

2013

Instituto Politécnico de Coimbra

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

Automação e Sistemas Elétricos na Indústria – Estágio na Deltamatic

**MESTRADO EM AUTOMAÇÃO E COMUNICAÇÕES EM
SISTEMAS DE ENERGIA**

AUTOR | Tiago Teixeira Almeida Aguiar

ORIENTADORES | Prof. Doutor Carlos Manuel Borralho
Machado Ferreira
| Mestre António Manuel Ferreira
Simões de Almeida

Coimbra, dezembro, 2013

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Professor Dr. Carlos Manuel Borralho Machado Ferreira e Mestre António Manuel Ferreira Simões de Almeida, pela orientação e disponibilidade.

Ao meu supervisor de estágio Eng^o António Martingo Pato, por ter tornado possível a realização do estágio.

Aos administradores da DELTAMATIC, e colaboradores do Departamento Técnico da mesma, pelo apoio prestado ao longo de todo o estágio.

A todos os meus colegas, amigos e familiares pela paciência e disponibilidade que demonstraram ao longo de todo este trabalho, e que de alguma forma contribuíram para o seu desenvolvimento.

Resumo

O relatório aqui exposto tem por objetivo a descrição dos trabalhos, atividades e funções desempenhadas durante o período de estágio realizado na empresa DELTAMATIC – Engenharia e Automação Industrial, S.A.

O trabalho desenvolvido consistiu na programação de *PLC's* e implementação de sistemas *SCADA* em sistemas novos ou reestruturados.

Sendo a DELTAMATIC um integrador *SIEMENS*, os autómatos utilizados nas obras descritas pertencem a família *S7 – 1200* e *S7 – 300*, sendo utilizado para o desenvolvimento do *software* dos autómatos as plataformas *SIMATIC STEP 7 V5.5 SP2* e *TIA PORTAL V11*. Os protocolos de comunicação utilizados nas redes industriais foram o *PROFIBUS* e *TCP/IP*.

Ao logo deste relatório são demonstrados os vários processos pelos quais passou o estagiário, que numa primeira fase se confrontou com tarefas de menor complexidade, como a implementação de um sistema *SCADA* de supervisão, e ao longo do tempo viu essa complexidade a ser aumentada, tendo sido confrontado com a realização de programação de *PLC's*, entre outros.

Este trabalho consistiu no estudo e implementação de sistemas de automação controlo e supervisão de um despaletizador e um virador de bidões bem como a supervisão de uma instalação de frio industrial.

Por fim foram analisadas as soluções implementadas e fez se uma avaliação das mesmas.

Abstract

This document describes the activities and functions performed during the internship period in DELTAMATIC-Engenharia e Automação Industrial, SA.

The work developed consists of programming *PLC's* and *SCADA* systems implementation in new or restructured systems.

Being DELTAMATIC a *SIEMENS* specialist, the *PLC* used in the described solutions belong to the *S7 – 1200* e *S7 – 300* family, and for the development of the software for the *PLC's* were used the platforms *SIMATIC STEP 7 V5.5 SP2* and *TIA PORTAL V11*. The communications protocols used in the industrial networks were *PROFIBUS* and *TCP/IP*.

In this document are described the evolution process of the intern that in a first stage was confronted with an implementation of a *SCADA* supervisory system. The complexity of the tasks was increased during the internship, and the intern programmed *PLCs* among other equipment used in the implemented solutions.

This work consist on the study and implementation of automation, control and supervision of a depalletizer and a turner of cans as well as a supervision of an industrial refrigeration system.

Finally all of the implemented solutions are analyzed and evaluated.

Índice

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Índice.....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Abreviaturas.....	xix
CAPÍTULO 1.- Introdução.....	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Deltamatic.....	2
1.3. Organização do Relatório de Estágio.....	3
CAPÍTULO 2.- <i>Software</i> e Metodologia de Programação.....	5
2.1. <i>SCADA</i>	5
2.2. <i>SIMATIC TIA Portal V11®</i> , <i>STEP 7®</i> , <i>WINCC® 2008®</i>	5
2.3. Metodologia de Programação.....	7
2.4. <i>IPOSPLUS</i>	8
CAPÍTULO 3- Supervisão de Compressores de frio DISGELO.....	9
3.1. Considerações Iniciais.....	9
3.2. Ciclo do amoníaco da instalação.....	10
3.3. Arquitetura do Sistema.....	10
3.4. Software Desenvolvido.....	13
3.4.1. Comunicação com o <i>OPC</i>	13
3.4.2. <i>Template</i>	14
3.4.3. Sinóptico dos compressores.....	15
3.4.4. Registos de Manutenção.....	17
3.4.5. Gráficos Compressores.....	18
3.4.6. Parâmetros dos Compressores.....	18
3.5. Desenvolvimentos futuros.....	19
CAPÍTULO 4. –Virador de Bidões Sumol+Compal.....	21
4.1. Considerações Iniciais.....	21
4.2. Projeto da obra.....	22
4.3. Quadro elétrico.....	24
4.3.1. Autómato.....	25
4.3.2. <i>Human Machine Interface</i>	26
4.3.3. <i>Movitrac MC07B</i>	27
4.3.4. Ligações ao Autómato.....	28
4.3.5. Arquitetura do Sistema.....	28
4.4. Software Desenvolvido.....	29
4.4.1. Configuração do <i>Hardware</i>	29

4.4.2.	Ciclo de Viragem	30
4.4.3.	Condições para funcionamento dos motores e válvula.....	31
4.4.4.	SCADA	33
4.4.5.	Alarmes	37
4.5.	Paragens de emergência	38
4.6.	Desenvolvimentos futuros.....	38
CAPÍTULO 5.- Despaletizador Sólidos (Vidros/Latas)Sumol+Compal.....		39
5.1.	Considerações Iniciais	39
5.2.	Projeto da obra.....	39
5.3.	Filosofia de funcionamento	40
5.4.	Quadro elétrico	41
5.4.1.	Autómato.....	42
5.4.2.	Consola de comando	42
5.4.3.	SEW MFP 22D.....	43
5.4.4.	SEW Movidrive MDXB-5A3	43
5.4.5.	Remota PROFIBUS comunicação Robot.....	45
5.4.6.	Ligações ao Autómato	45
5.4.7.	Arquitetura do Sistema.....	46
5.5.	Armazém de Paletes Vazias	46
5.5.1.	Modo Manual	47
5.5.2.	Modo Automático	47
5.6.	Software Desenvolvido	47
5.6.1.	Controlo do Movimot MFP22D®	48
5.6.2.	Controlo Servo	49
5.6.3.	Ciclo de despaletização	49
5.6.4.	SCADA	52
5.6.5.	Alarmes e eventos	60
5.6.6.	Análise individual dos alarmes	62
5.7.	Paragens de emergência.	68
5.8.	Baliza sinalizadora	68
5.9.	Aspetos a melhorar.....	69
CAPÍTULO FINAL - Considerações Finais.....		71
Conclusões.		71
Referências Bibliográficas		73
Anexos		75
Anexo A		76
Software desenvolvido Servodrive.....		76
Anexo B		86
Software desenvolvido para controlo do MFP 22D		86

Índice de Figuras

Figura 1-Metodologia de Programação.	7
Figura 2 – Compressor 1 com controlador Unisab 3.	9
Figura 3- Esquema básico do ciclo de refrigeração (<i>NHTRES</i> , 2008).	10
Figura 4 – Localização do switch no quadro elétrico.	11
Figura 5- Arquitetura do sistema implementado.	11
Figura 6- Configuração da <i>network</i> escolhida e porta utilizada.	12
Figura 7- Configuração do endereço do <i>switch</i> , número da porta, <i>baudrate</i> e endereço <i>PROFIBUS</i> .	12
Figura 8- Configurações efetuadas.	12
Figura 9-Definição da “ <i>connection</i> ”.	13
Figura 10- <i>Tags</i> definidas para cada compressor.	13
Figura 11-Alarmes discretos lidos das <i>words</i> de estado localizadas na área de memória M80, M81 e M83 do <i>Unisab</i> (<i>York</i> , 2007).	14
Figura 12- <i>Template</i> comum a vários ecrãs.	15
Figura 13-Sinóptico do compressor 1.	15
Figura 14- <i>Text List</i> criada para o estado do compressor.	16
Figura 15- <i>Text List</i> criada para o modo de funcionamento do compressor.	16
Figura 16- <i>Script</i> para registo de manutenção.	17
Figura 17-Folha <i>Excel</i> para registo de manutenção.	17
Figura 18- <i>Data Logs</i> dos parâmetros apresentados nos gráficos.	18
Figura 19- Sinóptico do gráfico do compressor 1.	18
Figura 20- Sinóptico de parâmetros do compressor 1.	19
Figura 21- Modo de viragem proposto perfil frontal.	21
Figura 22 – Acionamento do Virador de Bidões em <i>SOLIDWORKS</i> .	22
Figura 23- <i>Layout</i> do virador de bidões.	23
Figura 24- Virador de Bidões dimensionado em <i>SOLIDWORKS</i> .	24
Figura 25 – Virador de Bidões em funcionamento.	24
Figura 26-Quadro elétrico do virador de bidões.	25
Figura 27-Configuração final do autómato.	26
Figura 28-Consola <i>SIMATIC KTP 400 Basic Mono</i> .	26
Figura 29- <i>Movitrac MC07B</i> e resistência de frenagem.	27
Figura 30-Ligações ao autómato.	28
Figura 31-Arquitetura do Sistema	28
Figura 32-Vista dos elementos constituintes do <i>PLC</i> no <i>TIA PORTAL</i> .	29
Figura 33-Endereçamento do módulo <i>SM1223</i> .	30
Figura 34-Fluxograma do ciclo de viragem.	31

Figura 35-Sinóptico de comando geral.	33
Figura 36- Sinóptico de Manual 1.	34
Figura 37- Sinóptico de Manual 2.	35
Figura 38- Sinóptico de Manual 4.	35
Figura 39- <i>Template</i> comum a todos os ecrãs.	36
Figura 40-Sinóptico de parâmetros.	37
Figura 41- <i>Layout</i> ilha despaletização de sólidos.	40
Figura 42- <i>Platine</i> do quadro elétrico do despaletizador de sólidos.	41
Figura 43- Configuração final do autómato	42
Figura 44-Consola de comando <i>Simatic TP700 Comfort</i> .	42
Figura 45- Interface <i>PROFIBUS MFP (SEW,2003)</i>	43
Figura 46-Resistência de frenagem.	44
Figura 47- <i>Movidrive® MDX61B 5A3</i> e anel de ferrite.	44
Figura 48- Ligações ao autómato.	45
Figura 49-Arquitetura do Sistema.	46
Figura 50- Consola de comando do APV.	47
Figura 51- Configuração do AR1, <i>X-bit address</i> , <i>B-byte address</i> , <i>R-area identifier (Siemens 2013)</i> .	48
Figura 52- Fluxograma dos estados do ciclo de despaletização.	51
Figura 53- Sinóptico de comando geral.	52
Figura 54-Contagem paletes.	53
Figura 55- Seleção de Produto.	53
Figura 56- Sinóptico <i>Layout</i> Paletes.	54
Figura 57-Manual Receção.	55
Figura 58-Sinóptico Manual Centrador.	56
Figura 59- Sinóptico Manual Garra.	57
Figura 60-Sinóptico <i>Service</i> .	58
Figura 61- Sinóptico Parâmetros.	59
Figura 62-Sinóptico Troca de Sinais.	60
Figura 63- Mensagem de alarme e eventos do sistema.	60
Figura 64-Sinóptico de alarmes atuais.	61
Figura 65-Baliza sinalizadora.	68
Figura 66-Declaração variáveis <i>IPPOSPLUS®</i> .	76
Figura 67-Task 2 utilizada no <i>Movidrive</i> .	77
Figura 68- <i>Task 1 “Main Function”</i> dimensionada para o <i>Movidrive</i> , parte 1.	78
Figura 69- <i>Task 1 “Main Function”</i> dimensionada para o <i>Movidrive</i> , parte 2.	79
Figura 70-Declaração das variáveis de entrada do bloco do <i>Movidrive</i> .	80
Figura 71.Declaração das variáveis de saída do bloco do servodrive.	80
Figura 72-Declaração das variáveis estáticas ao bloco.	81

Figura 73- <i>Network</i> 1 a 7 do bloco do Servo.	82
Figura 74- <i>Network</i> 8 a 15 do bloco do <i>Movidrive</i> .	83
Figura 75- <i>Network</i> 16 a 21 do bloco do <i>Movidrive</i> .	84
Figura 76- <i>Network</i> 22 a 27 do <i>Movidrive</i> .	85
Figura 77-Declaração de variáveis de entrada para bloco de controlo do MFP22D.	86
Figura 78- Declaração de variáveis de saída para bloco de controlo do MFP22D.	86
Figura 79- Declaração de variáveis estáticas para bloco de controlo do MFP22D.	86
Figura 80- <i>Network</i> 1 e 2 do bloco de controlo do MFP22D.	87
Figura 81- <i>Network</i> 3, 4 e 5 do bloco de controlo do <i>MFP22D</i> .	88

Índice de Tabelas

Tabela 1- Lista dos alarmes do sistema (Virador de Bidões).	38
Tabela 2- Lista dos alarmes do sistema (Despaletizador de Sólidos).	62

Abreviaturas

APV – Armazém de Paletes Vazias

BPS – *Baud per second*

DP – *Decentralized Peripherals*

Fig. – Figura

Figs. – Figuras

GSD – *General Station Description*

MFP – *Multifunction Peripheral*

MPI – *Message Passing Interface*

OPC – *Object Linking and embedding for Process Control*

PC – *Personal Computer*

PLC – *Programmable Logic Controller*

PROFIBUS – *Process Field Bus*

SCADA – *Supervisory control and data acquisition*

TCP/IP – *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*

TIA PORTAL – *Totally Integrated Automation Portal*

CAPÍTULO 1.- Introdução

1.1. Introdução

No contexto social em que estamos inseridos, deparamo-nos, cada vez mais, com o avanço da tecnologia. E a indústria moderna, como não poderia deixar de ser, não fica à margem deste avanço, dependendo, atualmente, de um conjunto extenso e complexo de infraestruturas para manter a sua prosperidade económica.

É neste sentido que a automação industrial assume um papel preponderante, que tem vindo a sofrer alterações à medida da complexidade dos problemas que vão surgindo.

Através dos sistemas de automação industrial procura-se obter uma maximização da produção, bem como diminuir a emissão de resíduos de qualquer espécie, reduzir ao máximo o consumo de energia e/ou matérias primas, melhorar as condições de segurança, quer seja material, humana ou das referentes informações a esse processo, e ainda, reduzir o esforço ou a intervenção humana sobre o equipamento ou processo.

O estágio, que através deste trabalho se relata, realizado no âmbito do segundo ano do Mestrado em Automação e Comunicações em Sistemas de Energias, consiste na ingressão do estagiário na empresa DELTAMATIC, integrando as atividades nela desenvolvidas, em particular na vertente de controlo e supervisão de sistemas industriais.

Através deste estágio procura-se estabelecer uma aproximação do estagiário à vida prática, permitindo-lhe aprofundar os conhecimentos já adquiridos em contexto “sala de aula”, bem como, desenvolver meios e métodos de sistema de supervisão de controlo, adquirindo, por consequência, experiência no terreno.

No decurso do referido estágio, cabe ao estagiário aperfeiçoar os meios e métodos utilizados na programação de Controladores Lógicos Programáveis, implementar Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados (*SCADA*) e ainda, efetuar o controlo dos motores através de variadores de frequência com vista à automatização, encontrando soluções à medida para cada uma das diversas aplicações.

No presente trabalho, serão explicados os projetos desenvolvidos através de uma descrição, em primeiro lugar, da situação inicial, assim como dos objetivos a atingir. Serão ainda descritos de forma pormenorizada os sistemas a implementar e os trabalhos efetuados. Finalmente serão expostos os resultados obtidos. Por fim, efetuar-se-á uma análise crítica às soluções produzidas.

1.2. Deltamatic

A DELTAMATIC – Engenharia de Automação Industrial, S.A, doravante DELTAMATIC, é uma empresa cuja atividade principal consiste na conceção, desenvolvimento e realização de sistemas de automação industrial.

Destacam-se como áreas de intervenção desta empresa a engenharia e projetos de automação industrial, o desenvolvimento de *software* para autómatos programáveis, os sistemas de supervisão e redes de comunicação, a gestão e monitorização de processos industriais, a robotização de sistemas de movimentação de cargas, a execução de quadros elétricos industriais, os projetos de eficiência energética, os sistemas de visão artificial, as soluções de automação e logística baseadas em AGV's e as montagens elétricas.

Não produzindo equipamentos específicos, mas fazendo-os quase sempre por medida, a DELTAMATIC é conhecedora de componentes, equipamentos e tecnologias oferecidas pelo mercado e procura sempre obter soluções integradas, otimizando-as, e formando um sistema global, de modo a dar total resposta às necessidades e exigências dos seus clientes, em sistemas novos ou em sistemas reestruturados.

Devido ao elevado grau de rigor que impõe para cada projeto e à vasta capacidade técnica dos seus quadros, a DELTAMATIC impõe um notável desempenho na fase de projeto, execução em oficina, execução em obra, execução do *software* e otimização dos equipamentos, tornando-se, por isso, um nome de referência na área, conhecido em todo o país, traduzindo-se numa abonação de qualidade.

1.3. Organização do Relatório de Estágio

Este trabalho é composto por 6 capítulos organizados da seguinte forma:

Capítulo 1 – Introdução:

No primeiro capítulo é apresentado o enquadramento do tema, bem como os objetivos a atingir e os métodos a utilizar.

Capítulo 2 - *Software* e Metodologia de Programação:

Num segundo capítulo, descreve-se o *software* utilizado e a metodologia de programação utilizada no decurso do estágio.

Capítulo 3 - Supervisão de Compressores de frio DISGELO:

Partindo da solução aplicada nas instalações da DISGELO, expõe-se o objetivo da solução proposta, os equipamentos, a metodologia aplicada, e faz-se por fim, uma análise da solução implementada.

Capítulo 4 - Virador de Bidões Sumol+Compal:

Explicita-se o objetivo da solução proposta, os equipamentos e metodologia aplicada, bem como a análise a solução implementada, desta vez nas instalações da Sumol+Compal.

Capítulo 5 - Despaletizador Sólidos (Vidros/Latas) Sumol+Compal:

Expõe-se a solução apresentada, tendo em conta os objetivos que se pretendem atingir, e explicitam-se os equipamentos e metodologia aplicada.

Capítulo Final - Considerações Finais:

Fala-se dos objetivos atingidos, conclusões do trabalho e desenvolvimentos futuros.

CAPÍTULO 2.- Software e Metodologia de Programação

2.1. SCADA

SCADA é uma ferramenta que permite monitorizar e controlar um processo, pelo acesso remoto a dados desse processo, que são compilados e posteriormente apresentados ao operador. Possibilita, através de ferramentas de comunicação específicas a cada caso, controlar o dito processo. Estes sistemas facultam uma interface entre os níveis de controlo do sistema e os níveis superiores de gestão.

São uma das principais partes integrantes dos sistemas de supervisão e controlo, utilizados em indústrias de automação, dos quais também fazem parte os dispositivos de campo (sensores e atuadores) e os sistemas de comunicação (redes industriais e redes de campo).

Como os computadores são atualmente de baixo custo, deixa de ser necessária a utilização de uma arquitetura de sistemas *SCADA* centralizada, podendo optar-se por arquiteturas distribuídas (A. Rodriguez Penin, 2007).

2.2. SIMATIC TIA Portal V11®, STEP 7®, WINCC® 2008®

Cada marca de autómatos desenvolve o seu próprio *software* e neste caso as aplicações são desenvolvidas com o *software* da *Siemens*.

O *SIMATIC STEP 7 V5.5 SP2* é um *software* utilizado para desenvolver, testar, fazer o *debug*, simular o projeto e gerir as aplicações criadas. A sua versatilidade e facilidade de utilização, bem como, a sua extensa biblioteca de blocos de funções permite ao utilizador trabalhar eficientemente sobre os sistemas operativos *Windows® 2000®*, *Windows® XP®*, *Windows® Vista®*, e *Windows® 7®*.

No *SIMATIC STEP 7 V5.5 SP2* podem ser utilizadas, em qualquer acção, as cinco linguagens da norma IEC 61131-3: *LD*, *Ladder Diagram*; *IL*, *Instructions List*; *ST*, *Structures Text*; *GRAFCET*, *Graphe Fonctionnel de Commande*, *Étapes Transitions* (equivalente a *SFC*, *Sequential Function Chart*) e *FBD*, *Function Block Diagram*. (Pereira, 2011).

O *software WINCC® 2008®*, compatível com os sistemas operativos *Windows® 2000®*, *Windows® XP®*, *Windows® Vista®*, e *Windows® 7®*, permite ao utilizador visualizar e controlar, em tempo real, todos os processos de um sistema. Este *software* permite, ainda, a criação de relatórios, gráficos e alarmes. Deste modo, o operador não necessita de acompanhar a evolução dos acontecimentos, intervindo apenas quando necessário. A interface

deste *software* com sistemas, muitas vezes complexos, é feita através de sinópticos arquitectados pelo programador.

O *TIA PORTAL V11*® é uma solução que integra o *SIMATIC STEP 7* com o *SIMATIC WINCC*. Apenas com um projeto temos todos os equipamentos do sistema, bem como o sistema *SCADA* e o *software* do *PLC*.

Importa referir que as novas referências de autómatos da *SIEMENS*, *S7 1200* e *S7 1500*, só são compatíveis com o *TIA PORTAL*.

2.3. Metodologia de Programação

Na criação de soluções automatizadas podemos estandardizar uma metodologia, no desenvolvimento de *software*, que se aplica à maioria dos projetos (Fig.1).

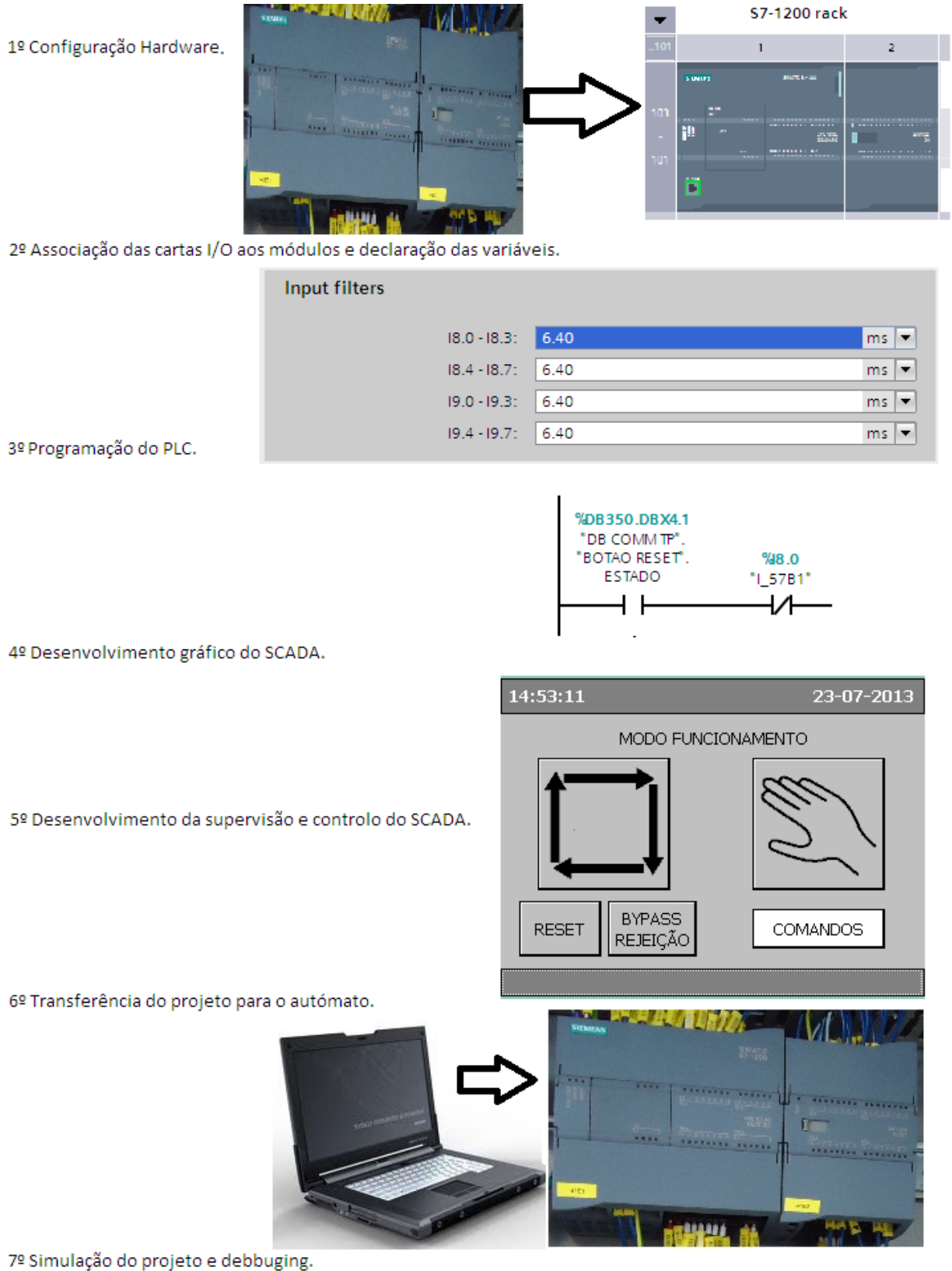


Figura 1-Metodologia de Programação.

2.4. IPOSPLUS

O *IPOSPLUS* é um *software* desenvolvido pela *SEW*® com o intuito de programar a série *Movidrive*®, descentralizando o sistema e retirando carga de processamento ao *PLC*.

O processo do acionamento é dividido entre o *PLC* e o *Movidrive*®, e este último permite o controlo de um motor como servo, ou como inversor.

CAPÍTULO 3- Supervisão de Compressores de frio DISGELO

3.1. Considerações Iniciais

A DISGELO é uma empresa que se dedica à produção e comercialização de gelo.

Nas suas instalações, localizadas no porto de Peniche, produz-se gelo através de dois compressores. Estes variam a pressão do amoníaco controlando, desta forma, a sua temperatura. Por sua vez, o amoníaco, já a uma temperatura baixa, arrefece o cilindro no qual é pulverizado água na sua superfície exterior que congela quase instantaneamente. O cilindro, que roda num eixo sobre si mesmo, é tracionado por um motor elétrico. E para cada compressor existe um circuito de amoníaco, um cilindro e um depósito de gelo. Após este processo, o gelo é raspado do cilindro e armazenado num depósito de gelo para depois ser ensacado ou transferido para os navios de pesca.

Ambos os compressores da instalação estão equipados com controladores *Unisab* (Sabroe (2014)). Os *Unisab* têm a capacidade de controlar e gerir os compressores de frio.

O compressor 1 (Fig.2) é controlado pelo controlador *Unisab 3* e o compressor 2 pelo controlador *Unisab 2*.

A única informação disponível dos compressores é a que se encontra nos monitores dos *Unisab 2 e Unisab 3* dos compressores de frio.

Posto isto, o que se pretende é a implementação de um sistema *SCADA* que supervisione o funcionamento dos compressores, mostrando os parâmetros considerados pelo cliente, *Johnson Controls*. Este sistema vem permitir a visualização dos avisos e alarmes, gráfico de parâmetros e criação de registos de manutenção independentes para cada compressor, bem como, a consulta dos mesmos, na plataforma *SIMATIC WINCC 2008 SP3 UPD1®*.



Figura 2 – Compressor 1 com controlador Unisab 3.

3.2. Ciclo do amoníaco da instalação.

No ciclo de arrefecimento (Fig. 3), através da utilização de compressores de frio, comprime-se o amoníaco que se encontra no estado de vapor a alta pressão e alta temperatura. Numa segunda fase o amoníaco é condensado para o estado líquido e encontra-se a elevada pressão mas a temperatura moderada. Depois da sua expansão o amoníaco encontra-se no estado líquido e gasoso, a baixa pressão e baixa temperatura. Em seguida é efetuada a evaporação (que se situa na parte interior do cilindro da instalação) onde o amoníaco se encontra no estado gasoso, a baixa pressão e temperatura.

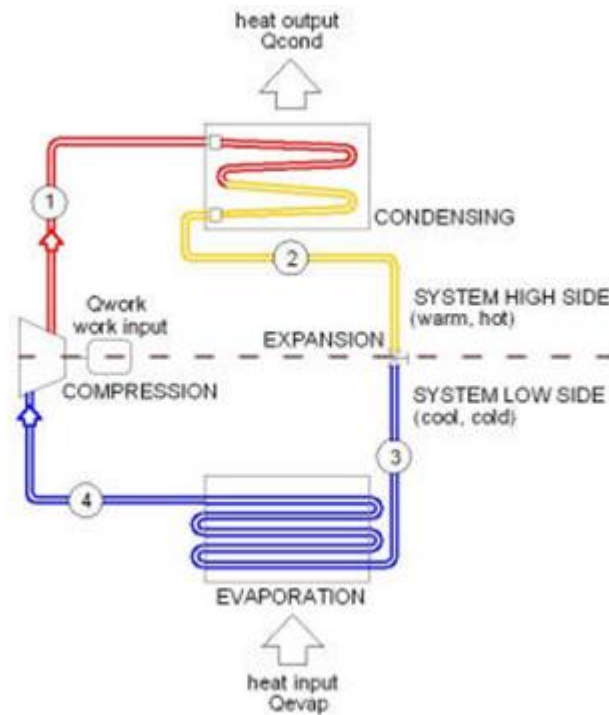


Figura 3- Esquema básico do ciclo de refrigeração (NHTRES, 2008).

3.3. Arquitetura do Sistema.

De forma a comunicar com os *Unisab 2* e *3* dos compressores de frio é utilizado um *switch* (Fig. 4) que será a *gateway* entre o protocolo *PROFIBUS* e *TCP/IP*.

A comunicação entre os *Unisab* e o *switch* é realizada através do protocolo *PROFIBUS*.

O *switch* recebe a informação pelo protocolo *PROFIBUS* e comunica com o *PC* do cliente através do protocolo *TCP/IP* (Fig.5).



Figura 4 – Localização do switch no quadro elétrico.



Figura 5- Arquitetura do sistema implementado.

Nos compressores 1 e 2 são configurados os *Unisab* 3 e 2 com o endereço *PROFIBUS* 2 e 1, a taxa de *baudrate* em 19200 *bps* e são ligados os condutores do protocolo *PROFIBUS* nas cartas *PROFIBUS* dos *Unisab*.

A configuração do *RS2LAN* da *York Refrigeration* feita no *PC* do cliente é efetuada através do *software LSNET Driver- 1.9.0.10*. A configuração tem a seguinte parametrização (Figs.6, 7, 8):

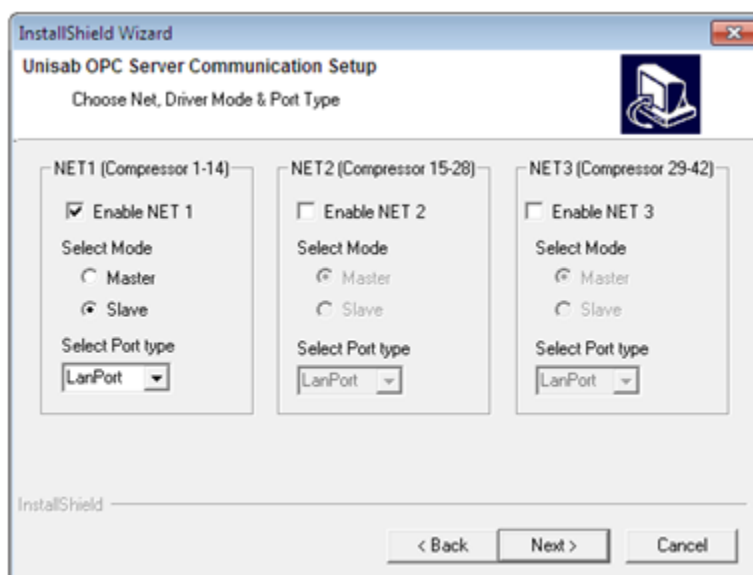


Figura 6- Configuração da *network* escolhida e porta utilizada.

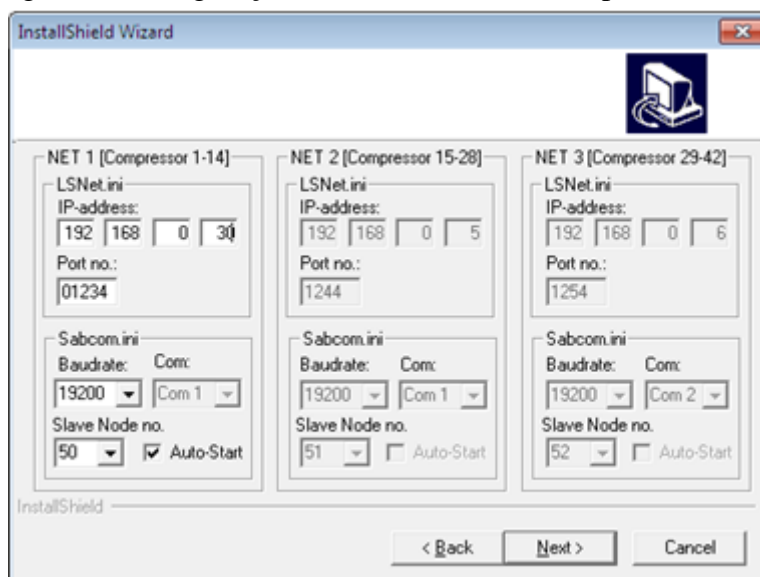


Figura 7- Configuração do endereço do *switch*, número da porta, *baudrate* e endereço *PROFIBUS*.

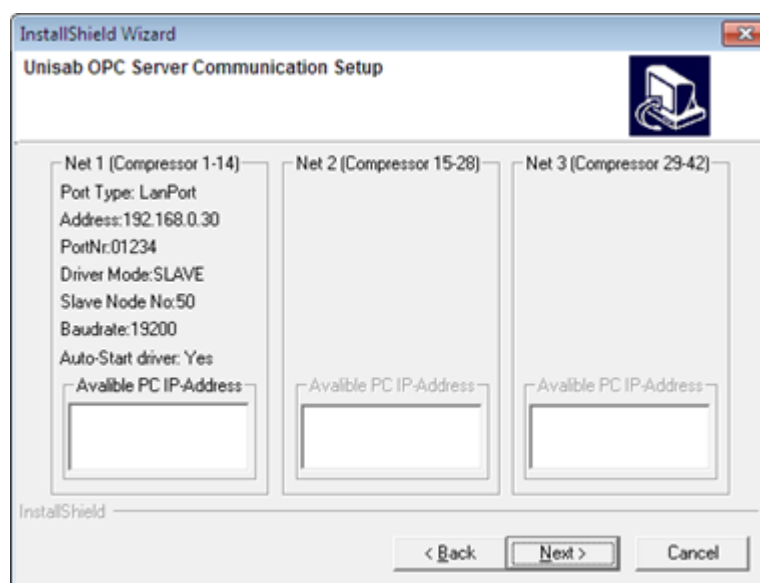


Figura 8- Configurações efetuadas.

3.4. Software Desenvolvido

3.4.1. Comunicação com o OPC

Inicialmente é criada a “*connection*” entre o sistema *SCADA* e o *OPC*, que irá habilitar a comunicação entre ambos (Fig.9).

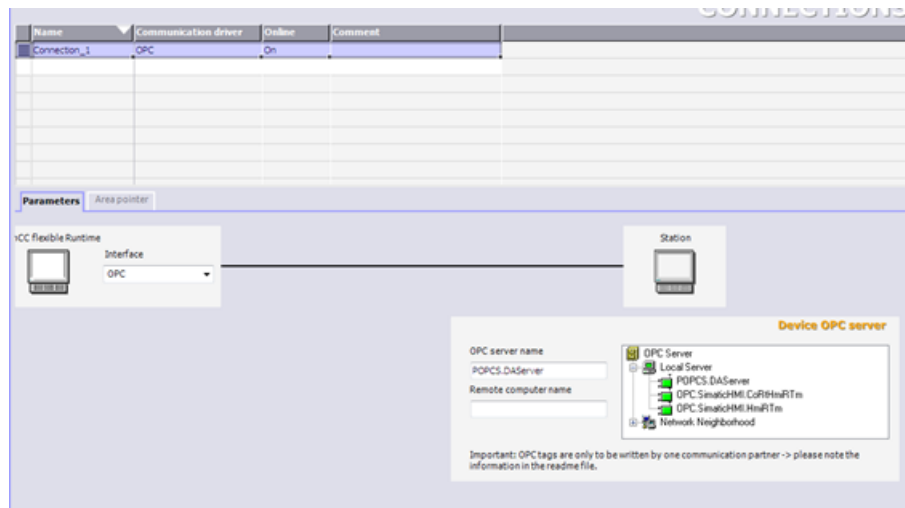


Figura 9-Definição da “*connection*”.

São definidas as *Tag* dos compressores 1 e 2, onde se lê a informação proveniente do *Unisab 2 e 3* como variáveis *booleanas*, *words* de estado, avisos e alarmes (Figs.10, 11).

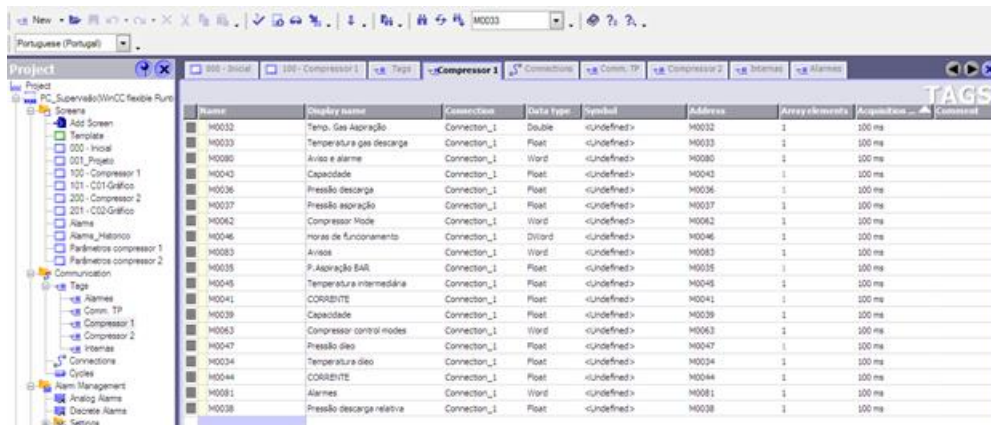


Figura 10-Tags definidas para cada compressor.

Event	Number	Class	Trigger Tag	Trigger bit	Trigger address
Pressão de aspiração-Compressor 1	1	Error	M081	15	15
Temperatura de aspiração-Compressor 1	2	Error	M081	4	4
Pressão de descarga-Compressor 1	3	Error	M081	7	7
Temperatura de óleo-Compressor 1	4	Error	M081	2	2
Pressão de óleo-Compressor 1	5	Error	M080	9	9
Pressão intermédia Alta-Compressor 1	6	Error	M080	13	13
Pressão de aspiração-Compressor 2	7	Error	M081	15	15
Temperatura de aspiração-Compressor 2	8	Error	M081	4	4
Pressão de descarga-Compressor 2	9	Error	M081	7	7
Temperatura de óleo-Compressor 2	10	Error	M081	2	2
Pressão de óleo-Compressor 2	11	Error	M080	9	9
Pressão intermédia Alta-Compressor 2	12	Error	M080	13	13
Temperatura de óleo-Compressor 1	13	Warnings	M083	2	2
Pressão de óleo-Compressor 1	14	Warnings	M080	1	1
Pressão de aspiração Alta-Compressor 1	15	Warnings	M080	6	6
Temperatura de Aspiração-Compressor 1	16	Warnings	M083	4	4
Pressão de descarga-Compressor 1	17	Warnings	M083	7	7
Pressão intermédia Alta-Compressor 1	18	Warnings	M080	3	3
Temperatura de óleo-Compressor 2	19	Warnings	M083	2	2
Pressão de óleo-Compressor 2	20	Warnings	M080	1	1
Pressão de aspiração Alta-Compressor 2	21	Warnings	M080	6	6
Temperatura de Aspiração-Compressor 2	22	Warnings	M083	4	4
Pressão de descarga-Compressor 2	23	Warnings	M083	7	7
Pressão intermédia Alta-Compressor 2	24	Warnings	M080	3	3

Figura 11-Alarmes discretos lidos das *words* de estado localizadas na área de memória M80, M81 e M83 do *Unisab* (York, 2007).

3.4.2. Template

É criada a *template*, (Fig.12), comum a todos os sinópticos com os botões de comando geral.



Sinóptico de alarmes atuais;



Sinóptico de gráficos;



Sinóptico de parâmetros do compressor;



Sinóptico inicial;



Sinóptico anterior;



Selecionar o compressor 1;



Selecionar o compressor 2.

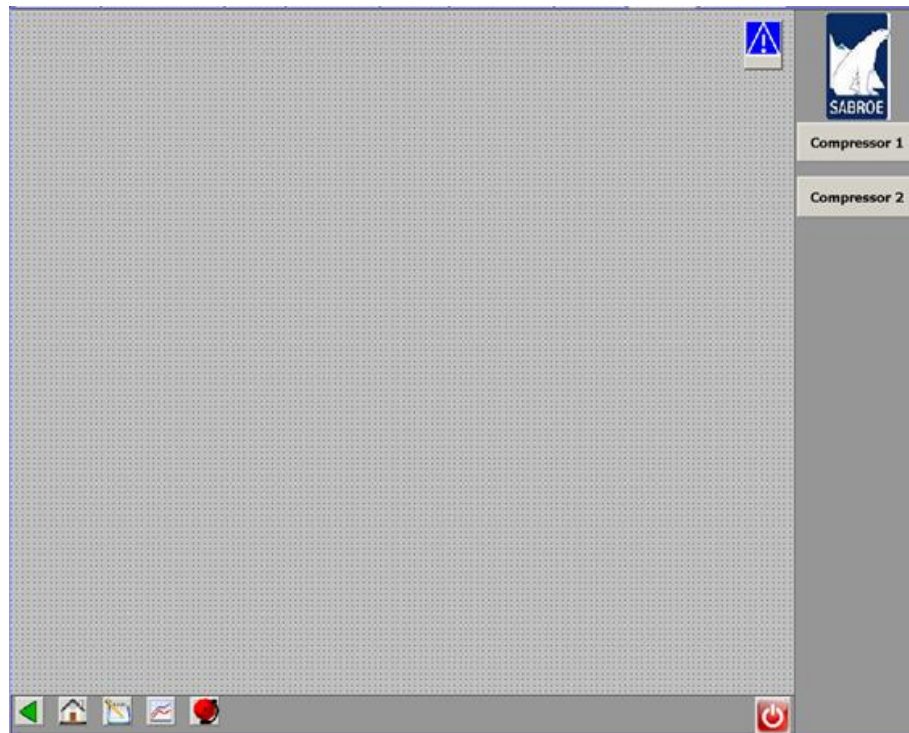


Figura 12- *Template* comum a vários ecrãs.

3.4.3. Sinóptico dos compressores

Também, é criado o sinóptico do compressor 1 na qual são expostos alguns parâmetros.

Os campos dos parâmetros são de cor cinza quando os seus valores estão dentro dos parâmetros normais, amarela quando estão em aviso e vermelha quando estão em alarme.

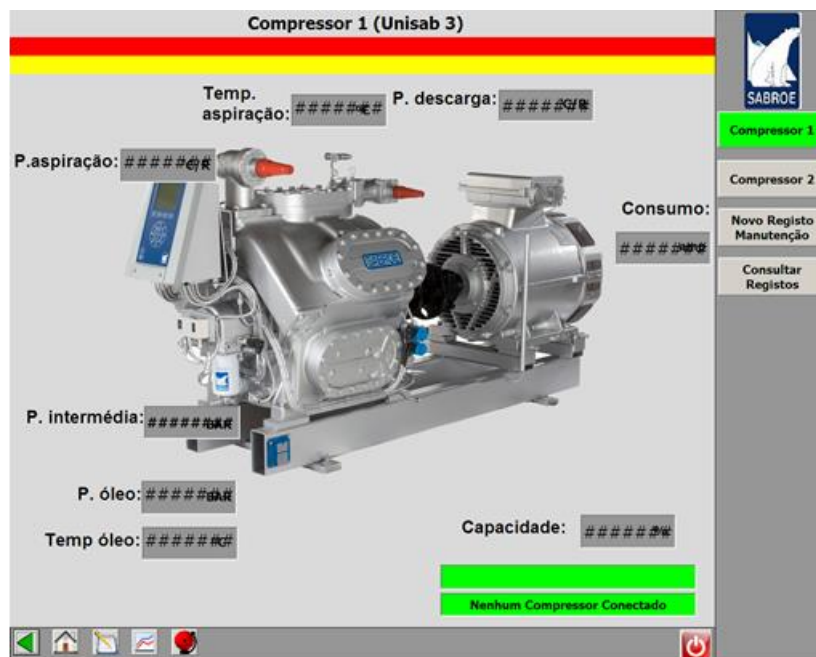


Figura 13-Sinóptico do compressor 1.

No topo superior do sinóptico, (Fig.13), foram criados 2 campos que expõem os respetivos avisos, no campo amarelo, e alarmes, no campo vermelho, com uma breve descrição do alarme ou aviso.

The screenshot shows a software interface titled 'TEXT LIST'. It contains two main sections:

Text lists

Name	Selection	Comment
Compressor Estado	Bit number (0 - 31)	
Modo Controla compressor	Bit number (0 - 31)	

List entries

Default	Value	Entry
<input type="checkbox"/>	0	Nenhum Compressor Conectado
<input type="checkbox"/>	1	Pronto
<input type="checkbox"/>	2	Em Funionamento
<input type="checkbox"/>	3	Arranque
<input type="checkbox"/>	4	Paragem
<input type="checkbox"/>	5	Pause
<input type="checkbox"/>	6	Pré-lubrificação
<input type="checkbox"/>	7	Baixar Capacidade
<input type="checkbox"/>	8	A funcionar em Sobrecarga
<input type="checkbox"/>	9	A funcionar com limitação na pressão de Descarga
<input type="checkbox"/>	10	A funcionar com limitação na pressão de Aspiração
<input type="checkbox"/>	11	Parado

Figura 14-*Text List* criada para o estado do compressor.

The screenshot shows a software interface titled 'TEXT LISTS'. It contains two main sections:

Text lists

Name	Selection	Comment
Compressor Estado	Bit number (0 - 31)	
Modo Controla compressor	Bit number (0 - 31)	

List entries

Default	Value	Entry
<input type="checkbox"/>	0	Compressor Parado
<input type="checkbox"/>	1	Compressor Manual
<input type="checkbox"/>	2	Compressor Automatico
<input type="checkbox"/>	3	Compressor Remoto

Figura 15-*Text List* criada para o modo de funcionamento do compressor.

No canto inferior direito são criados dois campos que revelam o estado e o modo do compressor. Para conseguir visualizar qual o estado e modo de funcionamento, nos campos do sinóptico, é necessária a criação de duas *text list* com os diversos estados e modos do compressor, (Figs.14, 15). Para isso são lidas e comparadas duas *words* de estado do OPC, a *word* M0062 e M0063, e para cada valor da *word* corresponde um estado e modo de funcionamento diferente.

3.4.4. Registos de Manutenção

Para os registos de manutenção é criado um *script* em *visual basic* (Fig.16) que cria um ficheiro *Excel* onde o operador preenche as reparações\alterações efetuadas no compressor, (Fig.17). O ficheiro *Excel* é gravado em pastas independentes para cada compressor e no nome de cada ficheiro têm informação sobre número do compressor, ano, mês, dia, hora e minutos a qual foi efetuado o registo.

```

Sub Script_Reg_Man_Cri()
    1)'NOTES: To start scripting please press <Ctrl><Space> and see the wide variety of functions.
    2)'Write scripts by using system functions or the WinCC flexible object model. You can easily access to the
    3)'system through the WinCC runtime object. For a convenient picking of an object reference
    4)'you can press <Alt><Right Arrow>. Design complex scripts by employing the basic features
    5)'of the programming language VBScript and access tags directly by name e.g. tag = 5.
    6)Dim fa
    7)Dim path
    8)
    9)Dim objExcel
    10)path = "srv\logs_Disgelo\logs_Mantencao\Compressor_1\Mantenção" & Hour (Time) & "h" & Minute (Time) & "min" & Year(Date) & Right("0" & Month(Date))
    11)path = "C:\D12242_SCADA_DISGELO\Registos\Compressor_1\" & "_Compressor1" & Year(Date) & Right("0" & Month(Date),2) & Right("0" & Day(Date),2) & ".
    12)Set fa = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
    13)fa.CopyFile "C:\D12242_SCADA_DISGELO\Registos\Log_Mantenção.klax", path
    14)
    15)StartProgram "excel",path,hmlShowNormal,hmlNo
    16)

```

Figura 16-Script para registo de manutenção.

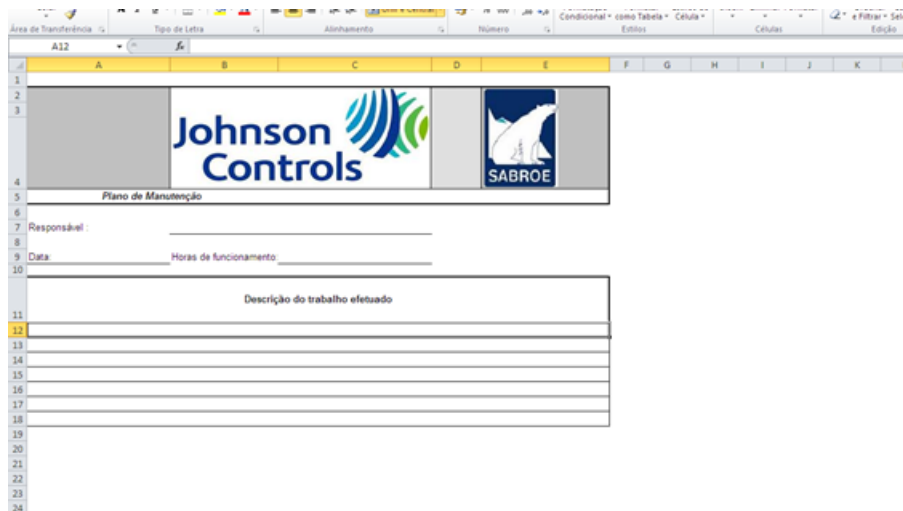
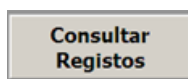


Figura 17-Folha Excel para registo de manutenção.



Através do botão **Consultar Registos** do sinóptico do compressor, (Fig.13), é ativada a função *StartProgram* que abre a localização da pasta com os registos de manutenção e assim permite a consulta de todos os registos efetuados.

3.4.5. Gráficos Compressores

Para cada compressor é criado um sinóptico com gráfico dos parâmetros de pressão de aspiração, pressão intermédia, pressão de descarga, pressão óleo e consumo. Para isso é necessária a criação de *Data_Logs* que efetuam o registo dos valores lidos nas áreas de memória do OPC, (Fig.18) É possível analisar os valores destas variáveis num espaço de tempo definido de 2 horas, (Fig.19).

Name	No. of data records per log	Storage location	Path	Data source	Logging method	Units
CO1-Consumo	500	File - RDB	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10
CO1-#Aspiração	500	File - RDB	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10
CO1-#Descarga	500	File - RDB	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10
CO1-#Intermedia	500	File - RDB	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10
CO1-#Óleo	500	File - RDB	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10
CO2-Consumo	500	File - RDB	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10
CO2-#Aspiração	500	File - RDB	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10
CO2-#Descarga	500	File - RDB	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10
CO2-#Intermedia	500	File - RDB	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10
CO2-#Óleo	500	File - RDB	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10
Data_log_1	500	File - CSV (ASCII)	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10
Data_log_2	500	File - CSV (ASCII)	D:\Logs_Disgeol\Logs_winnoc	System	Circular log	10

Figura 18- *Data Logs* dos parâmetros apresentados nos gráficos.

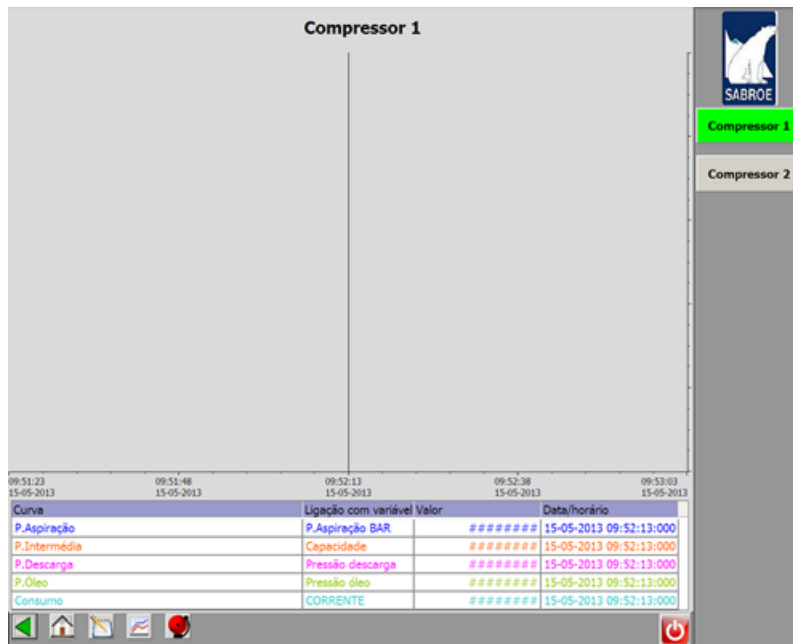


Figura 19- Sinóptico do gráfico do compressor 1.

3.4.6. Parâmetros dos Compressores

No sinóptico de parâmetros dos compressores, (Fig.20), são visualizados todos os parâmetros dos compressores, em funcionamento normal, a cor cinza, no estado de aviso, a cor amarela e em alarme, a cor vermelha. Os valores dos parâmetros são escalados através do *WINCC® 2008®*, de modo a corresponderem aos valores medidos.

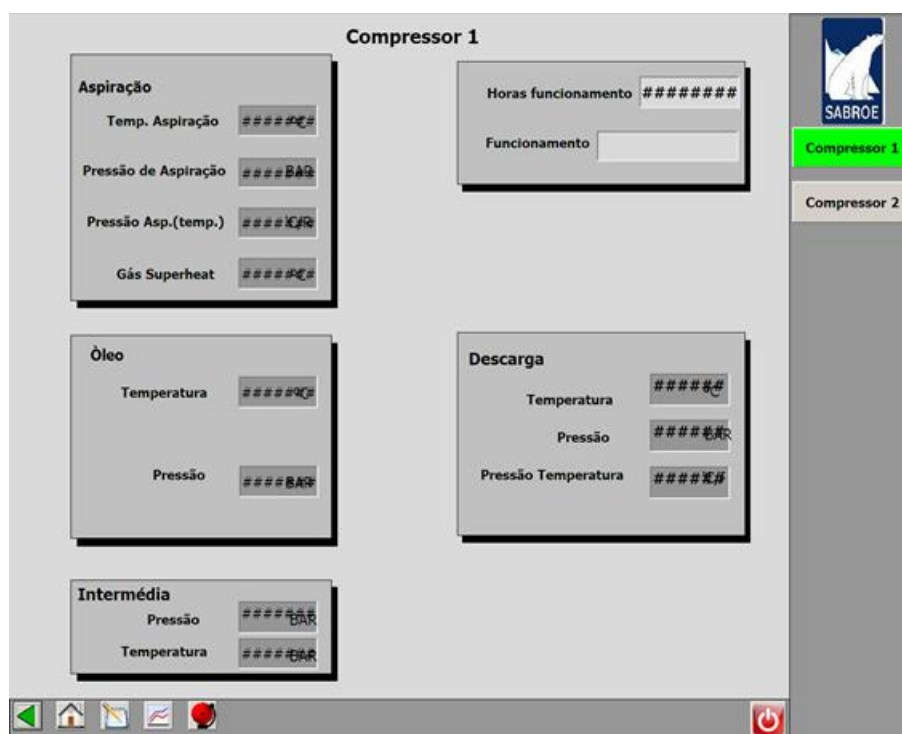


Figura 20- Sinóptico de parâmetros do compressor 1.

3.5. Desenvolvimentos futuros

Para a otimização da produção de gelo seria vantajoso implementar um sistema de controlo que juntamente com a supervisão iria permitir a utilização ótima dos dois compressores.

Através do controlo efetuado por um *PLC* poderiam ser programados mapas de produção de gelo nas horas de tarifa de vazio, diminuindo, assim, os custos de produção e evitando a necessidade de ter sempre um operador para ligar e desligar os compressores.

Do mesmo modo, quando apenas é necessária a utilização de um dos compressores, poderia ser distribuída a produção entre eles, de modo alternado, evitando a utilização constante e o desgaste do mesmo equipamento.

A produção seria monitorizada e registada, assim como os funcionamentos dos compressores. Os custos de produção seriam mais baixos e a produção de gelo mais eficiente.

CAPÍTULO 4. –Virador de Bidões Sumol+Compal

4.1. Considerações Iniciais

Na fábrica da empresa Sumol+Compal de Almeirim é proposta a criação de um virador de bidões (Fig. 21, Fig. 22) de forma a colocar os bidões de concentrado de polpa no sentido correto para o próximo processo.

A verificação da conformidade do conteúdo dos bidões é feita pelo operador que se encontra na mesa de transferência. O operador abre o bidão e caso o seu conteúdo não esteja em conformidade, rejeita o bidão que irá para a mesa de transferência e de seguida para a zona de rejeição.

São propostos dois modos de funcionamento. Um automático, no qual todo o processo é automático até à mesa de transferência, momento em que espera pela validação do operador. E um outro manual, no qual todos os processos são independentes e controlados manualmente.

É requisito do cliente que os bidões, depois de serem virados, percorram em “passo peregrino” pela zona de acumulação até à mesa de transferência.

Neste sentido, é desenvolvido o *software* de controlo e de supervisão, em que o controlo é feito através da programação de um *PLC* e a supervisão através da implementação do sistema *SCADA*. Ambos são desenvolvidos na plataforma *TIA PORTAL V11 SP2 Update 5*. Todos os modos de funcionamento e processos são desenvolvidos bem como os alarmes do sistema.

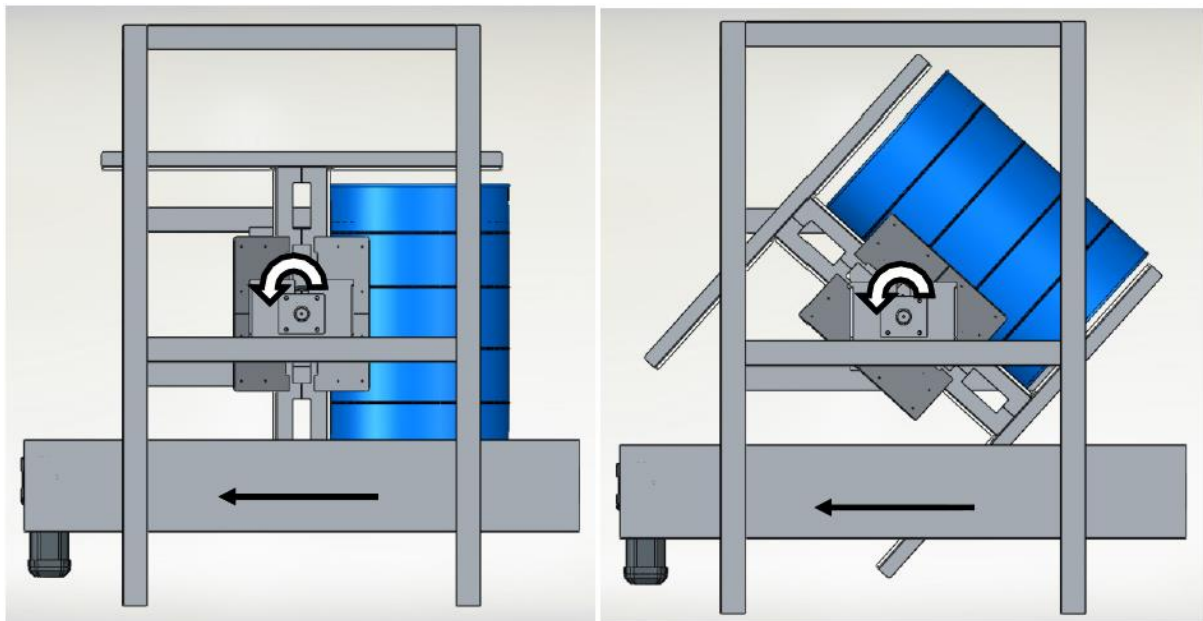


Figura 21- Modo de viragem proposto perfil frontal.

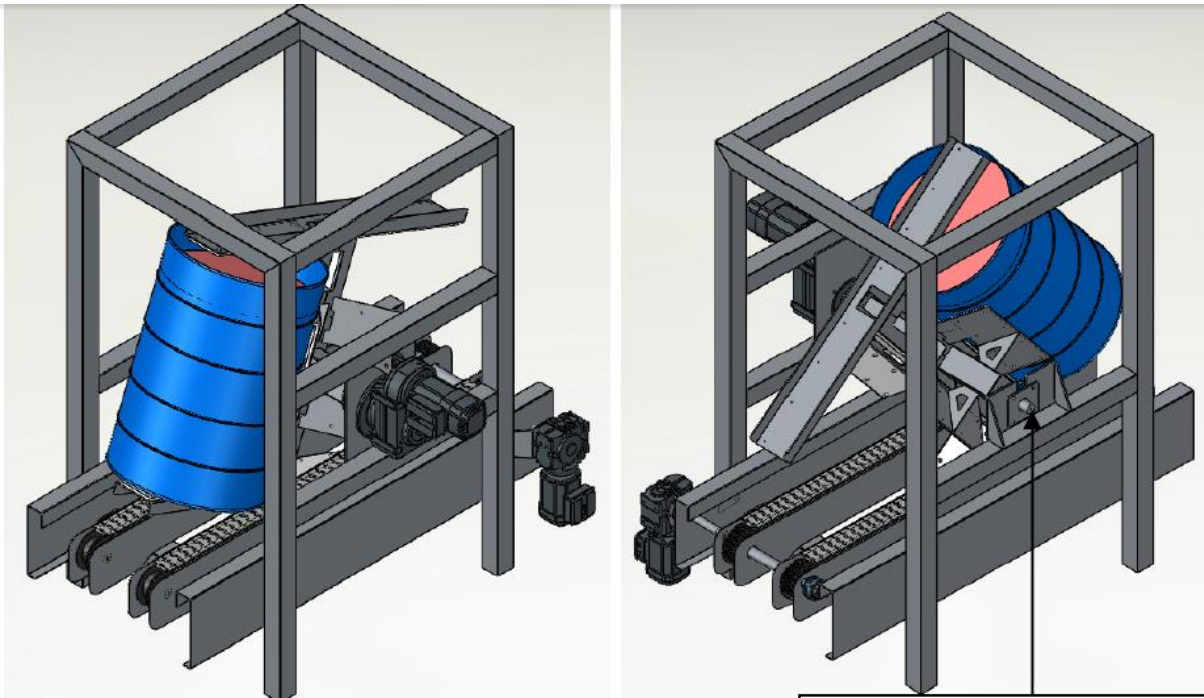


Figura 22 – Acionamento do Virador de Bidões em SOLIDWORKS.

4.2. Projeto da obra

O projeto elétrico foi dimensionado pelo Técnico Rui Duarte do Departamento Técnico da DELTAMATIC, o Projeto mecânico foi dimensionado pela PENTALINE (Fig.23, 24).

O virador de bidões (Fig 25) tem seis motores e duas válvulas. A velocidade do motor do virador é controlada através de um variador de frequência, os restantes 5 motores funcionam à velocidade nominal.

Para determinar a posição do virador é utilizado um *encoder*, constituído por dois sensores indutivos e uma roda dentada perto do eixo do motor. Um dos sensores indica os incrementos de posição do virador. De modo a detetar a posição “zero” do virador, a roda dentada tem duas saliências que quando detetadas pelo outro sensor indutivo indicam a posição “zero”.

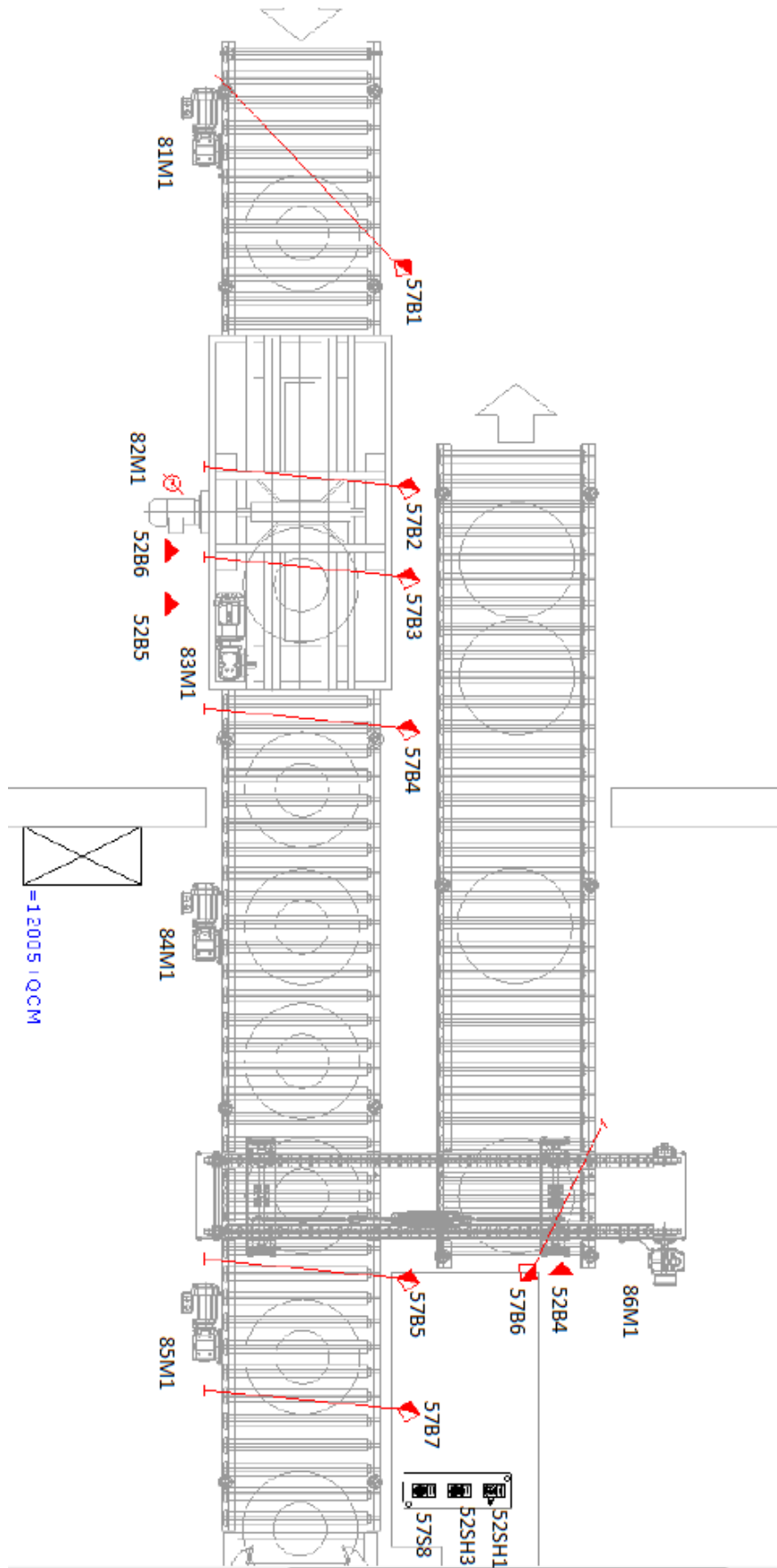


Figura 23- Layout do virador de bidões.

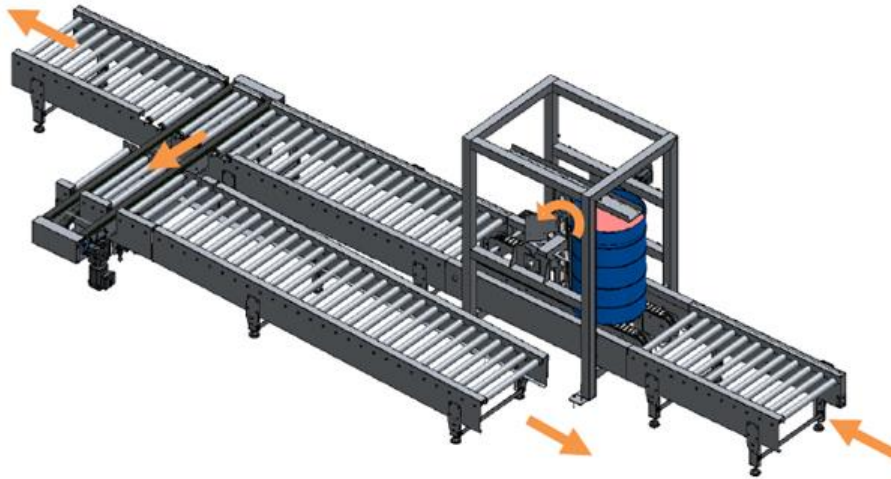


Figura 24- Virador de Bidões dimensionado em *SOLIDWORKS*.



Figura 25 – Virador de Bidões em funcionamento.

4.3. Quadro elétrico

Depois de montada a *Platine* do virador de bidões, segundo o projeto elétrico dimensionado, o quadro elétrico tem o aspeto visualizado na figura 26.



Figura 26-Quadro elétrico do virador de bidões.

A *Platine* encontra-se dividida por andares. O primeiro andar é constituído pelo autómato, fonte de 24V e disjuntores. O segundo andar, com disjuntores dos motores. O terceiro com contactores dos motores e relé de segurança. E por fim, o quarto andar com réguas para entradas e saídas e variador de frequência.

4.3.1. Autómato

O autómato escolhido foi o *Siemens CPU 1214C*. Este possui 14 entradas digitais, 10 saídas digitais e 2 saídas analógicas.

Para esta aplicação foram necessários os módulos de expansão *Simatic S7-1200 Digital I/O SM 1223* e *Simatic SB 1232*.

No módulo *SM 1223* discreto de 24V, de lógica positiva, os 16 canais de entrada recebem corrente e os 16 canais de saída fornecem corrente. São utilizados para as diversas entradas digitais e saídas digitais do projeto.

O módulo *SB 1232* possui uma saída analógica utilizada para a referência de velocidade do motor com variador de frequência.



Figura 27-Configuração final do autômato.

Após a montagem o autômato apresenta o aspeto da figura 27.

4.3.2. *Human Machine Interface*

A consola escolhida é a *SIMATIC KTP 400 basic mono*, onde será implementado o sistema *SCADA* de supervisão e controlo do virador de bidões (Fig.28).

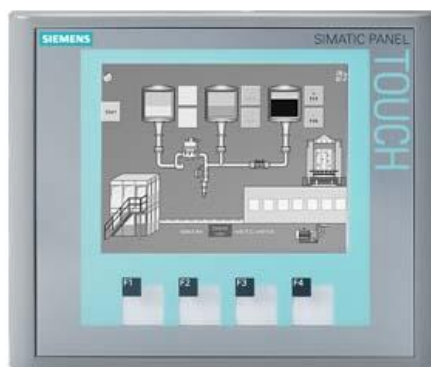


Figura 28-Consola *SIMATIC KTP 400 Basic Mono*.

Pode ser configurada através do *WINCC® 2008®*, ou *WINCC BASIC (TIA PORTAL V11®)* e podem ser utilizadas até 250 *tags*.

4.3.3. Movitrac MC07B

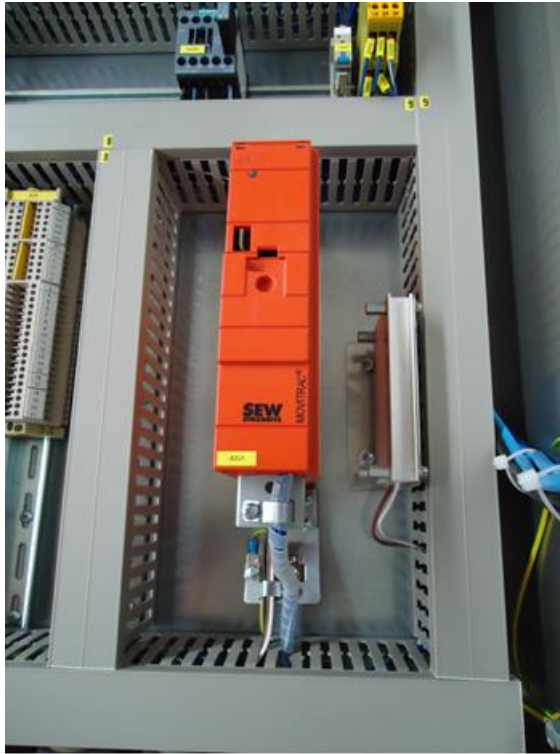


Figura 29-Movitrac MC07B e resistência de frenagem.

O variador escolhido é o *MOVITRAC MC07B* que varia a frequência da corrente de alimentação de um motor de 0.37 kW (Fig.29).

Durante os testes do virador de bidões foi necessário alterar os parâmetros do variador. Constatou-se que com os parâmetros do motor utilizados, este não tinha torque suficiente para virar os bidões e a viragem era efetuada de forma brusca, com os bidões a embaterem com bastante força no transportador.

Depois de comunicar o problema à *SEW* foram alterados os parâmetros do variador de forma a aumentar o torque. Deste modo, alterou-se o tipo de motor para *NOSEW* e acrescentou-se os parâmetros de potência do motor, velocidade nominal e corrente nominal (no caso de motores *SEW* basta colocar a referência do motor, a tensão e frequência nominal). Com as alterações proporcionadas, o motor e o acionamento alcançaram o funcionamento correto.

4.3.4. Ligações ao Autômato

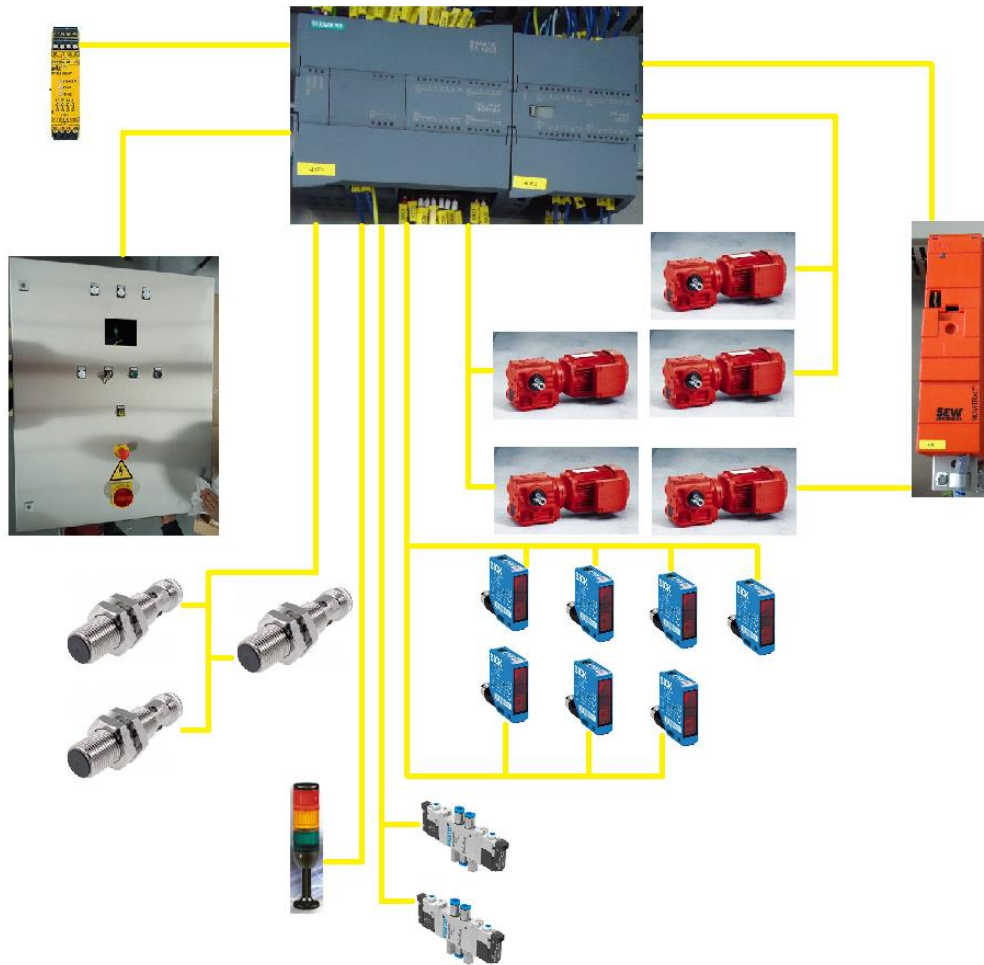


Figura 30-Ligações ao autômato.

Na figura 30 estão representados os equipamentos mais relevantes utilizados no sistema implementado.

4.3.5. Arquitetura do Sistema

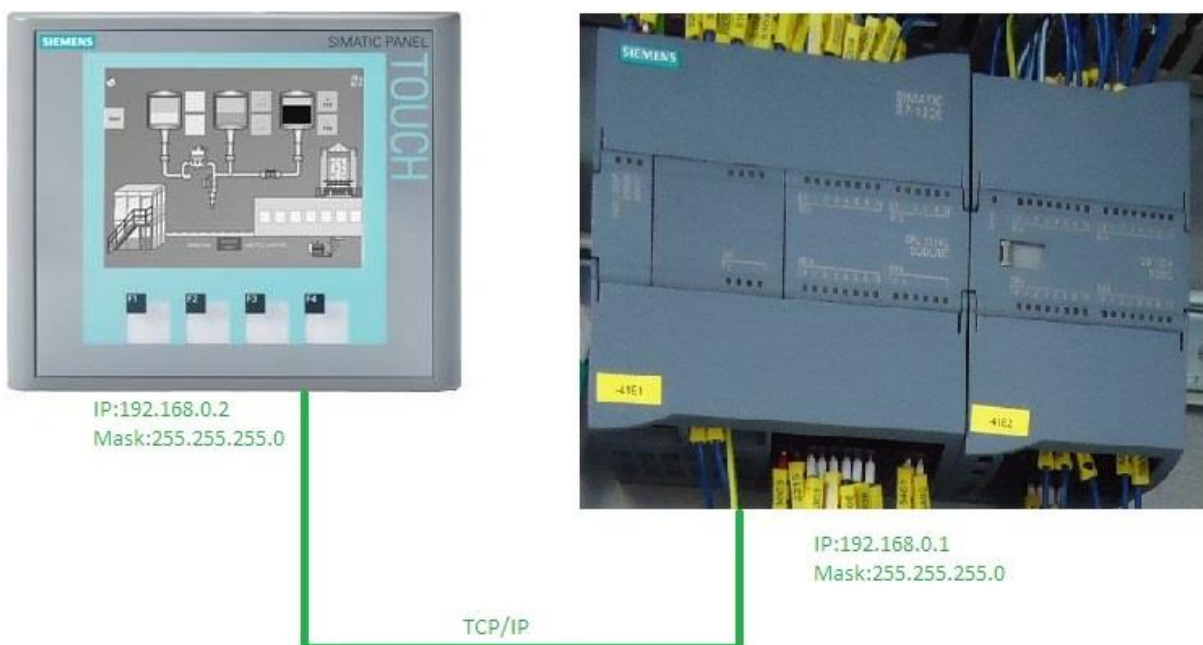


Figura 31-Arquitetura do Sistema

Na figura 31 está representada a arquitetura do sistema com os protocolos de comunicação e endereços do sistema implementado

4.4. Software Desenvolvido

Pretendia-se que o programa final fosse de encontro às especificações do cliente. Nesse sentido, a conceção centrou-se na definição de dois modos de funcionamento, um automático e um manual.

Como já foi referido, no modo automático, todo o processo é automático desde o início do processo até à validação do operador. No modo manual permite-se o comando de todos os motores até à validação do operador. Independentemente do modo de operação escolhido, a mesa de transferência dos bidões rejeitados é sempre controlada manualmente, através de botões de rejeição.

São definidas, no *PLC*, as condições para a entrada do modo automático ou manual, sendo sempre necessário o comando externo de *start* dado pelo operador.

4.4.1. Configuração do Hardware

O passo inicial, para o desenvolvimento de qualquer projeto na plataforma *TIA PORTAL*, é a definição do *hardware* utilizado, onde se configura o autómato e os módulos I/O analógicos e digitais utilizados neste projeto (Fig.32, 33). São definidos os endereços utilizados segundo o esquema elétrico da obra.

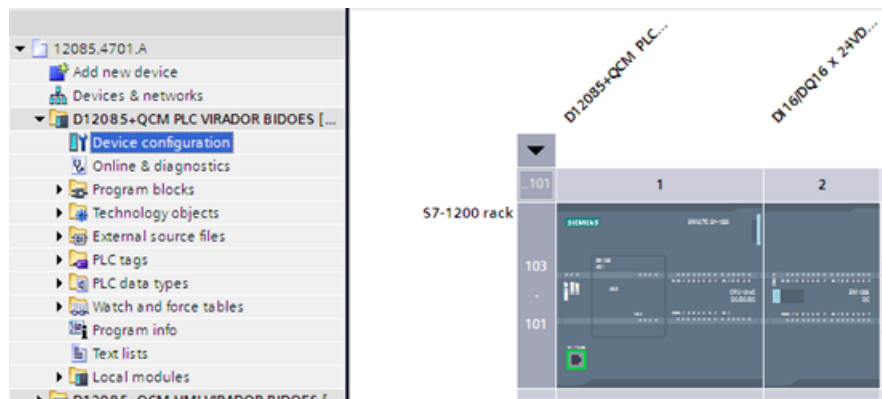


Figura 32-Vista dos elementos constituintes do *PLC* no *TIA PORTAL*.

Os endereços das entradas e saídas do *PLC* são declarados no ecrã de propriedades do autómato e dos módulos.

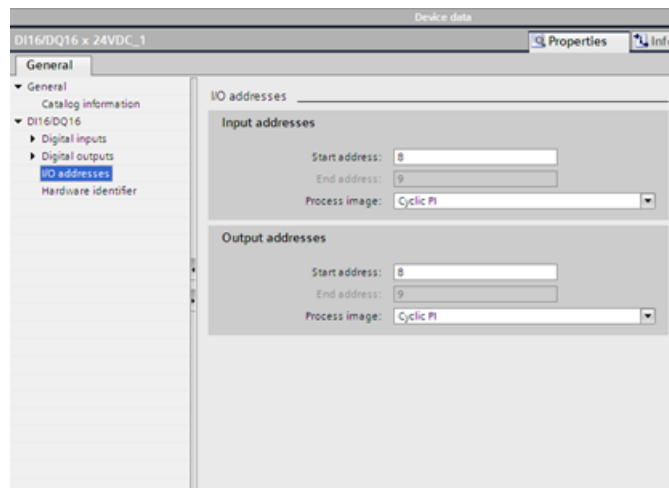


Figura 33-Endereçamento do módulo *SM1223*.

4.4.2. Ciclo de Viragem

Com o objetivo de solucionar o impacto dos bidões no virador e do virador no transportador foi desenvolvido um ciclo de viragem (Fig. 34) no *software* com variáveis de tempo e de incrementos de modo a afinar os parâmetros do algoritmo para realizar a tarefa com suavidade.

Quando o virador é detetado pelo sensor indutivo 52B5 (Fig. 23) é assimilada a posição zero do virador e colocada uma variável #IMPULSOS a zero. À medida que o motor roda são incrementados os impulsos do sensor indutivo 52B6 (Fig. 23). Com o objetivo de melhorar a resolução são contabilizados os impulsos positivos e negativos.

Existem quatro valores de referência: os valores de incrementos máximos, de incrementos para redução de velocidade, de incrementos para paragem de viragem e tempo de viragem.

O número de incrementos para paragem de viragem e tempo de viragem controlam o ângulo do virador e o tempo que o virador permanece nessa posição de maneira ao bidão escorregar até à base do virador num movimento suave.

É comparado o número de impulsos com o valor de referência do número de incrementos para redução de velocidade. Quando o número de impulsos é igual ou superior à referência, o motor do virador muda para velocidade lenta e assim suaviza a etapa final da viragem e o impacto do virador com o transportador.

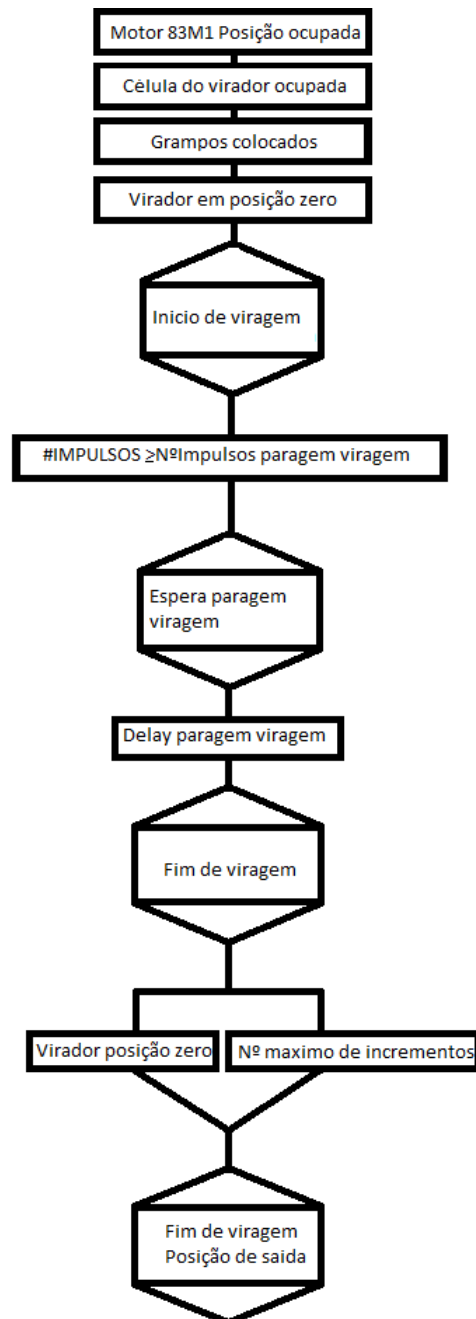


Figura 34-Fluxograma do ciclo de viragem.

4.4.3. Condições para funcionamento dos motores e válvula

- Estão reunidas as condições para funcionamento em automático do motor 81M1 quando o bidão for detetado pela fotocélula 57B1 durante X período de tempo definido no algoritmo e o estado da célula 57B2 for livre, ou ocupado desde que os grampos do virador estiverem colocados para virar bidão, ou seja, 58B1 ativo.

- No caso de os grampos do virador estarem montados, 58B1 ativo, o motor 83M1 entra em automático. Nestas situações, todas as etapas da viragem se encontram desativadas, o virador em posição zero, sensor indutivo 52B5 ativo, célula de passo peregrino ativa 57B4 e motor 82M1 parado.

Caso os grampos do virador não estejam montados, 58B1 desativada, apenas se verificam as condições de passo peregrino.

Para o funcionamento em manual é necessário selecionar o modo manual e o motor 82M1 tem que estar parado.

- O motor 84M1 entra em automático através de 3 modos de funcionamento possíveis.

Nas condições para o modo de funcionamento “passo peregrino”, a posição da célula 57B4 está ocupada (durante um determinado tempo), a entrada na mesa de transferência está livre, 57B5, e a mesa de transferência está em baixo, 52B4.

Nas condições para o modo de funcionamento em que há a aprovação de bidão, ocorre a passagem do bidão do transportador de passo peregrino para transportador do motor 85M1. O motor 84M1 entra em modo automático se houver validação de bidão, a posição da célula de entrada da mesa de transferência estiver ocupada, 57B5 ativa, e em baixo, 52B4 ativa, e a posição da célula 57B7 se encontrar desocupada.

No modo de funcionamento fim de produção, o operador clica no botão de pedido de bidão, 52SH3 ativo, a entrada da mesa de transferência está ocupada, 57B5 ativa e em baixo, 52B4 ativa.

- O motor 85M1 entra em modo automático através dois modos de funcionamento possíveis.

O modo de validação de bidão ocorre se o modo automático estiver ativo e o operador acionar a entrada externa de validação de bidão.

Um outro modo é o *bypass* à rejeição. Tem como condições o modo automático estar ativo e o modo de *bypass* à rejeição ser escolhido na consola.

As condições de funcionamento comuns a ambos os modos são a mesa de transferência em baixo, 52B4 ativo, a posição da célula 57B5 ocupada e posição 57B6 livre de forma a garantir que a máquina não está a satisfazer um pedido de rejeição de bidão.

- Para que o motor 86M1 entre em modo automático é necessário que estejam reunidas as seguintes condições: posição da célula 57B5 ocupada, mesa de transferência em cima, 52B4 desativada, posição de fim de mesa de transferência livre, 57B6 desativada e a entrada externa de rejeição de bidão ter sido ativada.

Em manual só funciona se mesa de transferência estiver em cima.

- A válvula que aciona o subir e descer da mesa de transferência, em modo automático só levanta a mesa se estiver a satisfazer um pedido de rejeição de bidão. Em modo manual o estado é mantido até que o operador clique em subir ou descer.

4.4.4. SCADA

Houve a preocupação de desenvolver o aspeto gráfico do sistema *SCADA* o mais intuitivo e prático possível, facilitando a utilização aos operadores.

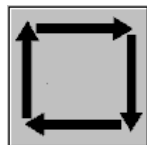
Chegou-se à conclusão que, em termos de distribuição de informação por sinópticos, se deveriam desenvolver os seguintes sinópticos:

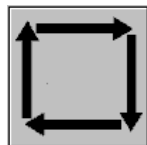
- Comando geral: Sinóptico de arranque da aplicação, com escolha do modo de funcionamento, botão de *reset*, *bypass* de rejeição e ligação aos sinópticos de manual.
- Manual 1: Comando dos motores 81M1 e 83M1.
- Manual 2: Controlo da velocidade e comando do motor 82M1.
- Manual 3: Comando dos motores 84M1 e 85M1.
- Manual 4: Comando do motor 86M1 e válvula 54yx que controla a mesa de transferência de rejeição.
- *Service*: Encerramento do *Runtime* e acesso ao sinóptico dos parâmetros.
- Parâmetros: Parâmetros para “afinar” o algoritmo de passo peregrino e viragem de bidões.
- Alarmes: Sinóptico onde são mostrados os alarmes do sistema.





Figura 35-Sinóptico de comando geral.



Na figura 35 visualizamos o sinóptico desenvolvido para o comando geral.



Premindo o botão  seguido da validação da botoneira “*start*”, o controlo dos motores será efetuado em modo automático. Selecionado este modo, o botão de automático “pisca” entre a cor branca e cinza e quando está ativado permanece em cor branca.

Premindo o botão  desabilita-se a rejeição de bidões em automático. Premindo  é feito o *reset* a todos os motores, continuando o ciclo onde se verificarem as condições de funcionamento.



Premindo o botão  é selecionado o modo de manual, sendo necessário premir a botoneira de “start” para ativar este modo. Caso o modo manual seja selecionado o botão fica intermitente entre cor branca e cor cinza e caso seja ativado fica de cor branca e ativa a visualização do botão  que dá acesso aos ecrãs de manual.

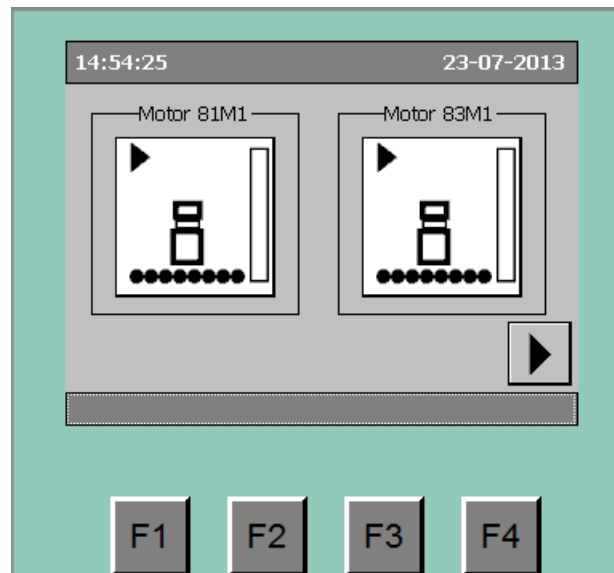
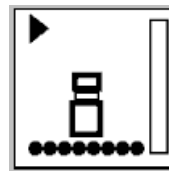
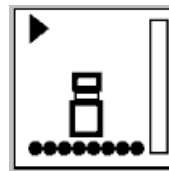


Figura 36- Sinóptico de Manual 1.



No sinóptico de Manual 1, figura 36, com o botão  controla-se, em modo manual, o motor 81M1 ou o motor 83M1. Ao premir o botão acionamos o motor para o estado de ligado e ao “soltar” o botão acionamos o motor para o estado de “desligado”.

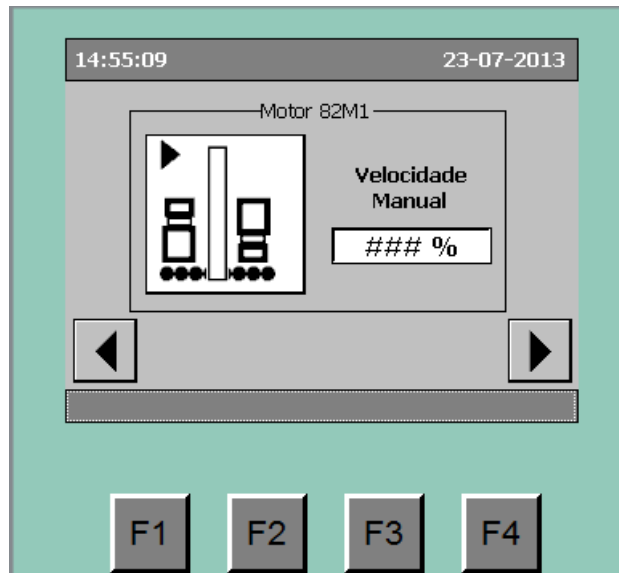
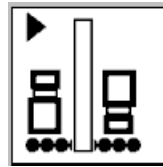


Figura 37- Sinóptico de Manual 2.

No sinóptico Manual 2, figura 37, controla-se o motor 82M2. Como é um motor com variador



controla-se, também, a velocidade. Premindo o botão acionamos o estado de “ligado” do motor 82M2 e “soltando” o botão acionamos o estado de “desligado”. Para se

controlar a velocidade do motor, no campo introduzimos a percentagem da velocidade desejada numa escala de 0% a 100% em numeração decimal.

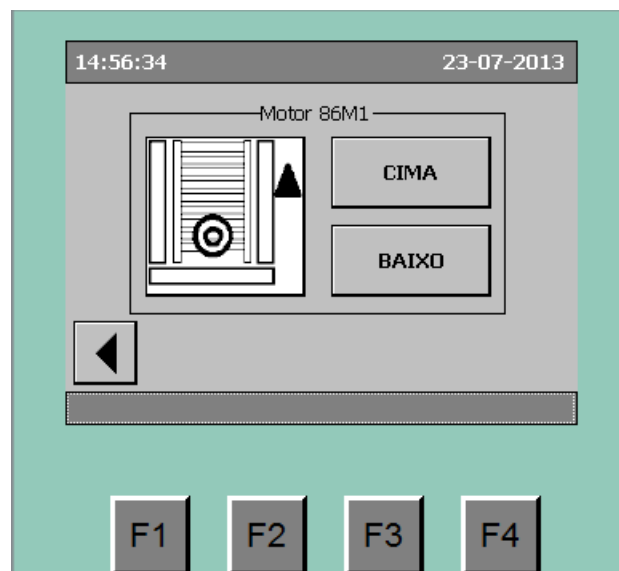


Figura 38- Sinóptico de Manual 4.

No sinóptico da figura 38, controla-se, em modo manual, o motor 86M1, seguindo a filosofia dos outros sinópticos, com a particularidade deste motor apenas comutar para o estado de “ligado” tendo o *feedback* da mesa transportadora em cima. Pressionando o botão

CIMA

abre-se a válvula de ar comprimido o que irá subir as correntes do transportador. Quando se recebe o *feedback* da válvula o botão muda para cor branca.

BAIXO

Pressionando o botão fecha-se a válvula de ar comprimido o que irá descer as correntes do transportador. Quando se recebe o *feedback* da válvula fechada o botão comuta para cor branca.

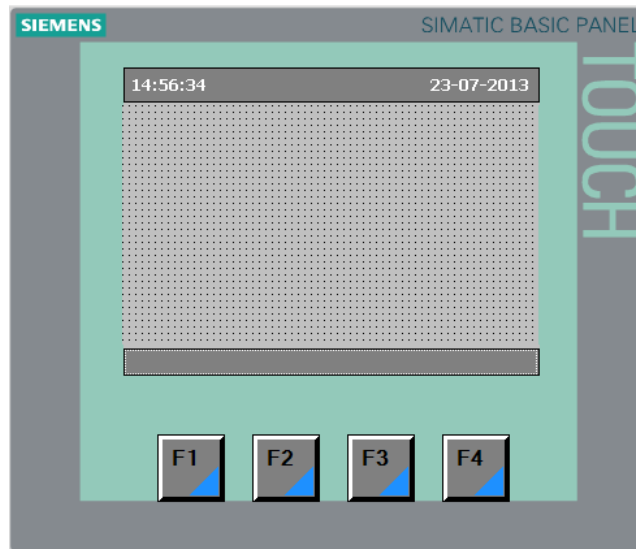


Figura 39- *Template* comum a todos os ecrãs.

Todos os sinóticos têm em comum um *template* (Fig.39). A barra superior do *template* mostra a data e hora e a barra inferior permite visualizar os alarmes acionados. O botão

F1

ativa o sinótico anterior, o

F2

ativa o sinótico de comando geral, o

F3

ativa o sinótico de alarmes e o

F4

ativa o sinótico de *service*.

Inicialmente não se definiu no *SCADA*, no sinótico de parâmetros, a possibilidade de alterar os valores de impulsos, tempo de viragem e *delay* para espaçamento de barris. No entanto, veio a comprovar-se ser necessário fazer essa alteração para uma fácil e prática afinação do processo por parte dos operadores, caso o volume dos bidões se venha a alterar, figura 40.



Figura 40-Sinóptico de parâmetros.

4.4.5. Alarmes

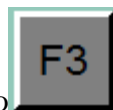
Uma situação de falha no sistema é sinalizada através de uma mensagem de alarme na consola tátil.

Na consola sempre que surge um novo alarme este é sinalizado na linha inferior da *template*

Texto da mensagem Texto da mensagem

A botoneira de reconhecer alarmes acenderá intermitente sempre que exista um novo alarme.

O procedimento para reconhecer um alarme é:



- 1-Aceder ao ecrã de alarmes premindo **F3**;
- 2-Verificar os alarmes presentes;
- 3-Pressionar a respetiva botoneira de reconhecer alarmes até que esta se apague.

Falha de energia ou PLC STOP->RUN
Defeito Relé de Segurança
Defeito Módulo Fusível
Defeito do feedback variador do motor 82M1
Defeito térmicos
Defeito Pressão de ar
Sistema Desligado
Defeito Motor 81M1
Defeito Feedback do Conversor Motor 82M1
Defeito Motor 83M1
Defeito Motor 84M1
Defeito Motor 85M1

Defeito Motor 836M1
Defeito Válvula 54Y1 ou 54Y2
Defeito Encoder Virador (52B6)
Defeito Fim Curso Barra Segurança Virador (30S2.1)

Tabela 1- Lista dos alarmes do sistema (Virador de Bidões).

4.5. Paragens de emergência

Existe uma botoneira de paragem de emergência na instalação, localizada na porta do quadro elétrico. Sempre que for atuada, o relé de segurança da instalação dispara.

Sempre que for atuada a botoneira de emergência todos os elementos referentes à instalação param imediatamente. Assim que a situação for normalizada o operador deverá restabelecer o funcionamento da instalação do seguinte modo:

1. Soltar a Paragem de Emergência;
2. Rearmar o sistema de segurança, pressionando a botoneira REARME;
3. Fazer o *acknowledge* dos defeitos na consola de comando da instalação.

4.6. Desenvolvimentos futuros

Durante o funcionamento o operador, depois de colocar a polpa dos bidões na próxima fase de processamento, tem de remover o bidão manualmente até à mesa de transferência e só depois é que o bidão vai para a zona de rejeição.

Para solucionar o transporte do bidão manualmente para a mesa de transferência, a mesma seria puxada mais para a frente, de forma a ficar na mesma zona onde a polpa é despejada, evitando, assim, a remoção manual dos bidões por parte do operador.

CAPÍTULO 5.- Despaletizador Sólidos (Vidros/Latas)Sumol+Compal.

5.1. Considerações Iniciais

Na fábrica Sumol+Compal de Almeirim, onde são produzidos os néctares, polpas e enlatados, foi proposto a automatização do processo de despaletização dos sólidos (Vidros/Latas).

A criação da solução implementada envolveu quatro empresas. A PENTALINE dimensionou e montou no local a estrutura mecânica do centrador e transportadores de paletes (Fig.41), a ABB fez o *software* do controlo do *Robot*, a DELTAMATIC dimensionou e produziu o quadro elétrico, *software* do centrador, transportadores e APV e a SIDEL produziu o APV.

O *software* do *PLC* foi desenvolvido na plataforma *Simatic Step 7 V5.5 SP2* e o da consola na plataforma *TIA PORTAL V11 SP2 Update 5*. O *software* deve ter a funcionalidade de introdução de novos produtos de forma intuitiva e fácil.

São propostos dois modos de funcionamento, modo automático e modo manual. Os modos de funcionamento da ilha de despaletização e do APV são independentes.

5.2. Projeto da obra

O dimensionamento do quadro elétrico foi realizado pelo Eng.º Pedro Santiago, bem como a escolha de todos os equipamentos utilizados.

Para o campo foi adotada uma filosofia descentralizada baseada em *Movimot* com *MFP*. São utilizados neste projeto quatro *Movimot* com *MFP*, que habilitam entradas digitais próximas dos periféricos utilizados. A sua comunicação com o *PLC* é efetuada pelo protocolo *PROFIBUS*.

São utilizados quatro motores que operam a velocidade nominal. Para controlar o posicionamento e velocidade do centrador é utilizado um servo motor. Neste caso é utilizado o modelo da marca *SEW Movidrive MDX61B-5A3* que controla um motor *SEW*, referência *DRE 90M4BE2* de 1,1 kW de potência. A programação do *Movidrive* é efetuada através do *software* da *SEW MOVITOOLS®-MotionStudio 5.80 SP1* segundo a plataforma *IPOSPlus® COMPILER MOVITOOLS®B*.

A troca de sinais realizada com o *Robot* é efetuada através do protocolo *PROFIBUS*.

5.4. Quadro elétrico

A *Platine* do quadro elétrico do despaletizador de sólidos foi montada, segundo o projeto elétrico dimensionado, e tem o seguinte aspeto (Fig.42):



Figura 42- *Platine* do quadro elétrico do despaletizador de sólidos.

A *Platine* encontra-se dividida por andares. No primeiro andar está montado o automático, fonte de alimentação de 24V e barramento de 230V. No segundo andar estão montados os disjuntores, relés das barreiras de segurança, relés dos 24V, relé do circuito de segurança e bornes de 24V. No terceiro andar encontram-se os disjuntores térmicos dos motores e o contactor do termístor do *Movidrive*. No quarto andar estão montados os contactores dos motores e no quinto andar, à esquerda está montado o disjuntor da alimentação do quadro e à direita o anel de ferrite e o *Movidrive*. Por fim, no sexto andar estão montados os bornes das saídas e entradas e alimentação dos motores.

5.4.1. Autômato

O autômato escolhido é o *Siemens IM 151- 8 PN/DP CPU*, com os módulos de expansão *Siemens DP Master Interface*, 4 *Power Module Siemens PM-E DC24..48V/ AC24..230V*, 16 módulos de entradas digitais *Siemens 4DI DC24V ST*, 5 módulos de saídas de relés *Siemens 2RO NO 24..230V/5 A* e 8 módulos de saídas digitais *Siemens 4DO DC24V/0,5A ST* (Fig.43).



Figura 43- Configuração final do autômato

5.4.2. Consola de comando

Para a interface com o operador foi implementado o sistema *SCADA* na consola *Simatic HMI TP700 Comfort*, (Fig.44).



Figura 44-Consola de comando *Simatic TP700 Comfort*.

A consola pode ser configurada através do *Wincc Comfort TIA PORTAL V11 SP2 Update 5*. A memória da consola é constituída por 12 Mb de memória interna, memória essa ampliada

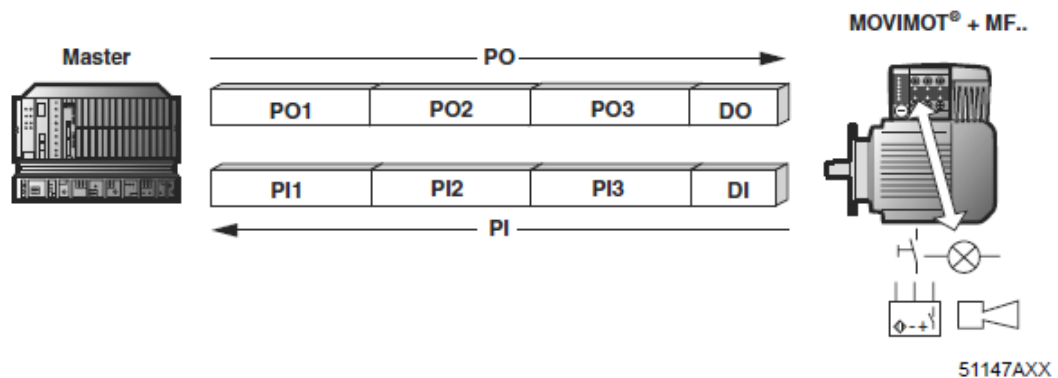
com a memória do cartão utilizado. A interface pode ser efetuada através de duas portas RJ 45 *Profinet* com *switch* integrados e uma porta RS485/422 *PROFIBUS/MPI*.

Na consola de comando encontram-se montadas as botoneiras de arranque, rearme, emergência, *on/off* e paragem.

5.4.3. SEW MFP 22D

A interface *PROFIBUS MFP* permite, além do comando dos motores de *CA Movimot®*, a utilização de quatro entradas digitais e duas saídas digitais, permitindo a ligação de sensores/atuadores ao módulo *MFP*. Assim, com a utilização deste equipamento descentralizamos o nosso sistema.

No protocolo *PROFIBUS DP* é adicionado um *byte* de Entradas/Saídas aos dados do processo para o *Movimot®*. Este *byte* representa as entradas e saídas digitais do *MFP*, figura 45, (SEW,2003). São utilizados três *process data* para controlar o *Movimot®*.



PO	Dados de saída do processo	PI	Dados de entrada do processo
PO1	Palavra de comando	PI1	Palavra de estado 1
PO2	Rotação [%]	PI2	Corrente de saída
PO3	Rampa	PI3	Palavra de estado 2
DO	Saídas digitais	DI	Entradas digitais

Figura 45- Interface *PROFIBUS MFP* (SEW,2003)

5.4.4. SEW Movidrive MDXB-5A3

O *Movidrive® MDX61B 5A3* é utilizado para controlar o motor assíncrono *DRE90MBE2* de 1.1 kW como servo motor. O *Movidrive® MDX61B 5A3* é programado através do *IPOSPLUS®* e controla todos os aspetos do motor, corrente absorvida, alarmes, etc.

É utilizada uma resistência de frenagem (Fig.46), por forma a dissipar a corrente que o motor fornece quando funciona como gerador.

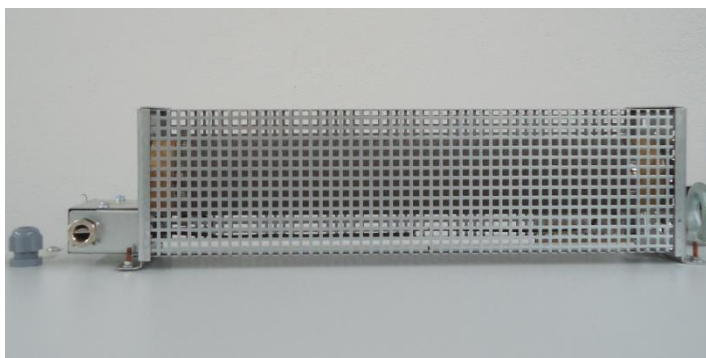


Figura 46-Resistência de frenagem.

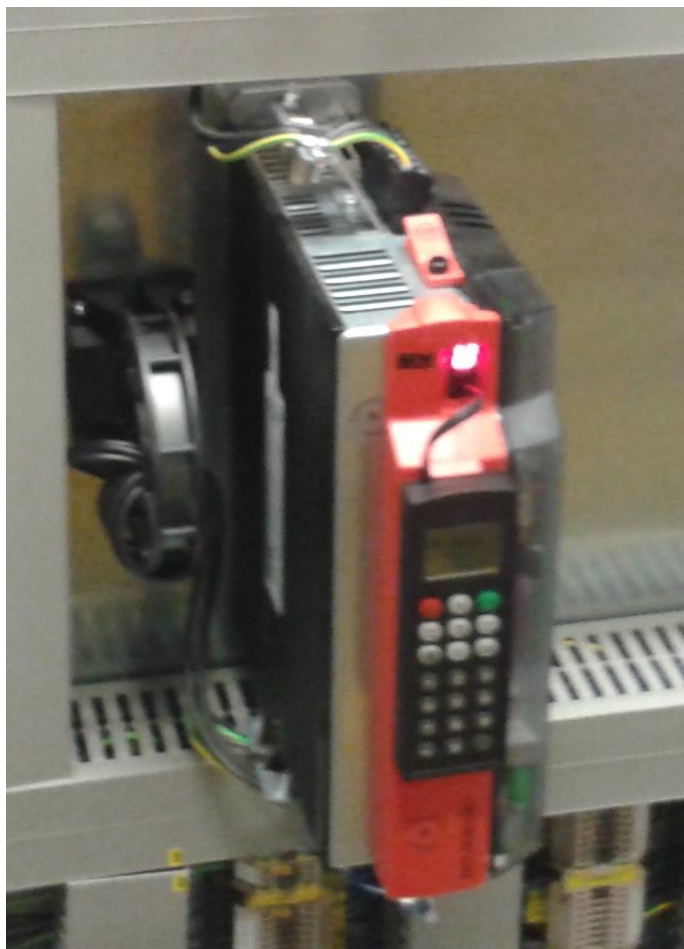


Figura 47- Movidrive® MDX61B 5A3 e anel de ferrite.

É utilizado um anel de ferrite (Fig.47), na alimentação do *Movidrive*, que irá funcionar como um “filtro passa baixo” para filtrar frequências que o conversor possa “injetar” na rede elétrica (SEW,2006).

No *Movidrive*® MDX61B 5A3 foram instalados as cartas opcionais *DEH21B* e a *DFP21B*. A carta *DEH21B* faz a leitura do *encoder* incremental do motor e a carta *DFP21B* permite a comunicação pelo protocolo *PROFIBUS DP* do *Movidrive* com o *PLC*.

São utilizados 6 *process data* no programa do *IPPOSPLUS*®: “*Control Word*”, “*Setpoint Position High*”, “*Setpoint Position Low*”, “*Status Word*”, “*Actual Speed*” e “*IPOS PI Data*”.

5.4.5. Remota PROFIBUS comunicação Robot

Para a comunicação entre o *PLC* e o *Robot* da ABB é utilizada uma estação remota *PROFIBUS* fornecida pela ABB.

Da parte da DELTAMATIC é adicionado o *GSD file* no *hardware* e endereçada a remota *PROFIBUS*, bem como, as entradas e saídas utilizadas para a troca de sinais entre o *Robot* e o *PLC*.

5.4.6. Ligações ao Autômato

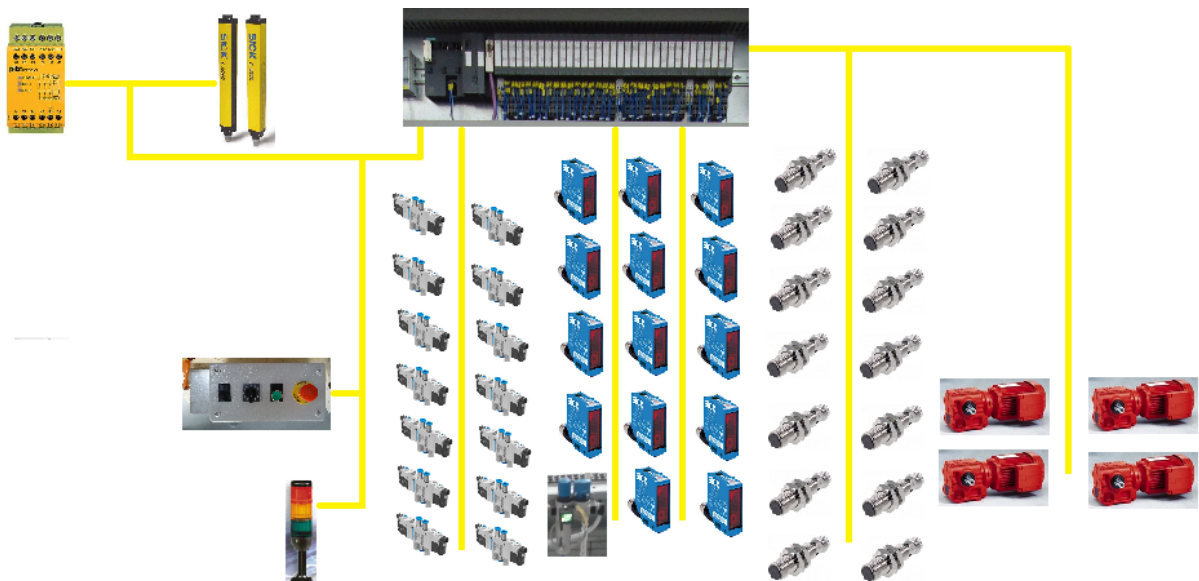


Figura 48- Ligações ao autômato.

Na figura 48 estão representados os equipamentos com ligações elétricas ao autômato do sistema implementado.

5.4.7. Arquitetura do Sistema

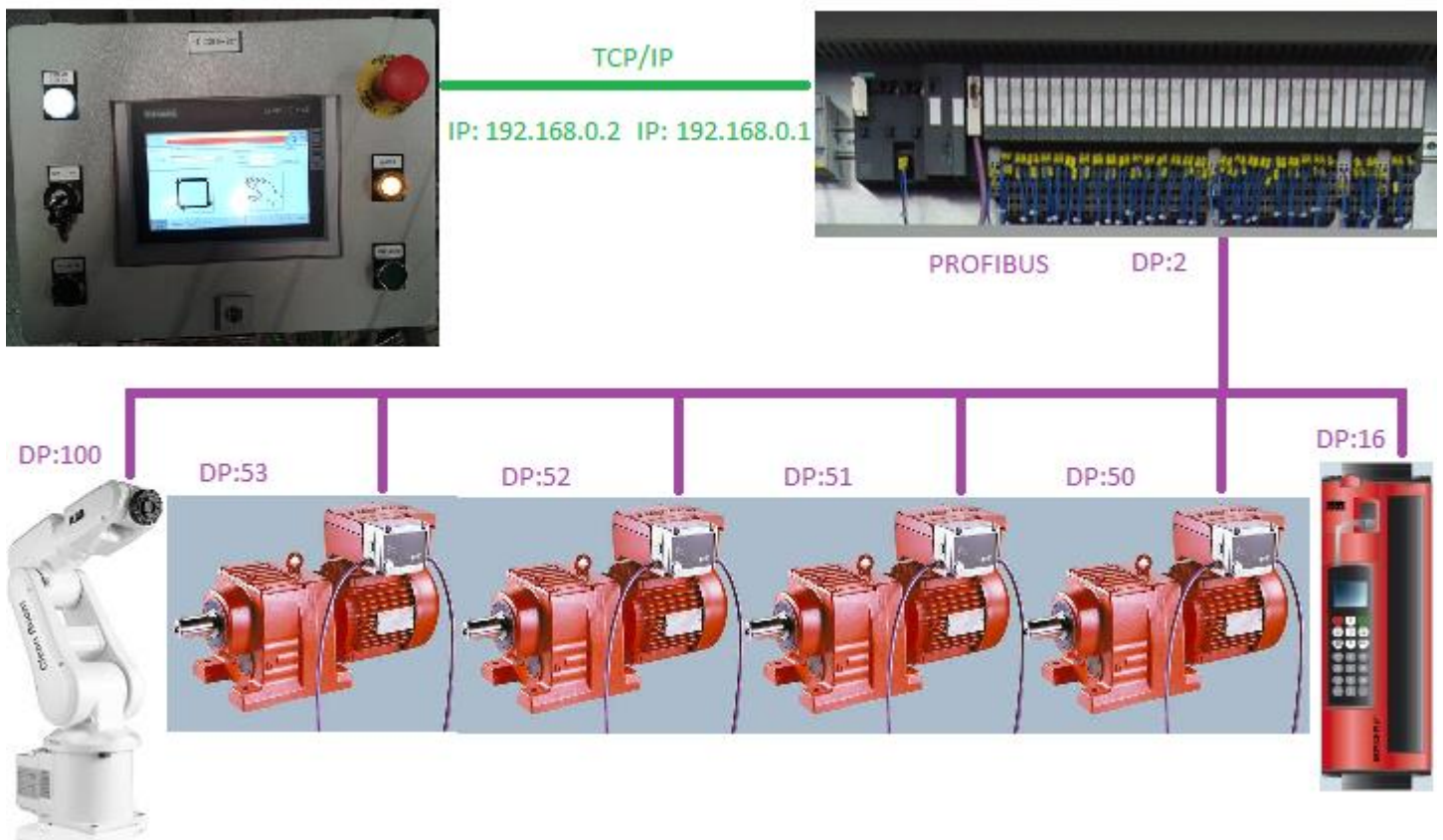


Figura 49-Arquitetura do Sistema.

Na figura 49 está representada a arquitetura do sistema com os protocolos de comunicação e endereços do sistema implementado.

5.5. Armazém de Paletes Vazias

O armazém de paletes vazias, normalmente designado por APV, pode operar em dois modos distintos, Manual e Automático.

É de salientar que a ilha de despaletização funciona de modo independente, ou seja, podemos ter a ilha em modo automático e o APV em modo manual.




A barreira de segurança instalada no APV está afeta somente ao APV, deixando desta forma o resto da ilha em funcionamento normal. A botoneira de Emergência instalada na caixa de comando do APV (Fig.50) pertence ao sistema de segurança das emergências gerais, ou seja, desabilita todo o sistema.




Figura 50- Consola de comando do APV.

5.5.1. Modo Manual

Para o funcionamento do APV em manual é necessário efetuar o seguinte procedimento:

- Colocar o comutador para modo manual .
- Selecionar o movimento pretendido no comutador BCD  sendo que:
 - 1- Subir posição APV.
 - 2- Descer posição APV.
 - 3- Abrir garras APV.
 - 4- Fechar garras APV.
- Iniciar o movimento pressionando a botoneira .

5.5.2. Modo Automático

Para o funcionamento em automático é colocado o comutador em modo automático .

5.6. Software Desenvolvido

Neste subcapítulo será descrito o *software* desenvolvido para a realização do projeto, o bloco de controlo para o *Movimot*®, ciclo de despaletização e o bloco de controlo do servo, todos desenvolvidos na plataforma *SIMATIC STEP 7*® e o algoritmo implementado no servo através do *IPOSPLUS*®.

É descrita a interface do sistema, implementada na plataforma *SIMATIC TIA PORTAL*® e funcionamento dos sinóticos.

5.6.1. Controlo do Movimot MFP22D®

De modo a permitir a comunicação com o módulo *MFP22D* do *Movimot®* foi elaborado um bloco de controlo.

É definida uma solução que faça o endereçamento indireto das tramas de dados a enviar, controle a velocidade, sentido de rotação, verifique o estado de funcionamento, monitorize a corrente consumida e faça *reset* ao *Movimot MFP22D*. É definido, ainda, como entrada do bloco o Endereço do *Movimot (Integer)*, Sentido Direto (*Bool*), Sentido Inverso (*Bool*), Velocidade (*Word*) e Reset (*Bool*). As saídas do bloco são *Movimot On (Bool)*, Defeito *Movimot (Bool)* e Corrente (*Integer*). Definiram-se, também, variáveis estáticas ao bloco, *Control Word (Word)*, Velocidade Referência (*Word*), *Word Estado (Word)* e Referência Velocidade (*Integer*).

Para o funcionamento do *Movimot* é necessário enviar informação específica nas tramas de dados de comando.

Na *process data 1* coloca-se, para o arranque do *Movimot*, a trama de 0006HEX, para a paragem 0002HEX e para *reset* do *Movimot* 0040HEX. E na *process data 2* a referência de velocidade que varia de 0HEX (= 0% da velocidade nominal) até 4000HEX (=100% da velocidade nominal) numa escala linear.

A resolução analógica do *MFP22D* é de 14 bits logo, sabemos que o valor decimal que corresponde a velocidade máxima é de 16384 ou 4000HEX.

Para o envio de comando dos *process data* é aplicada a filosofia de endereçamento indireto, utilizando *address register 1* do *STEP 7*.

No caso do *bit* de sentido inverso estar ativo, para o motor rodar no sentido inverso são invertidos os *bits* da variável Referência de Velocidade.

Configuration of AR1 (Address Register)																																	
31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	R	R	R	0	0	0	0	0	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	X	X	X	

Figura 51- Configuração do AR1, X-bit address, B-byte address, R-area identifier (Siemens 2013).

Para que se consiga enviar a informação correta, na variável do endereço move-se a *double word 3 bits* para a esquerda, dado o valor do endereço ser decimal. É utilizada a configuração de um ponteiro. Depois de configurado o tipo de trama do endereço é carregada para o AR1 (Fig.51).

Para enviar o valor para o *MFP22D* carrega-se as *word's* estáticas do bloco *Control Word* e Velocidade de referência e envia-se para PQD[AR1,P#0.0] (PQD porque se envia uma *double word* e começa no endereço 0.0, o que justifica o *offset* de 0 daí P#0.0).

O bloco desenvolvido pode ser consultado no ANEXO B.

5.6.2. Controlo Servo

O *Movidrive*® *MDX61B 5A3* tem a capacidade de correr 3 subprogramas – *task1*, *task2*, *task3*- independentes e com tempos de ciclo diferentes. O *Movidrive*® *MDX61B 5A3* tem cerca de 1024 variáveis globais. Não são permitidas variáveis locais declaradas em funções ou *task* específica.

Por norma a *task1* (“*main program*”) é utilizada para a sequência do programa, é a *task* com maior tempo de ciclo. As *task2* e *3* são utilizadas para processos que exigem menor tempo de ciclo, como por exemplo comunicação com o *PLC*.

São definidas no *IPOSPLUS* e no bloco do Step 7 as *word's* de estado e controlo do *Movidrive*. Para o controlo são definidos os seguintes comandos de estado: 8000HEX para modo automático, 8001HEX para calibração do eixo, 8002HEX para “*go*” primeira camada, 8004HEX para “*go*” de camada seguinte, 8005HEX “*go*” topo palete, 2000HEX manual subir e 4000HEX manual descer.

No bloco do *Movidrive* são definidas as *word's* de comunicação entre o autómato e o *PLC*. A leitura do *Movidrive* é feita através do Bloco SFC14 que lê os 6 *process data* do *Movidrive* e escreve numa área de memória do *PLC*, para a escrita o SFC 15 que escreve 6 *process data* de uma determinada área de memória para o *PLC*.

São definidos *status* de estado para todos os processos do *Movidrive* de modo a intercalar os processos do *Movidrive* com o ciclo de despaletização.

O *Software* desenvolvido pode ser consultado no ANEXO A.

5.6.3. Ciclo de despaletização

A filosofia do ciclo de despaletização consistiu inicialmente pelas seguintes etapas:

- Estando o ciclo de despaletização ativo, é verificado se o servo está calibrado. Caso não esteja, o servo move o centrador até ao fim de curso superior e quando detetado o fim de curso o centrador pára e passa ao estado de *home position*.
- Com as condições para a deteção da primeira camada ativas, o centrador desce até a fotocélula detetar o intercalar da palete, de seguida move o *offset* da camada (“X” incrementos = altura das garrafas + altura do intercalar), move as garras para a frente e fecha-as segurando o intercalar da camada inferior.
- Após a despaletização estar concluída, o centrador desce o *offset* da camada, move as garras para a frente e fecha-as segurando o intercalar da camada inferior.

Até a palete estar despaletizada o ciclo repete-se.

Quando implementada, esta filosofia deparou-se com alguns problemas de funcionamento, nomeadamente quando o intercalar vem “torto” ou o operador retirou de forma incorreta o plástico que envolve a paleta e este é detetado pela célula.

Nestes casos a primeira camada é detetada numa posição que não é a correta. No caso do erro ser pequeno nas primeiras camadas o ciclo funciona normalmente, mas depois de algumas camadas e a consequente acumulação do erro o *gripper* do *Robot*, quando vem retirar a camada de garrafas fá-lo numa posição incorreta e empurra as garrafas indevidamente. Como consequência as garrafas tombam, podendo resultar na queda destas na superfície da fábrica.

De forma a evitar a acumulação do erro quando há uma leitura incorreta da posição da primeira camada a filosofia do ciclo é alterada.

Por cada camada despaletizada o centrador sobe até detetar o topo da paleta (fotocélula desocupada) e em seguida processa a camada como se fosse a primeira. Deteta a camada, desce o *offset*, move as garras para a frente e fecha-as segurando o intercalar da camada inferior. Fluxograma do ciclo segue na figura 52.

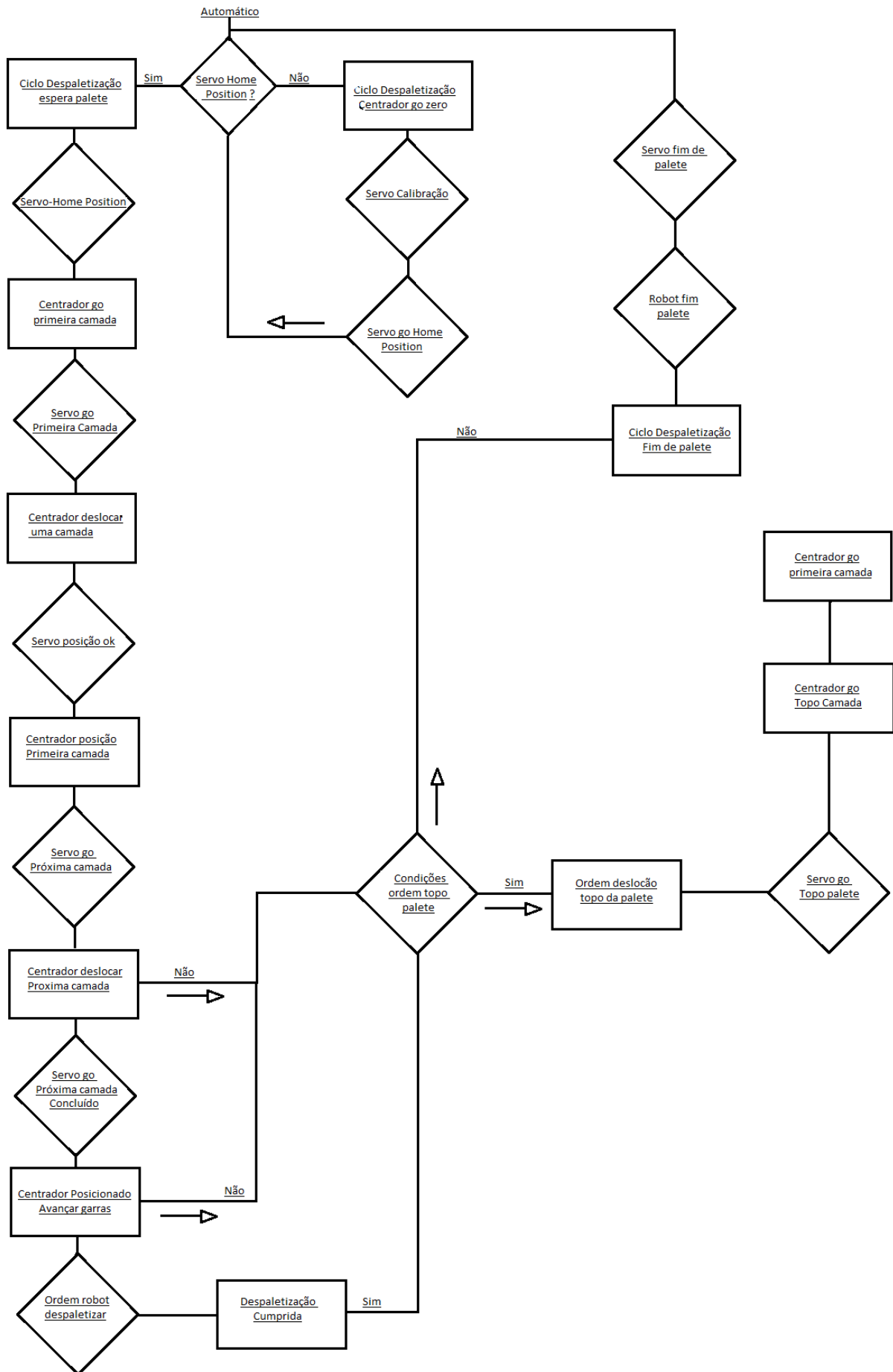


Figura 52- Fluxograma dos estados do ciclo de despaletização.

5.6.4. SCADA

Também aqui, houve a preocupação de desenvolver o aspeto gráfico do sistema *SCADA* o mais intuitivo e prático possível, facilitando, assim, a utilização aos operadores.

Em termos de distribuição de informação por sinópticos desenvolveram-se os seguintes sinópticos:

- Comando Geral- Neste sinóptico é feita a escolha do modo de funcionamento, automático ou manual, seleção do produto e sinópticos de manual.
- *Layout* Paletes- É possível visualizar o layout da instalação, bem como, os estados das posições das paletes e o aviso do APV com número máximo de paletes.
- Manual Receção- Comando manual dos motores 401M1, 402M1 e 403M1.
- Manual Centrador- Comando Manual do Centrador, motor 404M1, e comando manual do transportador de garrafas, motor 101M1 e guias.
- Manual Garras- Comando manual das garras do centrador.
- Alarmes- Sinóptico com os alarmes do sistema.
- Histórico de Alarmes- Sinóptico com o histórico de alarmes do sistema.
- *Service*- Sinóptico com utilidades do sistema.
- Parâmetros- Sinóptico onde podem ser definidos todos os parâmetros dos produtos existentes no sistema.
- Troca de Sinais- Sinóptico onde são visualizados os sinais recebidos e enviados entre o *PLC* e o *Robot*.

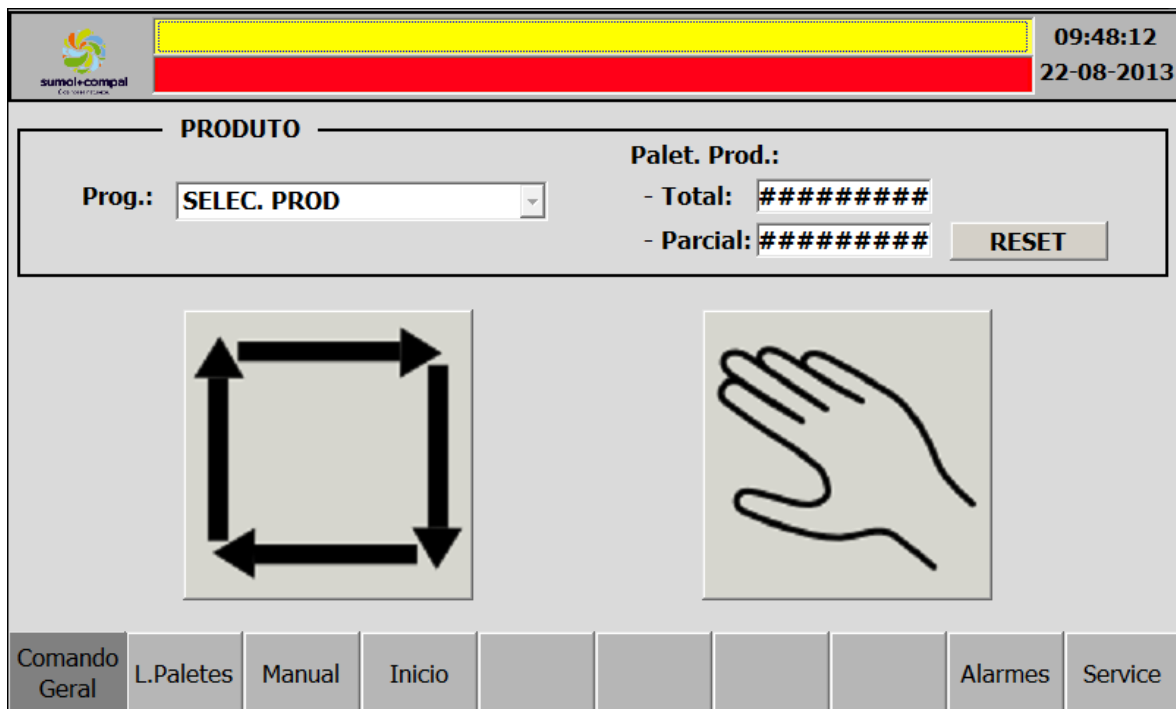



Figura 53- Sinóptico de comando geral.



No sinóptico da figura 53, ao premir o botão  seguido da validação na botoneira de “arranque”, a buzina toca durante 3 segundos indicando que o sistema irá passar para o estado




de automático. A tecla da consola passa para o estado . O controlo do despaletizador passa a ser controlado integralmente de forma automática.

Figura 54-Contagem paletes.

Na figura 54 podemos visualizar a contagem de paletes. Desta forma temos a contagem de paletes “total”, ou seja, o total das paletes despaletizadas no sistema, e o parcial, que não é mais do que o total das paletes desde que foi efetuado o último “reset”.

Figura 55- Seleção de Produto.

Na figura 55 podemos visualizar/alterar o programa de despaletização.

Para alterar o programa de despaletização o sistema tem algumas restrições, tais como:

- Não pode existir nenhuma paleta na zona de despaletização;
- O sistema tem de estar fora de automático;
- O *Robot* tem de estar na posição de espera em cima da posição de despaletização.

Na zona inferior do sinóptico, premindo os respetivos botões, é possível ir para os sinópticos de *layout* paletes, manual receção, início, alarmes e *service*.

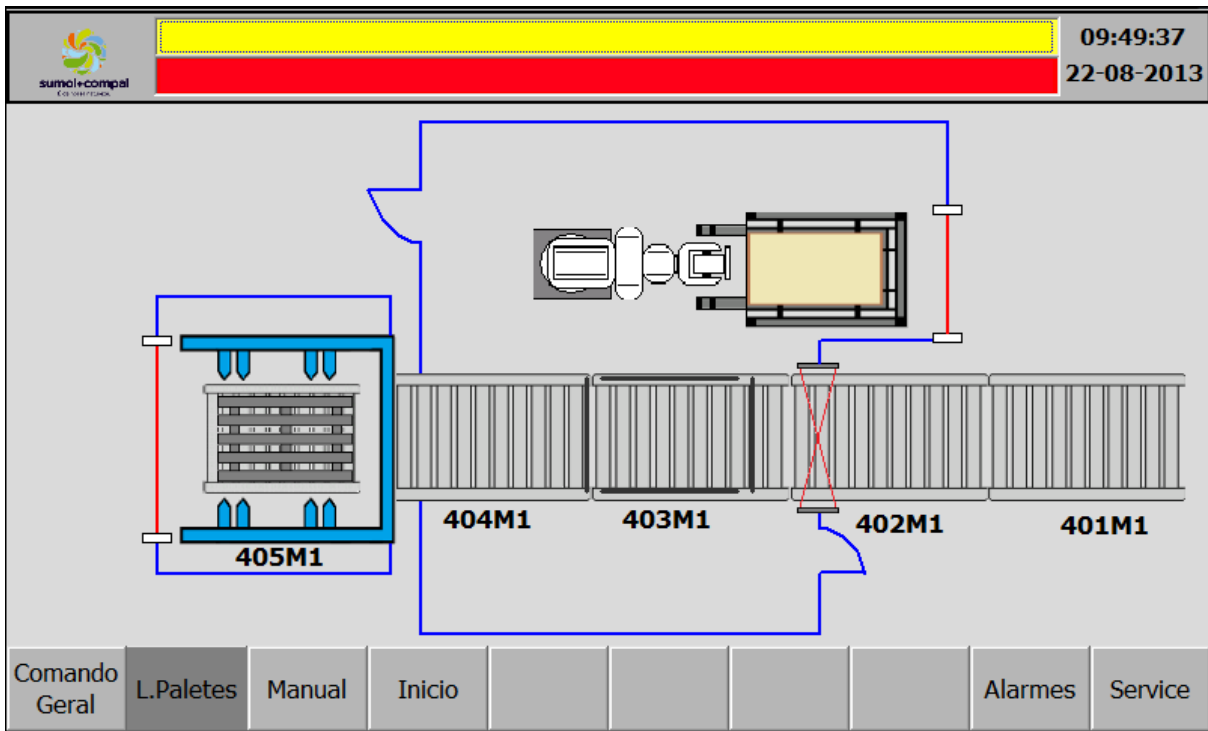
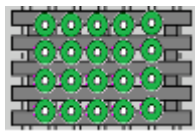


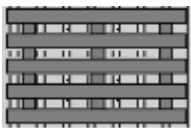
Figura 56- Sinóptico *Layout* Paletes.

O sinóptico *layout* paletes, representado na figura 56, apresenta os estados das paletes no transportador.

Quando o sistema tem paleta com garrafas nos transportadores dos motores



401M1,402M1,403M1 a imagem é visualizada no respetivo transportador. No transportador do motor 404M1, onde a paleta já não tem garrafas a imagem visualizada é



. Quando o APV atinge o limite de paletes armazenadas a paleta muda para cor vermelha.

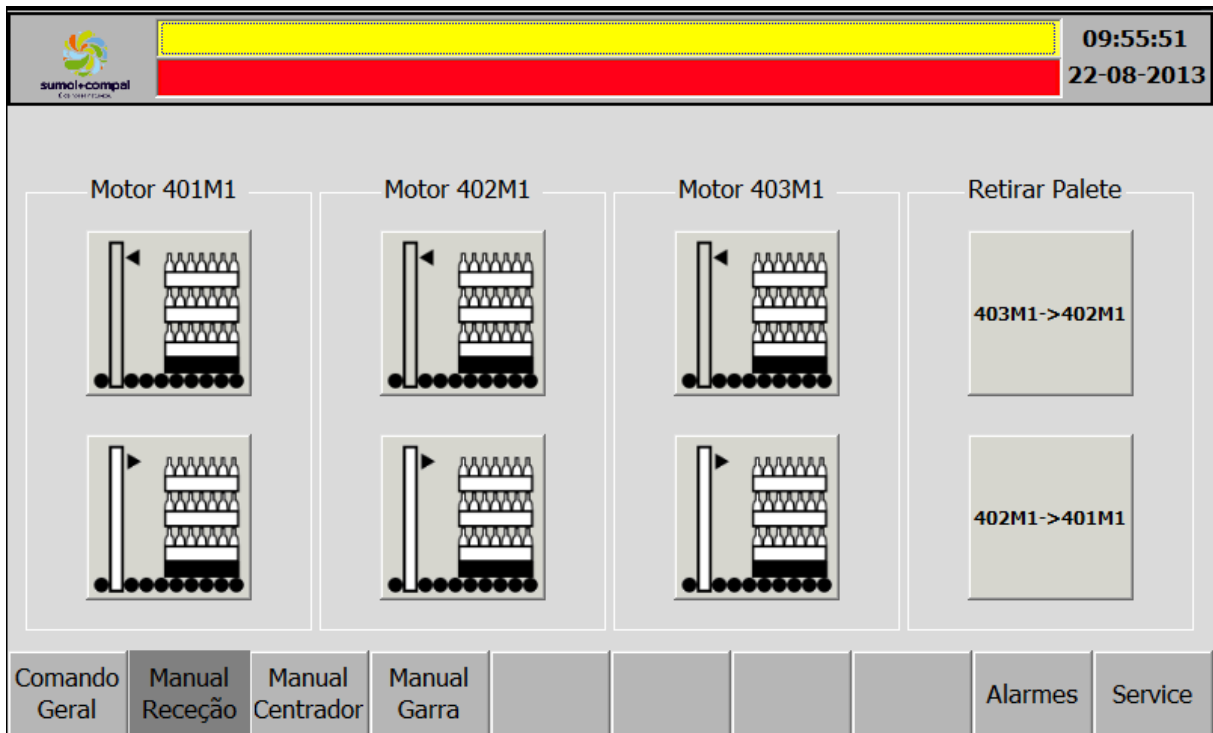
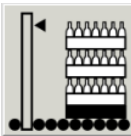
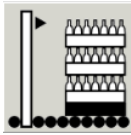
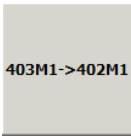
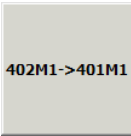


Figura 57-Manual Receção.

No sinóptico de Manual Receção (Fig.57) são controlados manualmente todos os motores dos

transportadores até ao centrador. Pressionando o botão  o transportador move a palete no sentido de direção do centrador e pressionando o botão  o transportador move a palete no sentido oposto do centrador.

Os botões do lado direito,  e , movem as paletes na direção oposta ao centrador, dividindo em duas zonas, a zona do centrador (403M1->402M1) e a de receção da palete (402M1->401M1).

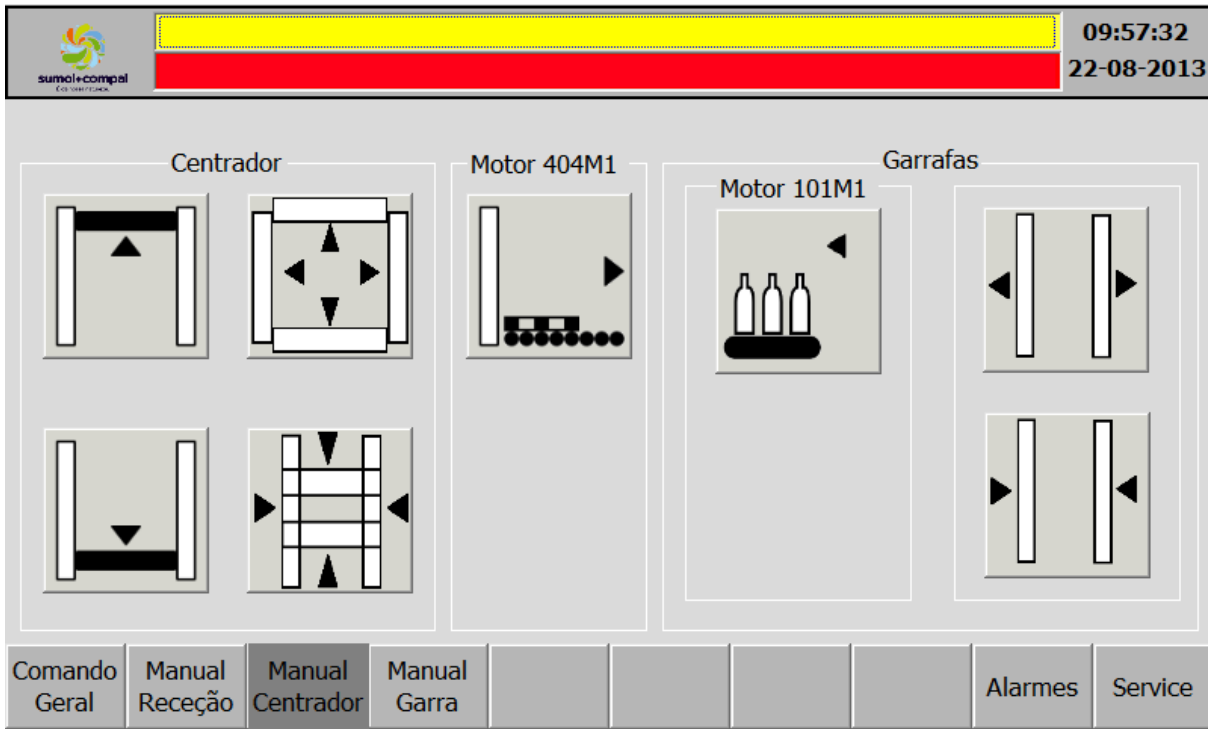


Figura 58-Sinóptico Manual Centrador.

O sinóptico Manual Centrador (Fig.58) possibilita o controlo manual do centrador, das guias e

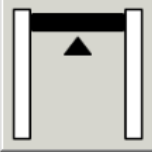
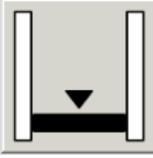
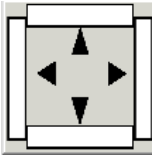
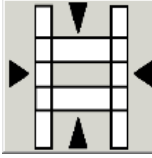
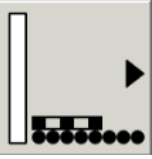

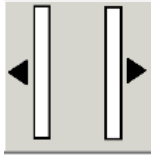
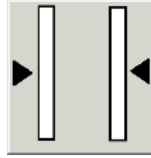
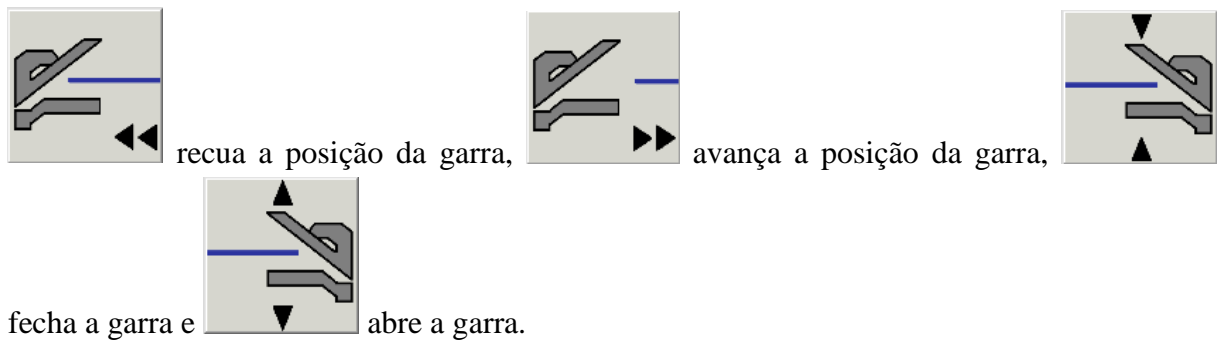
transportador das garrafas. Premindo o botão  sobe a posição do centrador, ao premir  desce a posição do centrador,  abre o centrador,  fecha o centrador,  saída de paletes zona de despaletização,  saída de garrafas,  abre guias e  fecha guias.



Figura 59- Sinóptico Manual Garra.

No sinóptico Manual Garra (Fig.59) é possível controlar a garra do centrador. Premindo



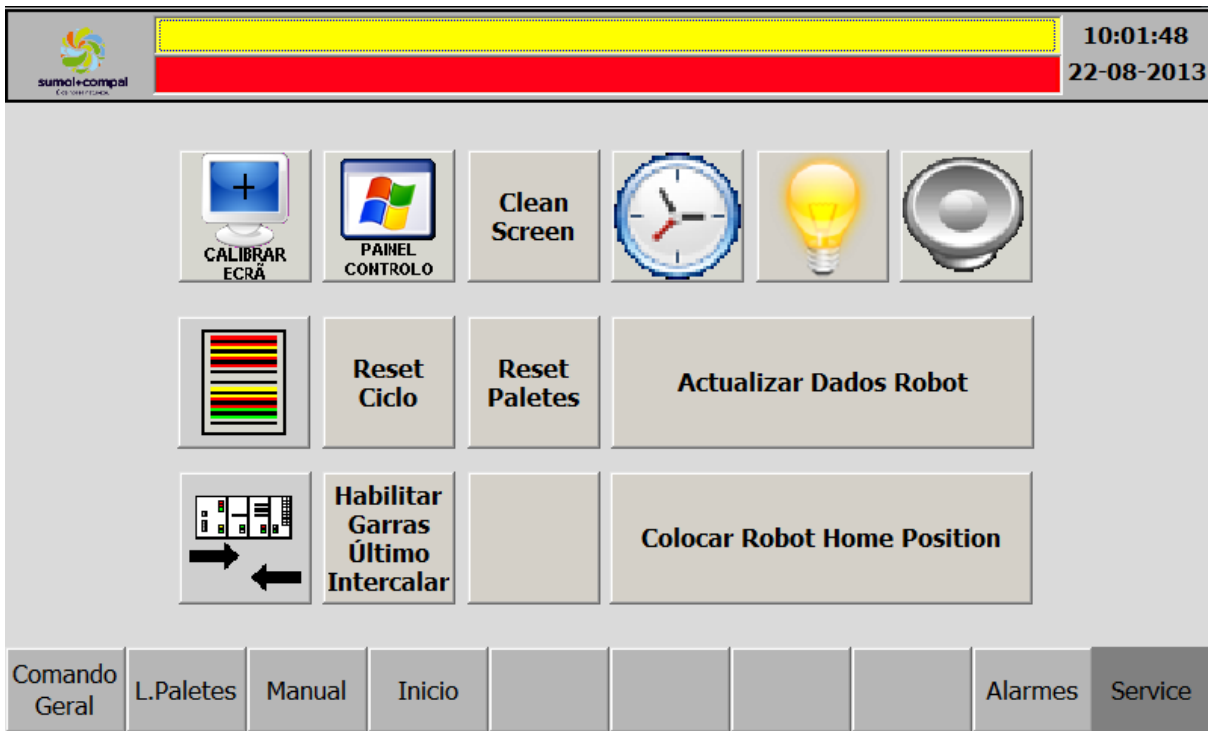


Figura 60-Sinóptico *Service*.

No Sinóptico *Service* (Fig.60) podemos executar as seguintes funções:





-Acesso a calibrar o “toque” do monitor;

-Acesso ao painel de controlo do *Windows CE*;

-Acesso ao relógio do sistema;

-Teste de lâmpadas;

-Silenciar alarme sonoro;

	-Acesso ao sinóptico de parâmetros;
Reset Ciclo	-Reset do ciclo de despaletização;
Reset Paletes	-Reset das posições das paletes;
Actualizar Dados Robot	-Atualização de dados no <i>Robot</i> ;
	-Acesso ao sinóptico de troca de Sinais;
Colocar Robot Home Position	-Colocação do <i>Robot</i> na posição de repouso;

	Parâmetros do Produto: Compal 1 Litro						
Alt. GRF:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Palete:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Platex:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Camada:	<input type="text" value="0"/>
Parâmetros do Produto: Compal 0,5 Litro							
Alt. GRF:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Palete:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Platex:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Camada:	<input type="text" value="0"/>
Parâmetros do Produto: GUD 0,74 Litro							
Alt. GRF:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Palete:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Platex:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Camada:	<input type="text" value="0"/>
Parâmetros do Produto: Multimarca 1 Litro							
Alt. GRF:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Palete:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Platex:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Camada:	<input type="text" value="0"/>
Parâmetros do Produto: Multimarca 0,5 Litro							
Alt. GRF:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Palete:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Platex:	<input type="text" value="0"/>	Alt. Camada:	<input type="text" value="0"/>

Figura 61- Sinóptico Parâmetros.

Neste sinóptico, figura 61, é possível parametrizar todos os parâmetros dos produtos existentes no sistema. É de salientar que para aceder a este ecrã é necessário *password* definida pelo responsável pela instalação.

O valor “Alt. GRF:” diz respeito à altura da garrafa enviada para o *Robot* e o valor “Alt. Camada:” diz respeito a altura da camada para o anel de centragem, ou seja, o valor que o anel se desloca entre camadas para “agarrar” o intercalar.

Os restantes valores, altura da paleta e altura *platex*, são valores pedidos pelo *Robot*.

Ilha <-> Robot			
Sinais Enviados p/ Robot		Sinais Recebidos do Robot	
Ligar Robot		Robot em erro	Altura do Produto 0
Ligar Produção		Automático	Altura do intercalar 0
Actualizar Dados		Ciclo ligado	Tipo de produto 0
Ir para Posição de repouso		Produção Ligada	Altura da paleta 0
Linha 1: Em Funcionamento		Robot pede intervenção operador	
Linha 1: paleta em posição		Dados Actualizados	
Linha 1: mesa de garrafas livre		Pede para Actualizar dados	
Linha 1: Zona intercalares livre		Espera ordem para Despaletizar	
Linha 1: Altura produto	0	Fora zona da paleta	
Linha 1: Altura do intercalar	0	Fim de despaletizar camada	
Linha 1: Tipo de produto	0	Fora da zona da mesa de garrafas	
Linha 1: Altura paleta	0	Robot na posição de repouso	

Comando Geral	L.Paletes	Manual	Inicio					Alarmes	Service
---------------	-----------	--------	--------	--	--	--	--	---------	---------

Figura 62-Sinóptico Troca de Sinais.

O sinóptico da figura 62 permite visualizar os dados resultantes da comunicação entre o *PLC* e o *Robot*.

5.6.5. Alarmes e eventos

Uma situação de falha no sistema é sinalizada através de uma mensagem de alarme na consola táctil.

Na consola sempre que surge um novo alarme este é sinalizado na segunda linha a vermelho e sempre que surja um novo evento, é sinalizada na primeira linha, a amarelo (Fig.63).

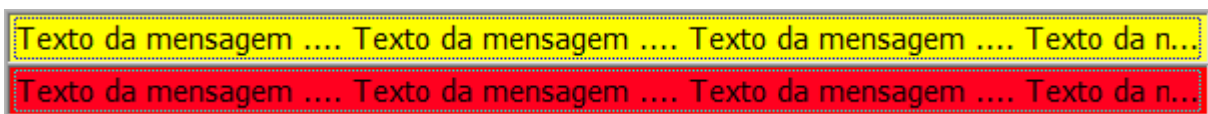


Figura 63- Mensagem de alarme e eventos do sistema.

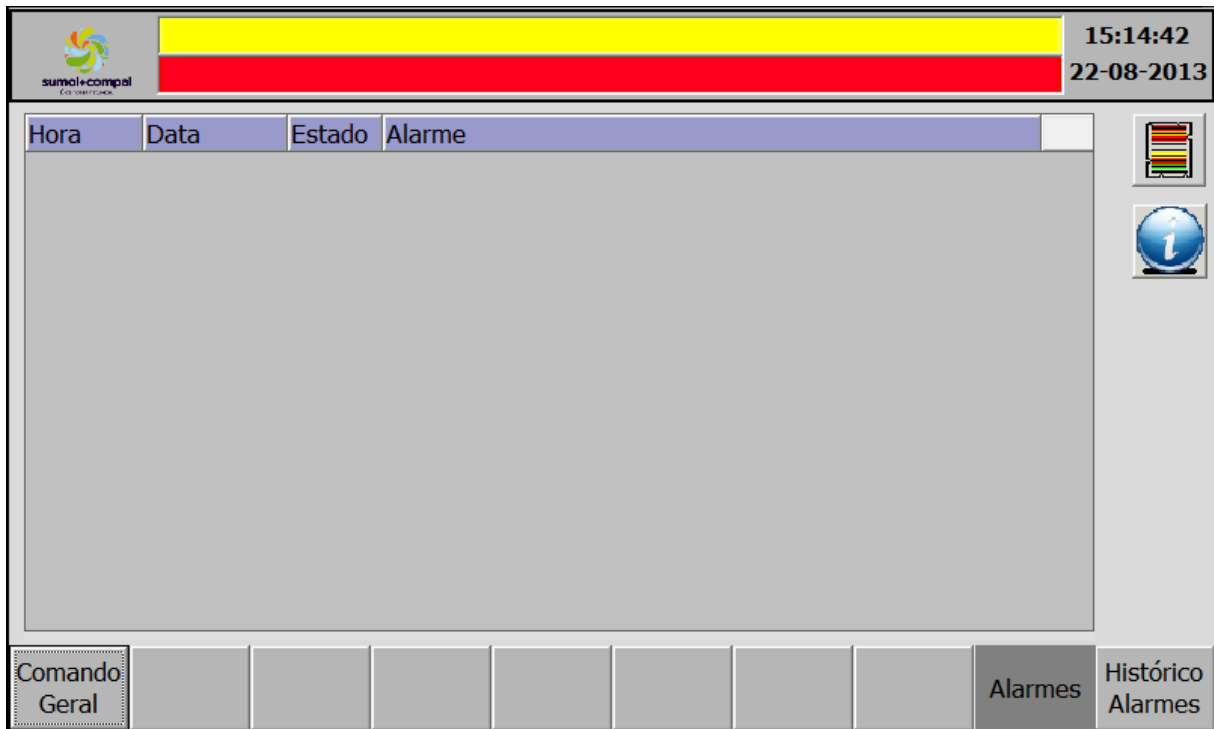


Figura 64-Sinóptico de alarmes atuais.


No sinóptico de alarmes atuais, (Fig.64), é possível visualizar os alarmes e mensagens que se encontram atualmente ativos na instalação.

A botoneira de reconhecer alarmes acenderá intermitente sempre que exista um novo alarme.

O procedimento para reconhecer um alarme é:

1. Aceder ao sinóptico de alarmes e eventos atuais;
2. Verificar os alarmes presentes;
3. Eliminar os alarmes;
4. Pressionar a respetiva botoneira de reconhecer alarmes até que esta se apague;



O botão  permite aceder ao sinóptico de Histórico de Alarmes. Nesse sinóptico é possível visualizar o histórico dos eventos da instalação, bem como, verificar o momento em que o alarme ocorreu e o momento em que o sistema foi restabelecido.

5.6.6. Análise individual dos alarmes

Falha de energia ou PLC STOP->RUN
Defeito no PNOZ portas e barreiras
Defeito no PNOZ emergências
Defeito no fusível eletrônico 20F1
Defeito no disjuntor -15Q1
Defeito no disjuntor -15Q3
Defeito no térmico da resistência frenagem centrador
Defeito na emergência Consola de comando
Defeito na emergência consola APV
Defeito na barreira de segurança entrada de paletes
Defeito na barreira segurança zona dos intercalares
Defeito na barreira de segurança zona APV
Defeito na porta zona das paletes
Defeito na porta zona da despaletização
Defeito na emergência do QE
Defeito falta de ar comprimido
Centrador descalibrado (Calibre eixo)
Defeito no armazém de paletes
Armazém de Paletes Cheio
Defeito no Robot
Pedido de acesso porta 1 ativado
Pedido de acesso porta 2 ativado
Pedido de acesso barreira intercalares ativado
Robot não aceitou dados enviados (Verifique Robot)
Armazém de intercalares cheio
Defeito no comando do motor do transportador xxxM1
Defeito no comando da válvula (xxxYx)

Tabela 2- Lista dos alarmes do sistema (Despaletizador de Sólidos).

Análise individual de cada Alarme:

Falha de energia ou PLC STOP->RUN

Possíveis causas:

- Houve uma falha de energia.

Soluções:

- Verificar se existe energia no quadro elétrico;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito no PNOZ portas e barreiras

Possíveis causas:

- Foi quebrada uma barreira de segurança;
- Existe uma porta aberta;

Soluções:

- Verificar se existe uma barreira em defeito;
- Verificar se existe uma porta aberta;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito no PNOZ emergências

Possíveis causas:

- Foi atuada uma emergência do sistema;

Soluções:

- Verificar qual a emergência atuada;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito no fusível eletrónico 20F1

Geral:

- A instalação de 24Vdc encontra-se protegida por um módulo de fusíveis;

Possíveis causas:

- Disparo da proteção de um dos circuitos de 24Vdc no quadro principal;

Soluções:

- Verificar qual dos circuitos se encontra disparado;
- Verificar a causa para o disparo da proteção;

- Rearmar o módulo;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito no Disjuntor 15Q1 e 15Q3

Possíveis causas:

- Excesso de corrente consumida neste disjuntor;

Soluções:

- Verificar a alimentação dos *Movimot*
- Verificar possível curto circuito no motor;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito no térmico da resistência frenagem centrador

Possíveis causas:

- Excesso de energia enviada do motor quando funciona como gerador.

Soluções:

- Verificar se a utilização do motor é a correta.
- Verificar circuito da resistência de frenagem;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito na emergência na consola de comando

Possíveis causas:

- Proteção na consola de comando pressionada;
- Garrafas encravadas no *gripper*, paleta mal posicionada;

Soluções:

- Verificar possível obstrução das células;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito na emergência na consola do APV

Possíveis causas:

- Proteção do APV pressionada;
- Garfos do APV encravados;

Soluções:

- Verificar se existe alguma paleta encravada;

- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito barreira de segurança XXX

Possíveis causas:

- Acesso a zona da barreira de segurança;

Soluções:

- Desimpedir zona da barreira de segurança;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito na porta zona XXX

Possíveis causas:

- Porta aberta na zona de segurança;

Soluções:

- Verificar se não se encontra nenhum operador na zona de segurança;
- Fechar a porta;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito da emergência do quadro elétrico

Possíveis causas:

- Proteção do quadro elétrico pressionada;

Soluções:

- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito falta de ar comprimido

Possíveis causas:

- Pressão do ar comprimido baixa;

Soluções:

- Repor circuito de ar comprimido com a pressão adequada;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Centrador descalibrado (Calibre eixo)

Possíveis causas:

- Centrador está descalibrado;

Soluções:

- No ecrã de *Service* pressionar botão “reset ciclo”;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito no APV

Possíveis causas:

- APV em defeito;

Soluções:

- Verificar e corrigir a causa do defeito;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Armazém de paletes cheio

Possíveis causas:

- Limite máximo de paletes no APV atingido;

Soluções:

- Retirar paletes do APV;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Robot em defeito

Possíveis causas:

- Ciclo parado devido a defeito no *Robot*;

Soluções:

- Corrigir defeito do *Robot*;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Pedido de acesso porta XXX ativado

Possíveis causas:

- Efetuado pedido de acesso a uma porta de segurança;

Soluções:

- Verificar se esta algum operador na zona de segurança;

- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Robot não aceitou dados enviados (Verifique Robot)

Possíveis causas:

- *Robot* não recebeu dados enviados;

Soluções:

- Corrigir erro do *Robot*;
- Enviar dados, no ecrã de *service* premir o botão “atualizar dados *Robot*”;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Armazém de intercalares cheio

Possíveis causas:

- Armazém de intercalares alcançou o limite de intercalares;

Soluções:

- Retirar os intercalares do armazém de intercalares;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito no comando do motor do transportador xxxM1

Possíveis causas:

- Proteção térmica disparada;
- Falha no contactor,

Soluções:

- Verificar o estado da proteção térmica;
- Verificar o funcionamento do contactor;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

Defeito no comando da válvula (xxxYx)

Geral:

- Nas válvulas estão montados sensores que indicam a posição da mesma;

Possíveis causas:

- Falha no detetor;
- Falta de ar comprimido;
- Falha no atuador;

Soluções:

- Verificar o estado do detetor;
- Verificar a pressão de ar comprimido;
- Verificar o estado do atuador;
- Reconhecer os alarmes pressionando a botoneira de REARME DEFEITOS da consola de comando;

5.7. Paragens de emergência.

Existem três botoneiras de paragem de emergência na instalação. Podemos encontrar uma na consola de entrada de paletes, outra na porta do quadro elétrico e uma na consola de comando do APV. Sempre que for atuada, o relé de segurança da instalação dispara cortando a alimentação de algumas cartas de saída.

Sempre que for atuada uma botoneira de emergência todos os elementos referentes à instalação param imediatamente. Assim que a situação for normalizada o operador deverá restabelecer o funcionamento da instalação.

Para isso terá de realizar o seguinte procedimento:

- 1- Soltar a Paragem de Emergência;
- 2- Rearmar o sistema de segurança, pressionando a botoneira REARME Defeitos na consola de comando da instalação.

5.8. Baliza sinalizadora



Figura 65-Baliza sinalizadora.

Na instalação existe uma baliza sinalizadora (Fig.65) que dá indicações acerca do funcionamento do despaletizador.

Sinalizador Verde: -Ligado: Indica máquina em funcionamento automático;
-Desligado: Funcionamento automático desligado;

Sinalizador Amarelo: -Ligado: Indica Falta de Condições para despaletizador funcionar;

Sinalizador Vermelho: -Ligado: Presença de um Alarme reconhecido pelo operador;
-Intermitente: Presença de um Alarme não reconhecido pelo operador;
-Desligado: Inexistência de Anomalias;

Buzina: -Ligado: Indica que despaletizador irá entrar em funcionamento automático;

5.9. Aspectos a melhorar

O *gripper* do *Robot* não se encontra acoplado ao *Robot* pelo seu centro de massa o que, devido ao peso do *gripper* +- 450Kg, causa maior desgaste no acoplamento do *gripper* com o *Robot*, e pode resultar a longo prazo no desalinhamento do *gripper*. Este fica desalinhado segundo o eixo horizontal paralelo ao solo. Se a consequência do desalinhamento do *gripper* se verificar pode originar problemas no funcionamento do despaletizador.

CAPÍTULO FINAL - Considerações Finais.

Conclusões.

Os trabalhos descritos foram desenvolvidos em contexto profissional e como tal sujeitos a várias dificuldades inerentes, dado serem sistemas de supervisão, e supervisão e controlo feitos à medida de cada aplicação. Contudo e para grande satisfação os objetivos propostos foram alcançados:

1. Foi desenvolvido de raiz e implementado o sistema *SCADA* na *DISGELO*, que preencheu lacunas ao nível de supervisão dos compressores. Tem a mais-valia de funcionar como sistema de aquisição de dados possibilitando, assim, a consulta do histórico de variáveis, quer para o processo quer para estudos futuros.
2. Foi implementado, com sucesso, o ciclo automático e manual do virador de bidões na *Sumol+Compal*. Apesar de na maioria dos casos as garras do virador estarem desmontadas funcionando sem viragem de bidões, o *SCADA* permite o controlo e supervisão de todo o sistema.
3. A implantação do despaletizador de sólidos, na *Sumol+Compal*, teve mais especificidade no que toca a parametrização do centrador, dado ser uma obra em conjunto com outras empresas e a *DELTAMATIC* estar limitada ao sistema físico desenvolvido por empresas externas e ao funcionamento do *gripper* do *Robot*. A filosofia de funcionamento do centrador foi alterada e, apesar de ligeiramente mais lenta, a despaletização continua a ser o processo mais rápido da linha, dado ser uma linha de baixa cadência.
4. Foi implementado, com sucesso, o sistema de supervisão e controlo do despaletizador de sólidos, com uma interface com o utilizador bastante intuitiva.

Assim, o trabalho realizado neste âmbito permitiu adquirir experiência, segurança e conhecimentos, e ao mesmo tempo criar as condições necessárias, para que no futuro se continue a desenvolver e implementar novos algoritmos de controlo, sempre com o objetivo de melhoria contínua dos processos.

Referências Bibliográficas

- A. Rodriguez Penin, *Sistemas Scada* vol. 2.^a ed. Barcelona: Marcombo, Ediciones Técnicas, 2007
- DELTAMATIC (2012), <http://www.deltamatic.pt/>, Deltamtic (página internet oficial), Portugal
- Jones, C.T. (2006), *Step 7 in 7 steps a practical guide to implementing S7-300/S7-400 Programmable logic controllers*, USA (em inglês)
- NHTRES (2008), <http://www.nhtres.com/differs.shtml>, NHTRES , USA
- Pereira, Miguel Ribeiro (2011). *Padrões de Desenho em Soluções Programadas de Automação Flexível*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade do Porto, Porto, Vol.1
- Sabroe (2014) , <http://www.sabroe.com/en/products/controls/unisab-iii/> , Sabroe , Dinamarca
- Sabroe (2003), PROFIBUS option for Unisab 2 control Systems
- SEW (2003), Sistema de acionamento para instalações descentralizadas interfaces e distribuidores de campo PROFIBUS- Edição 04/2003, Alemanha
- SEW (2006), Anel de ferrite HD- Edição 11/2006, Alemanha
- SEW (2009), Ipos Plus® Positioning and sequence control system- Edição 11/2009, Alemanha
- SEW (2010), Instruções de operação *Movidrive* ® 60B/61B – Edição 01/2010, Alemanha
- Siemens (2013). [.http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.Csinfo&objId=24519683&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csopen&extranet=standard&viewreg=WW_Siemens_automation](http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.Csinfo&objId=24519683&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csopen&extranet=standard&viewreg=WW_Siemens_automation) (página internet oficial) , Alemanha
- York (2007), *RSLAN Refrigeration OPC Server Install CD* – Edição 2007/01/26, Versão 1.3, USA

Anexos

Anexo A

Software desenvolvido Servodrive

O Software desenvolvido (Fig. 66,67,68,69) foi utilizado na obra D12299 - Despaletizador Sólidos (Vidros/Latas)Sumol+Compal, para o controlo do *SEW Movidrive* MDXB-5A3.

```
//Definição do nome das variáveis PO
#define Bus_Type           H100
#define PO_Size           H101
#define Controlword1      H102
#define SP_Offset_High    H103
#define SP_Offset_Low     H104
#define SP_Velocidade     H105
#define Comando_Estados   H106
#define SP_Reserva        H107
//Definição do nome das variáveis PI
#define PI_Size           H120
#define StatusWord1      H121
#define Actual_Pos_High   H122
#define Actual_Pos_Low   H123
#define Status_Velocidade H124
#define Status_Estados    H125
#define Status_Reserva    H126
//PARÂMETROS
#define LIMITE_ULTIMA_CAMADA H130
#define OFFSET_1aCAMADA     H132
#define VELOCIDADE_SUBIR    H134
#define VELOCIDADE_DESCER   H135
//Definição dos comandos de estado
#define CMD_CALIBRACAO_EIXO 0x8001
#define CMD_1a_CAMADA      0x8002
#define CMD_MUDA_CAMADA    0x8004
#define CMD_SOBE_TOPO_PAL  0x8005
#define CMD_JOG_SUBIR      0x2000
#define CMD_JOG_DESCER     0x4000
//Definição do status de estado
#define IDLE                0xFFFF0
#define CALIBRACAO_EIXO_RUN 0x1
#define PRIMEIRA_CAMADA_RUN 0x2
#define MUDA_CAMADA_RUN    0x4
#define SOBE_TOPO_PAL_RUN  0x8
```

Figura 66-Declaração variáveis *IPPOSPLUS*®.

```

/*=====
Task2 (Processamento ciclico "Troca de sinais" em paralelo com main())
=====*/
Cyclic_task()
{
    H100 = 3;           //Leitura do fieldbus (profibus)
    H101 = 6;           //Número de PO no profibus para ler
    _GetSys( H100,GS_PODATA ); //Lê PO do profibus para as variáveis H102 até H107
    //Atualização do setpoint de velocidade
    VELOCIDADE_SUBIR = SP_Velocidade;
    VELOCIDADE_DESCER = SP_Velocidade;
    _SetSys( SS_POSSPEED, VELOCIDADE_SUBIR);
    //Reset para limpeza dos estados
    if((Controlword1 & 0x40)!=0){
        _AxisStop( AS_PSTOP );
        _AxisStop( AS_ENABLE );
        _TouchProbe( TP_DIS1 ); //desativa função de detecção de 1ª camada
        Status_Estados = 0x0;
    }
    //Atualização das word's de estado do profibus
    _GetSys( Status_Velocidade,GS_ACTSPEED ); //Velocidade actual
    H200 = -ActPos_Mot/313,63; //Posição actual
    Actual_Pos_Low = H200 & 0xFFFF;
    Actual_Pos_High = H200 >> 16;
    if((StatusWord & 0x100000) !=0){ //Bit Estado eixo referenciado
        Status_Estados = Status_Estados | 0x8000;
    }else{
        Status_Estados = Status_Estados & 0x7FFF;
    }
    if(ActPos_Mot < LIMITE_ULTIMA_CAMADA ){ //Eixo abaixo da última camada
        Status_Estados = Status_Estados | 0x4000;
    }else{
        Status_Estados = Status_Estados & 0xBFFF;
    }
    if((StatusWord & 0x80000) !=0){ //IPOS Drive em posição
        Status_Estados = Status_Estados | 0x1000;
    }else{
        Status_Estados = Status_Estados & 0xEFFF;
    }
    if(ActPos_Mot > -100){ //Drive Em cima Home position
        Status_Estados = Status_Estados | 0x0800;
    }else{
        Status_Estados = Status_Estados & 0xF7FF;
    }
    H120 = 6;           //Número de PO no profibus para escrever
    _SetSys( SS_PIDATA,H120 ); //Escreve PO para o profibus das variáveis H121 até H126
}
/*=====
Interrupt Service Routine (Interrupção executada para célula de primeira camada)
=====*/
Interrupt()
{
    _AxisStop( AS_PSTOP ); // Cancela movimento de procura 1ª camada
}
}

```

Figura 67-Task 2 utilizada no *Movidrive*.

```

/*=====
Main Function (IPOS Entry Function)
=====*/
main()
{
/*-----
Inicialização de variáveis
-----*/

//Inicialização de parâmetros
LIMITE_ULTIMA_CAMADA = -480000;
OFFSET_1aCAMADA = -57000;

// activate task 2
_SetTask(ST2_START, Cyclic_task);

// activate interrupt service routine
_SetInterrupt(SI_TOUCHP1, Interrupt);

//Função de sonda de toque usada para a fotocélula de detecção de 1ª camada
_TouchProbe( TP_DIS1 ); //desativa função de detecção de 1ª camada

/*-----
Main Loop
-----*/
while(1)
{
if((Comando_Estados & 0x8000) != 0){ // MODO AUTOMÁTICO

Status_Estados = Status_Estados | 0x2000;

switch(Comando_Estados & 0xFFFF){

case CMD_CALIBRACAO_EIXO: //Comando calibração do eixo
Status_Estados = Status_Estados | CALIBRACAO_EIXO_RUN;

_Go0( GO0_U_W_CAM ); //Calibração incondicional até CAM 0 com espera do programa

Status_Estados = Status_Estados & IDLE;
break;

case CMD_1a_CAMADA: //Comando de procura da 1a camada

if((StatusWord & 0x100000) !=0 &&
(InputLevel & 0x4) != 0
){ //Só se o eixo estiver calibrado e fotocélula calibrada

Status_Estados = Status_Estados | PRIMEIRA_CAMADA_RUN;

TpPos1_Mot = LIMITE_ULTIMA_CAMADA-10;

_TouchProbe( TP_EN1 ); //Ativa função de detecção de 1ª camada
_GoAbs( GO_WAIT, LIMITE_ULTIMA_CAMADA); //Move eixo até ao limite caso não encontre
//posição 43pela fotocélula

_TouchProbe( TP_DIS1 );
_AxisStop( AS_ENABLE ); // Revoke inhibit

_GoAbs( GO_WAIT, TpPos1_Mot + OFFSET_1aCAMADA); //Move offset 1ª camada

Status_Estados = Status_Estados & IDLE;
}

break;

case CMD_MUDA_CAMADA: //Comando de movimentação para a camada seguinte

if((StatusWord & 0x100000) !=0){ //Só se o eixo estiver calibrado
Status_Estados = Status_Estados | MUDA_CAMADA_RUN;
}
}
}
}

```

Figura 68-*Task 1* “Main Function” dimensionada para o Movidrive, parte 1.

```

        if(ActPos_Mot >= LIMITE_ULTIMA_CAMADA ){
            H201 = -SetpPosBus*313,63;
            _GoRel( GO_WAIT, H201);
            // _Wait(1000);
        }

        Status_Estados = Status_Estados & IDLE;
    }
    break;

    case CMD_SOBE_TOPO_PAL:

        if((StatusWord & 0x100000) !=0 &&
            (InputLevel & 0x4) == 0
        ){
            Status_Estados = Status_Estados | SOBE_TOPO_PAL_RUN;

            _TouchProbe( TP_EN1 ); //Ativa função de detecção de 1ª camada
            // _Go0( GO0_U_W_CAM );
            _TouchProbe( TP_DIS1 );

            _AxisStop( AS_ENABLE ); // Revoke inhibit

            H113= TpPos1_Mot;
            _GoAbs( GO_WAIT, TpPos1_Mot + 0000 ); //Move offset subida topo paleta

            Status_Estados = Status_Estados & IDLE;

        }

        break;

    }

}
}else{ //MODO MANUAL

    Status_Estados = Status_Estados & 0xDFFF;

    if((Comando_Estados & 0xFFFF) == CMD_JOG_DESCER ){
        _GoAbs( GO_NOWAIT, -1000000000);
    }

    if((Comando_Estados & 0xFFFF) == CMD_JOG_SUBIR ){
        _GoAbs( GO_NOWAIT,0);
    }

    if((Comando_Estados & 0xFFFF) == 0x0){
        _AxisStop( AS_PSTOP );
        _AxisStop( AS_ENABLE );
    }

}

}
}
}

```

Figura 69- *Task 1 “Main Function”* dimensionada para o *Movidrive*, parte 2.

O Software desenvolvido (Fig. 70,71,73,74,75,76) foi utilizado na obra D12299 - Despaletizador Sólidos (Vidros/Latas)Sumol+Compal, para criar a interface entre o PLC e o *SEW Movidrive MDXB-5A3*.

Contents Of: 'Environment\Interface\IN'							
	Name	Data Type	Address	Initial Value	Exclusion	Termination	Comment
Interface	ENDERECO	Word	0.0	W#16#0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	HEXADECIMAL
IN	ENABLE	Bool	2.0	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
OUT	CALIBRA	Bool	2.1	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CALIBRAR
IN_OUT	GO_1_CAMADA	Bool	2.2	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GO 1 CAMADA
STAT	GO_NEXT	Bool	2.3	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GO CAMADA SEGUINTE
TEMP	VELOCIDADE	Int	4.0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RPM
	RESET	Bool	6.0	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RESET
	MAN_AUT	Bool	6.1	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MAN=0 AUT=1
	MAN_SUBIR	Bool	6.2	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	MAN_DESCER	Bool	6.3	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Go_Topo_Palet	Bool	6.4	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	OFFSET_CAMADA	DInt	8.0	L#0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 70-Declaração das variáveis de entrada do bloco do *Movidrive*.

Contents Of: 'Environment\Interface\OUT'							
	Name	Data Type	Address	Initial	Exclusion a	Termination a	Comment
Interface	SERVO_ON	Bool	12.0	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
IN	DEF_SERVO	Bool	12.1	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
OUT	EM_CALIBRACAO	Bool	12.2	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
IN_OUT	_1_CAMADA	Bool	12.3	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
STAT	_NEXT_CAMADA	Bool	12.4	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TEMP	CALIBRACAO_OK	Bool	12.5	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PO_MAN_AUT	Bool	12.6	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	FIM_PALETE	Bool	12.7	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	_Topo_pal_Run	Bool	13.0	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	OUT_VELOCIDADE	Int	14.0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	FC_Cima	Bool	16.0	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	FC_Baixo	Bool	16.1	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	POSICAO_OK	Bool	16.2	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	HOME_POSITION	Bool	16.3	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 71.Declaração das variáveis de saída do bloco do servodrive.

Contents Of: 'Environment\Interface\STAT'							
	Name	Data Type	Address	Initial Valu	Exclusion	Terminatio	Comment
Interface	P01_8	Bool	18.0	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CONTROL WORD 1
IN	P01_9	Bool	18.1	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
OUT	P01_10	Bool	18.2	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
IN_OUT	P01_11	Bool	18.3	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
STAT	P01_12	Bool	18.4	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TEMP	P01_13	Bool	18.5	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P01_14	Bool	18.6	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P01_15	Bool	18.7	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	CONTROLER_INNIT	Bool	19.0	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	RAPID_STOP	Bool	19.1	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PO_ENABLE	Bool	19.2	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	HOLD_CONTROL	Bool	19.3	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	INTEGRATOR_SWITCHOVER	Bool	19.4	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PARAMETER_SET_SWICHOVER	Bool	19.5	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PO_RESET	Bool	19.6	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P01_7	Bool	19.7	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P02_3	DInt	20.0	L#0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SETPOINT POSITION
	P04	Int	24.0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VELOCIDADE RPM
	P05_8	Bool	26.0	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P05_9	Bool	26.1	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P05_10	Bool	26.2	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P05_11	Bool	26.3	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P05_12	Bool	26.4	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P05_13	Bool	26.5	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Subir em Manual
	P05_14	Bool	26.6	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Descer em manual
	P05_15	Bool	26.7	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aut=1/Man=0
	P05_0	Bool	27.0	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Iniciar sequencia de calibração
	P05_1	Bool	27.1	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Procura 1 camada
	P05_2	Bool	27.2	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Deslocar 1 camada para baixo
	P05_3	Bool	27.3	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P05_4	Bool	27.4	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P05_5	Bool	27.5	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P05_6	Bool	27.6	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P05_7	Bool	27.7	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	P06	Int	28.0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RESERVA
	PI1	Int	30.0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	STATUS WORD1
	PI2_3	DInt	32.0	L#0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ACTUAL POSITION
	PI4	Int	36.0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VELOCIDADE ACTUAL
	PI5_8	Bool	38.0	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PI5_9	Bool	38.1	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PI5_10	Bool	38.2	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PI5_11	Bool	38.3	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	EM HOME POSITION
	PI5_12	Bool	38.4	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	EM POSIÇÃO
	PI5_13	Bool	38.5	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AUTOMÁTICO
	PI5_14	Bool	38.6	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FINAL PALETE
	PI5_15	Bool	38.7	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	EIXO CALIBRADO
	PI5_0	Bool	39.0	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SEQUÊNCIA CALIBRAÇÃO EM CURSO
	PI5_1	Bool	39.1	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SEQUÊNCIA PROCURA 1 CAMADA EM CURSO
	PI5_2	Bool	39.2	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SEQUÊNCIA MUDANÇA CAMADA EM CURSO
	PI5_3	Bool	39.3	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PI5_4	Bool	39.4	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PI5_5	Bool	39.5	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PI5_6	Bool	39.6	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PI5_7	Bool	39.7	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PI6	Int	40.0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RESERVA

Figura 72-Declaração das variáveis estáticas ao bloco.

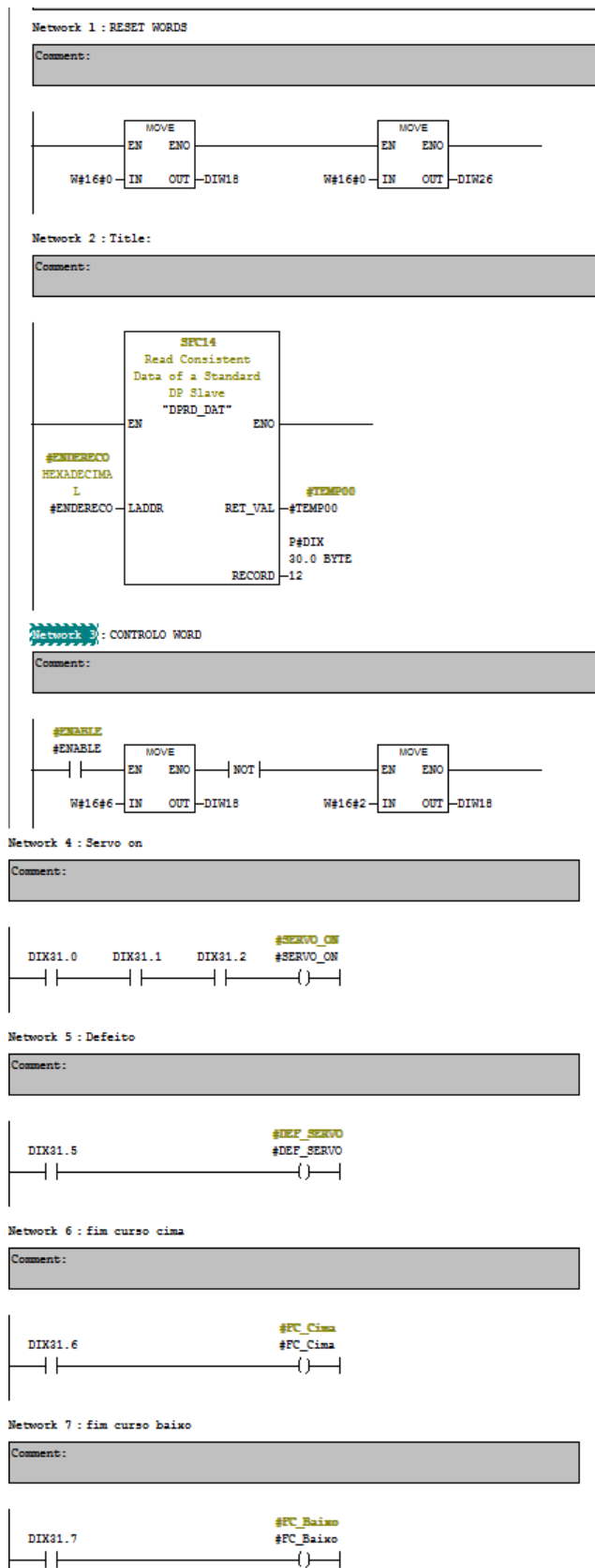


Figura 73-Network 1 a 7 do bloco do Servo.

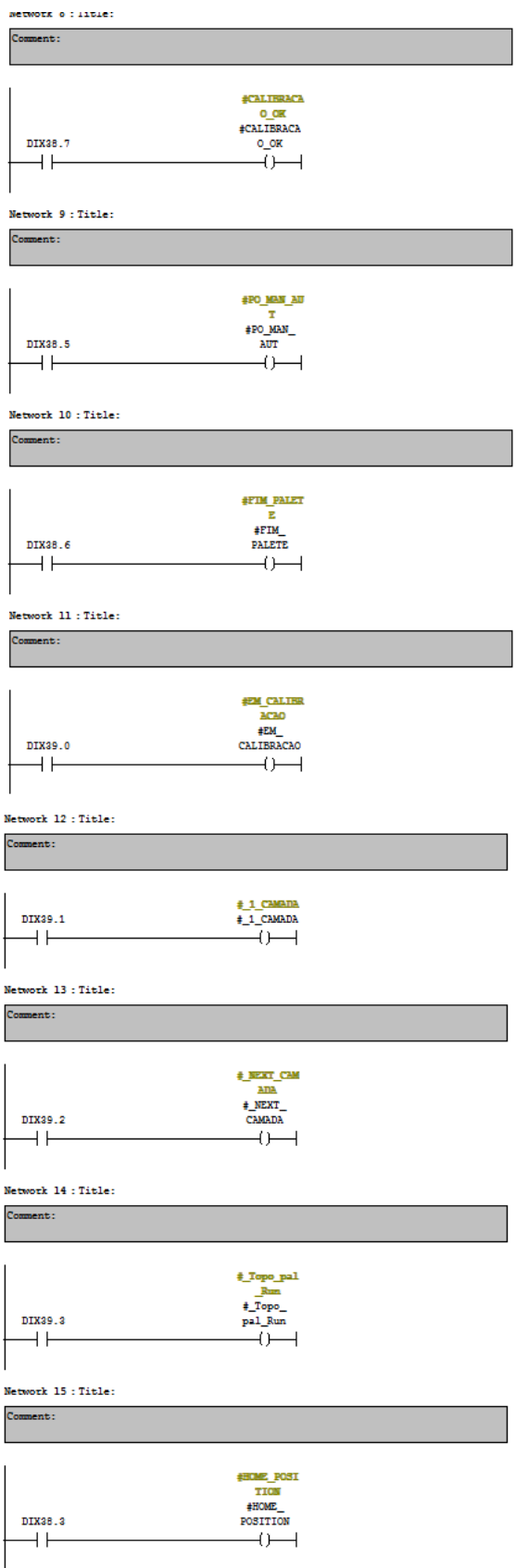


Figura 74-Network 8 a 15 do bloco do Movidrive.

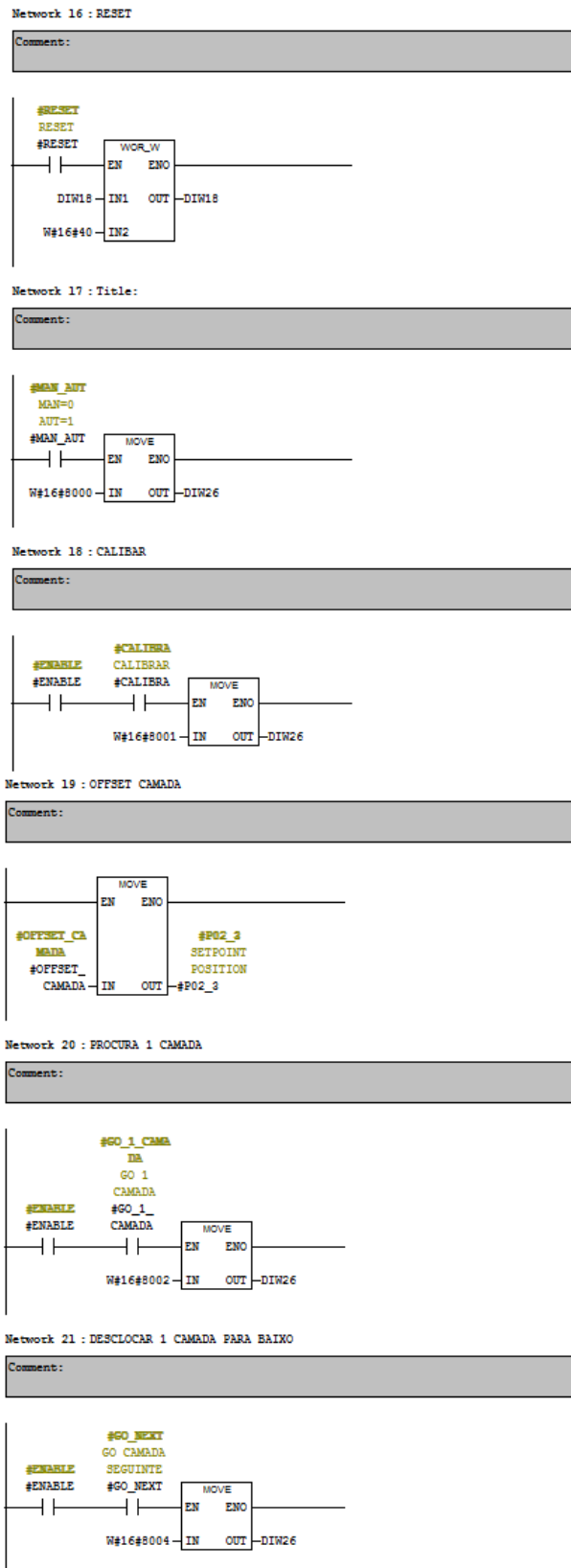


Figura 75-Network 16 a 21 do bloco do Movidrive.

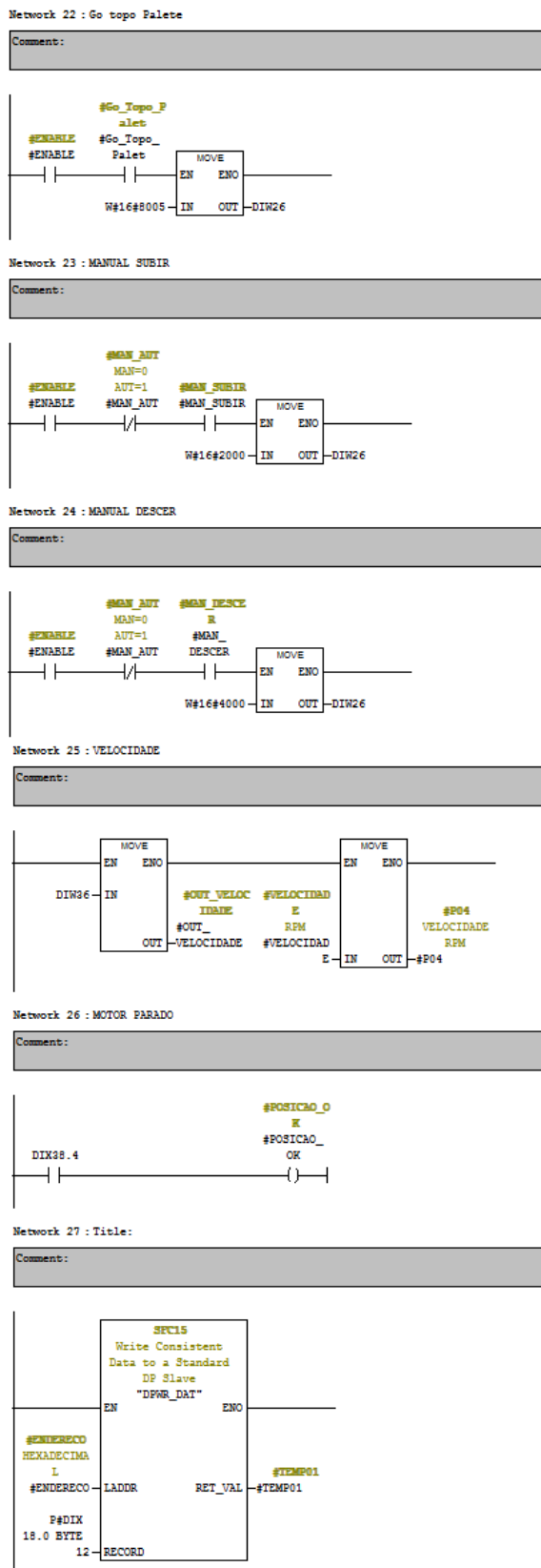


Figura 76-Network 22 a 27 do Movidrive.

Anexo B

Software desenvolvido para controlo do MFP 22D

O Software desenvolvido (Fig. 77,78,79,80,81) foi utilizado na obra D12299 - Despaletizador Sólidos (Vidros/Latas)Sumol+Compal, para controlar o *Movimot MFP22D®* pelo PLC e tendo em conta que o protocolo de comunicação utilizado é o *PROFIBUS*.

Contents Of: 'Environment\Interface\IN'			
Name	Data Type	Comment	
ENDERECO	Int	Endereço do MOVIMOT (DEC)	
SENTIDO_DIR	Bool	Sentido Directo	
SENTIDO_INV	Bool	Sentido Inverso	
VELOCIDADE	Word	Velocidade (\$/0,1)	
RESET	Bool	RESET em caso de erro no MOVIMOT	

Figura 77-Declaração de variáveis de entrada para bloco de controlo do MFP22D.

Contents Of: 'Environment\Interface\OUT'			
Name	Data Type	Comment	
MOVIMOT_ON	Bool		
DEF_MOVIMOT	Bool		
Corrente	Int		

Figura 78- Declaração de variáveis de saída para bloco de controlo do MFP22D.

Contents Of: 'Environment\Interface\TEMP'				
Name	Data Type	Address	Comment	
Control_word	Word	0.0	WORD de Controlo	
Vel_REF	Word	2.0	Referência de Velocidade (0Hex=0% ; 4000Hex=100% variação linear)	
Stat_word	Word	4.0	Status Word	
Ref_Velocidade	Int	6.0		

Figura 79- Declaração de variáveis estáticas para bloco de controlo do MFP22D.

FC32 : FC COMANDO DO MOVIMOT

Este bloco tem por objectivo controlar um MOVIMOT via profibus com 2 words de controlo.
Este Bloco assume que o 1º MOVIMOT tem o endereço Profibus 5 e que o Endereço das Entradas é 256.

Network 1: Inicialização da word de Controlo

Control_word: |15|14|13|12|11|10|9|8|7|6|5|4|3|2|1|0

15/.../7 - Sem função
6 - RESET
5/4/3 - Sem função
2/1/0 -
2hex - Comando de paragem
6hex - Comando de arranque

```
//Sentido Directo
A   #SENTIDO_DIR           #SENTIDO_DIR       -- Sentido Directo
JCN M002
L   W#16#6
T   #Control_word         #Control_word      -- WORD de Controlo
JU  M003

//Sentido Inverso
M002: A   #SENTIDO_INV           #SENTIDO_INV       -- Sentido Inverso
      JCN M004
      L   W#16#6
      T   #Control_word         #Control_word      -- WORD de Controlo
      JU  M003

//Trama de Paragem (Por defeito)
M004: L   W#16#2
      T   #Control_word         #Control_word      -- WORD de Controlo

//Trama de Reset
A   #RESET                 #RESET             -- RESET em caso de erro no MOVIMOT
JCN M003
L   #Control_word         #Control_word      -- WORD de Controlo
L   W#16#40
ON
T   #Control_word         #Control_word      -- WORD de Controlo
```

M003: NOP 0

Network 2: Preparação/envio da Trama de Comando

Vel_REF: |15|14|13|12|11|10|9|8|7|6|5|4|3|2|1|0

0 // 4000hex - Sentido directo de 0 a 100%
Complementada a 1 - Sentido inverso de 0 a 100%

```
//Preparação do Endereço para envio do Comando
L   #ENDERECO             #ENDERECO          -- Endereço do MOVIMOT (DEC)
SLD 3
L   P#0.0
+D
LAR1

//Escala da Velocidade de Referência (0%=0Hex ; 100%=4000Hex)
L   #VELOCIDADE           #VELOCIDADE        -- Velocidade (%/0,1)
T   #Ref_Velocidade       #Ref_Velocidade
L   #Ref_Velocidade       #Ref_Velocidade
L   16384
+D
L   1000
/D
T   #Vel_REF              #Vel_REF            -- Referência de Velocidade (0Hex=0% ; 4000Hex=100% variação linear)

L   W#16#7FFF
AW
T   #Vel_REF              #Vel_REF            -- Referência de Velocidade (0Hex=0% ; 4000Hex=100% variação linear)

A   #SENTIDO_INV           #SENTIDO_INV       -- Sentido Inverso
JCN M009
INVI
T   #Vel_REF              #Vel_REF            -- Referência de Velocidade (0Hex=0% ; 4000Hex=100% variação linear)

M009: L   LD 0
      T   FQD [AR1,P#0.0]
```

Figura 80-Network 1 e 2 do bloco de controlo do MFP22D.

```

Stat_word:  |15|14|13|12|11|10|9|8|7|6|5|4|3|2|1|0

15/.../8 -
0dec - Conversor não está pronto para funcionar
2dec - Sem liberação
4dec - Liberação (no modo U/f)

7/6 - Sem função
5 - Falha/Erro onde é necessário RESET para rearmar
4/3 - Sem função
2 - Sidas do processo validadas
1 - Unidade pronta a funcionar
0 - Conversor habilitado

L   PIW [AR1,P#0.0]
T   #Stat_word          #Stat_word      -- Status Word
L   2#100010
AW
L   2#10
<>I
=   #DEF_MOVIMOT       #DEF_MOVIMOT

Network 4 : Medida da corrente
Comment:

L   PIW [AR1,P#2.0]
L   10
/D
T   #Corrente          #Corrente

Network 5 : Motor em Funcionamento
Comment:

L   #Stat_word          #Stat_word      -- Status Word
L   W#16#407
==I
=   #MOVIMOT_ON        #MOVIMOT_ON

```

Figura 81-Network 3, 4 e 5 do bloco de controlo do MFP22D.