

**MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLO E  
MONITORIZAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO  
ROTATIVO**

Trabalho de Projeto do Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção  
Industrial

Hugo Alexandre Gomes Pereira

Leiria, abril de 2020



# **MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLO E MONITORIZAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO ROTATIVO**

Trabalho de Projeto do Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção  
Industrial

Hugo Alexandre Gomes Pereira

Trabalho de Projeto realizado sob a orientação do Professor Doutor Joel Vasco e do  
Professor Doutor Pedro Marques.

Leiria, abril de 2020



## Originalidade e Direitos de Autor

O presente relatório de projeto é original, tendo sido elaborado por mim, Hugo Alexandre Gomes Pereira, unicamente para este fim. Encontram-se devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar, assim como toda a assistência recebida por parte de outras pessoas durante a realização deste Projeto.

O presente projeto não foi anteriormente submetido ou avaliado no Instituto Politécnico de Leiria ou em qualquer outra instituição.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionado o Autor e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial, no ano letivo 2019/2020, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos.

Leiria, abril de 2020



(Hugo Alexandre Gomes Pereira)



## **Dedicatória**

Dedico este projeto de Mestrado ao meu pai, Rui Manuel Gomes Pereira, que mesmo sabendo do meu desinteresse pela escola e o desejo de desistir após a segunda reprovação no terceiro ciclo, nunca deixou que tal sucedesse. Reconhecendo as minhas competências práticas, inscreveu-me no ensino profissional, fazendo com que me interessasse pela aprendizagem e me motivasse a querer sempre mais, estando atualmente, com orgulho, a finalizar um Mestrado.



## Agradecimentos

Ao Instituto Politécnico de Leiria que tornou possível a realização deste Mestrado.

À Plasdan – Automação e Sistemas, Lda, por me ter permitido a realização do presente projeto nas suas instalações e por me ter facultado todas as informações necessárias para a realização do mesmo.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Joel Vasco e Professor Doutor Pedro Marques, pelo apoio prestado durante a realização do projeto. Agradeço especialmente ao Professor Doutor Joel Vasco pelo seu conhecimento da indústria em causa, o que se revelou uma mais-valia nas correções e melhorias do projeto.

A todos os meus colegas de trabalho, das diferentes secções, por me terem auxiliado em tarefas específicas, nas quais não tinha tanto conhecimento. Agradeço ao meu colega, e superior hierárquico, Ricardo Ruivaco pelo apoio, pelas sugestões, pela compreensão e paciência que teve comigo. Agradeço especialmente ao meu colega Hugo Rodrigues que me auxiliou muitas vezes na área de programação, transmitindo-me muito do seu conhecimento de programação e da indústria em questão.

À minha namorada, pelo apoio que me deu e pela compreensão perante a minha ausência nesta etapa.

Aos meus amigos que, assim como noutras fases, me ajudaram nesta também. Agradeço em especial à Mónica Claro pelas sugestões e correções no presente relatório.

Aos meus pais e irmãos por todo o apoio que me deram em todas as fases da minha vida, fazendo com que chegasse aqui. Agradeço-lhes ainda pela paciência e compreensão que tiveram durante a realização deste projeto.



## Resumo

O aumento da exigência do mercado quanto a soluções plásticas otimizadas a diferentes níveis como *design*, funcionalidade e resistência, faz com que a indústria de moldação por injeção de plástico recorra cada vez mais a injeções multimaterial, utilizando equipamentos auxiliares à injeção, como Unidades de Injeção, Sistemas Rotativos e Sistemas de Transferência, com controlos precisos e complexos.

O Prato Rotativo é um dos equipamentos produzidos pela Plasdan, tornando-se assim um objeto de estudo para desenvolvimento de soluções atuais e mais eficientes. A consola atual, ET243, é pouco intuitiva, com reduzida ergonomia e apresenta inúmeras limitações do sistema e adaptativas. O autómato atual, da gama C-DIAS da *Sigmathek*, é um modelo de 2002, tecnologicamente ultrapassado. Os sistemas de segurança são assegurados por relés com uma monitorização limitada, dificultando a deteção de falhas.

Os objetivos adjacentes à modernização consideram então a colocação de uma nova consola com portabilidade, ergonomia e interação apelativa e intuitiva, a utilização de um novo autómato mais recente, e ainda a integração das seguranças do sistema através de um autómato de segurança. Estas alterações implicam também a alteração da programação do autómato e da consola, aproveitando para acrescentar funções de melhoria relevantes e preparando os programas para futuras adaptações e melhorias.

Após o estudo da viabilidade de resolução para atingir os objetivos, a solução encontrada, com componentes da mesma marca, contempla: a consola ETT731 – mais moderna, intuitiva e leve; o autómato CP102 – da gama S-DIAS e tecnologicamente atual; um autómato de segurança SCP111 – para melhor e maior controlo da segurança.

A solução global projetada é mais cara, 1,96% (97,75€) que a atual. Tendo em conta a quantidade de vantagens que a solução projetada emana no controlo e monitorização dos sistemas rotativos, a diferença de preço é considerada irrelevante. Esta solução tem ainda a possibilidade de ser utilizada como base de programação de novos equipamentos, sendo esta outra das grandes vantagens.

**Palavras-chave:** Sistemas Rotativos, Prato Rotativo, Injeção Multimaterial, Bi-Injeção, Termoplásticos, Plasdan.



## Abstract

*The increase in market demand for plastic solutions optimized at different levels such as design, functionality and resistance, makes the plastic injection moulding industry resort to multi-material injection, using auxiliary injection equipment, such as injection units, Rotary Systems and Transfer Systems, with precise and complex controls.*

*The Rotary Table is one of the equipment produced by Plasdan, thus becoming an object of study for the development of more current and efficient solutions. The current operator terminal, model ET243 from Sigmatek, is unintuitive, with reduced ergonomics and has numerous adaptive and system limitations. The currently used C-DIAS PLC, also from the Sigmatek, is a 2002 model, which is technologically outdated. Its safety systems are ensured by relays with limited monitoring capacity, which in turn results in an added difficulty in fault detection.*

*Modernization goals undergo the placement of a new ergonomically improved portable operator terminal, with an appealing and intuitive interface as well as the use of a new, modern PLC, and integrating the system's security operations through a security PLC. These changes also imply altering the PLC and the operator terminal base program, making the most out of the opportunity, by adding relevant improved functions and preparing software for future add-ons and/or improvements.*

*With the feasibility analysis to achieve the undertaken goals, the solution found, with components of the same brand, contemplates: an ETT731 console - more modern, intuitive and light; the PLC CP102 - from the S-DIAS range, technologically up to date; A SCP111 security PLC- for better and greater security control;*

*The projected global solution is 1,96% (97,75 €) more expensive than the current one. Taking into account the numerous advantages that the designed solution has on the control and monitoring of rotary systems, the price difference is rendered irrelevant. This solution also has the possibility of being used as a basis for programming new equipment, hence another major advantage.*

**Keywords:** *Rotary Systems, Rotary Table, Multi-material Injection, 2K-Injection, Thermoplastics, Plasdan.*



# Índice

Originalidade e Direitos de Autor .....	i
Dedicatória.....	iii
Agradecimentos .....	v
Resumo .....	vii
Abstract.....	ix
Lista de Figuras .....	xv
Lista de Tabelas .....	xxi
Lista de Siglas e Acrónimos .....	xxiii
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e Objetivos.....	1
1.2. Entidades Envolvidas no Projeto .....	3
1.3. Organização do Documento.....	5
2. Estado da Arte .....	7
2.1. Indústria Injeção de Plásticos .....	7
2.2. Injeção de Plásticos Multicomponentes.....	12
2.3. Controlo e Monitorização dos Equipamentos.....	20
2.4. Plasdan e a Indústria da Injeção de Plástico .....	22
2.5. Exemplos de Pratos Rotativos .....	28
3. Projeto .....	29
3.1. Equipamentos Rotativos .....	29
3.1.1. Diagrama de Funcionamento.....	32
3.1.2. Ligação à Máquina de Injeção.....	33
3.1.3. Interligação dos Componentes.....	36
3.2. Condicionantes Iniciais do Projeto .....	37

3.3.	<i>Hardware</i> Atual .....	37
3.3.1.	Consola de Interação Homem-Máquina .....	37
3.3.2.	Autómato .....	41
3.3.3.	Sistemas de Segurança.....	44
3.3.4.	Quadro Elétrico.....	46
3.4.	Programação .....	47
3.5.	Complementares .....	48
3.5.1.	Caixa de Fusíveis Atual.....	49
3.6.	Especificações Finais do Projeto .....	52
4.	Solução Projetada.....	55
4.1.	Modernização da HMI .....	55
4.1.1.	Caixa da Consola ETT731.....	57
4.1.2.	Cabo Híbrido para Ligação da ETT731 .....	66
4.2.	Modernização da Componente de Automação .....	69
4.2.1.	Autómato Principal CP102.....	72
4.2.2.	Autómato de Segurança SCP111.....	73
4.3.	Quadro Elétrico.....	74
4.4.	Interligação dos Componentes.....	75
4.5.	Modernização da Programação.....	76
4.5.1.	Programa Principal (CP102).....	76
4.5.2.	Programa de Segurança (SCP111) .....	90
4.5.3.	Programa da Visualização (ETT731) .....	95
4.6.	Modernização da Caixa de Fusíveis .....	102
4.7.	Testes da Nova Solução .....	105
5.	Discussão de Resultados .....	107
5.1.	Consola de Controlo .....	107
5.1.1.	Caixa da Consola.....	109

5.1.2.	Ligação ao Quadro Elétrico .....	112
5.2.	Autómato .....	114
5.2.1.	Autómato Principal.....	114
5.2.2.	Solução de Segurança.....	116
5.3.	Quadro Elétrico.....	118
5.4.	Programação .....	118
5.5.	Caixa de Fusíveis .....	121
5.6.	Comparativo Global.....	122
6.	Conclusões e Trabalhos Futuros .....	123
	Bibliografia.....	127
	Apêndices .....	131



## Lista de Figuras

Figura 1.1 – Logo da empresa [1] .....	3
Figura 1.2 – Disposição dos Equipamentos Plasdan [1] .....	4
Figura 2.1 – Processo de Moldação por Injeção (Adaptada de [4]) .....	9
Figura 2.2 – Esquema de uma Máquina de Injeção Típica (Adaptada de [13]) .....	11
Figura 2.3 – Máquina de Injeção Típica (Billion H6860 [14]) .....	11
Figura 2.4 – Equipamento com Duas Unidades de Injeção Frontais [5] .....	13
Figura 2.5 – Equipamento com Duas Unidades, Frontal e Lateral [5] .....	13
Figura 2.6 – Equipamento com Duas Unidades Frontais e uma Lateral [5] .....	13
Figura 2.7 – Equipamento com Duas Unidades Frontais e uma Superior [5] .....	13
Figura 2.8 – Equipamento com Uma Unidade Frontal, Uma Lateral e Uma Superior [5]..	13
Figura 2.9 – Equipamento com Quatro Unidades de Injeção [5] .....	13
Figura 2.10 – Classificação dos Processos de Moldação por Injeção de Multicomponentes (Adaptado de [16]) .....	14
Figura 2.11 – Secção Transversal de uma Estrutura “Sanduíche” [16] .....	14
Figura 2.12 – Processo de Bi-injeção [16] .....	15
Figura 2.13 – Modelação por <i>Core-Back</i> [16] .....	16
Figura 2.14 – Variantes do Processo da Técnica de Rotação [16] .....	17
Figura 2.15 – Processo de Moldação por Injeção (1) (Adaptada de [9]) .....	18
Figura 2.16 – Processo de Moldação por Injeção (2) (Adaptada de [9]) .....	19
Figura 2.17 – PR4 2500 [1] .....	22
Figura 2.18 – <i>C-Frame</i> [1] .....	22
Figura 2.19 – PRH [1] .....	22
Figura 2.20 – <i>Lift &amp; Turn</i> [1] .....	22
Figura 2.21 – Primeira Injeção (Adaptada de [18]) .....	23
Figura 2.22 – Rotação [18] .....	23
Figura 2.23 – Segunda Injeção [18] .....	23
Figura 2.24 – Cinemática do PRH [19] .....	24
Figura 2.25 – <i>Lift &amp; Turn</i> na Prática .....	24
Figura 2.26 – Primeira Injeção (Adaptada de [20]) .....	25
Figura 2.27 – Rotação [20] .....	25
Figura 2.28 – Segunda Injeção [20] .....	25

Figura 2.29 – Detalhe da Peça Final [20] .....	25
Figura 2.30 – EP.0054 .....	26
Figura 2.31 – EL.0037 .....	26
Figura 2.32 – EP.0020 .....	26
Figura 2.33 – EL.122 .....	26
Figura 2.34 – ELM.0030 .....	26
Figura 2.35 – Combinação de Equipamentos Plasdan [1].....	27
Figura 2.36 – Botão de Automóvel .....	27
Figura 2.37 – Mola da Roupa (Corte) [1].....	27
Figura 2.38 – Ferro de Engomar (Corte) [1] .....	28
Figura 2.39 – Multitech R450 [21].....	28
Figura 2.40 – Foboha Rotary Table [22] .....	28
Figura 2.41 – Inpros TRH500 [23].....	28
Figura 3.1 – PR4 Sensores e Atuadores .....	30
Figura 3.2 – Diagrama de Funcionamento .....	32
Figura 3.3 – Ligação do PR4 aos Restantes Equipamentos ( <i>Euromap</i> ).....	34
Figura 3.4 – Ligação do PR4 aos Restantes Equipamentos (Plasdan) .....	34
Figura 3.5 – Interligação dos Componentes na Solução Atual (PR4).....	36
Figura 3.6 – Consola de Monitorização e Controlo ET243 [26].....	38
Figura 3.7 – Teclado para um PR4.....	38
Figura 3.8 – ET243 Fixa.....	39
Figura 3.9 – ET243 Portátil .....	39
Figura 3.10 – ET243 Fixa na Máquina de Injeção .....	40
Figura 3.11 – Autómato da Gama C-DIAS [26] .....	41
Figura 3.12 – Base da Gama C-DIAS .....	42
Figura 3.13 – Autómato Atual (C-Dias).....	43
Figura 3.14 – Relé de Segurança [27] .....	44
Figura 3.15 – Relé de Contactos Guiados [28].....	44
Figura 3.16 – Diagrama de Ligação do Relé de Segurança das Portas .....	45
Figura 3.17 – Quadro Elétrico Atual .....	46
Figura 3.18 – Diagrama do Controlo de Movimento Atual .....	48
Figura 3.19 – Funcionamento de uma Junta Elétrica [29].....	49
Figura 3.20 – PR4 com Junta Elétrica .....	50
Figura 3.21 – Localização da Caixa de Fusíveis .....	51

Figura 3.22 – Caixa de Fusíveis .....	52
Figura 4.1 – ETT731 [30].....	56
Figura 4.2 – HGT835 [30].....	56
Figura 4.3 – Estrutura da Consola e Localização das Conexões .....	58
Figura 4.4 – Primeira Caixa Desenvolvida.....	59
Figura 4.5 – Segunda Caixa Desenvolvida.....	59
Figura 4.6 – Caixa Portátil em Inox .....	60
Figura 4.7 – Gráfico da Temperatura do Processador da ETT731 .....	60
Figura 4.8 – Dobradiça para Suporte da Caixa Metálica.....	62
Figura 4.9 – Desenho da Caixa Final .....	63
Figura 4.10 – Frente da Caixa Final .....	63
Figura 4.11 – Lateral da Caixa Final .....	63
Figura 4.12 – Fixação da ETT731 .....	64
Figura 4.13 – ETT731 Portátil.....	64
Figura 4.14 – Manuseamento da Consola Portátil.....	65
Figura 4.15 – Conduta Plástica com Cabos .....	66
Figura 4.16 – Cabo Híbrido.....	67
Figura 4.17 – Ficha para Cabo Híbrido [31] .....	67
Figura 4.18 – Conexão do Cabo Híbrido na Ficha .....	68
Figura 4.19 – Ligações na Caixa da Consola .....	68
Figura 4.20 – Autómato da Gama S-DIAS [26].....	69
Figura 4.21 – Fixação do Autómato [26] .....	70
Figura 4.22 – Autómato S-DIAS .....	70
Figura 4.23 – Informação Comum .....	71
Figura 4.24 – Autómato Principal .....	72
Figura 4.25 – Autómato de Segurança .....	73
Figura 4.26 – Quadro Elétrico Nova Solução.....	74
Figura 4.27 – Interligação dos Componentes na Nova Solução (PR4) .....	75
Figura 4.28 – Linguagem de Programação.....	77
Figura 4.29 – Ligações Elétricas no S-DIAS [26].....	78
Figura 4.30 – Características a Definir no PR4 .....	80
Figura 4.31 – Sensores de Posição .....	81
Figura 4.32 – Estação de Funcionamento.....	82
Figura 4.33 – Simbologia .....	82

Figura 4.34 – Menu de Edição da Posição .....	82
Figura 4.35 – Ativação do Teste.....	83
Figura 4.36 – Teste de Saídas .....	83
Figura 4.37 – Diagrama do Controlo de Movimento Atual .....	84
Figura 4.38 – Posições de Extração.....	85
Figura 4.39 – Definição da posição de Extração .....	86
Figura 4.40 – PRH com Extração a 90° e 270° .....	86
Figura 4.41 – PR4 de Quatro Posições .....	86
Figura 4.42 – Página de Configuração da Sequência .....	87
Figura 4.43 – Seleção da Estação .....	88
Figura 4.44 – Seleção da Estação em Nível Quatro .....	89
Figura 4.45 – Biblioteca de Funções de Segurança.....	90
Figura 4.46 – Ligação dos Canais de Emergência da IMM .....	91
Figura 4.47 – Monitorização dos Canais de Emergência .....	92
Figura 4.48 – Atuação dos Relés de Contactos Guiados .....	93
Figura 4.49 – Monitorização dos Relés de Contactos Guiados.....	94
Figura 4.50 – Criação da Página do Equipamento Rotativo.....	95
Figura 4.51 – Interligação do Programa Principal com o Programa da Visualização.....	96
Figura 4.52 – Criação das Imagens a Utilizar na Visualização .....	97
Figura 4.53 – Seleção do Idioma da Visualização.....	97
Figura 4.54 – Gestão dos Ficheiros .....	98
Figura 4.55 – Captura de Ecrã .....	99
Figura 4.56 – Teclas para Copiar e Adicionar Ficheiros na ETT731 .....	99
Figura 4.57 – Apresentação de Curvas .....	100
Figura 4.58 – Informação Complementar dos Alarmes .....	101
Figura 4.59 – Desenho Final da Placa de Circuito Impresso.....	102
Figura 4.60 – Vista traseira da PCB .....	103
Figura 4.61 – Vista Frontal da PCB .....	103
Figura 4.62 – Zonas da PCB.....	103
Figura 4.63 – Caixa de Fusíveis Aberta .....	104
Figura 4.64 – Comparativo entre a Caixa de Fusíveis e uma Ficha .....	104
Figura 5.1 – ET243 [30] .....	107
Figura 5.2 – ETT731 [30].....	107
Figura 5.3 – Caixa da ETT731 .....	109

Figura 5.4 – Caixa da ET243.....	109
Figura 5.5 – Ergonomia da Caixa da ETT731.....	111
Figura 5.6 – Ergonomia da Caixa da ET243.....	111
Figura 5.7 – Relé de Segurança [27].....	116
Figura 5.8 – Autómato de Segurança.....	116
Figura 5.9 – Comparativo e Localização da Caixa de Fusíveis.....	121
Figura 6.1 – Página Principal do Protótipo K2019.....	125



## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Entradas das diferentes Interfaces de Sinais .....	35
Tabela 2 – Saídas dos diferentes Interfaces .....	35
Tabela 3 – Comparativo entre a ETT731 e a HGT835.....	56
Tabela 4 – Ligações Quadro Elétrico – Caixa da Consola .....	69
Tabela 5 – Características do CP102 .....	72
Tabela 6 – Características do SCP111 .....	74
Tabela 7 – Entradas e Saídas do Autómato Principal.....	79
Tabela 8 – Comparação das Consolas .....	108
Tabela 9 – Comparação da Caixa da Consola .....	110
Tabela 10 – Componentes na Ligação ao Quadro Elétrico .....	112
Tabela 11 – Comparação entre o C-DIAS e o S-DIAS .....	114
Tabela 12 – Comparação Global do PLC .....	115
Tabela 13 – Comparação da Solução de Segurança .....	117
Tabela 14 – Custeio do Quadro Elétrico .....	118
Tabela 15 – Componentes da Caixa de Fusíveis .....	121
Tabela 16 – Comparativo Global de Preços .....	122



## Lista de Siglas e Acrónimos

### A

A Ampere, Unidade de Medida da Corrente Elétrica

### C

CAN *Controller Area Network*

CANopen Protocolo de Comunicação

CPU *Central Processing Unit* (Unidade Central de Processamento)

### E

EU67 EUROMAP67, Interface Elétrico entre a Máquina de Injeção e Equipamentos Periféricos

EU12 EUROMAP12, Interface Elétrico entre a Máquina de Injeção e Equipamentos Periféricos

Ethernet Arquitetura de interconexão para redes locais

### G

gr Grama(s), unidade de peso

### H

HMI *Human Machine Interface* (Interface Homem – Máquina)

Hz *Hertz*, Unidade de Medida da Frequência

### I

IMM *Injection Moulding Machine* (Máquina de Injeção)

### L

L&T *Lift&Turn*, equipamento produzido e comercializado pela Plasdan

### M

mm Milímetro

ms Milissegundo

### N

Nm Unidade de medida (*Newton metro*)

### P

PCB *Printed Circuit Board* (Placa de Circuito Impresso)

PR4 Prato Rotativo, equipamento produzido e comercializado pela Plasdan

PRH Prato Rotativo Horizontal, equipamento produzido e comercializado pela Plasdan

PLD	Plasdan
<b>R</b>	
Rpm	Rotações por minuto, unidade de velocidade angular / rotacional
RSI	<i>Rotary System Interface</i> , opção que indica a posição do PR4
<b>S</b>	
SIL3	<i>Safety Integrity Level 3</i> (Nível de integridade de segurança três)
SO	Sistema Operativo
ST	<i>Structured Text</i> (Texto Estruturado)
STO	<i>Safe Torque Off</i> , condição de segurança utilizada pelo controlador do servo motor
<b>U</b>	
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
<b>V</b>	
Vdc	<i>Voltage Direct Current</i> (Tensão em Corrente Contínua)
V	Volt, Unidade de Medida da Tensão Elétrica

### **Simbologia**

$\mu$	Micro – 0,000001 ( Ex.: $\mu$ s – Micro Segundo )
$\Omega$	Ohm, Unidade de Medida de Resistência Elétrica

# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento e Objetivos

O presente projeto está integrado num contexto industrial associado à injeção de peças plásticas compostas por mais do que um componente, obtidas através do processo de injeção de um termoplástico. Os processos de injeções múltiplas são utilizados para obtenção de peças plásticas otimizadas a nível funcional, *design*, resistência e integridade. Para que tal seja possível, são muitas vezes utilizados equipamentos auxiliares ao processo de injeção de plástico.

Um dos equipamentos utilizados nesta indústria é o Prato Rotativo, produzido pela Plasdan, que tem a si associado uma consola que permite a interação homem-máquina. Devido ao desenvolvimento crescente da tecnologia, os equipamentos industriais têm vindo a ser projetados com vista a serem manuseados por utilizadores que não necessitam de formação exaustiva para a sua operação. Neste sentido, verificou-se a necessidade de modernizar a consola do Prato Rotativo, motivando o desenvolvimento deste trabalho.

Uma vez que a consola de interface utilizada é composta por 24 teclas e um ecrã de 2 linhas de 40 caracteres alfanuméricos, o seu manuseamento não se torna intuitivo, dificultando a interação homem-máquina e gerando muitas vezes a necessidade de o utilizador final ter de receber formação por parte de um técnico.

Como elemento integrante dos quadros da empresa, exercendo funções no departamento de automação e assistência ao cliente, sou muitas vezes destacado para realizar a instalação de novos equipamentos no cliente, tendo de dar uma formação sobre o funcionamento dos mesmos, aos novos utilizadores. As funções que desempenho fazem com que tenha conhecimento das reações e dificuldades dos utilizadores perante a utilização de um novo equipamento Plasdan.

Quando o equipamento adquirido pelo cliente é um sistema rotativo, é comum a reação à consola de controlo e monitorização não ser a melhor, uma vez que é uma solução desatualizada e pouco prática a integrar um “equipamento novo”.

Tendo em conta os factos apresentados, a realidade da evolução da indústria de injeção de plásticos, e dos processos para obtenção de peças plásticas cada vez mais compostas e robustas com recurso ao mínimo de equipamentos e de tempo, o presente projeto foca-se na Modernização do Controlo e Monitorização de um Sistema Rotativo. Esta modernização visa tornar a programação que está na base de controlo e monitorização mais versátil e, recorrendo a uma consola de ecrã tátil com uma visualização cuidada, permitir ao utilizador operar o sistema de forma fácil e intuitiva, evitando assim uma formação intensiva.

O objetivo principal deste projeto é o melhoramento de equipamentos rotativos a nível funcional, visual e interativo, garantindo um equipamento que se torne a primeira opção para os clientes que necessitem de equipar as suas máquinas de injeção.

Uma vez que uma das motivações do projeto é o facto de a consola de interação homem-máquina se encontrar desatualizada, será realizada a sua substituição por uma muito mais apelativa e recente com um ecrã tátil e uma visualização colorida e cuidada que torne a interação homem-máquina muito mais simples e intuitiva.

É também tido como objetivo, a portabilidade da consola, podendo para tal ser necessário o desenvolvimento de uma solução que a proteja e mantenha leve o suficiente para que se considere portátil.

Com a troca da consola surge a necessidade de alterar também o autómato utilizado no controlo e monitorização do sistema rotativo para uma versão mais recente, potenciando assim a evolução e integração dos sistemas rotativos da Plasdan na indústria da injeção de plásticos.

Pretende-se ainda a modernização dos sistemas rotativos integrando todas as seguranças do próprio sistema, e dos restantes ligados no mesmo, recorrendo a um autómato de segurança ao invés de relés de segurança. Esta solução possibilitará um maior e melhor controlo e monitorização das seguranças.

Embora os equipamentos rotativos produzidos pela Plasdan sejam funcionais, a indústria da injeção de plásticos está em constante evolução e o programa atual de controlo e monitorização dos sistemas rotativos já se encontra em funcionamento há mais de uma década. Ao longo dos anos e de modo a acompanhar a evolução, o programa foi sendo alvo de adaptações e alterações, de modo a acompanhar as exigências do cliente final. Todas as alterações e adaptações realizadas fazem com que haja zonas do código de programação

confusas ou mesmo inutilizadas devido à evolução dos periféricos ligados ao autómato, como por exemplo o controlador do servo motor.

Deste modo, pretende-se desenvolver um projeto que contemple todas as opções/ funções existentes atualmente, melhorando-as e acrescentando novas. O programa a desenvolver será versátil ao ponto de poder servir de base para novos desenvolvimentos Plasdan.

Para além dos objetivos descritos anteriormente o projeto está focado na versatilidade, facilidade de manuseamento e redução de custos de produção do equipamento, por isso, haverá uma redução do número de sensores utilizados na deteção das posições, será desenvolvida uma solução compacta e económica para a caixa de fusíveis de proteção da junta elétrica que equipa alguns sistemas rotativos e será redigida toda a documentação necessária para que qualquer pessoa possa manusear o sistema rotativo, como por exemplo o manual de utilizador.

## **1.2. Entidades Envolvidas no Projeto**

O presente projeto foi maioritariamente desenvolvido nas instalações da empresa Plasdan – Automação e Sistemas, Lda [1] (Rua de Moçambique n°29, Ordem – Marinha Grande) com o objetivo de otimizar os sistemas rotativos produzidos pela Plasdan e por me encontrar empregado na mesma.



**Figura 1.1 – Logo da empresa [1]**

A Plasdan – Automação e Sistemas, Lda (Figura 1.1) foi fundada em 1989 por um português e por um alemão na Dinamarca, estando atualmente em Portugal apenas representada pelo fundador português, Paulo Juliano Pereira da Silva Araújo.

É uma empresa com reconhecimento a nível mundial, no que diz respeito a equipamentos e soluções auxiliares à injeção de plásticos, dispondo de um leque de soluções vasto e variado.

Contando com mais de trinta anos de experiência, é sob o lema *“Innovation is a place on earth where you re-invent yourself”* [2], que a Plasdan mantém o foco no futuro, vindo a destacar-se no mercado da injeção de plásticos pelas suas soluções completamente elétricas que permitem a obtenção de um produto final composto por diferentes componentes plásticos, recorrendo ao mínimo de equipamentos e recursos possível.

A inovação de sistemas auxiliares à indústria de injeção de plásticos, tornando-os eficientes e versáteis, é a **visão** da Plasdan, tendo deste modo como **missão**, permitir, aos seus clientes em particular e à indústria de injeção de plásticos em geral, maior rentabilidade, eficiência e sustentabilidade [1].

A Plasdan fornece aos seus clientes soluções *Plug & Play* a nível de sistemas rotativos, unidades de injeção auxiliares e soluções que contemplam ambos, a operar em conjunto com um molde igualmente projetado pela Plasdan.

Todos estes equipamentos têm o objetivo de equipar a máquina de injeção (Figura 1.2), de modo aumentar e a diversificar a capacidade de produção da mesma.

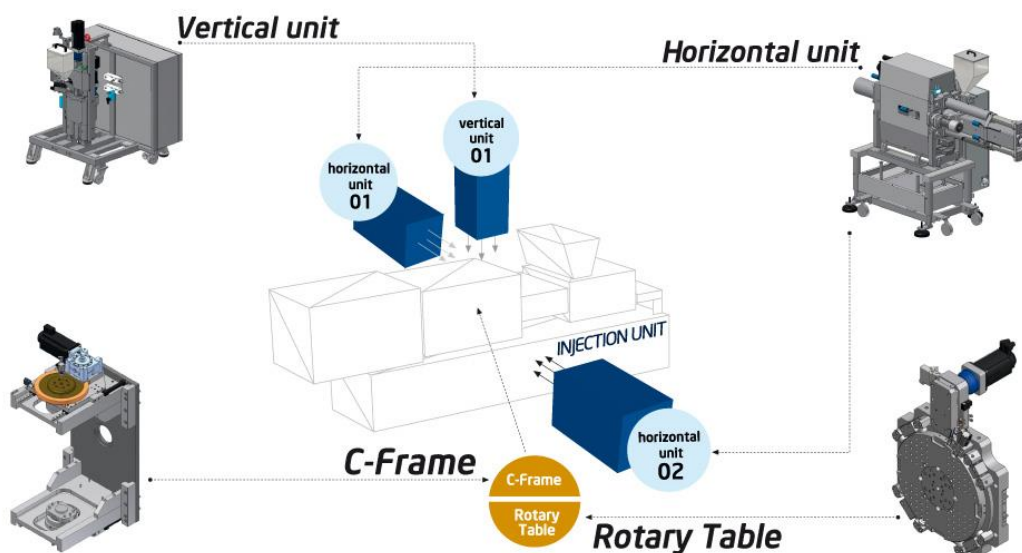


Figura 1.2 – Disposição dos Equipamentos Plasdan [1]

A Plasdan tem vindo essencialmente a fornecer soluções para as indústrias automóvel, elétrica, de embalagem e farmacêutica, tendo já clientes em praticamente todo o mundo, sendo que os principais se localizam em Espanha, França, Itália, Estados Unidos, Canadá e, como não poderia deixar de ser, dada a nossa forte indústria a nível de moldes, em Portugal.

### **1.3. Organização do Documento**

O presente relatório de projeto é composto por seis capítulos, incluindo o presente capítulo de Introdução, e está organizado da seguinte forma:

O Capítulo 2, *Estado da Arte*, sintetiza a importância da injeção de peças plásticas, expondo os processos e os componentes mais comuns a esta indústria. Este capítulo é complementado com a forma como a empresa Plasdan – Automação e Sistemas, Lda contribui para esta indústria.

O Capítulo 3, *Projeto*, expõe as limitações tecnológicas da solução atual, assim como as medidas para tornar a nova solução tecnologicamente atualizada. É apresentada a solução atual e os pontos a trabalhar.

O Capítulo 4, *Solução Projetada* contém todas as alterações feitas ao projeto atual, resultando uma nova solução. São abordadas e fundamentadas todas as decisões tomadas, sendo ainda expostos os recursos utilizados que levaram ao sucesso da realização desses pontos.

O Capítulo 5, *Discussão de Resultados*, apresenta uma comparação entre a solução atual e a solução projetada. A comparação é efetuada ao nível de vantagens e desvantagens, funcionalidades e custos.

Por fim, no Capítulo 6, *Conclusões e Trabalhos Futuro*, são apresentadas todas as conclusões resultantes deste projeto, sendo igualmente abordados os tópicos de trabalho a desenvolver no futuro.



## **2. Estado da Arte**

No presente capítulo é feita uma abordagem geral sobre a área de indústria em que o presente projeto se integra, a indústria da injeção de plásticos. É abordada a importância desta indústria no nosso quotidiano, sendo apresentados os equipamentos mais importantes e as técnicas que utilizam.

### **2.1. Indústria Injeção de Plásticos**

Nas últimas três décadas, o processo de moldação por injeção teve um rápido crescimento, devido ao desenvolvimento de novas áreas de aplicação em praticamente todas as indústrias [3]. Atualmente é utilizada uma grande variedade de produtos plásticos no nosso quotidiano. O processo de moldação por injeção de termoplástico é uma parte importante indústria de plásticos, consumindo uma grande percentagem da quantidade total de plásticos [4]. Assim sendo a indústria de moldes para injeção é fundamental para a sustentabilidade de praticamente todas as áreas de intervenção humana [5].

A primeira máquina de injeção foi patenteada em 1872 por John Hyatt e o irmão Isaiah, cuja técnica de injeção era feita por um êmbolo. Mais tarde, em 1946, James Hendry patenteou uma máquina de injeção com um processo diferente, utilizando um fuso para a plasticização do material. Ao longo dos anos foram-se desenvolvendo novas melhorias, tendo sido adicionado, em 1972, um sistema robotizado para a extração das peças. Em 1985, no Japão, foi usada em ambiente industrial a primeira máquina de injeção totalmente elétrica [6].

Em Portugal, o primeiro molde de injeção para plástico surgiu em 1945, na Marinha Grande, zona de grande referência na indústria do vidro, e com conhecimento no fabrico de moldes para vidro. Rapidamente surgiram outras empresas de produção de moldes para plásticos nesta região e também em Oliveira de Azeméis, igualmente conhecido como centro tradicional da indústria vidreira. Após o desenvolvimento da indústria, recorrendo a tecnologia estrangeira importada, deu-se início às primeiras exportações em 1955, onde, em 1980 a exportação já contava com 50 países [7].

Em 2018, Portugal alcançou a 3<sup>a</sup> posição na Europa e a 8<sup>a</sup> a nível mundial, apresentando uma exportação de mais de 80% da sua produção total de moldes para a injeção de plástico. As exportações dirigiram-se a 93 mercados, e alcançaram um valor recorde de mais de 675 milhões de euros [8].

Geograficamente, a distribuição regional das empresas de moldes mantém-se maioritariamente dividida entre o distrito de Leiria (65,7%) e Oliveira de Azeméis (30,5%). Leiria continua, desta forma, a ser uma referência nacional e internacional na indústria de moldes, especialmente nos moldes de injeção de termoplásticos [8].

A utilização em grande escala das máquinas de injeção deve-se às vantagens significativas que cede à indústria, como a elevada cadência de produção, grande precisão dimensional, a reprodutibilidade, variedade dimensional e flexibilidade geométrica. No entanto, os seus custos de investimento são bastante elevados [6].

As peças plásticas são maioritariamente obtidas através do processo de moldação por injeção de termoplástico. Este processo destaca-se pela qualidade e precisão dimensional, rapidez e diversidade de peças. É bastante flexível visto que os termoplásticos podem ser feitos com materiais de diferentes densidades e características, nomeadamente coloridos, transparentes, biodegradáveis e texturizados. Este processo permite a obtenção de peças desde pequenas utilidades sem exigência de requisitos funcionais significativos, até peças para indústrias que implicam grande precisão dimensional e funcionalidades específicas como é o caso da indústria automóvel ou aeroespacial [9].

O princípio básico de moldação por injeção (Figura 2.1) consiste num polímero sólido que é fundido e injetado para uma cavidade dentro de um molde; depois é arrefecido e a peça plástica é extraída do molde. As principais fases deste processo são a injeção, o arrefecimento e a extração. O custo-eficiência do processo depende do tempo gasto no ciclo de moldação. A fase de arrefecimento é a mais significativa, determinando a cadência de produção de peças plásticas [10].

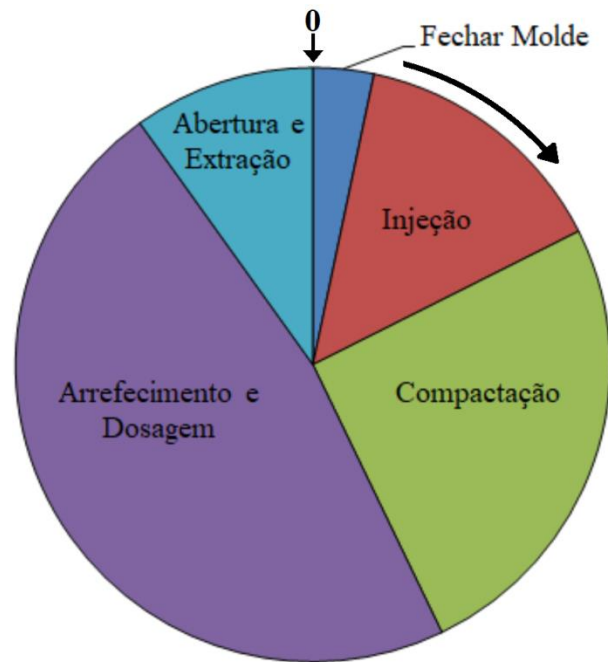


Figura 2.1 – Processo de Moldação por Injeção (Adaptada de [4])

O processo de moldação por injeção traduz-se em diferentes etapas que compõem um ciclo de injeção [9] [11], para obtenção de uma peça plástica:

➤ **Fecho do molde:**

Numa primeira fase ocorre o fecho do molde sem qualquer componente plástica no seu interior.

➤ **Injeção:**

O material fundido é injetado para a cavidade do molde arrefecido. O ar é expelido por um sistema de fuga de gases.

➤ **Compactação:**

O fuso continua a pressionar para compensar as zonas de ausência de material, garantindo assim a sua correta forma dimensional.

➤ **Arrefecimento e Dosagem:**

O tempo de arrefecimento da peça plástica depende da espessura e do tipo de termoplástico usado.

Após a solidificação dos canais de injeção, o fuso começa a rodar e introduz plástico granulado. Enquanto o fuso roda, o material avança e funde plasticamente fazendo o fuso recuar.

➤ **Abertura e Extração:**

Finalizado o arrefecimento, e com o fuso recarregado, o molde abre. Com o molde aberto, a peça finalizada é removida através de extratores.

No que concerne às fases do processo de moldação, são praticamente independentes do tipo de máquina de injeção, podendo o ciclo de moldação ser desenvolvido nos seguintes modos [12]:

- **Modo Manual** – Acionamento pelo operador, que define a sequência das operações (para fases de ajuste do processo);
- **Modo Semiautomático** – O operador determina o início do novo ciclo, mas a sequência de operações é automática (para auxílio do processo quando é necessária intervenção);
- **Automático** – A sequência de eventos é automática, seguindo o processo pré-definido sem intervenção do operador.

A máquina de injeção é o equipamento onde decorre o ciclo de moldação de injeção. Embora existam diferentes tipos de máquinas, as unidades funcionais que as compõem são as mesmas (Figura 2.2). Tipicamente uma máquina de injeção tem o aspeto da Figura 2.3 [12].

As unidades funcionais básicas, que a compõem uma máquina de injeção, são as seguintes [13]:

- **Unidade de injeção:** Permite o transporte, aquecimento, plastificação e homogeneização do material até ao bico de injeção, e a injeção e compactação do material fundido;

- **Unidade de fecho:** Agiliza a fixação e mobilidade do molde, mantendo o mesmo fechado durante as fases de injeção e compactação. Estão incorporados, na unidade de fecho, os elementos de extração das peças moldadas;
- **Molde:** É uma ferramenta complexa por ser composta por uma ou mais cavidades que conferem a forma final à peça.

As unidades funcionais estão relacionadas, sendo utilizadas unidades de controlo que contemplam os métodos e seqüências de funcionamento, permitindo a interface com o utilizador. Deste modo é assegurada a monitorização e controlo das variáveis associadas ao processo de moldação por injeção [12].

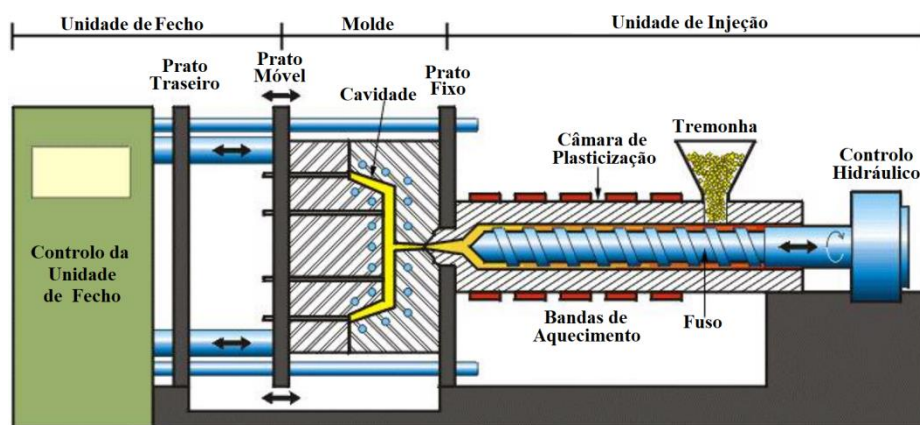


Figura 2.2 – Esquema de uma Máquina de Injeção Típica (Adaptada de [13])



Figura 2.3 – Máquina de Injeção Típica (Billion H6860 [14])

De modo a obter a peça final pretendida, o funcionamento da máquina de injeção tem que obedecer a parâmetros operatórios, do processo e do material [12].

## **2.2. Injeção de Plásticos Multicomponentes**

Ao longo dos anos, as exigências do mercado aumentaram, procurando produtos otimizados a nível funcional, *design*, resistência e integridade, estimulando o desenvolvimento e evolução da capacidade tecnológica e favorecendo o aparecimento de produtos plásticos com múltiplos materiais e/ou múltiplas cores [5].

A utilização de processos de injeção multicomponente tem sido amplamente aplicada para diversificar o *design* do produto e simplificar o processo de montagem [15].

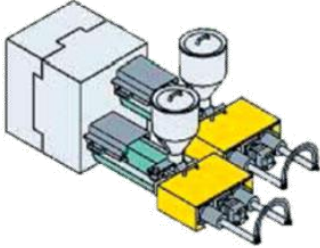
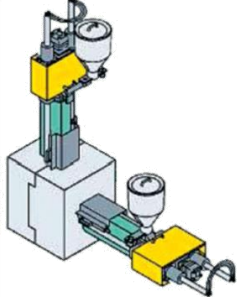
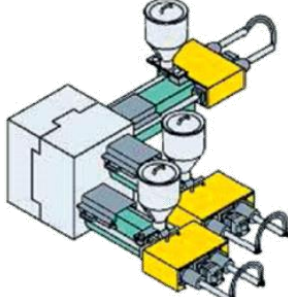
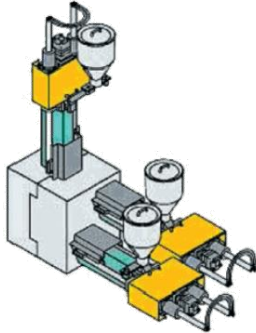
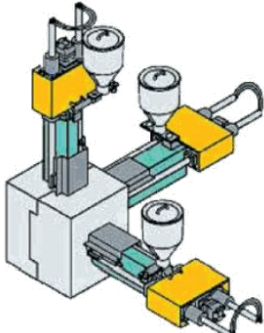
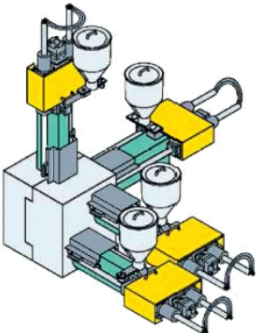
A tecnologia multicomponente direciona-se para peças plásticas mais complexas [5], que para além da combinação de cores, também podem resultar em peças de toque suave com interior rígido [15].

Desta forma, uma máquina tradicional de moldes de injeção não é suficiente, necessita então da adição de novas unidades que permitam a resposta tecnológica adequada. Quanto mais componentes tiver a peça moldada, mais unidades de injeção são precisas ligar à máquina de injeção [5].

Existem diversas unidades de injeção que surgem como solução para a obtenção das características pretendidas na peça final. As unidades podem ser dispostas de modo vertical, horizontal, transversal, em paralelo ou sobreposto. O princípio de funcionamento destas unidades é idêntico ao sistema de injeção integrado nas máquinas de injeção [5].

Para satisfazer as necessidades do produto é possível fazer a combinação das diferentes unidades de injeção que poderão ser adicionadas a uma máquina de injeção, podendo ser colocadas de modo frontal, superior ou lateral:

- Duas unidades de injeção (Figura 2.4 e Figura 2.5);
- Três unidades de injeção (Figura 2.6, Figura 2.7 e Figura 2.8);
- Quatro unidades de injeção (Figura 2.9).

		
<p><b>Figura 2.4 – Equipamento com Duas Unidades de Injeção Frontais [5]</b></p>	<p><b>Figura 2.5 – Equipamento com Duas Unidades, Frontal e Lateral [5]</b></p>	<p><b>Figura 2.6 – Equipamento com Duas Unidades Frontais e uma Lateral [5]</b></p>
		
<p><b>Figura 2.7 – Equipamento com Duas Unidades Frontais e uma Superior [5]</b></p>	<p><b>Figura 2.8 – Equipamento com Uma Unidade Frontal, Uma Lateral e Uma Superior [5]</b></p>	<p><b>Figura 2.9 – Equipamento com Quatro Unidades de Injeção [5]</b></p>

Para produtos com grande complexidade poderão ser feitas outras combinações de configuração, dependendo da necessidade do processo. Cada unidade de injeção pode operar de forma independente com materiais diferentes ou com o mesmo material e cores diferentes [5].

A moldação multimaterial pode ser executada recorrendo a inúmeras técnicas de processamento, sendo destacados três tipos de processo: Multicomponentes, Sobremoldação e Multi-Shot (Figura 2.10) [16].

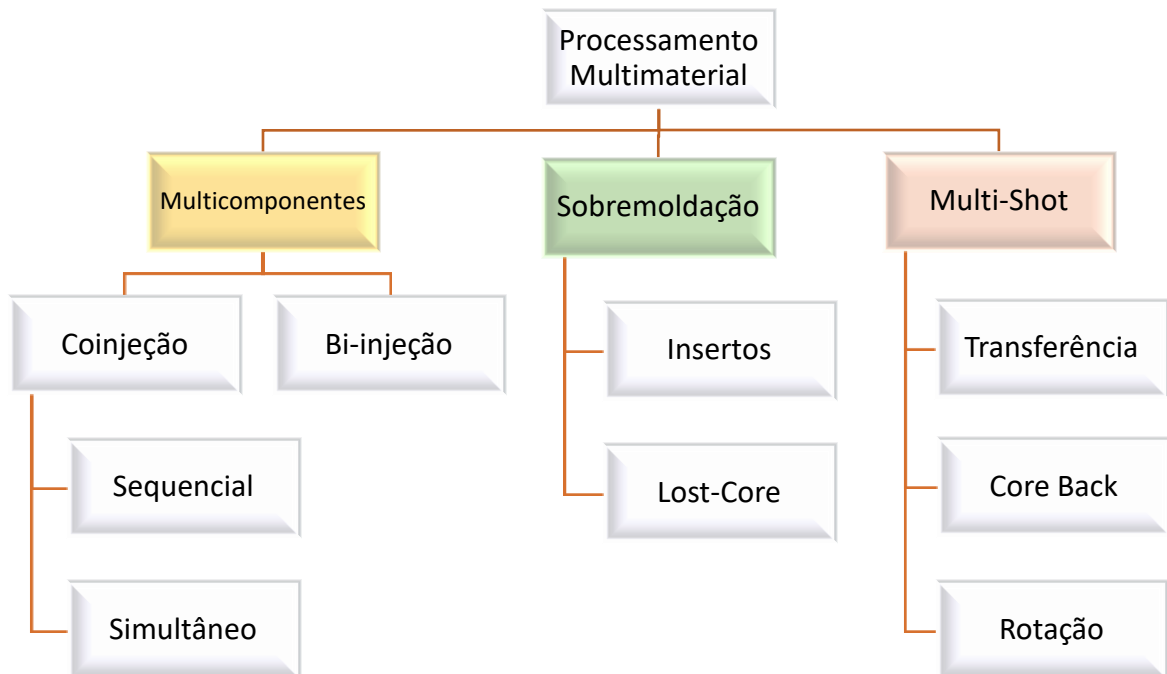


Figura 2.10 – Classificação dos Processos de Moldação por Injeção de Multicomponentes (Adaptado de [16])

O **Processo de Multicomponentes** considera as técnicas de coinjeção (simultânea e sequencial) e a bi-injeção.

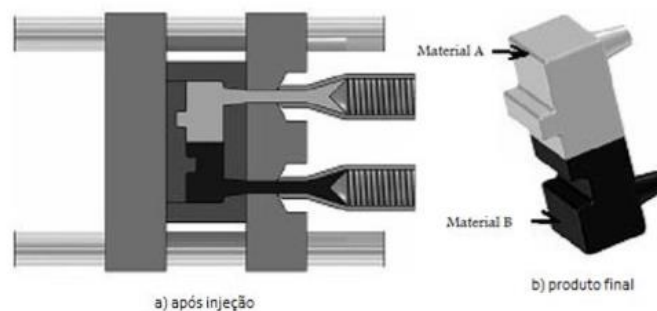
A **Coinjeção** permite combinar dois ou mais materiais apresentando uma estrutura em camadas, em formato “sanduíche” (Figura 2.11). O primeiro material a ser injetado forma a camada exterior, enquanto o segundo compõe o núcleo.



Figura 2.11 – Secção Transversal de uma Estrutura “Sanduíche” [16]

A Coinjeção Sequencial recorre a duas unidades de injeção que utilizam apenas um canal para injeção. A entrada das matérias é feita em tempos diferentes. O tempo de mudança do material a injetar gera uma diminuição da pressão no molde. Este facto é uma limitação do processo. A Injeção Simultânea é semelhante mas utiliza dois canais, chegando a existir um momento em que os dois polímeros são injetados em simultâneo. Este momento evita os problemas inerentes à injeção sequencial, pois permite manter constante a velocidade de escoamento.

No processo de bi-injeção (Figura 2.12) os materiais são injetados simultaneamente por diferentes canais. Este processo apresenta dificuldade na sua repetibilidade do processo, sendo desta forma menos usual.



**Figura 2.12 – Processo de Bi-injeção [16]**

A **Sobremoldação** considera duas variantes, a moldação sobre insertos e lost-core.

A moldação sobre insertos é composta por duas etapas. O primeiro componente (inserto) é colocado dentro da cavidade moldante, sendo injetado, posteriormente, o segundo material. Esta técnica permite a utilização de vários materiais, sendo que o resultado das moldações pode ser transferido várias vezes até atingir o número de camadas desejadas. Para a conformidade do processo, o posicionamento e a dimensão do inserto devem ser calculados de forma precisa. Este tipo de sobremoldação é escolhido quando o volume de produção anual é baixo, sendo muito utilizada na combinação de metais e plásticos.

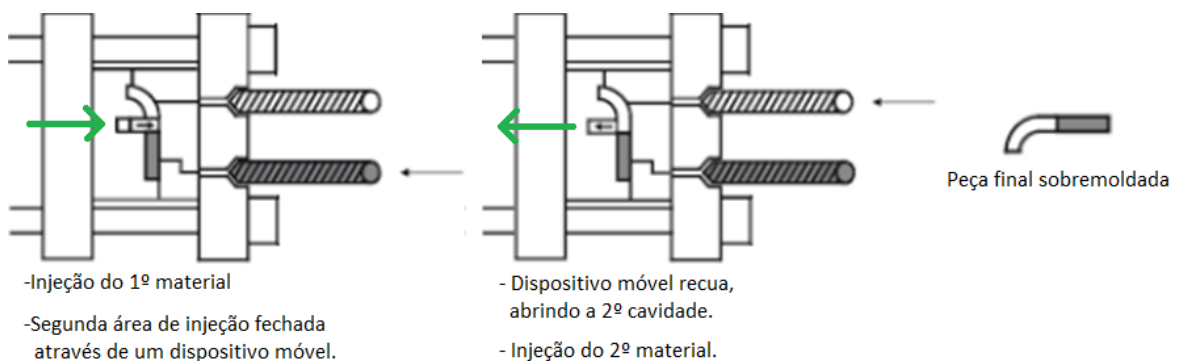
O método *lost-core* permite a produção de componentes ocos, recorrendo a técnicas como a extrusão, gerando superfícies com boa definição interior. Ao contrário da sobremoldação de insertos, o *lost-core* apresenta alta precisão dimensional, sendo ótimo para a produção de componentes com geometrias complexas e de grande exigência de

qualidade superficial. A *performance* deste processo implica tempos significativos prévios de desenvolvimento, implicando custos elevados por unidade de fabrico.

A moldação *Multi-shot* abrange as técnicas de rotação, core-back e transferência, que geralmente são escolhidas para grandes volumes de produção.

A técnica de transferência recorre a um robô para a transferência da pré-forma para a sobremoldação. Após injeção do primeiro material, o molde é aberto, sendo necessária a intervenção do robô para transferir a pré-forma para outra cavidade. O posicionamento deve ter precisão, pois é necessário que haja uma boa ligação entre os materiais. Os robôs podem também transferir pré-formas entre diferentes máquinas. Recorrer à utilização de robô, agiliza o processo reduzindo tempos de ciclo e assegura *performance* mais rigorosa das transferências.

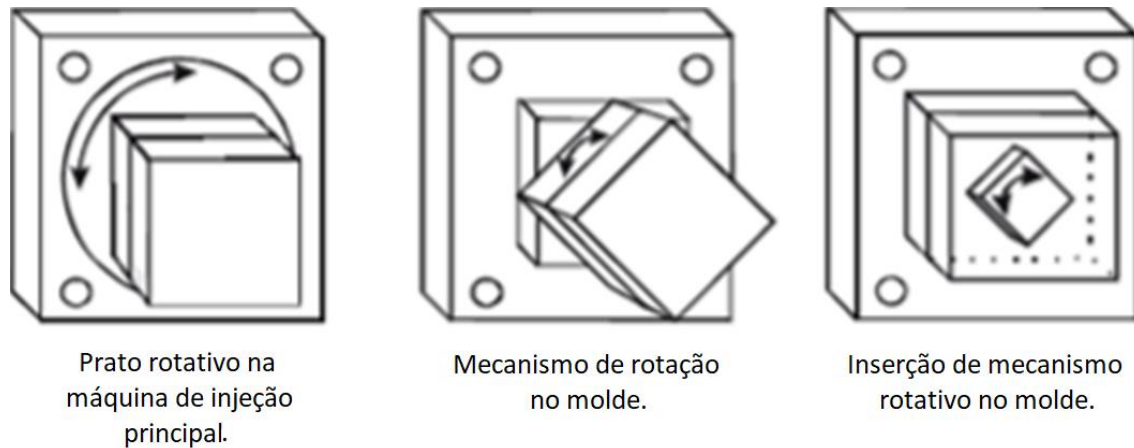
Na técnica *Core-Back*, o molde está fechado durante todo o ciclo. O primeiro material é injetado e segue-se a deslocação do dispositivo móvel (Figura 2.13) que abre a cavidade para a injeção do segundo componente. Esta técnica apresenta ciclos longos, e a existência de dispositivos extra encarece esta solução.



**Figura 2.13 – Modelação por *Core-Back* [16]**

Finalmente, a técnica de rotação tem a finalidade de permitir a rotação da parte do molde que tem acoplada. Esta poderá rodar na vertical ou na horizontal, o que permite o transporte de uma peça já injetada para outra cavidade, possibilitando que seja adicionado um novo material plástico a esta peça através de uma nova injeção. Esta técnica é uma alternativa ao método de transferência com recurso a robô. A técnica de rotação apresenta diferentes variantes (Figura 2.14), podendo estar a propriedade rotativa na própria máquina

de injeção (mesa giratória/prato rotativo), o mecanismo de rotação no molde ou a inserção de outros mecanismos rotativos no molde.



**Figura 2.14 – Variantes do Processo da Técnica de Rotação [16]**

Tal como na técnica de transferência, o processo deve ter em conta um posicionamento rigoroso garantindo a ligação dos materiais. [16]

A injeção de plásticos multicomponentes é assim uma indústria em constante evolução, existindo um vasto leque de soluções integradas e aplicação de diferentes processos de forma a obter o produto pretendido. No entanto quanto maior for a complexidade, maior é o número de soluções integradas à máquina de injeção tradicional, o que possui custos elevados de investimento. A esta conta é necessário adicionar os custos do molde que em alguns casos poderá custar mais do que a solução da máquina integrada.

O processo de injeção de plásticos é também bastante complexo, uma vez que depende de inúmeros parâmetros e fatores que devem ser controlados com rigor e precisão para a obtenção da conformidade desejada. Desta forma, é crucial identificar e controlar as variáveis de processo como a pressão de injeção, temperaturas do fundido e do molde, velocidade de injeção e contrapressão, sendo ajustadas conforme as propriedades das matérias existentes.

O processo de moldação por injeção multicompetente tem por base o processo de uma injeção única [9] [11], acrescentando etapas ao mesmo (Figura 2.15 e Figura 2.16).

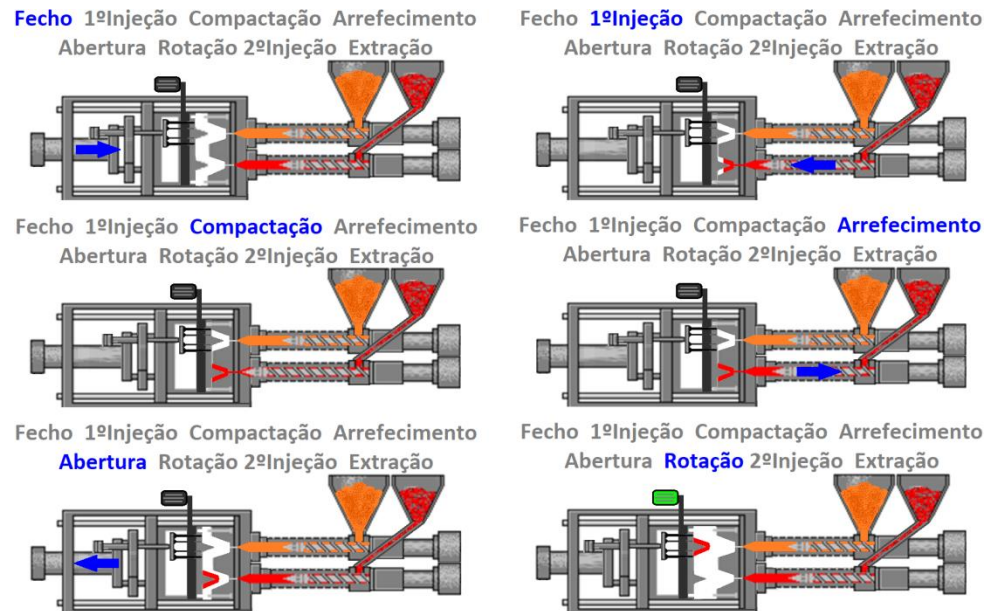


Figura 2.15 – Processo de Moldação por Injeção (1) (Adaptada de [9])

➤ **Fecho do molde:**

Numa primeira fase ocorre o fecho do molde sem qualquer componente plástica no seu interior.

➤ **1º Injeção e Compactação:**

Injeção do material fundido para o molde arrefecido. O ar é expelido por um sistema de fuga de gases.

Após o enchimento, o fuso continua a pressionar para compensar as zonas de ausência de material e garantir a sua correta forma dimensional.

➤ **Arrefecimento, Dosagem e Abertura:**

Durante o arrefecimento e após a solidificação dos canais de injeção, o fuso começa a rodar e introduz plástico granulado. Enquanto o fuso roda, o material avança e funde plasticamente fazendo o fuso recuar. Finalizado o arrefecimento, e com o fuso recarregado, o molde abre.

➤ **Rotação:**

Uma vez injetado o primeiro componente plástico, o equipamento de rotação transporta a peça para a segunda cavidade, para que receba uma segunda injeção. Em alguns casos esta transferência é realizada por um robô.

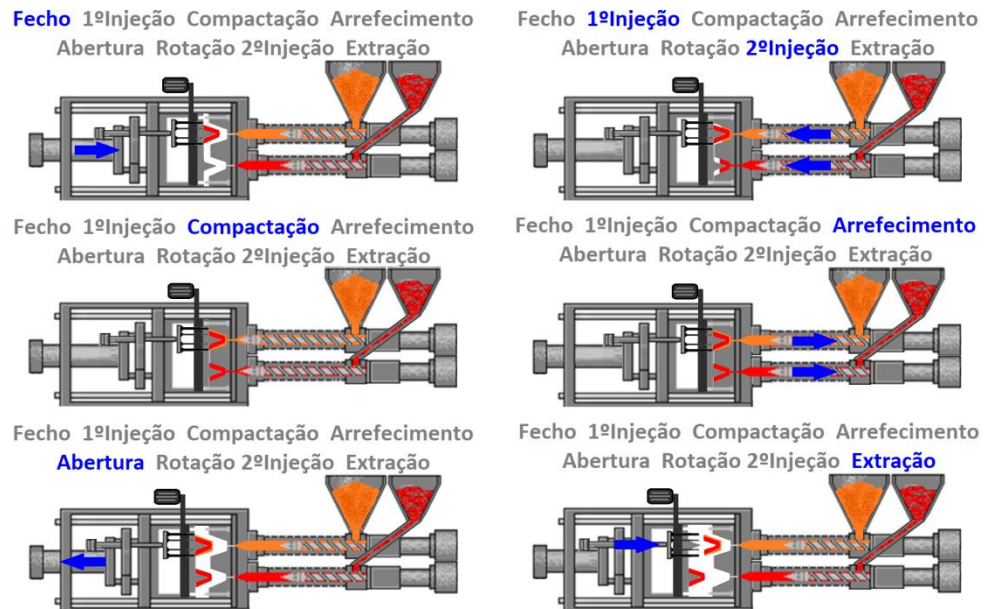


Figura 2.16 – Processo de Moldagem por Injeção (2) (Adaptada de [9])

➤ **Fecho do Molde e Injeção Simultânea:**

O molde é fechado com uma primeira injeção no interior. São realizadas duas injeções em simultâneo, a primeira injeção que irá criar uma nova peça apenas com um plástico, e a segunda injeção que irá finalizar a peça plástica obtida anteriormente, adicionando-lhe um segundo material plástico.

➤ **Compactação, Plasticização, Arrefecimento e Abertura:**

As etapas apresentadas anteriormente são repetidas, com a diferença de serem executadas nos dois grupos de injeção.

➤ **Abertura e Extração:**

Após a abertura do molde, a peça finalizada é removida através de extratores. Finalizada a ação, os extratores retornam à posição inicial e o equipamento rotativo transporta a nova peça obtida para a segunda cavidade. O molde é novamente fechado, ficando assim em ciclo.

## 2.3. Controlo e Monitorização dos Equipamentos

De forma a garantir a otimização do comando, controlo e monitorização das variáveis é fundamental que todos os equipamentos constituintes da solução integrada (máquina de injeção, unidades de injeção, sistemas rotativos, sistemas de transferência) possuam sistemas de controlo e interface funcionais, precisos e intuitivos.

Os principais elementos de um sistema de controlo e comando são constituídos por um computador ou autómato, sensores, detetores, atuadores e redes de comunicação.

Soluções de comando e controlo são sistemas de automação que permitem a execução de tarefas de elementos de um dado sistema, consoante uma determinada sequência. Permitem ainda o desencadeamento de alarmes, e informações de falhas do sistema, consideram funcionalidades de segurança, e apresentam também dados relativos ao sistema e processos [17].

Os autómatos programáveis, conhecidos por *Programmable Logic Controllers* (PLC) são equipamentos vastamente utilizados como solução de controlo, pois permite a automatização de processos complexos com precisão, rapidez e pouco investimento. Os PLC são normalmente constituídos por [17]:

- Unidade Central de Processamento (CPU);
- Sistema Operativo (SO);
- Memória de programa e dados;
- Entradas e Saídas (*Inputs* e *Outputs*);
- Comunicações;
- Alimentação.

Os PLC permitem a execução de ciclos analisando as entradas de processo, digitais ou analógicas, transformadas em sinais digitais para processamento. No final de cada ciclo, tendo em conta as entradas e o programa de controlo definido, são atuadas as saídas de forma a comandar os equipamentos do sistema [17].

Para complementar este controlo são adicionadas interfaces gráficas, *Human Machine Interface* (HMI) que permite a interação entre o operador e a máquina ou sistema. Uma HMI é usualmente composta por uma tela tátil e um teclado que possibilite a inserção de dados e possui um *software* próprio sujeito a programação. Algumas aplicações desta

interface são a alteração de parâmetros, visualização de estados do processo, alteração de modo de operação, visualização de alarmes e muitos outros que poderão ser adaptados consoante as necessidades do sistema a controlar [17].

Os sensores, detetores e atuadores tornam-se assim elementos essenciais para alimentar os sistemas de controlo e monitorização. Os sensores e detetores permitem fornecer informações sobre o estado dos elementos do sistema. Existem vários tipos de sensores e detetores que são escolhidos em função da sua adequabilidade aos equipamentos e ao tipo de processo. Os atuadores representam a saída do sistema, atuando nos equipamentos dos processos consoante as condições determinadas pelo programa. Os atuadores poderão ser do tipo pneumático, hidráulico ou eletromecânico [17].

As redes de comunicação têm também um papel fundamental, pois permitem a interligação de diferentes sistemas que possibilitam a partilha de dados entre dispositivos e bases de dados [17].

Um bom sistema de comando e controlo é então indispensável para o controlo de parâmetros e variáveis de processos complexos como é o caso da indústria de injeção de plásticos. Assim torna-se necessário trabalhar na melhoria contínua, desenvolvendo projetos que permitam a otimização dos sistemas atuais, tal como o estudo de caso apresentado neste projeto.

## 2.4. Plasdan e a Indústria da Injeção de Plástico

As soluções fornecidas pela Plasdan – Automação e Sistemas, Lda são *Plug & Play*, ao nível de sistemas rotativos, unidades de injeção auxiliares e soluções integradas, do tipo “chave na mão”, que contém um ou mais equipamentos a operar em conjunto com um molde igualmente projetado pela Plasdan. De forma mais detalhada, a Plasdan dispõe de:

### ➤ Sistemas Rotativos;

Os sistemas rotativos [1] do tipo Prato Rotativo – PR4 (Figura 2.17), *C-Frame* (Figura 2.18) e Prato Rotativo Horizontal – PRH (Figura 2.19) têm sempre uma parte do molde acoplada ao contrário do sistema rotativo *Lift & Turn* – L&T (Figura 2.20) que é parte integrante do molde. Todos estes equipamentos são utilizados para obtenção de peças plásticas através do processo de injeção *Multi-shot*, recorrendo à técnica de rotação.

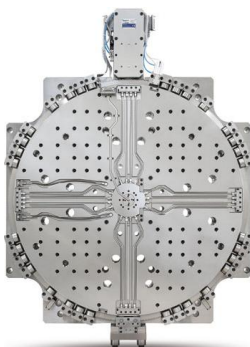


Figura 2.17 – PR4 2500  
[1]



Figura 2.18 – *C-Frame*  
[1]



Figura 2.19 – PRH  
[1]



Figura 2.20 – *Lift & Turn*  
[1]

O Prato Rotativo e o *Lift & Turn* realizam uma rotação na vertical, sendo utilizado para rotações horizontais o *C-Frame* e o Prato Rotativo Horizontal.

- **PR4 – Prato Rotativo**

O PR4 é um equipamento que é acoplado no prato móvel da máquina de injeção, servindo de suporte ao lado do molde que seria acoplado nesse mesmo prato.

Este equipamento tem no mínimo duas estações de trabalho, para que possa haver um movimento de rotação. No histórico deste equipamento, o máximo de estações utilizadas até hoje foram seis.

O funcionamento deste equipamento segue a seguinte sequência: Num primeiro momento, não se encontrando qualquer material plástico no interior do molde, é feita a primeira injeção (Figura 2.21); Através da rotação do PR4 (Figura 2.22), com o molde aberto, o primeiro componente plástico é transportado para a posição da segunda injeção onde irá receber o segundo componente plástico, resultando na peça final; Neste momento são realizadas as duas injeções em simultâneo (Figura 2.23) para que, aquando da extração da peça final, já haja uma peça resultante da primeira injeção pronta para ir para a posição da segunda injeção.



Figura 2.21 – Primeira Injeção  
(Adaptada de [18])



Figura 2.22 – Rotação [18]



Figura 2.23 – Segunda Injeção  
[18]

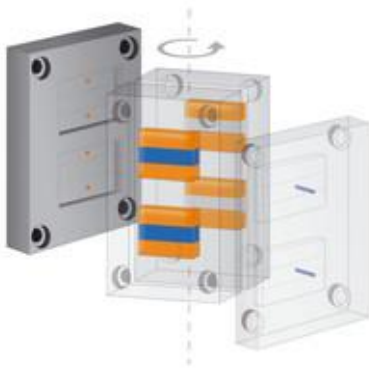
- **PRH – Prato Rotativo Horizontal**

O PRH é um equipamento que é instalado entre os dois pratos da máquina de injeção, estando apoiado sobre as guias da máquina ou de outra forma, dependendo do modelo da máquina e do tipo de conceção do molde.

Atualmente este equipamento conta, no seu histórico, com modelos de duas e quatro estações, e tem um funcionamento igual ao *C-Frame*, deferindo-se na forma como é fixo na máquina de injeção.

O PRH é utilizado em conjunto com um molde, que na sua conceção conta com quatro partes, duas buchas e duas cavidades. Duas das partes do molde são acopladas ao PRH, uma está no prato fixo da máquina de injeção e a outra no prato

móvel. Na Figura 2.24 é possível compreender melhor o tipo de conceção do molde.



**Figura 2.24 – Cinemática do PRH**  
[19]

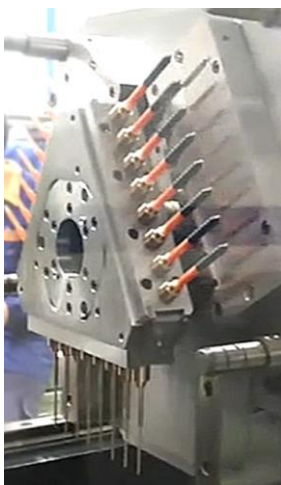
A cinemática do PRH é muito semelhante à do PR4, mas na horizontal, aumentando a produção para o dobro ou mais, com o mesmo espaço de trabalho.

Como apresentado na figura à esquerda, a primeira injeção é representada a cor de laranja e a segunda injeção a azul.

- **L&T – Lift & Turn**

O *Lift & Turn* é um equipamento que, à semelhança do PR4, é acoplado no prato móvel da máquina de injeção.

Este tipo de equipamento promove a rotação de uma das partes moldantes do molde, sendo utilizado quando a peça a injetar tem características muito específicas, como por exemplo uma bucha para aplicar em cimento, produzida com dois materiais plásticos diferentes.



**Figura 2.25 – Lift & Turn na Prática**

O L&T da Figura 2.25 é composto por duas posições de moldação e uma posição de extração. A extração é realizada na posição que está mais abaixo, sendo realizada com o molde fechado, reduzindo assim o tempo de ciclo.

O L&T tem a particularidade de ter que usar a extração da máquina de injeção para poder rodar. A extração tem que ir para a posição de avançada para que o servo motor possa rodar o sistema sem o danificar.

O conjunto de figuras apresentadas de seguida exemplifica a cinemática de um *Lift & Turn* de duas posições, não estando contemplada a posição de extração.

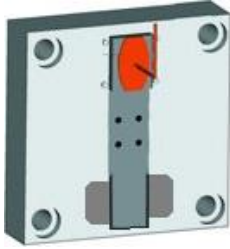


Figura 2.26 – Primeira Injeção  
(Adaptada de [20])



Figura 2.27 – Rotação [20]

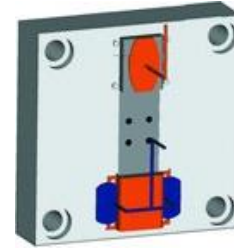


Figura 2.28 – Segunda Injeção [20]

Na Figura 2.26 está representado o momento em que é realizada a primeira injeção, estando a segunda cavidade sem qualquer material plástico. Uma vez finalizada, a extração da máquina avança (Figura 2.27), levantando (*Lift*) o elemento móvel que integra o molde. Nesse momento o servo motor inicia o movimento de rotação (*Turn*).

Finalizada a rotação, a extração recua, voltando a encaixar o elemento móvel no molde, deixando-o pronto para receber a segunda injeção. Neste momento são realizadas as duas injeções em simultâneo preparando assim uma nova peça plástica para repetir o movimento descrito (Figura 2.28).

No caso do L&T da Figura 2.25 para finalizar a sequência teria que rodar mais uma vez, repetindo os mesmos passos, ficando nesse momento as peças finalizadas na posição de extração. Assim que o molde se fechasse, as duas injeções iniciariam e, em simultâneo, seria realizada a extração das peças finalizadas.

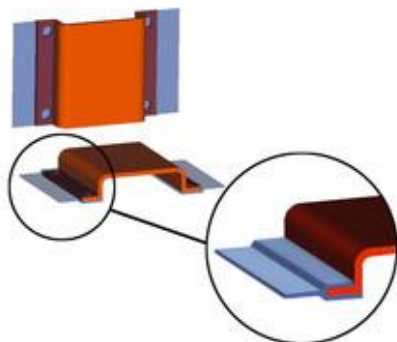


Figura 2.29 – Detalhe da Peça Final [20]

Na Figura 2.29 é possível ver um detalhe que justifica a utilização deste tipo de equipamento. Neste caso não é possível utilizar qualquer um dos equipamentos abordados anteriormente.

➤ **Unidades de Injeção Auxiliares**

As unidades de injeção auxiliares [1] são utilizadas quando o produto final é uma peça obtida através de múltiplas injeções e a máquina de injeção não dispõe de grupos de injeção suficientes para tal ou quando o próprio desenho do molde assim o exige.



Figura 2.30 – EP.0054

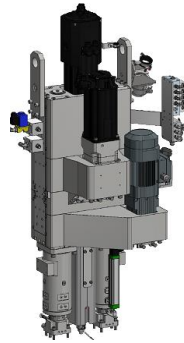


Figura 2.31 – EL.0037

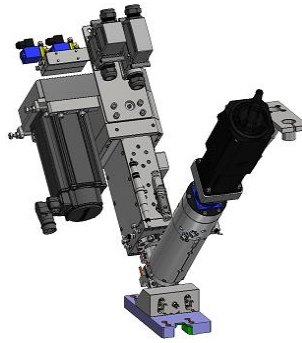


Figura 2.32 – EP.0020

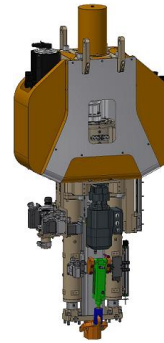


Figura 2.33 – EL.122

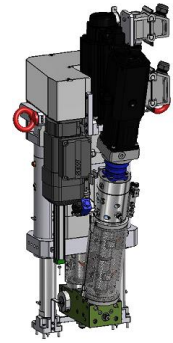


Figura 2.34 – ELM.0030

Para além dos exemplos apresentados acima (Figura 2.30, Figura 2.31, Figura 2.32, Figura 2.33 e Figura 2.34), a Plasdan dispõe de mais sete modelos de unidades de injeção auxiliares que são essencialmente distinguidas pela sua construção e pela sua capacidade máxima de injeção, que vai desde os 2 centímetros cúbicos (EM.0004) aos 1078.4 centímetros cúbicos (EL.1520).

As unidades podem ser dispostas de modo vertical, horizontal, transversal, em paralelo ou sobreposto, estando a disposição das mesmas relacionada com a conceção do molde.

➤ **Solução Integrada**

A Plasdan fornece aos seus clientes soluções integradas [1] que são desenvolvidas com o objetivo de aumentar ao máximo a sua capacidade de produção, usando os recursos que já se encontram instalados no cliente.

Esta é uma solução desenhada à medida, que em muitos dos casos permite um aumento de produção para o dobro sem que seja necessário espaço físico adicional na zona de produção.



**Figura 2.35 – Combinação de Equipamentos Plasdan [1]**

Este tipo de solução só é possível com a combinação de diferentes equipamentos (a Figura 2.35 apresenta à esquerda a combinação PRH + PR4, no centro PRH + L&T e à direita dois PRH) e com o desenvolvimento de um molde que permite utilizar apenas uma máquina de injeção para realizar produções que necessitariam de mais, diminuindo assim o número de recursos necessários, os custos de produção e os tempos de ciclo.

Os equipamentos desenvolvidos e comercializados pela Plasdan permitem obter um produto final que pode ser:



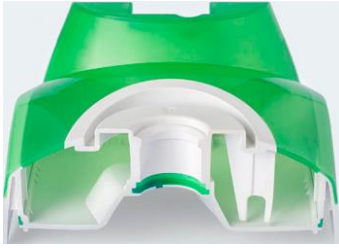
**Figura 2.36 – Botão de Automóvel**

Uma peça única obtida através de várias injeções de plástico, sobrepondo-se umas às outras (Figura 2.36);



**Figura 2.37 – Mola da Roupa (Corte) [1]**

Uma peça obtida através de co-injeção sendo o material no interior diferente do material do exterior, melhorando assim o desempenho do produto final (Figura 2.37);



**Figura 2.38 – Ferro de Engomar (Corte) [1]**

Uma peça obtida através de uma solução integrada onde no mesmo molde são injetadas diferentes peças plásticas, que devido a movimentos de rotação vertical e/ou horizontal do molde, promovidos por equipamentos Plasdan, se vão encaixando dando assim origem ao produto final (Figura 2.38).

## 2.5. Exemplos de Pratos Rotativos

Atualmente no mercado existem vários tipos de sistemas rotativos como opção para transferência de peças entre cavidades. Relativamente a pratos rotativos, estes podem ter um acionamento elétrico ou hidráulico, podendo ser mais ou menos complexos, maiores ou mais pequenos. Três dos fabricantes deste tipo de equipamentos são:

- **Multitech**, Pratos rotativos elétricos (Figura 2.39);
- **Foboha**, Pratos rotativos elétricos e hidráulicos (Figura 2.40);
- **Inpros**, Pratos rotativos elétricos e hidráulicos (Figura 2.41);



**Figura 2.39 – Multitech R450 [21]**



**Figura 2.40 – Foboha Rotary Table [22]**



**Figura 2.41 – Inpros TRH500 [23]**

## 3. Projeto

O presente projeto tem o objetivo de modernizar vários aspetos nos sistemas rotativos produzidos e comercializados pela Plasdan. No presente capítulo são apresentadas as características que distinguem os sistemas rotativos existentes, sendo ainda indicados e descritos todos os aspetos que serão modernizados com a realização deste projeto.

Embora sejam abordados quatro tipos de sistemas rotativos, o relatório terá maior incidência no equipamento do tipo Prato Rotativo, por ser o mais comercializado pela empresa e o mais exigente a nível de controlo e monitorização.

### 3.1. Equipamentos Rotativos

De acordo com o abordado anteriormente, no ponto “2.4. Plasdan e a Indústria da Injeção de Plástico”, a Plasdan produz e comercializa quatro tipos de sistemas rotativos, sendo eles o Prato Rotativo (PR4), o *Lift & Turn* (L&T), o Prato Rotativo Horizontal (PRH) e o *C-Frame*.

Os sistemas rotativos são principalmente distinguidos pelo tipo de rotação que produzem no molde, ou num componente do molde, podendo ser uma rotação horizontal ou vertical. Estes sistemas são ainda diferenciados pelos sensores e atuadores que os compõem:

➤ **Sensores de Posição:**

Embora a rotação dos sistemas rotativos seja levada a cabo por um servo motor, que incorpora um *encoder* absoluto, são ainda utilizados sensores indutivos que verificam o correto posicionamento do sistema.

➤ **Sistema de Bloqueio:**

O sistema de bloqueio garante que o posicionamento do equipamento se mantenha inalterável durante os movimentos de abertura e fecho do molde. Este sistema é composto por um cilindro pneumático, fixo na parte imóvel do equipamento, que na extremidade da sua haste tem uma cunha metálica que encaixa numa caixa maquinada na parte rotativa do equipamento.

➤ **Sensores de Afastamento:**

Este tipo de sensor é utilizado nos PR4, uma vez que este equipamento dispõe de um grande volume de aço que roda sobre outro.

O lado fixo do PR4 é acoplado no prato móvel da máquina de injeção (*Injection Moulding Machine – IMM*), o lado móvel irá suportar a parte rotativa do molde. Quando a IMM exerce a força de fecho os dois elementos ficam em contacto. Assim que o molde abre, os dois elementos afastam-se, tendo que ficar distanciados mais que um décimo de milímetro para que possa existir rotação.

Os sensores de afastamento são utilizados para medir o afastamento entre os dois elementos de aço do PR4.

O Prato Rotativo é o equipamento que utiliza mais elementos de monitorização e posicionamento, uma das razões que faz com que seja o mais abordado no projeto.

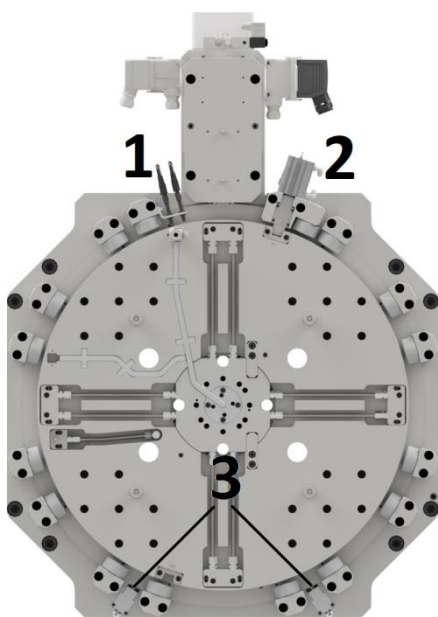


Figura 3.1 – PR4 Sensores e Atuadores

O PR4 conta com dois ou mais sensores de posicionamento, dependendo do número de estações que o compõem, assinalados com o número 1 na Figura 3.1.

Na mesma figura está assinalado com o número 2 o sistema de bloqueio. Com o número 3, são indicados os sensores de afastamentos, que podem ser dois ou três.

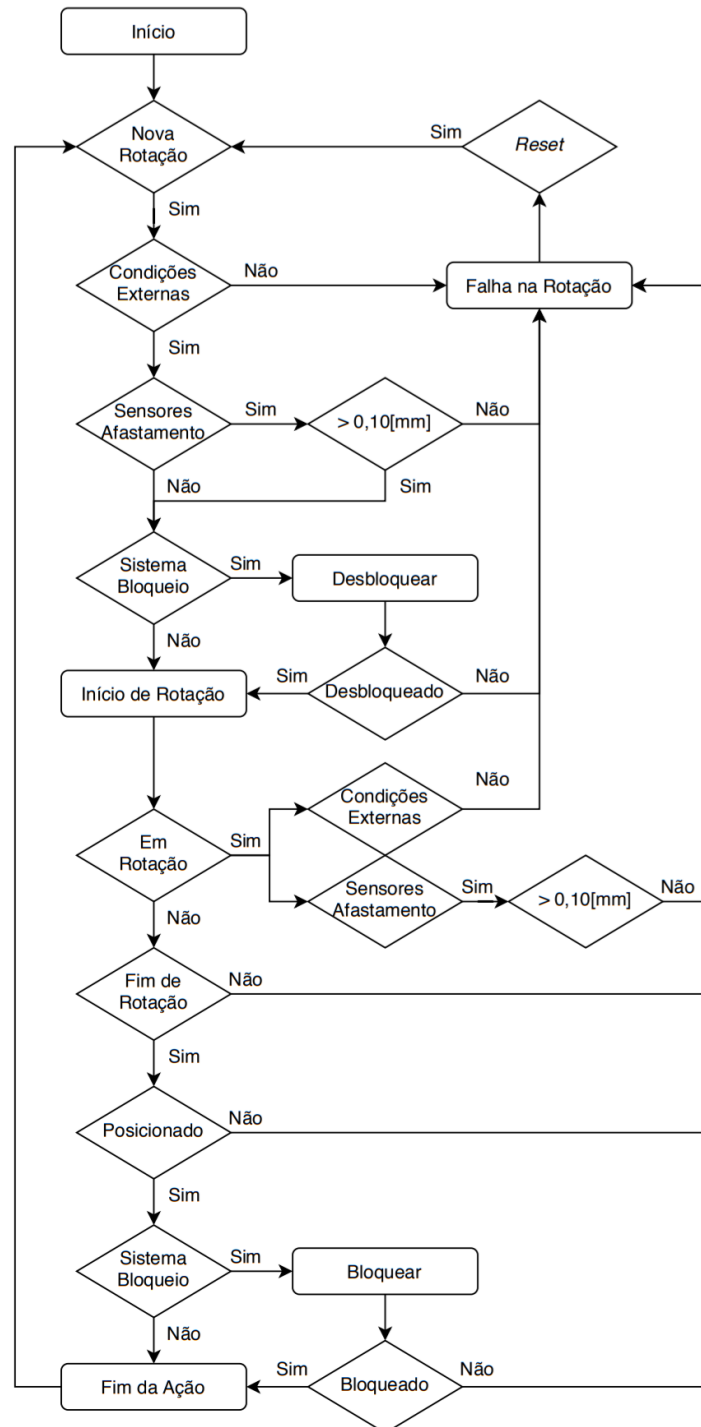
O Prato Rotativo Horizontal é equipado apenas com um sensor de posicionamento, mesmo que tenha mais do que duas posições. Neste caso apenas é verificado que o sistema mudou de posição, não sendo verificado se a posição é a correta.

À semelhança do PR4, este equipamento também conta com um sistema de bloqueio e, ao contrário do PR4 não existe a necessidade de utilização de sensores de afastamento, razão pela qual não os tem.

O *Lift & Turn* apenas utiliza um sensor de posicionamento, da mesma forma que o PRH, não tem sistema de bloqueio nem sensores de afastamento.

### 3.1.1. Diagrama de Funcionamento

A base de cinemática dos sistemas rotativos (Figura 3.2) é igual para qualquer um dos sistemas apresentados, variando apenas as condições em que se dá a rotação e os sensores e atuadores que compõem o sistema, como abordado anteriormente.



**Figura 3.2 – Diagrama de Funcionamento**

As “Condições Externas” são referentes ao estado das emergências de todos os sistemas envolventes e aos sinais da máquina de injeção principal, por exemplo, a posição da extração ou dos radiais.

Um sistema rotativo Plasdan pode ir para o estado de “Fim de Rotação” por falha (por exemplo, exceder o tempo de ciclo) ou por normal funcionamento.

No caso de uma paragem não programada serão apresentados os alarmes das falhas que levaram à mesma, informando assim o utilizador do que correu mal para que possa corrigir essas falhas.

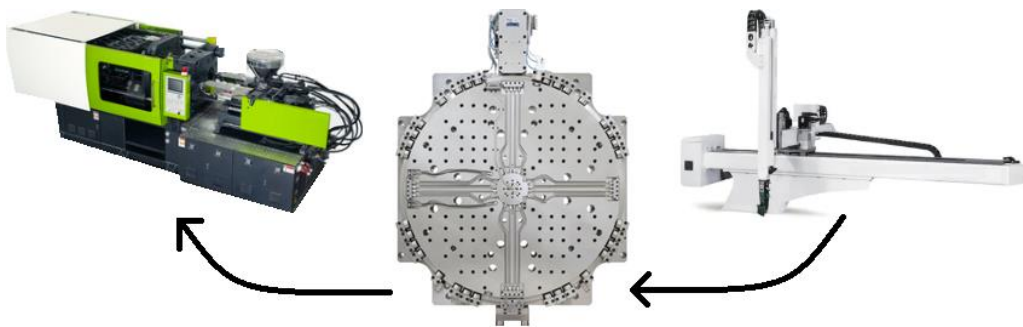
### **3.1.2. Ligação à Máquina de Injeção**

Atualmente os equipamentos desenvolvidos e comercializados pela Plasdan podem ser conectados à IMM e ao robô através de *Euromap67*, *Euromap12* ou *Plasdan*, sendo estas as interfaces de sinais disponíveis. No ato de encomenda, o cliente escolhe o tipo de interface que se adapta aos seus equipamentos, o *Euromap67* (EU67) ou *Euromap12* (EU12). No caso de nenhum destes ser compatível, o equipamento é concebido com a interface *Plasdan* (Plasdan – PLD), tendo apenas disponíveis os sinais indispensáveis ao funcionamento do equipamento, limitando assim a sua versatilidade.

A *Euromap* [24] é uma associação que se estabeleceu em 1964 e atualmente já tem associadas cerca de mil empresas, que estão ligadas à produção de equipamentos para as indústrias do plástico e da borracha. A *Euromap* disponibiliza diversos protocolos de comunicação a aplicar em equipamentos para as indústrias do plástico e da borracha, permitindo a ligação entre si, respeitando uma série de regras e condições.

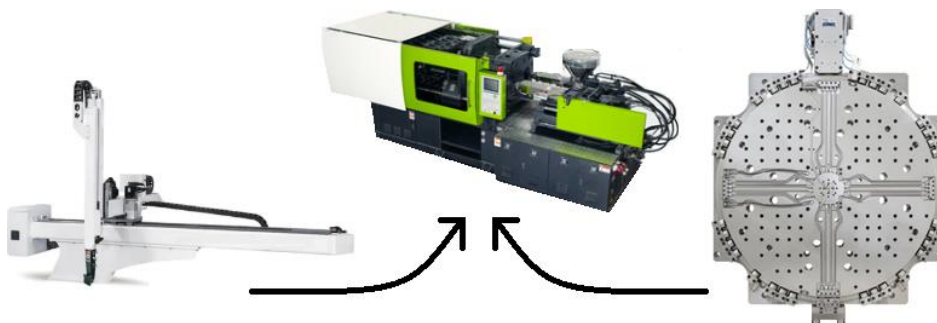
Na Figura 3.3 está representada a forma como um equipamento Plasdan é ligado aos restantes. Ao invés do robô (presente do lado direito) estar ligado diretamente à IMM (presente do lado esquerdo), está ligado ao equipamento Plasdan que, por sua vez, está ligado à IMM.

Deste modo, um equipamento Plasdan consegue controlar a troca de sinais que existe entre o robô e a máquina, adaptando-os ao seu estado atual.



**Figura 3.3 – Ligação do PR4 aos Restantes Equipamentos (Euromap)**

No caso da utilização da interface Plasdan, a ligação entre o robô e a máquina é mantida, sendo adicionada uma nova ficha na IMM onde será ligado o equipamento Plasdan, como se pode ver na Figura 3.4.



**Figura 3.4 – Ligação do PR4 aos Restantes Equipamentos (Plasdan)**

Como referido anteriormente, a interface Plasdan apenas tem os sinais indispensáveis sendo, por isso, melhor utilizar a interface *Euromap67* ou *Euromap12*.

Na Tabela 1 são apresentadas as entradas que compõem cada uma das interfaces.

**Tabela 1 – Entradas das diferentes Interfaces de Sinais**

Entradas	Interface		
	EU67 [25]	EU12 [25]	PLD
Emergência	✓	✓	✓
Portas das Máquina	✓	✓	✓
Molde Aberto	✓	✓	✓
Molde Fechado	✓	✓	✓
Extração Recuada	✓	✓	✓
Extração Avançada	✓	✓	✗
Máquina em Automático	✓	✓	✗
Radial 1 Posição 1	✓	✓	✗
Radial 1 Posição 2	✓	✓	✗
Radial 2 Posição 1	✓	✗	✗
Radial 2 Posição 2	✓	✗	✗
Área do Molde Livre	✓	✓	✗
Sinal de Início de Rotação	✗	✗	✓

A Tabela 2, abaixo apresentada, contém todas as saídas utilizadas para cada uma das interfaces. No caso do EU67 e do EU12 é utilizado um sinal extra que não é definido pela *Euromap*, utilizando uma ligação disponibilizada no protocolo para tal.

**Tabela 2 – Saídas dos diferentes Interfaces**

Saídas	Interface		
	EU67 [25]	EU12 [25]	PLD
Emergência	✓	✓	✓
Permissão de Fecho do Molde	✓	✓	✓
Sinal de Molde Aberto Para o Robô	✓	✓	✗
Área do Molde Livre	✓(Opcional)	✓(Opcional)	✗
Permissão de Recuo da Extração	✓	✓	✗
Permissão de Avanço da Extração	✓	✓	✗
Equipamento em Automático	✓	✓	✗
Permissão de Radial 1 Posição 1	✓	✓	✗
Permissão de Radial 1 Posição 2	✓	✓	✗
Permissão de Radial 2 Posição 1	✓	✗	✗
Permissão de Radial 2 Posição 2	✓	✗	✗

### 3.1.3. Interligação dos Componentes

Na Figura 3.5 é apresentada, de forma esquemática, a distribuição dos diferentes componentes que compõem o equipamento PR4, e a forma como se relacionam entre si. No presente capítulo são apresentados os componentes que serão alvo de modernização.



Figura 3.5 – Interligação dos Componentes na Solução Atual (PR4)

## **3.2. Condicionantes Iniciais do Projeto**

O presente projeto conta com algumas condicionantes iniciais. Uma vez que a Plasdan é representante em Portugal da marca austríaca SIGMATEK GmbH & Co KG todos os equipamentos produzidos e comercializados pela Plasdan têm a componente de automação da *Sigmathek*, razão pela qual este projeto será desenvolvido com produtos desta marca.

Qualquer um dos sistemas rotativos é equipado com um servo motor da marca *Rexroth*, à semelhança dos restantes equipamentos produzidos e comercializados pela Plasdan. Por uma questão de variedade de *stock* e de preço (dada a quantidade de produtos adquiridos por ano) os servo motores manter-se-ão.

## **3.3. Hardware Atual**

Atualmente, o PLC utilizado é um modelo de 2002 e a consola que permite o controlo e a monitorização do equipamento é ainda mais antiga. O projeto visa a modernização de toda a componente de automação, recorrendo à tecnologia mais recente da marca *Sigmathek*.

### **3.3.1. Consola de Interação Homem-Máquina**

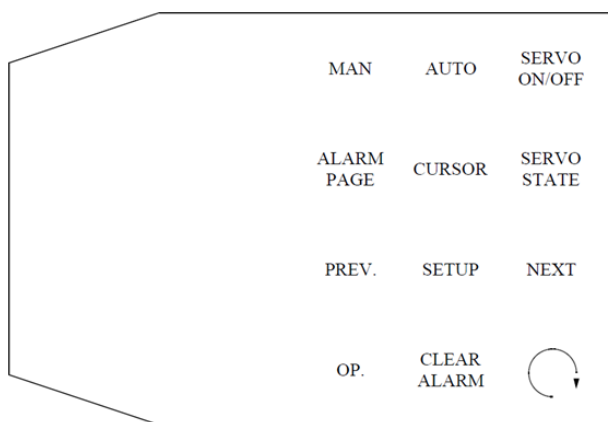
Como referido anteriormente, a consola de interação homem-máquina (*Human Machine Interface – HMI*) atual é muito antiquada e não é intuitiva, dificultando o manuseamento do equipamento e trazendo algumas limitações ao sistema, como é o caso da velocidade no barramento *Controller Area Network (CAN)* não poder ser superior a 500kbit/s, uma vez que, é a velocidade de comunicação mais elevada, comum ao autómato e à consola.



**Figura 3.6 – Consola de Monitorização e Controlo ET243**  
[26]

Na Figura 3.6 é apresentada a consola ET243, que atualmente equipa os sistemas rotativos. No painel frontal da consola é possível encontrar três zonas distintas, sendo elas: 1) o ecrã de duas linhas com quarenta caracteres (no topo); 2) um conjunto de doze teclas configuráveis pelo criador do programa (à esquerda); e, 3) doze teclas com funções fixadas pelo fabricante (à direita).

Como se pode ver, a consola atual é bastante limitada, o que dificulta a expansão do programa.



**Figura 3.7 – Teclado para um PR4**

Na Figura 3.7 é apresentado o teclado de um PR4. Este teclado foi definido pelo criador do programa atual.

Após imprimido numa folha de papel, este teclado é colocado numa ranhura junto às teclas da esquerda, ficando protegido e visível.

A consola ET243 pode ser embutida na porta do quadro elétrico (Figura 3.8), que é o caso mais comum, ou pode ser portátil (Figura 3.9), estando embutida numa caixa de inox que permite ao utilizador movimentar a mesma, estando limitado pelo comprimento do cabo que liga a consola ao quadro elétrico.



**Figura 3.8 – ET243 Fixa**



**Figura 3.9 – ET243 Portátil**

Embora haja opção de escolha na localização da consola, nenhuma delas é prática. Quando a consola se encontra na porta do quadro elétrico o acesso à mesma é dificultado pelo facto do quadro ser de dimensões reduzidas (800 de largura X 600 de altura X 300 de profundidade em [mm]) o que faz com que muitas das vezes seja colocado por baixo da IMM, de modo a não desperdiçar espaço. Neste caso o operador tem de se baixar para conseguir aceder à consola, tendo a agravante do ângulo de visualização do ecrã dificultar a perceção da informação contida no mesmo.

A opção da consola portátil é a que mais facilita o seu acesso, embora também não seja muito prática nem confortável. Como referido, nesta opção a consola é embutida numa caixa de inox com a 240[mm] de largura X 200[mm] de altura X 95[mm] de profundidade, em chapa de 2[mm] o que faz com que esta tenha um peso de 1,746[kg]. Quando a caixa tem a consola e o botão de emergência instalados, o peso total é de 2,862[kg].

Tendo em conta o seu peso e o facto de não ser ergonómica, não é fácil para o utilizador manter a consola nas mãos durante a alteração de parâmetros do equipamento. No entanto, esta solução tem a vantagem da consola poder ser fixada junto à consola da IMM (Figura 3.10) ou noutra local que facilite o manuseamento da mesma.



**Figura 3.10 – ET243 Fixa na Máquina de Injeção**

Inovar a HMI, para uma que seja portátil, simples, intuitiva e prática é um dos pontos-chave deste projeto. Uma consola com um ecrã colorido e tátil terá bastantes vantagens e permitirá uma maior expansão do programa.

### 3.3.2. Autómato

Atualmente, para o controlo e monitorização de um sistema rotativo, é utilizado um PLC da gama C-DIAS (Figura 3.11) da *Sigmatek*.



Figura 3.11 – Autómato da Gama C-DIAS [26]

A gama de autómatos C-DIAS foi lançada em 2002, e embora seja extremamente funcional tem algumas limitações. As limitações deste autómato vão aumentando com o avanço da tecnologia, uma vez que os periféricos têm comunicações cada vez mais rápidas e/ou outros protocolos de comunicação que esta gama não dispõe, como por exemplo, comunicação *Ethernet*.

Para além das limitações referidas, a gama C-DIAS tem algumas condicionantes a nível de *hardware*, pois requer uma grande área dentro do quadro elétrico para a sua instalação.

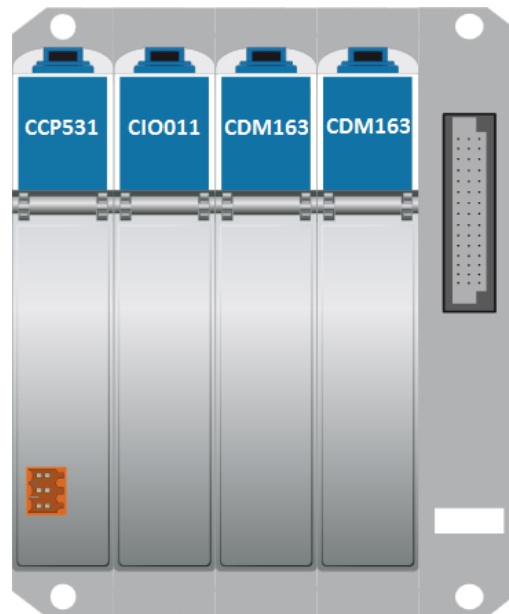
Cada um dos módulos que compõem o autômato têm a necessidade de serem fixos numa base própria (Figura 3.12) que é aparafusada na platine do quadro elétrico. Esta base é responsável pela troca de informações entre os vários módulos que compõem o autômato.



**Figura 3.12 – Base da Gama C-DIAS**

Esta base, que é obrigatória, limita a expansão do autômato ao número de conexões que estão disponíveis na mesma. Se houver a necessidade de acrescentar mais módulos do que as conexões disponíveis, é necessária a troca da base por uma maior. Neste caso é necessária nova furação para fixar a nova base na platine, o que pode trazer consequências graves ao funcionamento do quadro elétrico, que já se encontra todo montado e será alvo de limalhas metálicas que se poderão alojar no interior de outros componentes, danificando-os.

O autômato presente na solução atual utiliza a configuração da Figura 3.13, isto quando é requisitado a interface *EUROMAP67*. No caso de ser outra interface, o módulo presente mais à direita, CDM163, não é utilizado.



**Figura 3.13 – Autômato Atual (C-Dias)**

Esta configuração utiliza uma base com conexões para cinco módulos, ficando sempre uma ou duas conexões livres que continuam a ocupar espaço no quadro elétrico, o que é uma desvantagem.

A solução atual conta com um processador, CCP531, e três módulos adicionais que são os responsáveis pela troca de informações entre o módulo processador e o equipamento, e vice-versa. Adicionalmente é utilizado o módulo CIO011 que tem entradas e saídas analógicas e digitais e são utilizados dois módulos CDM163 que possuem entradas e saídas digitais.

A modernização da consola ET243 para um modelo mais recente tem como consequência a alteração do PLC atualmente utilizado, para uma versão mais recente, compatível com a consola a utilizar futuramente.

### 3.3.3. Sistemas de Segurança

À semelhança dos restantes equipamentos na indústria, principalmente os que podem de alguma forma representar um perigo para o utilizador, os sistemas rotativos contam com um circuito de emergências que contempla não só a emergência do próprio equipamento como também a emergência do robô e da IMM.

O controlo das emergências do sistema rotativo e de todos os equipamentos ligados ao mesmo, assim como das portas da IMM, é feito através de relés de segurança (Figura 3.14) e relés de contactos guiados (Figura 3.15).



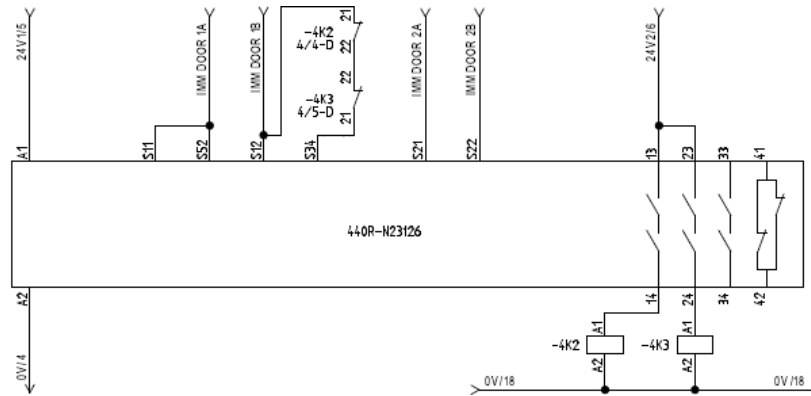
Figura 3.14 – Relé de Segurança [27]



Figura 3.15 – Relé de Contactos Guiados [28]

No caso da interface *EUROMAP67* são utilizados quatro relés de segurança, três para as emergências (equipamento Plasdan, IMM e robô) e um para as portas. Estes relés têm a função de monitorizar o estado das emergências e da porta, de modo a controlarem os relés de contactos guiados que transmitem o estado atual destas variáveis ao autómato e aos restantes equipamentos ligados ao equipamento Plasdan.

Um dos contactos de cada relé de contactos guiados liga ao respetivo relé de segurança, de modo a garantir que se o relé de contactos guiados apresentar alguma anomalia de funcionamento, essa segurança não será rearmada.



**Figura 3.16 – Diagrama de Ligação do Relé de Segurança das Portas**

Na Figura 3.16 é possível perceber o funcionamento do relé de segurança, que é comum a todas as seguranças do sistema. Ligado nos pinos S52, S12, S21 e S22 encontram-se os sinais das portas, dois canais como havia sido referido anteriormente.

Os componentes nomeados de 4K2 e 4K3 são relés de contactos guiados, que têm contactos presentes entre o pino S34 e S12, para fazer o rearme do relé de segurança, que só é possível se estes relés não apresentarem anomalias ou defeitos.

No que respeita a relés de contactos guiados, no caso do *EUROMAP67* são utilizados seis, dois para a emergência da IMM, dois para a do robô e dois para as portas. Os relés são a dobrar porque o *EUROMAP67* exige dois canais para cada segurança, para maior redundância, tendo que ser um relé de contactos guiados por canal, ao contrário do *EUROMAP12* que apenas usa um canal.

Por exemplo, se a emergência do robô for ativada o relé de segurança no quadro do equipamento da Plasdan reage de modo a desligar os dois relés de contactos guiados que dizem respeito ao robô. Deste modo, e através dos relés de contactos guiados, é dada a informação ao autómato e são abertos os canais de emergência que vão para a IMM, ficando assim, igualmente em emergência.

O presente projeto tem em vista a modernização do sistema atual, para um que permita uma melhor e maior monitorização e que fisicamente seja mais compacto.



### 3.4. Programação

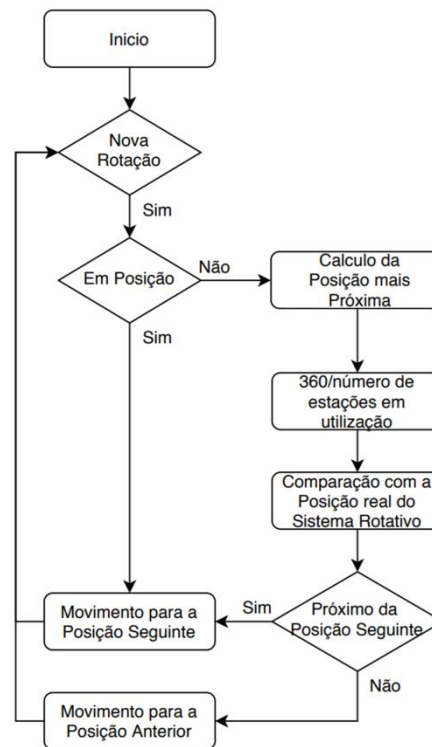
O programa atual conta com mais de dez anos, tendo vindo ao longo dos mesmos a ser alvo de alterações, de modo a ir sempre ao encontro das necessidades do cliente. Essas alterações surgem muitas vezes durante o arranque do equipamento, no cliente, consequência da utilização de um novo molde com uma cinemática diferente ou pela necessidade de um novo sinal ou controlo.

Como a prioridade é o cliente, as alterações ao programa têm que ser rápidas de modo a ter o equipamento inoperável o mínimo tempo possível.

As alterações que o programa foi sofrendo ao longo dos anos, devido à evolução dos processos, tecnologia e necessidades do cliente, tornaram-no demasiado complexo e confuso. Embora funcional, optou-se pelo desenvolvimento de um programa novo, baseado no antigo, para que mantendo todas as opções já existentes sejam acrescentadas novas.

Este novo programa será utilizado em todos os sistemas rotativos, sendo desenvolvido de modo a que, com apenas algumas parametrizações, se adapte a qualquer um dos sistemas. Pretende-se igualmente que o novo programa sirva de base a equipamentos futuros, o que faz que com este tenha que ser o mais versátil possível. Por exemplo, no caso da Plasdan desenvolver um novo equipamento, mantenha na sua base de programação o controlo das entradas e saídas, as configurações do autómato e da consola, a comunicação com o controlador do servo motor e o máximo possível da visualização, tentando apenas alterar as páginas que dizem respeito ao equipamento em si.

Atualmente, a maior parte dos sistemas rotativos movimentam-se entre estações de funcionamento que correspondem ao quociente de  $360^\circ$  pelo número de estações existentes no equipamento, ou seja, um equipamento de quatro estações terá os valores de  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  e  $270^\circ$  (Figura 3.18). Se houver a necessidade de um equipamento trabalhar em posições diferentes é necessário ajustar a programação para os valores pretendidos, sendo uma opção “extra” muito limitada e específica para uma dada situação.



**Figura 3.18 – Diagrama do Controlo de Movimento Atual**

Deste modo, os valores das estações de funcionamento não podem ser alterados em momento algum durante a utilização do sistema. A sua alteração apenas é possível através de ajustes na programação base do sistema rotativo.

Na nova solução pretende-se que o valor de cada estação de funcionamento possa ser configurado, pelo utilizador, para qualquer valor entre 0° e 359,99°, deixando assim de ser um valor fixo. Deste modo os sistemas rotativos serão muito mais versáteis e a programação dos mesmos poderá servir de base a novos desenvolvimentos Plasdan.

A alteração do autómato e da interação homem-máquina tem como consequência inevitável a alteração e criação de novos programas.

### **3.5. Complementares**

Durante o desenvolvimento de um projeto surgem sempre novos pontos que são possíveis de melhorar ou eliminar. Desta forma, verificou-se a necessidade de otimizar a

caixa de fusíveis existente. O ponto seguinte descreve as características da caixa de fusíveis atual e as suas limitações.

### 3.5.1. Caixa de Fusíveis Atual

Os sistemas rotativos Plasdan são, na sua maioria, equipados com uma junta rotativa hidráulica que é utilizada para encaminhar água e óleo para o molde, de modo a não haver mangueiras a interferir com a rotação do molde.

À semelhança da junta hidráulica é utilizada uma junta elétrica que tem o mesmo fim, mas para sinais elétricos. Deste modo o cliente pode monitorizar e controlar sinais elétricos no molde sem que existam cabos elétricos na área de rotação do molde.

Na Figura 3.19 é apresentado o interior de uma junta elétrica, composta por duas partes, que rodam uma sobre a outra. Uma dessas partes é fixa no lado móvel do equipamento rotativo e a outra parte é fixa no lado fixo do equipamento rotativo.

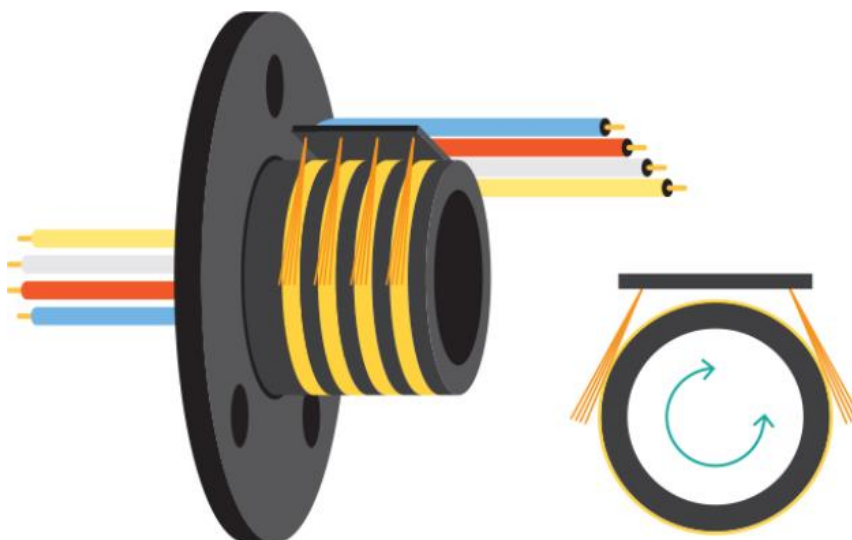


Figura 3.19 – Funcionamento de uma Junta Elétrica [29]

De acordo com o fabricante da junta elétrica que costuma ser utilizada nos equipamentos rotativos Plasdan, cada um dos canais da mesma deve ser limitado a uma corrente máxima de 2A para que não se danifique.

Uma vez que a junta elétrica não tem qualquer ligação ao quadro elétrico do equipamento rotativo e é necessário proteger a mesma com fusíveis, houve a necessidade de criar uma solução, apresentada na Figura 3.20, para o equipamento PR4.

Na figura abaixo encontram-se identificados todos os componentes que compõem a solução da junta elétrica, estando identificados:

- 1) Ficha onde o cliente liga os sinais que pretende monitorizar ou controlar;
- 2) Caixa de fusíveis de proteção da junta elétrica;
- 3) Junta elétrica que transfere os sinais elétricos de um lado para o outro;
- 4) Ficha onde são ligados os sensores, atuadores ou sinais do molde.

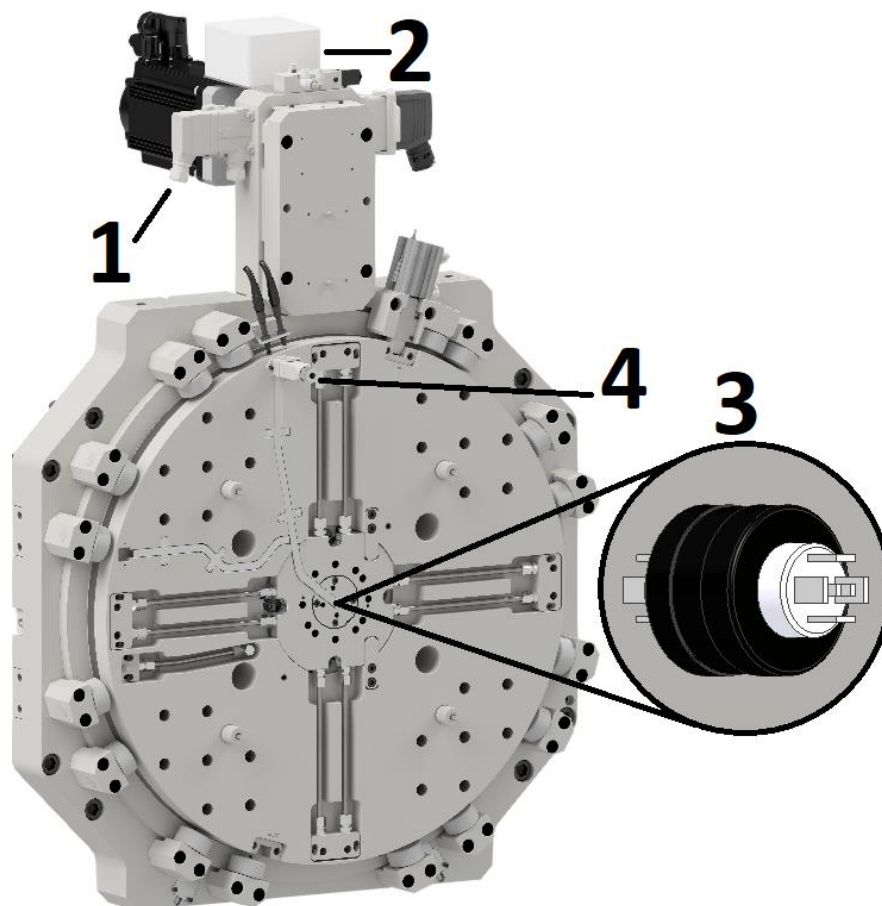
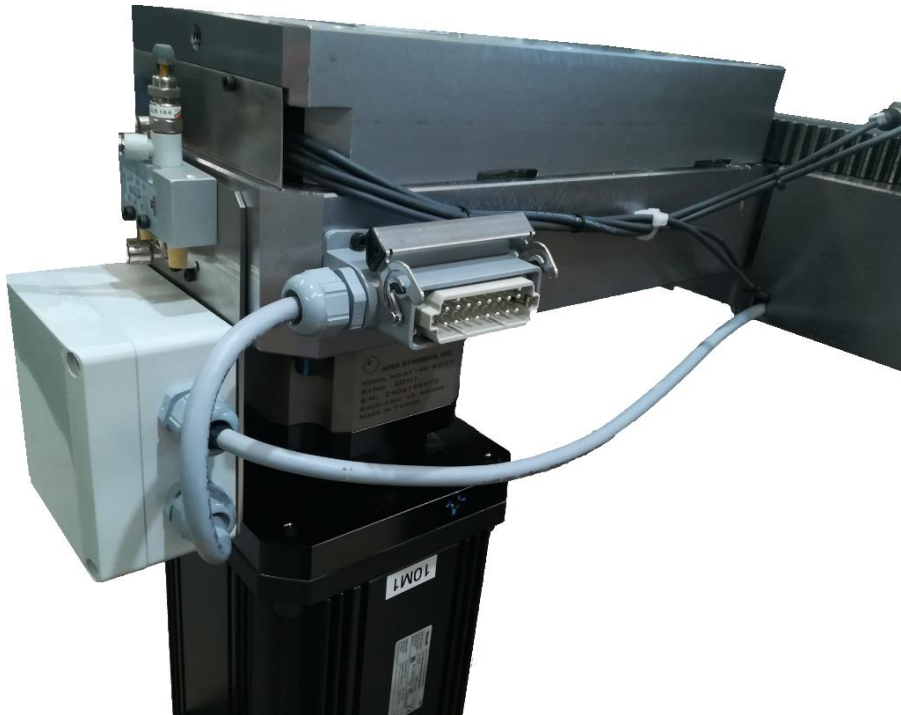


Figura 3.20 – PR4 com Junta Elétrica

A solução atual pode trazer problemas no momento da montagem do equipamento rotativo na IMM, uma vez que a caixa de fusíveis utilizada é de grandes dimensões.

A Figura 3.21 apresenta a localização da caixa no equipamento, em contexto prático, de forma a ilustrar a dimensão da mesma.



**Figura 3.21 – Localização da Caixa de Fusíveis**

A caixa de fusíveis é fixa numa chapa de inox que, por sua vez, é colocada no pescoço do PR4. Existem dois cabos ligados à caixa, um que liga à ficha de dezasseis pinos presente na figura e outro que faz a ligação entre os fusíveis de proteção e a junta elétrica.

Na Figura 3.22 ilustra o interior da caixa de fusíveis onde é possível constatar a ocupação completa da área útil da caixa pelos doze porta-fusíveis. O tamanho da caixa a utilizar é sempre o mesmo, seja utilizada uma junta elétrica de seis vias ou de doze, apenas varia a quantidade de porta-fusíveis no interior desta.

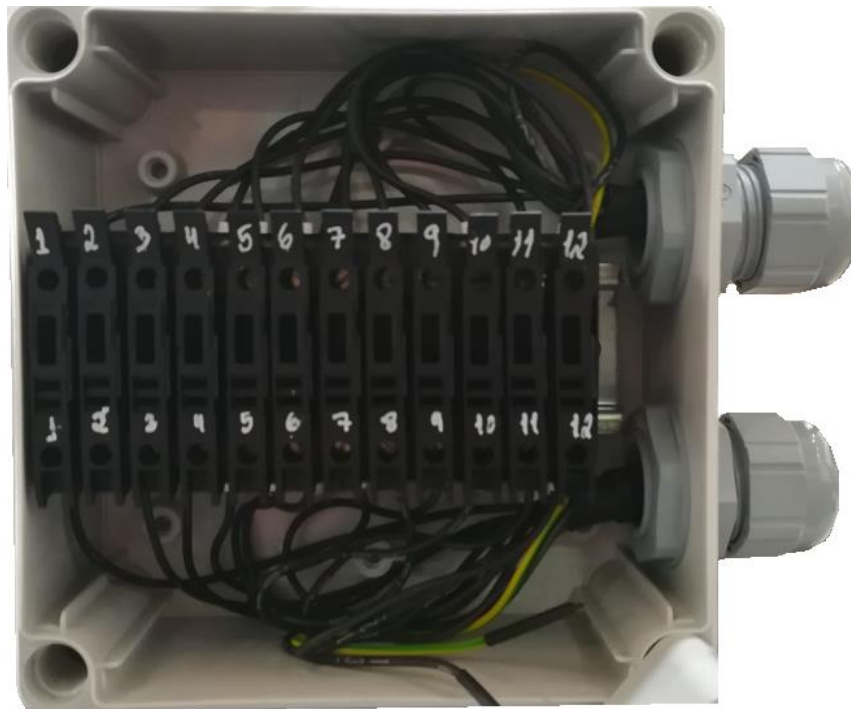


Figura 3.22 – Caixa de Fusíveis

Surge assim, uma necessidade adicional ao projeto de modernizar a caixa de fusíveis. Pretende-se alcançar uma solução mais compacta e económica que não apresente problemas significativos na movimentação do equipamento rotativo, recorrendo a uma ponte rolante, por exemplo.

### **3.6. Especificações Finais do Projeto**

No presente capítulo é apresentado o sistema de monitorização e controlo atual, sendo expostas todas as melhorias a fazer no mesmo.

O projeto a desenvolver dará uma nova imagem aos sistemas rotativos Plasdan, trazendo uma nova interface de visualização que facilitará em muito o manuseamento dos sistemas rotativos.

As alterações assinaladas irão trazer melhorias nos sistemas rotativos em vários aspetos, uma vez que estas alterações serão a nível de:

- **Interface** – Utilização de uma consola de interface tátil e colorida que potencie novas funcionalidades e opções;
- **Programação** – O programa principal será novo, embora baseado no atual, de modo a manter todas as funcionalidades existentes, melhorando-as, e acrescentando novas. Serão desenvolvidos programas novos, de raiz, para a visualização e para a solução de segurança.
- **Auxiliares** – A caixa de fusíveis sofrerá igualmente uma modernização, que irá ao encontro de uma solução mais compacta e prática.
- **Quadro elétrico** – Dada a modernização do controlo do sistema, optar-se-á por componentes mais compactos que possibilitem a diminuição do quadro elétrico.

As alterações a executar a nível de controlo e monitorização do sistema terão que respeitar as limitações apresentadas, por isso, o recurso à marca *Sigmathek* para a componente de automação, e à marca *Rexroth* a nível de motores, serão uma constante.



## 4. Solução Projetada

No presente capítulo, é descrita a solução de projeto dimensionado para a modernização do controlo e monitorização de um sistema rotativo. Embora este seja o equipamento de foco, todas as soluções foram desenvolvidas visando a adaptação futura a outros produtos da Plasdan.

Os sistemas rotativos Plasdan apresentam uma cinemática semelhante, tendo algumas diferenças ao nível das condições de rotação e na quantidade de sensores e atuadores que cada um utiliza. Dada a sua semelhança, este capítulo será mais focado nos pratos rotativos (PR4), uma vez que é o equipamento rotativo mais comercializado pela Plasdan.

A solução encontrada conta com três módulos de processamento, o CP102 que é responsável pelo programa principal; o SCP111, responsável pelo programa de segurança; e a consola ETT731 onde é processada toda a informação sobre a visualização e gestão da mesma.

Como abordado anteriormente no subcapítulo “3.2. Condicionantes Iniciais do Projeto”, todos os componentes que dizem respeito à área da automação serão da marca *Sigmathek*, uma vez que a Plasdan é representante desta marca em Portugal.

### 4.1. Modernização da HMI

Os sistemas rotativos Plasdan embora tenham uma cinemática simples dispõem de uma grande quantidade de variáveis possíveis de configurar. Com a modernização da consola de controlo e monitorização dos sistemas rotativos pretende-se que a configuração de variáveis seja muito mais intuitiva e simples para o utilizador.

Para a escolha de uma nova HMI foi necessário definir um conjunto de critérios de seleção:

- Consola tátil;
- Ecrã de 6 a 10 polegadas, o suficiente para a visualização ser limpa e intuitiva;
- Ligação USB para guardar parâmetros de programação da consola;

- Ligação *Ethernet*, para velocidades superiores ao barramento *CAN*.

Analisando a oferta disponível pela *Sigmathek* ao nível de consolas, existem duas que se encaixam no perfil pretendido, a ETT731 (Figura 4.1) e a HGT835 (Figura 4.2).



Figura 4.1 – ETT731 [30]



Figura 4.2 – HGT835 [30]

Na Tabela 3 é apresentado um comparativo entre as duas consolas.

Tabela 3 – Comparativo entre a ETT731 e a HGT835

Característica	ETT731	HGT835
Processador	EDGE2 Technology	EDGE2 Technology
Qtd. de Núcleos	1	2
Memória RAM Interna	256 [Mbytes]	256 [Mbytes]
Memória de Armazenamento	512 [Mbytes]	1024 [Mbytes]
Interfaces	2x USB 2.0 1x Ethernet 10/100 2x CAN bus 1x RS232	1x Ethernet 10/100 1x Varan 1x USB 2.0
Ecrã	7" – TFT a Cores 800x480 Pixel 1x Tátil	8.4 – TFT a Cores 800x600 Pixel 1x Tátil
Led de Estado	1x Led Verde	Não Disponível
Peso	600 [gr]	950 [gr]
Tipologia	Encastrar	Portátil

Numa primeira análise, a HGT835 apresenta vantagens significativas em relação à ETT731, uma vez que tem uma melhor capacidade de processamento e memória, com a vantagem de ser uma solução portátil. No entanto, o preço é também um fator determinante, e comparando ambas as soluções, a ETT731 custa 28,72% do valor da HGT835, o que é uma enorme diferença, revelando-se um fator decisivo na escolha da consola.

Após apresentação e discussão das duas soluções com o restante departamento de automação da Plasdan foi decidido utilizar a consola ETT731 [16], por ter um custo muito mais acessível que a HGT835 e ter uma *performance* mais que suficiente para o presente projeto.

A ETT731 conta com um ecrã tátil e colorido que facilita bastante a interação homem-máquina, e como não tem qualquer tecla física o ecrã ocupa quase toda a área da frente da consola, tornando-a mais compacta. O ecrã resistivo que equipa esta consola apenas reage a um toque de cada vez, o que para a aplicação em causa é suficiente. As 7 polegadas do ecrã são o tamanho ideal para controlar, monitorizar e visualizar todas as informações relacionadas com o equipamento, que embora tenha uma cinemática aparentemente simples tem muitos parâmetros e variáveis possíveis de configurar.

Esta solução conta ainda com mais dois elementos, uma porta USB na frente da mesma, útil para a troca de ficheiros entre o utilizador e o equipamento e um led configurável.

Esta consola apresenta um avanço tecnológico face à solução atual, possibilitando a comunicação com o autómato através de *Ethernet*, não sendo necessário utilizar o barramento *CAN* para tal, promovendo maiores velocidades de comunicação.

Apesar das vantagens citadas, a escolha da ETT731 despoletou um novo problema, uma vez que se pretende uma solução portátil e a ETT731 foi desenvolvida para ser encastrada. Assim, é necessário criar uma caixa que permita tornar a consola portátil.

#### **4.1.1. Caixa da Consola ETT731**

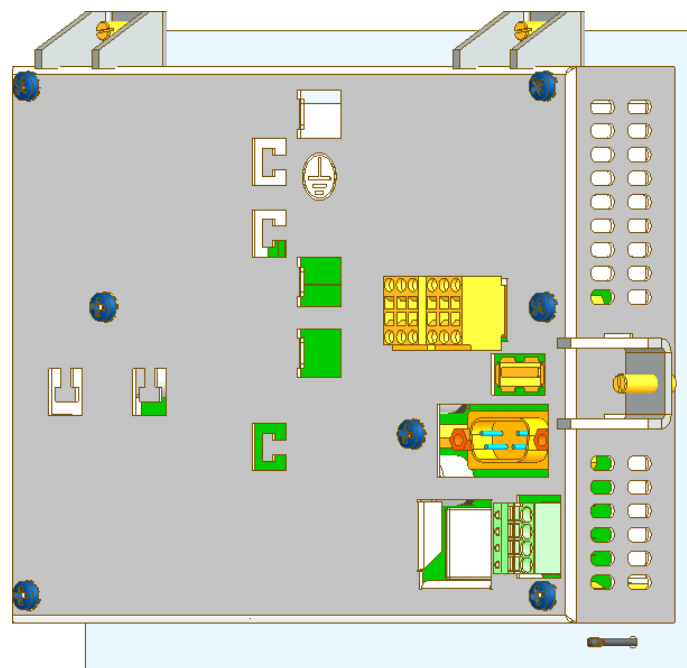
Pretende-se que a nova consola seja ergonómica, leve e prática, para que o utilizador possa segurá-la por um longo período de tempo sem que sinta desconforto.

Portanto, a caixa a desenvolver deve ser leve, ergonómica e com capacidade de proteção mecânica.

Como referido, a ETT731 foi concebida para ser encastrada, por isso, e uma vez que se pretende portátil, a caixa a desenvolver para transportar a consola de interface será como uma segunda proteção mecânica da consola, tendo rasgos que permitem a circulação de ar, evitando assim que a ETT731 não aqueça em demasia.

Uma vez que a consola passará a ser portátil, a caixa deverá contemplar uma botoneira de emergência que permita ao utilizador parar todo o sistema em caso de falha.

Após uma análise da estrutura da consola e da colocação das ligações na mesma (Figura 4.3), foi desenvolvida uma primeira caixa para teste, tendo como principal objetivo a ergonomia e a compacidade.



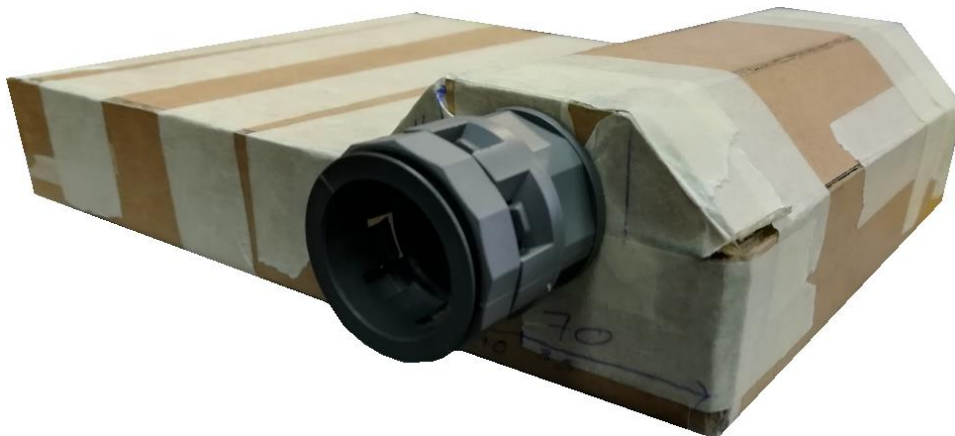
**Figura 4.3 – Estrutura da Consola e Localização das Conexões**

Esta primeira caixa (Figura 4.4) foi desenvolvida em cartão, diminuindo os custos de desenvolvimento. Criou-se assim um protótipo para avaliar a viabilidade da solução e as correções a desenvolver, antes de criar uma caixa metálica.



**Figura 4.4 – Primeira Caixa Desenvolvida**

A primeira experiência não correspondeu aos objetivos relativamente à ergonomia, surgindo a necessidade de criar uma segunda caixa (Figura 4.5), em cartão, para testar uma solução mais ergonómica.



**Figura 4.5 – Segunda Caixa Desenvolvida**

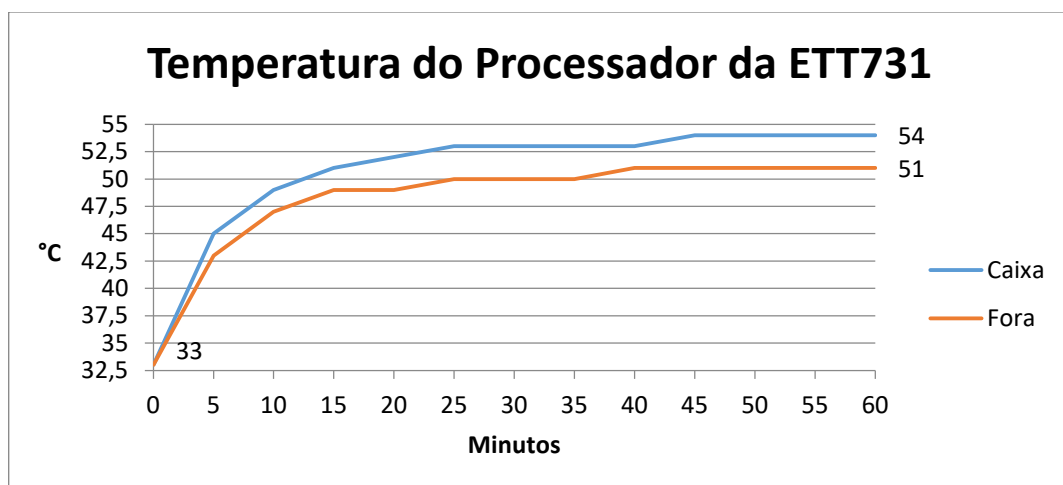
Encontrada uma solução viável chegou a altura de replicar a caixa de cartão num programa de desenho, de modo a obter os ficheiros necessários para se proceder à criação física de uma caixa em inox. Esta ação contou com a ajuda do departamento de engenharia mecânica da Plasdan.



**Figura 4.6 – Caixa Portátil em Inox**

Após a criação de uma caixa em inox de 2[mm] (Figura 4.6), verificou-se que esta solução não era a ideal, devido ao peso excessivo (965 gramas) e por ter um acabamento pouco perfeccionista, faltando ainda uma forma de suportar a mesma quando em repouso.

Antes de se avançar para a alteração do projeto, foi levado a cabo um estudo térmico que comparou a temperatura do processador de duas ETT731. Neste estudo uma das consolas estava embutida na caixa e a outra não. Durante uma hora, ambas as consolas, foram mantidas no mesmo ambiente, na mesma posição e com a mesma apresentação gráfica no ecrã, tendo no seu interior o mesmo programa. Deste modo a única diferença entre as duas consolas era apenas o facto de uma estar embutida numa caixa metálica e a outra não. Este estudo resultou no gráfico apresentado na Figura 4.7, onde é representada a evolução das temperaturas para ambas as ETT731.



**Figura 4.7 – Gráfico da Temperatura do Processador da ETT731**

A azul encontra-se a linha que representa a temperatura da ETT731 embutida na caixa metálica, e a cor de laranja a temperatura da consola que se encontra fora da caixa, em ambiente aberto. É possível concluir, que a diferença de temperaturas nos processadores não é elevada ao ponto de inviabilizar a solução ou de obrigar à necessidade de fazer ventilação na caixa da consola, isto deve-se ao facto de a caixa conter bastantes rasgos para circulação de ar, podendo ser aumentados se assim se justificar.

A consola HGT1035, da *Sigmathek*, utiliza um processador com a mesma tecnologia mas de dois núcleos e nas mesmas condições regista uma temperatura de 65°C. O módulo de processamento CP102, da *Sigmathek*, utilizado neste projeto, está equipado com um processador igual, e ao fim de uma hora, dentro do quadro elétrico, apresenta uma temperatura de 63°C. Posto isto, pode-se concluir que a temperatura do processador da ETT731 não apresenta qualquer problema ou risco para o mesmo.

Uma vez que o estudo térmico apresentou resultados favoráveis, seguiu-se a procura de uma solução de suporte à caixa, com a consola, nos momentos de não utilização. Primeiramente foi abordada uma solução magnética, que suportasse a consola numa chapa metálica da IMM, mas esta solução apresentava várias condicionantes:

- As máquinas contêm resíduos oleosos que diminuem o atrito, podendo fazer a consola escorregar e cair;
- Os ímanes teriam de ser colocados na zona mais funda da consola, uma vez que seria a única zona a estar em contacto com a máquina, o que faria com que o peso não ficasse equilibrado, obrigando ao uso de ímanes mais fortes;
- Os ímanes teriam que ser fortes o suficiente para aguentar as vibrações a que a máquina está sujeita durante o seu funcionamento.

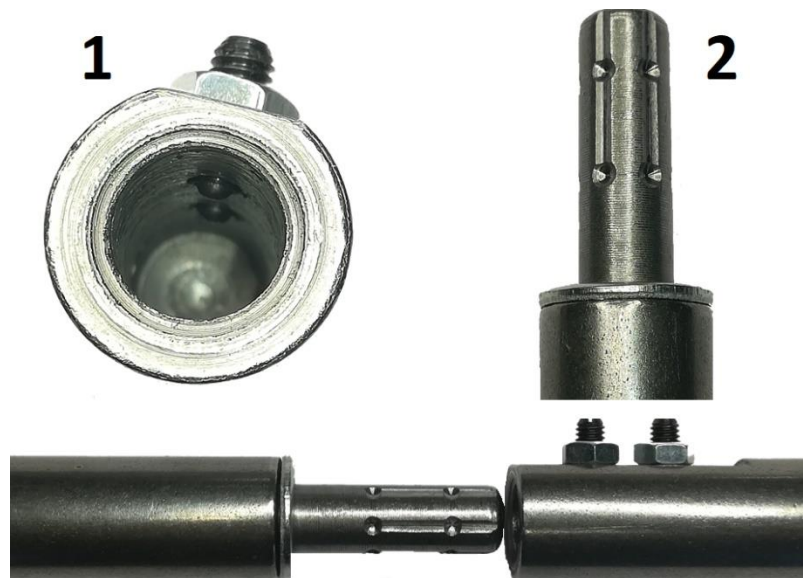
Todas estas condicionantes apontavam para uma solução de ímanes potentes, caros e de grandes dimensões, por isso a hipótese foi descartada.

Não sendo a solução magnética viável, foi idealizado um suporte para a caixa da consola que funcionasse como uma dobradiça, possibilitando a rotação da caixa e agilizando a remoção da mesma do suporte.

Após abordar a temática com o responsável do departamento de Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI) da Plasdan, concluiu-se que a ideia seria viável, desde que respeitasse dois critérios:

- Garantir que a caixa não se desencaixava sem ser por ação humana;
- Permitir a rotação da mesma em posições fixas.

Deste modo, e utilizando uma dobradiça existente no mercado, para redução de custos, foram feitas várias alterações na mesma, contando novamente com o apoio do departamento de engenharia mecânica da Plasdan, obtendo o resultando da Figura 4.8.

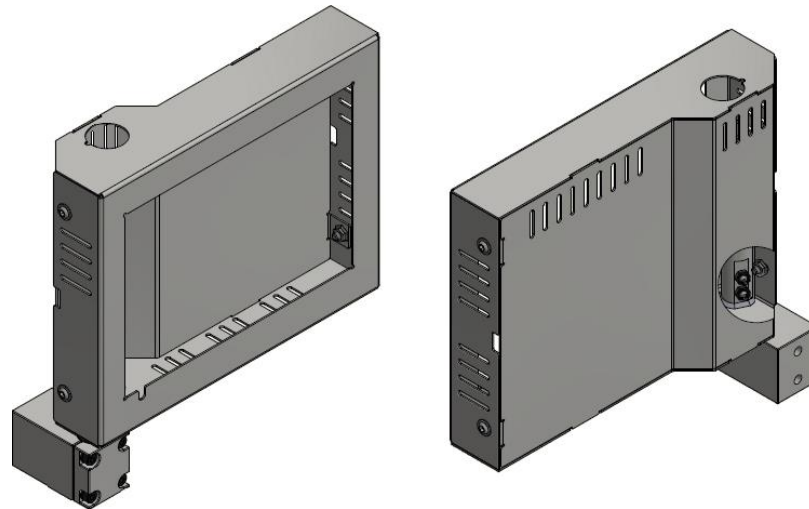


**Figura 4.8 – Dobradiça para Suporte da Caixa Metálica**

Nesta dobradiça, a parte identificada com o número 1 é soldada dentro da caixa metálica, acrescentando apenas 43 gramas à solução final. Nesta metade estão dois pernos de esferas que servem para garantir o posicionamento da consola, fazendo com que não fique solta quando encaixada na outra metade da dobradiça. A outra parte da dobradiça, identificada com o número dois, tem uma série de pontos e rasgos maquinados onde as esferas irão deslizar e encaixar, garantido o posicionamento da ETT731 em vários ângulos, distanciados entre si sessenta graus.

Encontrada uma forma de suportar a caixa da consola, procedeu-se à alteração e aplicação desta solução. A caixa da consola passa a ser em chapa de ferro de 1[mm] ao

invés de chapa de inox de 2[mm], sendo posteriormente lacada. Com esta alteração e alguns ajustes, a caixa da consola ficou com a apresentação da Figura 4.9.



**Figura 4.9 – Desenho da Caixa Final**

Na figura acima apresentada é possível ver, na caixa da direita, como é fixada metade da dobradiça, assinalada com o número 1 na Figura 4.9, e restante suporte. O suporte será fixo com recurso a dois parafusos, e servirá para manter, de forma segura e estática, a outra metade da dobradiça.

A localização do suporte será uma escolha do cliente, mas muito possivelmente será fixo no painel frontal da IMM, junto aos restantes controladores dos equipamentos que estejam em uso nessa máquina.

Após a execução destas alterações, a caixa ficou mais ergonómica e leve, pesando agora menos 343,5 [gr] e tendo o aspeto apresentado na Figura 4.10 e na Figura 4.11.



**Figura 4.10 – Frente da Caixa Final**



**Figura 4.11 – Lateral da Caixa Final**

A caixa da consola é composta por duas peças metálicas, sendo a peça frontal utilizada para fixar a consola ETT731 e a peça traseira para fechar a caixa. Ambas as peças foram obtidas através de corte a laser, tendo adquirido a forma final através do processo de quinagem. Na peça frontal, foram ainda soldadas quatro arestas, resultantes da quinagem, e a metade da dobradiça que pertence à caixa.

A ETT731 é fixa na parte frontal da caixa através de apliques próprios que vêm em conjunto com a consola, estando representados a verde na Figura 4.12.



**Figura 4.12 – Fixação da ETT731**

Na caixa da consola (Figura 4.13), para além da ETT731 é possível encontrar uma botoneira de emergência e um buçim para entrada do cabo elétrico.



**Figura 4.13 – ETT731 Portátil**

A caixa desenvolvida para tornar a consola ETT731 portátil tem um peso de 621,5 gramas (a caixa atual tem 1746 gramas), ficando com um peso final de 1282,5 gramas após instalação de todos os componentes (a caixa atual tem 2862,2 gramas). Deste modo foram alcançados os objetivos pretendidos, uma caixa leve, prática e ergonómica (Figura 4.14).



**Figura 4.14 – Manuseamento da Consola Portátil**

A nova solução permite ao utilizador controlar o equipamento de forma cómoda e prática, sem ter que suportar em mãos uma caixa desajustada, pouco ergonómica e extremamente pesada como a solução atual. O utilizador pode manusear o equipamento e verificar visualmente o seu movimento no ângulo mais adequado, estando limitado ao comprimento do cabo da consola.

### 4.1.2. Cabo Híbrido para Ligação da ETT731

Uma vez encontrada a solução ideal para tornar a consola ETT731 portátil, chegou a altura de encontrar uma solução para os cabos de conexão entre a consola e o quadro elétrico que suporta todo o sistema.

Na primeira caixa, concebida, em inox, as ligações entre a ETT731 e o quadro elétrico foram realizadas como na solução atual, recorrendo a uma conduta plástica em poliamida que no seu interior tem o cabo de rede e um cabo 7G1, como é possível ver na Figura 4.15.



**Figura 4.15 – Conduta Plástica com Cabos**

Como esta solução não estava ao nível da caixa projetada, iniciou-se a procura por um cabo híbrido que na sua composição tivesse os seguintes elementos:

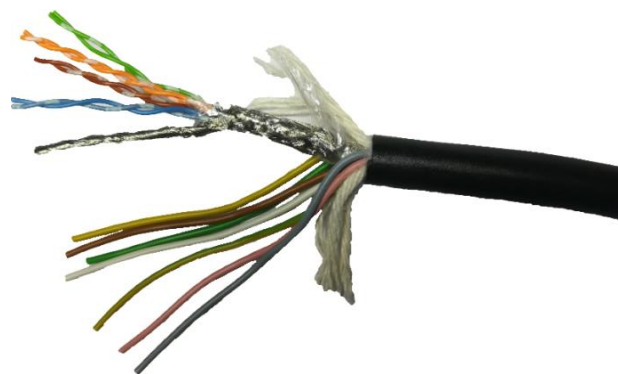
- Cabo de rede para conectar a ETT731 ao autómato presente no quadro elétrico;
- Quatro condutores para ligar à botoneira de emergência presente na caixa da consola;
- Dois condutores para alimentar eletricamente a consola, 0[Vdc] e 24[Vdc];
- Um condutor de proteção.

Tendo em conta as exigências, a solução a encontrar seria um cabo híbrido com (4x2x 0,14[mm]), de categoria 6 + 7G0,5.

Dada a dificuldade em encontrar um cabo híbrido coincidente ou semelhante ao pretendido, optou-se pela criação de um cabo híbrido com as características pretendidas.

Tendo em conta o número de equipamentos rotativos vendidos pela Plasdan, foram encomendados mil metros de cabo híbrido, sendo esta a quantidade mais favorável monetariamente.

O cabo híbrido (Figura 4.16) produzido para a Plasdan é composto por um cabo de rede de 4x2x 0,14[mm], que tem os condutores em cobre, protegidos por polipropileno (PP) e entrelaçados aos pares, estando envolvidos numa folha de alumínio.



**Figura 4.16 – Cabo Híbrido**

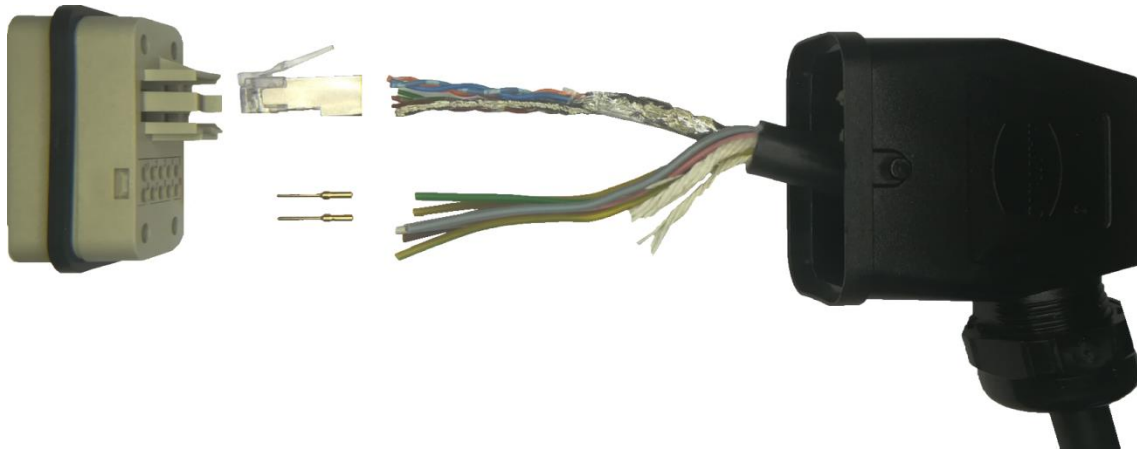
Todo o cabo é protegido por poliuretano (PUR) de cor preta e aguenta temperaturas que vão desde os -30[°C] até aos +70[°C].

A escolha do cabo implica também a prévia identificação de uma ficha compatível para a sua plena aplicação. A ficha encontrada para solucionar o problema é da marca *Harting*, da gama “Q Data”. Na Figura 4.17 é apresentada uma das partes dessa ficha.



**Figura 4.17 – Ficha para Cabo Híbrido [31]**

Na Figura 4.18 está representada a forma de ligação do cabo híbrido na ficha, sendo o cabo de rede ligado numa ficha RJ45 e os fios de sinais e alimentação ligados nos pinos próprios. Uma vez ligados, todos estes componentes serão encaixados na ficha e esta apertada na tampa.



**Figura 4.18 – Conexão do Cabo Híbrido na Ficha**

Na Figura 4.19 é possível ver as ligações que são efetuadas no lado da caixa, tanto na botoneira de emergência como na ETT731.



**Figura 4.19 – Ligações na Caixa da Consola**

As ligações efetuadas respeitam a tabela apresentada de seguida (Tabela 4).

**Tabela 4 – Ligações Quadro Elétrico – Caixa da Consola**

<b>Fio/Cabo</b>	<b>Caixa da ETT731</b>	<b>Ficha do Quadro</b>
Fio Castanho	1 (24[Vdc])	1
Fio Rosa	11 (Botoneira)	2
Fio Amarelo	21 (Botoneira)	3
Fio Branco	4 (0[Vdc])	6
Fio Cinzento	12 (Botoneira)	7
Fio Verde	22 (Botoneira)	8
Fio Verde/Amarelo	Chapa da ETT731	10
Cabo de Rede	Ficha Macho RJ45	Ficha Macho RJ45

O cabo de rede que faz a ligação entre a ETT731 e o CP102 é concebido com uma tipologia do tipo “Cabo Direto”, ou seja, é uma ligação de um para um nas duas extremidades.

## 4.2. Modernização da Componente de Automação

Recorrendo igualmente à tecnologia desenvolvida pela marca *Sigmathek*, esta nova solução contará com um PLC da gama S-DIAS (Figura 4.20), o mais recente da marca, que ainda assim foi apresentado ao mercado no ano de 2012, dez anos depois da solução que atualmente se utiliza nos sistemas rotativos, a gama C-DIAS.



**Figura 4.20 – Autómato da Gama S-DIAS [26]**

A utilização desta nova gama resulta numa poupança de espaço no quadro elétrico, uma vez que os módulos que compõem o automático são mais pequenos que os da solução atual e para funcionarem não requerem uma base de conexão, sendo ligados entre si através de conectores presentes na lateral de cada um dos módulos.

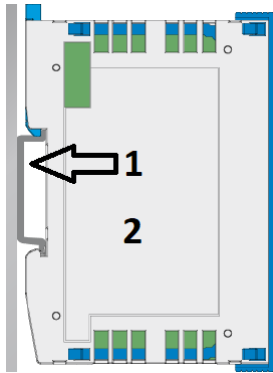


Figura 4.21 – Fixação do Automático [26]

A nova gama de automáticos foi projetada de modo a ser fixa por uma calha *din*, o mesmo tipo de calha que é utilizada para suportar a maior parte dos componentes elétricos presentes no quadro elétrico.

Na Figura 4.21 é possível visualizar a forma como cada módulo do automático é fixado, estando representada com o número 1 a calha *din* e com o número 2 os módulos do automático.

O automático que integra a nova solução de monitorização e controlo dos sistemas rotativos produzidos pela Plasdan tem o aspeto da Figura 4.22.

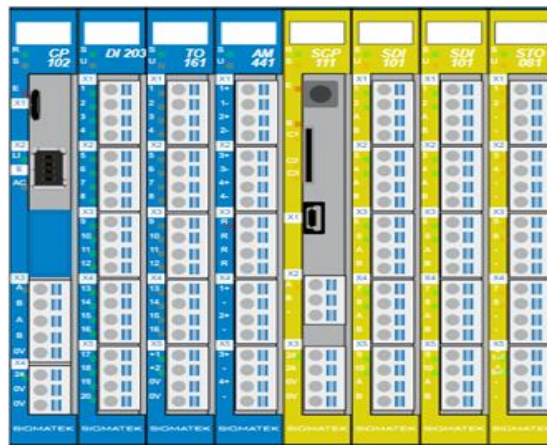


Figura 4.22 – Automático S-DIAS

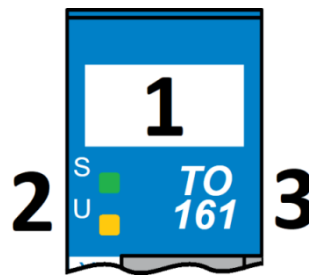
Como é possível visualizar na figura acima o automático é composto por dois conjuntos de módulos distintos. A azul encontra-se a parte do automático que controla e monitoriza o sistema, estando a consola ETT731 ligada ao módulo de processamento CP102 através de *Ethernet*. A amarelo estão os módulos que compõem o automático de segurança, sendo esta a solução encontrada para substituir os relés de segurança presentes na solução atual.

Na solução projetada os dois autômatos trabalham em conjunto, ligados entre si pelo barramento S-DIAS, que tem uma velocidade de comunicação de 100[Mbit/s].

Uma vez que o funcionamento normal do sistema rotativo depende, inevitavelmente, do estado das emergências de todos os equipamentos e seguranças, existe uma troca de variáveis entre os dois autômatos. Deste modo, em caso de emergência ou de falha na segurança o sistema é imobilizado o mais rápido possível, garantindo assim a longevidade do molde e restantes equipamentos, bem como a segurança do utilizador.

Estes autômatos podem trabalhar separados fisicamente, se assim se justificar, sendo a parte de controlo e monitorização processada pelo módulo CP102 e a parte de segurança pelo módulo SCP111.

Todos os módulos da gama S-DIAS têm elementos em comum que servem de diagnóstico ou identificação dos mesmos.



**Figura 4.23 – Informação Comum**

Na Figura 4.23 está assinalada, com o número 1, a zona destinada à identificação do componente, de acordo com o esquema elétrico.

Assinalado com o número 2 estão dois leds que servem de diagnóstico do módulo. O led verde indica que este módulo tem alimentação e está ativo. O led amarelo pode ser configurado pelo utilizador, por exemplo, numa situação em que o autômato é composto por um número elevado de módulos este led pode ser utilizado para sinalizar o módulo que se pretende encontrar.

Representado pelo número 3 está a identificação do tipo de módulo. Esta designação está associada ao tipo e quantidade de entradas e saídas que compõem o mesmo.

### 4.2.1. Autómatos Principais CP102

A nova solução conta com quatro módulos para o controlo e monitorização de todo o sistema rotativo. Estes módulos correspondem a um processador; um módulo de vinte entradas digitais; um módulo de dezasseis saídas digitais; e um módulo de quatro entradas e quatro saídas analógicas, dispostos como presente na Figura 4.24, CP102, DI203, TO161 e AM441.

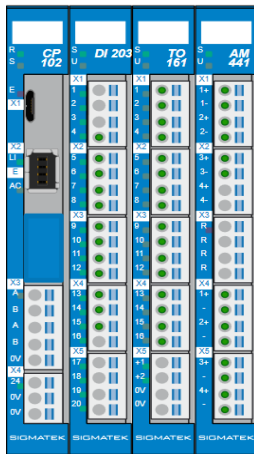


Figura 4.24 – Autómatos Principais

Embora a solução atual conte com três módulos de processamentos distintos, o CP102 é o módulo de processamento principal, sendo neste que se encontra o processamento de todas as variáveis e sinais que estão ligadas ao controlo e monitorização de um sistema rotativo.

É a este módulo que a consola ETT731 se encontra conectada, através de uma ligação *Ethernet*. O controlador do servo motor encontra-se igualmente conectado a este módulo mas através da conexão CAN presente no mesmo.

Na Tabela 5 são apresentadas as características mais relevantes do CP102.

Tabela 5 – Características do CP102

Característica	Informação
Processador	EDGE2 Technology
Máximo de conexões	CAN bus: >100 e S-DIAS: 64
Entradas e Saídas	Não
Memória RAM	256 [Mbyte]
Memória Interna	256 [Mbyte]
Conexões	1x USB-OTG 1x Ethernet 1x CAN 1xS-DIAS
Tensão de Funcionamento	Tipicamente [24Vdc]
Corrente Máxima de Funcionamento	1[A], Depende do nº de Conexões

### 4.2.2. Autómato de Segurança SCP111

O autómato de segurança foi a solução escolhida para a substituição dos relés de segurança, de modo a possibilitar uma solução mais versátil e ágil, permitindo ainda economizar espaço dentro do quadro elétrico.

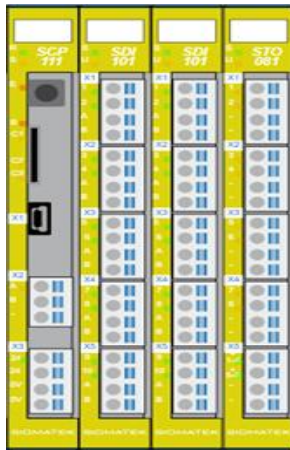


Figura 4.25 – Autómato de Segurança

Como referido anteriormente, a informação sobre o estado das emergências do sistema rotativo, robô e IMM, assim como das portas da máquina, é processada pelo módulo SCP111, presente nesta solução (Figura 4.25).

Este autómato confere uma segurança de categoria 4 com um nível de segurança E (Cat. 4 / PLe, de acordo com a norma EN ISO 13849-1/-2 ou SIL3 de acordo com a norma EN/IEC 62061) sendo este o nível de proteção mais elevado.

O autómato de segurança apenas processa variáveis relacionadas com a emergência e segurança do sistema e restantes equipamentos, sendo que as únicas ações que tem no sistema rotativo são provocar a paragem de emergência de modo controlado e/ou impedir o funcionamento do mesmo.

Este autómato conta com dois módulos de entradas digitais SDI101, estando num deles todas as emergências e portas ligadas e no outro os sinais de monitorização proveniente de cada um dos relés de contactos guiados, à semelhança da ligação existente nos relés de segurança (3.3.3 Sistemas de Segurança). O quarto módulo deste autómato é de saídas digitais, sendo utilizado para ligar os relés de contactos guiados que enviam a informação sobre o estado das emergências aos restantes equipamentos.

O autómato de segurança apenas permite a troca de variáveis consideradas “não seguras” com outros autómatos, variáveis de diagnóstico. São consideradas variáveis seguras todas as que estão relacionadas com as entradas, saídas e processamento.

Na Tabela 6 são apresentadas as características mais relevantes do SCP111.

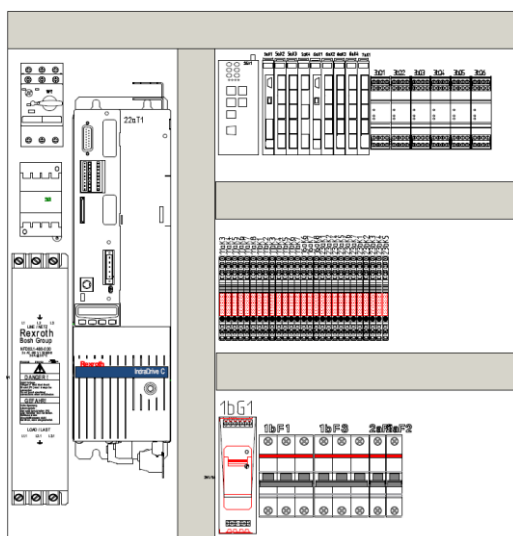
**Tabela 6 – Características do SCP111**

<b>Característica</b>	<b>Informação</b>
Nível de Segurança	Cat. 4 / PLe (EN ISO 13849-1/-2)
Número de Módulos Conectados	16
Entradas e Saídas	Não
Cartão de Memória	Sim, Micro SD
Conexões	1x USB 1x CAN de Segurança 1xS-DIAS
Tensão de Funcionamento	Tipicamente [24Vdc]
Corrente Máxima de Funcionamento	1,4[A], depende do nº de Conexões

Como referido anteriormente, e uma vez que este módulo não dispõe de entradas nem saídas, a comunicação com o módulo de processamento CP102 é realizada através do barramento S-DIAS.

### 4.3. Quadro Elétrico

A utilização de componentes mais compactos permite a redução do quadro elétrico



**Figura 4.26 – Quadro Elétrico Nova Solução**

(Figura 4.26). Na solução atual é utilizado um quadro de 800x600x300 [mm] (comprimento x altura x profundidade), sendo este substituído por um com 600x600x300 [mm], na nova solução.

Uma redução de 200 [mm] no comprimento do quadro que irá facilitar a arrumação do mesmo.

Devido a fatores externos não foi possível a obtenção de quadro elétrico, com estas medidas, atempadamente, tendo sido utilizado um com as dimensões originais.

### 4.4. Interligação dos Componentes

Na Figura 4.27 é apresentada, de forma esquemática, a distribuição dos diferentes componentes que compõem a solução projetada. À semelhança da representação feita no subcapítulo 3.1.3. Interligação dos Componentes esta representação também é relativa ao equipamento PR4.

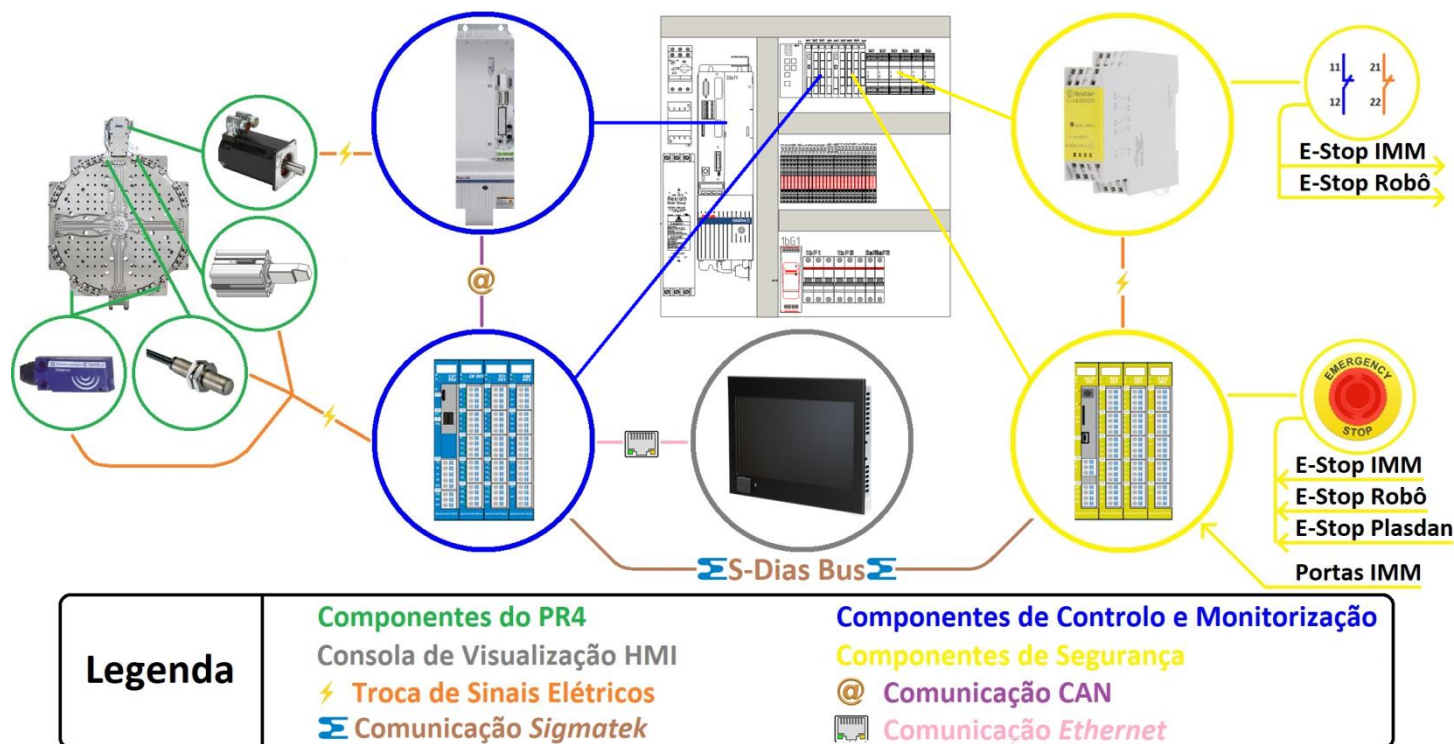


Figura 4.27 – Interligação dos Componentes na Nova Solução (PR4)

## **4.5. Modernização da Programação**

A solução atual conta com três programas distintos que trabalham em conjunto para um bem maior, o funcionamento do sistema rotativo de forma segura e obediente, de fácil interação com o utilizador.

Tendo em conta que os sistemas rotativos não irão sofrer alterações a nível de cinemática, a programação principal de controlo e monitorização contida no módulo de processamento CP102 é baseada na programação atual, tendo sido recriada de forma a manter as funcionalidades já existentes, tornando-as mais versáteis e acrescentando novas funções e opções.

Toda a componente de programação relativa à visualização e controlo da mesma, presente na consola ETT731, assim como a de segurança, presente no módulo SCP111, foram desenvolvidas de raiz.

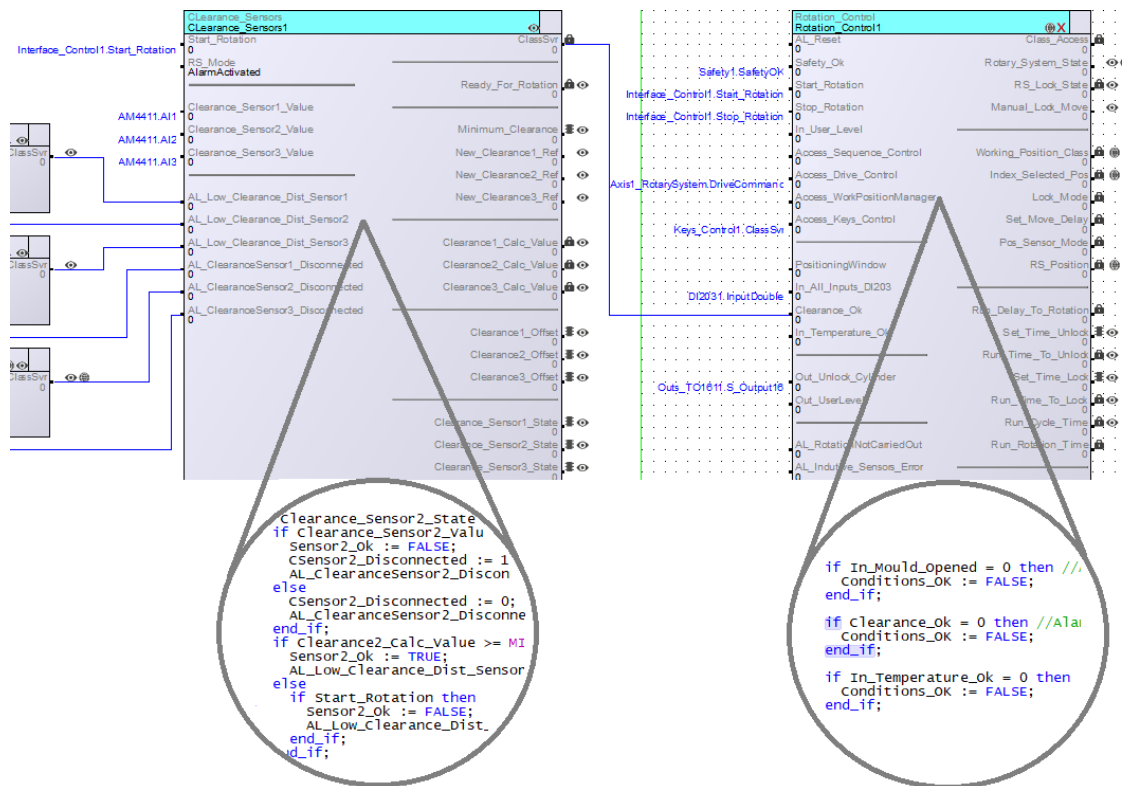
Todas as soluções a nível de programação foram desenvolvidas com foco no futuro, ou seja, não se limitam ao controlo dos sistemas como atualmente são conhecidos. As programações desenvolvidas contam com bastantes parametrizações que poderão ser aplicadas em novos desenvolvimentos Plasdan.

Com a realização do presente projeto, o manual de instruções que acompanha os sistemas rotativos, fica obsoleto. Assim sendo, foi redigido um novo manual de instruções, apresentado no Apêndice I – Manual de Instruções. Este manual será enviado em formato digital aos clientes.

### **4.5.1. Programa Principal (CP102)**

O módulo CP102 processa toda a informação relacionada com o estado e controlo do sistema, assim como dos seus atuadores e sensores. A programação contida no mesmo é baseada em objetos orientados (Figura 4.28), que permitem uma programação extremamente organizada e flexível. Cada um dos objetos orientados é criado pelo programador, permitindo a separação do programa em módulos, interligando os mesmos. A linguagem de programação utilizada no interior de cada um desses objetos é baseada

numa das quatro que a norma IEC61131-3 [32] define, texto estruturado (*Structured Text – ST*).



**Figura 4.28 – Linguagem de Programação**

No exemplo presente acima é possível visualizar dois objetos orientados, sendo o da esquerda destinado à monitorização e controlo dos sensores de afastamento presentes no PR4 e o da direita, destinado ao movimento do equipamento rotativo, sendo este um dos principais do programa. Estes dois objetos estão ligados entre si porque para o equipamento PR4 efetuar uma rotação tem que ter garantidas as condições de afastamento.

Todo o programa está organizado desta forma, por objetos orientados, que permitem uma grande versatilidade do mesmo. No caso de um desenvolvimento novo por parte da Plasdan, poderá apenas ser necessário alterar o objeto orientado que diz respeito ao controlo do movimento do equipamento rotativo para um novo objeto ajustado à cinemática desse novo equipamento.

Deste modo, todos os objetos relacionados com o controlo das saídas do autómato, sensores ou outros elementos, podem ser mantidos, fazendo assim parte da base de programação de qualquer novo desenvolvimento.

Para além do CP102 (módulo de processamento), a solução projetada conta com mais três módulos: DI203, composto por vinte entradas digitais; TO161, constituído por dezasseis saídas digitais; AM441, módulo analógico com quatro entradas e quatro saídas. Estes módulos são os responsáveis por fazer a ligação entre a unidade de processamento e o sistema rotativo, uma vez que é neles que se encontram ligados todos os sinais de controlo e monitorização do sistema rotativo (Figura 4.29).



**Figura 4.29 – Ligações Eléctricas no S-DIAS [26]**

Na Tabela 7 são apresentadas todas as saídas e entradas que estão a ser utilizadas no controlo de um sistema rotativo do tipo PR4, concebido com a interface *EUROMAP67*.

**Tabela 7 – Entradas e Saídas do Autómato Principal**

<b>Digitais</b>		<b>Analógicas</b>	
<b>Entradas</b>	<b>Saídas</b>	<b>Entradas</b>	<b>Saídas</b>
Sensor de Posição 1	Desbloquear Sistema	Sensor de Afastamento 1	Livre
Sensor de Posição 2	Ligar o Controlador do Servo Motor	Sensor de Afastamento 2	Livre
Sensor de Posição 3	Molde Aberto	Sensor de Afastamento 3	Livre
Sistema Bloqueado	Permissão de Fecho do Molde	Livre	Livre
Sistema Desbloqueado	Permissão de Avanço da Extração		
Controlador do Servo Motor Pronto	Permissão de Recuo da Extração		
Proteção do Controlador	Área do Molde Livre		
Molde Aberto	PR4 em Automático		
Molde Fechado	Permissão para Radia 1 Posição 1		
Extração Recuada	Permissão para Radia 1 Posição 2		
Extração Avançada	Permissão para Radia 2 Posição 1		
IMM em Automático	Permissão para Radia 2 Posição 2		
Radial 1 Posição 1	PR4 na Estação 1		
Radial 1 Posição 2	PR4 na Estação 2		
Radial 2 Posição 1	Livre		
Radial 2 Posição 2	Livre		
Área do Molde Livre			
Livre			
Livre			
Livre			

Como é possível ver na tabela anterior, a maior parte das saídas utilizadas destinam-se à interface, o mesmo acontece quando é utilizado o *Euromap12*. Como a interface Plasdan apenas utiliza os sinais indispensáveis ao funcionamento do equipamento é utilizada um módulo TO081, de oito saídas digitais, ao invés do TO161 de dezasseis. Os sinais das diferentes interfaces estão apresentados no subcapítulo “3.1.2. Ligação à Máquina de Injeção”.

Seguindo a mesma lógica das saídas, também não seria necessário um módulo de vinte entradas digitais (DI203) para a interface Plasdan, podendo ser utilizado o DI160 de dezasseis entradas, mas uma vez que a variação de preço entre ambos os módulos é inferior a 1%, optou-se por manter o módulo DI203 para todas as interfaces.

O programa principal controla e monitoriza todo o sistema, sendo neste que estão definidas todas as características do sistema rotativo. As definições do sistema variam consoante o tipo de equipamento rotativo e as características físicas do mesmo.

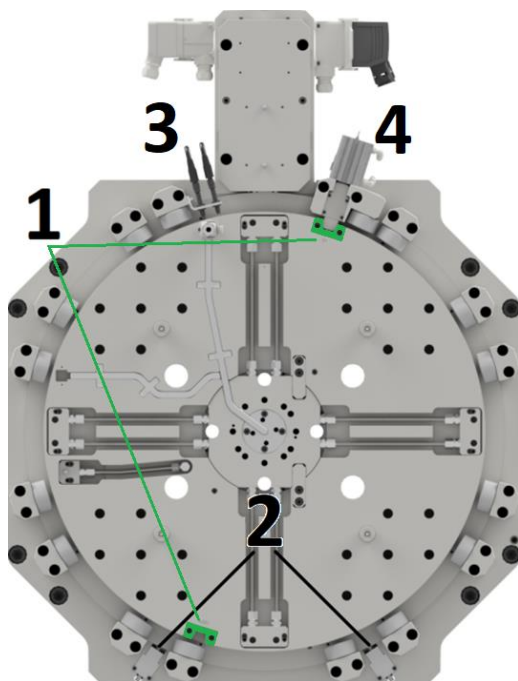


Figura 4.30 – Características a Definir no PR4

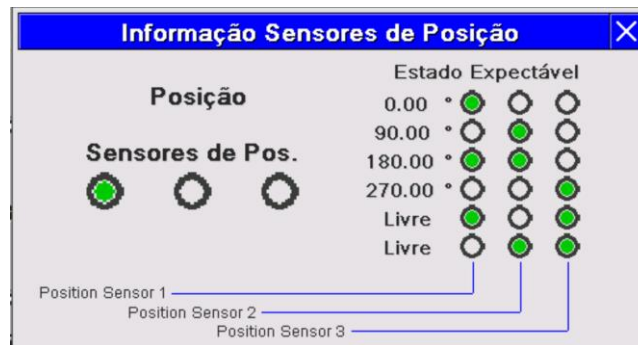
Quando se inicia o teste de um equipamento rotativo deve ser definido o número de estações físicas em que pode trabalhar. No caso de um PR4 semelhante ao apresentado na Figura 4.30, as estações a definir são “0°” e “180°”, uma vez que são os pontos onde é possível bloquear o sistema, identificados com o número 1.

Para além das estações, é também definido o número de sensores de afastamento que equipam o PR4, que no caso do exemplo são dois, assinalados com o número 2.

No caso de um L&T ou de um PRH o número de sensores de afastamento é definido como zero porque os equipamentos em causa não utilizam sensores deste tipo.

Assinalado com o número 3 estão os sensores de posicionamento. Não há a necessidade de definir a quantidade de sensores de posicionamento a utilizar porque assim que se define o tipo de sistema e a quantidade de estações que tem disponíveis, a

quantidade de sensores é automaticamente definida. Apesar das razões apresentadas, o programa foi desenvolvido de forma a ser possível definir se o sistema rotativo tem sensores de posicionamento ou não, pensando em possíveis desenvolvimentos futuros.



**Figura 4.31 – Sensores de Posição**

O presente programa verifica o posicionamento do sistema rotativo através de combinação binária (Figura 4.31), o que faz com que no máximo, em seis estações, sejam utilizados apenas 3 sensores. Na solução atual, para as mesmas seis estações, são necessários seis sensores, uma vez que é utilizado um sensor por cada estação.

O sistema de bloqueio dos equipamentos rotativos, representado com o número 4, segue o mesmo conceito que os sensores de posicionamento, ou seja, ao ser definido o tipo de equipamento é automaticamente definido se este irá utilizar sistema de bloqueio ou não. Atualmente apenas o PR4 e o PRH utilizam o sistema de bloqueio do equipamento.

À semelhança dos sensores de posicionamento, o sistema de bloqueio foi concebido com a hipótese de ser desabilitado.

Para além das definições abordadas anteriormente existem mais definições que devem ser realizadas na altura de iniciar o teste de um sistema rotativo. Essas definições são comuns a todos os sistemas e estão relacionadas com o binário máximo que o motor pode utilizar para realizar a rotação, o tipo de interface em utilização, o tipo de equipamento e número de série, as opções escolhidas pelo cliente final, entre outras.

O novo programa, para além de mais simples e organizado, é muito mais versátil que o anterior e conta com inúmeras novidades a nível de controlo e monitorização do sistema. Alguns dos novos desenvolvimentos não seriam possíveis com a utilização da consola anterior.

Alguns dos desenvolvimentos criados encontram-se protegidos por nível de acesso, de modo a não estar ao alcance de qualquer utilizador. Esta nova solução conta com cinco níveis de acesso, mais um que a programação atual, sendo eles:

- **Nível de utilizador 0:** Não permite a alteração de qualquer variável ou parâmetro;
- **Nível de utilizador 1:** Permite a alteração de valores relacionados com o movimento e permite aceder às páginas de configuração do sistema, apenas como visualização;
- **Nível de utilizador 2:** Permite a alteração de todos os parâmetros e valores que o cliente pode alterar. Este é o nível mais elevado para o cliente;
- **Nível de utilizador 3:** Reservado à Plasdan, permite a alteração de limites máximos e mínimos, desabilitar sensores e atuadores e realização de testes;
- **Nível de utilizador 4:** Reservado à Plasdan, permite a alteração da sequência de funcionamento do sistema para posições que não estejam definidas. Nível apenas destinado a técnicos do departamento de automação da Plasdan.

Todos os desenvolvimentos realizados pretendem tornar o sistema mais ágil e versátil, facilitar a interação entre o utilizador e o equipamento e possibilitar cinemáticas fora do contexto de produção, utilizadas em testes e similares. Ao nível de configuração e teste destacam-se as seguintes opções:

- **Parametrização de cada uma das estações de trabalho** – (nível de utilizador 3), esta opção permite que o utilizador configure quais as estações que utilizam sensores de posicionamento, sistema de bloqueio e que mantêm o binário no servo motor mesmo quando parado. Cada uma destas opções tem um símbolo associado, que é apresentado pela mesma ordem na Figura 4.33. Esta opção é útil para a realização de testes.

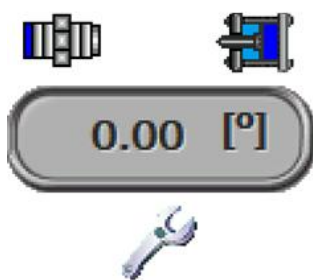


Figura 4.32 – Estação de Funcionamento



Figura 4.33 – Simbologia



Figura 4.34 – Menu de Edição da Posição

Cada uma das estações de funcionamento (Figura 4.32) presentes na sequência a realizar tem uma pequena chave inglesa que dá acesso a um menu (Figura 4.34) onde o utilizador pode escolher as condições de funcionamento da estação em causa. As estações apresentam, junto às mesmas, as opções que têm definidas, para que o utilizador não tenha a necessidade de abrir o menu.

- **Teste das saídas do autómato** – (Nível de utilizador 2), esta opção é bastante prática uma vez que permite testar de forma rápida o correto funcionamento de todas as saídas do sistema. A sua utilização será muito útil durante o arranque de um novo equipamento, no cliente, pois permite testar todos os sinais de interface que são enviados do equipamento rotativo para IMM.



Figura 4.35 – Ativação do Teste

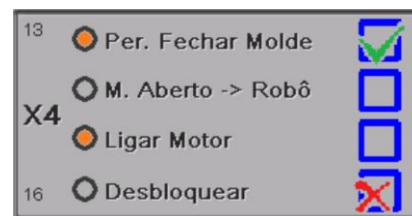


Figura 4.36 – Teste de Saídas

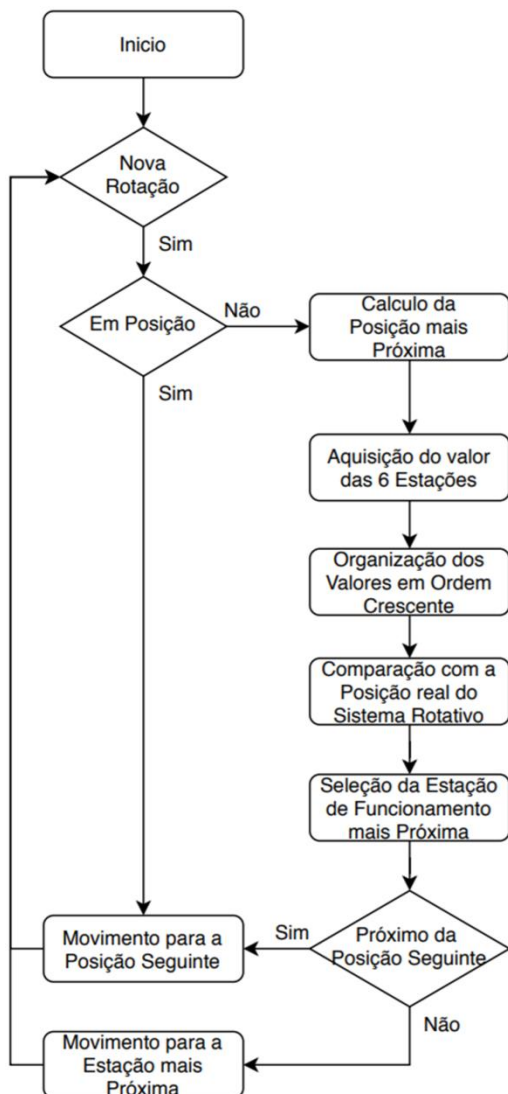
O utilizador só tem acesso ao botão para ativar o teste das saídas (Figura 4.35) quando acede com um nível de utilizador igual ou superior a dois. Por segurança o teste só pode ser realizado quando a IMM se encontra em modo manual e o equipamento rotativo imobilizado e em modo manual. Se este teste for levado a cabo com o nível quatro de utilizador, nenhuma destas seguranças será verificada.

Com o teste das saídas ativo é apresentado um quadrado azul em frente a cada uma das saídas (Figura 4.36).

Assim que o teste é ativado todos os quadrados azuis se mantêm vazios, indicando que a saída se encontra a ser controlada pelo programa. Quando o quadrado é pressionado uma vez, a saída é forçada a nível lógico zero e o quadrado fica preenchido com uma cruz vermelha. Assim que é premido novamente, a saída é forçada a nível lógico um e ao invés da cruz o quadrado fica preenchido com um visto verde. Se o quadrado voltar a ser premido irá retomar o seu estado inicial, voltando a saída a ser controlada pelo programa.

O novo programa é bastante versátil no que respeita à seleção da posição de funcionamento (Figura 4.37).

As estações de trabalho, no programa atual, correspondem a múltiplos do quociente de trezentos e sessenta a dividir pelo número de estações físicas que o equipamento tem, ou seja, um equipamento de quatro estações apenas pode operar nas posições 0°, 90°, 180° e 270°, para ser de quatro estações e operar em posições diferentes, terá que ser ajustada a programação, ficando uma opção “exclusiva” para aquele equipamento específico.



**Figura 4.37 – Diagrama do Controle de Movimento Atual**

O novo programa foi desenvolvido de modo a permitir o teste de qualquer tipo de sequência ou rotação do sistema rotativo, tornando-o versátil ao ponto de possibilitar a sua utilização em desenvolvimentos futuros. Deste modo, as estações de trabalho podem assumir qualquer valor de posição.

A solução atual conta com a possibilidade de executar uma sequência de até seis posições. No início do teste de um novo equipamento são definidos os valores de posição de todas as estações físicas existentes no mesmo. No caso de serem menos de seis estações, as excedentes assumirão um valor superior a 360, indicando ao programa que não estão em utilização.

Os valores definidos para o equipamento mantêm-se sempre fixos, podendo ser utilizados na sequência ou não.

Com esta nova solução há a possibilidade de, com o nível de utilizador adequado, adaptar os movimentos da sequência à cinemática pretendida, com recurso a posições definidas ou a valores atribuídos pelo utilizador. Este novo modo de programação possibilita, ao nível de cinemática, as seguintes opções:

- **Posição de extração** – (Nível de utilizador 2), no caso de um sistema rotativo do tipo PRH que tenha apenas disponíveis duas estações de funcionamento, é possível ativar a função de posição de extração.

A posição de extração permite rodar o sistema para uma posição onde a extração seja mais conveniente ao utilizador. Nesta posição a máquina não tem permissão para fechar o molde, uma vez que o posicionamento e o bloqueio do sistema não são verificados. Os valores de posição para a extração são definidos manualmente pelo utilizador, podendo ainda ser definido se nesta posição é mantido o binário ou não.

Para que as posições de extração sejam ativas é necessário premir a tecla com o símbolo de extração que se encontra no canto inferior direito da Figura 4.38, o que só é possível com um nível de utilizador igual ou superior a dois.

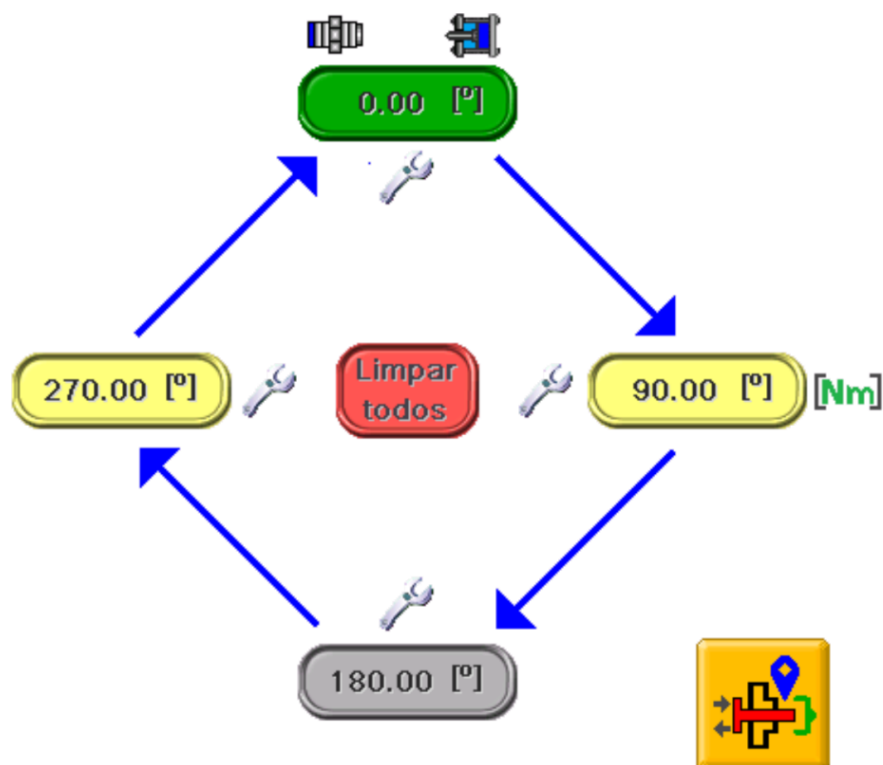


Figura 4.38 – Posições de Extração



Figura 4.39 – Definição da posição de Extração sobre as mesmas (Figura 4.39).

Neste, as posições normais de funcionamento do equipamento são 0° e 180°, mas o utilizador tem a necessidade de efetuar a extração a 90° e a 270°. O utilizador define os valores das posições de extração ao pressionar

Na Figura 4.40 está uma explicação ilustrativa que apresenta um PRH (no

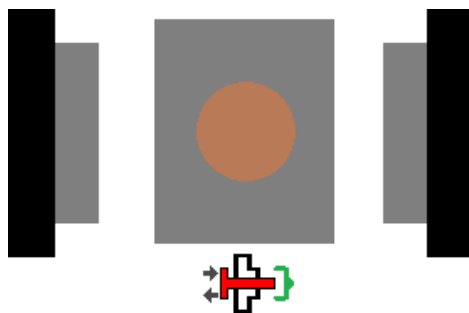


Figura 4.40 – PRH com Extração a 90° e 270°

centro da figura, sendo que nas laterais está representado o molde) com posições de extração de acordo com o exemplo da Figura 4.38. Neste caso o sistema extrai sempre do mesmo lado da máquina, correspondendo uma vez à posição de 90° e na outra a 270°.

- **Alteração da sequência** – (Nível de utilizador 2), no caso de o sistema rotativo possuir fisicamente mais que duas estações de funcionamento, o utilizador pode definir o número de movimentos que compõem a sequência e quais as estações associadas a cada um dos mesmos.

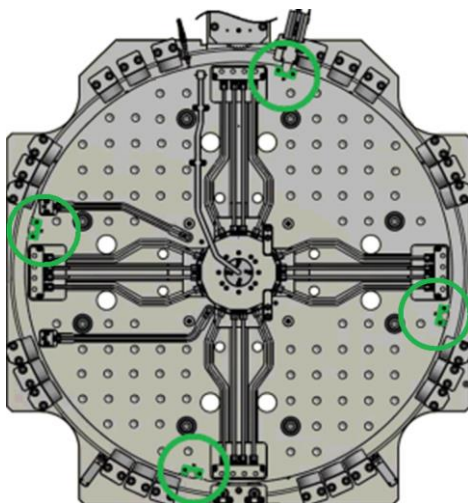


Figura 4.41 – PR4 de Quatro Posições

No exemplo apresentado na Figura 4.41 o PR4 tem quatro estações distribuídas uniformemente, sendo elas 0°, 90°, 180° e 270°, assinaladas a verde.

Nestes casos, a nova solução permite que o utilizador configure a sequência que se adapta à cinemática do molde em causa, sendo esta adaptação realizada de forma fácil e rápida diminuindo assim o tempo de paragem do equipamento.

As configurações da sequência são todas efetuadas na página apresentada na Figura 4.42. No exemplo em causa, em que se encontram definidas quatro estações físicas, o número máximo de movimentos que a sequência pode ter são quatro, sendo o mínimo dois. O número de estações em utilização é configurável no canto superior esquerdo.

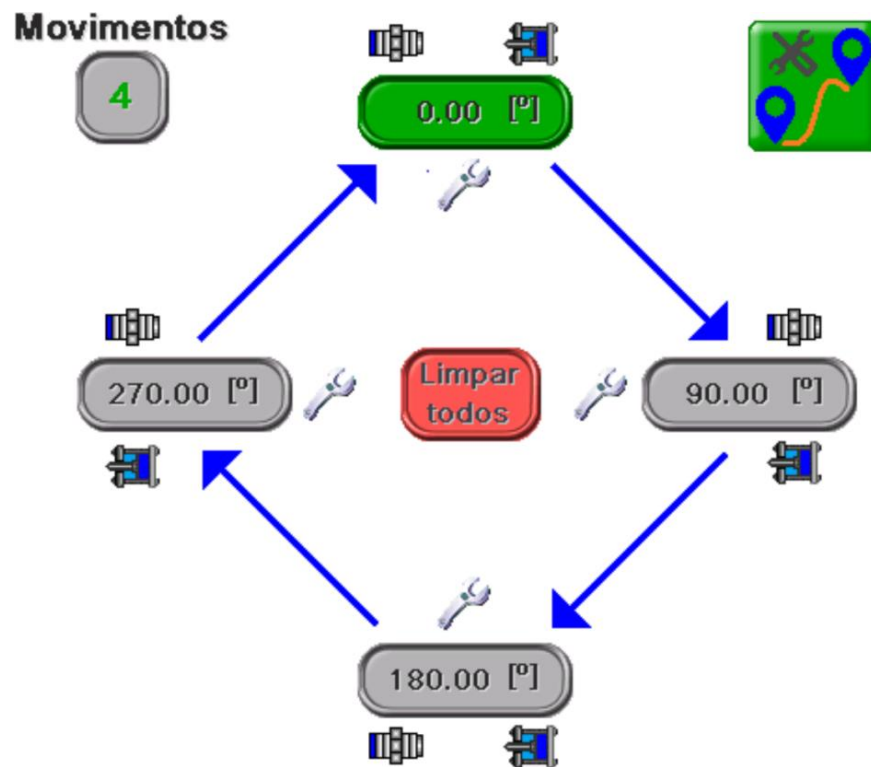


Figura 4.42 – Página de Configuração da Sequência

No exemplo apresentado na Figura 4.41, o equipamento tem disponíveis quatro estações de trabalho, o que permite utilizar moldes com três tipos de cinemáticas, como por exemplo:

- Pode ser utilizado um molde de quatro posições, sendo neste caso definida uma sequência de quatro posições distanciadas 90°;
- Pode ser utilizado um molde de duas posições distanciadas 180° uma da outra, sendo assim utilizada uma sequência apenas de duas posições;
- Pode ser utilizado um molde de duas posições distanciadas 90° uma da outra, sendo assim utilizada uma sequência apenas de duas posições.

Para alterar as estações de funcionamento da sequência o utilizador deve pressionar sobre a estação que pretende alterar, o que fará surgir a janela apresentada na Figura 4.43.



Figura 4.43 – Seleção da Estação

Nesta janela são apresentadas todas as estações fisicamente instaladas no sistema rotativo. Junto a cada estação, do lado esquerdo, há uma pequena tecla que indica se a estação já se encontra em utilização ou não, podendo ser vermelha no caso de a estação já se encontrar em utilização ou azul no caso de estar livre.

Só podem ser selecionadas as estações livres. Para libertar uma estação há duas formas, ir à posição da sequência onde está definida e pressionar a tecla “Limpar” presente na Figura 4.43, ou pressionar a tecla “Limpar Todos” presente no centro da sequência.

- **Sequência manual** – (Nível de utilizador 4), esta opção é muito semelhante à apresentada anteriormente, mas sem limitações, razão pela qual só pode ser disponibilizada a um técnico do departamento de automação da Plasdan.

Quando o nível de utilizador é igual a quatro, o número de posições em utilização é limitado a seis (número máximo) e não ao número de estações físicas que existem no prato. Assim o utilizador pode ter um equipamento de duas estações e realizar testes com seis estações, tendo que desativar o sistema de bloqueio e a verificação do posicionamento em todas as estações que não se encontram equipadas para tal.

À semelhança da opção “Alteração da sequência”, apresentada anteriormente, quando o utilizador pressiona sobre a estação que pretende alterar é apresentada uma janela igual à da Figura 4.43 mas que dispõe de um valor configurável, assinalado a verde na Figura 4.44.



Figura 4.44 – Seleção da Estação em Nível Quatro

Deste modo o utilizador pode selecionar uma estação que exista fisicamente no equipamento rotativo, ou pode, através do parâmetro assinalado a verde, atribuir um valor de posição que se encontre entre os 0° e os 359,99°. Esta opção será útil para a realização de testes em que são utilizadas cinemáticas diferentes das definidas.

Em funcionamento normal, a IMM apenas tem permissão para fechar o molde ou para mover a extração quando a posição do equipamento é verificada por sensores de posicionamento e garantida pelo sistema de bloqueio, nos equipamentos que dispõem do mesmo. Quando esta função se encontra ativa, a verificação do posicionamento nas estações que não têm sensores nem atuadores é realizada apenas pelo *encoder* absoluto do servo motor, dando assim as permissões à IMM. Se uma posição for mal definida o molde poderá fechar danificando o mesmo. Esta opção apenas é possível em nível de utilizador quatro, pois uma configuração inadequada da sequência pode desencadear problemas significativos.

### 4.5.2. Programa de Segurança (SCP111)

O módulo que controla toda a segurança do equipamento é o SCP111, sendo neste que se encontra todo o programa que monitoriza e controla as entradas.

Ao contrário do programa contido no CP102 e na ETT731, o programa de segurança presente no SCP111 não é composto por objetos orientados onde consta código em texto estruturado, uma vez que o “*Safety Designer*”, que é o editor de programação de segurança da *Sigmathek*, apenas permite a utilização das funções presentes na biblioteca do mesmo, estando presentes na Figura 4.45 alguns exemplos.

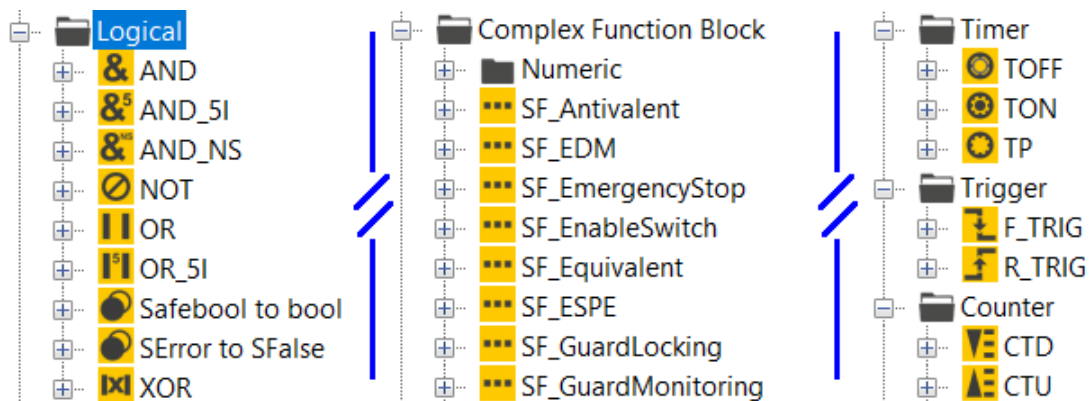


Figura 4.45 – Biblioteca de Funções de Segurança

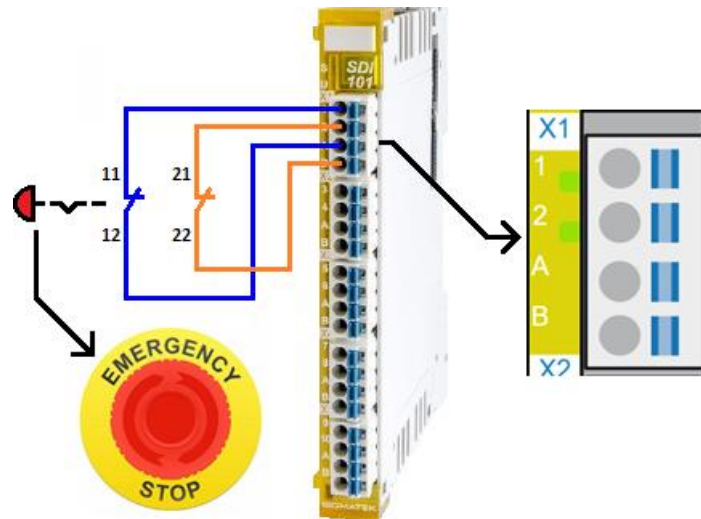
A seção do autómato referente à segurança, para além do módulo de processamento SCP111, é composta por dois módulos SDI101 de dez entradas – um é composto por todas as entradas de emergência e segurança ligadas, e o outro por todas as monitorizações dos relés de contactos guiados – e um módulo de saídas STO081 de oito saídas onde estão ligados os relés de contactos guiados.

Estes módulos permitem a interligação entre o SCP111 e todas as seguranças e monitorizações, sendo a interligação de seguranças entre os equipamentos realizada através de relés de contactos guiados, como será possível perceber mais adiante.

No caso da interface EU67 para cada uma das seguranças é utilizada uma saída e quatro entradas, duas que recebem o estado dessa segurança e duas que monitorizam o estado dos relés de contactos guiados associados a essa segurança.

O exemplo descrito no seguimento deste subcapítulo diz respeito à emergência da IMM, funcionando as restantes seguranças de forma similar.

O módulo SDI101 é o único responsável pela monitorização dos canais de emergência da máquina, ligando os mesmos diretamente a este, como é possível visualizar na Figura 4.46.



**Figura 4.46 – Ligação dos Canais de Emergência da IMM**

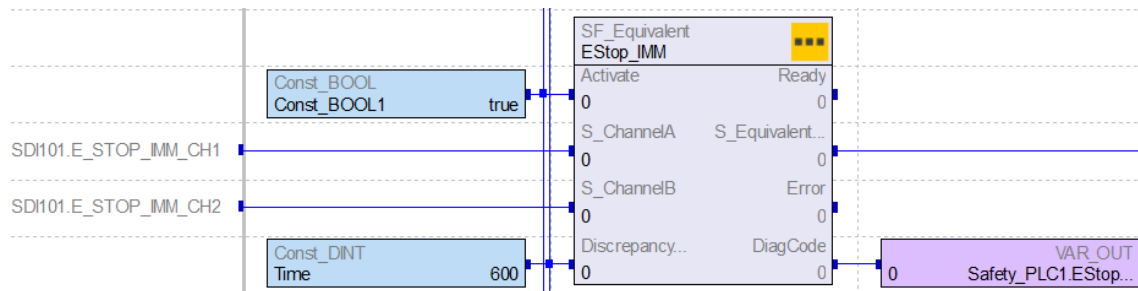
Para a monitorização de cada um dos canais é enviado um sinal de dinamização que tem que ser recebido na entrada correspondente, ou seja, na ligação A do conector X1 existe um sinal codificado que é enviado para a IMM, atravessando um dos canais da emergência (no caso de esta se encontrar operacional) sendo devolvido ao equipamento Plasdan e recebido na ligação 1 do mesmo conector, o mesmo acontece para o sinal B.

Os sinais A e B são diferentes, tendo o A que ser recebido pela ligação 1 e o B pela ligação 2, se isso não acontecer é despoletado o alarme de canais trocados e são atuadas todas as emergências para que nenhum equipamento possa operar. Para a emergência ser atuada basta um dos dois canais deixar de fazer o retorno do sinal. A programação desenvolvida permite saber qual o canal defeituoso.

No caso de todas as seguranças compostas por dois canais como é o caso do *EU67*, é monitorizado o tempo de discrepância entre ambos.

Na Figura 4.47 é apresentado um exemplo de monitorização de uma segurança de dois canais, em que assim que é detetado um dos canais o outro tem 600[ms] (0,6 segundos) para ser detetado, se não for a emergência não será rearmada.

Toda a informação de diagnóstico de falhas nas seguranças é enviada para o programa principal através de blocos como o que está presente no lado direito da figura abaixo apresentada, para que seja processada e despoletados os alarmes e ações correspondentes.



**Figura 4.47 – Monitorização dos Canais de Emergência**

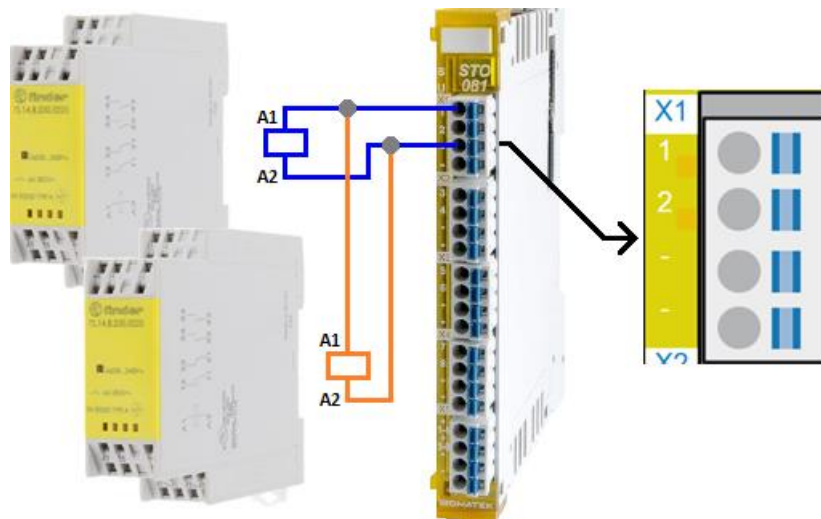
Uma vez que a emergência da IMM tem que ser enviada ao robô, há a necessidade de utilizar relés de contactos guiados para fazer a continuidade do circuito de seguranças.

Os relés de contactos guiados assumem esta designação porque todos os seus contactos estão unidos mecanicamente, movendo-se como um só, o que permite descobrir se há um funcionamento defeituoso nos mesmos, ou seja, se um dos contactos colar ao desligar o relé nenhum dos contactos será desligado porque um está colado.

Para que os relés de contactos guiados que enviam a informação ao robô sobre o estado da emergência sejam atuados é necessário que a emergência da IMM esteja operacional assim como a emergência do equipamento Plasdan.

A monitorização da emergência feita pelo robô é semelhante à monitorização feita pelo equipamento Plasdan, pelo que é necessário fechar dois contactos no equipamento Plasdan para que os dois canais da emergência do robô sejam devolvidos ao mesmo.

De modo a manter o nível de segurança, SIL3, é obrigatório que haja um relé de contactos guiados para cada um dos canais de segurança utilizados. Assim é utilizada apenas uma saída do autómato de segurança para atuar os dois relés de contactos guiados, como exemplificado na Figura 4.48.



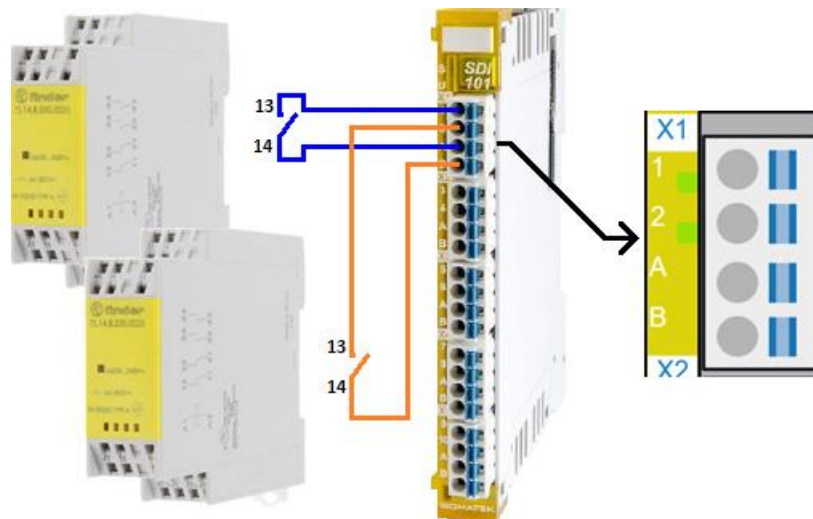
**Figura 4.48 – Atuação dos Relés de Contactos Guiados**

Para que a saída de segurança obtenha o nível lógico um, ligando os relés de contactos guiados, é necessário verificar alguns fatores, tais como:

- Emergência da IMM está operacional;
- Emergência do equipamento Plasdan está operacional;
- Não existem ligações cruzadas entre os canais das seguranças;
- Os contactos guiados correspondentes não apresentaram anomalias de funcionamento.

Quando as condições mencionadas se verificam, todos os relés de contactos guiados são atuados e é efetuada a monitorização dos mesmos.

Para que a monitorização dos relés de contactos guiados seja possível é utilizado outro módulo SDI101, que tem o mesmo funcionamento que o utilizado para monitorizar o estado da emergência da IMM. A monitorização é feita utilizando um contacto de cada relé, como exemplificado na Figura 4.49.



**Figura 4.49 – Monitorização dos Relés de Contactos Guiados**

De modo a ser obtida uma melhor monitorização das seguranças são controlados dois tempos de discrepância que estão interligados. Assim que é dada ordem para os relés de contactos guiados é iniciada a primeira contagem, tendo os canais dos relés que estar ambos ligados em menos de um segundo. É igualmente controlada a discrepância entre os canais dos dois relés, sendo que assim que é detetado o primeiro canal o outro tem meio segundo para ser detetado.

Sempre que uma das monitorizações falhar é desligada a saída dos relés de contactos guiados, colocando assim os equipamentos em segurança uma vez que não há condições para operarem. Existem diversos blocos de diagnóstico distribuídos pelo programa de segurança, que após o processamento no programa principal informam o utilizador da(s) falha(s) presente(s) no circuito de segurança.

### 4.5.3. Programa da Visualização (ETT731)

As opções desenvolvidas nas programações abordadas anteriormente apenas se tornam realmente úteis se o utilizador puder controlar as mesmas, assim como todo o equipamento rotativo, de forma simples e prática. Para tal é utilizada a consola ETT731 que para além da sua capacidade gráfica tem também capacidade de processamento, tendo um processador igual ao que equipa o módulo CP102, onde se encontra o programa principal.

A consola ETT731 tem capacidade de processamento, estando todas as funções relacionadas com a visualização (como por exemplo a apresentação de gráficos ou o controlo de ficheiros) na mesma, aliviando assim a carga no processador principal (CP102).

O tipo de programação é igual ao programa principal, ou seja, recorre-se a objetos orientados que são compostos por códigos de programação desenvolvidos em texto estruturado. Neste terminal é ainda desenvolvida toda a visualização do sistema (Figura 4.50) que permite ao utilizador interagir, controlando e monitorizando o mesmo.

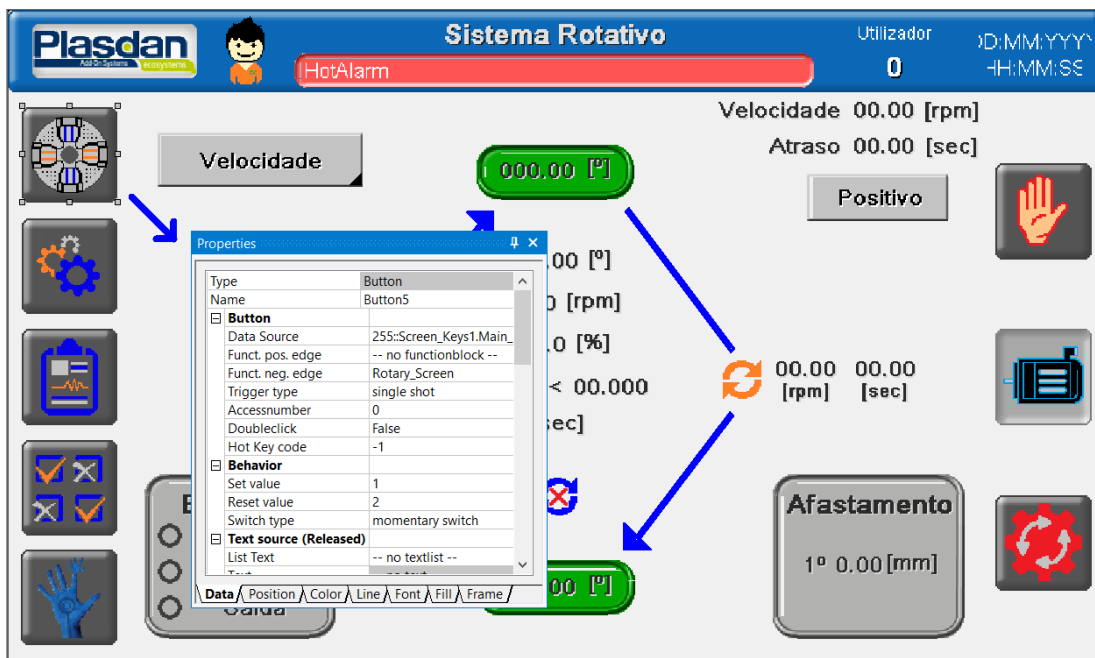


Figura 4.50 – Criação da Página do Equipamento Rotativo

A ETT731 tem acesso às variáveis do seu programa e do programa do CP102, uma vez que se encontra ligada a este módulo por *Ethernet*. Deste modo há a possibilidade de controlar e monitorizar o estado de variáveis e funções de um processador com o outro, tendo ainda a vantagem da visualização possibilitar o acesso a ambos.

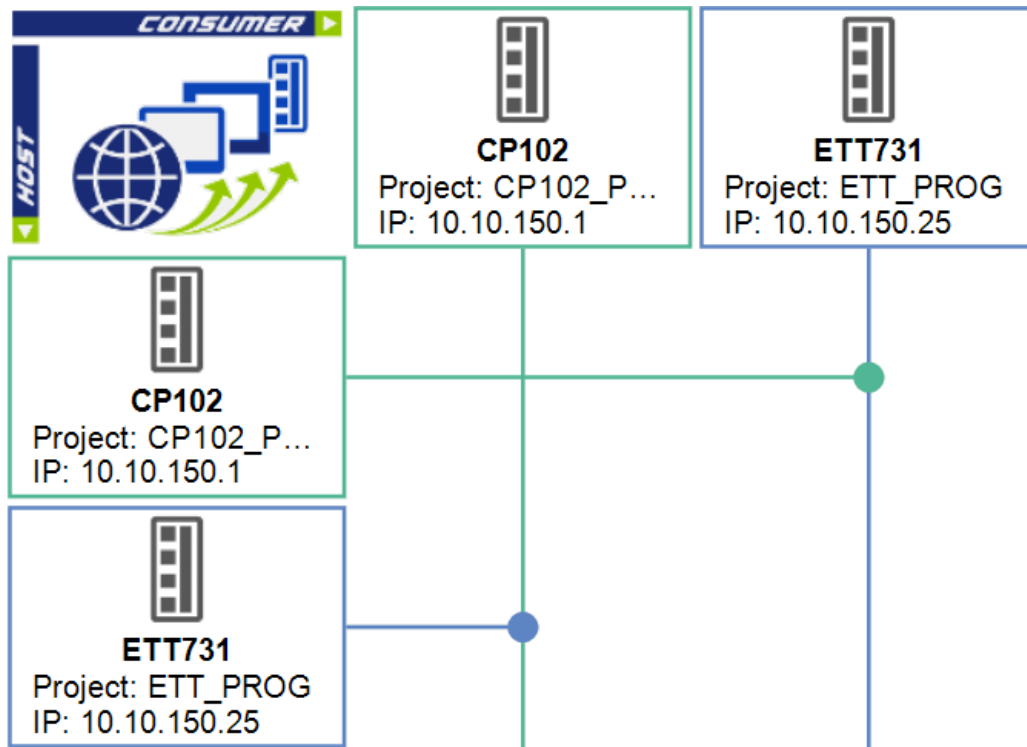


Figura 4.51 – Interligação do Programa Principal com o Programa da Visualização

A ferramenta “*Lasal Machine Manager*” presente na Figura 4.51 permite a interligação entre autómatos que podem ser da mesma gama ou de gamas diferentes, basta que tenham a possibilidade de se conectar por *Ethernet*.

A visualização de um sistema automatizado é a componente que necessita de mais tempo de programação quando se desenvolve uma nova solução, não tendo sido exceção neste caso uma vez que foi criada uma visualização nova, com uma consola (ETT731) muito diferente da atual (ET243 presente no subcapítulo 3.3.1 Consola de Interação Homem-Máquina).

Embora o editor de visualização da *Sigmathek* contemple várias imagens genéricas, que podem ser utilizadas pelo programador, optou-se pela criação de novas imagens

(Figura 4.52). Todas as imagens criadas são alusivas às funções ou opções do sistema rotativo, resultando assim numa visualização intuitiva.



**Figura 4.52 – Criação das Imagens a Utilizar na Visualização**

O editor de visualização da *Sigmathek* apenas aceita imagens no formato “.BMP”, sendo o tamanho, em pixéis, e a uniformização da cor das mesmas muito importante para que o resultado final seja uma visualização limpa e cuidada.

Para esta tarefa, foi utilizado o *Paint* (ferramenta do *Windows*®), visto ser uma ferramenta simples e suficiente para o efeito de tratamento de imagens por pixel.

A ETT731, além de trazer uma nova forma de visualização da monitorização e controlo do sistema rotativo conta também com algumas opções e funções novas que tornam o sistema mais prático, versátil e útil, tais como:

- **Seleção de diferentes idiomas** – (Nível de utilizador 1), permite ao utilizador do sistema rotativo seleccionar o idioma com o qual está mais familiarizado, facilitando assim a interação de controlo do sistema. A nova solução de programação conta com onze idiomas diferentes (Figura 4.53).



**Figura 4.53 – Seleção do Idioma da Visualização**

Os idiomas escolhidos para a visualização são os seguintes:

- UK – Inglês do Reino Unido
- PT – Português
- FR – Francês
- ES – Espanhol
- USA – Inglês dos Estados Unidos
- D – Alemão
- NL – Holandês
- PL – Polaco
- RU – Russo
- IT – Italiano
- CZE – Checo

Alguns dos idiomas da visualização serão ajustados com a ajuda dos clientes, uma vez que as traduções utilizadas poderão não conter os termos indicados para a ação/situação. Outros idiomas, como o francês e o alemão contaram, na sua criação, com a ajuda de colaboradores da Plasdan que passaram parte da sua vida em França e na Alemanha.

- **Gestão de ficheiros** – (Nível de utilizador 2), é uma opção que enriquece bastante a nova solução. Esta função permite que o utilizador guarde todos os parâmetros e configurações que utilizou para colocar o sistema a funcionar de acordo com o pretendido, podendo voltar a carregar os mesmos assim que voltar a utilizar o mesmo molde. Na Figura 4.54 é apresentada a janela que permite ao utilizador realizar a gestão dos ficheiros.



Figura 4.54 – Gestão dos Ficheiros

No caso de uma empresa de testes de moldes, que troca os moldes com grande frequência, esta função será bastante útil uma vez que podem guardar as informações para cada molde e posteriormente carregar as mesmas, evitando assim tempos de programação, falhas nas configurações e perda de parâmetros.

Os ficheiros que o utilizador pode guardar/carregar dividem-se em duas categorias, “Parâmetros” e “Configurações”, que contêm variáveis diferentes mas que podem ser geridas ao mesmo tempo com a opção “Todos”.

Quando é selecionada a opção “Parâmetros” as variáveis que são guardadas ou carregadas dizem respeito às características do movimento do sistema rotativo, como por exemplo a velocidade, o tempo de atraso, entre outras.

No caso da opção “Configurações” as variáveis guardadas ou carregadas estão relacionadas com a cinemática do sistema rotativo, por exemplo a sequência definida e as suas condições, sinal de início de rotação, entre outros.

A opção “Todos” é utilizada para guardar ou carregar todas as variáveis supramencionadas.

Na Figura 4.54 é possível ver no menu selecionado que existe mais uma opção, para além das referidas, a “Captura de Ecrã”. Quando esta opção é



**Figura 4.55 – Captura de Ecrã**

selecionada fica disponível uma máquina fotográfica (Figura 4.55) no canto superior direito de todos os ecrãs, ao invés da hora e data. A máquina fotográfica simboliza o botão para realizar a captura de ecrã, que após ser pressionada desaparece dando lugar novamente às referências temporais, para que constem na captura de ecrã.

Quando é inserido um dispositivo de memória do tipo USB na porta frontal da consola, ficam mais duas teclas disponíveis na parte inferior do ecrã, assinaladas a verde na Figura 4.56.

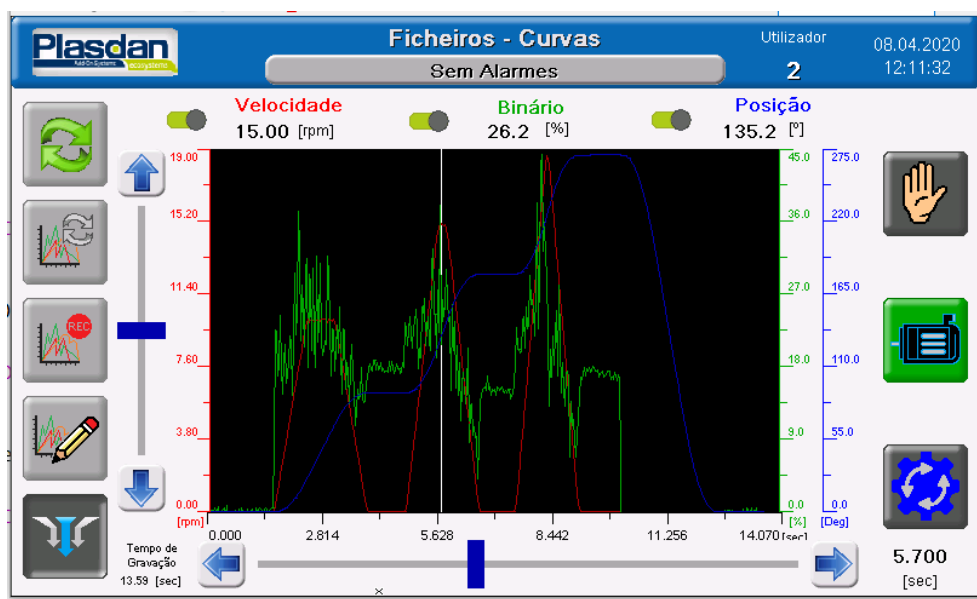


**Figura 4.56 – Teclas para Copiar e Adicionar Ficheiros na ETT731**

A tecla “USB” permite aceder ao dispositivo de memória, sendo possível seleccionar um ficheiro que será copiado para a ETT731 assim que pressionada a tecla “Copiar”, podendo posteriormente ser carregado. É igualmente permitido copiar ficheiros da ETT731 para o dispositivo de memória, para que sejam utilizados em equipamentos semelhantes ou analisados em computador, bastando para tal seleccionar o ficheiro pretendido e pressionar “Copiar”.

- **Apresentação de curvas** – (Nível de utilizador 1), permite ao utilizador ver e analisar as curvas das três variáveis mais importantes no funcionamento de um sistema rotativo, a velocidade, o binário e a posição.

A representação gráfica destas curvas é feita na página apresentada na Figura 4.57, e as curvas podem ser apresentadas ciclicamente ou podem ser registadas manualmente. As teclas presentes à esquerda da página permitem o controlo da gravação das curvas e os ajustes nas mesmas.



**Figura 4.57 – Apresentação de Curvas**

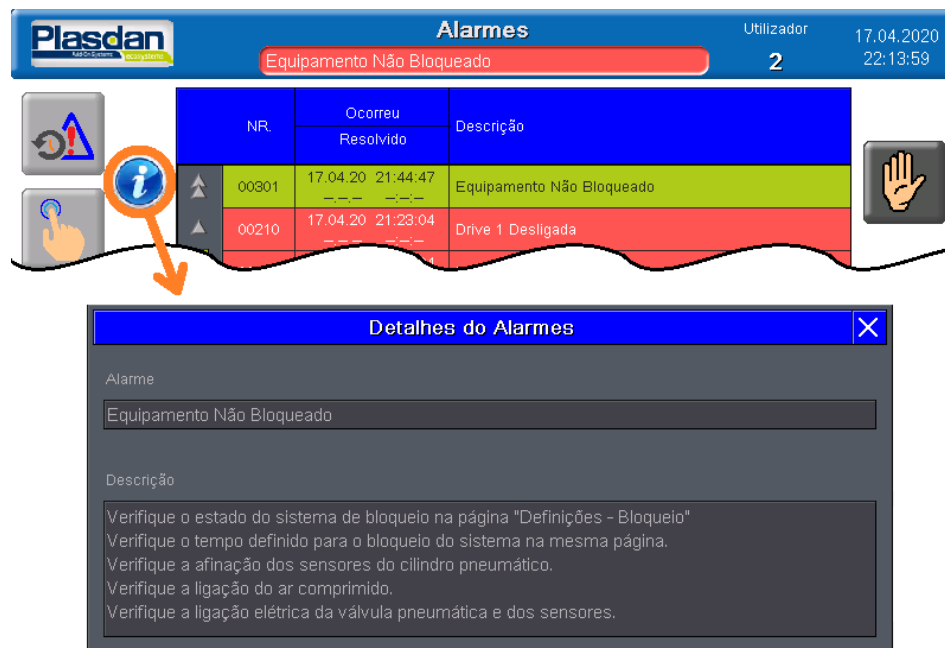
As curvas são importantes para a monitorização do sistema rotativo, por parte do utilizar, e para diagnóstico de falhas. O utilizador pode seleccionar, através dos seletores no topo da página, quais as curvas que são apresentadas, facilitando assim a análise das mesmas.

Para um diagnóstico/monitorização mais precisa, existe um cursor no eixo do “X” e outro no eixo do “Y”, que permitem ao utilizador saber qual é o valor de uma das variáveis num determinado ponto.

Através da função “Captura de Ecrã” abordada anteriormente, é possível guardar o gráfico e transferir o mesmo para o computador.

- **Informações sobre os alarmes** – Como em todos os equipamentos, existem situações de falha, emergência ou má parametrização, nesses momentos é despoletado um alarme que informa o utilizador sobre uma situação que pode comprometer a operação do equipamento.

Tendo em conta que por vezes o texto do alarme não é suficiente para se saber como resolver a situação que despoletou o mesmo, a solução atual conta com um texto auxiliar que dá informações ao utilizador sobre o que despoletou o alarme e/ou como este pode ser resolvido. Para aceder à informação complementar (Figura 4.58) basta selecionar o alarme e pressionar a tecla de informação.



**Figura 4.58 – Informação Complementar dos Alarmes**

## 4.6. Modernização da Caixa de Fusíveis

A modernização da caixa de fusíveis não era parte integrante do projeto inicial. Esta opção surgiu quando, num equipamento de pequenas dimensões, se verificou que a caixa de fusíveis podia ser um problema no manuseamento do sistema rotativo durante o seu acoplamento na IMM.

Como abordado no subcapítulo “3.5.1. Caixa de Fusíveis”, é comum os equipamentos rotativos incluírem uma junta elétrica, de seis ou de doze vias, sendo utilizada uma caixa de fusíveis de proteção das vias da junta elétrica. De modo a obter uma solução igualmente funcional mas muito mais compacta, optou-se pela criação de uma placa de circuito impresso (PCB), com capacidade para alojar até doze fusíveis.

Recorrendo à ferramenta de desenho de PCB “Eagle”, obteve-se o desenho do circuito apresentado na Figura 4.59, que serve de base à criação física da PCB.

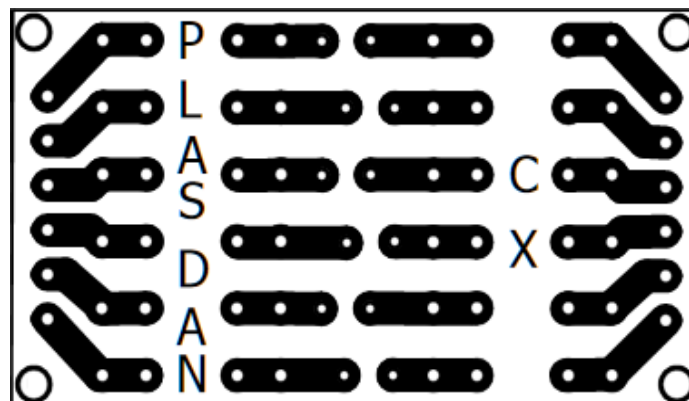


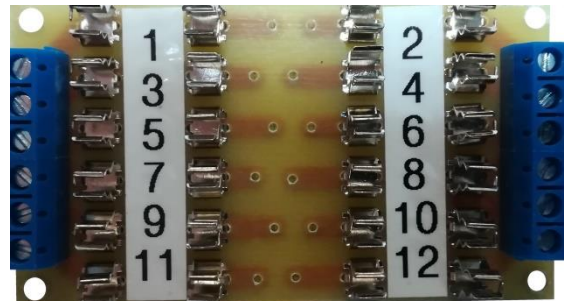
Figura 4.59 – Desenho Final da Placa de Circuito Impresso

O recurso à ferramenta “Eagle” serviu apenas para o desenvolvimento de uma solução de teste para obter aprovação da solução. Caso seja aceite, e venha a integrar os equipamentos Plasdan, a PCB será produzida por uma empresa creditada para tal.

Utilizando o desenho do circuito obtido, presente na Figura 4.59, foi criado um exemplar físico, que após a preparação e finalização da mesma, obteve-se o resultado apresentado na Figura 4.60 e na Figura 4.61.

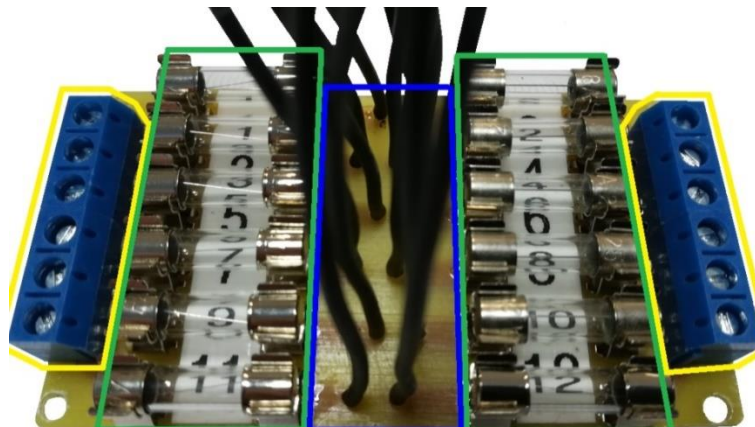


**Figura 4.60 – Vista traseira da PCB**



**Figura 4.61 – Vista Frontal da PCB**

A placa de circuito impresso, que tem 80x44 [mm], é dividida em três zonas distintas, assinaladas por cores na Figura 4.62.



**Figura 4.62 – Zonas da PCB**

- A azul estão representados os fios que fazem a ligação entre a ficha, onde serão ligados os sinais elétricos por parte do cliente, e a PCB;
- A verde está indicada a zona de proteção dos canais da junta elétrica, composta por fusíveis;
- A amarelo estão representados os ligadores onde será ligada a junta elétrica.

Uma vez encontrada e testada uma solução compacta e fiável, alcançando assim os objetivos, procedeu-se à procura de uma caixa metálica que protegesse a PCB do ambiente industrial. Optou-se pela compra de uma caixa em alumínio, com as dimensões de 112,4 [mm] de comprimento X 60,5 [mm] de largura X 31[mm] de profundidade. Esta caixa, apesar bastante compacta, permitia fazer todas as ligações necessárias no seu interior (Figura 4.63).



**Figura 4.63 – Caixa de Fusíveis Aberta**

A nova caixa de fusíveis, quando fechada, tem o aspeto apresentado na Figura 4.64, onde é comparada com uma ficha de dezasseis pinos normal, tendo praticamente o mesmo tamanho.



**Figura 4.64 – Comparativo entre a Caixa de Fusíveis e uma Ficha**

## 4.7. Testes da Nova Solução

Os testes à programação e correto funcionamento da nova solução foram realizados por fases:

- 1º Fase** – Teste do quadro elétrico – Foram testadas todas as ligações no mesmo, as ligações entre este e o sistema rotativo, e os sinais pertencentes à interface, que serão posteriormente utilizados para troca de informação entre o sistema rotativo e a IMM;
- 2º Fase** – Teste da solução de segurança desenvolvida;
- 3º Fase** – Teste do funcionamento do equipamento em modo manual;
- 4º Fase** – Teste das condições de início de rotação e inibição de rotação;
- 5º Fase** – Teste do funcionamento do equipamento em modo automático. Neste teste foi utilizada uma caixa de simulação, para simular a troca de sinais com a IMM;
- 6º Fase** – Teste parcial, de algumas funcionalidades do sistema, por parte de colaboradores da Plasdan.

Em todos os testes existiu a necessidade de fazer correções, ajustes e melhorias. Foram ainda aplicadas sugestões dadas pelos colaboradores que tiveram contacto com o sistema.

Numa próxima fase, toda a solução de programação será testada pelos técnicos do departamento de automação, consoante a disponibilidade dos mesmos, e restantes colaboradores da empresa. Com este teste final pretende-se encontrar falhas, aplicar sugestões de melhoria e validar a solução para começar a ser aplicada e comercializada.

De modo a que um dado equipamento seja sujeito aos mesmos ensaios, pelos diferentes elementos da secção de automação, durante o seu teste de funcionamento e aprovação, foi atualizado o relatório de ensaios. O mesmo é apresentado no Apêndice II – Relatório de Ensaios, passando agora o seu preenchimento a ser realizado em formato digital, reduzindo custos, facilitando futuras consultas e poupando o ambiente.



## 5. Discussão de Resultados

No presente capítulo, é feito um comparativo entre a solução de modernização e a solução atual. Esta comparação será realizada ao nível de funcionalidades, características, vantagens e custos.

### 5.1. Consola de Controlo

A consola de controlo é o elemento que mais funcionalidades e vantagens trouxe ao sistema, sendo o que mais contribui para o objetivo de modernização.



Figura 5.1 – ET243 [30]

A consola ET243 (Figura 5.1) não tem capacidade para acompanhar o avanço que a tecnologia tem sofrido na última década, uma vez que as suas características não só não o permitem como limitam o resto do sistema, como é o caso da velocidade no barramento *CAN* que é de 500 [Mb/s] devido à utilização desta consola.



Figura 5.2 – ETT731 [30]

Na nova solução é utilizada uma consola muito mais recente, com um ecrã colorido e tátil de 7'', que permite uma melhor interação entre o utilizador e o sistema rotativo. O recurso à consola ETT731 (

Figura 5.2) permite ainda velocidades de comunicação maiores, uma vez que a comunicação entre esta e o autómato é realizada por *Ethernet*.

Na Tabela 8 é apresentado um comparativo entre as duas consolas, sendo comparadas as suas principais características.

**Tabela 8 – Comparação das Consolas**

<b>Características</b>	<b>ETT731</b>	<b>ET243</b>
Processador	EDGE2	80C592
Memória Ram	256 [Mbyte]	256 [Byte]
Memória Interna	512 [Mbyte]	8 [kByte]
Entradas/Saídas	Não	Não
Interface	2x USB 2.0, Tipo A 1x Ethernet 10/100 2x CAN bus 1x RS232	1x CAN 1x RS232
Tipo de Ecrã	7'' TFT Colorido 1xTátil	2 Linhas de 40 Caracteres cada uma
Teclas	Não	Sim, 24
Arrefecimento	Passivo, sem Ventilação	Passivo, sem Ventilação
Tensão de Func.	24[Vdc]	24[Vdc]
Corrente Máxima	290[mA]	100 [mA]
Dimensão ( <i>c×l×h</i> )	180x135x40,9[mm]	210x179x42[mm]
Peso	600[gr]	969,5[gr]
Preço	126%	100%

Uma vez que o avanço da tecnologia é já uma constante nos nossos dias, o resultado deste comparativo é o esperado. Como apresentando, a ETT731 tem um rendimento muito superior à ET243, contendo um leque de comunicações muito mais abrangente e uma interface com o utilizador mais fácil e simples de utilizar, apresentando uma dimensão e peso inferiores.

A nível de custos, a ETT731 utilizada na nova solução, é 26% mais cara que a ET243, utilizada na solução atual. Embora mais cara que a atual, o que seria expectável, é a solução que mais compensa a nível económico.

A seleção da ETT731, para equipar a nova solução, trouxe vantagens e desvantagens à monitorização e controlo dos sistemas rotativos. As vantagens mais importantes são:

- **Ecrã tátil colorido** – facilita a operação do sistema rotativo, poupando tempo ao utilizador durante o ajuste do sistema;
- **Capacidade de processamento superior** – permite a criação de funcionalidades novas e mais exigentes, como por exemplo a apresentação de curvas;
- **Velocidades de comunicação superiores** – Permitem uma maior troca de informação para o mesmo intervalo de tempo, agilizando o controlo e a monitorização do sistema;
- **Peso e dimensões** – O seu peso de seiscentos gramas e as suas pequenas dimensões permitem uma solução portátil mais ágil e fácil de manusear.

A única desvantagem encontrada, nesta solução, foi o custo da consola, uma vez que é 26% mais elevado que o custo da consola atual.

### 5.1.1. Caixa da Consola

A caixa da consola é a solução utilizada para tornar a ETT731 portátil (Figura 5.3), existindo atualmente, para a ET243, uma solução idêntica (Figura 5.4).



Figura 5.3 – Caixa da ETT731



Figura 5.4 – Caixa da ET243

Como referido, no subcapítulo “4.1.1. Caixa da Consola ETT731”, existiu a necessidade de criar esta solução porque a ETT731 foi concebida para ser embutida num painel e não para ser portátil.

Na Tabela 9 é apresentado um comparativo entre as duas caixas de consola abordadas no presente projeto.

**Tabela 9 – Comparação da Caixa da Consola**

<b>Características</b>	<b>ETT731</b>	<b>ET243</b>
Peso da Caixa	621,5[gr]	1746[gr]
Peso Final*	1282,5[gr]	2862,2[gr]
Material de conceção	Ferro, 1[mm]	Inox, 2[mm]
Acabamento	Lacado	Não
Dimensão ( <i>c</i> × <i>l</i> × <i>h</i> )	205x160x52 [mm]	242x204x96[mm]
Suporte	Sim, com ajuste em ângulos de 60°	Não
Preço	148%	100%

\*O peso final é a soma os seguintes pesos: caixa; consola; botoneira de emergência; bucin.

Como é possível verificar, a nova solução é muito mais prática e versátil, pesando no seu total, menos 1579,7 gramas que a atual. Desta forma, e sendo a caixa mais ergonómica, permite ao utilizador o seu manuseio de forma fácil sem que este esteja sujeito a um esforço físico desnecessário.

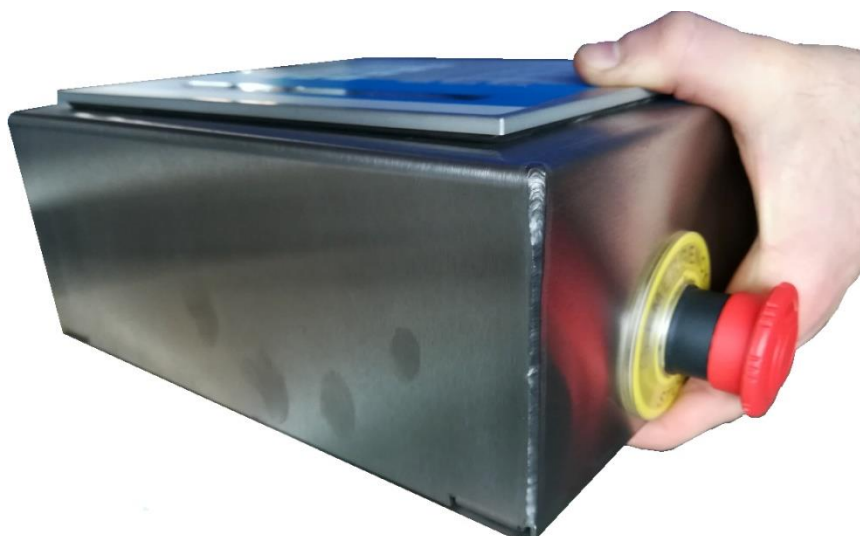
A caixa projetada na nova solução apresenta diversas vantagens, sendo as mais importantes:

- **Leve e prática** – Tendo em conta o seu peso de 1282,5[gr] e a sua estrutura ergonómica, a caixa permite um manuseamento do sistema de forma relaxada;
- **Suporte da consola** – O utilizador pode deste modo guardar a consola em segurança, num sítio fixo, evitando que se danifique. Este suporte permite ao utilizador interagir com a consola, não tendo necessidade de a segurar;
- **Ergonomia** – Esta é uma das características mais importantes da caixa, que não está presente na solução atual. A nova caixa foi desenhada de forma a ser possível

segurar apenas com uma mão, comodamente. Na Figura 5.5 e Figura 5.6 é apresentada a ergonomia de cada uma das soluções.



**Figura 5.5 – Ergonomia da Caixa da ETT731**



**Figura 5.6 – Ergonomia da Caixa da ET243**

Embora a nova solução seja 48% mais dispendiosa, é extremamente prática e compacta, o que dá uma imagem cuidada ao terminal de monitorização e controlo do sistema rotativo. Deste modo, será ainda obtida uma maior satisfação do cliente.

### 5.1.2. Ligação ao Quadro Elétrico

A ligação ao quadro elétrico, na nova solução, é efetuada apenas através de um cabo elétrico, um cabo híbrido, uma vez que é composto por um cabo de rede e sete condutores para sinais. Na solução atual esta ligação é realizada através de uma conduta plástica, em poliamida, que no seu interior tem o cabo de comunicação CAN 2x0,75 e um cabo 7G1.

Na Tabela 10 são apresentados os componentes utilizados para a ligação entre a consola e o quadro elétrico nas duas soluções.

**Tabela 10 – Componentes na Ligação ao Quadro Elétrico**

<b>Componentes Nova Solução</b>	<b>Componentes Solução Atual</b>
Cabo Híbrido	Conduta Poliamida
Tampa da Ficha	Cabo de CAN
Base da Ficha	Cabo 7G1
Miolo Fêmea	Tampa da Ficha
Miolo Macho	Base da Ficha
Bucim	Miolo Fêmea
Pino 0,5[mm] Fêmea	Miolo Macho
Pino 0,5[mm] Macho	Bucim
<b>Preço</b>	
184%	100%

Numa primeira análise, recorrendo às tabelas anteriores, é possível ver que o custo da nova solução é uma desvantagem, uma vez que é 84% mais cara. A compra de um cabo feito por medida pode ser considerada também uma desvantagem, uma vez que para ter um preço mais acessível é necessário realizar uma compra de grandes quantidades (1000m), que tem um custo elevado.

Esta solução apresenta várias vantagens, sendo as mais importantes referidas de seguida:

- **Um cabo único, híbrido** – Este cabo facilita bastante a interligação entre a ETT731 e o quadro elétrico, tendo ele também vantagens:
  - Permite uma arrumação mais compacta da consola, aquando do embalamento do equipamento para expedição;

- Este cabo pode ser facilmente utilizado em soluções integradas Plasdan, interligando diferentes equipamentos que comuniquem por *Ethernet* ou outro protocolo que utilize o mesmo tipo de cabo, sendo igualmente trocados os sinais de emergência necessários.
- **Sistema à Prova de Erro** – Uma vez que a ficha utilizada se divide em duas zonas bem distintas, a dos sinais e a da comunicação, impossibilitando assim a colocação de potência nos condutores destinados à comunicação.
- **Cabo desenvolvido para ambiente industrial** – Esta característica garante a sua longevidade quando exposto a óleos e outros resíduos comuns na indústria.

Durante a procura de uma solução para a ligação entre a ETT731 e o quadro elétrico foram estudadas duas soluções, a solução apresentada, que utiliza um cabo híbrido e de uma ficha igualmente híbrida, e uma solução idêntica à atual, onde seria trocado o cabo de *CAN* por um cabo de rede.

A utilização de uma solução idêntica à atual teria a vantagem da redução de custos, mas traria várias desvantagens ao sistema, algumas delas significativas, como por exemplo:

- **Interferências na comunicação *Ethernet*** – Uma vez que o cabo *Ethernet* seria ligado numa ficha que não é a indicada para este fim, poderia haver falhas ou ruídos na comunicação que colocassem a ETT731 “*offline*”, obrigando à paragem da produção e ao reiniciar do sistema.
- **Erros de ligação** – Uma vez que numa ficha de sinais os pinos são apenas distinguidos pela sua numeração, poderia haver uma troca de ligações que fizesse com que os fios de comunicação ficassem com potencial. Numa situação destas a ETT731 ficaria danificada, necessitando de ir para reparação ou ser substituída por uma nova. Esta ocorrência representaria um custo elevado e uma inibição de produção que poderia trazer outras consequências;
- **Conduta de poliamida** – Esta conduta deforma-se facilmente quando mal manuseada, podendo no pior dos casos, e já com algum desgaste, rasgar. Uma vez rasgada, os cabos que estão no seu interior ficam expostos ao ambiente industrial, diminuindo assim a sua longevidade.

A solução atual foi a selecionada por ser a mais fiável. Embora apresente um custo mais elevado, poderá igualmente representar uma poupança, uma vez que salvaguarda a constante operacionalidade do equipamento. Tendo em conta que a tecnologia está em constante evolução, procurando sempre soluções mais compactas e fiáveis, cabos e fichas do tipo híbrido passarão a ser uma solução mais usual, o que muito provavelmente se refletirá na diminuição de custos.

## 5.2. Autómato

A substituição da componente de automação atual, pela mais recente da *Sigmathek*, na mesma gama, trouxe imensas vantagens ao controlo e monitorização dos sistemas rotativos. As vantagens obtidas são principalmente a nível de programação e comunicação, existindo também vantagens a nível do espaço físico ocupado.

### 5.2.1. Autómato Principal

O autómato principal é o responsável pelo processamento de toda a informação relativa ao controlo e monitorização dos sistemas rotativos. O presente projeto substituiu o autómato CCP531 da gama C-DIAS pelo CP108 da gama S-DIAS.

Na Tabela 11 é apresentado um comparativo entre os dois módulos de processamento que equipam ambas as soluções.

**Tabela 11 – Comparação entre o C-DIAS e o S-DIAS**

<b>Características</b>	<b>CP102</b>	<b>CCP531</b>
Processador	EDGE 2	EDGE
Memória Ram	256 [Mbyte]	64 [Mbyte]
Memória Interna	256 [Mbyte]	512 [kbytes]
Memória Cache	512-[kbyte] L2	32 [kbyte] L1
Entradas/Saídas	Não	Não
Interface	1x USB-OTG 1x Ethernet 1x CAN 1xS-DIAS	1x CAN 1x USB 2.0 1x USB 1.1 1xEthetnet

		1xC-DIAS
Velocidade de Comunicação	100[Mbit/s]	10[Mbit/s]
Máximo de Conexões	S-DIAS – 64 CAN – >100	C-DIAS – 8 CAN – 32
Base de Conexões	Não	Sim, até 8
Display de Estado	Não (apenas três leds)	Sim
Tensão de Funcionamento	24[Vdc]	24[Vdc]
Corrente Máxima	1[A]	500[mA]

Na Tabela 12 é apresentada uma comparação global entre os dois autómatos.

**Tabela 12 – Comparação Global do PLC**

<b>Características</b>	<b>Nova Solução</b>	<b>Solução Atual</b>
Tamanho dos Módulos( $l \times h$ )	12,5x104,2 [mm]	24,9x129 [mm]
Tamanho Global ( $l \times h$ )	50x104,2 [mm]	125x149,5 [mm]
Entradas Digitais	Total – 20 / Livres – 3	Total – 24 / Livres – 3
Saídas Digitais	Total – 16 / Livres – 2	Total – 24 / Livres – 5
Entradas Analógicas	Total – 4 / Livres – 1	Total – 2 / Livres – 0
Saídas Analógicas	Total – 4 / Livres – 4	Total – 1 / Livres – 0
Preço Total	77,52%	100%

A migração para a gama S-DIAS, da *Sigmathek*, trouxe uma poupança de 22,46% quando comparada com a solução atual, sendo esta uma poupança significativa.

Está atualmente em estudo, por parte do departamento de engenharia mecânica da Plasdan, a remoção dos sensores de afastamento que são utilizados nos PR4. Se tal acontecer, a poupança passará de 22,46% para 48,7%, uma vez que o módulo analógico é o mais caro do autómato.

Esta solução não apresenta qualquer desvantagem ao sistema, antes pelo contrário. A nível de vantagens, as mais importantes são:

- **Compacidade** – A nova solução conta com um autómato muito mais compacto, possibilitando a diminuição do quadro elétrico;
- **Expansibilidade** – A gama S-DIAS permite uma expansão do autómato até sessenta e quatro módulos;
- **Processador atual** – Permite o desenvolvimento e utilização de funções mais exigentes ao nível de processamento;

- **Custo** – O facto de se poder utilizar a tecnologia mais recente a um preço mais acessível é uma grande vantagem.

A solução obtida ao nível do autómato principal apresenta apenas vantagens, quando comparada com a solução atual, o que faz desta opção uma ótima solução.

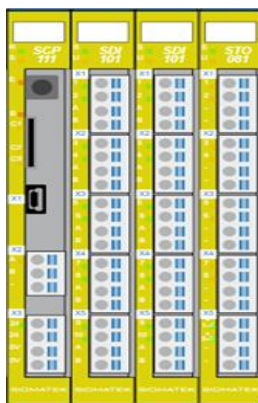
### 5.2.2. Solução de Segurança

O autómato de segurança é o responsável pelo controlo e monitorização de todos os sinais relativos à segurança do próprio equipamento, do robô e da IMM.



**Figura 5.7 – Relé de Segurança [27]**

Na solução atual são utilizados relés de segurança (Figura 5.7) com o intuito de se tomar conhecimento do estado de todas as seguranças. Nesta solução, o autómato apenas tem conhecimento do estado de cada segurança através de um sinal digital que é transmitido pelo relé de contactos guiados correspondente, não sabendo se o sistema está em emergência/segurança ou se ocorreu uma falha no circuito de segurança.



**Figura 5.8 – Autómato de Segurança**

Na nova solução, recorrendo a um autómato de segurança (Figura 5.8), é possível, através da programação desenvolvida no mesmo, detetar qualquer tipo de falha que ocorra no circuito de segurança. A informação sobre a falha é posteriormente enviada para o autómato principal e será despoletado o alarme correspondente, diminuindo assim drasticamente o tempo de diagnóstico de falhas.

Uma vez que a nova solução utiliza uma tecnologia completamente diferente da atual, apenas algumas características podem ser comparadas, presentes na Tabela 13.

**Tabela 13 – Comparação da Solução de Segurança**

<b>Características</b>	<b>Nova Solução</b>	<b>Solução Atual</b>
Nível de Segurança	Cat. 4 / PLe (EN ISO 13849-1/-2)	Cat. 4 / PLe (EN ISO 13849-1/-2)
Programável	Sim	Não
Diagnóstico	Sim	Não
Integração com o CP102	Sim	Não
Dimensão Unitária (lxh)	12,5x104,2 [mm]	22,5x99 [mm]
Dimensão Global (lxh)	50x104,2 [mm]	90x99 [mm]
Preço	142,28%	100%

A nova solução de segurança, tem como principal e única desvantagem o preço, que é muito superior ao atual em mais de 40%.

A utilização de um autómato de segurança, embora mantendo o mesmo nível de segurança, que já é o mais elevado, tem várias vantagens:

- **Monitorização mais completa** – É possível saber qual foi o componente que falhou e qual a causa, se houve a perda de um contacto, se está danificado, etc;
- **Eletrificação mais simples** – Uma vez que todas as seguranças e monitorizações vão ao autómato de segurança, que processa toda a informação, não há a necessidade de encravamentos elétricos entre componentes, o que simplifica bastante a eletrificação do quadro elétrico;
- **Paragem do sistema rotativo de forma controlada** – Assim que atuada uma segurança, o autómato irá dar ordem ao controlador para parar o sistema o mais rápido possível, colocando de seguida o servo motor em segurança, ou seja, sem potencial elétrico (STO – *Safe Torque Off*).

Na solução atual, assim que o sistema entra em segurança, o controlador do servo motor fica imediatamente em STO o que faz com que, devido à sua inércia, o sistema se mantenha em rotação, parando devido ao atrito causado por todos os elementos envolvidos na rotação.

### 5.3. Quadro Elétrico

A utilização de componentes mais compactos permitiu a transição de um quadro elétrico de 800x600x300 [mm] (comprimento x altura x profundidade) para um com 600x600x300 [mm], o que irá facilitar a sua arrumação no cliente.

**Tabela 14 – Custeio do Quadro Elétrico**

Custo na Nova Solução	Custo na Solução Atual
57,14%	100%

Como é apresentado na Tabela 14, a nova solução tem vantagens no custo.

### 5.4. Programação

O desenvolvimento do presente projeto acrescentou muitas funcionalidades e opções ao controlo e monitorização de sistemas rotativos, que serão úteis não só ao utilizador final mas também aos técnicos da Plasdan.

O programa principal mantém o atual modo de funcionamento dos sistemas rotativos mas de uma forma mais versátil e organizada, de modo a que seja possível utilizar cinemáticas definidas manualmente. O novo programa dos sistemas rotativos conta com novas opções e funcionalidades, tais como:

- **Seqüência de funcionamento dinâmica** – Esta funcionalidade é a mais forte de todo o programa, sendo esta a base de todo o controlo do movimento do sistema rotativo. Com esta funcionalidade é possível o utilizador adaptar a cinemática do sistema rotativo à cinemática do molde em utilização, de forma rápida e simples, estando limitado ao número de movimentos e estações de funcionamento definidas para o equipamento.

Este tipo de controlo permite a um técnico do departamento de automação da Plasdan, criar uma seqüência completamente parametrizável, tanto ao nível do

número de movimentos como ao nível de posições a utilizar, podendo inclusive utilizar valores de posição inseridos manualmente ao invés dos definidos pelo sistema.

- **Parametrização das estações de trabalho** – Esta opção permite que o utilizador configure quais as estações que utilizam sensores de posicionamento, sistema de bloqueio e que mantêm o binário no servo motor mesmo quando parado. Esta opção é muito útil quando se recorre à funcionalidade anterior.
- **Teste das saídas** – Esta opção permite ativar e desativar, manualmente, todas as saídas do sistema, o que será muito útil para diagnóstico de falhas e no arranque de um novo equipamento no cliente, para testar a interface com a IMM.
- **Verificação do posicionamento** – A nova solução verifica o posicionamento dos sistemas rotativos através de combinação binária, o que faz com que para seis posições sejam necessários apenas três sensores indutivos, e não seis como na solução atual.
- **Posição de extração** – É permitida a rotação do equipamento para uma posição definida pelo utilizador, onde a extração seja mais conveniente. Nesta posição a máquina de injeção não tem permissão para fechar.

No que respeita à visualização da ETT731, tudo o que é apresentado foi desenvolvido de raiz, uma vez que nem a consola atual nem a programação da mesma se assemelham à nova solução.

A utilização desta consola abriu portas a novos desenvolvimentos e à criação de novas funcionalidades, tais como:

- **Apresentação de curvas** – Uma vez que a velocidade de comunicação entre os componentes que compõem a solução de automação é muito mais elevada, é assim possível apresentar as curvas da velocidade, binário e posição do sistema rotativo, o que permite uma monitorização do movimento mais rigorosa;

- **Gestão de ficheiros** – Permite, ao utilizador, guardar todos os parâmetros e configurações que utilizou na programação da cinemática do sistema rotativo. Com esta opção há a possibilidade de troca de ficheiros entre um dispositivo de armazenamento USB e a ETT731. É ainda possível a captura do ecrã;
- **Interface ágil e cuidado** – A criação de uma visualização cuidada e intuitiva é muito importante para quem vai operar o sistema, mais importante ainda, quando tido em conta que o utilizador terá um nível baixo de conhecimento da interface e possivelmente do sistema;
- **Informação extra nos alarmes** – Apresentação de uma lista de informações e/ou solução para a situação que despoletou o alarme, possibilitando uma diminuição drástica no tempo de paragem do equipamento;
- **Mais idiomas disponíveis** – A nova solução conta com uma visualização traduzida em onze idiomas, mais seis idiomas que a solução atual. Desta forma é facilitada a operação do sistema pelo mundo fora, e é garantida a satisfação do cliente.

No geral, toda a programação desenvolvida trouxe uma maior facilidade de controlo dos sistemas rotativos e uma enorme versatilidade, não só a nível do programa principal, como do programa da visualização. Esta versatilidade possibilita a utilização da solução de programação desenvolvida como base de soluções de programação para novos equipamentos Plasdan, o que se refletirá numa poupança de custos de desenvolvimento.

## 5.5. Caixa de Fusíveis

A caixa de fusíveis é o elemento que serve de proteção à junta elétrica que, com a realização deste projeto, ficou com uma dimensão extremamente reduzida, quando comparada com a atual. Na Figura 5.9 encontra-se a vermelho a solução atual e a verde a nova.



Figura 5.9 – Comparativo e Localização da Caixa de Fusíveis

Na Tabela 15 constam todos os componentes que estão relacionados com a caixa dos fusíveis, na solução atual e na nova solução.

Tabela 15 – Componentes da Caixa de Fusíveis

<b>Componentes Nova Solução</b>	<b>Componentes Solução Atual</b>
Miolo Fêmea	Miolo Fêmea
Base da Ficha	Base da Ficha
Cabo 14G0,5	Caixa Hammond 1590B
Caixa 125x125x75	Suporte PCB
Chapa p/ Fixar a Caixa	PCB
Calha Omega	Ligador 3 Pinos p/ PCB
Borne Suporte de Fusível	Suporte de Fusível p/ PCB
Fusível	Fusível
Bucim PG16	Bucim PG11
Porca Bucim PG16	Porca Bucim PG11
<b>Preço</b>	
42%	100%

A nova solução custa 42% da atual. Para além do preço, a nova solução tem a grande vantagem de ser bastante compacta, o que facilita bastante a sua fixação no equipamento rotativo.

## 5.6. Comparativo Global

O presente projeto promoveu a modernização de vários aspetos e componentes nos sistemas rotativos produzidos e comercializados pela Plasdan.

Na Tabela 16 é apresentada uma comparação global de preços, entre a nova solução e a solução atual, para cada uma das áreas que sofreu modernização.

**Tabela 16 – Comparativo Global de Preços**

<b>Componente</b>	<b>Nova Solução</b>	<b>Solução Atual</b>
Consola	126%	100%
Caixa da Consola	148%	100%
Ficha da Consola	184%	100%
Autómato Principal	77,52%	100%
Autómato Segurança	142,28%	100%
Quadro Elétrico	57,14%	100%
Caixa dos Fusíveis	42%	100%
<b>Preço Total em Percentagem</b>	105%	100%
<b>Preço Total em Euros</b>	2038,1€	1940,35€

Perante esta análise comparativa, é possível concluir que a solução projetada é mais cara, 97,75[€] (5%), que a atual. Uma vez que toda a componente elétrica de um sistema rotativo ronda os 5000[€], falamos de um aumento de preço na ordem dos 1,96[%].

Tendo em conta a quantidade de vantagens que o projeto apresenta, a imagem que a Plasdan passa aos seus clientes, mostrando que se preocupa com a inovação tecnológica, e a clara necessidade de uma modernização no controlo e monitorização dos sistemas rotativos, a diferença de preço é considerada irrelevante.

A nova solução, embora mais dispendiosa, pode ser utilizada como base de programação de novos equipamentos, o que se refletirá numa redução de custos de desenvolvimento futuros, sendo esta outra das grandes vantagens do presente projeto.

## 6. Conclusões e Trabalhos Futuros

O presente projeto, intitulado de “**MODERNIZAÇÃO DO CONTROLO E MONITORIZAÇÃO DE UM SISTEMA ROTATIVO**” foi desenvolvido num contexto industrial, referente ao Mestrado de Engenharia Mecânica – Produção Industrial.

Neste âmbito, e uma vez relacionado com o ambiente industrial, os objetivos do projeto visam o melhoramento de um tipo de sistemas produzidos pela empresa Plasdan – Automação e Sistemas, Lda, os Sistemas Rotativos, que são comercializados para todo o mundo.

Todas as soluções apresentadas foram discutidas com todos os elementos do departamento de automação da Plasdan, porque, mais que um projeto académico, este projeto é uma melhoria num grupo de equipamentos que contam já com dezenas de anos de existência e são vendidos para o mundo todo.

De forma resumida, todos os objetivos apresentados no capítulo 3. Projeto, foram alcançados. A escolha de uma consola de interface homem-máquina, tátil e colorida, potenciou a criação de novas funcionalidades e melhorias nas já existentes. Deste modo, a realização do presente projeto resultou em inúmeras vantagens, quer para o cliente, quer para a Plasdan, sendo as seguintes as mais importantes:

- Vantagens para o cliente/utilizador:
  - ✓ Um interface homem-máquina cuidado, intuitivo e portátil que diminui drasticamente a curva de aprendizagem de um novo utilizador do equipamento rotativo, facilitando a operação do equipamento;
  - ✓ Aplicação de um novo controlo de cinemática do equipamento rotativo, que permite a rápida adaptação da mesma aos diferentes moldes utilizados;
  - ✓ Possibilidade de troca de ficheiros de parâmetros entre equipamentos semelhantes, recorrendo à função “Catálogo”. Deste modo pode ser configurado um equipamento rotativo e transferida a parametrização deste para os restantes, reduzindo drasticamente o tempo de parametrização de equipamentos que utilizem a mesma cinemática;

- ✓ Cobertura de diagnóstico avançada, que permite o teste de todas as saídas do sistema em modo manual e contempla a apresentação de mensagens informativas com as causas/soluções dos alarmes ativos, o que diminui significativamente o tempo de diagnóstico de falhas;
  - ✓ Facilidade de colocação do sistema rotativo na máquina de injeção, uma vez que a caixa de fusíveis não representará um possível objeto de interferência com o meio de elevação e manuseamento utilizado;
- Vantagens para a Plasdan:
- ✓ Transmite aos seus clientes uma imagem de preocupação e acompanhamento da evolução tecnológica, o que é muito importante para uma indústria que se tem tornado cada vez mais exigente, tanto ao nível de produtos finais como de soluções para obter os mesmos;
  - ✓ Possibilidade de realização de testes com cinemáticas diferentes no normal funcionamento dos sistemas rotativos;
  - ✓ Utilização da solução de programação e automação como base de novos desenvolvimentos, diminuindo assim o tempo de desenvolvimento de novos produtos Plasdan.

Todos os objetivos foram alcançados tendo em conta as necessidades e satisfação do cliente, assim como os custos associados. A nova solução tem um custo mais elevado, o que seria expectável, tendo em conta que a solução atual já se encontrava tecnologicamente ultrapassada e era menos exigente na monitorização da segurança do equipamento/utilizador.

Concluiu-se que a programação desenvolvida é realmente versátil, a ponto de servir de base a novos desenvolvimentos, mesmo antes de esta estar finalizada, uma vez que durante a realização do presente projeto houve a necessidade de desenvolver uma solução de programação para apresentar na feira K2019 (feira mundialmente mais importante de plásticos e borracha, em Düsseldorf [33]), tendo sido utilizada a visualização e as funções de programação já desenvolvidas.

Como este novo equipamento tinha uma cinemática completamente diferente dos sistemas rotativos, houve a necessidade de criar um objeto orientado específico para o

mesmo, mas, como utilizava servo motores da mesma marca, apenas foi necessário replicar o objeto orientado, responsável pela comunicação com o controlador do servo motor, três vezes, ficando assim com a possibilidade de controlar os quatro eixos do protótipo.

No que respeita à visualização, todas as funções e apresentações já desenvolvidas foram mantidas, havendo apenas a necessidade de criar as janelas específicas para o protótipo, como é o caso da página principal presente na Figura 6.1.

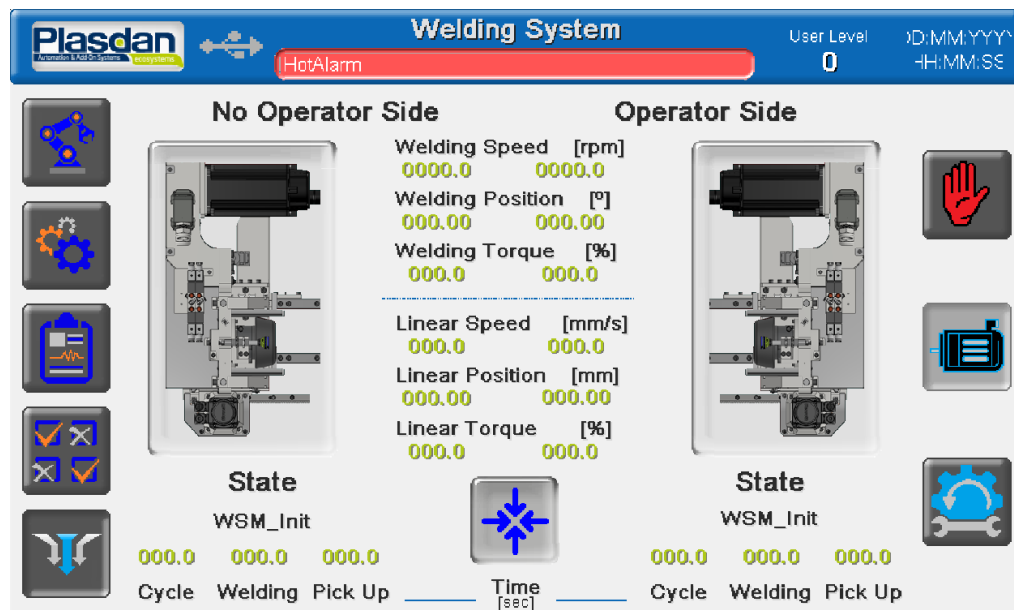


Figura 6.1 – Página Principal do Protótipo K2019

Os sistemas rotativos são equipamentos padrão, comercializados para todo o mundo, deste modo estarão sempre sujeitos a novos melhoramentos e desenvolvimentos, ajustando-se sempre às necessidades do cliente e da indústria. Deste modo, são propostos os seguintes trabalhos futuros:

- Tradução da visualização para o idioma mandarim;
- Procura contínua de novas soluções que proporcionem uma melhoria constante do equipamento e potenciem um custo de produção mais baixo;
- Criação de manuais de utilizador em todos os idiomas presentes na visualização;
- Testes de qualidade e fiabilidade e aprovação da solução para comercialização;
- Aprovação do manual de instruções, por parte do departamento de qualidade;
- Aprovação do relatório de ensaios, por parte do departamento de qualidade.



## Bibliografia

- [1] Plasdan, “<http://www.plasdan.pt/>,” Plasdan, [Online]. Available: <http://www.plasdan.pt/>. [Acedido em 28 Dezembro 2019].
- [2] P. J. P. d. S. Araujo, “[plasdan.pt](http://www.plasdan.pt/),” CEO da Plasdan - Automação e Sistemas, Lda, [Online]. Available: <https://www.plasdan.pt/>. [Acedido em 28 Dezembro 2019].
- [3] A. J. P. J. C. V. A. G.-C. Célio Fernandes, “<https://www.researchgate.net/>,” 27 Janeiro 2016. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/295503880\\_Modeling\\_and\\_Optimization\\_of\\_the\\_Injection-Molding\\_Process\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/295503880_Modeling_and_Optimization_of_the_Injection-Molding_Process_A_Review). [Acedido em 15 Abril 2020].
- [4] T. W. Y. Z. J. Z. A. T. H. E. Suchana A. Jahan, “[scencedirect.com](https://www.sciencedirect.com/),” 2017. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917302603>. [Acedido em 19 Abril 2020].
- [5] P. d. O. Brasileiro, “Revista Ferramental - Considerações sobre o processo de injeção multicomponentes,” Setembro/Outubro 2006. [Online]. Available: [https://issuu.com/revistaferramental8/docs/edi\\_\\_\\_o\\_8](https://issuu.com/revistaferramental8/docs/edi___o_8). [Acedido em 14 Abril 2020].
- [6] H. M. G. Cordeiro, “Conceção e desenvolvimento de produto, ferramenta,” Março 2016. [Online]. Available: <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/2007/1/H%C3%A9lder%20Manuel%20Gaspar%20Cordeiro.pdf>. [Acedido em 15 Abril 2020].
- [7] Cefamol, “História do Setor,” Cefamol, [Online]. Available: <https://www.cefamol.pt/index.php?id=29>. [Acedido em 13 Abril 2020].
- [8] D. G. d. A. Económicas, “Sinopse Indústria de Moldes,” 2018. [Online]. Available: [www.dgae.gov.pt › sinopse-industria-moldes\\_vf\\_2018-3-pdf](http://www.dgae.gov.pt/sinopse-industria-moldes_vf_2018-3-pdf). [Acedido em 9 Abril 2020].

- [9] D. T. Roda, “O Ciclo de Injeção,” 02 04 2018. [Online]. Available: <https://www.tudosobreplasticos.com/processo/cicloinjecao.asp>. [Acedido em 13 Abril 2020].
- [10] M. C. F. M. D.E. Dimla, “Design and optimisation of conformal cooling channels in injection moulding tools,” *Journal of Materials Processing Technology*, 2005.
- [11] J. Post, “aireplastics.com,” [Online]. Available: <https://www.aireplastics.com/basic-injection-molding-process/>. [Acedido em 19 Abril 2020].
- [12] P. A. d. C. Saraiva, “Projeto de um molde de injeção,” 29 Setembro 2016. [Online]. Available: <https://iconline.iplleiria.pt/bitstream/10400.8/2422/1/Paula%20Alexandra%20da%20Cruz%20Saraiva-Mestrado%20em%20Engenharia%20da%20Conce%C3%A7%C3%A3o%20e%20Desenvolvimento%20do%20Produto.pdf>. [Acedido em 11 Abril 2020].
- [13] G. T. Fowler, “Thesis - COST AND PERFORMANCE EVALUATION MODELS FOR COMPARING MULTISHOT AND TRADITIONAL INJECTION MOLDING,” Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, 2004.
- [14] Billion, “billion.fr,” Billion, [Online]. Available: <https://www.billion.fr/en/products-solutions/products/gm/>. [Acedido em 14 Abril 2020].
- [15] D. C. Huang, “CAE assistance to overcome challenges in MCM product development,” Julho 21 2014. [Online]. Available: <http://exclusive.multibriefs.com/content/cae-assistance-to-overcome-challenges-in-mcm-product-development/manufacturing>. [Acedido em 20 Abril 2020].
- [16] N. V. P. Gonçalves, “Ferramentas moldantes para obtenção de sistemas bi-material,” 2012. [Online]. Available: [https://ria.ua.pt/bitstream/10773/10128/1/tese\\_nuno%20gon%C3%A7alves.pdf](https://ria.ua.pt/bitstream/10773/10128/1/tese_nuno%20gon%C3%A7alves.pdf). [Acedido em 18 Abril 2020].

- [17] A. J. D. d. Costa, “EQUIPAMENTOS STANDARD PARA MONTAGEM DE COMPONENTES - COMPONENTE DE AUTOMAÇÃO,” 2016. [Online]. Available:  
[http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/Modelling/2016\\_AmaroCosta/Relat%C3%B3rio\\_Tese\\_AmaroCosta\\_v3Jul2016.pdf](http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/Modelling/2016_AmaroCosta/Relat%C3%B3rio_Tese_AmaroCosta_v3Jul2016.pdf). [Acedido em 11 Abril 2020].
- [18] sumitomo-shi-demag, “sumitomo-shi-demag.eu,” [Online]. Available:  
<https://www.sumitomo-shi-demag.eu/processes/multi-component-technology/rotary-plate.html>. [Acedido em 22 Abril 2020].
- [19] sumitomo-shi-demag, “sumitomo-shi-demag.eu,” Sumitomo, [Online]. Available:  
<https://www.sumitomo-shi-demag.eu/processes/multi-component-technology/horizontal-dial.html>.
- [20] sumitomo-shi-demag, “sumitomo-shi-demag.eu,” [Online]. Available:  
<https://www.sumitomo-shi-demag.eu/processes/multi-component-technology/indexing-plate.html>. [Acedido em 22 Abril 2020].
- [21] Multitech, “multitech-imm.com,” Multitech, [Online]. Available: [http://en.multitech-imm.com/prod\\_view.aspx?TypeId=12&Id=188&FId=t3:12:3](http://en.multitech-imm.com/prod_view.aspx?TypeId=12&Id=188&FId=t3:12:3). [Acedido em 20 Abril 2020].
- [22] Foboha, “foboha.com,” Foboha, [Online]. Available:  
<https://www.foboha.com/en/technology/rotary-table-turning-systems>. [Acedido em 20 Abril 2020].
- [23] Inpros, “inpros.it,” Inpros, [Online]. Available:  
<https://www.inpros.it/en/macchine/tavole-rotanti/>. [Acedido em 20 Abril 2020].
- [24] Euromap, “Euromap.org,” Euromap, [Online]. Available:  
<https://www.euromap.org/en/about-us/about-euromap/>. [Acedido em 8 Fevereiro 2020].
- [25] Euromap, “Euromap Technical Recommendations,” Euromap, [Online]. Available:  
<https://www.euromap.org/en/technical-issues/technical-recommendations/>. [Acedido em 8 Fevereiro 2020].

- [26] Sigmatek, “Sigmatek-automation.com,” [Online]. Available: [https://www.sigmatek-automation.com/fileadmin/user\\_upload/downloads/ETT-731-eng.pdf](https://www.sigmatek-automation.com/fileadmin/user_upload/downloads/ETT-731-eng.pdf).
- [27] R. Automation, “ab.rockwellautomation.com,” Rockwell, [Online]. Available: <https://ab.rockwellautomation.com/Safety/Relays/Single-Function>. [Acedido em 14 Abril 2020].
- [28] Finder, “gfinder.findernet.com,” Finder, [Online]. Available: <https://gfinder.findernet.com/public/attachments/7S/EN/S7SEN.pdf>. [Acedido em 15 Novembro 2019].
- [29] S. Tecnica, “Servotecnica.com,” Sumitomo, [Online]. Available: <https://www.servotecnica.com/en/component/zoo/what-is-a-slip-ring/>. [Acedido em 11 Abril 2020].
- [30] Sigmatek, “Sigmatek-automation.com,” Sigmatek, [Online]. Available: <https://www.sigmatek-automation.com/en/products/hmi/3-12-inch-panels/>. [Acedido em 22 Abril 2020].
- [31] Harting, “b2b.harting.com,” [Online]. Available: <https://b2b.harting.com/ebusiness/en/Han-Q-Data-RJ45-M/09120113001>. [Acedido em 16 Julho 2019].
- [32] M. Fonseca, “plcopen.org,” [Online]. Available: [https://www.plcopen.org/sites/default/files/downloads/intro\\_iec\\_march04\\_portuguese.pdf](https://www.plcopen.org/sites/default/files/downloads/intro_iec_march04_portuguese.pdf). [Acedido em 24 04 2020].
- [33] K. Tradefair, “k-tradefair.pt,” k-tradefair, [Online]. Available: <https://www.k-tradefair.pt/>. [Acedido em 26 Abril 2020].

## **Apêndices**

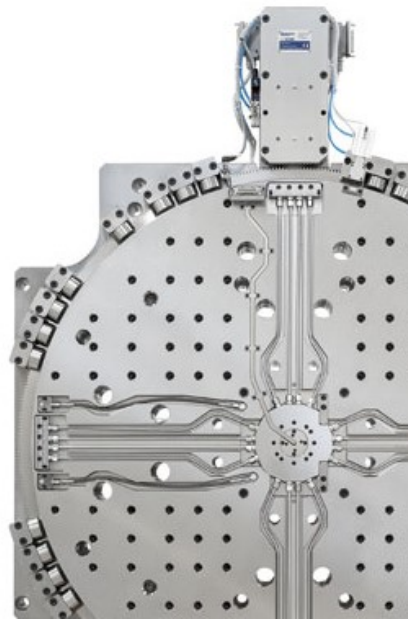
## **Apêndice I – Manual de Instruções**





# PRATO ROTATIVO

## MANUAL DE INSTRUÇÕES



**PR4.XXXX**

**Nº de Série OBXXXX**

Versão original  
Português

Abril.2020  
REV.00



## Índice

Lista de Figuras .....	i
Lista de Tabelas .....	iii
1. Introdução.....	1
2. Especificações .....	3
2.1. Máquina de Injeção de Plástico .....	3
2.2. Prato Rotativo .....	3
2.3. Desenho Mecânico PR4.XXXX_OBXXXX .....	4
3. Procedimentos de Instalação do Equipamento.....	5
3.1. Instruções de Serviço para a Junta Rotativa .....	5
3.1.1. Circuitos Elétricos .....	5
3.1.2. Circuitos Hidráulicos – Detalhes Técnicos .....	5
3.1.3. Circuitos de Água .....	6
3.1.3.1. Inibidor de Corrosão.....	7
3.1.4. Circuitos de Óleo .....	7
3.2. Proteção Durante a Montagem do Equipamento .....	7
3.3. Fixação do Prato Rotativo.....	9
3.4. Montagem do Molde.....	11
4. Componentes do Equipamento.....	12
4.1. Quadro Elétrico .....	12
4.2. Interface Homem – Máquina .....	13
4.3. Alimentação Elétrica do Equipamento .....	13
4.4. Sinais Elétricos de Comunicação.....	14
4.4.1. Interface Plasdan.....	14

4.4.2.	Interfaces <i>Euromap 67</i> e <i>Euromap 12</i> .....	16
4.5.	Sistema de Bloqueio .....	16
4.6.	Ligar o Equipamento .....	16
5.	Operação do Sistema Rotativo .....	17
5.1.	Elementos Globais .....	17
5.1.1.	Acesso às Páginas.....	18
5.1.2.	Alarmes do Sistema.....	19
5.1.3.	Nível de Acesso à Parametrização.....	19
5.1.4.	Hora e Data.....	20
5.2.	Funções Globais.....	24
5.2.1.	Alarmes.....	24
5.2.1.1.	Teclas Disponíveis .....	25
5.2.1.2.	Alarmes Ativos.....	26
5.2.1.3.	Alarmes Resolvidos.....	26
5.2.2.	Controlo de Acesso.....	27
5.3.	Página Principal .....	28
5.3.1.	Rotinas Principais do Sistema .....	29
5.3.2.	Informações do Sistema Rotativo.....	31
5.3.2.1.	Reiniciar a contagem parcial.....	32
5.4.	Página do Sistema Rotativo .....	32
5.4.1.	Sequência de Funcionamento .....	33
5.4.1.1.	Sentido da Sequência .....	34
5.4.1.2.	Valores Reais.....	34
5.4.2.	Parametrização da Cinemática .....	35
5.4.3.	Informação do Sistema de Bloqueio.....	35
5.4.4.	Sensores de afastamento .....	36

5.5.	Definições do Sistema .....	36
5.5.1.	Página do Controlo em <i>Jog</i> .....	36
5.5.1.1.	Nova Referência do Sistema Rotativo .....	38
5.5.2.	Página das Configurações do Sistema.....	39
5.5.2.1.	Condição de Início de Rotação.....	40
5.5.2.2.	Condições para a Rotação .....	41
5.5.2.3.	Permissão de Fecho e Molde Área Livre .....	42
5.5.3.	Página de Configuração da Sequência.....	43
5.5.3.1.	Definição do Número de Movimentos da Sequência.....	44
5.5.3.2.	Posições de Extração.....	44
5.5.3.3.	Sequência de Funcionamento.....	46
5.5.4.	Página do Sistema de bloqueio.....	48
5.5.5.	Página dos Sensores de Afastamento (PR4).....	49
5.5.5.1.	Configuração de um Sensor de Afastamento .....	50
5.5.5.2.	Configuração Global dos Sensores de Afastamento .....	51
5.5.6.	Página da Consola de Interface .....	52
5.5.6.1.	Configurações da consola de interface;.....	53
5.6.	Páginas de Dados e Informações .....	54
5.6.1.	Página da Gestão de Dados .....	54
5.6.1.1.	Interação com os Ficheiros Existentes .....	55
5.6.2.	Página de Representação de Curvas .....	56
5.7.	Páginas de Diagnóstico .....	57
5.7.1.	PLC.....	58
5.7.1.1.	Diagnóstico das Entradas .....	59
5.7.1.2.	Diagnóstico e Teste das Saídas .....	60
5.7.1.3.	Configuração das Saídas de Posicionamento do Sistema (Opcional)....	61

5.7.1.4.	Teste das Saídas .....	61
5.7.2.	Interface .....	62
5.7.3.	Controlador do Servo Motor .....	63
5.7.4.	Consola de Interface .....	65
5.8.	Página de Contactos e Informações .....	66

## Lista de Figuras

Figura 3.1 – Pontos de Elevação .....	8
Figura 3.2 – Fixação ao prato da máquina de injeção .....	9
Figura 3.3 – Conexões de Água e Óleo .....	11
Figura 4.1 – Layout do Quadro Elétrico.....	12
Figura 4.2 – Consola de Interface ETT731 .....	13
Figura 4.3 – Acionamento do Interruptor Geral.....	16
Figura 5.1 – Elementos Globais .....	17
Figura 5.2 – Cabeçalho.....	18
Figura 5.3 – Teclas de Atalho.....	18
Figura 5.4 – Sistema sem Alarmes .....	19
Figura 5.5 – Edição da Data e Hora do Sistema.....	20
Figura 5.6 – Página dos Alarmes Ativos .....	24
Figura 5.7 – Informação do Alarme .....	26
Figura 5.8 – Página com o Histórico dos Alarmes .....	26
Figura 5.9 – Informação de Alarme Inativo .....	27
Figura 5.10 – Página Principal .....	28
Figura 5.11 – Estados do Sistema Rotativo.....	29
Figura 5.12 – Informações do Sistema Rotativo .....	31
Figura 5.13 – Confirmação do Reinício do Contador Parcial .....	32
Figura 5.14 – Página do Sistema Rotativo .....	32
Figura 5.15 – Sequência de Funcionamento.....	33
Figura 5.16 – Sistema de Bloqueio.....	35
Figura 5.17 – Sensores de Afastamento .....	36
Figura 5.18 – Tecla das Definições do Sistema.....	36
Figura 5.19 – Página do Controlo em <i>jog</i> .....	37
Figura 5.20 – Ativar Bloqueio.....	38
Figura 5.21 – Tecla de Nova Referência .....	38
Figura 5.22 – Confirmação da Nova Referência .....	39
Figura 5.23 – Página das Configurações do Sistema.....	39

Figura 5.24 – Início de Rotação.....	40
Figura 5.25 – Condições de Rotação .....	41
Figura 5.26 – <i>Reset</i> da Permissão de Fechar Molde e Sinal de Molde Área Livre .....	42
Figura 5.27 – Página de Edição da Sequência.....	43
Figura 5.28 – Posições de Extração.....	44
Figura 5.29 – Edição do Valor da Posição de Extração .....	45
Figura 5.30 – Configuração do Binário .....	45
Figura 5.31 – Sequência de Funcionamento.....	46
Figura 5.32 – Selecionar Posição .....	47
Figura 5.33 – Página do Sistema de Bloqueio.....	48
Figura 5.34 – Página dos Sensores de Afastamento.....	49
Figura 5.35 – Medição do Sensor de Afastamento.....	50
Figura 5.36 – Informação do Sensor de Afastamento .....	50
Figura 5.37 – Configuração de Todos os Sensores de Afastamento .....	51
Figura 5.38 – Página da Consola de Interface .....	52
Figura 5.39 – Configurações da Consola de Interface.....	53
Figura 5.40 – Tecla de Dados e Informações .....	54
Figura 5.41 – Página do Catálogo de Ficheiros.....	54
Figura 5.42 – Página das Curvas .....	56
Figura 5.43 – Tecla de Diagnóstico.....	57
Figura 5.44 – Página de Diagnóstico do PLC .....	58
Figura 5.45 – Diagnóstico das Entradas .....	59
Figura 5.46 – Diagnóstico das Saídas.....	60
Figura 5.47 – RSI, Edição de Sinais.....	61
Figura 5.48 – Página de Interface.....	62
Figura 5.49 – Página de Diagnóstico da <i>Drive</i> .....	63
Figura 5.50 – Página da Consola de Interface .....	65
Figura 5.51 – Página dos Contactos e Informações.....	66

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Contactos Plasdan.....	1
Tabela 2 – Especificações do Prato Rotativo .....	3
Tabela 3 – Requisitos mínimos da qualidade da água.....	6
Tabela 4 – Interface Plasdan.....	14
Tabela 5 – Elementos do Cabeçalho.....	18
Tabela 6 – Elementos do Menu de Acesso às páginas .....	19
Tabela 7 – Teclas de Navegação .....	21
Tabela 8 – Estado das Teclas de Navegação .....	22
Tabela 9 – Teclas de Controlo.....	23
Tabela 10 – Elementos da Página dos Alarmes.....	25
Tabela 11 – Teclas nas Páginas dos Alarmes .....	25
Tabela 12 – Informações Alarme Ativo .....	26
Tabela 13 – Informação Alarme Resolvido.....	27
Tabela 14 – Elementos da Página Principal .....	28
Tabela 15 – Rotinas principais do Sistema Rotativo.....	29
Tabela 16 – Estado da Rotina Principal.....	29
Tabela 17 – Estado da Rotina de Interface .....	30
Tabela 18 – Estado do Servo Motor .....	30
Tabela 19 – Elementos Informativos do Sistema Rotativo .....	31
Tabela 20 – Elementos da Página do Sistema Rotativo .....	33
Tabela 21 – Elementos da Sequência de Funcionamento.....	33
Tabela 22 – Estações de Funcionamento.....	34
Tabela 23 – Sentido de Rotação .....	34
Tabela 24 – Menu de Edição de Valores .....	35
Tabela 25 – Elementos da Página do Controlo <i>Jog</i> .....	37
Tabela 26 – Teclas do Movimento <i>Jog</i> .....	37
Tabela 27 – Condições Nova Referência .....	38
Tabela 28 – Elementos da Página de Configurações do Sistema.....	39
Tabela 29 – Condições de Início de Rotação .....	40

Tabela 30 – Condições para a Rotação.....	42
Tabela 31 – Descrição da Permissão de Fecho do Molde e Molde Área Livre .....	42
Tabela 32 – Elementos da Página da Sequência.....	43
Tabela 33 – Condições da Estação .....	46
Tabela 34 – Elementos na Página do Sistema de Bloqueio.....	48
Tabela 35 – Estado do Sistema de Bloqueio .....	48
Tabela 36 – Elementos da Página dos Sensores de Afastamento .....	49
Tabela 37 – Elementos do Sensor de Afastamento .....	50
Tabela 38 – Elementos Globais dos Sensores de Afastamento .....	51
Tabela 39 – Elementos da Página da Consola de Interface.....	52
Tabela 40 – Elementos de Configuração da Consola de Interface .....	53
Tabela 41 – Elementos da Página do Catálogo de Ficheiros.....	55
Tabela 42 – Funcionalidades de Gestão de Dados .....	55
Tabela 43 – Elementos da Página das Curvas .....	56
Tabela 44 – Teclas Página das Curvas .....	57
Tabela 45 – Elementos da Página Diagnóstico do PLC .....	58
Tabela 46 – Elementos do Diagnóstico das Entradas.....	59
Tabela 47 – Elementos do Diagnóstico das Saídas .....	60
Tabela 48 – Teste de Saídas .....	61
Tabela 49 – Elementos da Página de Interface.....	62
Tabela 50 – Elementos do Diagnóstico da <i>Drive</i> .....	63
Tabela 51 – Código de Funcionamento do Controlador .....	63
Tabela 52 – Estado do Controlador .....	64
Tabela 53 – Estado do Servo Motor .....	64
Tabela 54 – Elementos de Diagnóstico da Consola de Interface .....	65

## 1. Introdução

Este manual serve para auxiliar o utilizador na instalação, manutenção e funcionamento de um prato rotativo.

O equipamento, Prato Rotativo, foi projetado para ser colocado numa máquina de injeção de plástico convencional.

Antes de qualquer tipo de operação com o prato rotativo deverá ser feita uma leitura deste mesmo manual.

Em caso de alguma dúvida ou questão, não hesite em contactar a Plasdan – Automação e Sistemas, Lda (Tabela 1):

**Tabela 1 – Contactos Plasdan**

<b>Plasdan – Automação e Sistemas, Lda.</b> Rua de Moçambique, n.º 29 – Ordem 2430-379 Marinha Grande Portugal	
Tel.:	+351 244 572 110
Fax:	+351 244 572 112
E-mail	<a href="mailto:info@plasdan.pt">info@plasdan.pt</a>
Website	<a href="http://www.plasdan.pt">http://www.plasdan.pt</a>

## **IMPORTANTE**



**A colocação do prato rotativo na máquina de injeção não deverá interferir com as proteções de segurança da mesma!**

## 2. Especificações

### 2.1. Máquina de Injeção de Plástico

Para o correto funcionamento do prato rotativo, são necessários os seguintes requisitos:

- Interface de sinais elétricos entre o prato rotativo e a máquina de injeção;
- O cliente terá de fornecer o cabo de alimentação para o sistema;
- Saída de ar comprimido, entre 5 e 10 bar;
- Acessórios hidráulicos de acordo com as especificações do prato rotativo.

### 2.2. Prato Rotativo

Na Tabela 2 estão presentes as especificações do prato rotativo.

Tabela 2 – Especificações do Prato Rotativo

<b>Diâmetro do Prato Rotativo</b>	XXXX mm
<b>Máximo de Peso do Prato Rotativo</b>	XXXX kg
<b>Máximo de Peso do Molde Suportado</b>	XXXX kg
<b>Ângulo de Rotação</b>	X°-XX° (ex:0°-180°)
<b>Tensão</b>	3x (400 – 480) V + PE; 50/60Hz; XXA
<b>Conexões</b>	X – Circuitos de Água (XIN – XOUT) X – Circuitos de Óleo (XIN – XOUT)
<b>Nº de série</b>	OBXXXX



O parâmetro “*máximo de peso do molde suportado*” têm de ser cumprido, para o correto funcionamento do equipamento!

### **2.3. Desenho Mecânico PR4.XXXX\_OBXXXX**

## 3. Procedimentos de Instalação do Equipamento

Geralmente, o prato rotativo é entregue numa caixa ou estrado de madeira com o respetivo quadro elétrico.

### 3.1. Instruções de Serviço para a Junta Rotativa

#### 3.1.1. Circuitos Elétricos

O equipamento rotativo pode conter uma junta elétrica rotativa de 6, 12 ou 24 vias, possibilitando a transmissão de sinais de e para o molde. Cada via está protegida por um fusível de 2 Ampère. Esta opção tem duas fichas, uma no prato móvel, e outra no fixo.

#### 3.1.2. Circuitos Hidráulicos – Detalhes Técnicos

- Todos os circuitos (incluindo os que não são utilizados quando o molde está montado no prato rotativo) devem estar preenchidos com fluido hidráulico. Se existirem circuitos não utilizados, devem ser igualmente ligados de forma a ficarem com fluido hidráulico no seu interior, caso contrário, **os vedantes e o veio da junta rotativa serão danificados.**
- Não use os circuitos de água para o óleo e vice-versa. Os circuitos são marcados na fábrica e destinam-se a ser usados com os fluidos para os quais foram concebidos.
- Sempre que qualquer manutenção seja realizada à junta rotativa, os vedantes têm de ser mudados. Deverá de ter sempre um conjunto completo de vedantes que poderá ser obtido através da Plasdan.

### 3.1.3. Circuitos de Água

A qualidade da água utilizada do prato rotativo é o parâmetro mais importante para obter uma junta rotativa com uma vida útil considerável. Os parâmetros da água recomendada são os seguintes (Tabela 3):

- Pressão máxima – 10 bar (na bomba).
- Temperatura máxima – 90°C.
- Valores de pH entre 8.5 e 9.5.
- A instalação de um sistema de filtragem, de acordo com a norma DIN ISO 4572, para reter partículas com 60 µm, garante a longevidade da junta rotativa.
- Condutividade da água <10 microsiemens (µS)

Tabela 3 – Requisitos mínimos da qualidade da água

Mineral	Limite recomendado
Cálcio	< 50 ppm
Magnésio	< 50 ppm
Sulfato	< 25 ppm
Cloreto	< 25 ppm
Total Dureza	< 100 ppm (5 grãos)

O código de limpeza ISO é utilizado para quantificar os níveis de contaminação de partículas por milímetro de fluido em 3 tamanhos, 4 [µm], 6 [µm] e 14 [µm]. O código ISO é expresso em 3 números (exemplo 17/15/12). Cada número representa um código de nível de contaminantes de tamanho de partícula para o corelacionamento. O código inclui todas as partículas do tamanho especificado e maior. É importante notar que cada vez que um código aumenta o intervalo de quantidade de partículas é de duplicação.

### 3.1.3.1. Inibidor de Corrosão

Plasdan recomenda a utilização do **inibidor de corrosão RK93** (ou outro com inibidor de corrosão com as mesmas características).

“Características e benefícios do uso de um inibidor de corrosão:”

- *Intervalo de temperatura -10°C a 180°C;*
- *Ajuda a prevenir a ferrugem e calcário;*
- *Pode ser misturado com anticongelante;*
- *Não corrói os vedantes;*
- *Adequado para sistemas pressurizados.*

### 3.1.4. Circuitos de Óleo

O óleo utilizado nos circuitos deve respeitar as seguintes condicionantes:

- Pressão máxima – XXXX bar;
- Temperatura máxima – XXXX °C;

## 3.2. Proteção Durante a Montagem do Equipamento



### **CUIDADO**

**Perigo de lesões em caso de manuseio incorreto! Ferimento físico causado por esmagamento ou corte!**

- As normas gerais de instalação e de segurança para o manuseio e montagem do equipamento devem de ser respeitadas.
- Utilize equipamentos de montagem e de transporte adequados.
- Tome as medidas preventivas para evitar que partes do corpo fiquem presas ou sejam esmagadas.
- Utilizar apenas ferramentas apropriadas para a desmontagem e montagem do equipamento.

- Utilizar os equipamentos de elevação de acordo com as normas de segurança do equipamento.
- Utilizar equipamento de segurança (sapatos de segurança e luvas).
- Ter em atenção a cargas suspensas.
- Manter o chão limpo.

Para colocar o prato rotativo na máquina é necessário introduzir 2 olhais **MXXX** no topo do prato, facilitando a sua montagem (Figura 3.1). Os olhais devem ser removidos assim que o prato rotativo esteja acoplado à máquina de injeção.

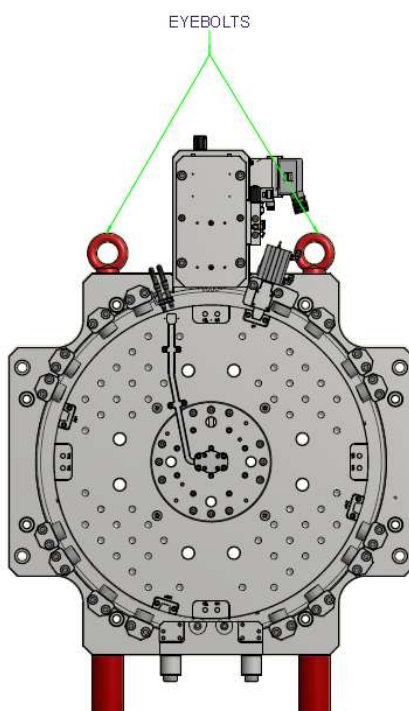


Figura 3.1 – Pontos de Elevação

É necessário ter especial atenção com o servo motor do equipamento, para este não embater em nenhuma parte da máquina de injeção.

### 3.3. Fixação do Prato Rotativo

O prato rotativo é fixo à máquina de injeção através de parafusos **MXXxXX**. Assegure-se que o prato rotativo está centrado no prato da máquina e coloque os parafusos. Podem existir furações no elemento móvel e no fixo, do prato rotativo, para a colocação dos parafusos de fixação do mesmo ao prato da máquina de injeção.

Para elevar/montar o prato rotativo será necessário utilizar um equipamento de elevação, por exemplo ponte rolante. É muito importante que esta ação seja executada por uma pessoa com formação em movimentação e elevação de cargas.

Para uma montagem correta do equipamento, todos os cabos devem estar desconectados e o quadro elétrico desligado. Quando a montagem do equipamento terminar, os cabos entre o quadro elétrico e o prato rotativo (Figura 3.2: 1 – conexões da junta elétrica; 3 – conexão dos sinais do equipamento) podem ser ligados, assim como o ar comprimido, ponto 2 da Figura 3.2.

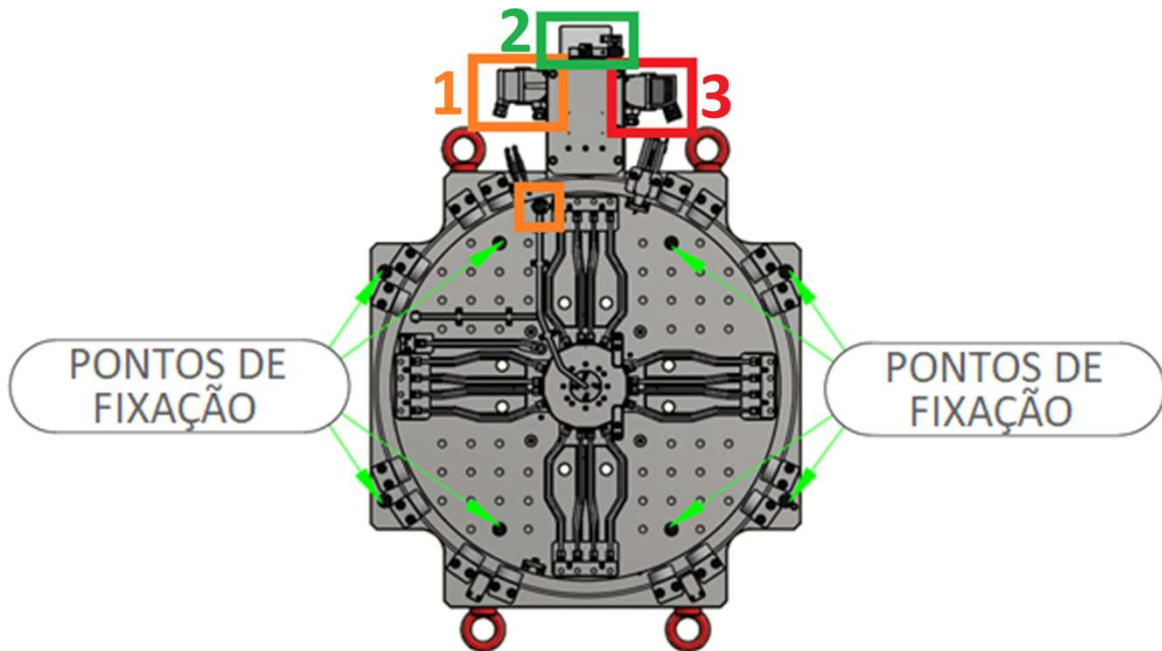


Figura 3.2 – Fixação ao prato da máquina de injeção

O quadro elétrico só pode ser ligado quando todos os cabos estiverem conectados!

## ATENÇÃO!



Ter em consideração o parâmetro “*máximo de peso do prato rotativo*” na movimentação e elevação do prato rotativo!

As especificações e estado de conservação do material de elevação também são muito importantes!

### \* <Designação da máquina de injeção>

Os parafusos a utilizar deverão ser **DIN 912 M16x2 com 90 mm** <verificar caso a caso dependendo da máquina de injeção a usar> de comprimento, terá de ser utilizado um binário de aperto 359 Nm<verificar caso a caso dependendo dos parafusos anteriormente selecionados >. Estes parafusos são para fixar o prato rotativo à máquina de injeção.

### 3.4. Montagem do Molde

A metade do molde, deve ser fixada no prato rotativo com parafusos MXX. A furação existente no prato rotativo é uma réplica da furação do prato da máquina de injeção, uma vez que o prato rotativo foi projetado de acordo com as especificações da máquina de injeção e requisitos do cliente. Cada prato rotativo possui um sistema de centragem, de modo a garantir o centramento do molde.

A refrigeração do molde e os circuitos de óleo são conectados nos respectivos acessórios hidráulicos por mangueiras flexíveis. As mangueiras não devem tocar nas colunas da máquina de injeção durante a rotação do molde.

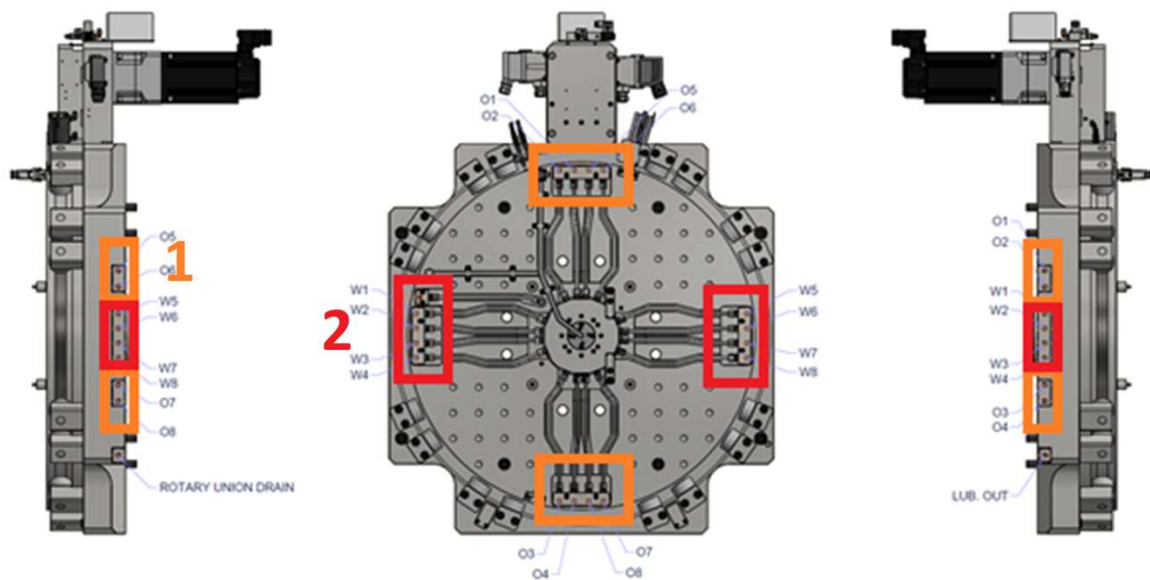


Figura 3.3 – Conexões de Água e Óleo

Na Figura 3.3 estão identificados a cor laranja (1) os acessórios hidráulicos para os óleos, tendo a marcação “O” (*Oil*). A vermelho (2) estão os acessórios das águas, tendo a marcação “W” (*Water*).

## 4. Componentes do Equipamento

### 4.1. Quadro Elétrico

Os componentes elétricos do prato rotativo encontram-se no interior de um quadro elétrico metálico, que tem a aparência da Figura 4.1.

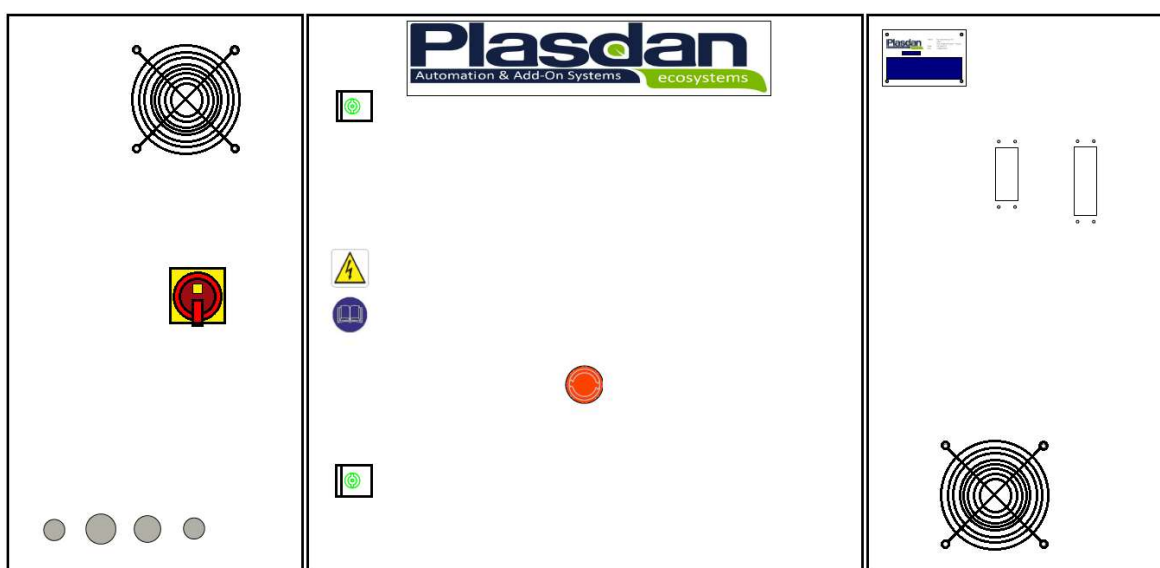


Figura 4.1 – Layout do Quadro Elétrico

## 4.2. Interface Homem – Máquina

O utilizador pode efetuar todo o controlo e monitorização do sistema através de uma consola tátil ETT731 (Figura 4.2).



Figura 4.2 – Consola de Interface ETT731

A interação homem – máquina é realizada através de um ecrã tátil, colorido, de 7 polegadas. Existe ainda um conector USB que possibilita a troca de ficheiros de parametrização e um led verde que representa o modo de funcionamento do equipamento:

- PR4 em modo manual – Led apagado;
- PR4 em modo automático e IMM em modo manual – Led a piscar;
- PR4 em modo automático e IMM em modo automático – Led aceso.

## 4.3. Alimentação Elétrica do Equipamento

O cabo de alimentação deve ser conectado diretamente ao interruptor geral. As características de alimentação elétrica do equipamento encontram-se expostas na Tabela 2.

**É muito importante ter uma boa ligação à terra.**

## 4.4. Sinais Elétricos de Comunicação

Os sinais de comunicação entre a máquina de injeção e o prato rotativo estão presentes numa ficha com a marcação XIMM.

A comunicação está preparada para funcionar com uma tensão de 24Vdc, sendo alguns dos sinais utilizados através de “contacto seco”. Os sinais estão ligados no quadro elétrico através de relés, isolando assim o prato rotativo da máquina de injeção.

Os equipamentos Plasdan podem ser fornecidos com uma das três interfaces disponíveis, interface Plasdan, *Euromap 12* ou *Euromap 67*.

### 4.4.1. Interface Plasdan

Esta interface (Tabela 4) foi projetada pela Plasdan para conectar o sistema rotativo à máquina de injeção quando não é possível utilizar o *Euromap 12* ou o *Euromap 67*.

Tabela 4 – Interface Plasdan

Pinos	Função
1	Sinal de <b>início de rotação</b> enviado pela máquina de injeção. Quando o equipamento está em modo automático, todas as condições de segurança estão verificadas e este sinal é recebido, a rotação é iniciada.
2	Sinal de <b>portas fechadas</b> da máquina de injeção. Quando todas as portas de proteção estiverem fechadas, deverá ser recebido um sinal de 24V.
3	Sinal de <b>paragem de emergência</b> da máquina de injeção. Quando a máquina de injeção está pronta para operar, deverá ser recebido um sinal de 24V, este deve assumir o valor de 0V em caso de emergência.
4	Sinal de <b>molde aberto</b> . Este sinal tem de ter 24V quando o molde está aberto.

6	Sinal de <b>extração recuada</b> . Este sinal tem de ter 24V quando o extrator está recuado.
7	Sinal de <b>molde fechado em alta pressão</b> . Este sinal tem de ter 24V quando o molde fechado e em alta pressão.
9	Sinal comum para ativação dos relés (0V – referência máquina de injeção).
5	Contacto seco do prato rotativo para a máquina de injeção, indicando que o <b>prato rotativo está na posição correta</b> . Referenciado ao pino 13.
10	Contacto seco do prato rotativo para a máquina de injeção, indicando que o <b>prato rotativo está em modo automático</b> . Referenciado ao pino 13.
13	Sinal com 24V vindos da máquina de injeção.
8 e 16	Contacto seco do canal 1 do <b>botão de emergência do prato rotativo</b> . Este contacto é aberto quando o botão de emergência é pressionado, colocando a máquina de injeção em emergência.
14 e 15	Contacto seco do canal 2 do <b>botão de emergência do prato rotativo</b> . Este contacto é aberto quando o botão de emergência é pressionado, colocando a máquina de injeção em emergência.

Os sinais de emergência e portas fechadas (a partir da máquina de injeção para o prato rotativo) colocam o equipamento em segurança, impossibilitando a rotação do mesmo.

#### 4.4.2. Interfaces *Euromap* 67 e *Euromap* 12

Esta interface é desenhada de acordo com as normas *Euromap*. Todas as ligações podem ser consultadas em <http://www.euromap.org/en/technical-issues/technical-recommendations/>.

#### 4.5. Sistema de Bloqueio

O prato rotativo está equipado com um cilindro pneumático que garante o posicionamento e bloqueio do mesmo durante os movimentos de fecho e abertura do molde. A pressão máxima a utilizar é de 10 bar.

#### 4.6. Ligar o Equipamento

Após a correta instalação do equipamento, e garantindo que todos os cabos se encontram devidamente conectados, este pode ser ligado. Para ligar o equipamento deve rodar o interruptor geral no sentido horário (Figura 4.3).



Figura 4.3 – Acionamento do Interruptor Geral

## 5. Operação do Sistema Rotativo

O presente capítulo é comum a todos os sistemas rotativos, sendo estes diferenciados em alguns dos pontos.

### 5.1. Elementos Globais

A programação visual dos sistemas rotativos contém elementos comuns a todas as páginas da visualização (Figura 5.1). Os elementos globais dividem-se em quatro grupos:

- 1) Cabeçalho;
- 2) Teclas de navegação;
- 3) Teclas de controlo;
- 4) Área com o conteúdo da página.

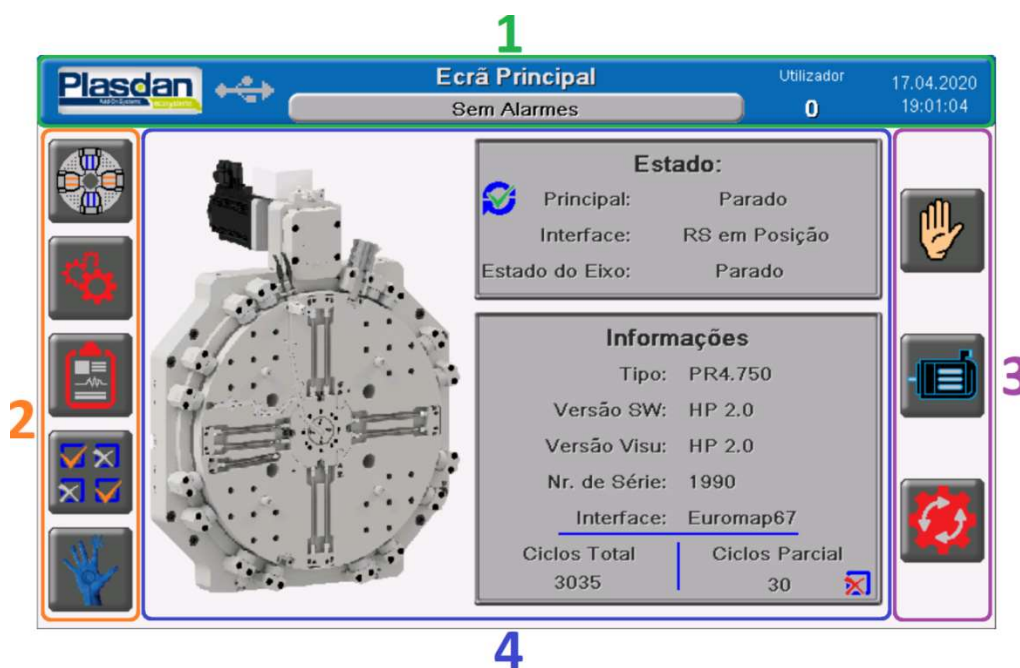


Figura 5.1 – Elementos Globais

O cabeçalho da visualização (Figura 5.2) é composto por várias teclas e informações relativas ao estado do sistema.



Figura 5.2 – Cabeçalho

Os elementos da Figura 5.2 são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Elementos do Cabeçalho

Nr.	Descrição	Info.
1	Permite o acesso à página principal ou a outras páginas definidas.	5.1.1
2	Indicação de um dispositivo USB conectado à consola.	
3	Apresentação dos alarmes do sistema e acesso aos mesmos.	5.1.2
4	Nome da página que está a ser apresentada.	
5	Nível de acesso à parametrização	5.1.3
6	Hora e a data do sistema.	5.1.4

### 5.1.1. Acesso às Páginas

A tecla com o logótipo Plasdan dá acesso ao menu presente na Figura 5.3, onde é apresentada a tecla de acesso à página principal e quatro teclas de atalho, configuráveis para um acesso rápido a outras páginas da visualização.

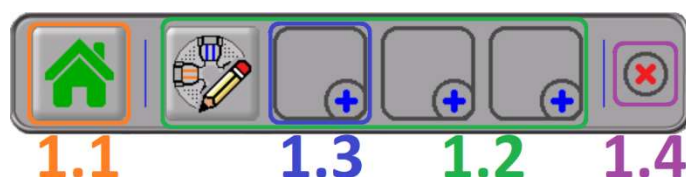


Figura 5.3 – Teclas de Atalho

Os elementos da Figura 5.3 são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6 – Elementos do Menu de Acesso às páginas**

<b>Nr.</b>	<b>Descrição</b>
1.1	Tecla de acesso à página principal da visualização.
1.2	Tecla de acesso ao menu de seleção de uma nova tecla de atalho.
1.3	Teclas de atalho já definidas ou por definir.
1.4	Eliminar umas das teclas de atalho já definidas.

### **5.1.2. Alarmes do Sistema**

A barra de alarmes (Figura 5.4) indica se há alarmes ativos ou não, permitindo ainda o acesso aos mesmos (para mais informação 5.2.1. Alarmes).



**Figura 5.4 – Sistema sem Alarmes**

A barra de alarmes pode apresentar dois estados, sem alarmes ativos ou com alarmes ativos sendo apresentado o alarme mais recente.

### **5.1.3. Nível de Acesso à Parametrização**

O nível de acesso à parametrização do sistema permite o bloqueio de algumas funções e limita a edição da quantidade de variáveis (para mais informações 5.2.2. Controlo de Acesso).

#### 5.1.4. Hora e Data

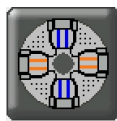


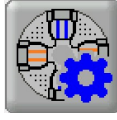








Neste campo é apresentada a hora e a data do sistema. Ao pressionar sobre esta informação surgirá a janela para atualização da hora e data do sistema (Figura 5.5). A edição dos campos é feita pressionando o valor que se pretende alterar.












Figura 5.5 – Edição da Data e Hora do Sistema

As teclas de navegação, identificadas com o número 2 na Figura 5.1, são divididas em dois grupos (Tabela 7) as teclas principais que dão acesso a uma página ou grupos de páginas, e as teclas extra que permitem a navegação dentro de um grupo de páginas.




Tabela 7 – Teclas de Navegação

Principal	Extra	Página	Consultar	
<b>Sistema Rotativo</b>				
	Não Tem	Sistema Rotativo	5.4	
<b>Definições</b>				
		Definições – Controlo Jog	5.5.1	
		Definições – Configuração	5.5.2	
		Definições – Sequência	5.5.3	
			Definições – Bloqueio	5.5.4
		Definições – Afastamento	5.5.5	
		Definições – HMI	5.5.6	
<b>Ficheiros</b>				
		Ficheiros – Catálogo	5.6.1	
		Ficheiros – Curvas	5.6.2	

Principal	Extra	Página	Capítulo	
<b>Diagnóstico</b>				
			Diagnóstico – PLC	5.7.1
			Diagnóstico – Interface	5.7.2
			Diagnóstico – Drive	5.7.3
			Diagnóstico – HMI	5.7.4
<b>Data</b>				
	Não tem	Informações Plasdan	5.8	
		Tecla de comutação entre as teclas extra e as teclas principais.		

Algumas das telas de navegação apresentadas podem ter vários estados, como ilustrado na Tabela 8.



**Tabela 8 – Estado das Teclas de Navegação**

Tecla	Estado	Informação
	Não Seleccionada	A visualização não se encontra em nenhuma das páginas de Configuração, mas podem ser acedidas.
	Seleccionada	A visualização encontra-se numa das páginas de Configuração.
	Bloqueada	As páginas de Configuração não podem ser acedidas porque o nível de utilizador não é suficiente para tal.

As teclas de controlo, identificadas com o número 3 na Figura 5.1, permitem a alteração do modo de funcionamento do equipamento, o controlo do servo motor e a rotação em modo manual (Tabela 9).

Tabela 9 – Teclas de Controlo

Tecla	Estado	Descrição
<b>Modo de Operação</b>		
	Alarme	O sistema está em alarme, devido a emergência por exemplo. Não pode ser operado. Ao ser pressionada não terá qualquer efeito.
	Manual	O sistema encontra-se pronto para ser operado. Ao ser pressionada o modo de operação passará para semiautomático ou automático.
	“Semiautomático”	O sistema rotativo encontra-se em modo automático mas a máquina de injeção não. Ao ser pressionada o modo de operação passará para manual.
	Automático	O sistema rotativo está em automático e a máquina de injeção também. Ao ser pressionada o modo de operação passará para manual.
<b>Controlo do Servo Motor</b>		
	Não pode ser Ligado	Alarmes críticos gerais ou específicos do servo motor. Não pode ser ligado. Ao ser pressionada não terá qualquer efeito.
	Pronto para ser Ligado	Ao ser pressionada o servo motor irá ligar.
	A Ligar	O servo motor está a ligar. Ao ser pressionada irá desligar o servo motor.
	Ligado	O servo motor está a ligado. Ao ser pressionada irá desligar o servo motor.
<b>Rotação</b>		
	Não pode Rodar	O sistema rotativo não se encontra pronto para funcionamento
	Pronto para Rodar	Ao ser pressionada, o sistema irá rodar para a estação seguinte ou para a estação mais próxima, no caso de estar fora de posição.

	Em Rotação	Sistema rotativo em rotação automática. Ao ser pressionada não terá qualquer efeito.
	Parar Rotação	Sistema rotativo em rotação manual. Ao ser pressionada irá parar a rotação de imediato.

A área com o conteúdo da página, identificada com o número 4 na Figura 5.1, é onde toda a informação pertencente a cada uma das páginas é apresentada.

## 5.2. Funções Globais

São consideradas funções globais, todas aquelas que podem ser acedidas a partir do cabeçalho, tal como os alarmes e o nível de acesso do utilizador.

### 5.2.1. Alarmes

A barra de alarmes indica a presença ou não dos mesmos. Independentemente do estado da mesma, ao ser pressionada, o utilizador será direcionado para a página de alarmes ativos (Figura 5.6), podendo, a partir desta, aceder à página do histórico dos alarmes.



Figura 5.6 – Página dos Alarmes Ativos

Os elementos da Figura 5.6 são apresentados na Tabela 10.

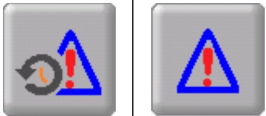
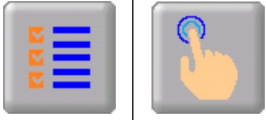




Tabela 10 – Elementos da Página dos Alarmes

Nr.	Descrição	Info.
1	Teclas de controlo e informações dos alarmes.	5.2.1.1
2	Alarmes ativos.	5.2.1.2
3	Alarmes resolvidos.	5.2.1.3

### 5.2.1.1. Teclas Disponíveis

As teclas disponíveis na página dos alarmes são apresentadas na Tabela 11. Estas teclas têm as mesmas funções na página do histórico.

Tabela 11 – Teclas nas Páginas dos Alarmes

Tecla	Descrição
	Tecla de navegação entre a página dos alarmes ativos e a página com o histórico dos alarmes (Figura 5.8);
	<b>Tecla da esquerda</b> – A ação será aplicada a todos os alarmes; <b>Tecla da direita</b> – A ação será aplicada ao alarme selecionado;
	Tecla de confirmação dos alarmes. Se o alarme permanecer ativo a falha em causa deve ser corrigida;
	Eliminar alarmes inativos;
	Informação extra sobre o alarme;
	Retroceder para a página anterior;

### 5.2.1.2. Alarmes Ativos

Os alarmes ativos encontram-se representados com um tom vermelho e dispõem de várias informações (Figura 5.7), que estão apresentadas na Tabela 12.

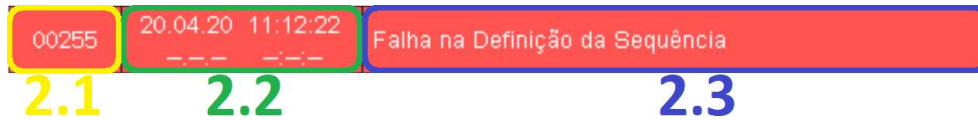


Figura 5.7 – Informação do Alarme

Tabela 12 – Informações Alarme Ativo

Nr.	Descrição
2.1	Código do Alarme.
2.2	Ocorrência e resolução do alarme.
2.3	Descrição do Alarme.

### 5.2.1.3. Alarmes Resolvidos

Todos os alarmes resolvidos permanecem registados na janela do histórico de alarmes (Figura 5.8).



Figura 5.8 – Página com o Histórico dos Alarmes

Os alarmes inativos, na página do histórico, apresentam várias informações (Figura 5.9), que estão apresentadas na Tabela 13.

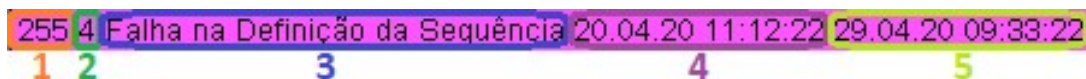


Figura 5.9 – Informação de Alarme Inativo

Tabela 13 – Informação Alarme Resolvido

Nr.	Descrição
1	Código do alarme.
2	Número de vezes que foi ativo.
3	Descrição do alarme.
4	Ocorrência do alarme.
5	Resolução do alarme.

## 5.2.2. Controlo de Acesso

Algumas páginas e configurações apenas podem ser acedidas com um certo nível de utilizador. Para alterar o nível de utilizador, deve-se pressionar sobre a zona assinalada com o número 5 na Figura 5.2, onde é apresentado o nível de utilizador atual.

Existem no total cinco níveis de acesso, sendo eles:

- 0 → Não permite configurar qualquer valor existente;
- 1 → Permite a configuração de valores base;
- 2 → Permite uma configuração de variáveis importantes ao funcionamento de sistema;
- 3 → (Reservado a técnicos da Plasdan);
- 4 → (Reservado ao departamento de automação da Plasdan);

## 5.3. Página Principal

A página principal (Figura 5.10) contém várias informações do sistema rotativo e do funcionamento do mesmo, apresentadas na Tabela 14.

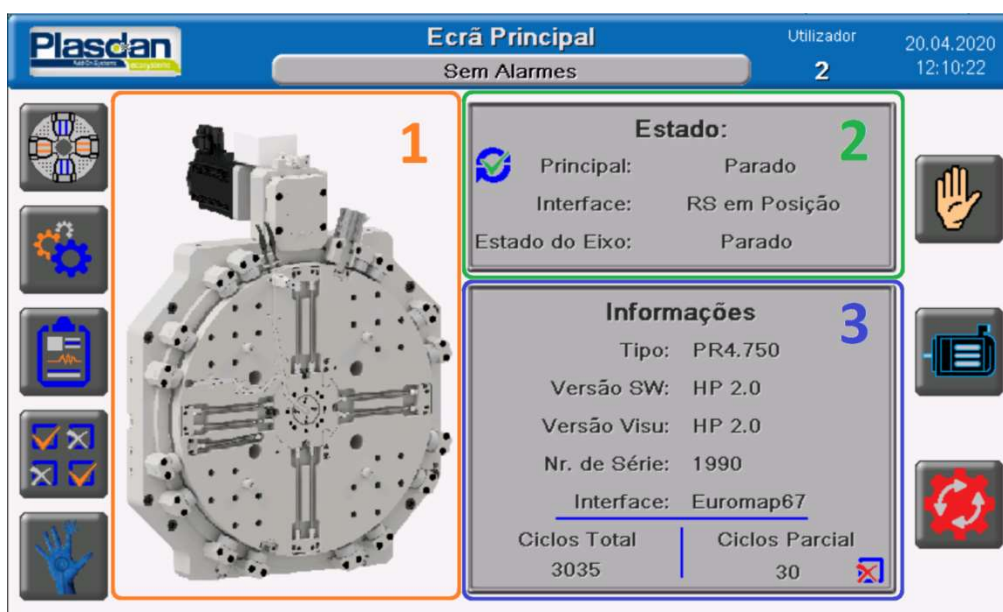


Figura 5.10 – Página Principal

Tabela 14 – Elementos da Página Principal

Nr.	Descrição	Info.
1	Informação gráfica do tipo de sistema rotativo.	
2	Estado das principais rotinas da programação do sistema rotativo.	5.3.1
3	Informações e identificação do sistema rotativo.	5.3.2

### 5.3.1. Rotinas Principais do Sistema

O funcionamento do sistema rotativo divide em três rotinas principais (Figura 5.11).











Estado:		
	Principal: Parado	2.1
	Interface: RS em Posição	2.2
	Estado do Eixo: Parado	2.3

Figura 5.11 – Estados do Sistema Rotativo

Tabela 15 – Rotinas principais do Sistema Rotativo

Nr.	Descrição	Info.
2.1	Rotina que controla o movimento do sistema rotativo.	Tabela 16
2.2	Rotina que controla a troca de sinais com a máquina de injeção.	Tabela 17
2.3	Rotina que controla o servo motor.	Tabela 18

Tabela 16 – Estado da Rotina Principal

Símbolo	Estado	Descrição
	Não Está Pronto	Não pode rodar.
	Parado	Está pronto a rodar.
	Atualiza Comando	Atualização para os parâmetros de um novo movimento.
	Aguarda Atraso	Aguarda o tempo definido de atraso à rotação.
	Desbloquear	Dada ordem de desbloqueio.
	A Desbloquear	Verifica a ação.
	Início de Rotação	Envia os parâmetros para o controlador do servo motor.
	Aguarda Início de Rot.	Aguarda que o servo motor inicie o movimento.
	Em Movimento	Sistema rotativo em movimento.





	Verif. Posicionamento	Verifica o posicionamento através dos sensores.
	Bloquear	Dada ordem de bloqueio.
	A Bloquear	Verifica a ação.
	Falha na Rotação	Ocorreu uma falha na rotação.

Tabela 17 – Estado da Rotina de Interface

Estado	Descrição
SR em Posição	Sistema em posição.
SR em Pos. De Extração	Sistema em posição de extração.
SR não Posicionado	Sistema não posicionado.
SR Mov. Automático	Rotação em automático.
SR Mov. Manual	Rotação e manual.
Aguarda Rec. Extração	Aguarda o sinal de extração recuada.
Aguarda Av. Extração	Aguarda o sinal de extração avançada.
Aguarda Radial 1 Pos 1	Aguarda o sinal de radial 1 na posição 1.
Aguarda Radial 1 Pos 2	Aguarda o sinal de radial 1 na posição 2.
Aguarda Radial 2 Pos 1	Aguarda o sinal de radial 2 na posição 1.
Aguarda Radial 2 Pos 2	Aguarda o sinal de radial 2 na posição 2.
Aguarda M. Área Livre	Aguarda o sinal de molde área livre.
Aguarda M. Área Não Livre	Aguarda a perda do sinal de molde área livre.
Aguarda Início de Rot.	Aguarda o sinal de início de rotação.
Molde Fechado	Molde está fechado.
Molde em Abertura	Molde está a abrir.
SR Não Está Pronto	Sistema rotativo não está pronto.

Tabela 18 – Estado do Servo Motor

Estado	Descrição
Parado	Servo motor está parado.
Ordem de Paragem	Ordem de paragem do servo motor.
Fazer Referência	Referenciar, a 0, o sistema rotativo.
Referência Terminada	Referenciado.
Verif. Modo de Op.	Verificação do modo de operação.

Em Movimento	Servo motor em movimento.
Aguarda Fim de Mov.	Aguarda o fim do movimento.
Fim do movimento	Finalizou o movimento.
Falha	Ocorreu uma falha durante o movimento.
Jog Negativo	Movimento jog negativo.
Jog Positivo	Movimento jog positivo.
Jog Posição	Movimento jog em posição.

### 5.3.2. Informações do Sistema Rotativo

No separador de informações do sistema rotativo é apresentada a identidade do mesmo e os ciclos que já exerceu (Figura 5.12), estando descritos na Tabela 19.

Informações	
Tipo: PR4.750	3.1
Versão SW: HP 2.0	3.2
Versão Visu: HP 2.0	3.3
Nr. de Série: 1990	3.4
Interface: Euromap67	3.5
Ciclos Total 3035	3.6
Ciclos Parcial 30	3.7
	3.8

Figura 5.12 – Informações do Sistema Rotativo

Tabela 19 – Elementos Informativos do Sistema Rotativo

Nr.	Descrição	Info.
3.1	“PR4” – Designação do equipamento, “750” – Tamanho em [mm].	
3.2	Versão de <i>software</i> .	
3.3	Versão do programa de visualização.	
3.4	Número de série do equipamento.	
3.5	Interface utilizada para troca de sinais com a IMM.	
3.6	Total de ciclos que o equipamento já realizou.	
3.7	Número de ciclos desde o último reiniciar da contagem.	
3.8	Reiniciar a contagem parcial.	5.3.2.1

### 5.3.2.1. Reiniciar a contagem parcial

Quando este botão é premido surge a janela presente na Figura 5.13, para que o utilizador confirme se pretende mesmo reiniciar a contagem.

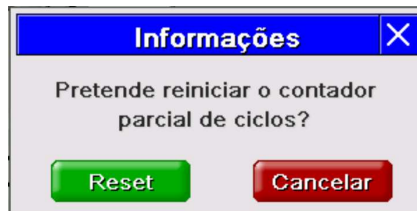


Figura 5.13 – Confirmação do Reinício do Contador Parcial

## 5.4. Página do Sistema Rotativo

A página do sistema rotativo (Figura 5.14) apresenta a sequência de funcionamento definida, contendo variáveis que são atualizadas em tempo real. Nesta página, são ainda apresentadas informações relevantes sobre o sistema de bloqueio e os sensores de afastamento (Tabela 20).

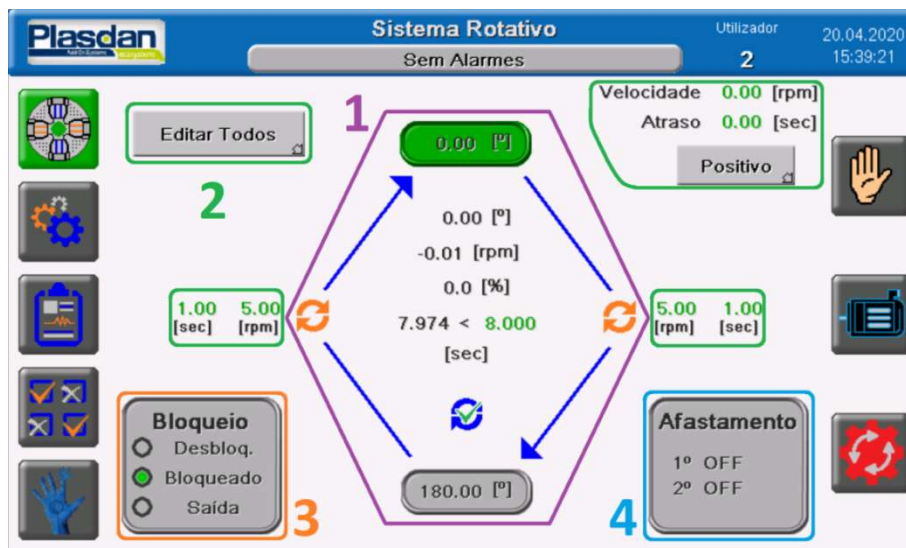


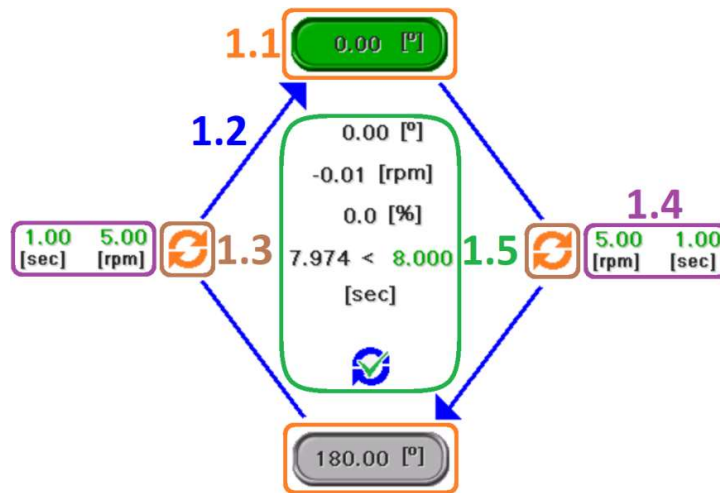
Figura 5.14 – Página do Sistema Rotativo

**Tabela 20 – Elementos da Página do Sistema Rotativo**

Nr.	Descrição	Info.
1	Sequência de funcionamento do equipamento rotativo.	5.4.1
2	Edição dos parâmetros associados à cinemática.	5.4.2
3	Informação do sistema de bloqueio.	5.4.3
4	Informação dos Sensores de afastamento	5.4.4

### 5.4.1. Sequência de Funcionamento

No centro da página do sistema rotativo (Figura 5.14) encontra-se a sequência de funcionamento do mesmo (Figura 5.15) (mais informação em 5.5.3.3). Os elementos que a compõem são apresentados na Tabela 21.



**Figura 5.15 – Sequência de Funcionamento**

**Tabela 21 – Elementos da Sequência de Funcionamento**

Nr.	Descrição	Info.
1.1	Estação de funcionamento.	Tabela 22
1.2	Sentido da sequência.	5.4.1.1
1.3	Sentido de rotação.	Tabela 23
1.4	Parâmetros de rotação. (Tempo de atraso e Velocidade)	
1.5	Valores Reais.	5.4.1.2

Tabela 22 – Estações de Funcionamento







Posicionado	Não Posicionado	Descrição
		Estação normal de funcionamento.
		Estação de extração, não permite o fecho da IMM. (Mais informação em <b>Erro! A origem da referência não foi encontrada.</b> )

Tabela 23 – Sentido de Rotação

Símbolo	Direção	Descrição
	Sentido horário	O movimento de rotação entre as estações é realizado no sentido dos ponteiros do relógio.
	Sentido anti-horário	O movimento de rotação entre as estações é realizado no sentido inverso os ponteiros do relógio.

### 5.4.1.1. Sentido da Sequência

A fazer a ligação entre duas estações existem setas que são utilizadas para indicar a sequência de movimentos do sistema rotativo e não o sentido de rotação do sistema rotativo. Se a seta apresentar um tom verde significa que o equipamento está a executar o respetivo movimento.

### 5.4.1.2. Valores Reais

No centro da sequência é apresentada informação, em tempo real, sobre:


- Posição;
- Velocidade;
- Binário;
- Tempo de ciclo;

Para além das informações supramencionadas existe uma representação gráfica do estado da rotina principal do sistema rotativo (Tabela 16).

### 5.4.2. Parametrização da Cinemática

A cinemática do sistema rotativo é ajustada através de três parâmetros, velocidade, atraso do início de rotação e direção do movimento. A gama de parâmetros a editar pode ser seleccionada através do menu presente na Tabela 24.

Tabela 24 – Menu de Edição de Valores

Menu	Edição	Descrição
Velocidade	0.00 [rpm]	Velocidade de rotação.
Atraso de Rot.	0.00 [sec]	Tempo de atraso ao início de rotação.
Direção		Direção da rotação.
Editar Todos	Velocidade 0.00 [rpm]	Edição de todas as velocidades em simultâneo.
	Atraso 0.00 [sec]	Edição de todos os atrasos de inicio de rotação em simultaneo.
	Positivo Positivo Negativo	Edição de todos os sentidos de rotação em simultaneo.

### 5.4.3. Informação do Sistema de Bloqueio



Figura 5.16 – Sistema de Bloqueio

A informação do sistema de bloqueio (Figura 5.16) Esta informação apenas é apresentada se o sistema rotativo for equipado com sistema de bloqueio (mais informação em 5.5.4). Nesta secção estão presentes duas entradas digitais, sistema desbloqueado e sistema bloqueado, sendo ainda apresentada a saída utilizada para atuar o desbloqueio do sistema.

#### 5.4.4. Sensores de afastamento



Figura 5.17 – Sensores de Afastamento

A informação dos sensores de afastamento (Figura 5.17) apenas é apresentada se o sistema rotativo for equipado com sensores de afastamento e configurados como “Ligados”. É apresentado o valor calculado para o afastamento entre os elementos metálicos (mais informação em 5.5.5).

### 5.5. Definições do Sistema



Figura 5.18 – Tecla das Definições do Sistema

O conjunto de páginas apresentadas de seguida serve de apoio ao utilizador na configuração e ajuste de valores referentes ao sistema rotativo. Para aceder às mesmas é necessário ter um nível de utilizador igual ou superior a 1 e pressionar a tecla presente na Figura 5.18.

Embora o acesso às páginas das definições e configurações seja permitido com o nível 1, a alteração da maioria das variáveis apenas está disponível quando acedido com o nível de utilizador 2.

#### 5.5.1. Página do Controlo em Jog

A página do controlo *jog* (Figura 5.19) permite ao utilizador movimentar o sistema rotativo, em modo manual, para além de posições pré-definidas, com uma velocidade limitada a cinco rotações por minuto. Esta é a única forma de movimentar o sistema rotativo quando este não se encontra referenciado, podendo ser igualmente utilizado para manutenção ou ajustes no molde, **nunca para produção**.

As informações presentes nesta página estão descritas na Tabela 25.

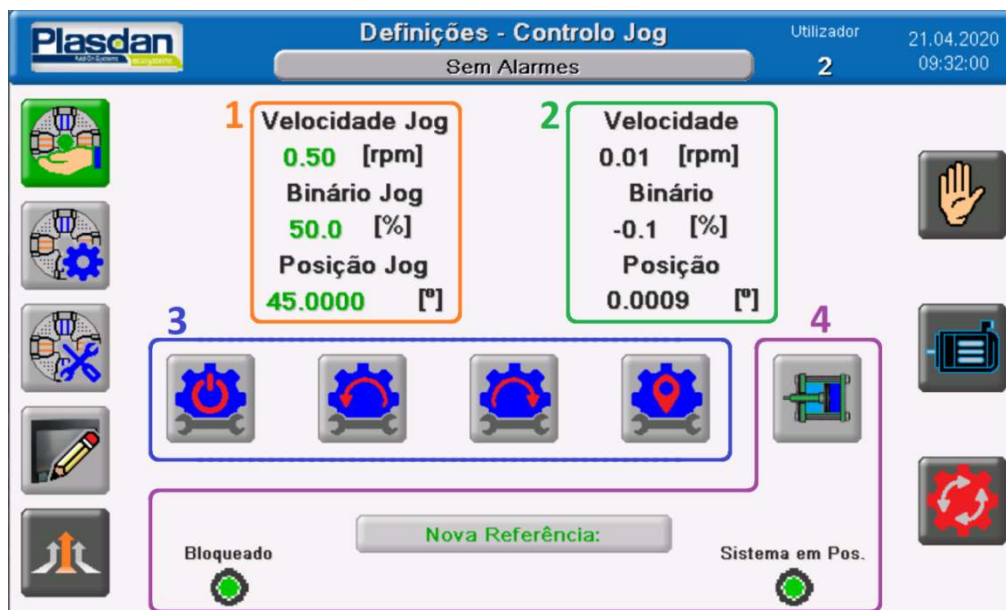


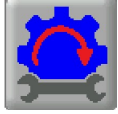



Figura 5.19 – Página do Controlo em jog

Tabela 25 – Elementos da Página do Controlo Jog

Nr.	Descrição	Info.
1	Valores a configurar para a realização do movimento em jog.	
2	Valores em tempo real.	
3	Teclas de controlo do movimento	Tabela 26
4	Nova referência do sistema rotativo	5.5.1.1

Tabela 26 – Teclas do Movimento Jog





Tecla	Função	Descrição
	Ativar o movimento jog	Tecla que habilita o movimento em jog.
	Movimento jog no sentido anti-horário.	O movimento é realizado no sentido anti-horário, enquanto a tecla se mantiver pressionada.
	Movimento jog no sentido horário.	O movimento é realizado no sentido horário, enquanto a tecla se mantiver pressionada.
	Movimento jog em posição.	O movimento é realizado enquanto a tecla se mantiver pressionada até ser atingida a posição definida (no ponto 1 da Figura 5.19). O deslocamento recorre ao trajeto mais curto.

### 5.5.1.1. Nova Referência do Sistema Rotativo

A referência de um equipamento rotativo consiste em associar a posição 0° do mesmo ao valor do encoder, contido no servo motor. Só desta forma é possível posicionar o equipamento corretamente.

No momento de executar uma nova referência existem várias condições que têm que ser verificadas (Tabela 27):

Tabela 27 – Condições Nova Referência

Indicação	Condição	Descrição
	Modo Manual	Equipamento em modo de operação manual e sem alarmes de segurança.
<b>Bloqueado</b> 	Equipamento Bloqueado	Equipamento rotativo bloqueado.
<b>Sistema em Pos.</b> 	Equipamento na posição de 0°	Posicionamento, na posição de 0°, verificado pela combinação dos sensores de posição.
	Jog ativo	Modo jog ativo.

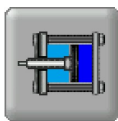


Figura 5.20 – Ativar Bloqueio

O equipamento pode ser bloqueado ou desbloqueado, premindo na tecla presente na Figura 5.20.

A nova referência é executada quando premida a tecla presente na Figura 5.21.



Figura 5.21 – Tecla de Nova Referência

No caso de haver condições em falha, será apresentada uma janela que informa o utilizador das mesmas. Se todas as condições se verificarem surgirá a janela apresentada na Figura 5.22, para que seja confirmada a intenção de atribuir uma nova referência.

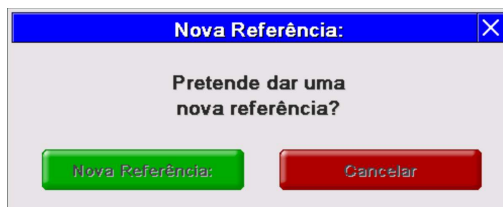


Figura 5.22 – Confirmação da Nova Referência

## 5.5.2. Página das Configurações do Sistema

Na página das configurações do sistema, presente na Figura 5.23, é possível configurar os sinais intervenientes na sequência de funcionamento do sistema rotativo. Todos os elementos desta página são apresentados na Tabela 28.



Figura 5.23 – Página das Configurações do Sistema

Tabela 28 – Elementos da Página de Configurações do Sistema

Nr.	Descrição	Info.
1	Condições de início de rotação.	5.5.2.1
2	Condições de rotação.	5.5.2.2
3	Condições de <i>reset</i> de sinais.	5.5.2.3

## 5.5.2.1. Condição de Início de Rotação

Quando o equipamento se encontra posicionado, e em modo automático, a rotação pode ser iniciada de vários modos (Figura 5.24).

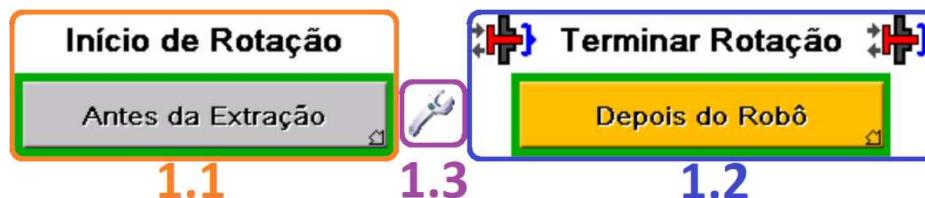


Figura 5.24 – Início de Rotação

Nr.	Descrição	Info.
1.1	Condição para o início de rotação.	Tabela 29
1.2	Condição para o início de rotação, quando numa posição de extração.	Tabela 29
1.3	Condição de 1º Rotação	

O elemento identificado com “1.3” dá acesso à configuração da 1ª rotação, sendo permitido que o sistema rotativo efetue a rotação no início do ciclo, quando iniciada a produção. Se esta opção estiver ativa, assim que a máquina de injeção for colocada em modo automático e a condição de rotação se verificar, o sistema rotativo inicia a rotação, caso contrário a rotação só será iniciada após o fecho e abertura do molde.

A Tabela 29 contém as condições possíveis para o início de rotação, dependendo do tipo de interface (EU67 – *Euromap67*; EU12 – *Euromap12*; PLD – Plasdan).

Tabela 29 – Condições de Início de Rotação

Condição	A Rotação é Iniciada assim que:	Interface		
		EU 67	EU 12	PLD
Antes da Extração *	O molde abrir.	✓	✓	✓
Depois da Extração	A extração avança e retorna à posição de extração recuada.	✓	✓	✗

Radial 1 Posição 1	O radial 1 se mova para a posição 1	✓	✓	✗
Radial 1 Posição 2	O radial 1 se mova para a posição 2	✓	✓	✗
Radial 2 Posição 1	O radial 2 se mova para a posição 1	✓	✗	✗
Radial 2 Posição 2	O radial 2 se move para a posição 2	✓	✗	✗
Depois da Operação do Robô	O robô apresenta a indicação de molde área livre, após a sua operação.	✓	✓	✗
Sinal de Início de Rotação	É recebido o sinal de início de rotação	✗	✗	✓

\* – Esta condição não está disponível para terminar a rotação;

### 5.5.2.2. Condições para a Rotação

Existem elementos da máquina principal que podem interferir com a rotação do sistema rotativo. Deste modo, e para que os equipamentos não se danifiquem, é possível definir duas condições (Figura 5.25) para que o movimento de rotação seja executado em segurança.



Figura 5.25 – Condições de Rotação

No caso de uma das condições deixar de ser verificada o movimento de rotação é cancelado imediatamente. Na Tabela 30 são apresentadas todas as condições para cada uma das interfaces, de acordo com o tipo de equipamento rotativo (PR4 – Prato Rotativo; L&T - *Lift&Turn*; PRH – Prato Rotativo Horizontal).

Tabela 30 – Condições para a Rotação

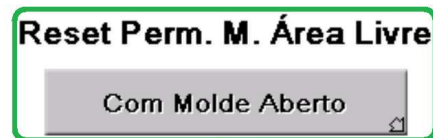
Condição	Interface /Sistema Rotativo								
	EU 67			EU 12			PLD		
	PR4	LT	PRH	PR4	LT	PRH	PR4	LT	PRH
Extração Recuada	X	X	✓	X	X	✓	X	X	✓
Extração Avançada	X	X	✓	X	X	✓	X	X	X
Radial 1 Posição 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X
Radial 1 Posição 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X
Radial 2 Posição 1	✓	✓	✓	X	X	X	X	X	X
Radial 2 Posição 2	✓	✓	✓	X	X	X	X	X	X
Molde Área Livre	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X

### 5.5.2.3. Permissão de Fecho e Molde Área Livre

Para algumas marcas de máquinas de injeção, o estado de alguns dos sinais de interface tem que ser alterado em pontos específicos da sequência, havendo assim a necessidade de uma configuração extra.



3.1



3.2

Figura 5.26 – Reset da Permissão de Fechar Molde e Sinal de Molde Área Livre

Tabela 31 – Descrição da Permissão de Fecho do Molde e Molde Área Livre

Nr.	Descrição	Momento
3.1	Reset permissão de fecho do molde.	Assim que o molde fecha.
		No início da abertura do molde.
3.2	Reset da permissão de molde área livre.	Quando o molde termina a abertura.
		No início da abertura do molde.

Se os sinais supramencionados não estiverem configurados de acordo com a sequência da máquina de injeção, esta irá entrar em alarme, fazendo com que o ciclo não seja finalizado.

## 5.5.3. Página de Configuração da Sequência

Na página de configuração da sequência, apresentada na Figura 5.27 é possível editar a sequência de funcionamento do sistema rotativo, ajustando-a à cinemática do molde. Este ajuste apenas é possível para sistemas rotativos que contenham mais que duas estações de funcionamento físicas.



Figura 5.27 – Página de Edição da Sequência

Tabela 32 – Elementos da Página da Sequência

Nr.	Descrição	Info.
1	Definição do número de movimentos da sequência.	5.5.3.1
2	Tecla para habilitar a edição da sequência.	
3	Edição dos parâmetros base da cinemática do sistema rotativo (Plasdan).	
4	Posições de extração.	5.5.3.2
5	Sequência de funcionamento.	5.5.3.3

### 5.5.3.1. Definição do Número de Movimentos da Sequência

Se o sistema rotativo for composto por mais do que duas estações de trabalho, é possível alterar este valor, correspondendo o máximo de movimentos ao número de estações fisicamente disponíveis.

Ao ser alterado, a sequência (5) é ajustada ao número de movimentos pretendido.

### 5.5.3.2. Posições de Extração

Esta tecla permite, no caso de estar definida uma sequência de dois movimentos, adicionar posições de extração.

As posições de extração (Figura 5.28) são indicadas, na sequência, a amarelo. Estas posições apenas podem ser ativadas se a sequência for composta por dois movimentos e se o sistema rotativo contemplar esta opção. A máquina de injeção nunca tem permissão de fecho se o equipamento rotativo se encontrar numa posição de extração.

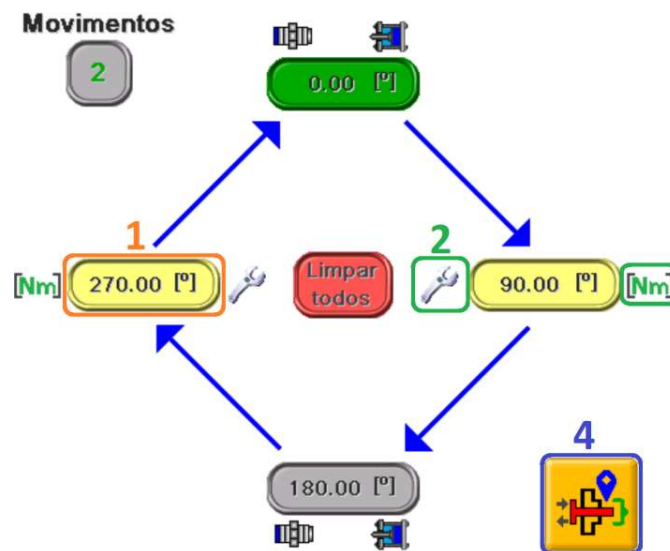


Figura 5.28 – Posições de Extração

Uma sequência com posições de extração é composta, na sua maioria, por elementos abordados em “5.5.3.3.Sequência de Funcionamento”, contendo ainda alguns elementos específicos:

1) Valor da posição de extração;

Para definir o valor de posição da extração, deve pressionar sobre a mesma, o que fará surgir a janela apresentada na Figura 5.29, onde é possível editar o valor.



Figura 5.29 – Edição do Valor da Posição de Extração

2) Configuração do modo binário;

Uma vez que as posições de extração não são equipadas com sistema de bloqueio, é possível configurar a mesma de modo a que o servo motor mantenha o binário, garantindo assim o posicionamento do molde durante a operação do robô ou outra operação.

Esta configuração é editável, ao pressionar sobre a chave inglesa, surgindo uma nova janela (Figura 5.30).



Figura 5.30 – Configuração do Binário

### 5.5.3.3. Sequência de Funcionamento

A sequência de funcionamento (Figura 5.31) é composta por várias informações, não só sobre a sua constituição como também sobre as condições de cada estação.

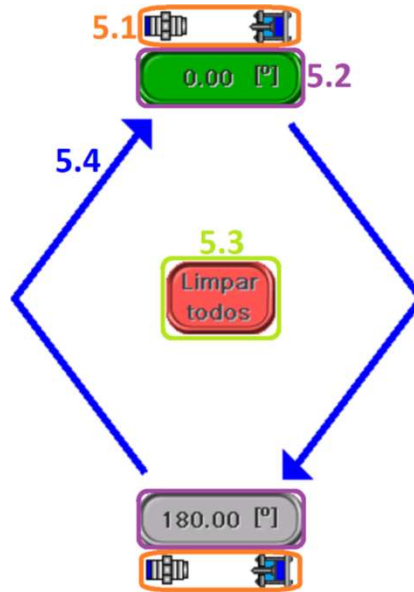


Figura 5.31 – Sequência de Funcionamento

A sequência de funcionamento é composta pelos seguintes elementos:

#### 5.1) Condições da Estação;

Junto a cada uma das estações podem ser apresentados três símbolos, identificados na Tabela 33.

Tabela 33 – Condições da Estação

Símbolo	Condição	Descrição
	Sensores de Posição	A posição da estação é verificada por sensores de posicionamento.
	Sistema de Bloqueio	A estação é equipada com sistema de bloqueio.
	Servo motor em binário	Uma vez alcançada a estação, o binário no servo motor será mantido, garantindo o posicionamento. O binário é desativado assim que o molde fechar.

## 5.2) Posição da estação;

Cada uma das estações apresenta o seu valor de posição. Se o equipamento tiver mais que duas estações físicas, o valor de posição pode ser alterado. Se for apresentado “>>>.>>”, significa que a estação não tem uma posição atribuída.

De modo a atribuir ou editar o valor de posição, de cada uma das estações da sequência, deve-se premir sobre a mesma, surgindo a janela apresentada na Figura 5.32.



Figura 5.32 – Selecionar Posição

Nesta janela são apresentadas todas as estações fisicamente instaladas no sistema rotativo (A). Estas estações podem ser selecionadas premindo no respetivo botão (B). Se o botão de seleção apresentar um tom vermelho significa que a estação já se encontra em utilização, não podendo ser selecionada. O botão “Limpar” (C), serve para remover a posição previamente definida, ficando assim

livre para ser utilizada noutra estação.

## 5.3) Botão “Limpar Todos”;

Este botão permite reiniciar os valores de posição de toda a sequência. Ao ser pressionado surge uma janela de confirmação da ação. Ao confirmar, todos os valores de posição das estações ficarão sem valor de posição atribuído (“>>>.>>”).

## 5.5.4. Página do Sistema de bloqueio

A página do sistema de bloqueio presente na Figura 5.33 permite ao utilizador editar parâmetros relacionados com o mesmo ou realizar testes de funcionamento. Os elementos desta página são apresentados na Tabela 34.



Figura 5.33 – Página do Sistema de Bloqueio

Tabela 34 – Elementos na Página do Sistema de Bloqueio

Nr.	Descrição	Info.
1	Estado do sistema de bloqueio.	Tabela 35
2	Tempo limite e de monitorização dos movimentos do bloqueio.	
3	Bloquear e desbloquear o sistema em modo manual.	
4	Monitorização das entradas de bloqueio e desbloqueio do sistema.	
5	Monitorização da saída utilizada para desbloquear o sistema.	

Tabela 35 – Estado do Sistema de Bloqueio

Estado	Descrição
Bloqueio Não Utilizado	O sistema de bloqueio não se encontra em utilização.
Verificar Pos. Bloqueio	Verificar o posicionamento do sistema de bloqueio.

Desbloquear	Ordem de desbloquear.
A Desbloquear	A desbloquear o sistema rotativo.
Desbloqueado	Sistema rotativo desbloqueado.
Bloquear	Ordem de bloquear.
A Bloquear	A bloquear o sistema rotativo.
Bloqueado	Sistema rotativo bloqueado.
Falha no Bloqueio	Falha nos sensores ou o tempo do movimento foi excedido.

### 5.5.5. Página dos Sensores de Afastamento (PR4)

Os sensores de afastamento são utilizados para medir a folga que existe entre o elemento móvel e o fixo do PR4, constando as informações dos mesmos nesta página (Figura 5.34). Os elementos desta página são apresentados na Tabela 36.



Figura 5.34 – Página dos Sensores de Afastamento

Tabela 36 – Elementos da Página dos Sensores de Afastamento

Nr.	Descrição	Info.
1	Configuração de um sensor de afastamento.	5.5.5.1
2	Configuração global dos sensores de afastamento.	5.5.5.2

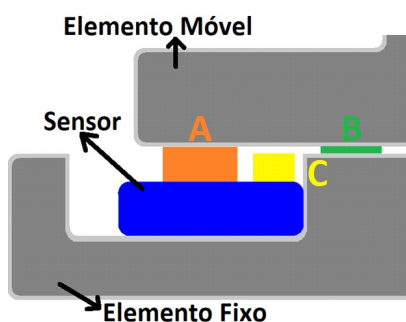


Figura 5.35 – Medição do Sensor de Afastamento

Os sensores de afastamento (Figura 5.35) monitorizam a distância (A) entre o elemento fixo e o móvel, do PR4. Quando o molde está em alta pressão, estes elementos ficam em contacto, sendo nesse momento atribuída a referência (C). Quando o molde abre, os elementos afastam-se, sendo calculada a diferença entre a referência (C) e a medida atual (A), resultando no afastamento entre os dois elementos (B).

### 5.5.5.1. Configuração de um Sensor de Afastamento

Na Figura 5.36 é apresentado o conjunto de informação disponível para cada um dos sensores de afastamento, sendo descrito na Tabela 37.



Figura 5.36 – Informação do Sensor de Afastamento

Tabela 37 – Elementos do Sensor de Afastamento

Nr.	Descrição
1.1	Utilização do sensor.
1.2	Distância entre os elementos (A).
1.3	Valor da referência (C).
1.4	Valor calculado (B). Teve que ser superior ao valor 2.2 da Figura 5.37.
1.5	Atribuir uma nova referência ao sensor (C)

A nova referência de um sensor de afastamento (1.5) apenas pode ser atribuída se se verificarem as seguintes condições:

- Não haver alarmes relacionados com os sensores de afastamento;
- Molde fechado;
- Equipamento rotativo em modo manual;
- Sensor em utilização;

### 5.5.5.2. Configuração Global dos Sensores de Afastamento

Na Figura 5.37 é possível configurar todos os sensores de afastamento instalados de uma só vez (Tabela 38).



Figura 5.37 – Configuração de Todos os Sensores de Afastamento

Tabela 38 – Elementos Globais dos Sensores de Afastamento

Nr.	Descrição
2.1	Utilização dos sensores (Reservado à Plasdan).
2.2	Afastamento mínimo para o sistema rotativo puder rodar.
2.3	Atribuir uma nova referência a todos os sensores de afastamento.

## 5.5.6. Página da Consola de Interface

Esta página (Figura 5.38) permite o ajuste de parâmetros referentes à visualização, acessos e alarmes de temperatura. Os elementos assinalados são descritos na Tabela 39.



Figura 5.38 – Página da Consola de Interface

Tabela 39 – Elementos da Página da Consola de Interface

Nr.	Descrição	Info.
1	Configurações da consola de interface.	5.5.6.1
2	Temperatura de alarme para o autómato e para a consola de interface.	
3	Seleção do idioma.	
4	Configuração dos códigos de acesso ao nível um e dois	

O “acesso inicial” é o nível de utilizador em que o sistema inicia quando é ligado ou quando o ecrã volta a ligar.

### 5.5.6.1. Configurações da consola de interface;

É possível realizar vários ajustes na consola de interface (Figura 5.39), tanto a nível de visualização como de operações funcionais da mesma (Tabela 40).



Figura 5.39 – Configurações da Consola de Interface

Tabela 40 – Elementos de Configuração da Consola de Interface

Nr.	Descrição
1.1	Cor do cabeçalho da visualização.
1.2	Tempo ao fim do qual desliga o ecrã. Torna a ligar quando pressionado.
1.3	Limpeza do ecrã. Ecrã fica inativo durante o tempo definido.
1.4	Calibração do ecrã.
1.5	Ajusto do brilho do ecrã.

## 5.6. Páginas de Dados e Informações



Figura 5.40 – Tecla de Dados e Informações

As duas páginas apresentadas de seguida permitem ao utilizador a gestão de ficheiros guardados na consola, como por exemplo os dados de parametrização ou capturas de ecrã, e permitem ainda a visualização de curvas relacionadas com o movimento do sistema rotativo.

Para aceder às mesmas deve ser premida a tecla apresentada na Figura 5.40.

### 5.6.1. Página da Gestão de Dados

Nesta página (Figura 5.41) o utilizador pode gerir todos os ficheiros guardados na consola e transferir os mesmos para um dispositivo USB ou vice-versa. Todos os elementos estão descritos na Tabela 41.



Figura 5.41 – Página do Catálogo de Ficheiros

Tabela 41 – Elementos da Página do Catálogo de Ficheiros

Nr.	Descrição	Info.
1	Informação sobre o ficheiro seleccionado e sobre o que último foi lido.	
2	Apresentação dos ficheiros existentes, de acordo com o menu em 3).	
3	Interação com os ficheiros existentes.	5.6.1.1

### 5.6.1.1. Interação com os Ficheiros Existentes

O menu permite o acesso a diferentes tipos de ficheiros ou capturas de ecrã. Para interagir com um ficheiro, este deve ser seleccionado. São possíveis diferentes ações e opções (Tabela 42).

Tabela 42 – Funcionalidades de Gestão de Dados

Tecla/Menu		Descrição
Parâmetros	Todos	Parâmetros e as Configurações.
	Parâmetros	Variáveis do movimento do sistema rotativo. Velocidade e tempo de atraso.
	Configurações	Variáveis da cinemática do sistema rotativo. Sequência definida e condições de rotação.
	Captura de Ecrã	Permite a captura de um ecrã da consola, pressionando sobre o símbolo presente no canto superior direito.
USB		Acesso aos ficheiros presentes no dispositivo USB.
Carregar		Carregar a parametrização do ficheiro seleccionado.
Gravar		Gravas as variáveis seleccionadas no menu.
Apagar		Apagar o ficheiro seleccionado.
Copiar		Permite a troca de ficheiros entre o dispositivo USB e a consola, e vice-versa.

## 5.6.2. Página de Representação de Curvas

Nesta página (Figura 5.42) é possível ver uma representação gráfica das três variáveis mais importantes no movimento.

Os valores das curvas são guardados automaticamente para cada um dos ciclos, quando o equipamento se encontra em modo automático. Estes valores podem igualmente ser registados em manual, quando ativada essa função.

Os elementos assinalados estão descritos na Tabela 43.

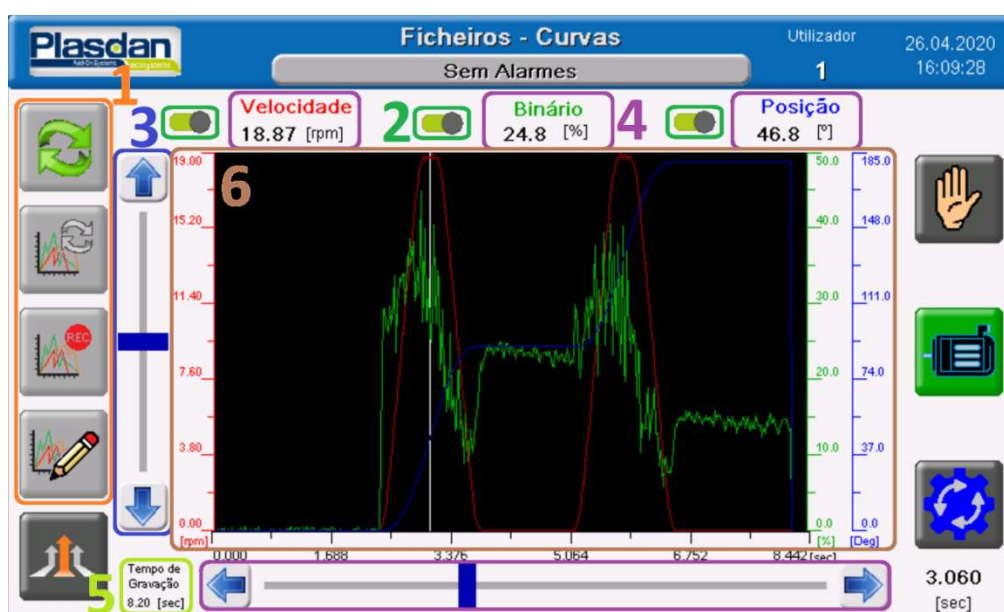

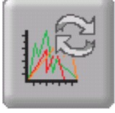
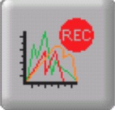
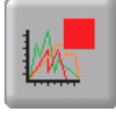

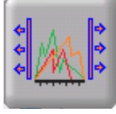
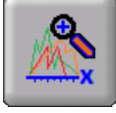
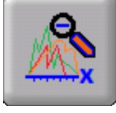
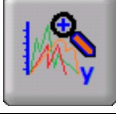
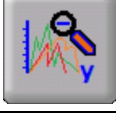


Figura 5.42 – Página das Curvas

Tabela 43 – Elementos da Página das Curvas

Nr.	Descrição	Info.
1	Teclas de controlo e ajustes.	Tabela 44
2	Representação gráfica da curva.	
3	Cursor de deslocação das curvas no eixo Y.	
4	Cursor do eixo X e apresentação dos valores correspondentes.	
5	Apresentação do tempo de gravação em modo manual.	
6	Área de representação gráfica das curvas.	

Tabela 44 – Teclas Página das Curvas

Tecla	Descrição	
	Atualização das curvas.	
	Atualização automática das curvas.	
 	Iniciar e parar gravação em modo manual.	
		Ajuste automático das curvas no eixo X.
		Aumento da escala no eixo X
		Diminuição da escala no eixo X
		Aumento da escala no eixo Y
		Diminuição da escala no eixo Y

## 5.7. Páginas de Diagnóstico

Nestas páginas o utilizador encontra informações sobre o estado o sistema, entradas e saídas, o estado do controlador do servo motor e o *hardware* instalado.



Figura 5.43 – Tecla de Diagnóstico

Para aceder às páginas de diagnóstico do sistema deve ser premida a tecla da Figura 5.43.

## 5.7.1. PLC

Nesta página (Figura 5.44) é apresentada a configuração do autómato, permitindo o acesso a cada um dos módulos para efeitos de diagnóstico e informação. Os elementos assinalados na presente página estão descritos na Tabela 45.

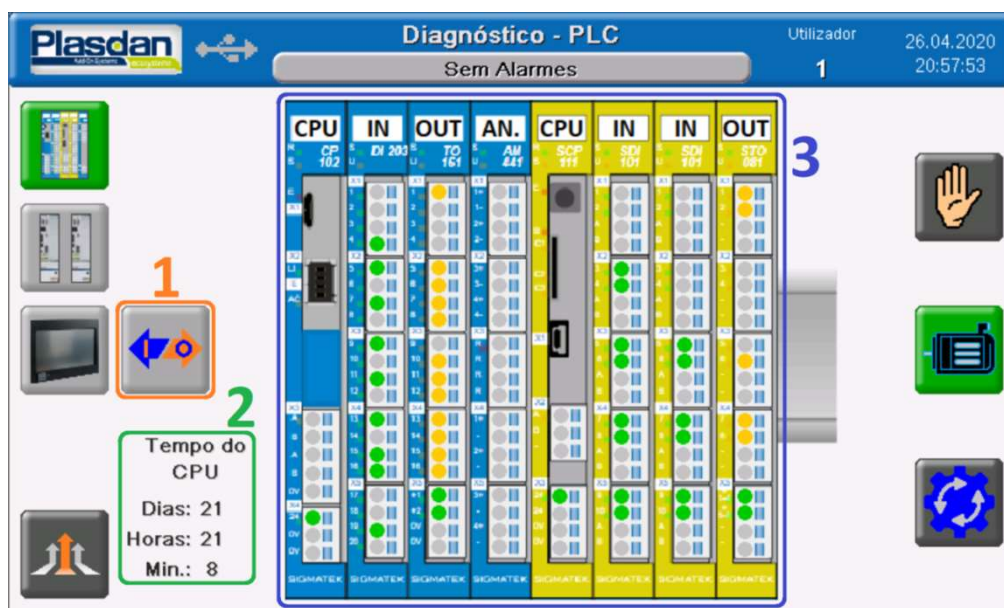


Figura 5.44 – Página de Diagnóstico do PLC

Tabela 45 – Elementos da Página Diagnóstico do PLC

Nr.	Descrição	Info.
1	Aceder à página de diagnóstico da interface com a IMM	5.7.2
2	Visualização do tempo total que o autómato esteve ligado	
3	Diagnóstico do autómato	5.7.1.1 e 5.7.1.2

Ao pressionar sobre cada um dos módulos, são apresentadas as entradas e saídas que compõem os mesmos, à exceção dos módulos CPU que são meramente informativos.

### 5.7.1.1. Diagnóstico das Entradas

É possível visualizar, de forma rápida, quais as entradas do sistema (Figura 5.45) que se encontram ativadas. Os elementos do diagnóstico das entradas estão apresentados na Tabela 46.



Figura 5.45 – Diagnóstico das Entradas

Tabela 46 – Elementos do Diagnóstico das Entradas

Nr.	Descrição
1	Nome da entrada.
2	Entrada ativada.
3	Entrada não ativada.
	Informação sobre o módulo ou sobre entradas específicas.
	Retornar à página do autómato.

## 5.7.1.2. Diagnóstico e Teste das Saídas

A página de diagnóstico das saídas do sistema (Figura 5.46) permite visualizar o estado das mesmas. É ainda permitido o teste, em manual, de todas as saídas. Os elementos do diagnóstico das entradas estão apresentados na Tabela 47.



Figura 5.46 – Diagnóstico das Saídas

Tabela 47 – Elementos do Diagnóstico das Saídas

Nr.	Descrição	Info.
1	Nome da saída.	
2	Configuração das duas saídas de posicionamento do sistema (Opcional).	5.7.1.3
3	Saída não ativada.	
4	Saída ativada.	
5	Informação do módulo.	
6	Teste das saídas.	5.7.1.4
7	Retornar à página do autómato.	

### 5.7.1.3. Configuração das Saídas de Posicionamento do Sistema (Opcional)

Ao premir a chave assinalada, é apresentada uma nova janela (Figura 5.47) onde é possível seleccionar as estações de funcionamento que farão atuar as duas saídas do *Rotary System Interface – RSI*.






Figura 5.47 – RSI, Edição de Sinais

### 5.7.1.4. Teste das Saídas

O teste das saídas apenas é permitido com o nível de utilizador dois ou superior, a máquina de injeção em modo manual e o equipamento Plasdan em modo manual.

Quando esta tecla é premida, é apresentado junto a cada saída, um quadrado azul. Este quadrado muda o seu estado (Tabela 48), e conseqüentemente o da respetiva saída, cada vez que é pressionado.

Tabela 48 – Teste de Saídas

Símbolo	Estado	Descrição
	Saída controlada pelo programa	A saída assume o nível lógico de acordo com o funcionamento do programa.
	Saída ativada	A saída assume o nível lógico 1.
	Saída desativada	A saída assume o nível lógico 0.

O teste das saídas é desligado assim que se abandona a página, ou é pressionada a tecla de ativação do teste ou é reduzido o nível de utilizador. Uma vez desligado, todas as saídas ficarão a ser controladas pelo programa.

## 5.7.2. Interface

A página de diagnóstico da interface (Figura 5.48) permite um rápido acesso a todos os sinais que fazem parte da interface instalada, entre a IMM e o equipamento Plasdan. Os elementos assinalados estão descritos na Tabela 49.



Figura 5.48 – Página de Interface

Tabela 49 – Elementos da Página de Interface

Nr.	Descrição	Info.
1	Permite o acesso à página de diagnóstico do PLC.	5.7.1
2	Entradas da interface.	
3	Saídas da interface.	
4	Testes das saídas.	5.7.1.4

## 5.7.3. Controlador do Servo Motor

A página de diagnóstico da *drive* (Figura 5.49) apresenta as informações sobre o controlador do servo motor. Os elementos assinalados estão descritos na Tabela 50.



Figura 5.49 – Página de Diagnóstico da *Drive*

Tabela 50 – Elementos do Diagnóstico da *Drive*

Nr.	Descrição	Info.
1	Endereço de comunicação do controlador.	
2	Código do controlador.	Tabela 51
3	Estado do controlador.	Tabela 52
4	Estado do servo motor.	Tabela 53

Tabela 51 – Código de Funcionamento do Controlador

Código	Descrição
PM	Modo de parametrização.
BB	Pronto para ligar.
AB	Ligado, sem binário.
AF	Ligado, com binário.

Neste campo podem ainda surgir códigos de alarme ou de falha, que devem ser consultados no manual do controlador do servo motor (*Rexroth IndraDrive C R911314905 Edition 1*).

**Tabela 52 – Estado do Controlador**

<b>Estado</b>	<b>Descrição</b>
Parado	Servo motor está parado.
Iniciar Servo Motor	O controlador foi ligado.
Def. Posição	A referenciar o servo motor.
<i>Drive</i> Ligada	Controlador Ligado.
Pronto	Controlador pronto para operação.
Parar Rot. Jog	Parar o rotação em jog.
Rot . Jog Negativo	Rotação em jog no sentido anti-horário.
Rot . Jog Positivo	Rotação em jog no sentido horário.
Rot . Jog Posição	Rotação jog em posição.
Paragem <i>Drive</i>	Parar o controlador.
<i>Drive</i> Desligada	Controlador desligado.

**Tabela 53 – Estado do Servo Motor**

<b>Estado</b>	<b>Descrição</b>
Parado	Servo motor está parado.
Ordem de Paragem	Ordem de paragem do servo motor.
Fazer Referência	Referenciar, a 0, o sistema rotativo.
Referência Terminada	Referenciado.
Verif. Modo de Op.	Verificação do modo de operação.
Em Movimento	Servo motor em movimento.
Aguarda Fim de Mov.	Aguarda o fim do movimento.
Fim do movimento	Finalizou o movimento.
Falha	Ocorreu uma falha durante o movimento.
Jog Negativo	Movimento jog negativo.
Jog Positivo	Movimento jog positivo.
Jog Posição	Movimento jog em posição.

## 5.7.4. Consola de Interface

Na página da consola (Figura 5.50) são apresentadas as todas as informações sobre a mesma. Os elementos assinalados estão descritos na Tabela 54.

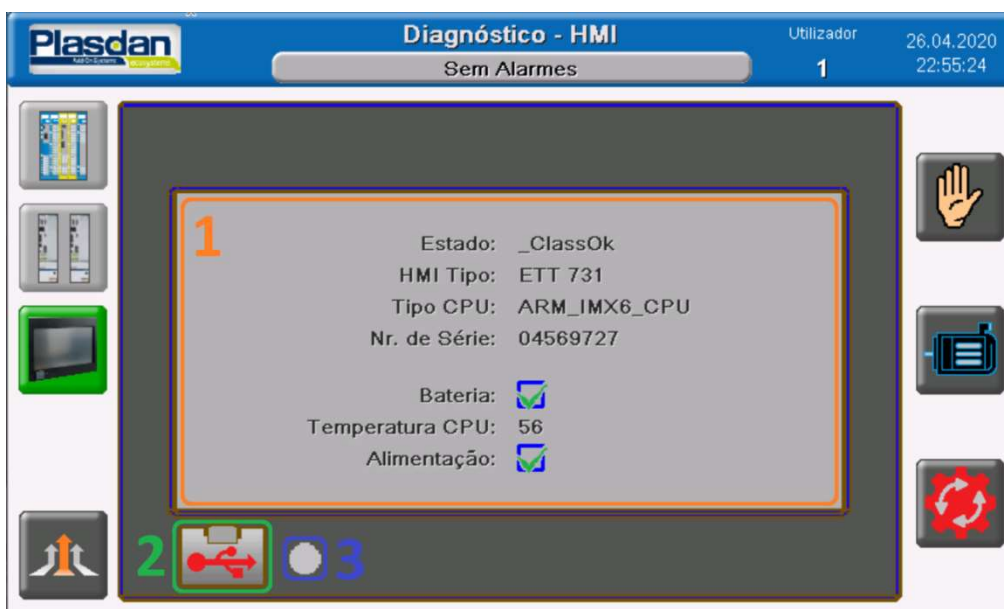


Figura 5.50 – Página da Consola de Interface

Tabela 54 – Elementos de Diagnóstico da Consola de Interface

Nr.	Descrição
1	Informações sobre a consola e elementos da mesma.
2	Conexão USB, a verde indica que tem um dispositivo USB conectado.
3	Led que indica o modo de funcionamento do equipamento.

O led pode ter três estados:

- Desligado – Equipamento em modo manual;
- A Piscar – Equipamento em automático e IMM em modo manual;
- Ligado – Ambos os equipamentos em modo automático;

## 5.8. Página de Contactos e Informações

Nesta página (Figura 5.51) são apresentadas todas as informações e contactos da empresa.



Figura 5.51 – Página dos Contactos e Informações

## **Apêndice II – Relatório de Ensaio**



## Relatório de Ensaio - Sistema Rotativo

Obra:

Especificação:

Cliente:

Designação do Esquema Elétrico:

Versão Prog:

Versão VISU:

Opções Instaladas:

Técnico Responsável pelo Ensaio

Data de início do teste por parte do DAU \_\_\_\_\_

Entrega ao DEE para preparações finais \_\_\_\_\_

Início do teste final por parte do DAU \_\_\_\_\_

Finalização de todos os testes \_\_\_\_\_



**Completar todos os ficheiros Excel, respetivos a este equipamento, com os dados dos testes e medições realizadas. Garantir que há coerência com os valores de equipamentos semelhantes.**

<b>1. Preparação para o teste do sistema</b>		
1.1.	Fazer o update dos ficheiros e imprimir os desenhos do sistema	<input type="checkbox"/>
1.2.	Soprar e aspirar o quadro elétrico para remover restos da eletrificação	<input type="checkbox"/>
1.3.	Verificar se a porta tem o fio de terra ligado	<input type="checkbox"/>
1.4.	Verificar se os módulos do autómato de acordo com o esquema elétrico	<input type="checkbox"/>
1.5.	Ligar alimentação elétrica (Ordem das fases: Castanho; Preto; Cinza)	<input type="checkbox"/>
1.6.	Ligar o simulador de interface e respetiva alimentação à unidade (24Vdc/0Vdc)	<input type="checkbox"/>
1.7.	Ligar cabos do sistema e mangueira de ar comprimido	<input type="checkbox"/>
1.8.	Sistema lubrificado por: _____	<input type="checkbox"/>

<b>2. Com o interruptor geral desligado, ligar todos os disjuntores e verificar as seguintes ligações</b>		
2.1. Verificar que não existe curto-circuito entre:		
2.1.1.	Fases, terra e neutro (L1 – L2 – L3 / N / T)	<input type="checkbox"/>
2.1.2.	Fases na saída do contactor para os controladores dos motores	<input type="checkbox"/>
2.1.3.	+24V da fonte e as fases, terra e neutro (L1 – L2 – L3 / N / T)	<input type="checkbox"/>
2.1.4.	0V da fonte e as fases e neutro (L1 – L2 – L3 / N)	<input type="checkbox"/>
2.2. Verificar que existe continuidade entre:		
2.2.1.	Terra do geral e todos os pontos terra do quadro	<input type="checkbox"/>
2.2.2.	0v da fonte e a terra (T)	<input type="checkbox"/>
2.2.3.	Verificar ligação terra entre o sistema rotativo e o quadro elétrico	<input type="checkbox"/>
2.3.	Desligar todos os disjuntores	<input type="checkbox"/>

<b>3. Alimentação AC e DC no quadro da unidade</b>		
3.1. Alimentação elétrica (AC)		
3.1.1.	Verificar que a tensão de rede está ligada ao quadro	<input type="checkbox"/>
3.1.2.	Ligar o interruptor geral.	<input type="checkbox"/>
3.1.3.	Verificar que a tensão à saída do int. geral tem um valor entre 380V e 420V, entre fases.	<input type="checkbox"/>
3.1.4.	Verificar que existem as 3 fases no disjuntor de proteção da fonte de alimentação.	<input type="checkbox"/>
3.1.5.	Verificar que existem as 3 fases no disjuntor de proteção do controlador do servomotor.	<input type="checkbox"/>
3.1.6.	Verificar se os fusíveis / disjuntor estão de acordo com o esquema eléctrico.	<input type="checkbox"/>
3.2. Fonte de alimentação (DC)		
3.2.1.	Desligar a ficha de comunicação CAN controlador do servo motor	<input type="checkbox"/>
3.2.2.	Ligar o disjuntor da fonte de alimentação. Verificar que a fonte liga.	<input type="checkbox"/>
3.2.3.	Medir a tensão de saída da fonte. Tem de estar entre os 23V e 25V.	<input type="checkbox"/>
3.2.4.	Ligar o disjuntor de protecção ao barramento de 24V. Verificar que o autómato, a consola, o controlador do servo motor e o ventilador ligam.	<input type="checkbox"/>
3.2.5.	Verificar que liga: o autómato, os servo-controladores, ventilador, consola.	<input type="checkbox"/>
3.2.6.	Ajustar a tensão da fonte de alimentação para os 24V.	<input type="checkbox"/>

<b>4. Programar o controlador do servo motor</b>		
4.1.1.	Criar um novo projeto adicionar os controladores através da ferramenta "Scan for devices".	<input type="checkbox"/>
4.1.2.	Premindo no botão "Configure" altere o IP para 10.10.150.4.	<input type="checkbox"/>
4.1.3.	Carregar os parâmetros de um sistema com as mesmas características ou idênticas.	<input type="checkbox"/>
4.1.4.	Verificar/Ajustar a relação de transmissão.	<input type="checkbox"/>
4.1.5.	Verificar/Ajustar a relação de transmissão.	<input type="checkbox"/>
4.1.6.	Alterar o parâmetro S-0-0265, "Language selection", para o valor 1 - Inglês.	<input type="checkbox"/>
4.1.7.	Programado por: _____	<input type="checkbox"/>

<b>5. Software e verificações no PLC</b>		
5.1.	Ligar o computador ao autómato e carregar o programa, com opções pretendidas pelo cliente.	<input type="checkbox"/>
5.2.	Atualizar o ficheiro "autoexec.lsl".	<input type="checkbox"/>
5.4.	Com o quadro desligado, conectar a ficha CAN. Ligar o quadro e verificar que há comunicação CAN.	<input type="checkbox"/>

<b>6. Sinais de Interface</b>		
6.1.	Circuito de Emergência	
6.1.1.	Verificar o funcionamento da Emergência da IMM.	<input type="checkbox"/>
6.1.2.	Verificar o funcionamento da Emergência do Robô.	<input type="checkbox"/>
6.1.3.	Verificar o funcionamento das Emergências do Sistema Rotativo	<input type="checkbox"/>
6.2.	Interface	<input type="checkbox"/>
6.2.1.	Acionar os interruptores da caixa de simulação e verificar a coerência com os sinais de diagnóstico.	<input type="checkbox"/>
6.2.2.	Através da função "Teste de saídas" verificar todos os sinais enviados à IMM.	<input type="checkbox"/>
6.2.3.	Verificar as permissões em modo automático.	<input type="checkbox"/>

<b>7. Afinação de Correia</b>		
7.1.	Verificar paralelismo entre correia e polias.	<input type="checkbox"/>
7.2.	Verificar frequência de oscilação. O valor é lido no ponto intermédio entre a polia motora e a tensora. Valor no projecto: _____ Hz                      Valor da medição: _____ Hz	

<b>8. Sensores e Atuadores</b>		
8.1.	Sistema de Bloqueio <input type="checkbox"/> Sensores de Posição <input type="checkbox"/> Qtd: _____    Sensores de Afastamento <input type="checkbox"/> Qtd: _____	
8.2.	Verificar mecânicamente que o equipamento pode rodar. Realizar as afinações em movimento JOG.	<input type="checkbox"/>
8.3.	Afinar os sensores de posicionamento para todas as estações.	<input type="checkbox"/>
8.4.	Afinar os sensores do sistema de bloqueio.	<input type="checkbox"/>
8.5.	Medir a folga entre os paratos do PR4 e colocar um valor teórico de afastamento nos sensores de afasta	<input type="checkbox"/>

<b>9. Rotação</b>		
9.1.	Em rotação normal, verificar o correto posicionamento do sistema.	<input type="checkbox"/>
9.2.	Registar graficamente 10 rotações a uma velocidade de 5rpm. Obxxxx_PRxxxx_5rpm_CP102.Ids	<input type="checkbox"/>
9.3.	Registar graficamente 10 rotações a metade da velocidade máxima. Obxxxx_PRxxxx_Xrpm_CP102.Ids	<input type="checkbox"/>
9.4.	Registar graficamente 10 rotações à velocidade máxima. Obxxxx_PRxxxx_Xrpm_CP102.Ids	<input type="checkbox"/>
9.5.	Registar graficamente 1 rotação completa a 2rpm com o valor dos sensores de afastamento. Guardar como Obxxxx_PRxxxx_Clearance_CP102.Ids	<input type="checkbox"/>

<b>10. Ficha opcional de sinais de posicionamento (XRSPI)</b>		
10.1.	Quantidade de sinais para o RSPI: _____	<input type="checkbox"/>
10.2.	Verificar o correto funcionamento de todos os sinais.	<input type="checkbox"/>
10.3.	Verificação do correto funcionamento de sinais extra na ficha.	<input type="checkbox"/>

<b>11. Teste pressão nos canais hidráulicos</b>		
11.1.	Verificação dos canais de água: Nº Canais _____ Pressão de Teste _____ [Bar]	<input type="checkbox"/>
11.2.	Verificação dos canais de óleo: Nº Canais _____ Pressão de Teste _____ [Bar]	<input type="checkbox"/>

<b>13. Junta elétrica rotativa</b>		
13.1.	Nº de vias: _____	<input type="checkbox"/>
13.2.	Verificar a continuidade dos circuitos entre as fichas do elemento móvel e fixo.	<input type="checkbox"/>

<b>14. Finalização</b>		
14.1.	Gravar os ficheiros de resultantes do teste na pasta da obra.	<input type="checkbox"/>
14.2.	Criar uma <i>BootDisk</i> e guardar a mesma na pasta da obra.	<input type="checkbox"/>
14.3.	Guardar o ficheiro de parâmetros do controlador do servo motor na pasta da obra.	<input type="checkbox"/>
14.4.	Colar o autocolante "PLASDAN" no quadro elétrico.	<input type="checkbox"/>
14.5.	Colar o autocolante "Consultar o Manual de Instruções" na porta do quadro elétrico.	<input type="checkbox"/>
14.6.	Colar o autocolante "Perigo de Eletrocussão" na porta do quadro elétrico.	<input type="checkbox"/>
14.7.	Colocar o sistema rotativo parametrizado para ser enviado para o cliente.	<input type="checkbox"/>
14.8.	Registar fotograficamente o quadro elétrico e o sistema rotativo. Colocar as fotos na pasta da obra.	<input type="checkbox"/>
14.9.	Desligar o sistema rotativo e retirar o cabo de alimentação elétrica.	<input type="checkbox"/>
14.10.	Desligar e arrumar a caixa de teste dos sinais de interface.	<input type="checkbox"/>
14.11.	Colocar as fichas a enviar ao cliente.	<input type="checkbox"/>
14.12.	Imprimir, encadernar e colocar dentro do quadro elétrico o esquema elétrico.	<input type="checkbox"/>
14.13.	Verificar as condições de limpeza do quadro elétrico e fechar o quadro elétrico.	<input type="checkbox"/>
14.14.	Verificar que o quadro elétrico tem a chapa de identificação.	<input type="checkbox"/>
14.15.	Verificar que o relatório está todo preenchido e que contém toda a documentação.	<input type="checkbox"/>

Observações: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Registos de todas as referências, números de série e outros aspetos pedidos.

<b>Servo motor</b>	
Marca:	
Referência:	
Número de série:	

<b>Caixa redutora</b>	
Marca:	
Referência:	
Número de série:	

<b>Controlador do Servo motor</b>	
Marca:	
Potencia - Referência:	
Potencia - Número de série:	
Controlo - Referência:	
Controlo - Número de série:	
Versão Firmware:	
No. Série modulo firmware:	

<b>Consola de Interface</b>	
Marca:	
Referência:	
Número de série:	

<b>Autómato Principal</b>				
Tipo		Hardware	Software	Número Série
Módulo CPU				
Módulo 1				
Módulo 2				
Módulo 3				
Módulo 4				
Módulo 5				

<b>Autómato de Segurança</b>				
Tipo		Hardware	Software	Número Série
Módulo CPU				
Módulo 1				
Módulo 2				
Módulo 3				
Módulo 4				
Módulo 5				

Fonte de Alimentação	
Marca:	
Potencia - Referência:	
Potencia - Número de série:	

Módulo de Conexão Remota	
Marca:	
Modelo:	
Referência:	

Data: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Ficha relativa ao quadro elétrico	
A ligação à terra na porta do quadro elétrico e na chapa de montagem têm a secção correta?	<input type="checkbox"/>
Os pontos de ligação à terra estão descarnados, sem corrosão e identificados?	<input type="checkbox"/>
Todos os componentes elétricos estão visíveis e corretamente identificados?	<input type="checkbox"/>
Os contactos dos componentes elétricos (contactos de potência) estão bem apertados?	<input type="checkbox"/>
Os diâmetros da cablagem instalada são iguais ou superiores aos indicados no esquema elétrico?	<input type="checkbox"/>
Os cabos elétricos estão bem isolados?	<input type="checkbox"/>
As fichas que ligam à parte exterior do quadro elétrico estão bem apertadas?	<input type="checkbox"/>
O dispositivo anti desengate das fichas estão bem apertadas?	<input type="checkbox"/>
Os fios que não estão a ser utilizados, estão bem isolados?	<input type="checkbox"/>
Foi montado uma proteção contra toques diretos nos componentes ativos?	<input type="checkbox"/>

**Documentação**

Desenhos da máquina enviados ao cliente.	<input type="checkbox"/>
Certificado da conceção do quadro elétrico.	<input type="checkbox"/>
Verificação para expedição.	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

1.1 - Montagem do quadro efetuada por: \_\_\_\_\_

1.2 - Sistema eletrificado por: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

**Verificação e validação**

Verificação da conceção e desenvolvimento

**Data:** \_\_\_\_\_ **Verificado por:** \_\_\_\_\_

Validação da conceção e desenvolvimento

**Data:** \_\_\_\_\_ **Verificado por:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_\_ **Verificado por:** \_\_\_\_\_

**Problemas / Falhas encontradas**

Data	Motivo	Secção envolvida	Tempo de paragem