesse *rack* 19” e uma fonte de alimentação. Estes componentes têm a referência da marca Metrobility ou equivalente.

### **5.1.3.4. Cabo de fibra ótica**

O cabo de fibra ótica a instalar nesta sala é constituído por 4 pares de fibras, sendo que só vai ser utilizado 1 par. Colocar tubo anelar cinzento a proteger o cabo de fibra ótica. Este cabo de fibra ótica faz a ligação entre o *switch* instalado na sala 91.39 03 (C3), 91-EM-009 e a sala engenharia e terá um comprimento aproximado de 25 m. O esquema de ligação pode ser visto na Figura 5.5. As características do cabo de fibra ótica encontram-se descritas na Tabela 5.2. Os conetores a utilizar no cabo são os conetores ST (encaixe por baioneta).

### **5.1.3.5. Montagem**

É necessário aplicar os conetores RJ-45 nos cabos de categoria 6a e o mesmo para os conetores do tipo ST para o cabo de fibra ótica. Aplicar também os respetivos *patch cords*.

## **5.1.4. Material a adquirir**

De forma a implementar esta rede de comunicação é necessário adquirir o material que está descrito na Tabela 5.3. O equipamento apresentado contém a referência de uma marca específica, mas o material a comprar pode ser de outro tipo de marcas, desde que mantenham as mesmas características do equipamento indicado.

Tabela 5.3 – Lista de material a comprar

Material a comprar			
Tipo de Material	Referência	Marca Produto	Quantidade (p/unidade)
Cabo F/UTP Cat6a (bobina 500 m)	2901315	Teka	2
Conectores blindados RJ-45 Keystone FTP Cat6a (Tool-less) (50 uni. /embalagem)	2901211	Teka	2
Conectores FTP RJ-45 Macho Cat. 6a	2901744	Teka	50
Capas conectores RJ-45 Macho Cat. 6a	2901745	Teka	50
Painel FTP 24 Portas Vazio c/ Guia Posterior de Cabos 19", 1U	2901210	Teka	4
Patch Cord FTP CAT6 LSZH, 1 m	2901204	Teka	35
Painel 6 Tomadas Schuko c/ Int. 19", 1U	290695	Teka	2
Painel Organizador c/ 4 Argolas 19", 1U	2901158	Teka	2
Painel cego para rack 19 "1U	RM21	Cablematic	8
Gaveta 19" Telescópica ST 24 portas, vazia	5032	Argon	5
Bastidor Mural do tipo basculante 19" - 9U	NSYVDM9U4P	Schneider Electric	2
Cabo Monotubo Armado Metálico 8 Fibras OM3 (50/125)	2901493	Teka	120 m
Cabo Elétrico RV-K 3G2,5	12206001A	Alcobre	150 m
Tubo anelar cinzento			120 m
Esteira tipo escada 200 mm			6 m
Conectores ST	GGM STMM9	Gigamedia	55
PATCH CORD ST-ST 1 m	5111	Argon	20
Rack 19" para conversor de fibra ótica para RJ-45	R5000-17HS	Metrobility	1
Fonte alimentação para conversor fibra para RJ-45	ACPS-17HS	Metrobility	1
modulo conversor	R141	Metrobility	2
Switch industrial velocidade 1GB com 4 portas F.O e 20 portas RJ-45	SICOM3028GPT-4GX1U-4GE-4GE-4GE-4GE-XX-220AC/DCW-220AC/DCW	Kyland	3

Nota: necessário adquirir todos os suportes necessários à montagem dos bastidores

Uma vez que na rede de comunicação para os painéis de 6 kV existem já zonas com equipamento instalado, foi desenhado um pequeno *layout* com esquema da rede de fibra ótica e armários até à sala de engenharia de acordo com a Figura 5.6.

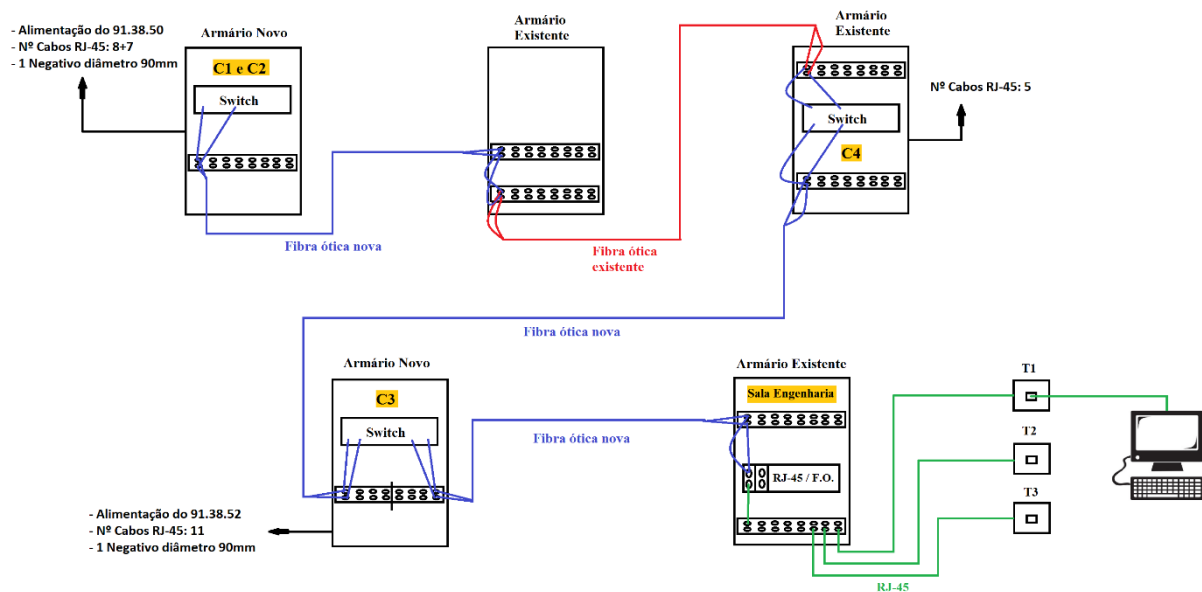


Figura 5.6 – Esquema da rede de comunicação a implementar

Para os dois novos armários a adquirir para a instalação foram selecionados bastidores de 9U, sendo a sua possível organização de acordo com a Figura 5.7.

Gaveta 19" telescópica
Switch
Painel FTP 24 Portas
Painel organizador 4 argolas
(Painel Cego rack 19")
(Painel Cego rack 19")
(Painel Cego rack 19")
(Painel Cego rack 19")
Painel 6 Tomadas

Figura 5.7 – Possível organização do bastidor de 9U

### 5.1.5. Configuração IP da rede *Ethernet*

A partir da Figura 5.8 é possível observar um esboço da rede de comunicação que liga todos os VAMPs 300 à sala de engenharia. A configuração IP irá seguir uma ordem lógica de forma a ser mais fácil de indentificar a que equipamento corresponde um determinado endereço IP. O painel de 6 kV 91.39 02 (C1) começa a sua configuração IP a partir do 10.10.10.10 até ao 10.10.10.17. O painel de 6 kV 91.39 01 (C2) começa a sua configuração IP no 10.10.10.21 até ao 10.10.10.27. O painel de 6 kV 91.39 03 (C3) começa a sua configuração IP a partir do

10.10.10.30 e termina no 10.10.10.40, enquanto que o painel de 6 kV 91.39 04 (C4) começa a sua configuração IP no 10.10.10.50 até ao 10.10.10.54. A máscara de rede fica com o endereço 250.0.0.0. Recorrendo às Tabela 5.1 e Tabela 5.2 é possível observar de forma mais permonorizada a configuração IP dos respetivos VAMPs 300.

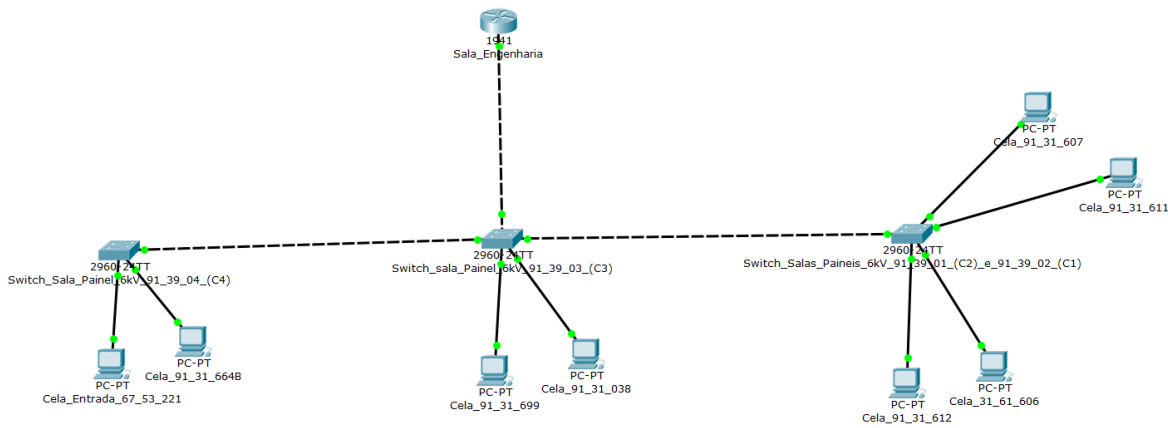


Figura 5.8 – Esquema de comunicação da rede Ethernet

Os switches vão ficar configurados com IPs desde o 10.10.10.02 ao 10.10.10.05. A Figura 5.8 é referente a um teste que foi feito através do programa *Cisco Packet Tracer* de modo a verificar se a configuração IP utilizada na rede permitia o envio de pacote de dados entre os vários dispositivos sem perda de informação. A partir dos testes realizados no programa, verificou-se que todos os dispositivos comunicavam entre si sem qualquer registo de falha ou perda de dados.

## 5.2. Programa para controlo da Symsizer

A *Symsizer* (*Syze Press*) é a zona em que o papel é submetido a uma prensa de dois rolos, sendo revestido em ambas as faces com amido aditivado, o que lhe confere características hidrofóbicas, apresentando condutividade adequada no caso desse papel ser utilizado em máquinas fotocopiadoras.

A aplicação desenvolvida e instalada num painel idêntico ao da Figura 5.9, permite ao operador da máquina de papel obter um diagnóstico mais rápido sobre possíveis falhas, que possam originar um evento indesejado que ponha em risco a continuidade do processo produtivo, reduzindo desta forma o tempo de resposta em caso de avaria.

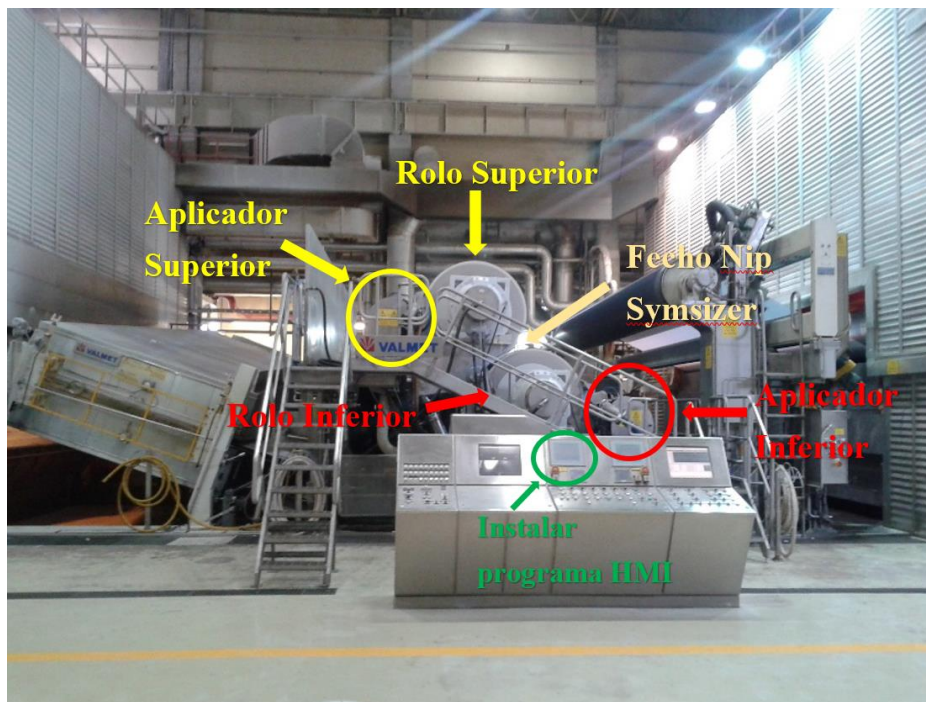


Figura 5.9 – Estação do operador na Symsizer da PM 1

Assim, foi desenvolvido um programa com várias interfaces com o operador (HMI) a partir do *software* “WinCC Flexible Advanced”. Para permitir a realização deste objetivo foi necessário efetuar um levantamento das entradas e saídas para os três modos de ação:

- Lista de sinais de *interlock* para fecho do aplicador inferior;
- Lista de sinais de *interlock* para fecho do aplicador superior;
- Lista de sinais de *interlock* para o fecho da *Symsizer*.

### 5.2.1. Lista sinais de *interlock* para o fecho do aplicador inferior

Inicialmente foi efetuado um levantamento no código usado no PLC de todas as entradas, saídas, memórias e temporizadores afetos à função “FC149” que permite o *interlock* para o fecho do aplicador inferior. É listado na Tabela 5.4 todas as entradas presentes nessa função com informação relativa ao endereçamento de memória, simbólico e descrição associada a cada entrada. As entradas apresentam informação principalmente para posições de arranque ou de rotação de várias peças do aplicador inferior e pressões ou fluxo de óleo.

Tabela 5.4 – Entradas para fecho do aplicador inferior

<b>ENTRADAS</b>		
<b>Entrada</b>	<b>Simbólico</b>	<b>Descrição</b>
I89.2	"019-I006_DP"	ET66-914724-Pilot Lamp Test - 7th Dryer Group Symsizer Panel
I120.5	"147-I001"	ET104-91CP19F-bottom roll wetting shower
I120.7	"150-I001"	ET104-91CP19F-bottom applicator to open position
I121.0	"150-I002"	ET104-91CP19F-bottom applicator to run position
I121.1	"151-I001"	ET104-91CP19F-bottom applicator rod rotation auto
I121.2	"151-I002"	ET104-91CP19F-bottom applicator rod rotation on
I124.2	"141-I002"	ET104-91CP19T-bottom walkway gate open FS+BS (0-open/1-close)
I124.7	"150-I003"	ET104-91CP19T-bottom applicator in run position
I125.0	"150-I004"	ET104-91CP19T-bottom applicator cradle in Run position
I125.1	"151-I003"	ET104-91CP19T-bottom applicator rod rotates FS
I125.2	"151-I004"	ET104-91CP19T-bottom applicator rod rotates BS
I125.3	"152-I003"	ET104-91CP19T-bottom applicator saveall in run position
I320.7	"026-I001_DP_DCS"	DP_DCS-Bottom Applicators Flow (ok to close)
I321.1	"026-I003_DP_DCS"	DP-PML<->SSL-Bottom Applicators Size Flow and Pressure (Production)

De seguida são enumerados os vários temporizadores pertencentes à função que permite o fecho do aplicador inferior. A Tabela 5.5 contém a lista dos doze temporizadores utilizados no programa. É ainda descrito para cada temporizador o seu respetivo simbólico e descrição associado a cada um deles. Os temporizadores sinalizaram uma falha depois de terminado o tempo estipulado, caso essa etapa não tenha sido atuada corretamente. Neste caso realiza um conjunto de testes, nomeadamente, identifica se a pressão hidráulica está correta, se o chuveiro que aplica o amido não funciona corretamente, se o aplicador inferior está a movimentar com algum atraso em relação a outras partes da *Symsizer*.

Tabela 5.5 – Temporizadores para fecho do aplicador inferior

<b>TEMPORIZADORES</b>		
<b>Temporizador</b>	<b>Simbólico</b>	<b>Descrição</b>
T9	"011-F201"	SYMSIZER HYDRAULIC PRESSURE ON
T519	"147-F201"	bottom roll wetting shower after break
T520	"147-F202"	bottom roll wetting shower nip close
T521	"147-F204"	bottom roll wetting shower beam close
T541	"150-F204"	bottom applicator beam turning in run delay
T542	"150-F206"	bottom applicator to run position control
T543	"150-F202"	bottom applicator beam at test position
T545	"150-F201"	bottom beam in run position, delay
T551	"151-F201"	bottom applicator rod rotates FS
T552	"151-F202"	bottom applicator rod rotates BS
T553	"151-F203"	bottom applicator rod rotation
T554	"151-F204"	bottom applicator rod rotation stopped

Novamente foi efetuado uma pesquisa na função correspondente ao fecho do aplicador inferior de todas as *Words* associadas. Em consequência desse levantamento foi criada uma lista de acordo com a Tabela 5.6 com todas as *words*, o simbólico respectivo e a sua descrição. As *words* guardam o valor em 16 bits da informação de vários aspetos da *Symsizer*, como por exemplo, a falhas de transmissores, testes de posições, rotação dos rolos superior e inferior, controlos de posição, falhas de pressão ou baixa pressão.

Tabela 5.6 – *Words* para fecho do aplicador inferior

WORDS		
Word	Simbólico	Descrição
M66.0	"027-F101"	bottom/top roll drive (1 - crawl or run)
M100.0	"F100.0"	zero
M100.1	"F100.1"	Um
M200.1	"022-F002"	bottom/top roll drive (1-run/0-stop)
M200.3	"022-F004"	bottom/top roll drive 1=zero speed
M207.0	"147-F001"	wetting shower auto control flag (bottom)
M207.1	"147-F002"	bottom roll wetting shower control
M208.3	"149-F007"	Bottom Roll Wetting shower control - Auxiliar Flag
M209.0	"149-F006"	bottom applicator lower hose loading pressure low
M209.1	"149-F005"	bottom applicator lower hose pressure transmitter fault
M210.4	"150-F009"	bottom applicator beam in test position delayed
M210.7	"150-F002"	bottom applicator run position interlocks
M211.0	"150-F001"	bottom applicator to run position control
M211.1	"150-F003"	bottom applicator turn to test position
M211.2	"150-F011"	bottom applicator beam run position request
M211.3	"150-F005"	bottom applicator beam turning
M211.4	"150-F004"	bottom applicator beam turning transmitter fault
M211.5	"150-F006"	bottom applicator beam turning pressure low
M212.0	"151-F003"	bottom applicator rod rotation stopped
M212.1	"151-F002"	bottom applicator rod rotation auto
M212.2	"151-F004"	bottom applicator rod rotation auxiliar flag
M212.3	"151-F005"	bottom applicator rod rotation manual start
M212.4	"151-F006"	bottom applicator rod rotation manual off
M255.5	"clock_1.0s"	CPU clock 1.0s

Na Tabela 5.7 são enumeradas todas as saídas que estão associadas à função que permite o fecho do aplicador inferior. É possível observar o endereço de cada saída, o simbólico e a sua descrição. As saídas contêm informação relativa ao estado do chuveiro de amido, se o aplicador inferior está em posição de abertura ou de arranque, se está em rotação automática se o sensor de luz está em falha ou não, avisos de tensão baixa.

Tabela 5.7 – Saídas para fecho do aplicador inferior

SAÍDAS		
Saída	Simbólico	Descrição
Q108.1	"147-Q001"	ET68-914723-Symsizer-Bottom Roll Wetting Shower-Water Valve Control
Q108.2	"148-Q001"	ET68-914723-Symsizer-Bottom Roll Edge Shower-Water Valve Control
Q115.0	"120-Q030"	ET70-914726-Break Automatics-Web Breaking ON Before Symsizer-Front 120Y30
Q120.4	"147-Q002"	ET104-91CP19F-bottom roll wetting shower auto
Q120.6	"150-Q004"	ET104-91CP19F-bottom applicator beam in open position
Q120.7	"150-Q005"	ET104-91CP19F-bottom applicator beam in run position
Q121.0	"151-Q003"	ET104-91CP19F-bottom applicator rod rotation ON
Q125.3	"150-Q001"	ET105-91CP19T-bottom applicator beam turning to run position
Q125.4	"150-Q002"	ET105-91CP19T-bottom and top beam open fault/voltage OFF
Q125.5	"151-Q001"	ET105-91CP19T-bottom applicator rod rotation
Q127.3	"151-Q004"	ET105-91CP19T-warning-up prevent -> low voltage supply

Concluído o levantamento efetuado anteriormente, procedeu-se à elaboração do diagrama de blocos da Figura 5.10 com as sequências de etapas que são necessárias efetuar para o fecho do aplicador inferior. Além disso é ainda indicado qual o estado de cada bit associado a cada etapa.

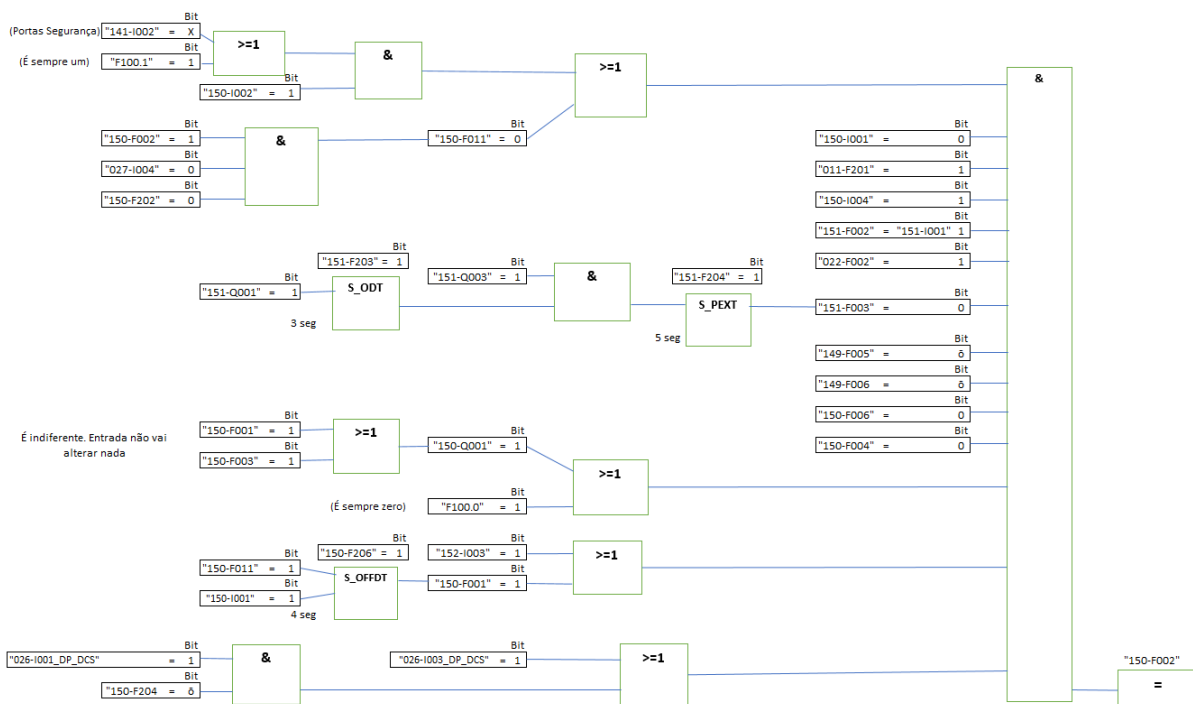


Figura 5.10 – Sequência de etapas para fecho do aplicador inferior

Assim que foi finalizado o diagrama de blocos, procedeu-se à elaboração de uma lista a fornecer aos operadores, com as indicações das etapas críticas que podem levar a um mau funcionamento da Symsizer. Para que seja possível ativar o fecho do aplicador inferior em

condições normais é necessário que todas as condições apresentem uma indicação a verde de acordo com a Figura 5.11. A partir do momento que uma destas condições falhar será sinalizado a vermelho quebra do papel (Q115.0).

<b>BOTTOM APPLICATOR RUN POSITION</b>		
ET104-91CP19F-BOTTOM APPLICATOR TO RUN POSITION	I121.0	●
ET104-91CP19F - BOTTOM APPLICATOR TO OPEN POSITION	I120.7	●
SYMSIZER HIDRAULIC PRESSURE ON	T9	●
ET104-91CP19T - BOTTOM APPLICATOR CRADLE IN RUN POSITION	I125.0	●
BOTTOM APPLICATOR ROD ROTATION AUTO	M212.1	●
BOTTOM/TOP ROLL DRIVE (1-RUN/0-STOP)	M200.1	●
ET105-91CP19T-BOTTOM APPLICATOR ROD ROTATION	Q125.5	●
ET104-91-91CP19F-BOTTOM APPLICATOR ROD ROTATION ON	Q121.0	●
BOTTOM APPLICATOR LOWER HOSE PRESSURE TRANSMITER FAULT	M209.1	●
BOTTOM APPLICATOR LOWER HOSE PRESSURE LOW	M209.0	●
BOTTOM APPLICATOR BEAM TURNING PRESSURE LOW	M211.5	●
BOTTOM APPLICATOR BEAM TURNING TRANSMITEER FAULT	M211.4	●
DP_DCS - BOTTOM APPLICATORS FLOW (OK TO CLOSE)	I320.7	●
DP_DCS - TOP BOTTOM APPLICATOR SIZE FLOW AND PRESSURE (PRODUCTION)	I321.1	●
ET104-91CP19T-BOTTOM APPLICATOR SAVEALL IN RUN POSITION	I125.3	●
<b>BOTTOM APPLICATOR RUN POSITION INTERLOCKS</b>	<b>M210.7</b>	●
QUEBRA	Q115.0	●

Figura 5.11 - Informação fornecida ao operador para ativar o fecho do aplicador inferior

A informação correspondente à Figura 5.11 é aquela que irá ser apresentada no programa de interação com os operadores da máquina de papel de forma a permitir detetar rapidamente que tipo de problema ocorreu durante o processo produtivo.

### 5.2.2. Lista sinais de *interlock* para o fecho do aplicador superior

De maneira idêntica ao subcapítulo anterior, fez-se da mesma forma o levantamento de todas as entradas, saídas, memórias e temporizadores pertencentes à função “FC150” que contém o código que permite o fecho do aplicador superior. A Tabela 5.8 contém a informação de todos os endereços das entradas com o respetivo simbólico e descrição que estão associadas a esta função. As entradas apresentam informação, principalmente, para posições de arranque ou de rotação de várias peças do aplicador inferior e pressões ou fluxo de óleo.

Tabela 5.8 – Entradas para fecho aplicador superior

<b>ENTRADAS</b>		
<b>Entrada</b>	<b>Simbólico</b>	<b>Descrição</b>
I24.7	"144-I001"	ET661-913325.6-ACS600 SYMSIZER TAIL THREADING-RUN
I89.2	"019-I006_DP"	ET66-914724-Pilot Lamp Test-7th Dryer Group Symsizer Panel
I121.7	"157-I001"	ET104-91CP19F-top roll wetting shower
I122.1	"160-I001"	ET104-91CP19F-Top applicator to open position
I122.2	"160-I002"	ET104-91CP19F-top applicator to run position
I122.3	"161-I001"	ET104-91CP19F-top applicator rod rotation auto
I122.4	"161-I002"	ET104-91CP19F-top applicator rod rotation on
I124.0	"141-I001"	ET104-91CP19T-top walkway gate open FS+BS (0-open/1-close)
I125.4	"156-I003"	ET104-91CP19T-top applicator saveall in run position
I125.5	"160-I003"	ET104-91CP19T-top applicator in run position
I125.6	"160-I004"	ET104-91CP19T-top applicator cadle in run position
I125.7	"161-I003"	ET104-91CP19T-top applicator rod rotates FS
I126.0	"161-I004"	ET104-91CP19T-Top applicator rod rotates BS
I321.0	"026-I002_DP_DCS"	DP_DCS-Top Applicators Flow (ok to close)
I321.2	"026-I004_DP_DCS"	DP_DCS-Top Applicators Size Flow and Pressure (Production)

Analisando a função “FC150” foi possível contruir a Tabela 5.9 com todos os temporizadores utilizados para o fecho do aplicador superior. Esta tabela contém o nome do temporizador, o simbólico e descrição que está associado a cada um. Os temporizadores irão sinalizar uma falha depois de terminado o tempo estipulado, caso essa condição não tenha sido atuada corretamente. Nesta situação, identifica se a pressão hidráulica está correta, se o chuveiro não funciona corretamente, se o aplicador inferior está a movimentar com algum atraso em relação a outras partes da *Symsizer*, entre outras funções.

Tabela 5.9 – Temporizadores para fecho do aplicador superior

<b>TEMPORIZADORES</b>		
<b>Temporizador</b>	<b>Simbólico</b>	<b>Descrição</b>
T9	"011-F201"	SYMSIZER HYDRAULIC PRESSURE ON
T556	"157-F201"	top roll wetting shower after break
T557	"157-F202"	top roll wetting shower nip close
T558	"157-F204"	top roll wetting shower beam close
T571	"160-F204"	top applicator beam in run position delay
T572	"160-F206"	top applicator beam to run position delay
T573	"160-F202"	top applicator beam at test position
T575	"160-F201"	top beam in run position, delay
T581	"161-F201"	top applicator rotates FS
T582	"161-F202"	top applicator rotates BS
T583	"161-F203"	top applicator rod rotation
T584	"161-F204"	top applicator rod rotates stopped

Mais uma vez, foi elaborado uma pesquisa na função “FC150” correspondente ao fecho do aplicador superior de todas as *words* internas associadas à função. Em consequência dessa listagem foi elaborada a Tabela 5.10 com todas as *words*, o seu simbólico e descrição da respectiva *word* associada. Estas guardam o valor em 16 bits da informação de vários aspetos da *Symsizer*, como por exemplo, a falhas de transmissores, testes de posições, rotação dos rolos superior e inferior, controlos de posição, falhas de pressão ou baixa pressão.

Tabela 5.10 – Words para fecho do aplicador superior

WORDS		
Word	Simbólico	Descrição
M66.0	"027-F101"	bottom/top roll drive (1 - crawl or run)
M100.0	"F100.0"	zero
M100.1	"F100.1"	Um
M200.1	"022-F002"	bottom/top roll drive (1-run/0-stop)
M200.3	"022-F004"	bottom/top roll drive 1=zero speed
M210.1	"150-F023"	top roll wetting shower control - auxiliar flag
M215.0	"157-F001"	wetting shower auto control flag (top)
M215.1	"157-F002"	top roll wetting shower control
M216.4	"159-F020"	top applicator beam in test position delayed
M217.0	"159-F006"	top applicator lower hose loading pressure low
M217.1	"159-F005"	top applicator lower hose transmitter fault
M218.4	"160-F002"	top applicator run position interlocks
M218.5	"160-F001"	bottom applicator to run position control
M218.6	"160-F003"	bottom applicator turn to test position
M218.7	"160-F011"	bottom applicator beam run position request
M219.0	"160-F005"	top applicator beam at test position
M219.1	"160-F004"	top applicator beam turning pressure transmitter fault
M219.2	"160-F006"	top applicator beam turning pressure low
M220.0	"161-F003"	top applicator rod rotation stopped
M220.1	"161-F002"	top applicator rod rotation auto
M220.2	"161-F004"	top applicator rod rotation auxiliar flag
M220.3	"161-F005"	top applicator rod rotation manual start
M220.4	"161-F006"	top applicator rod rotation manual OFF
M255.5	"clock_1.0s"	CPU clock 1.0s

Na Tabela 5.11, são enumeradas todas as saídas que estão associadas à função que permite o *interlock* para o fecho do aplicador superior, onde são possíveis observar os endereços das saídas, os simbólicos e a suas descrições. As saídas contêm informação relativa ao estado do chuveiro, se o aplicador inferior está em posição de abertura ou de arranque, se está em rotação automática se o sensor de luz está em falha ou não, avisos de tensão baixa, válvula de controlo de água, entre outras funções.

Tabela 5.11 – Saídas para fecho do aplicador superior

SAÍDAS		
Saída	Simbólico	Descrição
Q108.3	"157-Q001"	ET68-914723-Symsizer-Top Roll Wetting Shower-157-Y1 Water Valve Control
Q108.4	"158-Q001"	ET68-914723-Top Roll Edge Shower-Water Valve Control
Q115.0	"120-Q030"	ET70-914726-Break Automatics-Web Breaking ON Before Symsizer-Front 120Y30
Q121.1	"157-Q002"	ET104-91CP19F-top roll wetting Shower ON
Q121.3	"160-Q004"	ET104-91CP19F-bottom applicator beam in open position
Q121.4	"160-Q005"	ET104-91CP19F-top applicator beam turning in run position
Q121.5	"161-Q003"	ET104-91CP19F-top applicator rod rotation ON
Q126.5	"160-Q001"	ET105-91CP19T-top applicator beam turning to run position
Q126.6	"161-Q001"	ET105-91CP19T-top applicator rod rotation

Finalizado o processo relativo às listagens efetuadas que permitem o fecho do aplicador superior, procedeu-se à elaboração do diagrama de blocos da Figura 5.12 com as condições que são necessárias desenvolver para o fecho do aplicador superior. Outra informação presente é a indicação do estado de cada bit que está agregado a cada etapa.

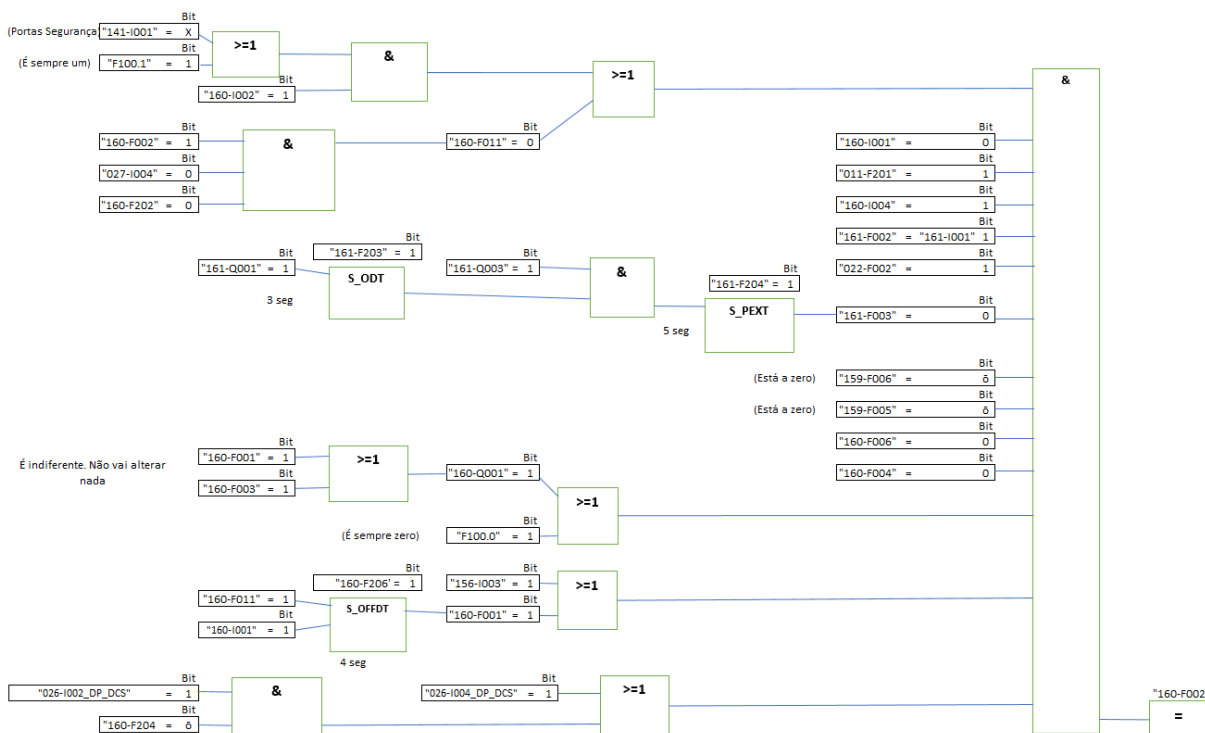


Figura 5.12 – Sequência de etapas para fecho do aplicador superior

Depois de implementado o diagrama de blocos, procedeu-se à execução de uma listagem a fornecer aos operadores, com as referências das condições críticas que podem levar a um mau desempenho e mesmo ao impedimento da produção de papel. Para que seja viável ativar o fecho do aplicador superior em condições normais é indispensável que todas as

condições apresentem uma indicação a verde de acordo com a Figura 5.13. Assim que uma destas condições falhar, esta será sinalizada a vermelho tal como a quebra do papel (Q115.0).

<b>TOP APPLICATOR RUN POSITION</b>		
ET104-91CP19F-TOP APPLICATOR TO RUN POSITION	I122.2	●
ET104-91CP19F-TOP APPLICATOR TO OPEN POSITION	I122.1	●
SYMSIZER HYDRAULIC PRESSURE ON	T9	●
ET104-91CP19T-TOP APPLICATOR CRADLE IN RUN POSITION	I125.6	●
TOP APPLICATOR ROD ROTATION AUTO	M220.1	●
BOTTOM/TOP ROLL DRIVE (1-RUN/0-STOP)	M200.1	●
ET104-91CP19F-TOP APPLICATOR ROD ROTATION ON	Q121.5	●
ET105-91CP19T-TOP APPLICATOR ROD ROTATION	Q126.6	●
TOP APPLICATOR LOWER HOSE LOADING PRESSURE LOW	M217.0	●
TOP APPLICATOR LOWER HOSE PRESSURE TRANSMITTER FAULT	M217.1	●
TOP APPLICATOR BEAM TURNING PRESSURE LOW	M219.2	●
TOP APPLICATOR BEAM TURNING PRESSURE TRANSMITTER FAULT	M219.1	●
DP_DCS-TOP APPLICATOR SIZE FLOW AND PRESSURE (PRODUCTION)	I321.2	●
DP_DCS-TOP APPLICATOR FLOW (OK TO CLOSE)	I321.0	●
ET104-91CP19T-TOP APPLICATOR SAVEALL IN RUN POSITION	I125.4	●
<b>TOP APPLICATOR RUN POSITION INTERLOCKS</b>	<b>M218.4</b>	●
QUEBRA	Q115.0	●

Figura 5.13 – Informação fornecida ao operador para ativar o fecho do aplicador superior

A informação disponibilizada na Figura 5.13 é a mesma que irá ser mostrada no painel tátil de interação com os operadores da máquina de papel, de forma a ser possível rapidamente detetar que tipo de falha ocorreu durante o processo produtivo.

### 5.2.3. Lista sinais de *interlock* para o fecho da *Symsizer*

Depois de verificado, quais as etapas para o fecho dos aplicadores superior e inferior, executou-se a mesma tarefa para a função “FC145” que viabiliza o fecho da *Symsizer*. Esta tarefa consiste na pressão a toda a largura da folha de papel (chamado de NIP) que os dois rolos (superior e inferior) exercem sobre a folha de papel permitindo assim a melhor forma de conseguir a migração do filme controlado de amido de ambos os rolos para a folha de papel. Deste modo realizou-se a listagem de entradas, saídas, memórias e temporizadores. Através da Tabela 5.12 é possível identificar todas as entradas com o endereço, o seu simbólico e a respetiva descrição. As entradas apresentam informação sobre o painel do 7º grupo da secaria, se o NIP está aberto, o estado lógico do interruptor de teste do NIP, se o fecho do NIP está pronto para funcionamento.

Tabela 5.12 – Entradas para fecho da Symsizer

ENTRADAS		
Entrada	Simbólico	Descrição
I89.2	"019-I006_DP"	ET66-914724-Pilot Lamp Test - 7th Dryer Group Symsizer Panel
I120.2	"145-I001"	ET104-91CP19F-NIP open
I120.3	"145-I002"	ET104-91CP19F-NIP Loading
I120.4	"145-I013"	ET104-91CP19F-NIP test switch
I124.6	"145-I011"	ET104-91CP19T-nip close Knowledge=1

Continuando com o levantamento de informação associada a esta função, fez-se um registo de todos os temporizadores que são utilização no código que permite o fecho da *Symsizer*. Na Tabela 5.13, são indicados os temporizadores com o seu simbólico e a descrição correspondente. Os temporizadores irão sinalizar uma falha de depois de terminado o tempo estipulado para cada temporizador, caso essa condição não tenha sido atuada corretamente. Neste caso, identifica, por exemplo, os alarmes para as pressões na *Symsizer* tanto para BS como para FS ou se a pressão hidráulica está em condições.

Tabela 5.13 – Temporizadores para fecho da Symsizer

TEMPORIZADORES		
Temporizador	Simbólico	Descrição
T9	"011-F201"	SYMSIZER HIDRAULIC PRESSURE ON
T511	"145-F208"	FS-BS pressure equal. Closed delay
T512	"145-F209"	symsizer nip close control time
T513	"145-F206"	loading controllers in auto mode
T514	"145-F202"	symsizer loading pressure alarms FS
T515	"145-F204"	symsizer loading pressure alarms BS
T516	"145-F207"	symsizer line pressure bottom FS/BS alarms
T517	"145-F205"	symsizer loading pressure not settle
T518	"145-F203"	loading pressure have settled

De novo, foi elaborado uma pesquisa na função “FC145” correspondente ao fecho da *Symsizer* de todas as *words* utilizadas nesta parte do programa. Em consequência dessa investigação, foi produzida uma lista de acordo com a Tabela 5.14 com todas as *words*, simbólico e respetiva descrição. Estas guardam o valor em 16 bits da informação de vários aspetos da *Symsizer*, como por exemplo, se NIP está aberto ou fechado, se a pressão hidráulica esta elevada ou baixa tando do lado do FS como BS, se os rolos inferior e superior então na velocidade ideal, entre outras funções.

Tabela 5.14 – Words para fecho da Symsizer

WORDS		
Word	Simbólico	Descrição
M66.0	"027-F101"	bottom/top roll drive (1 - crawl or run)
M66.1	"027-F102"	bottom/top roll drive 1=speed match
M66.3	"027-F104"	SIMSIZER NIP OPEN STATESS NIP closing and loading control
M205.0	"145-F025"	tolerche OK
M205.1	"145-F026"	tolerche OK
M205.2	"145-F027"	tolerche OK
M205.3	"145-F012"	symsizer nip doesn't close
M205.4	"145-F013"	symsizer nip closed
M205.5	"145-F003"	SS NIP closing and loading control
M205.6	"145-F011"	symsizer nip close auxiliar flag
M205.7	"145-F015"	loading pressure high FS
M206.0	"145-F016"	loading pressure transmitter fault FS
M206.1	"145-F017"	loading pressure high BS
M206.2	"145-F018"	loading pressure transmitter fault BS
M206.3	"145-F019"	line pressure difference between FS/BS
M206.4	"145-F020"	loading pressure don't settle
M255.5	"clock_1.0s"	CPU clock 1.0s

De seguida, são listadas todas as saídas que estão associadas à função “FC145” que permite fazer o *interlock* para o fecho da *Symsizer*. A partir da Tabela 5.15 é possível analisar os endereços das saídas, os simbólicos e as descrições correspondentes a cada uma das saídas. As saídas contêm informação relativamente ao estado do NIP e da *Symsizer*.

Tabela 5.15 – Saídas para fecho da Symsizer

SAÍDAS		
Saída	Simbólico	Descrição
Q115.0	"120-Q030"	ET70-914726-BREAK AUTOMATICS-WEB Breaking ON before Symsizer-Front 120Y30
Q120.2	"145-Q007"	ET104-91CP19F-nip open
Q120.3	"145-Q008"	ET104-91CP19F-nip loading
Q124.6	"145-Q001"	ET105-91CP19T-symsizer close/loading
Q124.7	"145-Q002"	ET105-91CP19T- symsizer loading

Terminada as recolhas de dados apresentadas anteriormente, procedeu-se à execução do diagrama de blocos da Figura 5.15 com todas as sequências de condições que são indispensáveis realizar permitir o *interlock* para o fecho da *Symsizer*. Além disso é ainda sinalizado qual o estado de cada bit associado a cada uma das etapas.

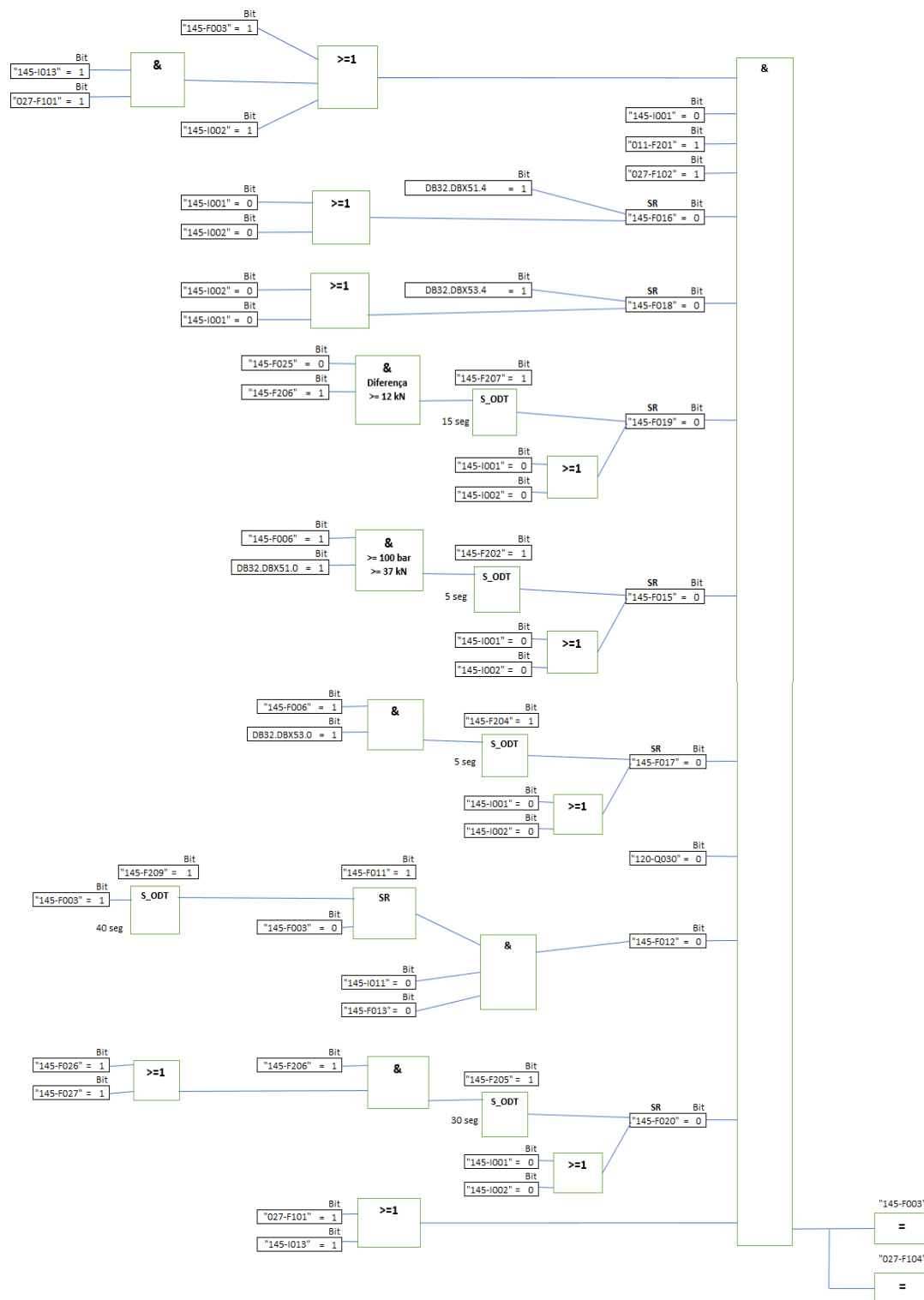


Figura 5.14 – Sequência de etapas para fecho da SymSizer

Depois de elaborado o diagrama de blocos, avançou-se com a realização de uma listagem a fornecer aos operadores, com as indicações das etapas críticas que originam a falha do fecho da *SymSizer* e, conseqüentemente, a suspensão da produção de papel. Para que seja viável ativar o fecho da *SymSizer* é imprescindível que todas os estados apresentem um sinal a verde de acordo com a Figura 5.15. Assim que um destes parâmetros falhar, será sinalizada a vermelho assim como a etapa final “SS NIP CLOSING AND LOADING CONTROL”.

<b>SYMSIZER NIP CLOSE CONTROL</b>		
ET104-91CP19F-NIP TEST SWITCH	I120.4	●
ET104-91CP19F-NIP LOADING	I120.3	●
ET104-91CP19F-NIP OPEN	I120.2	●
SYMSIZER HYDRAULIC PRESSURE ON	T9	●
BOTTOM/TOP ROLL DRIVE (1=SPEED MATCH)	M66.1	●
LOADING PRESSURE TRANSMITTER FAULT FS	M206.0	●
LOADING PRESSURE TRANSMITTER FAULT BS	M206.2	●
LINE PRESSURE DIFERENCE BETTWEEN FS/BS	M206.3	●
LOADING PRESSURE HIGH FS	M205.7	●
LOADING PRESSURE HIGH BS	M206.1	●
SYMSIZER NIP DOESN'T CLOSE	M205.3	●
QUEBRA GARRA CORTE SS	Q115.0	●
LOADING PRESSURE DON'T SETTLE	M206.4	●
BOTTOM/TOP ROLL DRIVE (1-CRAWL OR RUN)	M66.0	●
<b>SS NIP CLOSING AND LOADING CONTROL</b>	<b>M205.5</b>	●

*Figura 5.15 - Informação fornecida ao operador para ativar o fecho da Symsizer*

A lista com as etapas apresentadas na Figura 5.15 são as mesmas que vão ser mostradas num painel tátil para interação com os operadores da máquina de papel de maneira a ser rapidamente detetado que tipo de defeito ocorreu durante o processo produtivo.

#### **5.2.4. Implementação do programa**

Concluído o levantamento das entradas e saídas que permitem as condições obrigatórias para o correto funcionamento da *Symsizer*, procedeu-se à implementação do programa a aplicar no painel que contém a informação disponível aos operadores. Na Figura 5.16 é representado o layout da *Symsizer* e o seu modo de funcionamento. Ao apresentar um correto funcionamento, o equipamento na imagem fica representado a verde de acordo com a Figura 5.16.

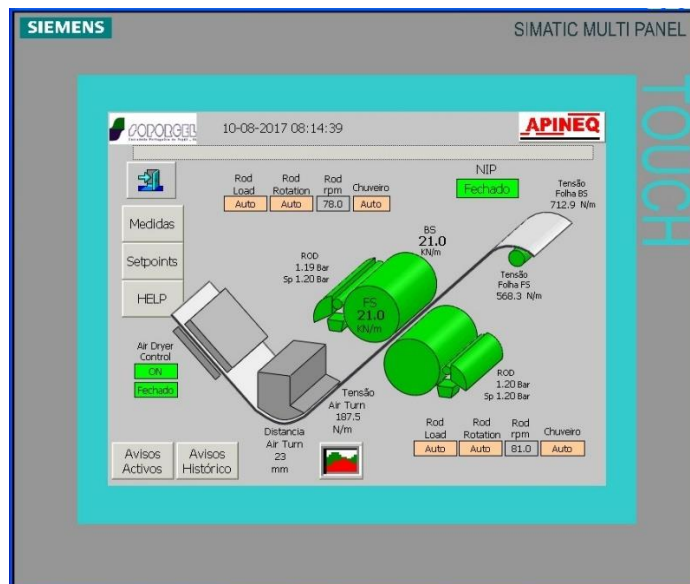


Figura 5.16 – Layout da Symsizer com a informação disponibilizada ao operador

Para aceder às páginas desenvolvidas neste trabalho, o operador tem que seleccionar a opção HELP que se encontra disponibilizada no layout da Figura 5.16. Essas páginas apresentam a lista de condições que têm que estar ativas para que a *Symsizer* possa funcionar.

As construções das páginas são geradas através do programa da Siemens “*WinCC flexible Advanced*”, como mostra a Figura 5.17. É através deste programa que é desenhado todo o layout e configurações daquilo que o utilizador pretende implementar. Neste exemplo, encontra-se seleccionada a entrada I122.1 do aplicador superior, sendo que, quando o bit estiver a ‘0’ apresenta uma cor verde e se estiver a ‘1’ apresenta uma cor vermelha. Além disso é necessário associar uma *tag* com um bloco de dados de 1 bit correspondente à lógica referente a condição que se pretende configurar. Por questões de confidencialidade não irá ser mostrado a programação lógica referente ao desenvolvimento deste trabalho.

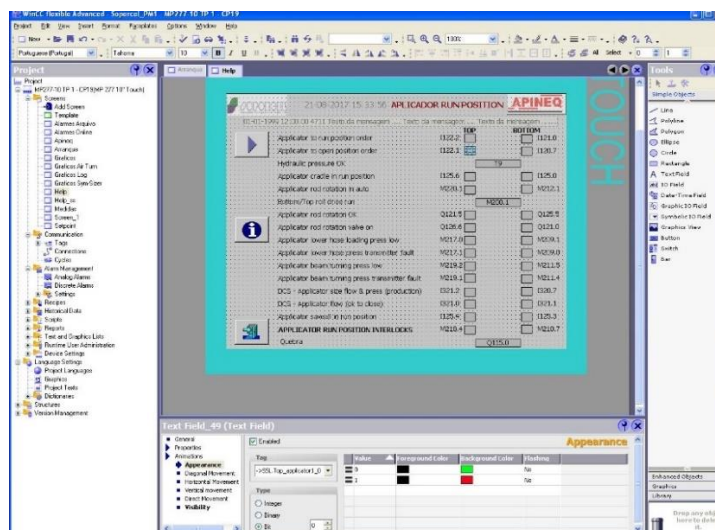


Figura 5.17 – Construção das páginas no programa “WinCC flexible Advanced”

Depois de concluído toda a construção das páginas no programa “WinCC flexible Advanced”, procedeu-se a uma simulação com valores em tempo real de forma a verificar se o trabalho foi estruturado corretamente. A partir da Figura 5.18 é possível observar como fica o layout das duas páginas desenvolvidas. Verificou-se que todas as etapas foram bem configuradas, estando todas ativas e disponíveis para apresentar o resultado final.

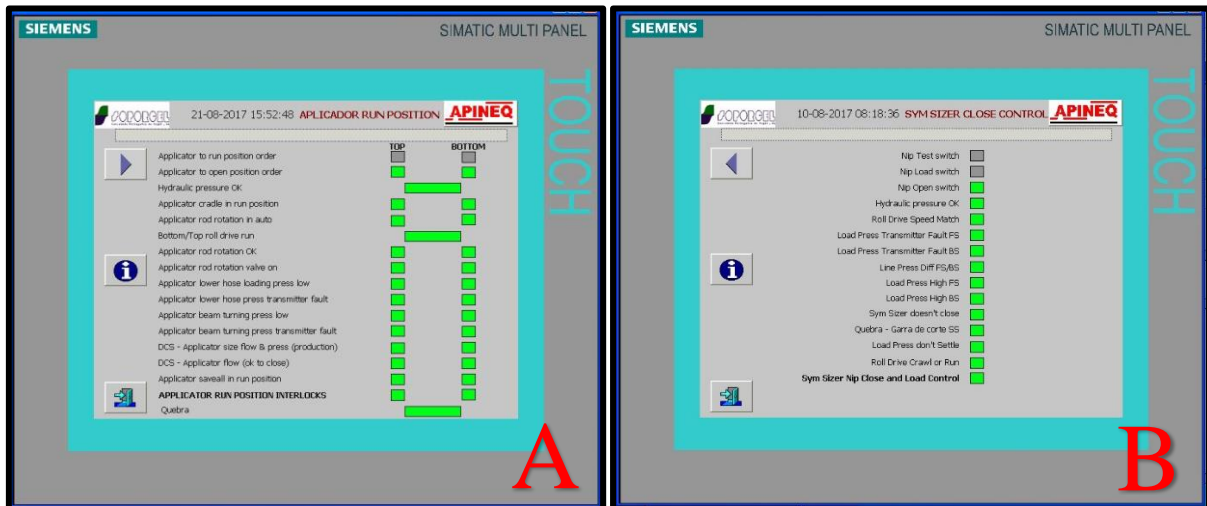


Figura 5.18 – A) Aplicadores superior e inferior da Symsizer B) Fecho da Symsizer

Uma vez que durante as simulações não foi detetado qualquer tipo de problema no programa desenvolvido, este foi transferido para a estação onde ficou disponível para o operador. O programa entrou em funcionamento no dia 23 de agosto de 2017.

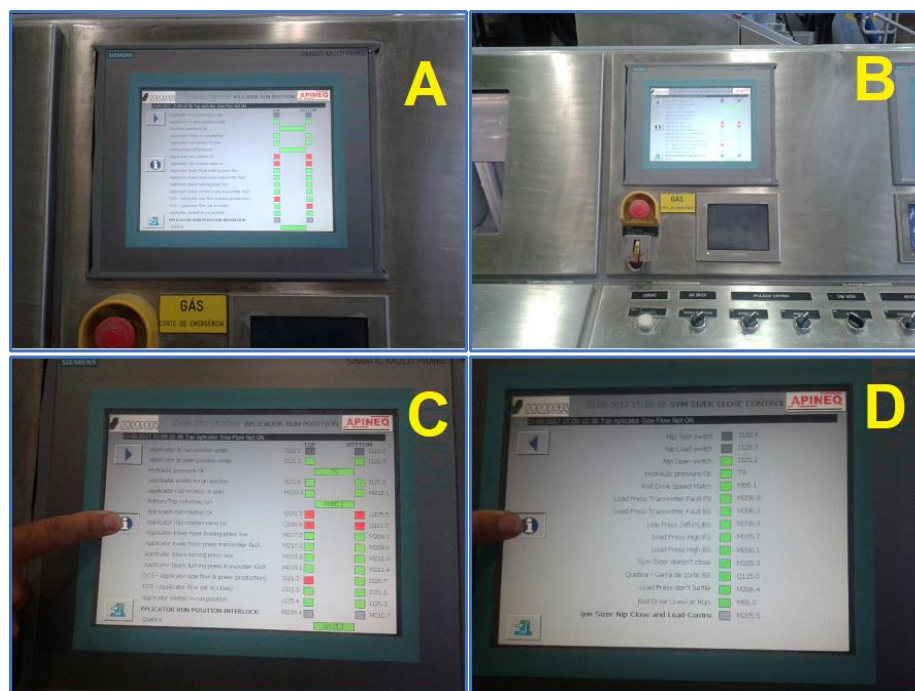


Figura 5.19 – Várias imagens das interfaces com o operador em funcionamento

### 5.3. Conclusões

Neste capítulo, foi efetuada uma descrição dos principais trabalhos desenvolvidos durante o período de estágio, pormenorizando-se a elaboração e a implementação dos mesmos.

O projeto para a implementação da rede de comunicação para os painéis de 6 kV visa dotar a instalação de uma rede *Ethernet* que possibilite ter acesso às informações de todos os relés de proteção numa sala de engenharia. Desta forma, evita-se a necessidade de efetuar deslocamentos ao terreno para verificar as condições de cada relé de proteção. Além disso, no caso de a empresa considerar que seja importante monitorizar os dados com o sistema SCADA, a rede de comunicação já se encontra instalada. De notar que a rede de comunicação *Ethernet* foi projetada tendo em conta as melhores velocidades de comunicação existentes atualmente, possibilitando, assim, que a instalação se mantenha em bom funcionamento no maior tempo possível.

O programa para o controlo da *Symsizer* tem como finalidade fornecer informação mais rigorosa sobre o estado da *Symsizer* facilitando, desta forma, o trabalho do operador, permitindo efetuar um diagnóstico da máquina quando ocorre uma falha neste local. Este trabalho foi desenvolvido a partir do *software* “*WinCC Flexible Advanced*” onde foi possível implementar todo o programa a instalar no ecrã presente na estação do operador para controlar a *Symsizer*. Esta interface com o operador já se encontra em funcionamento tendo os operadores da máquina de papel dado um bom *feedback* sobre o mesmo.

## 6. Conclusões

A oportunidade de efetuar um estágio na empresa *The Navigator Company* revelou-se bastante benéfica uma vez que permitiu ao longo destes meses obter um contato com a realidade laboral num ambiente industrial. Assim, foi possível crescer a nível profissional com todos os conhecimentos absorvidos durante o estágio.

Um dos pontos principais na realização deste estágio prendeu-se com a conversão dos painéis de 6 kV e 15 kV da PM1. Este trabalho era de dificuldade elevada, porque a conversão dos painéis não podia interferir com a normal laboração da fábrica de papel. Para isso, foi necessário proceder a um planeamento criterioso dos trabalhos a efetuar na conversão dos painéis de forma a minimizar ao máximo os riscos de perda de produção.

Os trabalhos nos painéis de 6 kV foram mais fáceis de efetuar sem interferir com a produção, uma vez que estes painéis fazem a proteção de vários motores, sendo possível atualizar um relé de proteção num dia, bastando que essa atualização acontecesse em momentos de produção de papel com gramagem mais baixa, garantindo assim que não era necessário o funcionamento do motor que se pretendia substituir o relé de proteção. Os trabalhos realizados nos painéis de 15 kV foram de maior complexidade, uma vez que, colocando o painel de 15 kV fora de serviço várias zonas da fábrica ficam sem energia. De maneira a contornar este problema, os trabalhos a realizar para a conversão dos relés de proteção foram feitos durante as paragens planeadas para manutenção da fábrica, minimizando, desta forma, o problema de colocar um painel de 15 kV fora de serviço.

Devido aos profissionais responsáveis pela elaboração e execução deste projeto foi possível proceder à conversão dos quatro painéis de 6 kV e um painel de 15 kV dentro dos prazos estabelecidos e sem colocar em risco o funcionamento das instalações elétricas.

A conversão dos relés de proteção existentes que já estavam descontinuados e poderiam colocar em causa a instalação devido à falta de equipamento de substituição, pelos relés de proteção VAMP 300F/M revelou-se ser uma mais valia para toda a instalação elétrica. Os VAMP 300F/M permitiram dotar os painéis das subestações de equipamentos de proteção com a tecnologia mais recente do mercado, equipando a instalação de proteções contra o arco elétrico, aumentando a sensibilidade da instalação contra possíveis falhas na rede e reduzindo os tempos de resposta a essas falhas. Outra das vantagens deste equipamento é a interação com o SCADA, permitindo ao utilizador ter acesso em tempo real os dados de todos os relés de proteção num único computador.

Devido a todas as funcionalidades do VAMP 300F/M, o sistema elétrico da fábrica ficou reforçado em termos de proteções contra falhas na rede. Este reforço possibilitará, no futuro, a minimização dos danos nos equipamentos ou as perdas de produção resultantes de defeitos que possam ocorrer na rede elétrica.

Este trabalho permitiu ainda adquirir conhecimentos sobre a norma IEC 61850. Esta norma de comunicação nas subestações possibilitou criar um padrão para as comunicações entre IEDs nas subestações. Possibilitou ao cliente reduzir os custos das subestações ao ser possível compatibilizar equipamentos de diferentes fabricantes. Isto só foi possível com a introdução da norma 61850 que trouxe vantagens como a interoperabilidade entre equipamentos, fácil manutenção, facilidade de implementação do sistema SCADA e uma maior flexibilidade na comunicação entre IEDs.

Para um fácil entendimento do protocolo, a norma está dividida em dez partes, sendo que cada uma delas aborda um tema. Para uma fácil interpretação de um SAS, a norma 61850 específica ainda três níveis físicos para os equipamentos, sendo eles o nível de estação, nível de *bay* e nível de processo. A norma também apresenta uma estrutura de comunicação bem definida, apresentando a possibilidade de envio de mensagem por vários protocolos de acordo com a velocidade que se pretende e o conteúdo da mensagem. Para a comunicação entre IEDs as mensagens GOOSE são as mais utilizadas devido à rápida transmissão de eventos entre IEDs numa subestação.

A norma IEC 61850 apresenta ainda uma linguagem de comunicação própria, designada de linguagem SCL. Esta linguagem, definida para descrever as configurações dos IEDs e sistemas de comunicação, permite que determinada configuração de um IED, de um determinado fabricante, possa ser compatível com a de outro fabricante. A linguagem SCL é constituída por quatro ficheiros de acordo com as configurações que se pretendem fazer no SAS. Estes ficheiros são o .ICD, o .SSD, o .SCD e o .SID.

Outro trabalho desenvolvido ao longo do estágio foi a criação de uma interface gráfica sobre o estado da *Symsizer*. Esta é a zona em que o papel é submetido a uma prensa de dois rolos, sendo revestido em ambas as faces com amido aditivado, o que lhe confere características hidrofóbicas e se se aplicar, com a condutividade adequada para o caso desse papel ser usado em máquinas fotocopiadoras. A instalação deste programa possibilitou dotar os operadores da PM1 de uma nova ferramenta que facilita o diagnóstico da avaria que acontece na *Symsizer* e assim reduzir o tempo de perda de produção ao resolver o problema mais rapidamente logo que é detetado. Antes de se desenvolver o programa propriamente dito, foi necessário fazer um levantamento de todas as entradas, saídas e temporizadores que eram ativados nesta parte da PM1. Para isso, foi necessário efetuar uma lista de sinais de *interlock* para fecho do aplicador inferior, para fecho do aplicador superior e para o fecho da *Symsizer*. Só depois de concluído o levantamento desses dados foi possível proceder à execução deste programa. Concluído todo este processo, instalou-se o programa na estação do operador, estando já em funcionamento com sucesso.

---

## 6.1. Propostas de trabalhos futuros

Os trabalhos de conversão dos painéis de 6 kV apenas foram realizados na fábrica de papel trazendo bastantes benefícios à rede elétrica nessa zona. Uma proposta de trabalho futuro seria alargar este projeto ao restante complexo industrial que inclui para além da fábrica de papel, a fábrica de pasta e recuperação de energia. Alargando estas melhorias a toda a rede elétrica do complexo industrial da Figueira da Foz, permitiria alcançar uma maior robustez em termos de segurança na rede elétrica o que só traria benefícios, uma vez que existe uma quantidade elevada de equipamentos e tecnologias diferentes instalados na rede que poderiam beneficiar com estas melhorias.

Um outro trabalho que poderia ser desenvolvido no futuro seria fazer um levantamento dos motores que apresentam um rendimento mais baixo substituindo-os por motores de alto rendimento. Esta é uma área onde seria possível melhorar a eficiência energética do complexo industrial uma vez que devido as grandes dimensões da fábrica e ao facto de existirem muitos motores instalados, esta medida poderia trazer benefícios a curto prazo, tais como a redução de custos, aumento da produtividade e redução de emissão de CO<sub>2</sub> devido à redução do consumo energético.



---

## Referências Bibliográficas

- Charles M. Adrah, S. B. (2017). Fusion Networking Technology for IEC 61850 Inter Substation Communication. *2017 IEEE International Conference on Smart Grid and Smart Cities* (p. 153). Singapura: IEEE. Obtido em 26 de setembro de 2017, de <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8038567>
- Colombo Energy | The Navigator Company. (2017). *Colombo Energy | The Navigator Company*. Obtido em 22 de março de 2017, de The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Institucional/Colombo-Energy>
- Complexo Figueira da Foz | The Navigator Company. (2017). *Institucional/A-Nossa-Actividade/Figueira-da-Foz*. Obtido em 1 de março de 2017, de Web Site de The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Institucional/A-Nossa-Actividade/Figueira-da-Foz>
- Comunicados | The Navigator Company. (31 de janeiro de 2018). *The Navigator Company constrói segunda central fotovoltaica*. Obtido em 29 de abril de 2018, de The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/content/download/5985/97933/version/6/file/20180111+PR+Central+Fotovoltaica+Espirra.pdf>
- Confederation of Paper Industries. (7 de julho de 2016). *Papermaking Process*. Obtido em 8 de dezembro de 2017, de Confederation of Paper Industries: <http://www.paper.org.uk/information/process/machine.html>
- Delgado, M. (2011). Protecção das rede eléctricas de distribuição, transporte e interligação. Em M. Delgado, *Protecção das rede eléctricas de distribuição, transporte e interligação* (p. 24). Publindústria.
- Duailibe, P. (novembro de 1999). *Consultoria para Uso Eficiente de Energia*. Obtido em 30 de novembro de 2017, de Universidade Federal Fluminense: <http://www.uff.br/lev/downloads/apostilas/SE.pdf>
- Energia | The Navigator Company. (2017). *Sustentabilidade/Energia*. Obtido em 20 de março de 2017, de The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Sustentabilidade/Energia>
- Garzon, R. D. (1997). High Voltage Circuit Breakers. Em R. D. Garzon, *High Voltage Circuit Breakers: Design and Applications* (p. 149). Marcel Dekker, Inc.
- História | The Navigator Company. (2017). *Institucional/Historia*. Obtido em 20 de março de 2017, de The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Institucional/Historia>
- IEC. (2003). *IEC 61850: Power Utility Automation*. Obtido em 27 de setembro de 2017, de International Electrotechnical Commission: <http://www.iec.ch/smartgrid/standards/>

- IEC 61850-5. (24 de julho de 2003). *Communication networks and systems in substations - Part 5: Communication requirements for functions and device models*. Obtido em 30 de maio de 2017, de International Electrotechnical Commission: <https://webstore.iec.ch/publication/20075>
- IEC 61850-6. (17 de dezembro de 2009). *Communication networks and systems for power utility automation - Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs*. Obtido em 9 de maio de 2018, de IEC: <https://webstore.iec.ch/publication/6013>
- IEC 61850-7. (12 de maio de 2003). *Communication networks and systems in substations - Part 7-3: Basic communication structure for substation and feeder equipment - Common data classes*. Obtido em 8 de maio de 2018, de International Electrotechnical Commission: <https://webstore.iec.ch/publication/20079>
- IEC 61850-8-1. (25 de maio de 2004). *Communication networks and systems in substations - Part 8-1: Specific Communication Service Mapping (SCSM) - Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3*. Obtido em 30 de maio de 2017, de International Electrotechnical Commission: <https://webstore.iec.ch/publication/20082>
- Logotipos. (março de 2017). *Multimedia - Logotipos*. Obtido em 13 de março de 2017, de The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Media/Multimedia/Institucional/Logotipos>
- Portucel-Mocambique. (20 de março de 2017). *Portucel Moçambique | The Navigator Company*. Obtido de Web Site Portucel Moçambique: <http://www.portucelmocambique.com/Portucel-Mocambique>
- Protecção da Floresta | The Navigator Company. (2017). *Sustentabilidade/Floresta-Sustentavel/Proteccao-da-Floresta*. Obtido em 15 de novembro, de The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Sustentabilidade/Floresta-Sustentavel/Proteccao-da-Floresta>
- Relatório de Sustentabilidade 2014/2015. (2016). *Relatório de Sustentabilidade 2014/2015*. Obtido em 20 de março de 2017, de The Navigator Company: [http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo\\_site/storage/original/application/6e27db4cab09920dca9b67d91f1ddade.pdf](http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo_site/storage/original/application/6e27db4cab09920dca9b67d91f1ddade.pdf)
- Relatório e Contas 2015. (11 de abril de 2016). *Relatório e Contas 2015*. Obtido em 20 de março de 2017, de The Navigator Company: [http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo\\_site/storage/original/application/4df6c301fee91b712d53f8027a2dd134.pdf](http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo_site/storage/original/application/4df6c301fee91b712d53f8027a2dd134.pdf)
- René Smeets, L. v. (2014). *Switching in Electrical Transmission and Distribution Systems*. John Wiley & Sons, Ltd. Obtido em 11 de maio de 2018
- Resultados do ano 2016. (9 de fevereiro de 2017). *Resultados do ano 2016*. Obtido em 21 de março de 2017, de The Navigator Company: [http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo\\_site/storage/original/application/3ac30d1ec9f108bb54904f7b390432b0.pdf](http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo_site/storage/original/application/3ac30d1ec9f108bb54904f7b390432b0.pdf)

- 
- Schneider Electric. (27 de setembro de 2011). *Distribuição Média Tensão Solução Modular em SF6 Gama SM6 36 kV*. Obtido em 30 de novembro de 2017, de Schneider Electric: [http://rolearmais.pt/ficheiros\\_produtos/SM6\\_36KV.pdf](http://rolearmais.pt/ficheiros_produtos/SM6_36KV.pdf)
- Silva, C. C. (2003). SISTEMA DE VEICULOS DE ORIENTAÇÃO POR LASER INSERIDOS NO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DE PAPEL DA FÁBRICA DA SOPORCEL. *3º Festival Nacional de Robótica - ROBOTICA2003*, (p. 1). Lisboa. Obtido em 30 de agosto de 2017, de <http://robotica2003.ist.utl.pt/main/Docs/Papers/ROB03-S3-2.pdf>
- thenavigatorcompany. (8 de fevereiro de 2016). *Comunicados/The Navigator Company*. Obtido em 28 de abril de 2018, de The Navigator Company: [http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo\\_site/storage/original/application/0a0f30f8b24141d7dcf1235bf7726260.pdf](http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo_site/storage/original/application/0a0f30f8b24141d7dcf1235bf7726260.pdf)
- TheNavigatorCompany. (2017). *The Navigator Company*. Obtido em 2 de março de 2017, de Web Site de The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Institucional/A-Nossa-Actividade/Figueira-da-Foz>
- Viveiros | The Navigator Company. (2017). *Sustentabilidade/Floresta-Sustentavel/Viveiros*. Obtido em 15 de novembro de 2017, de The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Sustentabilidade/Floresta-Sustentavel/Viveiros>
- WEG. (6 de fevereiro de 2017). *Disjuntor a Vácuo Média Tensão VBW*. Obtido em 30 de novembro de 2017, de weg: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-disjuntor-a-vacu-de-media-tensao-vbw-50039960-catalogo-portugues-br.pdf>



## **ANEXOS**



## Anexo 1 – Tabela com funções proteção de motor e alimentação do VAMP 300F/M



Protection	C=3L+4U+2Io (5+1A) D=3L+4U+2Io (1+0.2A)	
	Feeder	Motor
Arc protection (option)		
Phase overcurrent (50/51)		
Directional phase overcurrent (67)		
Line differential (87L)		
Distance (21)		
Cold load pick-up		
Thermal overload (49)		
Earth fault (50N/51N)		
Directional earth fault (67N)		
Intermittent earth fault (67N-IEF)		
Undervoltage (27)		
Overvoltage (59)		
Neutral voltage (59N)		
Phase undercurrent (37)		
Unbalance (46)		
Phase sequence (47)		
Directional power (32)		
Excessive starts (48)		
Successive starts (66)		
Locked rotor (51LR) , by application		
Stall protection 48		
Magnetising inrush (68F2)		
Over excitation 68F5		
Frequency (81H/81L)		
Synchrocheck (25)		
Rate of change of frequency (81R)		
Capacitor bank unbalance 46C		
Capacitor overvoltage		
Recloser (79)		
Breaker failure (50BF)		
Programmable stage 1-8 (99)		



**Anexo 2 – Painel 91.39 01 (C2), esquemas elétricos da Cella B,  
91.31 607**




A		B		C		D																																																																																	
All technical information contained in this document is the exclusive property of SCHNEIDER ELECTRIC. It and may neither be used, nor disclosed without the prior written consent. Only those drawings and drawings permitted after order loading are binding for execution. All drawings shown in this document are in metric position, shown out, with operating mechanisms disengaged and all power normal off.				Este documento contém informações técnicas de natureza exclusiva da SCHNEIDER ELECTRIC. Ele e não poderá ser utilizado ou divulgado a terceiros sem a sua expressa autorização. Somente as desenhos e desenhos permitidos após a carga de ordem são obrigatórios para execução. Todos os desenhos apresentados neste documento estão em posição métrica - exceto - todos os testes desativados.																																																																																			
1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																
9	10	11																																																																																					
1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Proj. / Date</th> <th style="width: 10%;">Descrição / Description</th> <th style="width: 10%;">Proj. / Date</th> <th style="width: 10%;">Descrição / Description</th> <th style="width: 10%;">Proj. / Date</th> <th style="width: 10%;">Descrição / Description</th> <th style="width: 10%;">Proj. / Date</th> <th style="width: 10%;">Descrição / Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>0122207 / Cabeçalho Contador /As-built</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>JCO</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>JCO</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>JCO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>0122207 / Pré-ensaios /Pre-test</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> <td style="text-align: center;">7</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">8</td> <td></td> <td style="text-align: center;">8</td> <td></td> <td style="text-align: center;">8</td> <td></td> <td style="text-align: center;">8</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td> <td></td> <td style="text-align: center;">9</td> <td></td> <td style="text-align: center;">9</td> <td></td> <td style="text-align: center;">9</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Proj. / Date	Descrição / Description	Proj. / Date	Descrição / Description	Proj. / Date	Descrição / Description	Proj. / Date	Descrição / Description	1	0122207 / Cabeçalho Contador /As-built	1	JCO	1	JCO	1	JCO	2	0122207 / Pré-ensaios /Pre-test	2		2		2		3		3		3		3		4		4		4		4		5		5		5		5		6		6		6		6		7		7		7		7		8		8		8		8		9		9		9		9	
Proj. / Date	Descrição / Description	Proj. / Date	Descrição / Description	Proj. / Date	Descrição / Description	Proj. / Date	Descrição / Description																																																																																
1	0122207 / Cabeçalho Contador /As-built	1	JCO	1	JCO	1	JCO																																																																																
2	0122207 / Pré-ensaios /Pre-test	2		2		2																																																																																	
3		3		3		3																																																																																	
4		4		4		4																																																																																	
5		5		5		5																																																																																	
6		6		6		6																																																																																	
7		7		7		7																																																																																	
8		8		8		8																																																																																	
9		9		9		9																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">                 Escala                  - / - - -                  SAT             </td> <td style="width: 20%; text-align: center;"> </td> <td style="width: 20%; text-align: center;">                 www.schneiderelectric.pt                  300341798             </td> <td style="width: 20%; text-align: center;">                 QUADRO PM1_913901                  S0PORCEL                  Folha de Rosto                  9131607             </td> <td style="width: 20%; text-align: center;"> </td> <td style="width: 20%; text-align: center;">                 SCHNEIDER ELECTRIC PORTUGAL                  9131607             </td> </tr> </table>								Escala - / - - - SAT		www.schneiderelectric.pt 300341798	QUADRO PM1_913901 S0PORCEL Folha de Rosto 9131607		SCHNEIDER ELECTRIC PORTUGAL 9131607																																																																										
Escala - / - - - SAT		www.schneiderelectric.pt 300341798	QUADRO PM1_913901 S0PORCEL Folha de Rosto 9131607		SCHNEIDER ELECTRIC PORTUGAL 9131607																																																																																		
Formatos: Original: A4 (210x297) - Escala: 1/16 Original: A3 (297x420) - Escala: 1/16																																																																																							

		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
		FOLHA Nº		DESIGNAÇÃO		REVISÃO						NOTAS											
	1/16																						
	2/16																						
	3/16																						
	4/16																						
	5/16																						
	6/16																						
	7/16																						
	8/16																						
	9/16																						
	10/16																						
	11/16																						
	12/16																						
	13/16																						
	14/16																						
	15/16																						
	16/16																						
													<p>1. AS CABLAGENS SERÃO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AZUL CLARO - CONDUTOR NEUTRO</li> <li>- VERMELHO - CIRCUITO CORRENTES</li> <li>- VERDE/AMARELO - CONDUTOR TERRA</li> <li>- PRETO - RESTANTES CONDUTORES</li> </ul> <p>2. SECCÕES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 mm<sup>2</sup> - CONDUTORES GERAIS AO LONGO DO QUADRO</li> <li>- 2,5 mm<sup>2</sup> - CIRCUITO CORRENTES</li> <li>- 1,5 mm<sup>2</sup> - RESTANTES CIRCUITOS</li> </ul> <p>3. SIMBOLOGIA PARA BORNES</p> <p> - BORNES SECCIONÁVEIS</p> <p> - BORNES DE PASSAGEM</p> <p>4. ALIMENTAÇÕES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- X1:1-2 - 110 VCA (CORRENTE ALTERNADA); COMANDO E SINUALIZAÇÃO</li> <li>- X1:3-4 - 110 VCA (CORRENTE ALTERNADA); FORÇA MOTRIZ</li> <li>- X1:5-6 - 110 VCC (CORRENTE CONTÍNUA); ALIMENTAÇÃO CONVERSORES E PROTEÇÕES</li> <li>- X1:7-8 - 230 VCA (CORRENTE ALTERNADA); RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO</li> </ul>										

<p>Atenção: Este documento contém informações de propriedade intelectual da Schneider Electric e não podem ser utilizadas ou reproduzidas sem o seu consentimento. Qualquer uso não autorizado pode resultar em sanções legais. Toute utilisation non autorisée de ce document est formellement interdite. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de la Schneider Electric est formellement interdite. Toute utilisation non autorisée sans la permission écrite de la Schneider Electric est formellement interdite.</p>					
1	Manuário Confirmar Comando				
2	Manuário Primeiro Esboço				
3	Modificação				
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

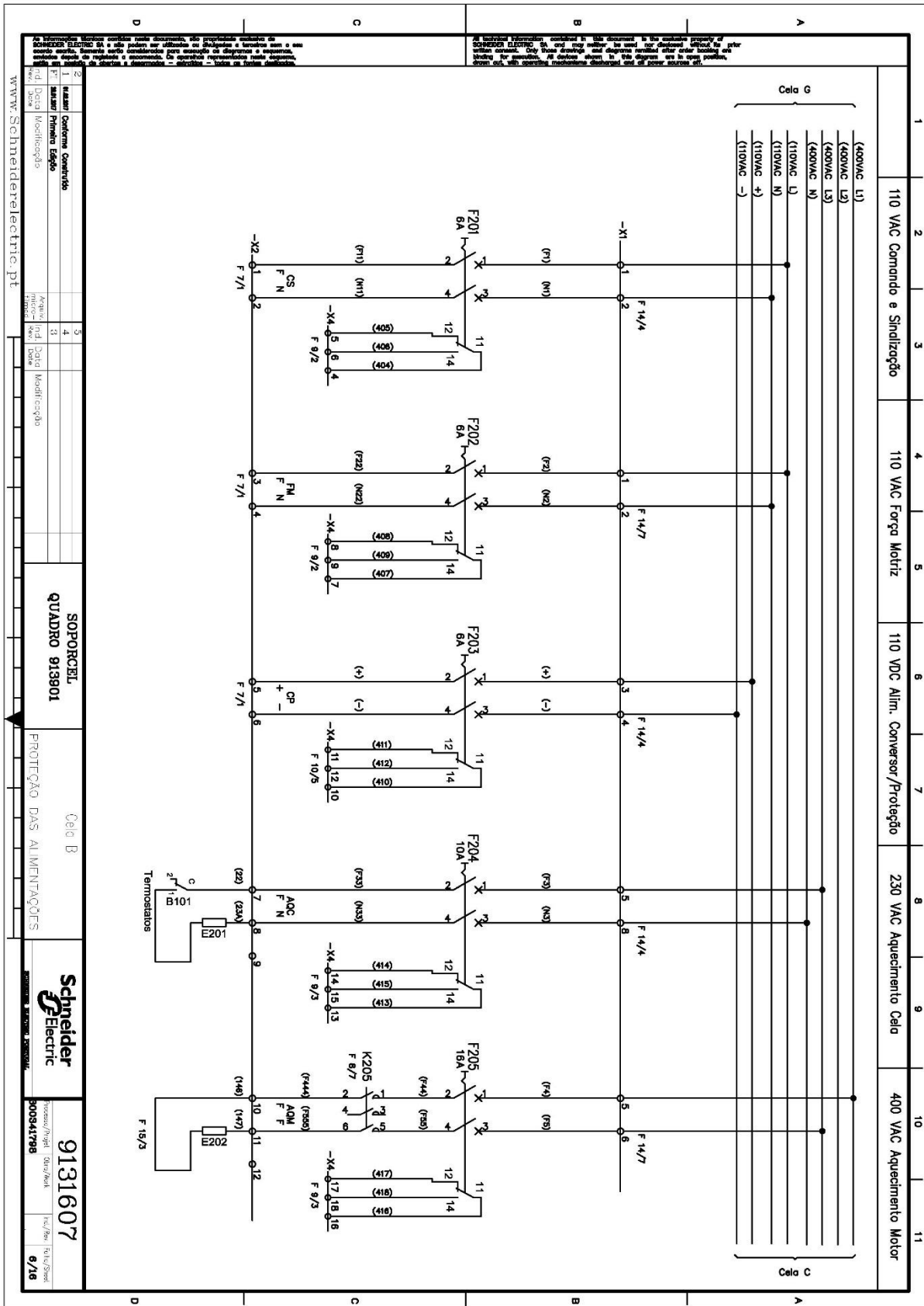
  

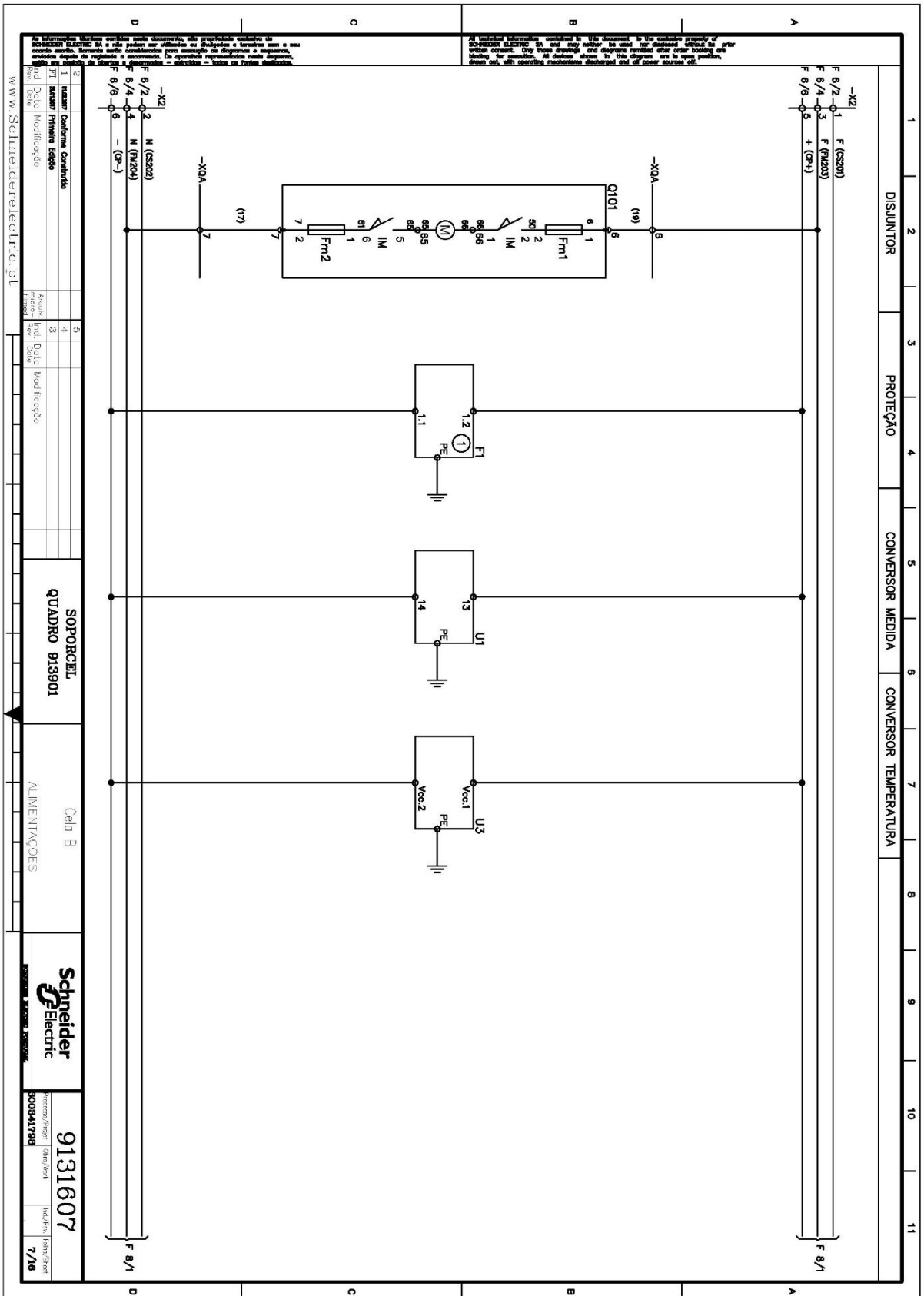
<p>www.SchneiderElectric.pt</p>	
<p>SOPORCEL QUADRO 913901</p>	
<p>Cella B</p>	
<p>INDICE GERAL E NOTAS</p>	
	
<p>9131607</p>	
<p>300341798</p>	<p>1</p>
<p>2/16</p>	<p>1</p>











1	Atualizar	Confirmar	Cancelar
2	Atualizar	Confirmar	Cancelar
3	Atualizar	Confirmar	Cancelar
4	Atualizar	Confirmar	Cancelar
5	Atualizar	Confirmar	Cancelar
6	Atualizar	Confirmar	Cancelar
7	Atualizar	Confirmar	Cancelar
8	Atualizar	Confirmar	Cancelar
9	Atualizar	Confirmar	Cancelar
10	Atualizar	Confirmar	Cancelar
11	Atualizar	Confirmar	Cancelar

www.SchneiderElectric.pt

SOPORCEL QUADRO 913901

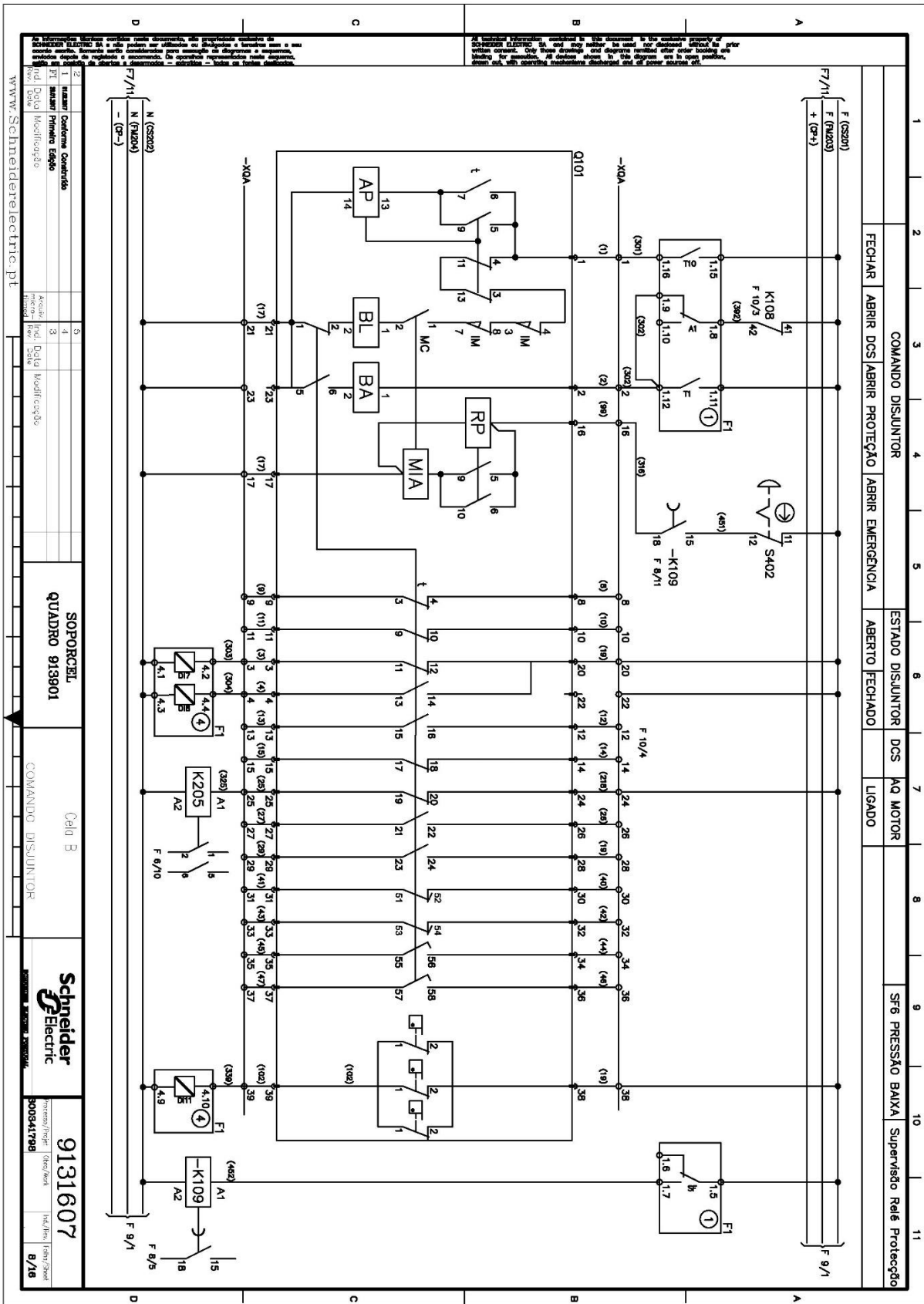
Cela 3 ALIMENTAÇÕES

Schneider Electric

9131607

300941798

17/18



Atenção: Este diagrama contém informações confidenciais. Não deve ser reproduzido, copiado ou divulgado sem a autorização expressa da Schneider Electric. Este diagrama não deve ser usado para fins de diagnóstico ou reparação. Somente o pessoal autorizado deve ser permitido para acessar o diagrama e o equipamento. Qualquer alteração de configuração ou conexão deve ser aprovada e registrada. A operação incorreta pode causar danos pessoais, danos ao equipamento e interrupção de serviços. Todos os fusíveis devem ser substituídos imediatamente após a troca.

1	usuário	Confirmar	Comentário
2	Proj.	Atualizar	Primeiro Esboço
3	Revisão	Revisão	Modificação
4	Assinatura	Assinatura	Assinatura
5	Assinatura	Assinatura	Assinatura

1	usuário	Confirmar	Comentário
2	Proj.	Atualizar	Primeiro Esboço
3	Revisão	Revisão	Modificação
4	Assinatura	Assinatura	Assinatura
5	Assinatura	Assinatura	Assinatura

1	usuário	Confirmar	Comentário
2	Proj.	Atualizar	Primeiro Esboço
3	Revisão	Revisão	Modificação
4	Assinatura	Assinatura	Assinatura
5	Assinatura	Assinatura	Assinatura

1	usuário	Confirmar	Comentário
2	Proj.	Atualizar	Primeiro Esboço
3	Revisão	Revisão	Modificação
4	Assinatura	Assinatura	Assinatura
5	Assinatura	Assinatura	Assinatura

1	usuário	Confirmar	Comentário
2	Proj.	Atualizar	Primeiro Esboço
3	Revisão	Revisão	Modificação
4	Assinatura	Assinatura	Assinatura
5	Assinatura	Assinatura	Assinatura

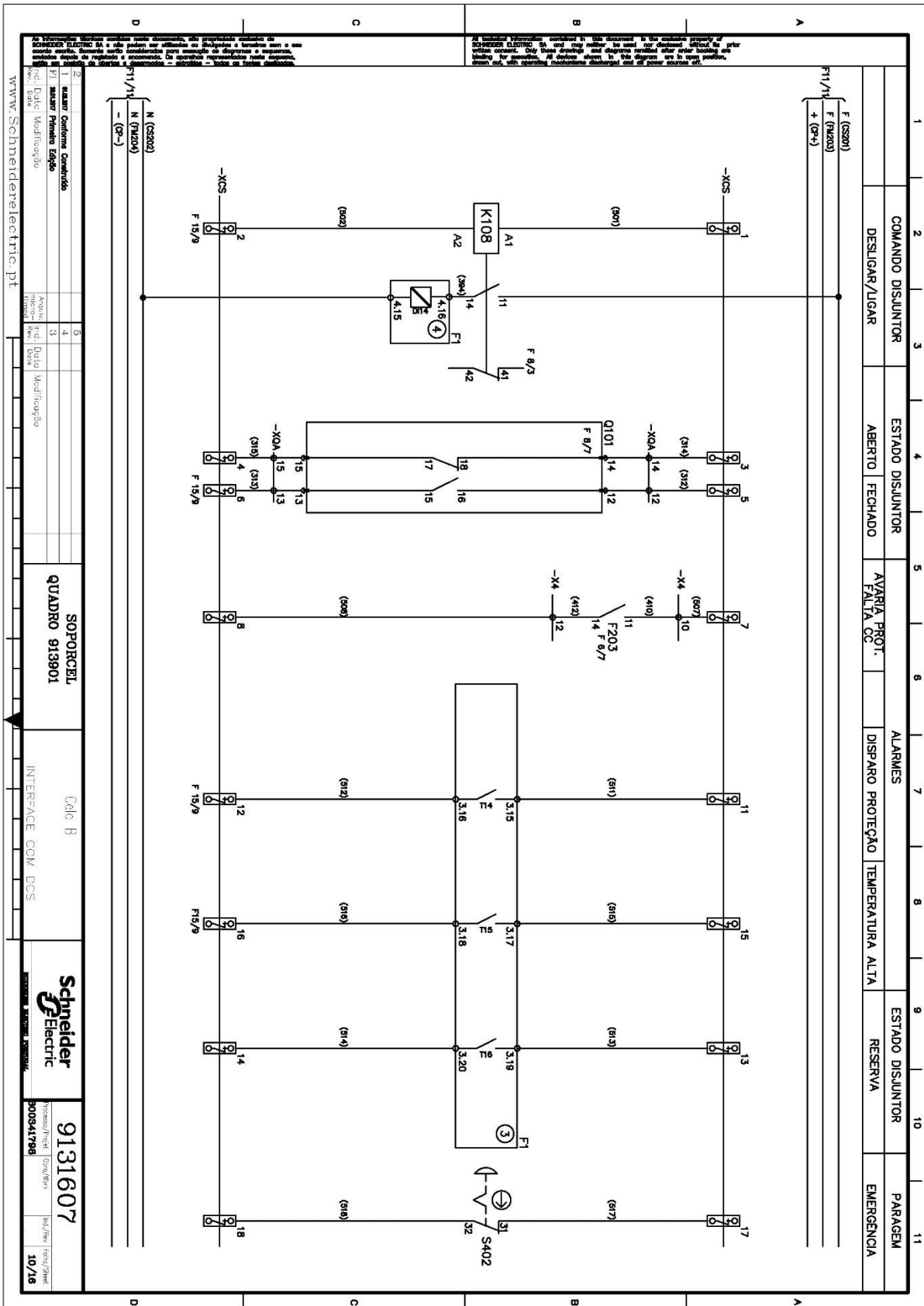
1	usuário	Confirmar	Comentário
2	Proj.	Atualizar	Primeiro Esboço
3	Revisão	Revisão	Modificação
4	Assinatura	Assinatura	Assinatura
5	Assinatura	Assinatura	Assinatura

1	usuário	Confirmar	Comentário
2	Proj.	Atualizar	Primeiro Esboço
3	Revisão	Revisão	Modificação
4	Assinatura	Assinatura	Assinatura
5	Assinatura	Assinatura	Assinatura

1	usuário	Confirmar	Comentário
2	Proj.	Atualizar	Primeiro Esboço
3	Revisão	Revisão	Modificação
4	Assinatura	Assinatura	Assinatura
5	Assinatura	Assinatura	Assinatura

1	usuário	Confirmar	Comentário
2	Proj.	Atualizar	Primeiro Esboço
3	Revisão	Revisão	Modificação
4	Assinatura	Assinatura	Assinatura
5	Assinatura	Assinatura	Assinatura





Reservados todos os direitos. É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem autorização expressa da Schneider Electric. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de la Schneider Electric est formellement interdite. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de la Schneider Electric est formellement interdite. All rights reserved. No part of this document may be reproduced or transmitted in any form or by any means electronic or mechanical, including photocopying and recording, or by any information storage or retrieval system, without permission in writing from Schneider Electric. All rights reserved. No part of this document may be reproduced or transmitted in any form or by any means electronic or mechanical, including photocopying and recording, or by any information storage or retrieval system, without permission in writing from Schneider Electric.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

COMANDO DISJUNTOR	ESTADO DISJUNTOR	ALARMES	ESTADO DISJUNTOR	PARAGEM
DESLIGAR/LIGAR	ABERTO	AVARIA PROT. FALTA CC	RESERVA	EMERGENCIA
	FECHADO	DISPARO PROTEÇÃO TEMPERATURA ALTA		

11/14 N (S202) N (F203) - (C2-)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

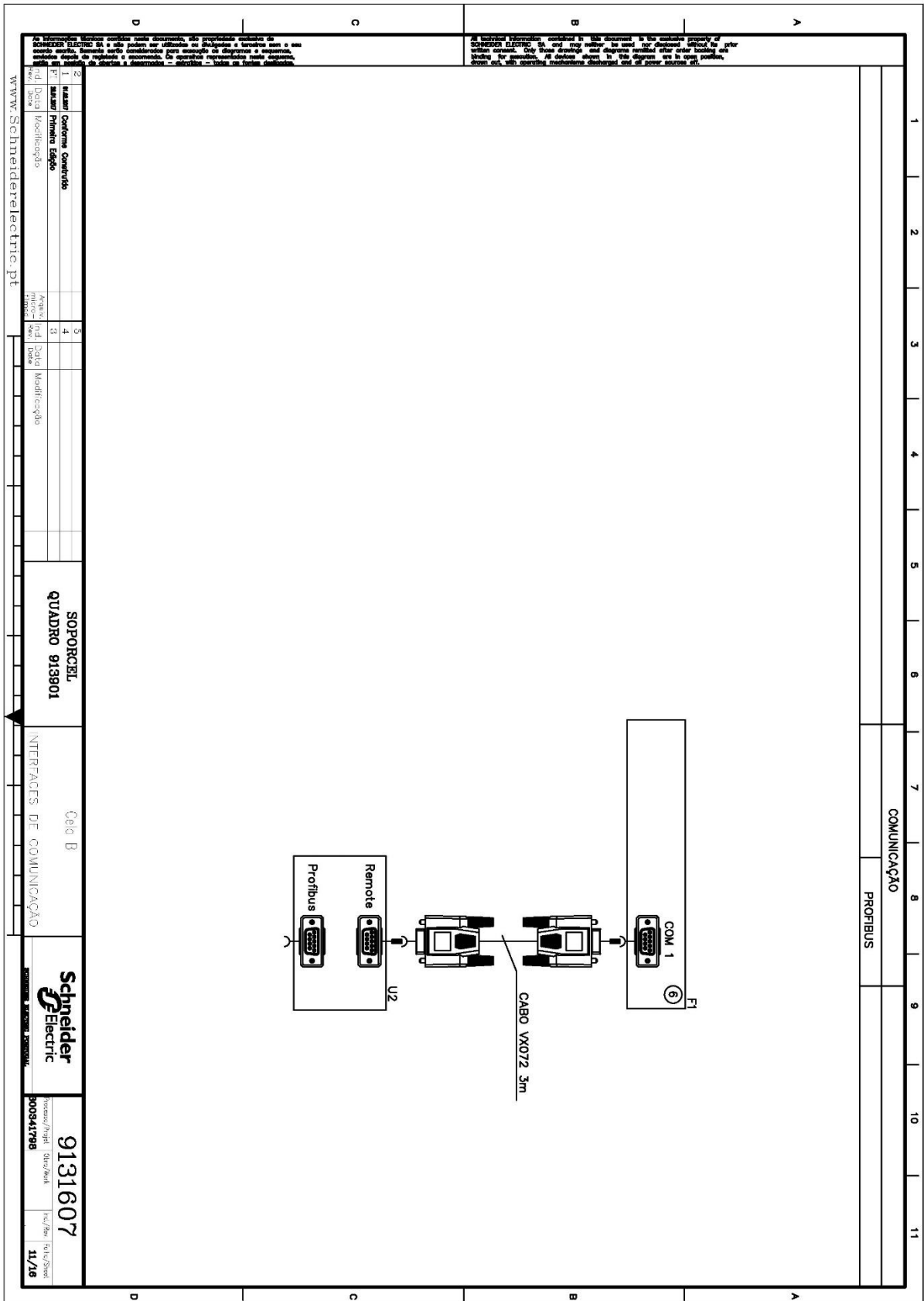
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

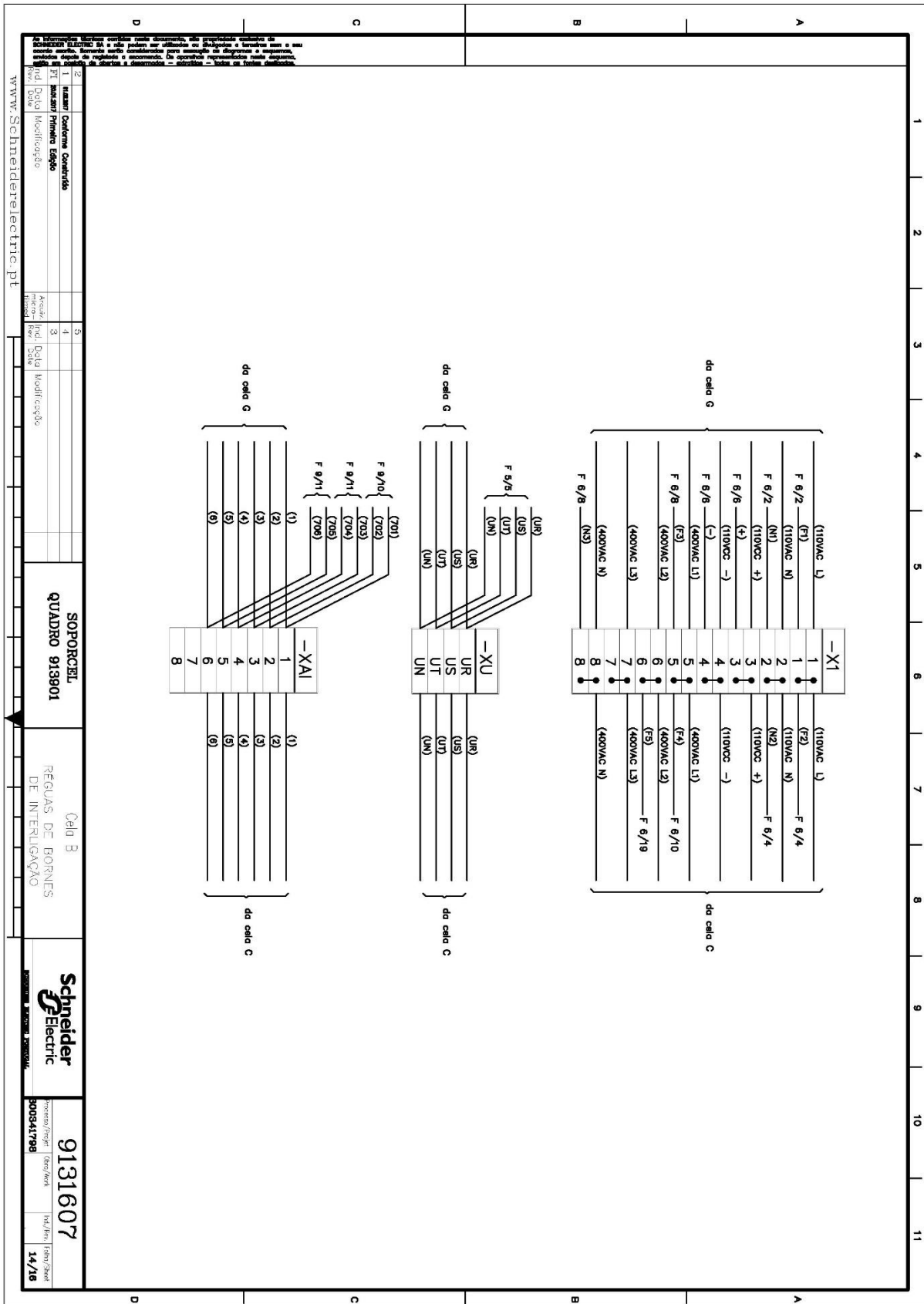
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

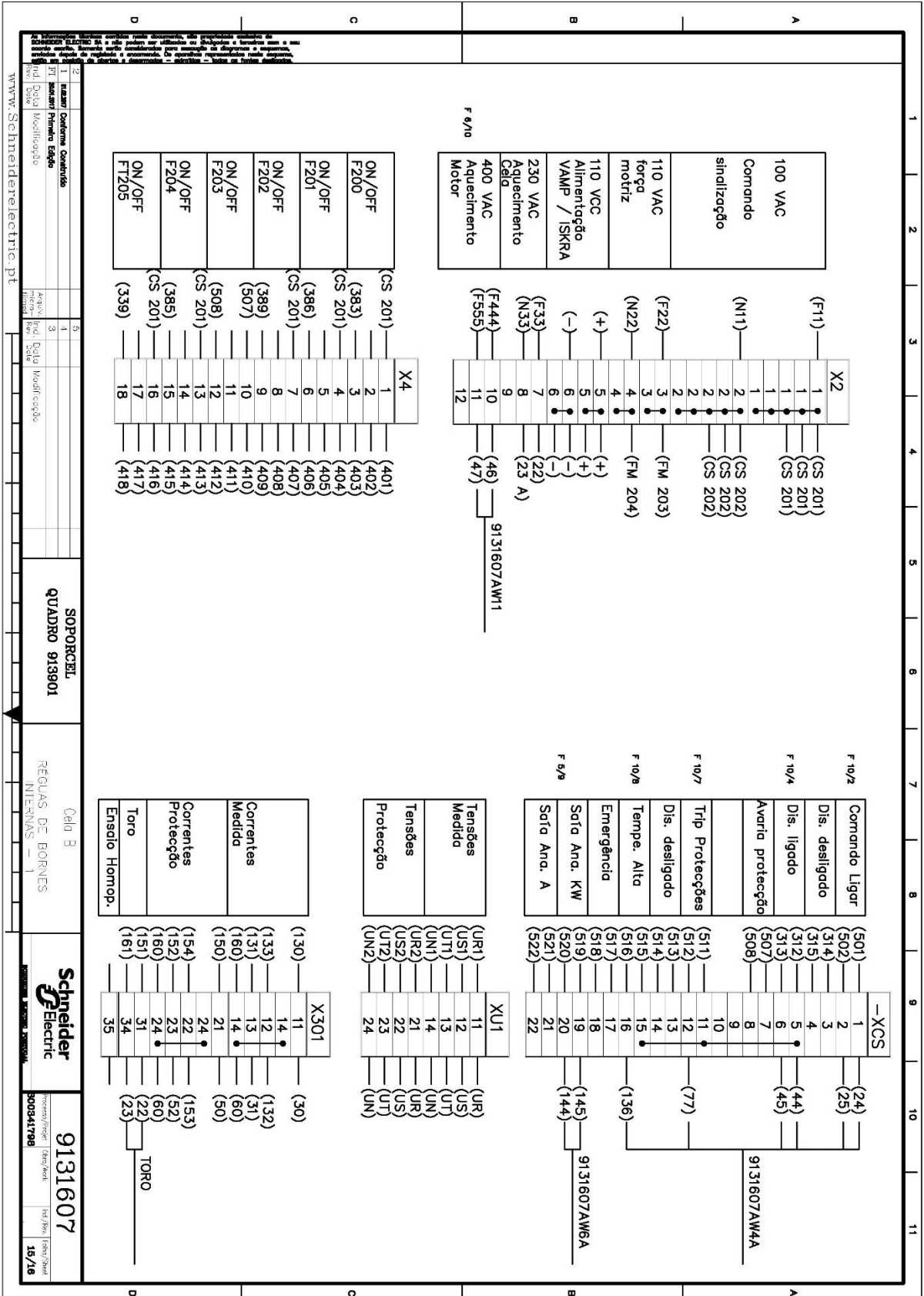
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11













**Anexo 3 – Painel 91.39 01 (C2), esquemas elétricos da cela de entrada, Cella G, 67.53 201**





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
REF.	QUANT.	DESIGNAÇÃO	FABRICANTE	TIPO	CARACTERÍSTICAS					
B101	1	Termostato	Etaec							
G201/202/203	1	Condensador/Viga	Etaec							
E201	1	Resistência Aquecimento Cella	Schneider							
F1	1	Relé de Protecção Chegada	Schneider	Vamp 300F						
F101	1	Interruptor bipolar	Schneider	A95560232	2P, 32A					
F102	1	Interruptor Bipolar	Schneider	A95560232	2P, 32A					
F103	1	Interruptor Tetrapolar	Schneider	A9555440	4P, 40A					
F200	2	Disjuntor Protecção Circuito Auxiliares	Schneider		3P, 2A, Curva C					
F201/202	2	Disjuntor Protecção Circuito Auxiliares	Schneider		2P, 6A, Curva C					
F203	1	Disjuntor Protecção Circuito Auxiliares	Schneider		2P, 6A, Corrente VCC					
F204	1	Disjuntor Protecção Circuito Auxiliares	Schneider		2P, 10A, Curva C					
FT200	1	Disjuntor Protecção Circuito Auxiliares	Schneider		3P, 10A, Curva C					
H201	1	Botoneira Reset Alarmes	Schneider							
H201/702/703	3	Lamp. presença tensão - viga	Etaec							
K104	1	Relé Auxiliar	Schneider	RMMAA8157	4 Contactos, 220VAc					
K200	1	Relé Auxiliar	Schneider	CTD09F7	25A, 110 Vdc					
Q101	1	Disjuntor MT	Etaec	PF528	1250 A					
Q401	1	Seccionador Terra	Etaec							
S402	1	Botoneira Emergência	Schneider							
S601 a 608	8	Fins de curso	Telemec.							
T101 / T102 / T103	3	Transformador de Intensidade	Etaec		500/5-5, 15 VA cdt I=5, 15 VA SP10 11,5 KA					
T201	1	Transformador Tonal	CEH	TFE80	20/1					
Z101	1	RES. ANTI-RESSONANTE	ETEC		500/300W					
T201 / T202 / T303	3	Transformador de Tensão	Etaec							

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva da Schneider Electric e não podem ser utilizadas ou divulgadas e levadas sem o seu devido acordo. Sempre serão considerados para o usuário os diagramas e especificações sempre atualizadas de regulação e acessórios, na especificação representada neste documento, sendo em caso de divergência - aplicáveis - todas as versões desatualizadas.

All technical information contained in this document is the exclusive property of Schneider Electric and may neither be used nor disclosed without the prior written consent. Only those drawings and diagrams supplied after order handling are binding for the user. Always refer to the latest updated drawings and specifications for regulation and accessories, in the specification represented in this document, being in case of discrepancy - applicable - all versions de-stalated.

1	Material	Coma	Quantidade	3
2	Material	Primaria	Esqdo	33
3	Material	Modificacão		
4	Material	Modificacão		

www.Schneiderelectric.pt	Modificacão	Modificacão	Modificacão
	Modificacão	Modificacão	Modificacão

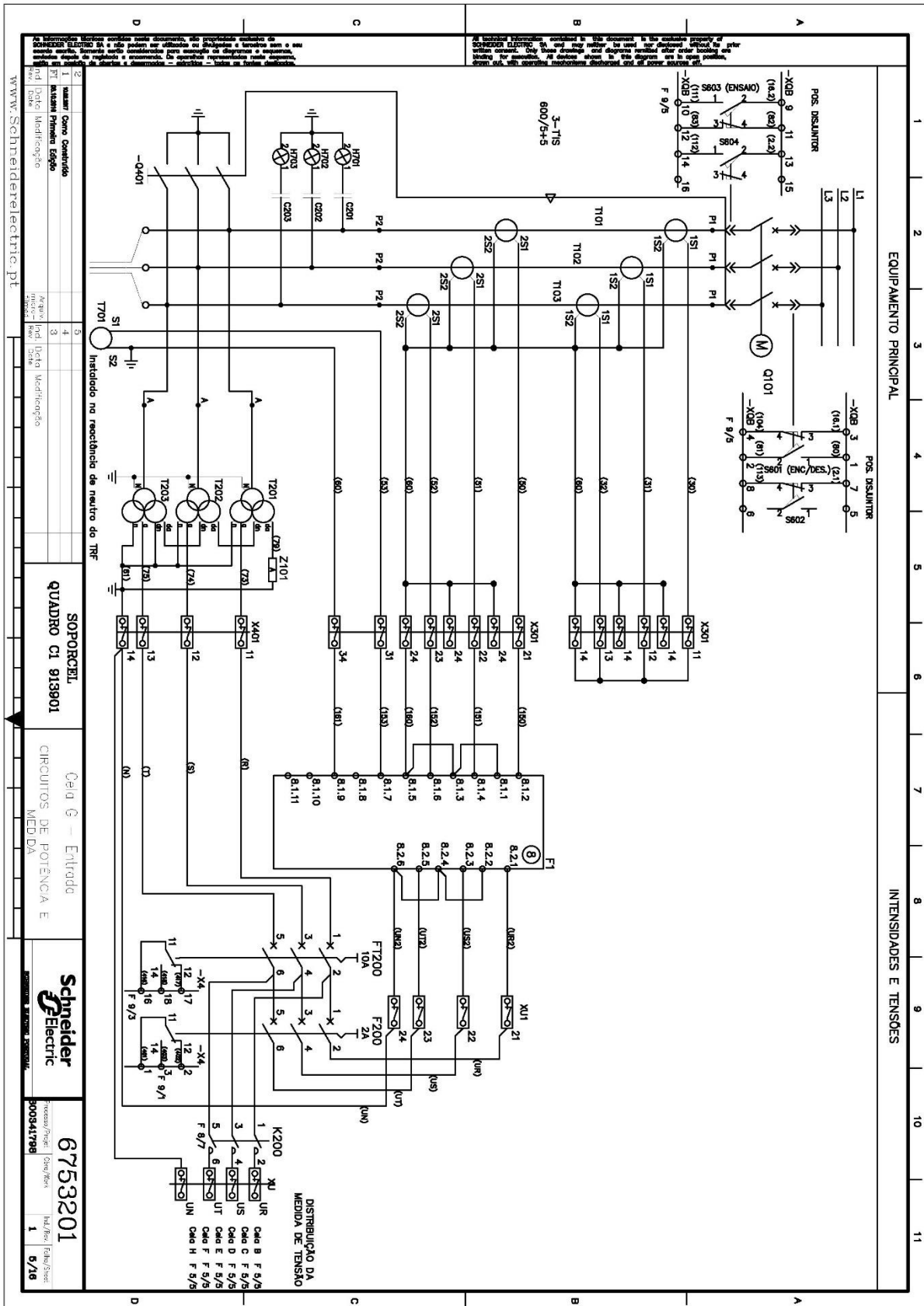
**SOPORCEL,**  
**QUADRO CI 913901**

Cella G – Entrada  
1.sito Equipamento



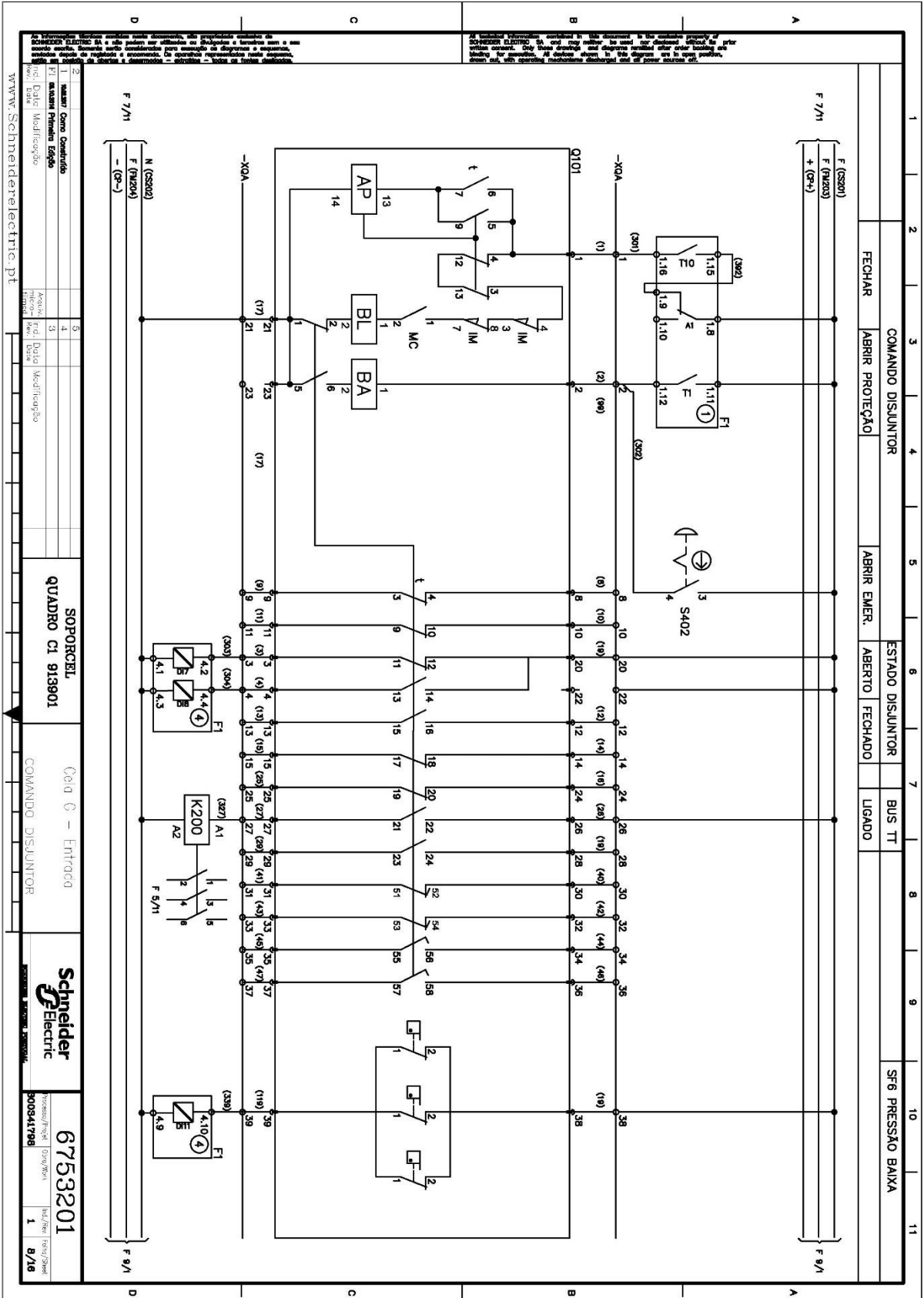
6753201  
300341798  
1  
9/16

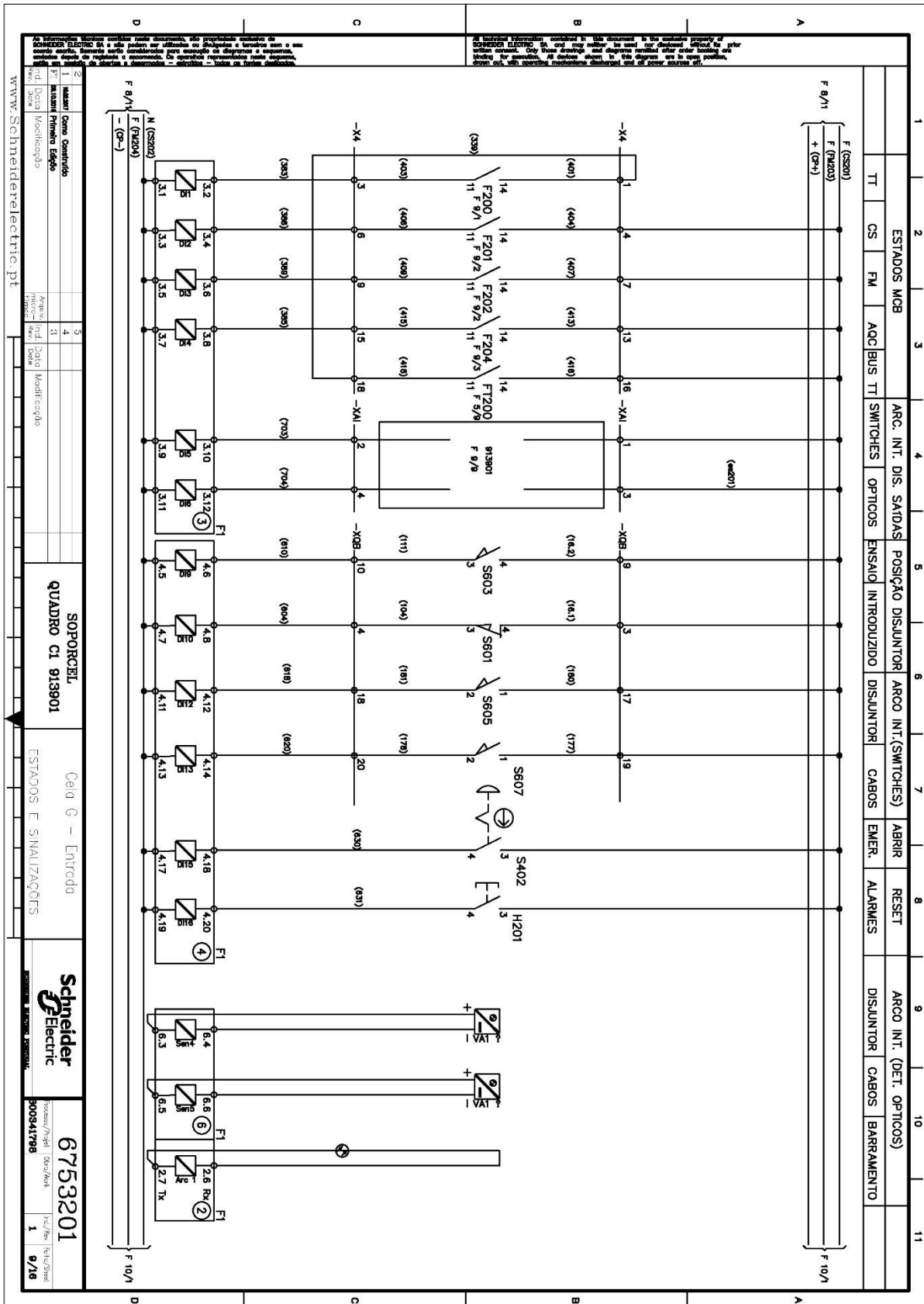
<p><b>Atenção:</b> Este documento contém informações de caráter confidencial, não podendo ser divulgado a terceiros sem o consentimento escrito da Schneider Electric. A não observância desta condição acarretará a Schneider Electric a adoção de medidas legais cabíveis para assegurar a segurança e a integridade das informações aqui contidas. Este documento é propriedade exclusiva da Schneider Electric e não poderá ser usado, reproduzido, copiado, alterado ou divulgado sem a autorização prévia da Schneider Electric. Qualquer violação desta política de confidencialidade poderá resultar em ações legais, incluindo, mas não se limitando a, danos materiais e morais, e indenização por danos materiais e morais. Este documento é propriedade exclusiva da Schneider Electric e não poderá ser usado, reproduzido, copiado, alterado ou divulgado sem a autorização prévia da Schneider Electric. Qualquer violação desta política de confidencialidade poderá resultar em ações legais, incluindo, mas não se limitando a, danos materiais e morais, e indenização por danos materiais e morais.</p>		<p><b>Attention:</b> This document contains confidential information, and its disclosure to third parties without the written consent of Schneider Electric is strictly prohibited. Any unauthorized use, reproduction, copying, alteration, or disclosure of this document without the prior written consent of Schneider Electric may result in legal action, including but not limited to, damages for material and moral harm, and compensation for material and moral damages. This document is the exclusive property of Schneider Electric and may not be used, reproduced, copied, altered, or disclosed without the prior written consent of Schneider Electric. Any violation of this confidentiality policy may result in legal action, including but not limited to, damages for material and moral harm, and compensation for material and moral damages.</p>	
<p>www.SchneiderElectric.pt</p>		<p>1</p>	
<p>2</p>		<p>2</p>	
<p>3</p>		<p>3</p>	
<p>4</p>		<p>4</p>	
<p>5</p>		<p>5</p>	
<p>6</p>		<p>6</p>	
<p>7</p>		<p>7</p>	
<p>8</p>		<p>8</p>	
<p>9</p>		<p>9</p>	
<p>10</p>		<p>10</p>	
<p>11</p>		<p>11</p>	
<p><b>SOPORCEL</b></p>		<p>QUADRO C1 913901</p>	
<p>Cela - Entrada</p>		<p>Folha Reserva</p>	
<p><b>Schneider Electric</b></p>		<p>6753201</p>	
<p>300941798</p>		<p>1</p>	
<p>4/18</p>		<p>4/18</p>	

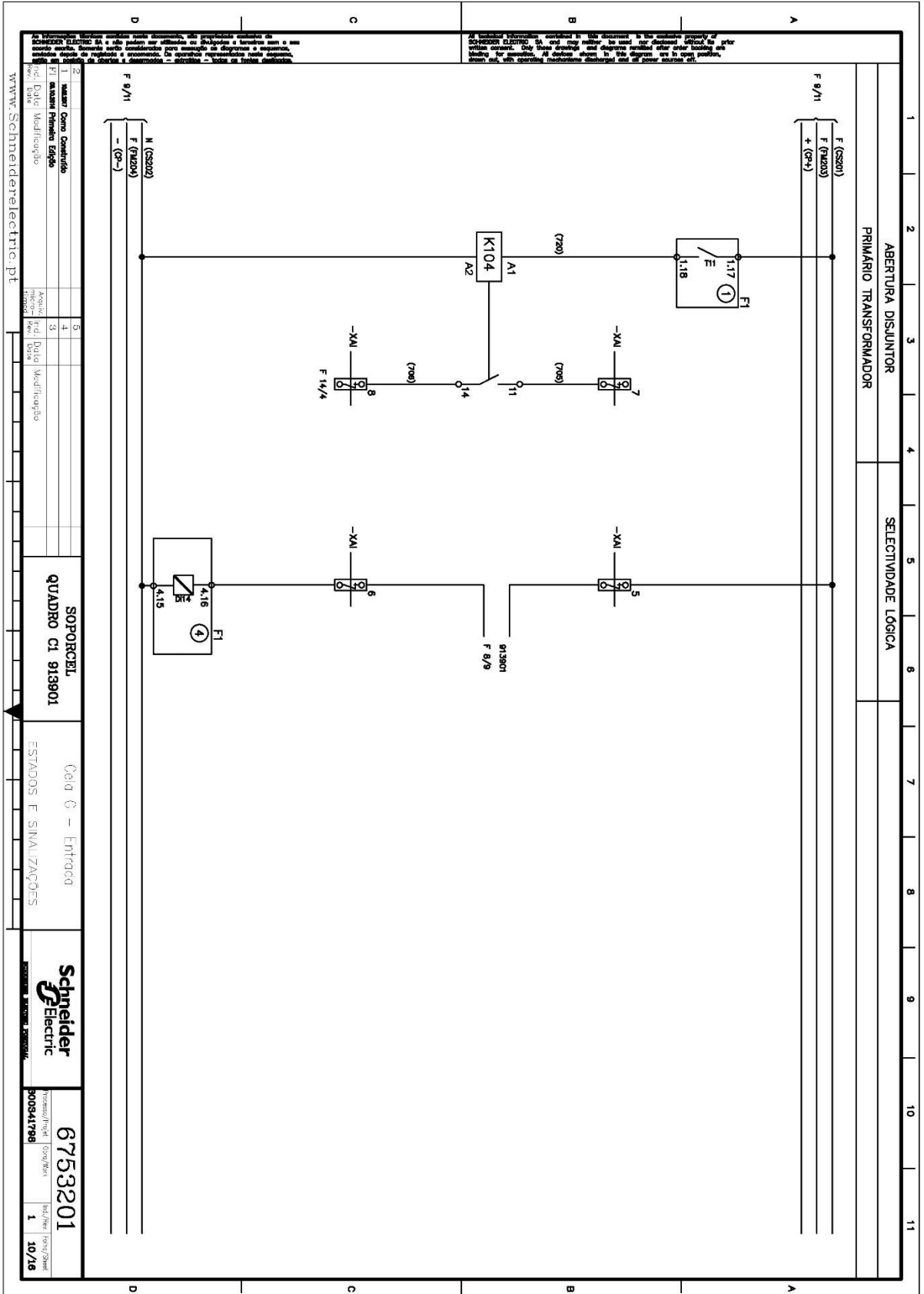


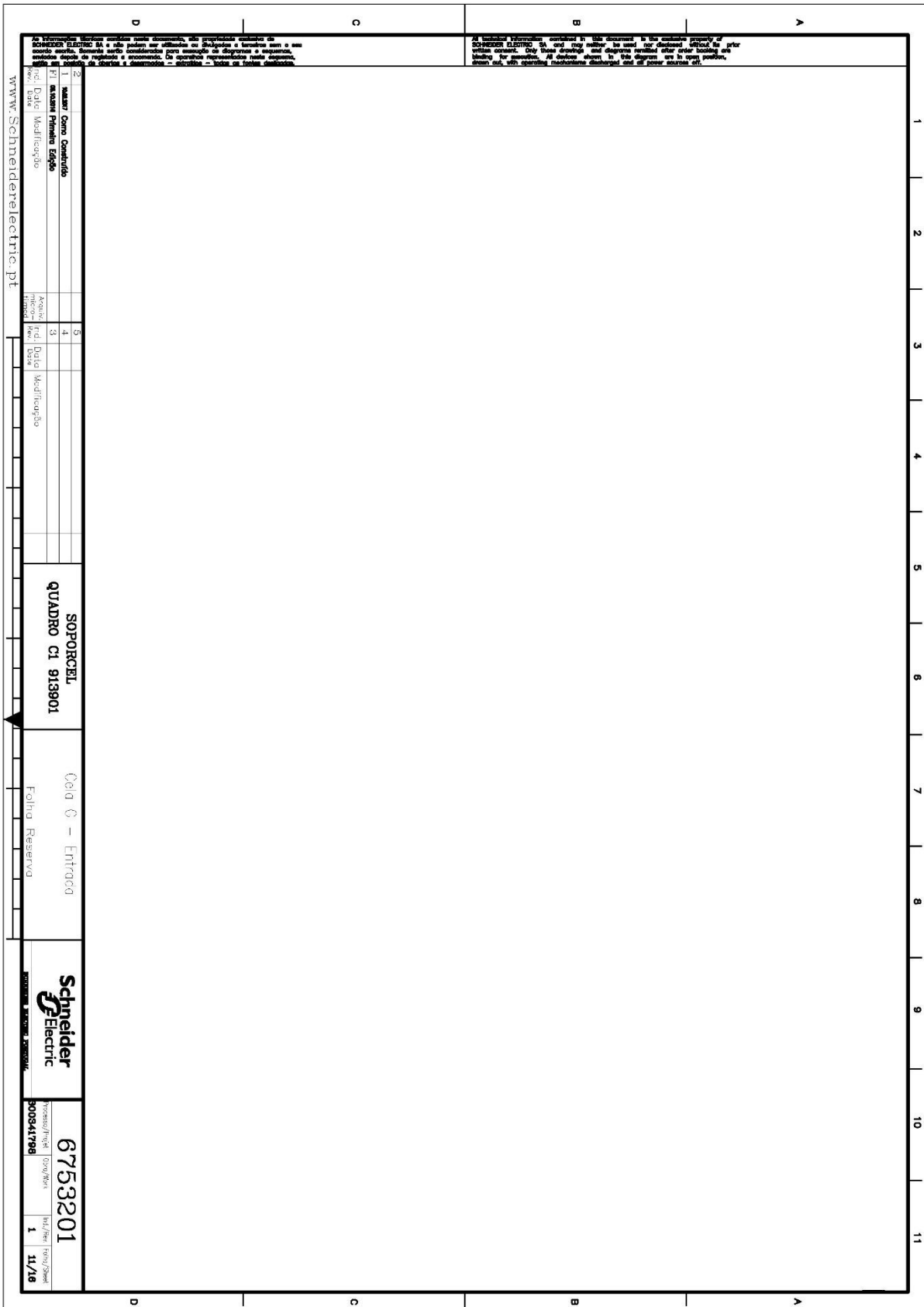


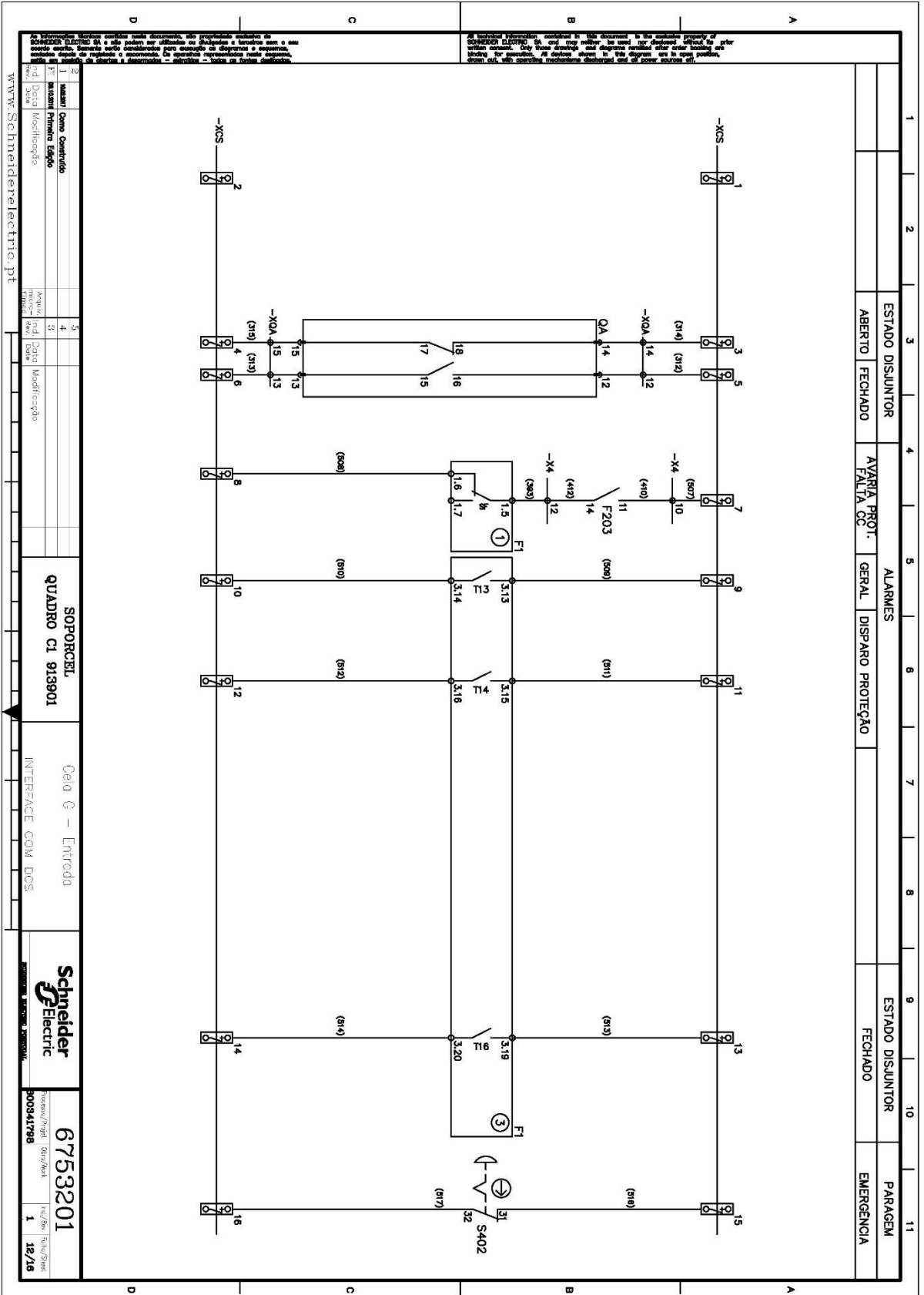


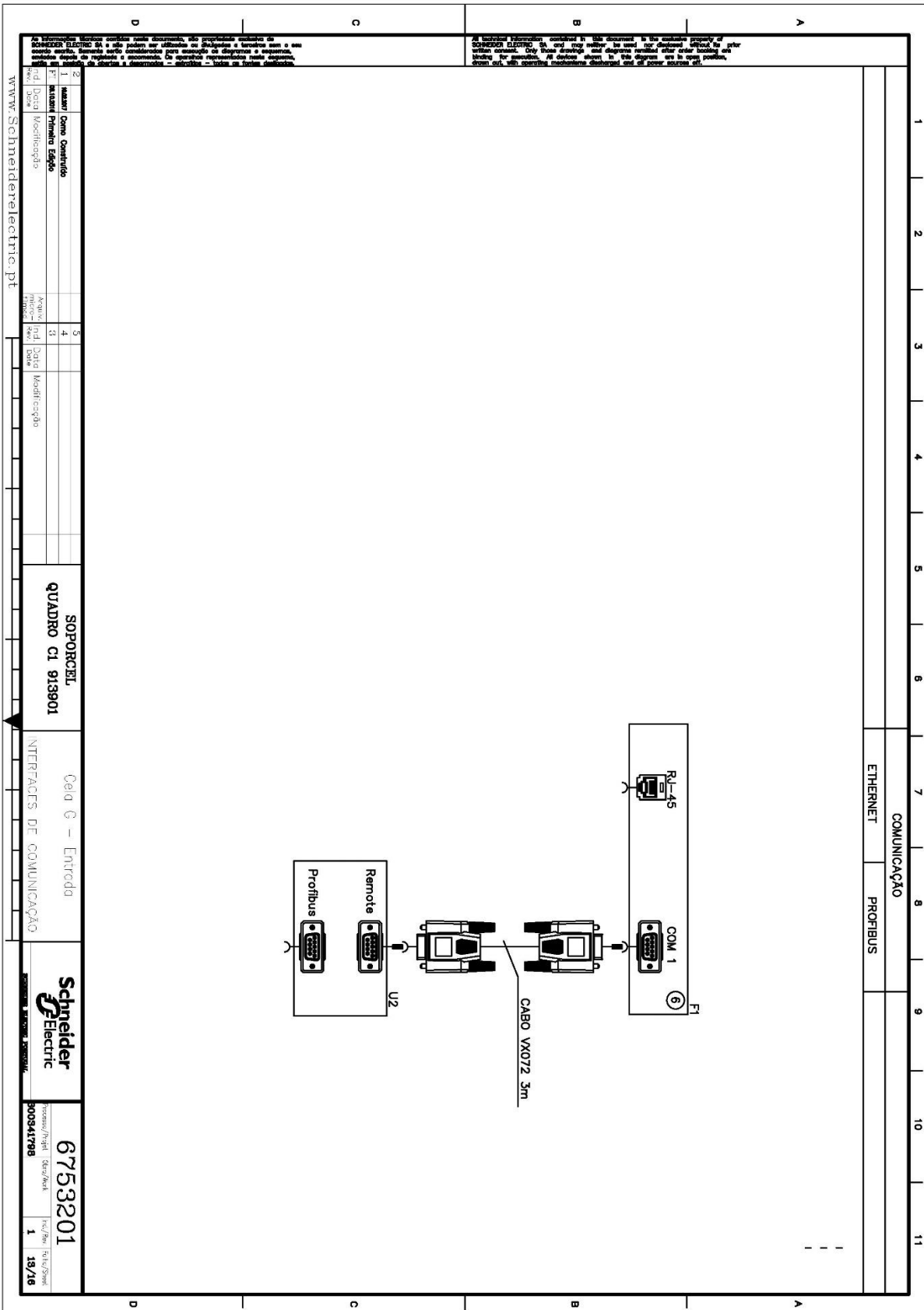
















		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
		A		B		C		D		A		B		C		D		A		B		C	
<p>All technical information contained in this document is the exclusive property of Schneider Electric. It may not be used or reproduced in any way without the prior written consent. Only those drawings and diagrams permitted after order booking are valid for manufacturing. All contents shown in this document are to order position, shown not with operating mechanisms disassembled and all power sources off.</p>																							
<p>Informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva da Schneider Electric. Não pode ser utilizada ou reproduzida de qualquer forma sem a autorização prévia por escrito da Schneider Electric. Somente aqueles desenhos e diagramas permitidos após o pedido de fabricação são válidos para a fabricação. Todos os conteúdos mostrados neste documento são para posição de montagem, mostrados sem mecanismos operacionais desmontados e todas as fontes de energia desligadas.</p>																							
<p>www.SchneiderElectric.pt</p>		<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(610)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(618)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(620)</p>		<p>(CS 201)</p>		<p>(80)</p>		<p>(81)</p>		<p>(16,1)</p>	
<p>1</p>		<p>2</p>		<p>3</p>		<p>4</p>		<p>5</p>		<p>6</p>		<p>7</p>		<p>8</p>		<p>9</p>		<p>10</p>		<p>11</p>		<p>12</p>	
<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>ENSAID NO</p>		<p>ENSAID NC</p>		<p>Flops</p>		<p>ENC/DES. NO</p>		<p>ENC/DES. NC</p>		<p>ENSAID NO</p>	
<p>(CS 201)</p>		<p>(604)</p>																					



## **Anexo 4 – Esquemas unifilares dos coletores do painel 91.39 01 (C2)**

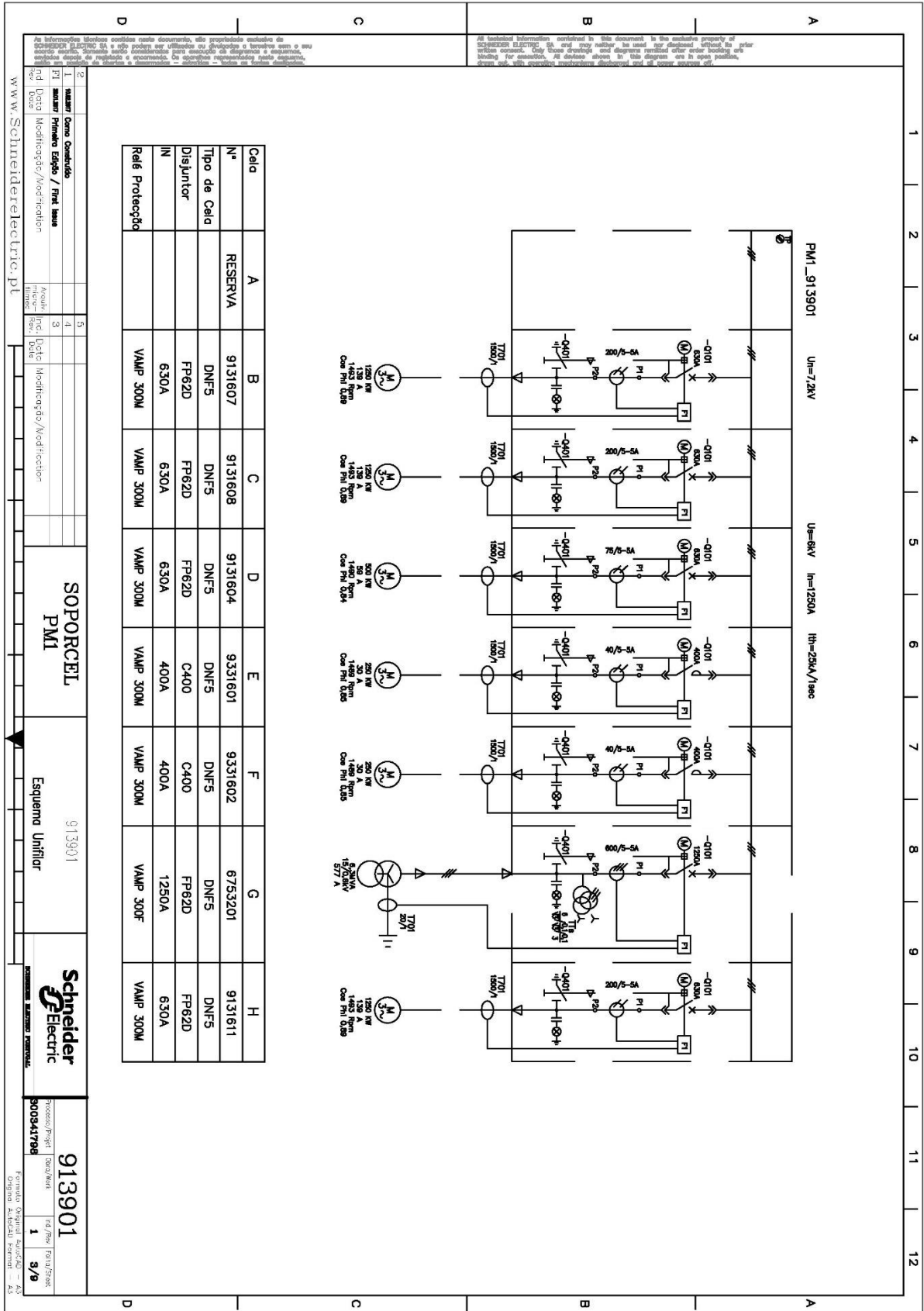


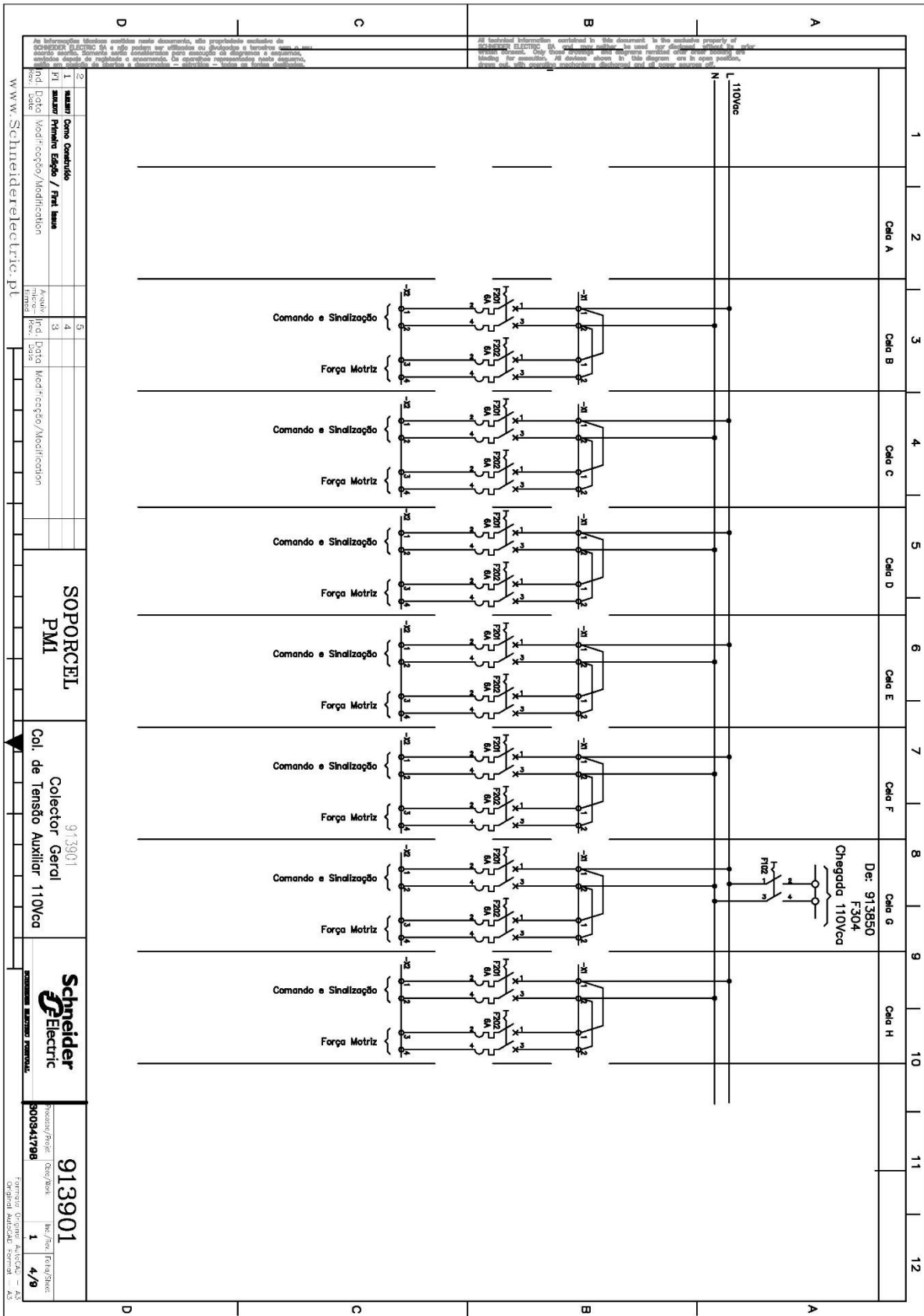


1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		
DESIGNAÇÃO										REVISÃO						NOTAS						
FOLHA Nº											1	2	3	4	5	6						
1/9	FOLHA DE ROSTO																					
2/9	INDICE GERAL E NOTAS																					
3/9	ESQUEMA UNIFILAR																					
4/9	COLECTOR GERAL 110Vdc																					
5/9	COLECTOR GERAL 110Vdc																					
6/9	COLECTOR GERAL 400Vdc																					
7/9	COLECTOR GERAL MEDIDA TENSÃO																					
8/9	COLECTOR GERAL SELECTIVIDADE LOGICA																					
9/9	COLECTOR GERAL PERICUAS E DETECTOR OPTICO COMPAR. DISJUNTOR SAUDAS																					

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
SOPRCEL										P.M.I.						913901					
INDICE GERAL E NOTAS																Schneider Electric					
www.schneiderelectric.pt																913901					
300841798																1					
																2/9					





All technical information contained in this document is the exclusive property of Schneider Electric. It may not be used, 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 permission of Schneider Electric. All drawings shown in this document are in open position, drawn out with complete mechanisms disassembled and all cover removed, all parts shown.

As informações técnicas contidas neste documento, são propriedade exclusiva da Schneider Electric. Não é permitido seu uso, reprodução, armazenamento em sistema de recuperação de informações, ou transmissão de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, gravação, ou por qualquer sistema de armazenamento e recuperação de informações, sem a prévia autorização por escrito da Schneider Electric. Todos os desenhos mostrados neste documento são em posição aberta, desenhados com mecanismos desmontados e com todas as tampas removidas.

www.schneiderelectric.pt

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

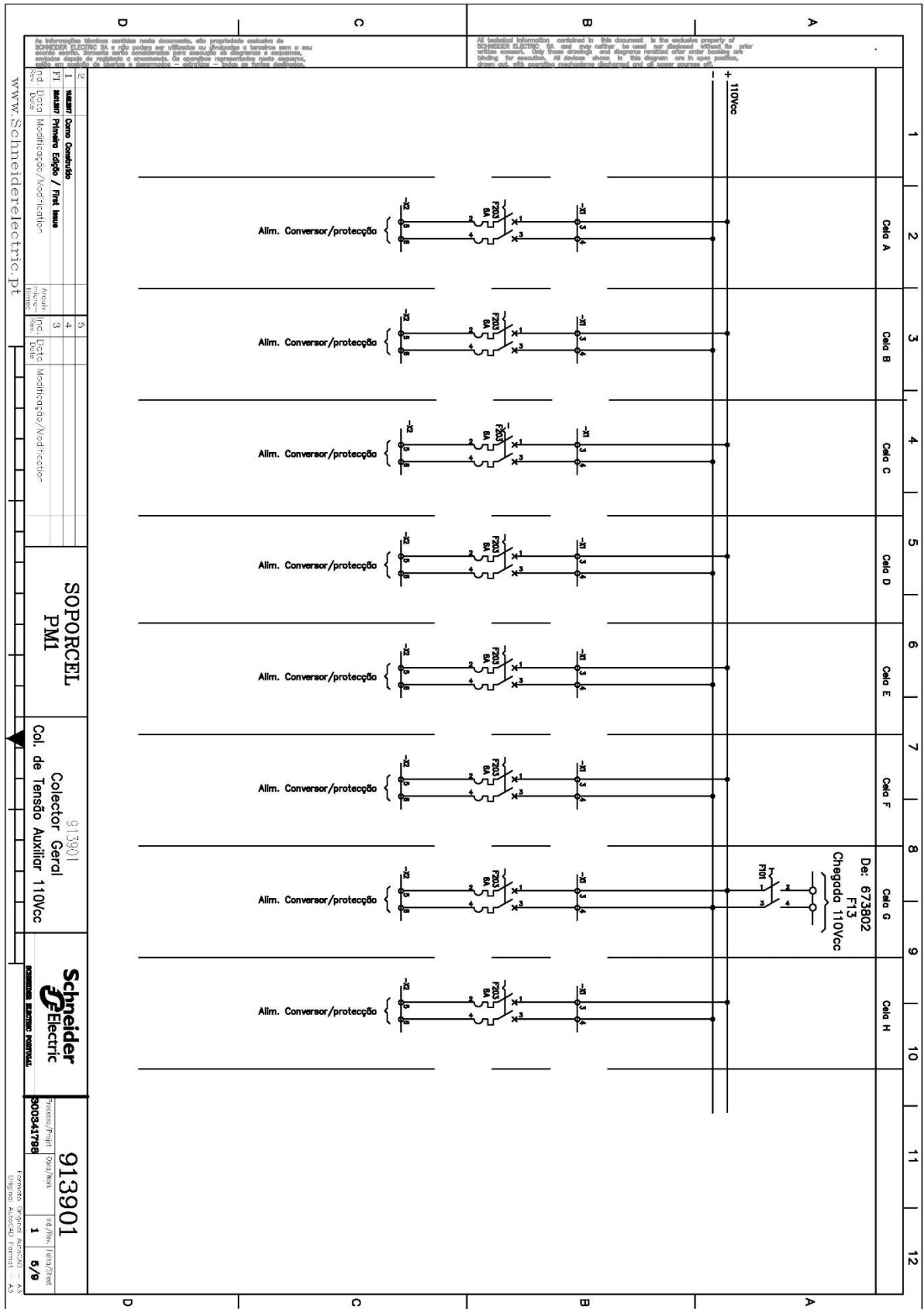
1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

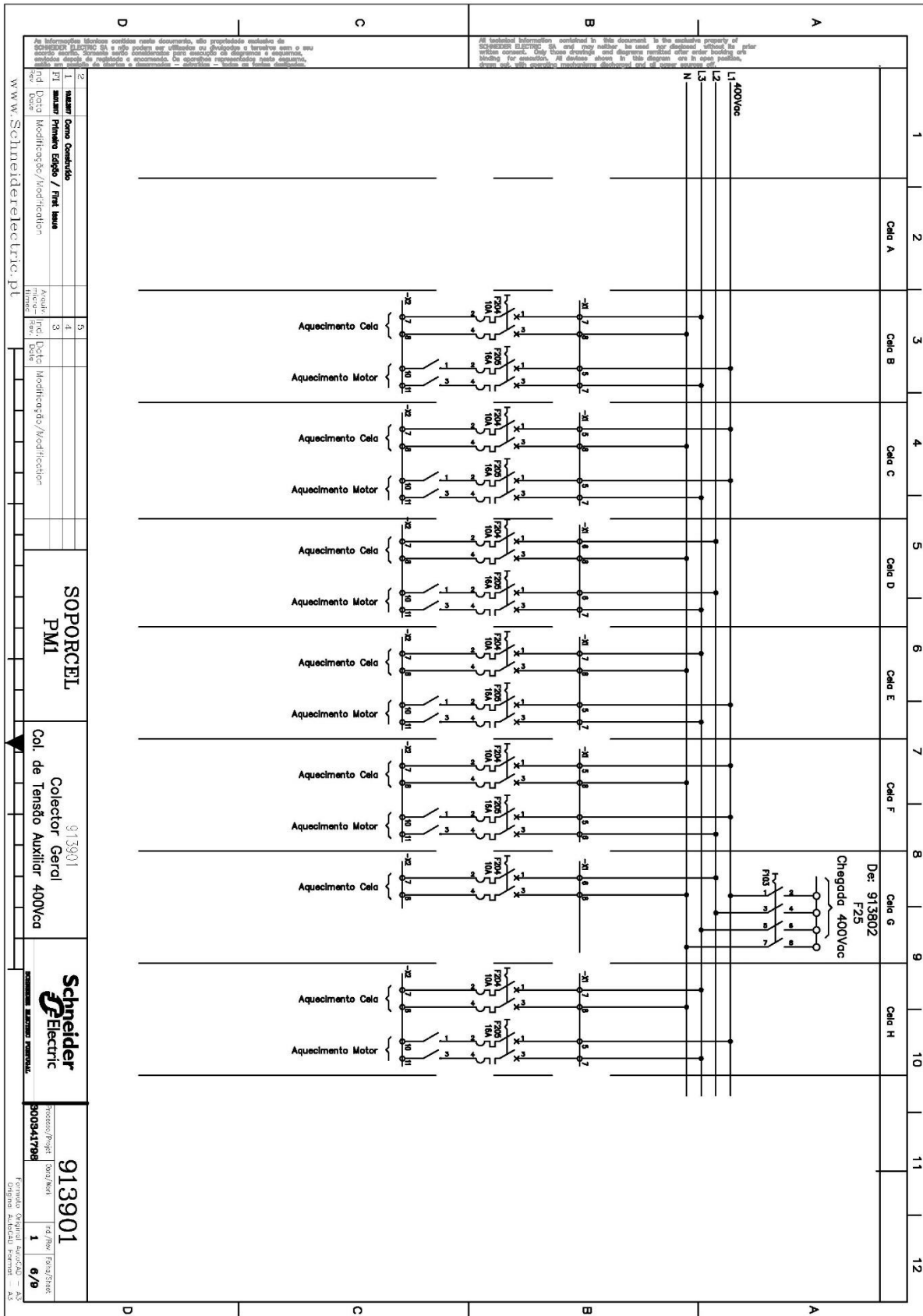
1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

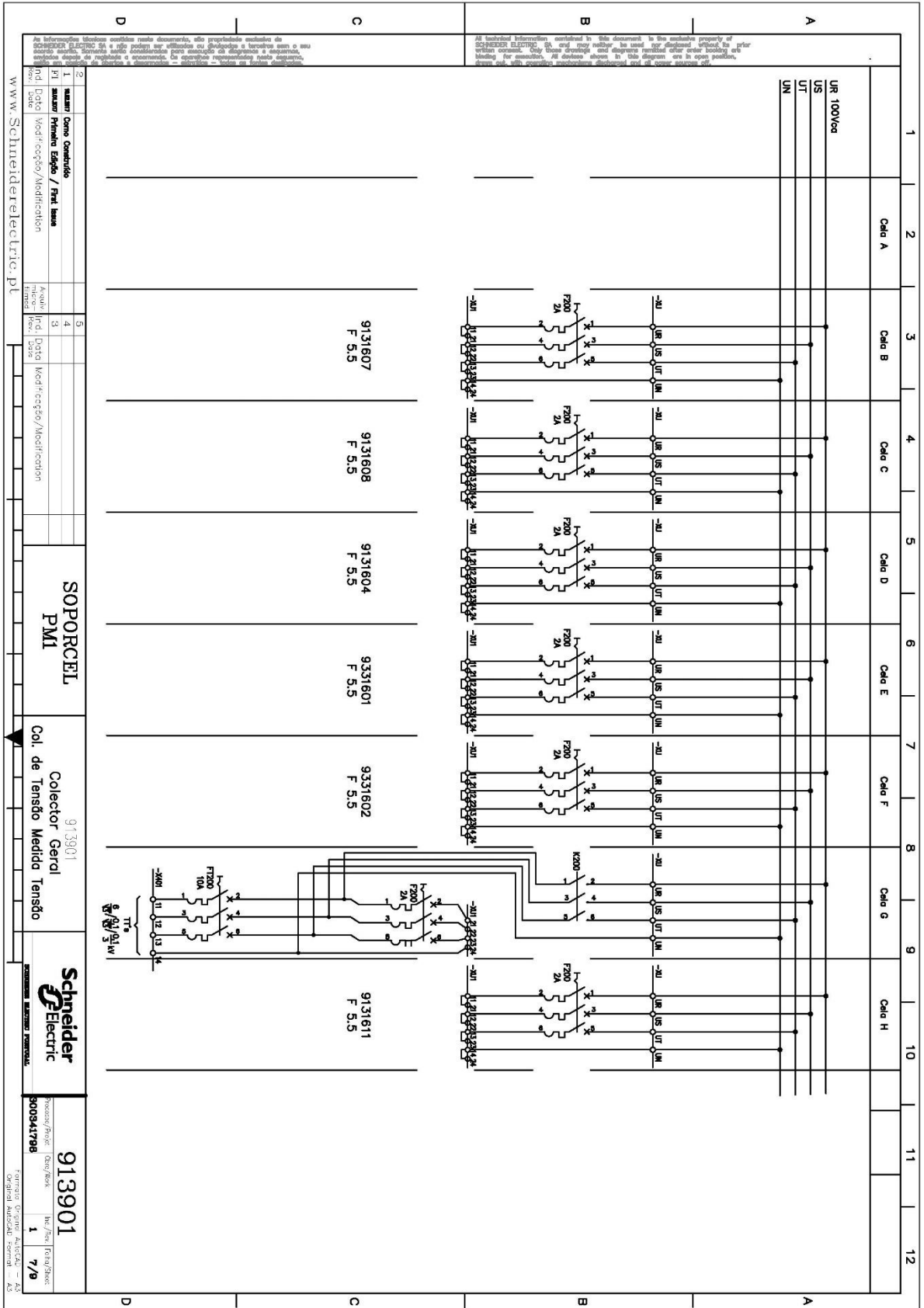
1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

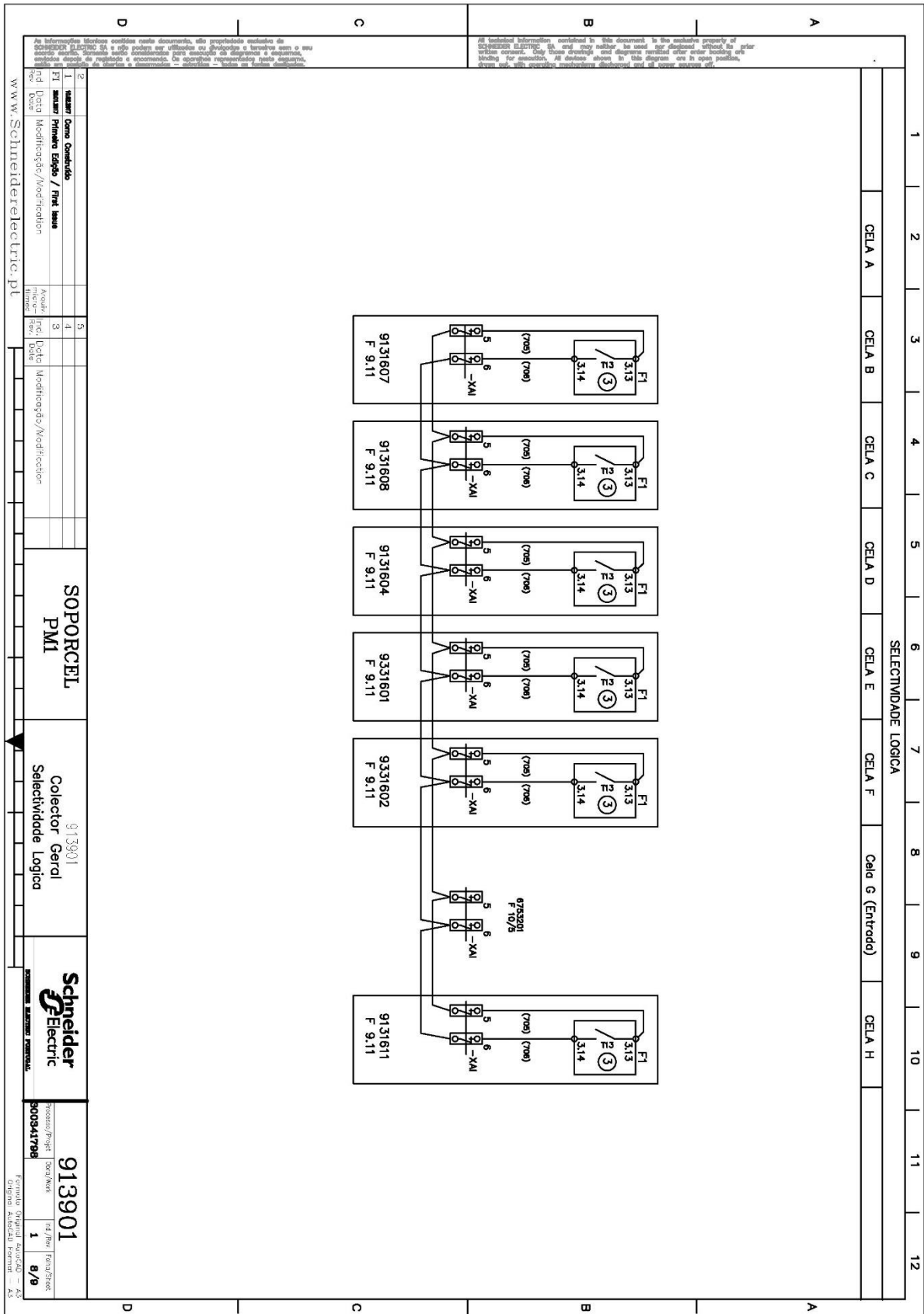
1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**

1. **Estado** **Comando**  
 2. **Estado** **Força Motriz**  
 3. **Estado** **Força Motriz**  
 4. **Estado** **Força Motriz**  
 5. **Estado** **Força Motriz**









1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SOPORCEL PM1		Colector Geral 913901 Seletividade Logica		Schneider Electric		913901		Processo/Proj: 900941798		Origem: Autocad/Format: A3	
www.schneiderelectric.pt		Date: / /		Date: / /		Date: / /		Date: / /		Date: / /	

