Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Rui Jorge Coelho Henriques

Produção Industrial - Controlo de Manutenção e Melhoria de Processo

Relatório de Estágio na CIE Plasfil - CIE Automotive, S.A

Orientado por:

Professor Doutor Pedro Correia, IPT – Instituto Politécnico de Tomar

Relatório apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar
para cumprimento dos requisitos necessários
à obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica, especialização em Controlo e Eletrónica Industrial

DEDICATÓRIA

"All our dreams can come true, if we have the courage to pursue them." (Walt Disney)

Dedico todo este trabalho à minha família, amigos e colegas pela ajuda na concretização de mais uma etapa.
Em especial aos meus pais e irmão, pois sem eles não seria possível alcançá-la.

RESUMO

Este relatório tem por base todo um estágio, que decorreu ao longo de nove meses na empresa CIE Plasfil do grupo CIE Automotive do ramo da indústria automóvel, para conclusão do curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, especialização em Controlo e Eletrónica Industrial (M2E).
Este tipo de indústria apresenta um elevado nível de exigência a todos os níveis, e face à crescente globalização, as empresas são confrontadas com inúmeros desafios. Já não chega produzir. As premissas atuais assentam na qualidade como condição para se atingir a produtividade e a competitividade. Dado que os padrões de qualidade impostos pelos clientes são cada vez mais exigentes, qualquer organização empresarial que deseja ser competitiva tem que inovar optando por técnicas e ferramentas que permitam a otimização dos processos de modo a produzir com qualidade e de forma eficaz, com o menor custo possível.

O trabalho realizado na CIE Plasfil incidiu no departamento de Produção. Este departamento engloba a equipa responsável por equipamentos auxiliares, equipa de manutenção de máquinas de injeção, técnicos/optimizadores de injeção e engenharia de processo e de controlo de qualidade. Ao longo do estágio foi possível acompanhar e integrar todas estas equipas e com isso captar diversos conhecimentos nas várias áreas. Neste relatório abordam-se temas relacionados com cada uma delas englobando tudo num tema geral dedicado à Produção.

Palavras-chave: Produção, Controlo, Processo, Qualidade, Injeção Sequencial.

ABSTRACT

The present report presents the work produced in the internship, conducted over nine months in the company CIE Plasfil company group of CIE Automotive S.A. in order to conclude the Master Degree course in Electrical Engineering expertise in Control and Industrial Electronics.

In this context of an increasing globalization, the companies face numerous challenges. Only producing is no longer sufficient. The current principles are based on quality as a condition for achieving productivity and competitiveness. Since quality client demands is constantly increasing, any organization that aims to be competitive has to innovate, choosing techniques and tools in order to optimize production processes. In the competitive environment in which we live, the organizations increasingly seek to efficiently produce with quality at the lowest possible cost.

The work done in CIE Plasfil focused on the Production department. This includes the department staff responsible for auxiliary equipment maintenance team injection machines, technical / optimizing injection and process engineering and quality control procedures. Throughout the stage it was possible to monitor and integrate all these teams and thus capture diverse knowledge in various areas. This report covers thematic topics related to each encompassing everything a general theme dedicated to the production.

Keywords: Production, Control, Process, Quality, Sequential Injection.

AGRADECIMENTOS

Quero deixar o meu agradecimento em primeiro lugar, ao meu orientador de estágio, o Professor Doutor Pedro Correia, pela sua disponibilidade demonstrada ao longo de todo o estágio e elaboração do respetivo relatório.

Os mais sinceros agradecimentos também ao meu coordenador de estágio, Sr. Engenheiro Fernando Moreira, Diretor de Produção na empresa CIE Plasfil, pela ajuda, orientação e atenção que me facultou ao longo de todo o estágio.

Também agradeço ao Engenheiro Rui Pessoa, Responsável pela engenharia de processo e técnico de equipamentos auxiliares por todo o acompanhamento e transmissão de conhecimentos que enriqueceram todo o meu desempenho e o tempo que permaneci na empresa.

Sem deixar de mencionar em particular, o técnico e chefe do departamento de injeção Joaquim Serrano, ao optimizador e técnico de injeção Luís de Matos, ao Diretor Comercial Carlos Rodrigues, no departamento de protótipos o Valdemar Costa e Paulo Páscoa, ao Engenheiro Ricardo Geraldo, ao responsável pelo departamento de compras, ao técnico Frederico Silva, pela ajuda e orientação na integração na empresa. Quero agradecer em geral com um enorme agradecimento a todas as pessoas que fazem parte da CIE Plasfil nos diversos setores que constituem a empresa, pois todos eles contribuíram de uma maneira ou de outra para o sucesso deste estágio.

Por último, mas não menos importante, quero deixar um agradecimento a todos os docentes do curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica (M2E) do Instituto Politécnico de Tomar, pela ajuda e conhecimentos transmitidos ao longo destes anos e a todos os meus colegas que me acompanharam ao longo de mais uma etapa na minha vida.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- CEP - *Statistical Process Control* (Controlo Estatístico do Processo)
- FMEA – *Failure mode and effects analysis* (Análise dos Modos de Falha e Seus Efeitos)
- Poka-Yoke - Metodologia para eliminação de erros
- 8D - Método estruturado para resolução de problemas em equipa
- OEM - *Original Equipment Manufacturer*
- ISO - *International Organization for Standartization*
- OEE - *Overall equipment effectiveness*
- MOD - *Manufactured On Demand*
- AC – *Alternated Current* (Corrente Alternada)
- DC – *Direct Current* (Corrente Contínua)
- PWM – Pulse Width Modulation (Modulação de Largura de impulso)
- PLS – Pulse output
- CT – Counter input
- Reset – Reiniciação

- Backup – Modo recuperação de energia
- QA – *Quality assurance*
- EPROM - *Erasable Programmable Read-only Memory*
- SRAM - *Static Random Access Memory*
- Gemba Líder - Compromisso e envolvimento de todos na mudança, gestão da produção através de uma presença ativa no terreno.
- COIL – Bobina
- IN – Entrada
- OUT – Saída
- COM - Comum
- NC – Normalmente fechado
- NO – Normalmente aberto
- Trama – "Frame"

LISTA DE SÍMBOLOS

- € – Euro
- % – Percentagem
- A – Ampere
- mA – Miliampere
- kA – Kilo-Ampere
- V – Volt
- kb – Kilobyte
- MB - Megabyte
- V DC – Tensão de alimentação em corrente contínua
- V AC - Tensão de alimentação em corrente alternada
- kW – KiloWatt
- MW- MegaWatt
- W - Watt
- Hz – Hertz

- kHz – Kilohertz
- s – Segundo
- ms – Milissegundo
- mm/s – Milímetros por segundo
- m/s – Metros por segundo
- µs – Microssegundo
- bar – Unidade de pressão
- L – Fase
- N - Neutro
- PE – Ligação terra

1. Introdução

1.1.Enquadramento

Várias empresas já se aperceberam de que a venda de produtos de baixa qualidade, isto é, produtos que apresentam defeitos ou fiabilidade reduzida, diminuem largamente a competitividade da empresa. Estas empresas sabem também que a implementação de um programa para melhoria da qualidade pode eliminar desperdícios, reduzir os índices de produtos defeituosos fabricados, diminuir a necessidade da realização de inspeção e aumentar a satisfação dos clientes. Estes fatores trazem como consequência um aumento da produtividade e da competitividade nas empresas.

A globalização da economia e a crescente competitividade impõem grandes desafios à indústria, evidenciando assim a importância do controlo de qualidade. A diminuição do tempo de desenvolvimento dos produtos, a necessidade de certificação ISO-9000 (International Organization for Standartization) entre outras, a melhoria da qualidade dos produtos e a redução dos custos são uma vincada exigência do mercado global. Como consequência, de maneira a manterem margens que lhe permitam sobreviver, as empresas vêem-se forçadas a concentrarem os seus esforços na redução de custos, na criação de valor como resultado da melhoria de qualidade e na responsabilização face aos clientes.

Como exemplo disso é a indústria automóvel, que é considerada uma referência no que diz respeito a níveis de produção, qualidade, emprego e por adotar modelos de gestão inovadores. As medidas que têm vindo a ser tomadas por esta indústria, nomeadamente pelos fornecedores de componentes têm ido ao encontro da redução dos custos sem nunca porem em causa a qualidade. Algumas dessas medidas têm passado pela análise do produto reduzindo custos mas aumentando simultaneamente o desempenho em termos de qualidade.

Os produtores da indústria automóvel, desde fornecedores a organizações de venda, têm que estar dedicados à melhoria contínua. Devem sempre procurar formas mais eficientes de produzir produtos e serviços.

Estes produtos e serviços devem continuar a melhorar em valor. O foco deve concentrar-se sempre nos clientes, sejam internos ou externos, e tornar a satisfação do cliente o alvo principal do negócio. [1] [2]

Para alcançar as metas propostas, todos os elementos que compõem a organização devem estar entregues à melhoria e usar métodos eficazes. Para atingir estas metas, as organizações têm adotado várias estratégias ao longo dos últimos anos, aplicando métodos e ferramentas de controlo de qualidade que possibilitam desde a melhoria até ao controlo dos processos de produção.

O método "Lean Production" (otimizar processos, reduzir desperdícios usando menos recursos) para otimização dos processos juntamente com as suas "ferramentas", desde FMEA (*Failure Mode Effects Analysis*), Poka-Yoke (Metodologia para eliminação de erros), 8D (Método estrutura para resolução de problemas em equipa), etc e Controlo Estatístico de Processo, permite fazer uma distinção clara entre os tipos de causas de problemas que ocorrem no processo de produção, direcionando corretamente às ações necessárias e, no curto prazo, garante que possíveis falhas sejam identificadas durante o processo e não nas inspeções finais ou pelo próprio cliente.

1.2.Trabalho Realizado

O trabalho realizado no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica foi desenvolvido na empresa CIE Plasfil no setor da Produção na área de controlo de manutenção e melhoria de processos. O trabalho de estágio esteve alocado à parte de produção, integrado numa equipa responsável pelos equipamentos auxiliares e pela produção e montagens das peças injetadas.

A manutenção realizada foi maioritariamente corretiva, sempre que era necessário algum tipo de intervenção devido a avarias. A intervenção englobou desde programação de autómatos, quadros elétricos, sensores, troca de equipamentos de montagem (de material de soldadura das peças, equipamentos de desgaste, etc.). Por vezes foi necessário realizar uma manutenção preventiva a equipamentos mais específicos e/ou com uma produção de maior volume. Também foi possível integrar a equipa de manutenção de máquinas de injeção, técnicos/optimizadores de injeção e engenharia de processo.

O trabalho de estágio incluiu também o desenvolvimento de um controlador de injeção sequencial para as máquinas de injeção. Este desenvolvimento incluiu o projeto,

montagem e teste em ambiente real. O equipamento desenvolvido ficou em funcionamento na linha de produção.

1.3. Organização do Relatório

A estrutura do relatório está organizada da seguinte maneira**.** No Capítulo 1 é realizada uma descrição introdutória do trabalho realizado, fazendo um enquadramento do mesmo. No Capítulo 2 é feita a descrição da empresa e o seu modelo de organização. O capítulo 3 apresenta os temas relativos à produção na CIE Plasfil. São descritos alguns procedimentos/instruções que são efetuados e aplicados nos processos de produção. No Capítulo 4 são apresentados os princípios e ferramentas para otimização dos processos de produção industrial. O capítulo 5 descreve o perfil de equipamentos auxiliares usados ao longo do estágio, nomeadamente o seu funcionamento, a sua finalidade, a sua construção, o perfil da interface utilizada para interagir com o utilizador, etc. O capítulo 6 é dedicado à descrição da produção de termoplásticos por injeção e montagens de subconjuntos para o setor automóvel. No Capítulo 7 descreve-se o controlador de injeção desenvolvido durante o período de estágio e finalmente o Capítulo 8 faz uma conclusão ao trabalho realizado.

2. Apresentação da Empresa

2.1.Indústria Automóvel

A indústria automóvel é um sector altamente diversificado e forma por si só um dos mais importantes sectores industriais globais. O sector dos produtores de componentes e submontagens constitui uma importante parte desta indústria. A Figura 1 representa, de um modo geral, a cadeia de abastecimento comum deste sector.

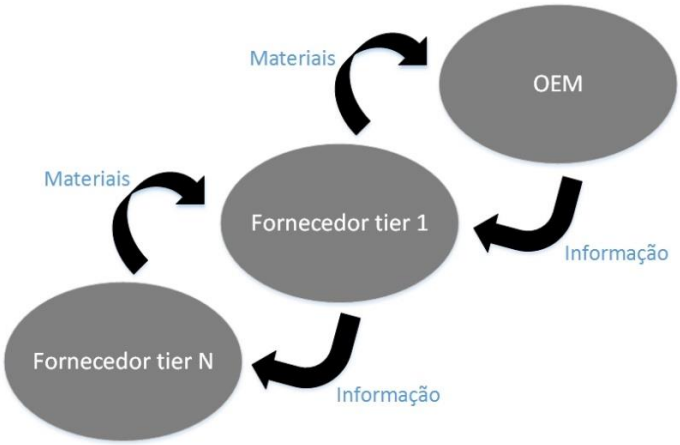


Figura 1 - Cadeia de abastecimento típica da indústria automóvel.

Os *Original Equipment Manufacturer* (OEM) são os produtores dos veículos, sendo os únicos elementos da cadeia de abastecimento automóvel com visibilidade para o cliente final. Os fornecedores de primeira linha, com uma designação própria neste sector – *tier* 1 – encontram-se na cadeia imediatamente à montante dos OEM, sendo tipicamente responsáveis pela produção de subconjuntos e pela montagem de componentes. O número de níveis na cadeia para fornecimento aos *tier* 1 é variável.

As organizações fornecedoras sofrem, a nível logístico, com algumas especificidades próprias da indústria, tanto mais exacerbadas quanto mais na base da cadeia se "localizam", sendo os responsáveis pelo aparecimento dos conceitos L*ean* e *just-in-time*.

Os custos logísticos associados aos *stocks* variam de indústria para indústria, mas no ramo automóvel é evidente o impacto dos mesmos nas empresas responsáveis pelas primeiras etapas da produção. Uma vez que o preço final do produto reflete os custos em todas as fases produtivas, o sector deve moldar a sua atuação de modo a incluir nos seus modelos estratégicos a integração de toda a cadeia de abastecimento.

2.2.O grupo CIE Automotive

A CIE Automotive é um grupo económico industrial espanhol cuja atividade se centra no fornecimento de componentes e subconjuntos para o mercado global automóvel, através de tecnologias de produção em alumínio, metal, plástico e aço, com os respetivos processos associados – maquinagem, soldadura e montagem. Em 2009 foi classificado o septuagésimo sexto maior fornecedor do ramo automóvel a nível mundial.

A CIE Automotive foi constituída em 2002 como resultado da fusão entre o Egaña Group e a Aforasa. Nesse mesmo ano o grupo alarga o seu leque de filiais, com a CIE Plasfil, a CIE Lagazpia e a CIE Mecasur. São também inauguradas as *joint ventures* GSB-TBK, em Espanha, e a CIE Celaya no México. Em 2003 dá-se a integração no Grupo de novas empresas tais como: CIE Gameko, em Álava, Espanha, dedicada ao fabrico de componentes maquinados, e a CIE Autometal Taubaté (Promauto), no Brasil, especialista em maquinagem e injeção de plásticos. Desde os primórdios da sua criação, as aquisições e *joint ventures* não cessaram.

Associada ao crescimento orgânico, a estratégia de integração vertical transformou o Grupo num ator de mercado com estabilidade financeira. Em termos geográficos, a CIE Automotive dispersa-se pela Europa, continente americano e Ásia. A Figura 2 retrata o seu crescimento. [3]

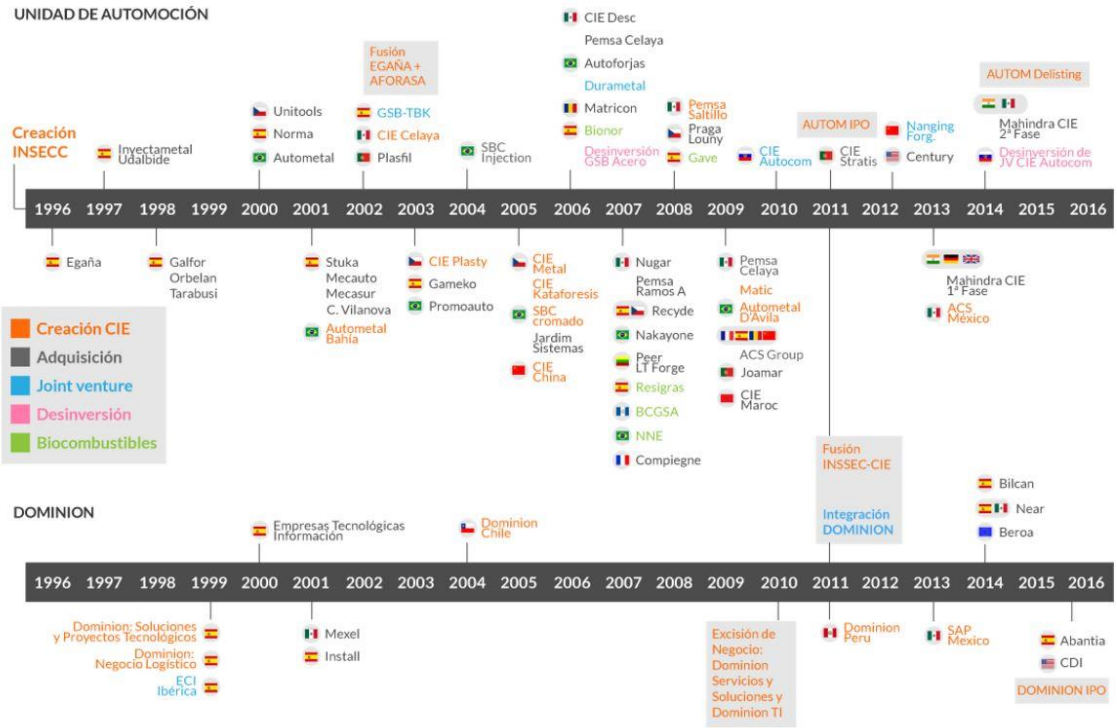


Figura 2 - Processo de crescimento da CIE Automotive. [3]

2.3.História CIE Plasfil - CIE Automotive

Fundada em 24 de Março de 1956, a Plasfil – Plásticos da Figueira, LDA. Iniciou a sua atividade na área dos plásticos em 1963, e ainda em instalações não definitivas, começa a produzir em série equipamento de proteção para a construção civil. Em 1964 constrói a sua primeira fábrica, situada na Quinta da Penha – Figueira da Foz, continuando a apostar na mesma linha de produtos. No ano seguinte, decide aumentar o seu âmbito de negócio e começa a produzir peças técnicas para o sector das telecomunicações, bem como grades para o transporte de garrafas. Mais tarde, decide entrar na produção de componentes plásticos para eletrodomésticos e de contentores para transporte e acondicionamento de alimentos, nomeadamente peixe, fruta e legumes. Em 1982 surge uma grande oportunidade para o aumento do volume de negócios na área das peças técnicas, quando se torna fornecedora da Telecom. A entrada na indústria automóvel acontece em 1992, assumindo a empresa na altura o papel de subcontratada. No ano seguinte transforma-se num fornecedor direto da Auto-Europa. Com a entrada nesta área de negócio e com o aumento progressivo do volume de produção, a Plasfil sente a necessidade de aumentar a sua capacidade produtiva, quer através de ampliação de instalações, quer através de aquisição de tecnologia de topo, de modo a poder satisfazer clientes cada vez mais exigentes. Assim, em 1994 constrói a segunda fábrica, situada na Zona Industrial da Gala (Figueira da Foz), onde hoje se localiza. Deste modo, a empresa pôde, com a segunda unidade fabril, focar-se nos componentes e submontagens para automóveis, enquanto na já existente continuou a produção de grades, contentores e peças técnicas. É neste contexto que decide certificar-se, implementando sistemas de gestão nas áreas da qualidade e ambiente de acordo com as normas internacionais ISO 9002, QS9000, ISO 14001, ISO/TS 16949 e VDA 6.1.

Em 2002 o grupo CIE Automotive adquire a Plasfil, aquando de um aumento de capital social da empresa, passando a deter 70% da mesma. Posteriormente, o Grupo desfaz-se da unidade fabril mais antiga, já que a área de negócio desta fábrica é incompatível com os mercados nos quais a CIE Automotive se move. É nesta altura que a denominação da Plasfil se vai enquadrar com a denominação do Grupo, ou seja, CIE Plasfil – Plásticos da

Figueira, S.A. Em 2003 a CIE Automotive decide adquirir os restantes 30% do capital social da organização, passando a ser o único detentor da mesma. [4]

2.4.A CIE Plasfil

A Plasfil - Plásticos da Figueira, S.A. é uma empresa industrial transformadora de plásticos por injeção, cuja principal atividade corresponde a uma Classificação de Atividade Económica (CAE, Rev. 3) 22292 - Fabricação de outros artigos de plástico. Iniciou a sua atividade em 1956 e em 2009 tinha 220 trabalhadores.

Pertence ao Grupo CIE Automotive, um dos principais grupos europeus de componentes para a indústria automóvel.

O objetivo estratégico é aumentar a sua participação no desenvolvimento e "know-how", abrangendo domínios como: o controlo do processo, a utilização de materiais de elevado desempenho, desenho e engenharia assistido por computador (CAD e CAE), desenhos técnicos de moldes, entre outros. Estes desenvolvimentos serão sempre pensados numa lógica de estabelecimento de parcerias com empresas de Portugal, Espanha, Alemanha, Inglaterra, Bélgica, Japão, França, além de universidades portuguesas. Atualmente, esta unidade de produção é a sede e a unidade fabril da CIE Plasfil, designação da Organização desde que foi adquirida, em 2002, pelo Grupo CIE Automotive.

Figura 3 - Entrada da empresa CIE Plasfil. [5]

O Departamento Industrial, no qual se desenvolveu o presente relatório, é responsável pela parte da produção, engenharia de processo, equipamentos auxiliares, manutenção, controlo de injeção, entre outras funções.

Os Layouts na produção estão identificados por linhas amarelas (colocação das máquinas, linhas verdes (produto pronto) e azuis (produto a entrar para produção).
O layout pormenorizado da estrutura fabril da CIE Plasfil pode ser consultado em anexo (Anexo I).

Um dos principais processos realizados na empresa são o de injeção, onde existem quarenta e duas máquinas desde 40 a 1375 toneladas de força de fecho, como se demonstra na seguinte Tabela 1:

PRESS (ton)	Nº MACHINES
Baby Plast	1
40	1
50	3
60	2
80	2
100	2
145	3
150	3
200 (inc. IMD)	1
210	3
225	2
250	1
300 (inc. 2K)	3
325 (inc. IMD)	4
400	2
420DF (inc. IMD)	3
420	1
600	1
650	2
800 (inc. 2K)	2
1375	1

Tabela 1 - Máquinas de injeção presentes na empresa (força de fecho/nº de máquinas). [5]

A identificação das máquinas de injeção (maioritariamente ENGEL, DEMAG e KRAUSS) é efetuada de acordo com a sua tonelagem, seguida de uma letra, caso exista mais do que uma máquina com a mesma tonelagem. Algumas delas possuem a capacidade de injeção de bi-material e assistidas a gás. Por sua vez, a identificação dos manipuladores (Robot's maioritariamente Wittmann, Piovan e Star), é efetuada tendo em atenção a máquina de injeção à qual estão alocados precedidos da letra R. (ex. R1375).

O processo de soldadura de peças plásticas realiza-se através de ultrassons, alta frequência e/ou placas quentes. As marcações das superfícies das peças realizam-se através de laser e tampografia.

De 150 polímeros diferentes e 170 corantes processam-se aproximadamente 250 ton/mês para fabricar mais de 900 referências diferentes, produzindo peças para 67 modelos diferentes de veículos de 13 OEM, para entregar em 170 localizações diferentes.
Isto significa aproximadamente 3.5 a 4 milhões de peças por mês, mudando cerca de 500 vezes de moldes por mês e acumulando 200 mil/horas por ano de trabalho, armazenando materiais e produtos em mais de 6500 localizações diferentes.

Todos estes processos e toda a parte de produção são controlados. Existem sistemas de deteção de erro em todos os postos com montagens, os equipamentos de montagem/deteção contêm sensores e câmaras de visão, incluindo medição de tempos do ciclo de produção. É emitido um alerta visual e sonoro facilmente a partir de cada posto de trabalho quando surge uma avaria e realizada a medição do tempo médio de resposta e registada a solução do problema em sistema informático. Para a difusão simples de informação importante (KPI – Key Performance Indicators), existem quadros eletrónicos que mostram informação da fábrica a todas as pessoas através da automatização da difusão dos indicadores mais relevantes (percentagem total de peças rejeitadas no mês atual, total de peças fabricadas, etc.) sem intervenção humana.

Toda a fábrica é "controlada" por um "Painel de Gestão" em tempo real denominado RTP (*Real Time Production*), com acesso via *web browser* tanto local como em remoto. Selecionando cada máquina que estará colorida em função do seu desempenho, podem-se consultar os dados atuais de OEE (*Overall equipment effectiveness*), MOD (*Manufactured On Demand*), Rejeitados, Formação de Operários, Reclamações de Cliente. etc…Tudo personalizado em função do utilizador. A Figura 4 apresenta o programa usado para controlo e gestão dos processos de produção.

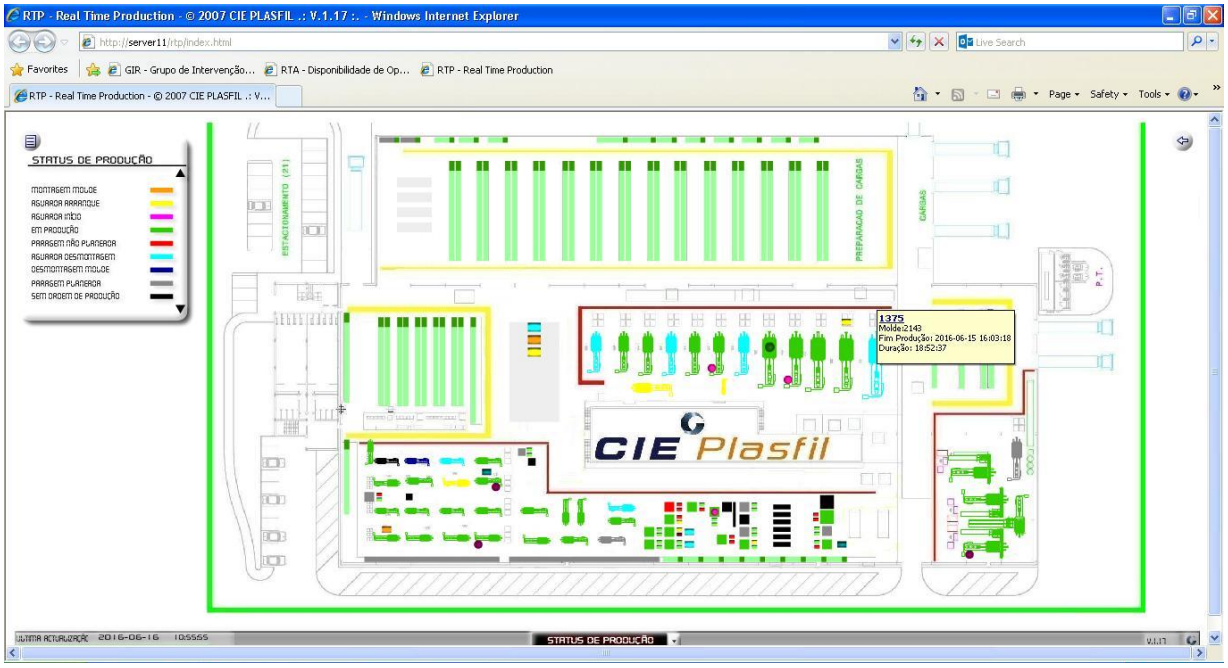


Figura 4 - Visual da interface apresentado pelo RTP (*Real Time Production*).

É possível obter assim um/uma:

- Recolha, quase em tempo real, de dados de produção (quantidades e tempos reais);
- Integração automatizada no SAP (software de gestão da empresa);
- Tratamento imediato de diversa informação (ocupação de máquinas, nº peças produzidas e rejeitados, paragens, etc).

A Figura 5 apresenta em maior detalhe a informação relativa a uma determinada máquina (neste caso 420A). Esta informação é obtida ao clicar na respetiva máquina apresentada no ambiente gráfico do RTP indicado na Figura 4. Em tempo real sabe-se se a máquina está em produção, o número de molde que está a produzir, tempos de ciclo, data e hora de inicio de produção, os responsáveis pelo arranque, montagem e produção da mesma, o numero de paragens que foram efetuadas (se foram ou não planeadas bem como a sua duração), o aspeto da peça a ser fabricada, referência de peça, descrição da peça, o número do lote, as peças necessárias a produzir, peças rejeitadas e peças produzidas.

Figura 5 - Interface apresentado pelo RTP, quando selecionada uma máquina de injeção ou montagem.

2.4.1. Missão, visão, valores

2.4.1.1. Missão

A empresa CIE Automotive tem como missão o crescimento progressivo, sustentável e rentável para se posicionar como um parceiro de referência, indo ao encontro das necessidades dos clientes com soluções inovadoras e competitivas de alto valor acrescentado. A procura da excelência de operações dá-se assumindo os seguintes compromissos: [6]

- Melhoria contínua dos processos, gerindo-os de forma eficiente;
- Transparência e integridade em todos os empreendimentos;
- Respeito pelo meio ambiente;
- Desenvolvimento pessoal e profissional, satisfação dos clientes, acionistas e da sociedade em geral.

2.4.1.2. Visão

A CIE Automotive pretende ser considerada uma marca de referência no mundo, especialista na gestão de processos de alto valor acrescentado, aspirando a: [6]

- Tornar-se uma referência em qualidade, tecnologia, inovação, *design* e serviço;
- Ser excelente na gestão;
- Ser tida como o paradigma da empresa sustentável, à qual os clientes recorrem quando procuram soluções baseadas nas sinergias e vantagens de multi-tecnologia.

2.4.1.3. Valores

A empresa valoriza e tem como base a/o:

- Focalização no Cliente externo e interno e uma atitude de serviço.
- Respeito pelas pessoas, pela sua capacidade de iniciativa, criatividade e inovação, pela sua participação e trabalho em equipa.
- Capacidade de alcançar objetivos e de acrescentar valor.
- Atitude positiva à mudança e à melhoria contínua.
- Responsabilidade e integridade das pessoas e o seu compromisso na realização de um trabalho bem feito.

2.4.2. Tipos de Produtos

No quadro da Tabela 2, são apresentadas as categorias de peças produzidas na CIE Plasfil. São produzidas peças de interior (peças com partes visíveis e não visíveis), elétricas, com requisitos de segurança tais como peças para airbags, sistemas de distribuição de cabos ou de ventilação, todas elas com diferentes aspetos e requisitos de construção.

Interior		**Elétricas/ Eletrónicas**		**Com requisitos especiais de segurança**		**Sistema de distribuição do veículo**	
Com partes visíveis - Estéticas	**Sem partes visíveis – peças totalmente funcionais**	**Frames**	**Covers**	**Airbag**	**ABS**	**Canais de cabos (Distribuição Potência)**	**Canais de Ar (Ventilação/ Refrigeração)**
Peças que depois de montadas no veículo têm pelo menos uma face visível	Peças que depois de montadas no veículo, não têm partes visíveis.	Peças utilizadas para a montagem de componentes eletrónicos		Peças utilizadas nos sistemas de Airbag	Peças utilizadas nos sistemas de ABS	Peças montadas no motor ou no habitáculo do veículo em zonas não visíveis, para juntar cabos elétricos	Peças montadas no circuito de ventilação do veículo

Tabela 2 - Tipos de peças fabricadas na CIE Plasfil.

2.4.2.1. Produtos

Entre os principais produtos fabricados e comercializados destacam-se as peças para os interiores de automóveis e conjuntos elétricos, como as caixas de junção e as tampas e alojamentos como se pode observar nas Figuras 6-9.

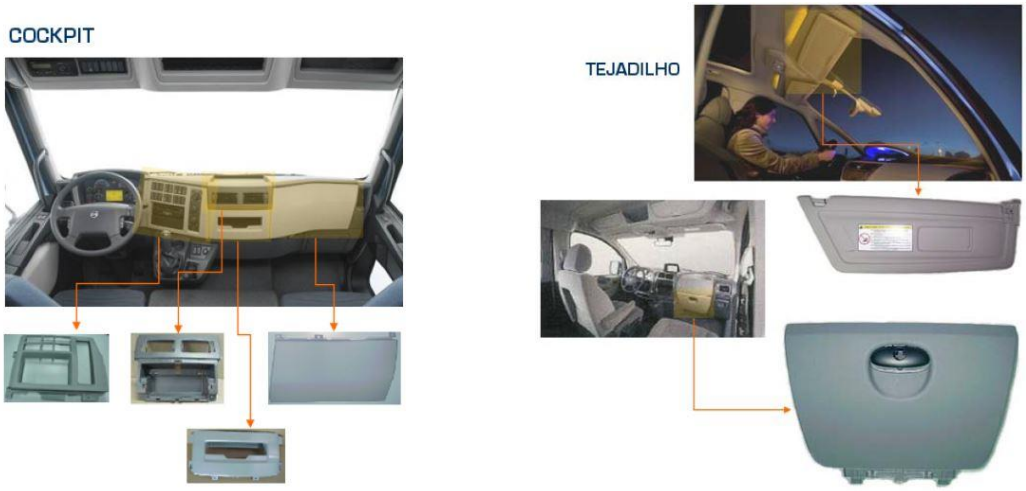


Figura 6 - Exemplo de peças do cockpit, produzidas na CIE Plasfil. [6]

Figura 7 - Exemplo de peças do painel das portas, produzidas na CIE Plasfil. [6]

Figura 8 - Exemplo de peças de componentes da consola, produzidas na CIE Plasfil. [6]

Figura 9 - Exemplo de peças de coberturas de airbag e canais de cabos, produzidas na CIE Plasfil. [6]

2.4.2.2. Tipos de Defeitos

Todas as peças fabricadas estão sujeitas a surgir com algum tipo de defeito no momento de produção. Para que sejam minimizados ou até mesmo eliminados são aplicados diversos métodos/técnicas aos processos de produção. Estes tipos de defeitos encontrados nas peças não são permitidos que sejam identificados no cliente final, tendo de ser identificados e corrigidos logo após a sua produção. Os de defeitos que podem ocorrer na fabricação de peças plásticas são:

Tipo de defeito	Caracterização	Zonas Frequentes
Riscos	Risco na Zona Visível da peça	Em qualquer parte da peça
Deformação	Com forma diferente da peça padrão/Zonas Curvas	Em qualquer parte da peça
Vincos	Dobra/Marca na peça	Em qualquer parte da peça
Fissuras	Rotura/Fenda na Peça	Em qualquer parte da peça
Contaminação com outros materiais	Manchas, diferentes tonalidades na peça	Em qualquer parte da peça
Mau enchimento/Ratados	Falta de material	Nas extremidades da peça e/ou nos clips
Raiados	Mancha de tonalidade diferente	Junto ao ponto de injeção
Chupados	Zona ondulada (Côncava) na superfície da peça	Nas zonas de injeção, nervuras ou clips da peça.
Linha de soldadura	Linha contínua de tonalidade diferente	Na junção do material plástico e proximidades de orifícios
Linha de fluxo (efeito zebra)	Linha contínua de tonalidade diferente (junção de material)	Nas extremidades da peça e nos clips
Rebarbas	Excesso de material	No contorno da peça e nos clips
Brilho	Zona brilhante na peça	Em qualquer parte da peça

Tabela 3 – Tipos de defeitos que podem ocorrer nas peças fabricadas.

2.4.3. Clientes

A CIE Plasfil produz não só para os maiores fornecedores de componentes e subconjuntos da indústria automóvel, mas também para os seus principais fabricantes. Como fornecedor *tier* 1 tem como clientes a Volkswagen, a Ford, a Fiat e a Mitsubishi. Ao trabalhar em segunda linha tem como principais clientes a Faurecia, a LEAR, a Yazaki, a Dalphimetal, Grupo Antolin, Johnson Control, e a Visteon.

Os clientes da CIE Automotive são maioritariamente OEM e fornecedores *tier* 1.

2.4.4. Análise ao planeamento da produção e gestão de stocks

Todo o processo de planeamento e gestão da produção é conduzido no Departamento Industrial por um analista que emite as ordens de produção. Nesta secção da empresa encontram-se adicionalmente os responsáveis logísticos, que são os elementos que formam a ligação entre os clientes e o planeamento da produção.

No programa de gestão utilizado nesta secção é apresentada a calendarização das necessidades de uma máquina de injeção. Contudo, o quadro de planeamento é um instrumento unicamente para apoio, uma vez que as ordens de produção são efetivamente confirmadas e comunicadas por um *software* interno – Sistema MAP (*Material Enterprise Planning*). A janela do Gestor de Produção apresentada na Figura 10 congrega toda a informação acerca das produções efetuadas e funciona como o mapa integrado de informação onde todos os sectores organizacionais diretamente envolvidos na produção têm acesso às decisões do planeamento e tomam as devidas ações consoante as suas funções. São estes:

- Chefias de turno;
- Equipa do Armazém de Matérias-primas e Acessórios (AMA) e Equipa de embalagem;
- Equipa de troca de moldes;
- Optimizadores;
- Equipa do Armazém de Produto Acabado (APA).

No quadro de planeamento do Gestor de Produção Figura 10, é possível ver todas as ordens de produção que ocorreram numa determinada máquina/posto de trabalho. A amarelo a ordem de produção que está a decorrer. E a azul as produções previstas.

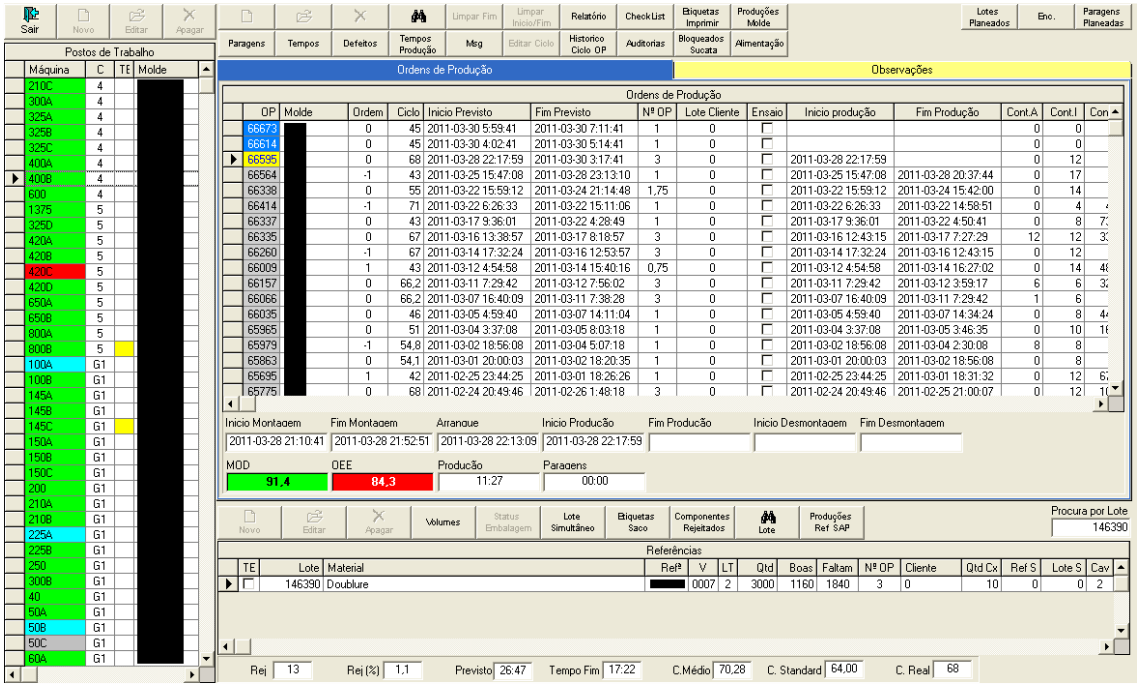


Figura 10 - Quadro de planeamento do Gestor de Produção.

É apresentado na Figura 11, um esquema que sistematiza o processo logístico presente na CIE Plasfil.

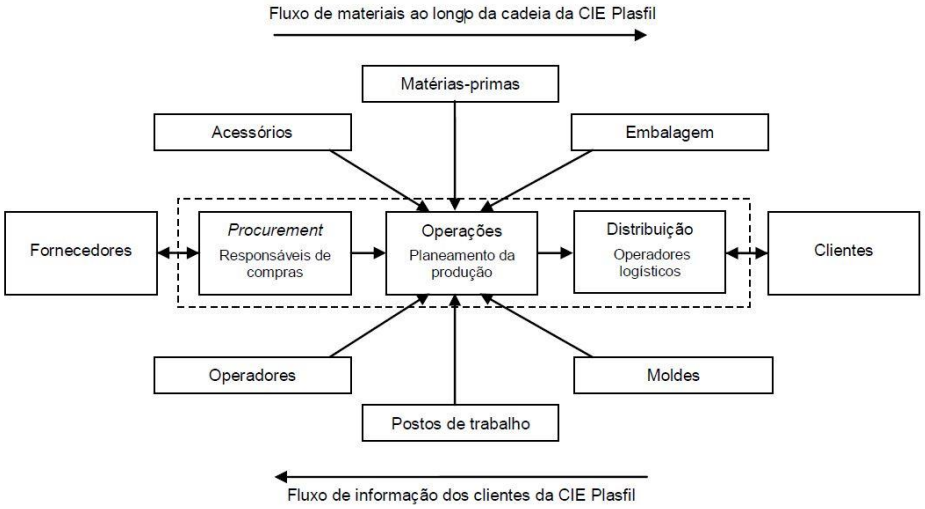


Figura 11 - O processo logístico na CIE Plasfil e seus inputs produtivos.

Os critérios de determinação do tamanho dos lotes de produção compreendem o consumo de curto prazo, a ocupação dos recursos produtivos e a disponibilidade dos equipamentos de troca de moldes. É frequentemente pedido ao planeamento lotes de tamanhos muito diferentes, por variações de consumo, problemas de qualidade em entregas anteriores, etc.

2.4.5. Custos de setup

Os custos de setup incluem o changeover e o arranque de produção e incluem os custos hora/máquina e os custos hora/homem das equipas responsáveis pela operacionalização das produções: equipa de troca de moldes e optimizadores. A primeira é responsável pelo changeover e os optimizadores entram em funções após esta operação, tendo a seu encargo, entre outros, o processo de arranque da produção.

Os custos com a inatividade dos operadores não são tidos em conta uma vez que o plano de troca de moldes é divulgado com antecipação pelo planeamento de produção, tendo o planeamento de operadores por turno esse fator em conta, tornando as não produtividades inexistentes ou irrelevantes.

3. **Produção**

Neste capítulo são abordados alguns temas relativos à produção na CIE Plasfil, o departamento ao qual estive inserido ao longo do estágio. São descritos alguns procedimentos/instruções que são efetuados e aplicados nos processos de produção. Por base, todos estes procedimentos têm como objetivo a melhoria da qualidade da produção.

3.1. Validação Da Produção

3.1.1. Validação De Início De Produção

A validação no início/arranque ou re-arranques da produção é essencial para garantir que são identificados, logo no início, todos os aspetos que podem perturbar o seu correto funcionamento.

De forma a assegurar que a produção começa bem para terminar bem, está definida uma *Checklist* com um conjunto de aspetos importantes, os quais é necessário verificar. Estes aspetos estão agrupados da seguinte maneira:

- Posto de trabalho – *Layout*, Organização/Ordem/Limpeza, Segurança, Formação, Documentação/Amostras, Contentor de Rejeitados, Equipamentos Auxiliares, *Poka-Yoke*.

- Processo – Máquina de Injeção, Robot, Molde, Termorreguladores,…

- Produto – Embalagem, Identificação de Peça e Volume, Conformidade/Acessórios, Retrabalhos, Aspeto, Funcionalidade, Dimensões, 1º Peça.

- Validação Final – Assegurar que todos os aspetos foram verificados e que, se necessário, estão definidas ações de contenção e/ou correção.

Todos os aspetos são validados pelas funções intervenientes.

Dentro do aspeto que diz respeito à Validação Final, o resultado da produção pode ser:

- OK – Todos os aspetos foram verificados e estão conformes. A produção pode iniciar-se sem qualquer constrangimento.

- OK CONDICIONAL – Há aspetos que não estão OK mas que pela sua criticidade não impedem que a produção se inicie, desde que sejam definidas as ações de contenção adequadas que minorem o impacto destes.

- NOK – Há aspetos que estão NOK e que pela sua criticidade a produção não pode iniciar-se. Até se implementarem ações de correção a produção deverá ficar parada.

Tendo por base todo o processo, realizam-se as atividades de verificação dos vários aspetos definidos, por cada um dos intervenientes em cada fase, antecipando a sua ocorrência. Ao serem identificados os aspetos NOK realizam-se ações de contenção e/ou correção necessárias. Garantindo assim que os controlos/testes definidos são realizados corretamente e que o seu resultado corresponde à verdade.

A garantia da eliminação ou minimização inicial e posterior controlo dos erros/problemas que podem impactar negativamente no início e decorrer da produção, depende apenas do cumprimento das etapas/atividades de validação. Pode-se assim, evitar custos de não qualidade/produtividade (melhorando a sustentabilidade das operações).

3.1.2. Validação Por Turno

No início de cada turno deve ser realizada, pelo Operador, a Validação de Peça, através da comparação desta com a 1º Peça/Amostra Padrão. Para além desta avaliação deve ser feita também a validação de *Poka-Yoke*, se aplicável.

3.2.Controlo da Qualidade na Produção

Os processos de produção abrangem um vasto leque de operações, desde processos de maquinação e o polimento, passando por processos de moldagem por injeção líquida. Todos estes processos de fabrico têm como entrada os materiais, tanto a matéria-prima como as ferramentas de auxílio que os transforma em produto-final e matéria desperdiçada. De forma semelhante, as entradas de energia nestes processos (elétrica, calorífica, etc.) são transformadas na saída em trabalho útil, parte do qual está incluído na forma e composição dos mesmos produtos-finais e matéria desperdiçada. O CEP (Método de controlo estatístico do processo) informa qual é o comportamento do processo e a sua performance. Para começar a monitorizar qualquer processo, é necessário em primeiro lugar, identificar o que este processo é e quais são os inputs e outputs. Muitos processos são fáceis de perceber e relacionar com outros processos conhecidos, enquanto outros são muito menos fáceis de identificar. É óbvio que para produzir um output que obedece às exigências dos clientes, é necessário definir, monitorizar e controlar os inputs para o processo. Em todas as relações fornecedor-cliente reside um processo de transformação. [6]

O que define um bom processo é uma produção de um output consistente. Seria desejável que isso fosse atingido, de um modo conclusivo, por um ajustamento cauteloso e minucioso do equipamento do processo e assim criar condições para que produza de um modo consistente.

A responsabilidade pela qualidade em qualquer processo de transformação deve pertencer aos operadores desse mesmo processo - os produtores. No entanto, para transmitir esta responsabilidade, torna-se necessário disponibilizar as ferramentas necessárias para:

- Saber se o processo é capaz de atingir as especificações do cliente;
- Saber se o processo atende às especificações em qualquer ponto específico no tempo;
- Corrigir ou ajustar o processo ou os inputs quando não atende às especificações.

O controlo da Qualidade na Produção é um conjunto de técnicas e atividades operacionais utilizadas para garantir que as exigências/requisitos dos Clientes são cumpridos, obtendo uma produção mais "controlada", organizada e eficaz.
Na CIE Plasfil, este controlo é assegurado principalmente pelos Operadores, durante o processo de produção de peças, em autocontrolo e pelos Auditores da Qualidade durante o processo de produção e aquando da expedição do produto para o Cliente. Este é realizado de uma forma aleatória mas também por outras áreas de suporte como os técnicos de injeção, equipas de arranque, equipas de expedição e QA's (Quality Assurance), entre outros.
Visto que o controlo de qualidade na Produção é uma forma de prevenir que sejam entregues aos Clientes peças com defeito esta é uma atividade de grande responsabilidade e que tem influência direta na satisfação destes.
As falhas detetadas depois de finalizado o processo de produção, causam um maior prejuízo, uma vez que aumentam o número de ferramentas necessárias para o retrabalho, aumentando o número de peças NOK (não ok). É importante salientar que um problema na qualidade, detetado pelo consumidor, pode vir a causar a perda da boa reputação do fabricante, o que acarreta muitas vezes prejuízos irreversíveis.

A melhoria de qualidade alcançada pelo seu controlo efetivo, melhora o rácio em que o cumprimento de uma norma é alcançado por cada vez mais entidades. É, portanto, um processo que visa a redução do alcance da variância para que, deste modo, todos os produtos cumpram as normas acordadas. A performance dos produtos ou dos processos

podem variar devido tanto às causas de variação comuns como às especiais. Ao investigar os sintomas da falha e ao determinar a causa raiz, as causas especiais podem ser eliminadas e as causas comuns reduzidas para que a performance do processo se possa tornar viável.

As atividades necessárias ao correto controlo de qualidade e à correta realização de todas as tarefas associadas ao fabrico das peças produzidas na CIE Plasfil encontram-se definidas nas várias instruções de trabalho específicas de cada uma das peças. Assim, estas instruções têm obrigatoriamente de ser consultadas pelo Operador antes de este iniciar o trabalho numa determinada máquina/molde.

3.3.Instruções de Trabalho

As instruções de trabalho (IT) são documentos específicos para cada uma das peças, que descrevem como se realizam determinadas tarefas no decorrer do cumprimento da função do Colaborador. Dependendo do tipo de tarefas a executar, o objetivo de cada instrução também varia, pelo que estas têm de ser obrigatoriamente consultadas pelo Operador antes de este iniciar o seu trabalho numa determinada máquina/molde.

As instruções de trabalho a utilizar no decorrer de uma produção encontram-se compiladas em pastas, arquivadas em gavetas, no armário junto à mesa do Responsável de Turno. As pastas estão identificadas através do nº de molde a que corresponde uma determinada peça.

Sempre que sejam detetados erros/falhas entre o que está definido nas IT's e as tarefas que estão a ser executadas, o Operador deve reportar este facto aos Auditores de Qualidade ou ao Gemba Líder (responsável por controlar a produção, através de uma presença ativa no terreno).

3.4.Instrução de Layout

Esta Instrução de trabalho é dirigida ao Operador, Equipa de Arranque, Gemba Líder e Responsável de Turno e inclui:

- A planta do posto de trabalho para um determinado molde e máquina; a identificação da máquina, os equipamentos e ferramentas a utilizar; a disposição no posto de trabalho dos componentes, embalagens vazias, embalagens de produto terminado, contentores de rejeitados bem como do próprio operador; a identificação do número de operadores necessários.

Um Layout é uma representação esquemática da organização dos postos de trabalho para a produção de uma determinada peça. Nesta representação deve constar a distribuição dos operadores, equipamentos e embalagens na área correspondente ao posto de trabalho. Para além da representação esquemática, um Layout contém a lista de tarefas e tempo das mesmas, quer das máquinas quer dos operadores.
A definição de um Layout é um procedimento de extrema importância já que tem influência direta em diversos fatores que decorrem dentro de fábrica, entre eles:

- Funções que o operador terá de desempenhar;
- Distância que o mesmo terá de percorrer para realizar as tarefas que lhe competem;
- Máquinas e equipamentos associados ao processo;
- Operações de logística;
- Tempos de setup.

Um Layout deve:

- Ser o mais compacto possível;
- Utilizar o mínimo número de operadores;
- Minimizar as distâncias que cada operador terá de percorrer;
- Facilitar operações logísticas;

- Ter o menor tempo de setup possível.

Encontra-se em Anexo (Anexo II) um exemplo de Layout de montagem de entre os vários que foram realizados ao longo do estágio. Todos os layouts de montagem são registados, desenhados em computador e arquivados.

3.5.Instrução de controlo

É uma instrução de trabalho que estabelece e descreve as características a controlar numa determinada peça e quem é o responsável por esse controlo (operador, auditor, técnico de metrologia ou optimizador). Define para cada característica a controlar: a especificação; o meio de controlo a utilizar; a frequência, ou seja o número de vezes que se controla; o tamanho da amostra ou a quantidade de peças que é necessário controlar; o procedimento de registo ou sistema informático a utilizar para registar esse controlo; e por último a reação, ou seja qual a ação a realizar no caso de se concluir que a característica não está de acordo com os requisitos especificados.
Outra função da instrução de controlo consiste em descrever a forma de validar a identificação constante nas etiquetas de produção com as referências definidas na instrução.

3.6.Instrução de operações

É uma instrução de trabalho dirigida ao operador, definindo: os componentes necessários à produção; as operações a realizar; os equipamentos auxiliares e *Poka-Yokes* a utilizar; e por último a sequência das operações, isto é, a ordem e a forma segundo a qual têm de ser realizadas.

3.7.Instrução de embalagem

É uma instrução de trabalho dirigida ao operador e que descreve a forma de embalar e acondicionar as peças, definindo: a embalagem e os acessórios de embalagem

necessários, as suas referências, dimensões e quantidades; a quantidade de peças por plano; por embalagem e por palete; o modo de acondicionamento das peças; a necessidade de separação de peças de moldes multi-cavidade entre separação dentro da caixa ou separação entre caixas diferentes.

A instrução de embalagem pode também referir a existência de uma embalagem alternativa.

3.8.Ajudas Visuais

São documentos cujo objetivo é informar sobre os defeitos mais comuns na peça em questão, com imagens da área da peça com o defeito (NOK) e imagens da peça sem o defeito (OK); as reclamações recentes de clientes; o local de montagem das peças no carro para se poder perceber quais as áreas da peça visíveis após montagem nos veículos onde estas peças são montadas.

3.9.LCD's

São monitores utilizados para mostrar a sequência e a forma das operações a realizar. São utilizados em operações mais complexas para permitir compreender mais facilmente o modo como essas operações são executadas. O seu conteúdo é repetido ciclicamente num intervalo de 1 a 2 min.

4. Técnicas e Ferramentas para Otimização dos Processos

Para que todos os processos efetuados ao longo da produção sejam realizados de maneira fluída, rápida, eficiente e com a menor percentagem de erro ou mesmo inexistente aplicam-se ferramentas para otimização dos processos.

O CEP é um dos principais fatores para a melhoria de qualidade, sendo um conjunto de ferramentas para a gestão dos processos e para a determinação e monitorização da qualidade dos outputs de uma organização. É também uma estratégia para reduzir a variância dos produtos, entregas, processos, materiais, atitudes e equipamentos.
O controlo estatístico do processo é um método de análise baseado na estatística que analisa os dados recolhidos do processo, e desejavelmente, que presta um auxílio ao engenheiro do processo ou de controlo de qualidade em detetar e efetuar possíveis melhorias no processo. O CEP não é um sinónimo de Controlo de Qualidade. Não mede a qualidade diretamente. Em vez disso, é uma ferramenta analítica que indica a possível existência de uma qualquer condição corrigível e que causa uma variação indesejada e que afeta a qualidade do produto e que uma ação corretiva poderá reduzir a variação. O CEP é uma das muitas ferramentas disponíveis para assegurar uma qualidade ótima, mas para que o seu uso seja eficaz é necessário utilizá-la em conjunto com outras ferramentas Lean, como exemplo de FMEA, Poka-Yoke, 8D entre outras, mas as que foram mencionadas são as que mais tiveram "presença" ao longo do estágio e as quais são abordadas ao longo deste relatório.

Implementar técnicas e ferramentas Lean para a otimização dos processos, para redução de desperdícios e gestão eficaz e eficiente dos recursos nas organizações é fundamental para que hoje me dia uma empresa seja eficiente e tenha bons resultados a todos os níveis. Permitindo assim desenvolver atividades de melhoria contínua, baseados nos pilares fundamentais do Lean: Pessoas – Processos – Resolução de Problemas.

4.1.Lean

4.1.1. O que é?

A filosofia "Lean" é ideal para as empresas de serviços e indústria que atuam em ambientes extremamente competitivos, com forte exigência na flexibilidade e nos tempos de resposta. Os princípios de funcionamento do "Lean" são conhecidos por uma variedade de sinónimos: "Lean", "Lean Services", "Lean Manufacturing", "Lean Production", "Toyota Production System", entre outros. O "Lean" foi especificado no Japão, mais especificamente, na Toyota. [7]

4.1.2. Para que serve?

A filosofia "Lean" centra-se, essencialmente, na redução de desperdícios para criar fluxo e aumentar a velocidade de resposta ("lead time") desde o pedido até ao fornecimento do serviço ou produto. Esta filosofia assenta num princípio de melhoria contínua da eficiência dos processos operacionais e de negócio, com consequente aumento da produtividade e redução significativa de custos.

Dos seus pilares de intervenção destacam-se ainda a autonomia e responsabilização de todos os colaboradores, numa ótica de polivalência funcional, sustentada pela gestão e desafio de competências. O objetivo é ganhar flexibilidade e responder rápido e eficazmente aos desafios e problemas existentes.

O "Lean" apresenta ainda um forte potencial de aplicação ao nível da Inovação, como metodologia de suporte e complementar na Inovação Organizacional. [7]

4.1.3. Onde se aplica?

Os princípios, métodos e ferramentas do "Lean" aplicam-se aos serviços e à indústria, em ambientes de contacto direto com os clientes ou de níveis indiretos, alto e baixo volume e em indústrias de processo contínuo.

Por princípio, qualquer sector económico e atividade são elegíveis para uma incorporação dos princípios "Lean" tanto na sua plenitude como em atividades específicas e dedicadas, desde um departamento até todos os agentes da cadeia de valor.

Em ambiente de serviços, o "Lean" tem uma intervenção na redução dos tempos de resposta, aumento dos níveis de satisfação do cliente, melhoria da qualidade e fiabilidade de serviço, serviços de assistência ao cliente, otimização de processos organizacionais e redução de desperdícios, nomeadamente do tempo.

Tipicamente na indústria, o "Lean" aplica-se a toda uma unidade de fabricação ou transformação, com forte incidência ao nível da estabilização dos equipamentos e aumento da produtividade, autonomia dos colaboradores, otimização dos fluxos de informação e materiais, com especial incidência nos inventários. [7]

4.1.4. Como aplicar?

Há que aplicar os seus princípios em toda a organização, com todos os colaboradores. Embora as suas componentes (as famosas ferramentas - FMEA, Poka-Yoke, 8D, etc...) sejam eminentemente táticas e muito focadas, apenas se conseguirão resultados eficazes e sustentáveis através da aplicação integrada (de forma estratégica) e global em todos os processos de negócio.

4.2.8D

4.2.1. Método Estruturado de resolução de Problemas em Equipa

Este processo é constituído por etapas designadas por D0 até D8, todas elas têm um propósito e uma definição, em conjunto formam um método de resolução de problemas usado em equipa.
As etapas descrevem-se da seguinte forma:

A etapa D0 é designada por Preparação do Processo de Resolução de Problemas, onde, em resposta a um sintoma/problema, se avalia a necessidade de um processo 8D e se necessário se elabora uma ação de emergência para proteção do cliente.

Etapa D1

- Definição e Constituição da Equipa – Define-se uma pequena equipa de pessoas com conhecimento do processo e/ou produto, do tempo, da autoridade e das capacidades nas áreas técnicas necessárias para a resolução de problemas e implementação de ações corretivas. A equipa deve ter um responsável e um líder.

Etapa D2

- Descrição do Problema – Descrevem-se os problemas internos ou externos, identificando "o que está errado com o quê". Elabora-se uma lista detalhada, em termos quantificáveis, do problema e define-se o processo atual, utilizando um fluxograma, especificando que tipo de dados têm que ser recolhidos e analisados.

Etapa D3

- Desenvolvimento de Ações Temporárias de Contenção – Definem-se, verificam-se e implementam-se Ações Temporárias de Contenção (ATC), para isolar os efeitos do problema no cliente interno ou externo, até que sejam implementadas Ações Corretivas Permanentes.

Etapa D4

- Definição e Verificação das Causas-Raiz e do "Ponto de Fuga" – Isolam-se e verificam-se as causas-raiz, testando todas as causas possíveis para a descrição do problema, bem como informação sobre testes. Isola-se e verifica-se o ponto no processo, onde o efeito da causa-raiz deveria ter sido detetado (Ponto de Fuga).

Etapa D5

- Seleção e Verificação das Ações Corretivas Permanentes – Selecionam-se as melhores ações corretivas permanentes, para o ponto no processo e para remover a causa-raiz. Verifica-se se ambas as decisões serão bem-sucedidas quando implementadas, sem que causem outros efeitos, que não os esperados.

Etapa D6

- Implementação e Validação das Ações Corretivas Permanentes – Implementam-se as ações corretivas permanentes selecionadas e retiram-se as ações temporárias de contenção. Validam-se as ações e verificam-se os resultados a longo prazo.

Etapa D7

- Prevenção da Reocorrência – Alteram-se os sistemas necessários, incluindo políticas, práticas e procedimentos, de modo a prevenir a reocorrência deste ou de um problema similar. Elaboram-se recomendações para melhorias sistemáticas, quando necessário.

Etapa D8

- Reconhecimento da Equipa e das Contribuições Individuais – Encerram-se as atividades da equipa e há o reconhecimento da equipa e das contribuições individuais.

4.3.Failure Mode and Effect Analysis

4.3.1. Análise dos Modos de Falha e Seus Efeitos

4.3.1.1. O que é um FMEA?

O FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é um processo/ferramenta que, auxilia na determinação sistemática de todas as formas possíveis de falha de um produto ou processo, com o objetivo de tomar ações específicas, para a sua eliminação, ou redução dos seus riscos. Fornece a estrutura para uma crítica multifuncional, de um determinado produto ou processo. Identifica modos de falha potenciais, do produto ou do processo, antes da sua ocorrência, determinando os seus efeitos, severidade, causas e a sua probabilidade de ocorrência. Quantifica os riscos associados aos modos de falha e fornece uma base para uma alocação eficaz de recursos necessários para a redução dos riscos, desenvolvendo e documentando atividades necessárias para a sua redução.

4.3.1.2. Quando se inicia o FMEA?

Os FMEA podem-se realizar em qualquer fase do desenvolvimento de um produto ou processo, no entanto, a altura ideal para dar início ao processo é:

- Antes ou quando se estabelecem as especificações do produto/processo.
- Antes da aquisição do equipamento de manufatura, tendo sempre em linha de conta todos os componentes individuais e subconjuntos.

4.3.1.3. Tipos de FMEA

Sendo uma disciplina mental utilizada para prever possíveis falhas em produtos ou processos, é considerado um documento "vivo" que reflete as ultimas ações relativas aos mesmos. Existem então diferentes tipos de FMEA, são eles:

FMEA de Sistema ou Conceito (SFMEA) – Um sistema é um conjunto organizado de peças ou subsistemas para desempenhar determinada função. Os FMEA de sistema realizam-se bastante cedo, no processo de desenvolvimento, antes da definição de equipamento ou *hardware* específico.

FMEA de Produto (DFMEA) – Um componente é uma unidade de *hardware* que se considera uma peça substituível, para fins de reparação. Os FMEA de Produto normalmente realizam-se quando já se definiu *hardware* específico.

FMEA de Processo (PFMEA) – Um processo de produção é uma sequência organizada de operações com a finalidade de produzir um produto. Os FMEA de processo podem abordar tanto processos de fabricação como de montagem. [7]

Outros tipos:

- FMEA de *software* – para funções de software e a forma como podem falhar
- FMEA de segurança – centrados na forma como o produto é utilizado e a forma como a má utilização ou a inobservância de normas pode causar falhas relacionadas com a segurança.
- FMEA de serviços – para funções relacionadas com serviços e a forma como podem falhar.
- FMEA de projeto – para funções relacionadas com a gestão de projetos e a forma como podem falhar.

4.3.1.4. Benefícios do FMEA

É uma atividade proactiva que requer alocação inicial de recursos por parte das empresas. No entanto, estes recursos devem ser considerados sempre como investimento.
Se o FMEA for realizado corretamente, o retorno do investimento será obtido tanto pela empresa, como pelo cliente, sob as formas de satisfação do cliente e redução dos custos das falhas e defeitos.
Os FMEA, feitos corretamente, também podem originar um nível de confiança elevado de que todos os riscos foram identificados atempadamente e que se tomaram as medidas necessárias.

Resumindo, Os FMEA levam a uma redução de defeitos, fiabilidade melhorada e produtos melhores. Redução da necessidade de atividades de inspeção e controlo dos processos. Capta e conserva o conhecimento do produto e do processo dentro da organização. Estabelece prioridades para as atividades de melhoria dos produtos e processos. Ajuda no estabelecimento de uma cultura proactiva para a resolução de problemas, o que leva a uma redução de retrabalho, custos de produção e peças rejeitadas.

4.4.Metodologia Poka-Yoke

4.4.1. Metodologia para a Eliminação de Erros, Falhas e Defeitos.

4.4.1.1. História do Poka-Yoke

O Poka-Yoke apareceu inserido no contexto da filosofia ZDQC (*Zero Defect Quality Control*), este conceito foi criado pelo Dr. *Shigeo Shingo*, em 1961. A primeira aplicação consistia na utilização de uma "*Checklist*" em operações que estavam sujeitas a erros humanos. Começou por ser chamado de "*baka-yoke*" (à prova de "palermas"), mas por razões óbvias teve que se encontrar outra designação mais aceitável para os operadores

(1963). Desde 1986 que o *Poka-Yoke* começou a ganhar adeptos no ocidente, mas a Toyota já utilizava esta metodologia há mais de 42 anos. [7]

4.4.1.2. O que significa "Poka-Yoke"?

Poka – Palavra japonesa que significa "Erros inadvertidos", lê-se (Póh-Káh).
Yoke – Palavra japonesa que deriva de "Yokeru", significa "evitar" ou "à prova de", lê-se (ióh-quéh).

Um bom *Poka-Yoke* deve ser:

- Simples – É melhor ter vários *Poka-Yokes* simples, cada um com uma finalidade única, do que um dispositivo muito complicado.
- Específicos – Analisar o processo e identificar o defeito que ocorre mais vezes, desenvolver um *Poka-Yoke* para esse defeito especifico.
- Rápidos – Tentar detetar e eliminar os erros e defeitos, tão cedo quanto possível, para que não "poluam" o resto do processo.
- Eficazes – Uma vez detetado o defeito (ou erro), este deverá ser corrigido tão depressa quanto possível.
- Replicáveis – Os melhores *Poka-Yoke* podem e devem ser aplicados em processos, produtos, condições e situações semelhantes.

4.4.1.3. Porquê o Poka-Yoke?

Os erros não pudendo ser tolerados, há que remover as oportunidades que permitem que aconteçam. Há que melhorar os processos, para que a forma mais fácil de fazer a operação seja, também, a forma mais correta.

Sendo os erros mais comuns na fábrica:

- Peças em falta – O operador esquece-se de montar (ou não monta) uma peça. Ex. Parafusos, tampas, clips, *bumpers*, etiquetas, anilhas, cromados…

- Peças mal montadas – Peças soltas, montadas ao contrário, desalinhadas, no local incorreto.

- Processamento incorreto – Processar peças não conformes, não fazer as operações definidas nas instruções de trabalho, realizar a operação de forma incorreta.

- Peças incorretas – Selecionar e montar a peça incorreta, montar a peça com a cor errada, montar a peça correta no modelo errado.

4.4.1.4. Princípios do Poka-Yoke

A utilização do *Poka-Yoke* assenta em 5 princípios fundamentais, que são:

- Utilização da abordagem científica
  – 5W's (5P's em português, perguntar porquê (Why?) repetidamente até se descobrir a causa-raiz do problema) e 5W1H (Porquê? (Why?), Onde? (Where?), Quem? (Who?), Quando? (When?), O quê? (What?) Como? (How?)).

- Utilização da inspeção na origem dos erros
  – Aplicar os esforços na causa dos erros em vez de os aplicar nos resultados.

- Utilização da inspeção a 100%
  – Em vez da inspeção por amostragem.

- Redução do tempo de feedback
  – Reduzir os tempos de reação entre a ocorrência da falha/erro e a aplicação de ações corretivas.

- Reconhecer que os operadores falham
  – Os operadores não são, nem podem ser, infalíveis.
  – Devem-se incorporar os dispositivos de controlo nas tarefas de execução.

4.4.1.5. Benefícios e vantagens do Poka-Yoke

A sua utilização reforça a aplicação correta dos procedimentos e sequências operacionais, prevenindo a ocorrência de defeitos nos produtos e danos nos equipamentos. Elimina decisões subjetivas, perante problemas de qualidade, que poderão levar à tomada de ações incorretas. Estes contribuem para um aumento da produtividade, reduzindo os tempos de paragem de linha, melhoria da performance das entregas, melhoria na OEE dos equipamentos, reduzindo os custos operacionais, etc. Alertam e param os processos, no caso da ocorrência de eros e produção de defeitos, tendo um impacto positivo também na segurança do trabalho.

4.4.1.6. O papel do Poka-Yoke no "Lean Production"

É um dos principais fatores para o funcionamento eficaz do "*Lean Production*", conduz a uma produção com Zero Defeitos de forma consistente e repetitiva. Concentra-se no princípio da inspeção a 100%, antes dos defeitos serem produzidos.
Bons *Poka-Yoke* são mais do que meros dispositivos para detetar erros ou defeitos, concentram-se na prevenção de situações que originam a execução incorreta de uma determinada operação.

4.4.1.7. Passos da metodologia Poka-Yoke

Para que se inicie um processo de construção de um Poka-Yoke para um determinado processo, à que ter em conta e proceder como indica o esquema da Figura 12.

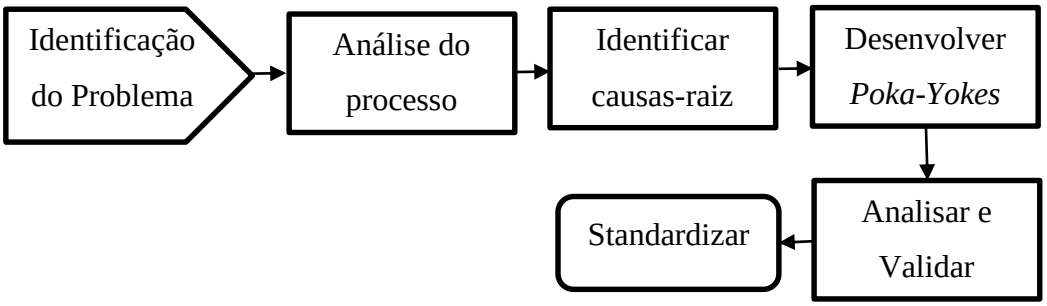


Figura 12 – Esquema com os passos da metodologia *Poka-Yoke*.

Para se identificar o problema, cria-se um gráfico de Pareto para cada uma das categorias de defeito identificado. Servindo para calcular o nº total de defeitos (informação recolhida), determinar a contribuição (%) de cada um dos defeitos e colocar no gráfico por ordem decrescente de contribuição. Para este processo, são selecionados por norma, o top 5 com os maiores defeitos, o que permite que seja concentrada a atenção apenas nos defeitos que ocorrem com maior frequência.

Seleciona-se o defeito a eliminar e na análise do processo, analisa-se e documenta-se o mesmo. Observam-se as operações e são registadas todas as condições no processo de produção que, normalmente, possa provocar erros ou defeitos.

4.4.1.8. Caso CIE Plasfil

Em todos os processos existentes na empresa, existe um processo *Poka-Yoke*. Quer a nível dos equipamentos, quer a nível de determinados processos na Produção.

No caso dos equipamentos auxiliares (equipamentos de produção), existe a necessidade de haver um processo de validação dos *Poka-Yoke*, isto para verificar o perfeito funcionamento dos mesmos evitando possíveis falhas.

Para isso exemplifica-se no fluxograma da Figura 13 a metodologia a utilizar no processo de Validação de um equipamento *Poka-Yoke*. Aplicável aquando da necessidade de validação de equipamentos *Poka-Yoke*.

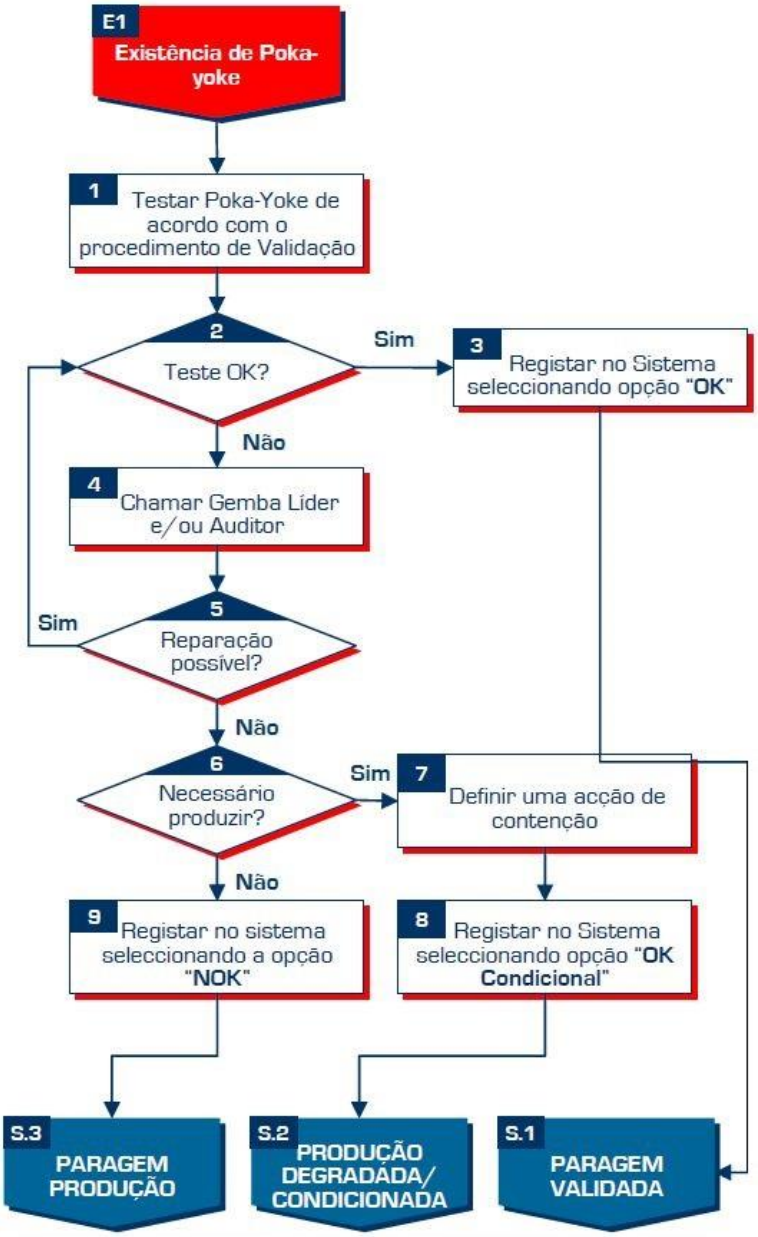


Figura 13 - Fluxograma Validação de um equipamento *Poka-Yoke*.

Descrição dos diferentes passos apresentados no Fluxograma:

E1. Existência de postos de trabalho com equipamentos *Poka-Yoke*.

1. Validar o *Poka-Yoke* de acordo com o definido no respetivo Procedimento de Validação. Esta validação é efetuada a cada início de produção, troca de turno e fim de produção, através de uma mensagem emitida pelo sistema a solicitar a validação do *Poka-Yoke* associado ao molde em produção. Dependendo do resultado podem ser obtidas 3 conclusões acerca da operacionalidade do equipamento: "OK"; "OK Condicional" ou "NOK" que terão de ser registadas no sistema para que seja possível prosseguir com a produção.

3. Registar no sistema selecionando a opção OK sempre que sejam cumpridos todos os requisitos de deteção definidos no procedimento.

4. Chamar o Gemba (na sua ausência o Responsável de Turno) e/ou o Auditor caso o resultado do teste ao *Poka-Yoke* seja "NOK".

5. Avaliar a viabilidade de reparação do *Poka-Yoke*. Caso seja possível efetuar novamente o teste de verificação.

6. Caso não seja possível reparar o equipamento, avaliar a urgência/necessidade de produzir.

7. Introduzir no sistema a situação detetada/motivo para o "OK Condicional". Registar e definir a ação de contenção a implementar para eliminar a possibilidade de falha na deteção por parte do operador durante a produção em modo degradado (sem a total operacionalidade do equipamento *Poka-Yoke*).

8. Registar no sistema o status do equipamento *Poka-Yoke* como "OK Condicional".

9. Registar no sistema o status do equipamento *Poka-Yoke* como "NOK". Em caso de "NOK" ou "OK Condicional" o sistema enviará um e-mail para diversas funções a avisar da ocorrência.

S.1. Parar a Produção.
S.2. Prosseguir com a Produção mas de forma Degradada/Condicionada.
S.3. Validar a Produção.

Quando, após a realização dos passos definidos no Procedimento de Validação do *Poka-Yoke* se conclui que:

- Este cumpre com todos os requisitos de deteção, podendo assim prosseguir com a produção – Dá-se o equipamento como OK
- Este não cumpre com os requisitos de deteção, no entanto, tendo em conta a urgência da produção e a indisponibilidade naquele momento de meios (humanos e materiais) para corrigir o problema, a produção terá de continuar em modo degradado - Dá-se o equipamento como OK Condicional
- Este não cumpre com os requisitos de deteção, e, sendo que a produção não é urgente, ou apesar de o ser, a criticidade do bom funcionamento do equipamento para evitar a ocorrência de uma não conformidade no cliente é grande, a produção deverá ser interrompida até que o problema no equipamento seja corrigido – Dá-se o equipamento como NOK.

Em anexo (Anexo III) mostra-se um exemplo de um Procedimento de Validação de *Poka-Yoke* realizado durante o estágio.

4.5.Intervenções Efetuadas

Ao longo do estágio foram muitas as intervenções efetuadas e várias as experiências adquiridas, em praticamente todas elas estas técnicas/ferramentas para otimização dos processos estavam presentes.

Neste departamento nos equipamentos auxiliares realizava-se uma manutenção maioritariamente corretiva, implicando também por vezes preventiva a equipamentos mais específicos e/ou com uma produção de maior volume.

A fábrica CIE Plasfil está em funcionamento 24h com um total de sete turnos de laboração contínua. Quando uma falha era reportada num equipamento, a equipa era chamada para resolução do mesmo (caso assim fosse necessário). A intervenção implicava a análise de sensores, quadros elétricos da máquina, autómatos (programação), sistemas pneumáticos e hidráulicos.

Nesta equipa também houve contacto com a parte de engenharia de processo, que está inteiramente ligada com a elaboração dos equipamentos auxiliares, desde a sua idealização e acompanhamento do mesmo, que posteriormente eram usados na produção. No setor de produção também foi possível integrar a equipa de Manutenção e equipa de técnicos de máquinas de injeção e Robot's. Na equipa de Manutenção foi possível ter contacto com a Manutenção realizada às máquinas de injeção, preventiva e maioritariamente corretiva. A manutenção era dividida em Diária, Semanal, Mensal, Semestral e Anual onde todas elas eram registadas e identificadas informaticamente. Diariamente eram feitas verificações aos níveis de óleo e verificavam-se a existência de fugas de água, óleo ou ar. Semanalmente eram limpos os filtros e mensalmente eram feitas lubrificações e limpezas. Anualmente no dia em que era previamente indicado para uma determinada máquina de injeção não entrar em produção, era feita a manutenção anual à respetiva máquina, o que implicava uma verificação completa, desde substituição de elementos de maior desgaste nos quadros elétricos como contactores, limpeza dos quadros elétricos e máquina em geral, substituição de vedantes, realização de alinhamentos, verificações das sondas, recolha de amostras de óleo para análise, entre outras.

A fábrica CIE Plasfil tem 1.2MW de potência contratada e durante o estágio decorreu um teste com a finalidade de obter uma poupança no consumo de eletricidade tendo uma redução no consumo da mesma. Uma empresa espanhola do grupo CIE Automotive veio assim fazer a montagem de um variador na máquina de injeção de plástico com maior consumo na fábrica. O variador tem a finalidade de obter um arranque progressivo dos motores da máquina (2 motores de 255kW cada, para 1375 toneladas de fecho de molde na máquina em questão). Este variador realiza uma gestão de carga, gerindo o fornecimento de tensão consoante a utilização da máquina. Obtendo um controlo automático, modulando a onda à entrada do motor da máquina. Inicialmente a instalação trouxe problemas de interferências, quer para as leituras das sondas de temperatura da própria máquina quer nas máquinas mais próximas, a solução foi colocar nas ligações efetuadas do variador para o motor e quadro elétrico, um cabo com isolamento (revestido com malha), como também na ligação para a sonda da própria máquina. Ao ser aplicado este cabo nas ligações, o efeito de campo magnético introduzido inicialmente foi eliminado e deixou assim de existir interferências nas leituras. Ao serem realizados os testes e mediante os resultados obtidos concluir-se-ia se era mais vantajoso investir num novo equipamento mais económico em consumos ou adquirir o variador para aquela máquina em específico, e mais tarde se se verifica-se vantajoso, também aplicar o mesmo para as restantes máquinas de injeção.

Neste setor todos os dias existe uma reunião de produção às 10h30m. Onde diretores e responsáveis de cada secção da empresa se reúnem para se colocarem a par das situações de produção e novas peças, novas formas de produção, melhorias e/ou situações que ocorrem no momento. As peças que são rejeitadas na altura da produção (defeituosas) são colocadas em trituradores para o plástico ser novamente reutilizado, sendo injetado novamente para formar novas peças. Existem diferentes tipos de polímeros utilizados na injeção na empresa e são separados pelas suas características. Existem elevados números de produto em stock de segurança, pois no ramo automóvel é muito importante não fazer o cliente, que necessita das peças para produção, parar a produção por falta de fornecimento de produto. Uma falha neste caso acarretaria custos para a empresa fornecedora (neste caso CIE Plasfil), onde num caso em particular, seria uma divida de 15 mil € por minuto pela paragem na produção dos veículos.

5. Equipamento Auxiliar

Este capítulo serve para exemplificar o perfil de equipamentos auxiliares que me acompanharam ao longo do estágio. Exemplificar o seu funcionamento, a sua finalidade, a sua construção, o perfil da interface utilizada para interagir com o utilizador, etc. Estes equipamentos auxiliares foram alvo de assistência técnica, manutenção, correção de erros a nível de programação, modificações consoante a necessidade de utilização dos mesmos, modificação de sensores e alteração de ciclos de montagem. Estes, incluem a modificação da sua sequência, a alteração de métodos de montagem de determinadas peças, sempre com a finalidade de otimizar os processos e melhorar tempos de ciclo.

O exemplo que é dado neste capítulo resulta de um acompanhamento de um novo projeto que surgiu no percorrer do estágio resultante da necessidade de produção de uma nova peça. Neste contexto, a seção de produção tem de idealizar um novo equipamento auxiliar para a montagem da mesma.

5.1.Posto de Soldadura D952

Introdução

Este ponto fornece informação sobre o Posto de Soldadura D952 com designação *1527TR*.

Esta máquina foi concebida com o objetivo de soldar usando tecnologia de ultrassons, as patilhas das peças de plástico denominadas GAP Hider LH e RH, fixando a esponja no plástico, utilizando um robot de seis eixos com um sonotrodo no sexto eixo. Possui três diferentes níveis de acesso, onde as funções estão limitadas, sendo eles “Operador”, “Manutenção” e “Engenharia”.

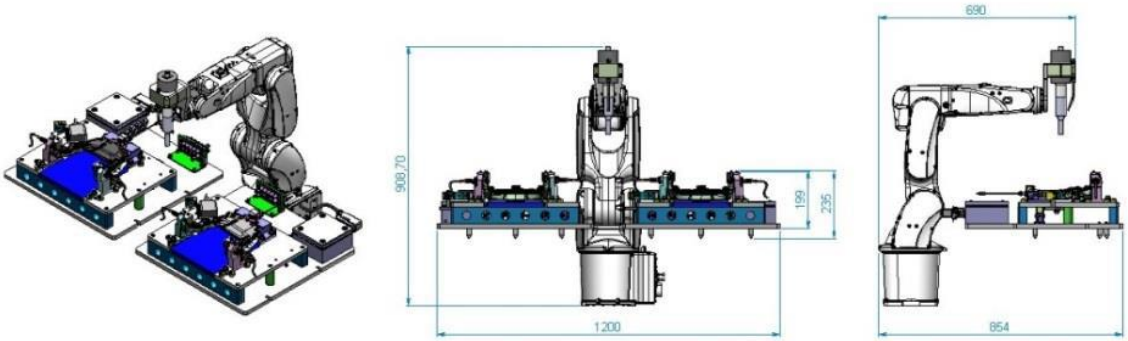


Figura 14 - Conjunto Jigs (bases/encaixes onde se colocam as peças, direita ou esquerda) e Robot.

O Anexo IV contém o desenho pormenorizado do posto de soldadura, com as respetivas identificações.

5.2.Descrição da Máquina

A máquina foi construída em estrutura de tubo de aço (estrutura inferior) e em estrutura de perfil de alumínio e proteções em policarbonato (estrutura superior). Possui dois armazéns, um na estrutura inferior, onde podem ser armazenados os Jigs (bases/encaixes onde se colocam as peças, direita ou esquerda, para o processo de soldadura), e outro na zona superior traseira, onde se encontram os controladores de soldadura e do robô. Uma luminária encontra-se no topo da máquina.

Na zona frontal encontra-se o local de trabalho onde o operador insere a peça a soldar no Jig correspondente. Em caso de faltar algum componente a soldadura não é realizada. Com a conclusão do processo, a peça é desbloqueada e o operador retira-a do Jig.

A platine pneumática e os quadros elétricos encontram-se nas laterais do Posto, com diferentes tipos de acesso. A platine possui livre acesso enquanto o quadro se encontra fechado via chave. Existe também uma porta para manutenção na sua traseira.

Este Posto possui quatro pés anti vibratórios e quatro patilhas de fixação ao chão, onde é possível realizar a splitagem ao chão.

5.2.1. Descrição da Instalação

5.2.1.1. Características Gerais do Posto

Descrição: Posto Soldadura D952

Referência: 1527TR

Ano de Fabrico: 02/2016

Intervalo de Tempo de Ciclo: 60 segundos

Carregamento: Manual

Descarregamento: Manual

Peso: 700Kg

5.2.1.2. Características do Fluido a Utilizar

Fluido: Ar Comprimido

Pressão de Serviço: 6.0 bar

5.2.1.3. Características Elétricas Gerais

Potência: 4.0kW – 4000W

Tensão Geral: 230V AC (L+N+PE)

Tensão Comando: 24V DC

Frequência: 50Hz

5.2.1.4. Valores de Trabalho de Soldadura

Abaixo são indicados os parâmetros originais de trabalho do robô e sonotrodo:

Velocidades do Robô:

- Aproximação da ferramenta: 80% da velocidade máxima;
- Aproximação dos pontos: 50% da velocidade máxima;
- Encosto à palheta: 200 mm/s;
- Soldadura dos pontos 1, 2, 10 e 11: 3 mm/s;
- Soldadura dos pontos 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9: 5 mm/s.

Tempos:

- Soldadura com ferramenta parada: 0,1 s;
- Sopro: 1 s.

Frequência do Gerador de Ultrassom: 20.000 Hz

5.2.2. Descrição do Posto

Após o operador colocar a peça plástica com clips e a esponja no Jig correspondente, validando assim o sistema, este deve sair da zona das barreiras de segurança e ativar o botão de Inicio de Ciclo.

Os cilindros pneumáticos irão avançar, bloqueando a peça e o robô irá proceder à soldadura das alhetas, fixando assim a esponja na peça plástica.

Durante o processo de soldadura, nos intervalos de solda, um sopro de ar frio é realizado no sonotrodo, auxiliando o arrefecimento deste mesmo componente.

Após finalização do processo de soldadura, o robô é recolhido à posição inicial e é realizado o desbloqueio das peças plásticas, permitindo assim a retirada da peça finalizada.

Em caso de defeito durante o ciclo, o operador deve pressionar o botão de "Rearme" na consola e retirar a peça, sendo esta classificada de não ok "NOK". Todos os sistemas voltam à posição inicial depois de finalizados.

5.2.3. Descrição do Quadro de Comando

O quadro de comando usado (Figura 15) possui dimensões de 300x300x155 mm com um botão de "Colocação em Serviço", um botão de "Rearme", um botão de "Fora de Serviço", um cogumelo de "Paragem de Emergência" e uma consola de ecrã táctil de 7 polegadas da Siemens-SIMATIC.
Possui rotação com bloqueio por perno roscado em dois pontos, sendo possível realizar a rotação em relação ao ponto de fixação da estrutura superior ou rotação do próprio quadro de comando. O autómato responsável pelo controlo é um S7-1200.

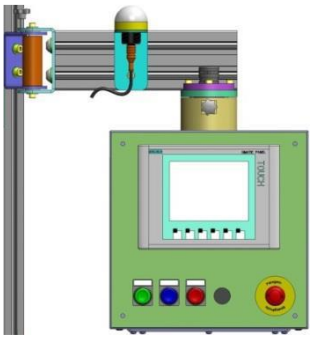


Figura 15 - Quadro de Comando

5.2.4. Descrição do Quadro Elétrico

O Quadro Elétrico possui a ativação manual da máquina (ON/OFF da corrente elétrica) e um sinalizador de tensão. A platine elétrica está no interior de uma caixa metálica da ELDON de 600x800x300mm.

5.2.5. Afinação da Máquina

5.2.5.1. Afinação do Posto de soldadura D952

Toda a estrutura possui pontos de afinação, desde rasgos para os parafusos, limites mecânicos, afinadores e pés com possibilidade de afinação.

Para nivelar toda a máquina, é usado um nível sobre o tampo de alumínio, até se obter um nivelamento o mais preciso possível. De cada vez que se realiza uma deslocação da máquina para uma nova posição, esta operação deverá ser realizada.

Figura 16 - Pé Anti Vibratório

5.2.5.2. Afinação dos Apoios dos Jigs

Como mostra a Figura 17, os Jigs possuem afinadores na qual é possível bloquear a posição das peças de alumínio na qual entram em contacto com as peças de plástico a soldar. Estes afinadores permitem rotação não concêntrica, sendo possível afastar/aproximar as peças e depois bloquear. Após bloqueio, é possível retirar as peças de desgaste e colocar as substitutas sem ser necessário nova afinação.

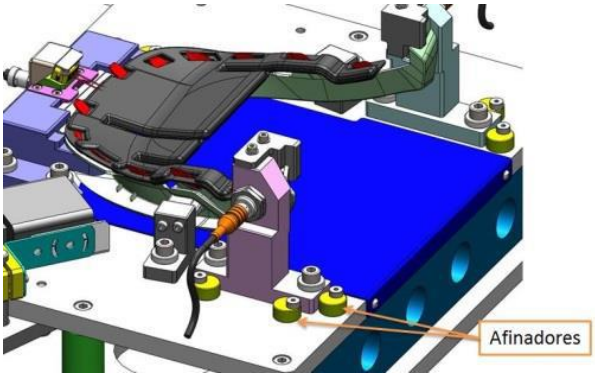


Figura 17 - Afinadores

5.2.5.3. Substituição dos Jigs

A Figura 18 apresenta a configuração para substituição dos Jigs. Para que esta operação seja efetuada, o posto deve estar "Fora de Serviço" ou desligado e devem ser realizadas quatro operações por Jig, sendo elas as seguintes:

1- Desconexão da ficha de 25 polos na caixa de bornes através dos próprios grampos;

2- Desconexão da placa multi-conectores através dos quatro pernos roscados;

3- Desconexão do cabo do código de barras através dos dois pernos roscados;

4- Alívio dos quatro bloqueadores, realizando o desaperto e afastamento para a lateral.

Está assim o Jig desconectado do posto, sendo possível retirá-lo.

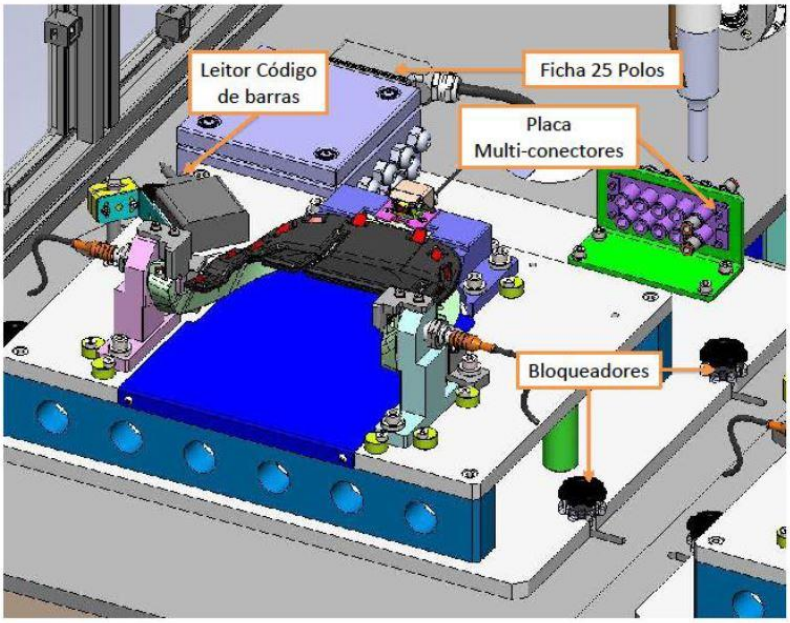


Figura 18 - Substituição dos Jigs

Para colocação dos Jigs em serviço, as operações acima indicadas deverão ser invertidas, ou seja, realizar as conexões dos componentes.

A possibilidade dos Jigs se trocarem está impedida pelos pinos de indexação dos Jigs, sendo que possuem posições diferentes (*Poka-Yoke*).

5.3.Modo de Funcionamento

Existem três formas possíveis de funcionamento da máquina, sendo eles:

1- Modo Automático

a. Este modo de funcionamento foi explicado anteriormente na descrição de cada estação de trabalho.

2- Modo Manual

a. Este modo de funcionamento é limitado apenas aos níveis de acesso de Manutenção e Engenharia. Neste caso, é possível realizar cada movimento e/ou operação via consola.

b. A movimentação manual do robô deve ser realizada através da consola do robô, "*Teach pendant*", com o robô em modo manual.

3- Teste *Poka-Yoke*

a. Este modo é acessível a todos os utilizadores, e deve ser realizado no início de cada turno de trabalho.

b. Valida as condições iniciais para cada ciclo de trabalho e forma os operadores sobre a constituição da peça a produzir.

5.4.Arranque da Máquina

Para o correto funcionamento do sistema, é necessário o fornecimento elétrico e pneumático do sistema conforme indicado na descrição da máquina.

O arranque elétrico da máquina é acessível na traseira desta, no Quadro Elétrico via manual, sendo este *Switch* o ON/OFF geral da instalação, como mostra a Figura 19.

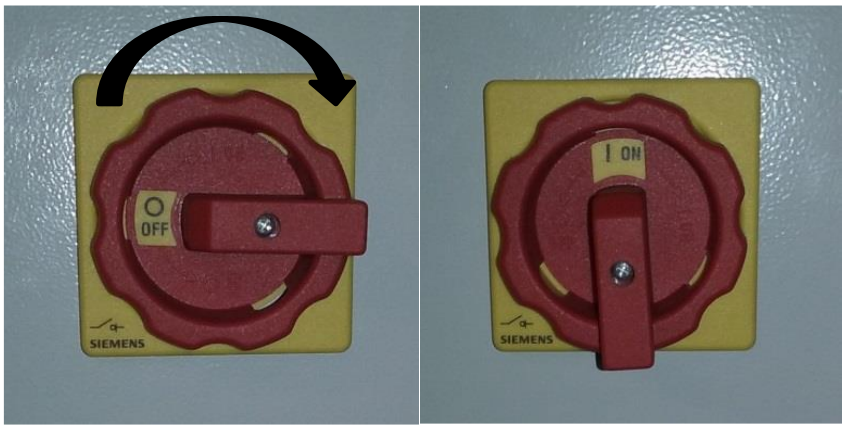


Figura 19 - Seccionador Geral (imagem indicativa)

Após arranque do sistema elétrico, a máquina estará operacional. Será necessário realizar o Login na consola.

Um rearme total é aconselhável, evitando possibilidades de existirem componentes deslocados provocando uma realização incorreta do fecho da máquina. Neste momento, o sistema está pronto a iniciar ciclos de soldadura da máquina.

5.5.Níveis de Acesso

A consola está programada para três níveis de acesso acedidos via Login na própria consola. Cada nível de acesso tem as suas funcionalidades limitadas, sendo elas explicadas seguidamente.

5.5.1. Nível de Acesso: Operador

Funções permitidas:

- Visualização do Separador "Automático" e separadores subsequentes com acesso a informação de tempo de ciclo, tempo de operação e estado de funcionamento;
- Seleção da ferramenta de trabalho e visualização dos seus parâmetros;
- Visualização dos Alarmes;
- Acesso ao teste *Poka-Yoke*;
- Abrir a porta de segurança.

5.5.2. Nível de Acesso: Manutenção

As funções permitidas no nível de acesso Manutenção são:

- Visualização do Separador "Automático" e separadores subsequentes com acesso a informação de tempo de ciclo, tempo de operação e estado de funcionamento;
- Seleção da ferramenta de trabalho e visualização dos seus parâmetros;
- Visualização dos Alarmes;
- Acesso ao teste *Poka-Yoke*;
- Abrir a porta de segurança;
- Acesso ao modo manual da máquina.

5.5.3. Nível de Acesso: Engenharia

Neste nível de acesso, é possível aceder a todas as funcionalidades da consola, incluindo configurar os parâmetros, modificar e adicionar receitas.

5.6.Funções da Consola

A consola, com tecnologia táctil TFT, possui as funções via separadores, onde as abas estão dispostas como exemplificado na seguinte árvore:

1. Automático

- Seleção da ferramenta para a produção
    - Tempo de ciclo e tempo de operação;
    - Contador de peças OK;
    - Visualização e edição de parâmetros de trabalho;

2. Manual & Configurações;

- Alarmes;
- Receitas;
    - Abrir, editar e guardar receitas para as diversas ferramentas;
- Manutenção;
    - Monitorização do estado geral da máquina;
    - Controlo Manual do sonotrodo e do sopro de arrefecimento;
    - Monitorização e controlo das ferramentas;
    - Monitorização e controlo do robô;
    - Teste de comunicação TCP/IP;
    - Teste de arranque automático;
- Teste *Poka-Yoke*;

3. *Login*
4. Abrir porta de segurança

5.6.1. Separadores

Seguidamente será explicado as funções existentes em cada separador presente no ecrã da consola que tem como objetivo a interação com o utilizador.

- Menu Home

Figura 20 – Home.

A Figura 20 apresenta o menu Home. Este separador é o ponto de partida para qualquer comando na consola. Como é visível na Figura, é possível aceder ao modo "Automático", "Manutenção & Configurações" assim como ao menu de *Login*. Neste separador está disponível a indicação de quando é que a máquina se encontra "Fora de Serviço" assim como o comando que permite abrir a porta de segurança (chave). Após a ação sobre este botão a porta de segurança fica disponível para ser aberta durante dez segundos.

Todos os níveis de acesso permitem o uso deste separador.

- Automático

Após selecionar o separador *"Automático"* é direcionado para o visor representado na Figura 21, onde o utilizador terá que escolher a ferramenta de trabalho (esquerda ou direita).

Todos os níveis de acesso permitem o uso deste visor.

Figura 21 - Selecionador de ferramenta

- Automático -> Esquerda/Direita

Após selecionar uma das duas ferramentas disponíveis o utilizador é remetido para o separador da Figura 22 que permite a execução de ciclos de produção de peças.

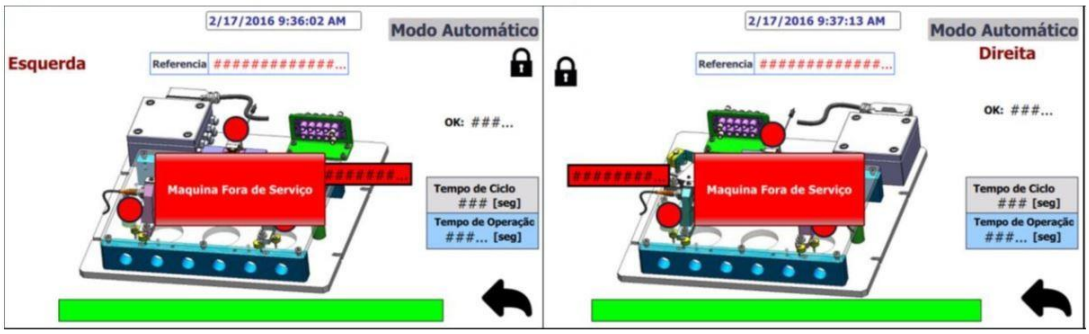


Figura 22 - Estado de trabalho

Neste separador o utilizador pode observar no rodapé, o estado em que o ciclo de trabalho se encontra, incluindo instruções de funcionamento. Em caso de defeito/anomalia no funcionamento da máquina aparecerá uma mensagem no centro do ecrã a informar o utilizador. Para além disso, o utilizador tem acesso a:

- Contagem do número de peças OK (o reset deste número é efetuado atuando sobre o número durante alguns segundos);
- Tempo de Ciclo que corresponde ao tempo de trabalho do robô;
- Tempo de Operação que corresponde ao tempo decorrido a partir do momento em que o utilizador insere a peça na máquina até ao momento em que ela é retirada;
- Configuração atual da ferramenta, acedida ao atuar sobre a ferramenta;
- Editar a configuração atual da ferramenta, acedida através do cadeado presente no ecrã. Este acesso está limitado ao nível de acesso engenharia;
- Estado atual de cada sensor/detetor presente na ferramenta;
- O parâmetro referência mostra a receita que atualmente está a ser utilizada

Todos os níveis de acesso permitem o uso deste visor.

- Automático -> Esquerda/Direita -> Configuração ferramenta

Nesta aba o utilizador possui o acesso à informação de acordo com o que está representado na Figura 23. Este pode verificar o estado dos diferentes parâmetros, no entanto está impedido de editar os que estão a ser utilizados no ciclo de trabalho.

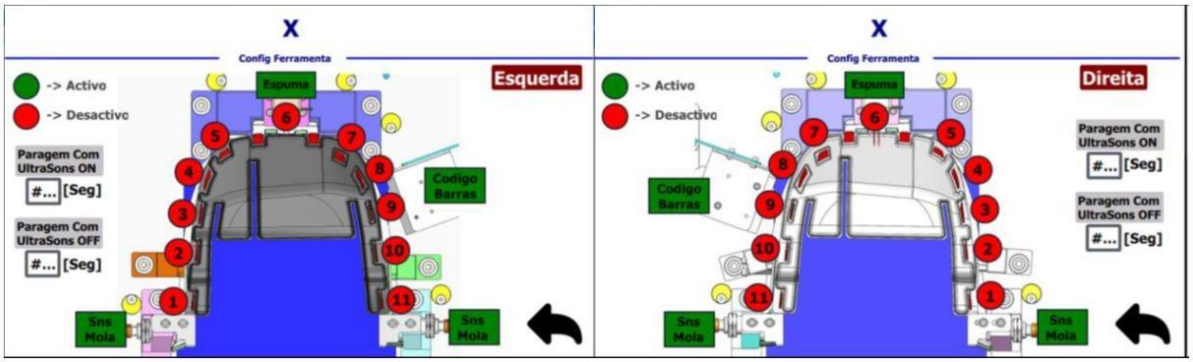


Figura 23 - Visualizador de Parâmetros

Neste ecrã podem ser observados os seguintes parâmetros:

- Pontos de soldadura que estão ativos/desativos;

- Sensores que estão ativos/desativos para verificação das condições do início de ciclo;

- Tempo que o sonotrodo está ligado após completar o ponto de soldadura;

- Tempo que o sopro de ar de arrefecimento se encontra ligado após o robô concluir o ponto de soldadura. O robô permanece imóvel neste período de tempo.

Todos os níveis de acesso permitem o uso deste visor.

- Automático -> Esquerda/Direita -> Editar configuração ferramenta

O editor de parâmetros está representado na Figura 24. Este ecrã permite ao utilizador editar os parâmetros de trabalho referidos para o ecrã anterior.

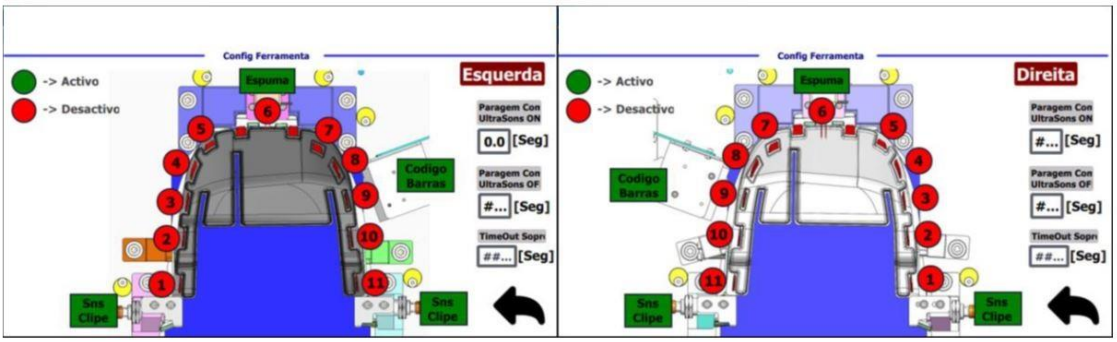


Figura 24 - Editor de Parâmetros

É possível configurar o parâmetro “TimeOut Sopro”, correspondente ao tempo em que o sopro de arrefecimento está ligado no final de cada ciclo.

Apenas o nível de acesso Engenharia permite o uso deste visor.

- Manutenção & Configurações

Figura 25 - Manutenção e Configurações

A Figura 25 apresenta o separador "*Manutenção & Configurações"*. Dentro deste encontram-se os separadores *"Alarmes", "Receitas", "Manutenção" e "Poka-Yoke"*.

Todos os níveis de acesso permitem o uso deste visor. Os separadores "Receitas" e "Manutenção" exigem nível de acesso de Manutenção ou Engenharia.

- Manutenção & Configurações -> Alarmes

Selecionando o separador *"Alarmes"*, é possível consultar os últimos alarmes registados pela máquina, como mostra a Figura 26. Os alarmes registam o histórico de funcionamento da máquina.

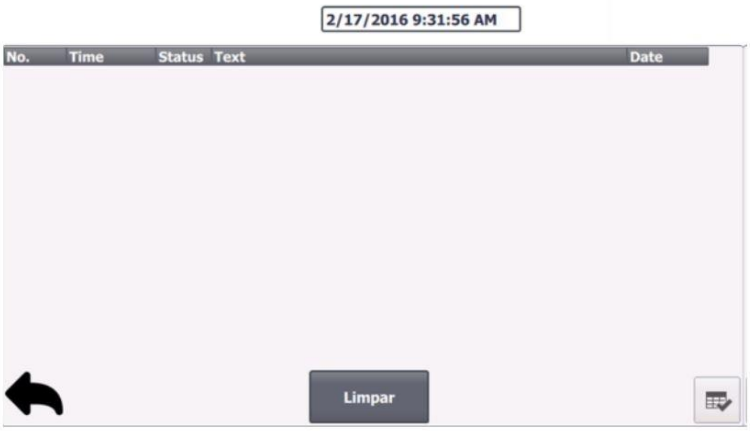


Figura 26 - Alarmes

Neste ecrã, para além de se visualizarem os alarmes, é possível limpar a lista atuando sobre o botão “Limpar”.

Todos os níveis de acesso permitem o uso deste visor.

- Manutenção & Configurações -> Receitas

Entrando no menu “*Receitas”*, é possível consultar, editar e gravar novas receitas, como mostra na Figura 27.

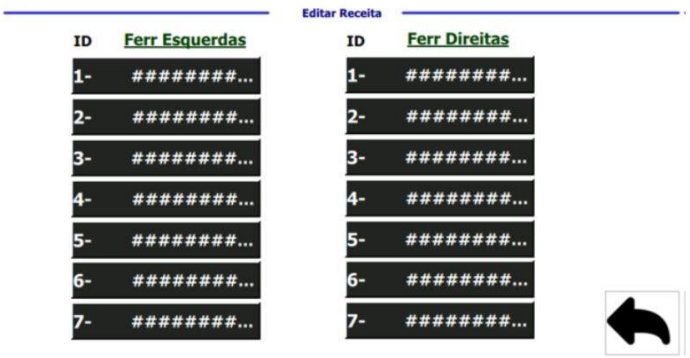


Figura 27 - Receitas

Para consultar/editar as receitas o utilizador pode escolher uma das sete receitas disponíveis para cada local de trabalho (esquerda ou direita).
Ao selecionar uma receita o utilizador é remetido para o separador representado na Figura 28.

Figura 28 - Editor de Receitas

Neste separador o utilizador pode adicionar os códigos de barras válidos de peças que a ferramenta pode produzir, atribuir um nome à receita e o programa do robô responsável pela produção da peça. No final o utilizador regista as alterações através do botão "Gravar Receita".

Apenas os níveis de acesso de Manutenção e Engenharia permitem o uso deste separador.

- Manutenção & Configurações -> Manutenção

O separador de Manutenção está representado na Figura 29. Este é especialmente dedicado para operações de manutenção e teste dos sensores, atuadores e do robô presente na máquina. Nesta aba, o operador pode observar um painel que contém informação do estado dos diversos equipamentos classificados como "Gerais", incluindo o sonotrodo ("Ultrassons").

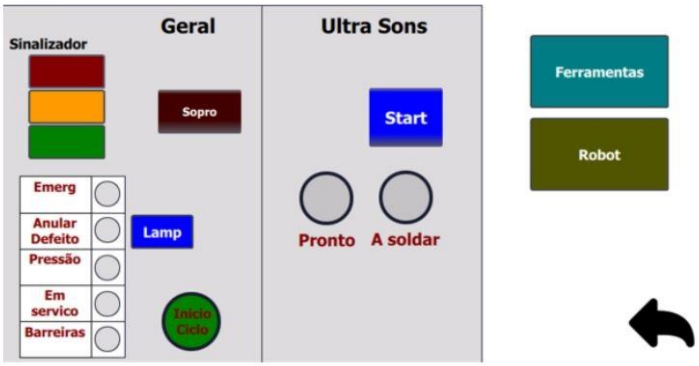


Figura 29 - Manutenção

O operador pode testar os sinalizadores luminosos, as botoneiras da consola (incluindo a botoneira de emergência), a botoneira de início de ciclo, barreiras de segurança, presença de ar na máquina. O painel ainda inclui o botão "Sopro" que comanda manualmente o sopro de arrefecimento e o botão "Start" que ativa/desativa o sonotrodo.
A partir deste separador é possível aceder a outros dois separadores através dos botões "Ferramentas" e "Robot" que permitem a monitorização e o controlo manual das ferramentas e do robô, respetivamente.

Apenas o nível de acesso de Engenharia e Manutenção permite o uso deste separador.

- Manutenção & Configurações -> Manutenção -> Ferramentas

No separador *"Ferramentas"* (Figura 30), é possível selecionar os componentes a comandar manualmente e monitorizar/testar os diferentes sensores/detetores que compõem a ferramenta.

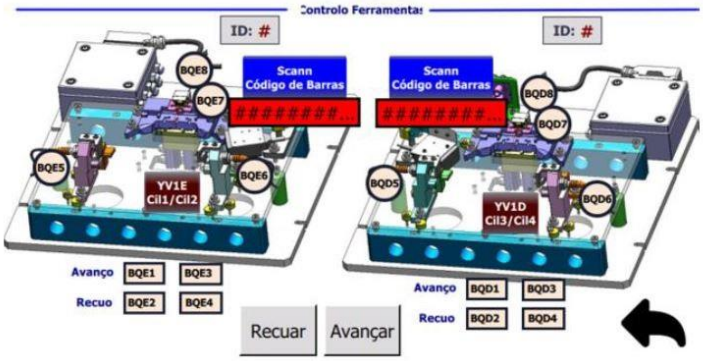


Figura 30 - Manual

Neste ecrã é possível atuar manualmente os leitores de código de barras e os pares de cilindros pneumáticos responsáveis pela fixação da peça.

Apenas os níveis de acesso de Manutenção e Engenharia permitem o uso deste separador.

- Manutenção & Configurações -> Manutenção -> Robot

O separador de operação manual do Robot está representado na Figura 31. Este separador permite monitorizar e controlar manualmente todas as interações entre o PLC e o robô.

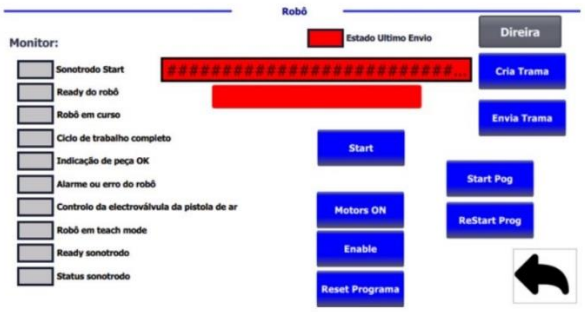


Figura 31 - Manual Robô

As duas principais interações entre o PLC e o robô são a comunicação dos parâmetros de trabalho, por TCP/IP (protocolo de comunicação) e o arranque automático do robô (arranque externo). Relativamente à comunicação, neste ecrã, é possível verificar:

- Estado do último envio para o robô;
- Enviar trama para o robô
- Criar trama a enviar para o robô

As tramas a enviar para o robô contêm a informação dos parâmetros de funcionamento. A trama contém 31 caracteres organizados da seguinte forma:

- 1 a 2 => teste de comunicação "OK";
- 3=> Caracter divisão (";”);
- 4 a 6 => código numérico do programa;
- 7=> Caracter divisão;
- 8 a 18 => pontos de trabalho "1" ou "0” (0 ignora ponto, 1= faz ponto);
- 19=> Caracter divisão;
- 20 a 22=> tempo com o sonotrodo ligado após soldadura no formato "x.x";
- 23=> Caracter de divisão;
- 24 a 25=> tempo de arrefecimento após soldadura no formato x.x;
- 26=>Caracter de divisão
- 27 a 30=> tempo em que o sopro de ar fica ativo após ciclo no formato "xx.x";
- 31=>Caracter de finalização "/".

Um exemplo de uma trama segundo este formato seria:

"OK;111;11111011111;0.1;1.0;07.5/"

Neste separador é possível verificar quando o robô está disponível para receber uma nova trama. Essa disponibilidade coincide com a indicação de estado de “Ready do robô”.

Relativamente ao arranque automático do robô estão disponíveis seis botões:

- Start: dá o comando de arranque do robô;
- Motors ON: Liga os motores do robô;

- Enable: Sinal que permite o arranque do robô;
- Reset Programa: Coloca o apontador do programa no início;
- Start Prog: Seleciona o programa "Main" do robô;
- Reset Prog: Seleciona o programa de rearme do robô.

É também possível visualizar o estado dos sinais comunicados entre o PLC e o robô.

Apenas os níveis de acesso de Manutenção e Engenharia permitem o uso deste separador.

- Manutenção & Configurações -> Manutenção -> *Poka-Yoke*

No separador Manutenção & Configurações -> Manutenção -> *Poka-Yoke* (Figura 32) é possível selecionar qual a ferramenta que vai ser alvo do teste *Poka-Yoke*. Uma vez escolhida a ferramenta o teste tem início.

Todos os níveis de acesso permitem o uso deste visor.

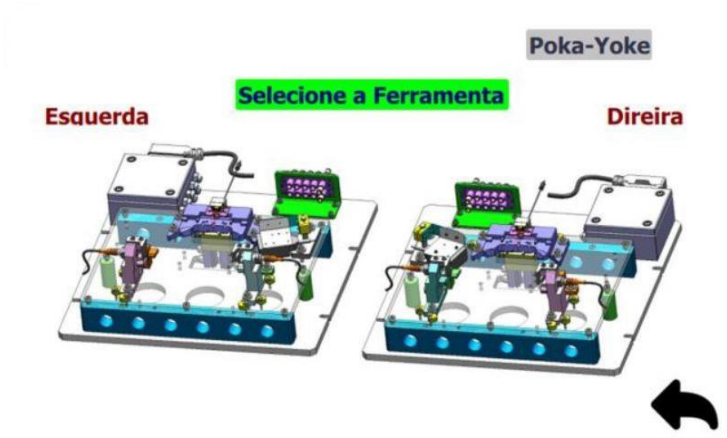


Figura 32 - Selecionador de ferramenta

- Manutenção & Configurações -> Manutenção -> *Poka-Yoke* -> Esquerda/Direita

Nesta aba tem início o teste *Poka-Yoke*. Aqui, o operador terá que seguir as instruções que vão aparecendo no rodapé do ecrã tal como descrito na Figura 33.

Figura 33 - Estado do teste

O teste divide-se em duas etapas que têm de ser finalizadas com sucesso. Quando há sucesso no teste aparece um "OK" no ecrã que informa o operador do sucesso do teste. Caso ocorra algum insucesso, o operador é informado através da mensagem "NOK". Um insucesso em qualquer uma das etapas faz o teste regressar à etapa inicial.

Todos os níveis de acesso permitem o uso deste visor.

- Login/Logout

Para aceder às várias opções de Operação, é necessário realizar o Login. Para tal, clicando no Botão com o símbolo de vários usuários (centro inferior da consola, no menu principal), aparece uma janela onde é possível preencher o campo de Senha. Após finalizar as modificações, deve ser realizado um *"Logout"*.

5.7.Instruções de Manutenção

5.7.1. Manutenção Geral

A cada três meses ou 500 horas de utilização deve ser realizada uma inspeção à máquina.
A cada 8000 horas recomenda-se que se faça o reaperto dos bornes de ligações elétricas no quadro elétrico e nos pontos intermédios de ligações elétricas.
A cada 8000 horas deve ser verificada toda a cablagem da máquina, bem como as esteiras associadas.
A cada 1000 horas devem ser verificados todos os acionamentos de emergência.

A Tabela 4 apresenta o Plano de Manutenção Pneumático.
A Tabela indica dois grupos, a parte da platine pneumática e os atuadores. Dentro destes são identificados os seus elementos que necessitam de manutenção, com que frequência deve ser realizada (trimestral, mensal, anual ou semestral) cada intervenção aos diferentes componentes pneumáticos, se a máquina deve estar desligada ou se não existe essa necessidade e quais as ações a ter na altura da intervenção.

Sub-Montagem	Elemento	Acção	Periodicidade	Estado da Máquina	Ferramenta
Platine Pneumática	Distribuidores	Controlar a ausência de fugas de ar	Trimestral	Em Serviço	Auditivo
		Verificar a Pressão Geral	Mensal	Em Serviço	Visual
	Filtro Regulador	Trocar o Elemento de Filtro	Anual	Fora de Serviço	Manual
Actuadores	Cilindros	Controlar a ausência de fugas de ar	Trimestral	Em Serviço	Auditivo
		Verificar o desgaste da haste	Semestral	Fora de Serviço	Visual
		Verificar a fixação	Semestral	Fora de Serviço	Visual

Tabela 4 - Manutenção Pneumática.

5.8. Cuidados de Segurança

O Posto de Soldadura D952 foi concebido para trabalhar sobe medidas de segurança na qual o Operador estará seguro durante as operações de trabalho.
Em caso de uso inadequado da máquina existe perigo para pessoas e objetos. Operações de manutenção ou limpeza são apenas autorizados a ser realizados por técnicos especializados ou por pessoas qualificadas para essas tarefas.
A zona superior da máquina está protegida por painéis de policarbonato em toda a sua volta e no topo, sendo a única zona fora de proteção dos painéis a zona frontal onde a proteção do Operador é assegurada por um sistema de Barreiras Fotoelétricas que bloqueiam todos os movimentos caso haja interferência na barreira. Após bloqueio, é necessário um rearme na consola e iniciar um novo ciclo.
A zona inferior da máquina está fechada com chapas de aço inoxidável, à exceção do quadro elétrico e platine pneumática onde é necessário acesso e não existem movimentos.
Na traseira da máquina existe uma Porta para efeitos de Manutenção e acesso interno à máquina. Esta está equipada para quando é realizada uma abertura, todo o sistema bloqueia, não existindo qualquer tipo de movimento enquanto não for fechada e ser realizado um rearme na consola.
Quando a máquina está em funcionamento, as proteções deverão estar no local designado e não deverão ser danificadas para garantir acesso ao interior da máquina.

5.8.1. Cálculo da distância de segurança

Para que todos os equipamentos sejam seguros e não haja possibilidade de ocorrer acidentes todos eles possuem sensores de segurança que garantem essa “proteção”. Para saber a que distância se devem colocar as barreiras óticas verticais de segurança, são realizados cálculos de acordo com a norma ISO 13855 – “Segurança de máquinas – Posicionamento de equipamento de proteção em relação às velocidades de aproximação das partes do corpo humano”. Este equipamento não foge à norma e em seguida são apresentados os respetivos cálculos.

Aproximação perpendicular: [8]

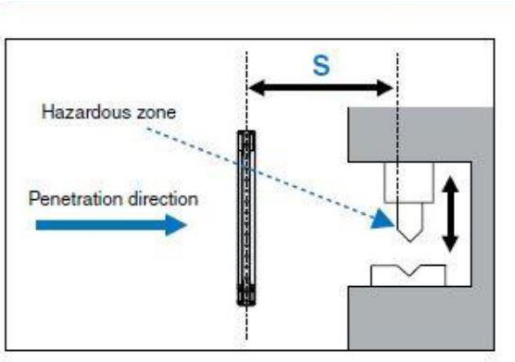


Figura 34 - Abordagem perpendicular ao plano de deteção.

S= distância de segurança mínima da zona de perigo, para o ponto de deteção mais perto.

A distância mínima que S pode ter é 100mm.
Se o S for maior a 500mm reduz-se o valor de K, volta-se a calcular com K igual a 1600mm.
Com K igual a 1600mm, o valor mínimo de S é 500mm.

Para um sensor de barreiras fotoelétricas com sensibilidade inferior a 40mm:

$$S = K \times T + 8\,(d - 14)$$
$$d \leq 40$$

K= 2000mm (7.74 polegadas/s) 0.2m/s (constante de velocidade de aproximação, assumindo a velocidade de deslocação da mão).
T= tempo máximo necessário da máquina para parar + tempo de resposta do sensor.
d= capacidade/sensibilidade de deteção do sensor.

$$S = 2000 \times \left(\frac{50 + 10}{1000}\right) + 8 \times (30 - 14)$$

$$S = 248\text{mm}$$

Na Figura 35 apresentam-se os locais da aplicação das barreiras fotoelétricas na máquina em questão.

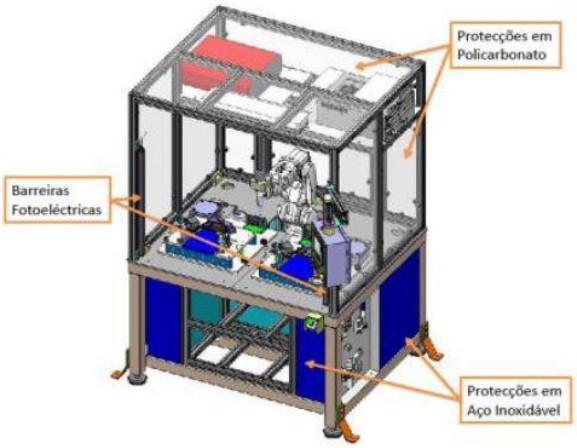


Figura 35 - Proteções

Para manutenção, o responsável deverá bloquear todo o sistema. Caso não seja necessário movimentos nestas intervenções, é aconselhável desligar a máquina.
Antes de começar qualquer trabalho nos dispositivos elétricos, o seccionador tem de ser desligado e tem que ser garantido que ele não é ligado durante os trabalhos.

5.9.Normas e Diretivas dos Equipamentos

Os equipamentos na CIE Plasfil em geral estão/devem estar em conformidade com várias normas. Este em causa está em conformidade com:

Diretivas:

- (2006/42/CE) Diretiva Máquinas
- (2006/95/CE) Diretiva Baixa Tensão

Normas:

EN ISO 12100:2010 Segurança de máquinas – Princípios gerais de conceção – Avaliação e redução de riscos.
EN ISO 13850:2008 Segurança de máquinas – Paragem de emergência princípios de conceção.
EN ISO 13849-1:2008 Segurança de máquinas – Partes dos sistemas de comando relativos à segurança Parte 1: Princípios gerais de projeto.
EN ISO 13849-2:2008 Segurança de máquinas – Partes dos sistemas de comando relativos à segurança Parte 2: Validação.
EN 60204-1:2006 Segurança de máquinas – Equipamentos elétrico de máquinas. Parte 1: Requisitos gerais.
EN 953:1997+A1:2009 Segurança de máquinas – Requerimentos gerais para desenho e construção de barreiras fixas e móveis.
EN ISO 13855:2010 Segurança de máquinas – Posicionamento de equipamento de proteção em relação às velocidades de aproximação das partes do corpo humano.
EN ISO 13857:2008 Segurança de máquinas – Distâncias de segurança para impedir que os membros superiores e inferiores alcancem zonas perigosas.

6. Processo de Injeção e Moldes

A empresa CIE Plasfil é uma unidade industrial dedicada à produção de termoplásticos por injeção e montagens de subconjuntos para o setor automóvel. Um dos principais processos efetuados é o de injeção em moldes.

6.1.Introdução ao Processo de Injeção

Neste capítulo é realizada uma breve introdução histórica ao sector industrial da injeção de plásticos, bem como um conjunto de conceitos que permitem obter uma melhor compreensão deste tipo de indústria. São também explicados conceitos como, o ciclo de moldagem, o processo de injeção, entre outros, de base ao projeto desenvolvido na CIE PLASFIL de controlo do processo de injeção através de um controlador de injeção sequencial descrito no Capítulo 7. A Figura 36 apresenta uma visão das máquinas de injeção existentes.

Figura 36 - Máquinas de injeção na empresa CIE Plasfil.

6.2.Introdução Histórica

Um dos métodos mais comuns de processamento de plásticos é a injeção em moldes. Hoje em dia, cada casa, cada automóvel, cada escritório, cada fábrica, contém uma quantidade enorme de diferentes tipos de artigos produzidos por injeção de plásticos em moldes. As máquinas originais de injeção de plásticos foram baseadas na técnica de fundição injetada de metais. A primeira máquina conhecida foi patenteada nos Estados Unidos da América em 1872, especificamente para o uso com celuloide. Esta era uma invenção importante mas provavelmente precoce, uma vez que nos anos seguintes poucos desenvolvimentos foram relatados nesta área. Em meados da década de 20 do século passado, a Alemanha viria a mostrar interesse nesta área, apresentando as suas primeiras máquinas de injeção. Estas máquinas eram muito simples, onde o controlo dimensional constituía, de facto, um grande obstáculo. Uma característica típica destas máquinas era o seu acionamento manual, ou seja, a existência de uma alavanca operada manualmente que fazia o fecho das placas do molde, o que obviamente não permitia alcançar pressões de injeção elevadas. Mais tarde, fruto do aumento das exigências competitivas, surgiu o acionamento pneumático do molde, que na altura significava um enorme passo pois deixava-se cada vez mais de depender da força humana.

Uma grande evolução nas máquinas de injeção aconteceu apenas no final dos anos 30, ao serem implementados sistemas hidráulicos de acionamento, quando começaram a ficar disponíveis quantidades significativas de matéria-prima. Todavia, estas máquinas continuavam a basear-se na tecnologia da fundição injetada de metais, e somente nos anos 50 foi criada uma nova gama de máquinas pensando em todas as particularidades dos plásticos.

As máquinas atuais mantêm ainda o mesmo projeto básico, embora os sistemas de controlo sejam hoje, naturalmente, muito mais sofisticados. [9]

6.3.Moldagem por Injeção

A moldagem por injeção é um dos mais importantes processos de transformação de termoplásticos, sendo um método de produção em massa. Devido ao elevado capital investido nas máquinas, moldes e equipamento auxiliar, os aspetos de produtividade são de grande importância.

É um processo de grande versatilidade geométrica e dimensional, facilmente automatizável, com a possibilidade de se obterem excelentes acabamentos superficiais e de garantir tolerâncias dimensionais apertadas. No sucesso da moldagem por injeção, são determinantes as elevadas cadências de produção e a fiabilidade do processo.

Os equipamentos básicos para a moldagem por injeção são a máquina de injeção e o molde. A obtenção de peças de boa qualidade e ciclos de produção eficientes envolve o uso de equipamentos auxiliares, tais como: controladores de temperatura do molde, sistemas de secagem e transporte da matéria-prima e sistemas para manuseamento e transporte das moldações (robots, tapetes rolantes, etc.).

Os moldes para injeção são ferramentas que permitem a formação das peças numa máquina de injeção. Podem variar em tamanho, tipo (moldes de canais frios e de canais quentes) ou grau de complexidade (extração simples ou com movimentos). Na sua forma mais simplificada, são constituídos por duas metades que se ajustam, definindo uma ou várias impressões com a configuração das peças que se pretendem obter.

A sua finalidade principal é dar a forma desejada ao material a moldar. Contudo, existem outras tarefas relacionadas a este componente, nomeadamente: a alimentação desde o bico de injeção até à impressão, de modo a permitir o seu enchimento, a ventilação da impressão, a garantia da reprodutibilidade dimensional de ciclo para ciclo, o arrefecimento da peça moldada e a sua extração.

Hoje em dia, os moldes podem ser ferramentas de elevado grau de complexidade e custo apreciável, por vezes superior ao da própria máquina de injeção. O elevado custo dos moldes faz com que o processo só seja atrativo para grandes séries de produção. [10]

6.4.O Processo de Moldagem por Injeção

A moldagem por injeção pode ser definida como o processo a partir do qual um material plástico, originalmente no estado sólido, usualmente sob a forma de grãos, é carregado numa máquina onde, sequencialmente, é aquecido a fim de amolecer/derreter e é forçado, sob pressão, a entrar para um molde.
No molde, o material fundido preenche a impressão respetiva e arrefece recuperando a sua rigidez.

6.5.O Ciclo de Moldagem

A moldagem por injeção é um processo cíclico. O conjunto de operações necessário à produção de uma peça moldada designa-se por ciclo de moldagem.
A otimização do ciclo de moldagem é fundamental para assegurar a competitividade económica do processo, dado o elevado investimento em capital requerido para a instalação deste tipo de equipamento (máquina injetora, molde e equipamentos auxiliares).

O carácter cíclico do processo de injeção e as diversas fases que o compõem podem visualizar-se no esquema da Figura 37 onde o ciclo tem início com o fecho do molde. Nesta fase as duas principais partes constituintes de um molde de injeção (Lado da Injeção e Lado da Extração) são prensadas entre os pratos da máquina injetora. É garantido assim um contacto total entre as superfícies da junta do molde, promovendo a boa qualidade da peça injetada.

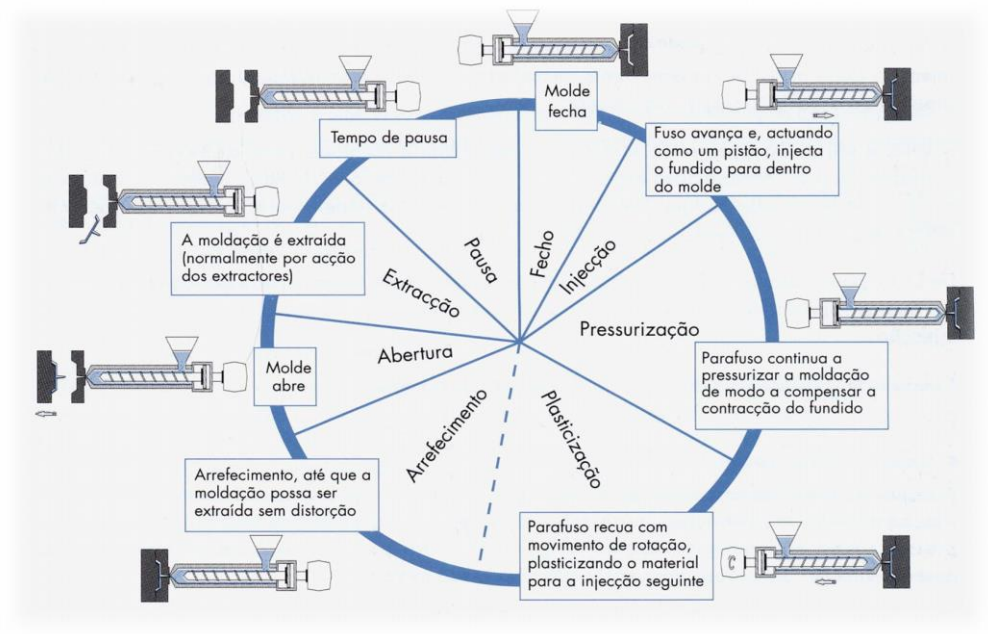


Figura 37 - Ciclo de moldagem. [11]

Descrevem-se nas Figuras 38-41, de forma esquemática, as diferentes etapas de um ciclo de moldagem.

- Fecho do molde e injeção do plástico

O fuso empurra sem rodar o material fundido para o molde arrefecido. O ar é expelido por um sistema de fuga de gases.

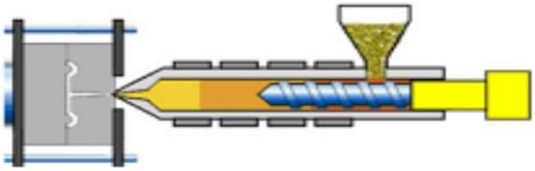


Figura 38 - Fecho do molde e injeção do plástico. [12]

- Pressurização

As cavidades estão cheias mas o fuso continua a pressionar (2ª pressão), para compensar as contrações do material (espaços vazios).

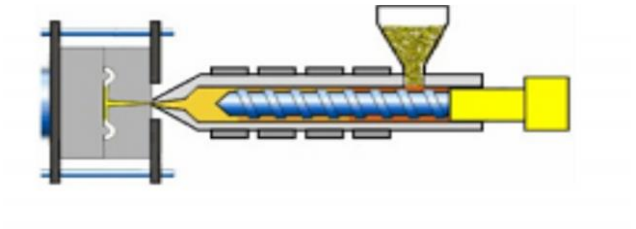


Figura 39 - Pressurização. [12]

- Plasticização e arrefecimento

Com os canais solidificados, não é possível introduzir mais material, então o fuso começa a rodar e introduz-se plástico granulado na tremonha. À medida que o fuso roda o material avança e funde plasticamente empurrando o fuso no sentido oposto.

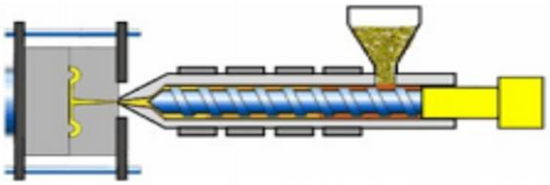


Figura 40 - Plasticização e arrefecimento. [12]

- Abertura e extração da peça

O molde abre através de extratores para a peça sair e então fecha-se e inicia-se o novo processo cíclico.

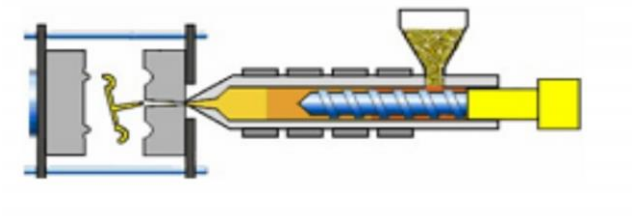


Figura 41 - Abertura e extração da peça. [12]

O ciclo de moldagem poderá desenvolver-se segundo os seguintes modos:
- Manual: A sequência de operações é definida e acionada pelo operador (utiliza-se durante as fases de ajuste do processo, denominados ensaios).
- Semiautomático: A sequência de operações desenvolve-se de uma forma automática, mas o início de um novo ciclo necessita da confirmação do operador (utiliza-se quando o processo requer a intervenção do operador, por exemplo, para ajudar a retirar uma peça ou para colocar insertos).
- Automático: O processo desenvolve-se integralmente segundo uma sequência pré-definida e sem a intervenção do operador. A maximização da produtividade e da repetibilidade só é conseguida em ciclo automático, até porque muitas das funções do controlo dos equipamentos mais modernos só estão ativas neste tipo de funcionamento.

Na atividade industrial o objetivo é produzir peças, conforme as respetivas especificações, no mais curto intervalo de tempo possível. Para o efeito, condições de processamento tais como pressão de injeção, temperaturas de fundição e do molde, velocidade de injeção e contrapressão, necessitam de ser ajustadas tendo em conta as propriedades do material, a geometria da peça e as especificações do produto final.

As fases do ciclo de moldagem são praticamente independentes do tipo de máquina. Contudo, a sua duração pode ser muito diversa, variando de tempos inferiores a um segundo para peças muito finas, a dezenas de minutos para moldagens muito espessas.

6.6.Máquina de injetar por fuso

O esquema de uma máquina de injetar de fuso está representado na Figura 42. A máquina injetora de fuso consiste numa estrutura que, de um lado, suporta o mecanismo de movimentação do molde, e do outro, um cilindro aquecido no interior do qual existe um fuso onde se faz a plastificação do plástico. A rotação do fuso pode ser atuada por um motor elétrico ou por um motor hidráulico, sendo o movimento de avanço garantido por um cilindro hidráulico. O refluxo de material para o canal do fuso é evitado por uma válvula antirretorno.

Embora existam diferentes tipos de máquinas, as unidades funcionais que as compõem são as mesmas, sendo apresentado na Figura seguinte um esquema de uma máquina de injeção onde se identificam essas unidades funcionais.

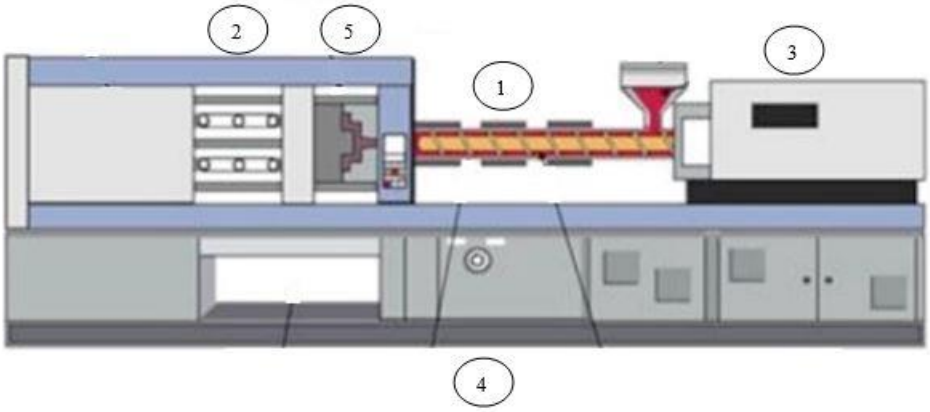


Figura 42 - Esquema de uma máquina de injetar de fuso.

As funções das unidades constituintes de uma máquina de injeção são as seguintes: [13]

1 - Unidade de injeção: Promove o transporte, aquecimento, plastificação e homogeneização do material desde a base da tremonha até ao bico de injeção; garante também a subsequente injeção e compactação do fundido.

2 - Unidade de fecho: Permite a fixação e a movimentação do molde, devendo ser capaz de o manter fechado durante as fases de injeção e de compactação; também integra os dispositivos necessários à extração das peças moldadas.

3 - Unidade de potência: Fornece a energia adequada aos diversos atuadores da máquina; geralmente é um sistema electro-hidráulico, onde a bomba é acionada através de um motor elétrico.

4 - Unidade de controlo: Garante a consistência e repetibilidade do funcionamento da máquina. As operações e os dispositivos necessários a assegurar a monitorização e controlo das diversas variáveis do processo estão centralizadas nesta unidade, que também permite a interface com o operador.

5 - Molde: Para além da máquina, o processo de moldagem por injeção implica a existência de um molde que define a forma do produto final. Trata-se de uma ferramenta constituída por, pelo menos, duas partes que são mantidas fechadas durante os períodos de injeção e subsequente arrefecimento, abrindo posteriormente na altura de extrair a peça moldada.

Controlar estas variáveis constitui um dos passos fundamentais no sentido de garantir a produção de peças de qualidade.

Existem três tipos de parâmetros de injeção: os operatórios, do processo e do material.

Os parâmetros operatórios são aqueles que podem ser alterados no decorrer da fase de testes ao molde, com o objetivo de encontrar a solução ideal para fabricar peças de boa qualidade.

Os parâmetros do processo são escolhidos durante a fase de projeto do molde e por isso raramente são alterados depois de este ser construído; no caso de necessitarem

de alterações, o molde tem que voltar para a fase de produção para sofrer modificações estruturais.

Os parâmetros do material são escolhidos em função da peça e do material que o cliente exige.

Como já foi referido, os parâmetros operatórios são controlados pelo operador e consequentemente, são as variáveis mais responsáveis pela ocorrência de defeitos. Por esta razão, descrevem-se de seguida em pormenor todos esses parâmetros.

Os parâmetros de injeção podem agrupar-se nas seguintes categorias:

- Pressões;
- Velocidades;
- Temperaturas;
- Quantidade de material;
- Tempos.

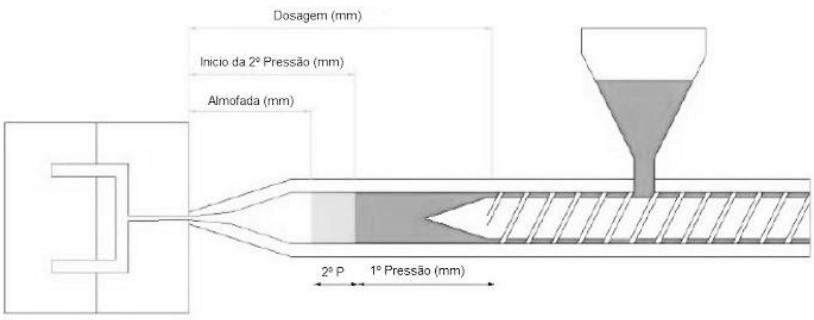


Figura 43 - Visualização da dosagem, almofada e 1º e 2º Pressão. [12]

Dentro destes parâmetros, distinguem-se:

Pressão de injeção ou 1ª pressão: Pressão necessária para encher completamente todas as cavidades do molde. A pressão de injeção é responsável por empurrar o material plástico fundido para o interior da cavidade do molde durante as fases de enchimento e compactação.

2ª Pressão ou pressão de compactação: É a pressão que começa a atuar quando a peça já se encontra completa. Tem por função manter o material compactado até que os canais solidifiquem, minimizando, assim, a ocorrência de contrações.

Contrapressão: Pressão que se opõe ao retorno do fuso durante a dosagem do material. Tem por função consolidar a massa fundida, expulsando o ar.

Pressão de fecho: É a pressão que mantém o molde fechado, e tem que ser superior à pressão exercida pelo material, evitando assim que o molde se abra.

Velocidade de injeção: Pode ser traduzida como a relação entre a quantidade de material fundido e o tempo que este demora a encher a cavidade, ou seja, quanto maior a velocidade menor o tempo de enchimento. O tempo de enchimento está relacionado com a taxa de injeção, a qual deve ser suficientemente elevada para evitar o arrefecimento e solidificação do material durante a fase de enchimento. No entanto, é necessário que ter em conta a sensibilidade do material injetado para não prejudicar os requisitos de qualidade da peça o que pode limitar a taxa de injeção. Contudo, interessa que o tempo de enchimento seja tanto menor quanto possível visto que a sua duração tem influência direta no tempo de ciclo do processo.
O enchimento é uma fase crítica durante o processo de moldagem por injeção devendo por isso ser controlado convenientemente. Geralmente o tempo de injeção resulta da definição de um perfil de velocidades do fuso, o qual vai originar diferentes níveis de pressão durante a injeção.

Velocidade de rotação do fuso: É a velocidade responsável pela homogeneização do material. Quanto maior for a velocidade de rotação do fuso, menor será o tempo de dosagem. O valor da velocidade de rotação do fuso deve ser corretamente determinado, uma vez que está associado ao valor de velocidade ao qual o polímero deve ser submetido para que seja adequadamente plastificado sem sofrer degradação.

Temperatura do molde: Fator muito importante para controlo do tempo de ciclo e acabamentos da peça. Uma temperatura do molde baixa significa menor tempo de ciclo, pois o arrefecimento é mais rápido.

Temperatura do cilindro: É a temperatura suficiente para fundir o material e mantê-lo fundido até se iniciar a produção de nova peça, sendo assegurada através de mangas de aquecimento existentes ao longo do cilindro.

Temperatura do bico: É a temperatura a que se encontra o bico de injeção. Tem que se garantir a temperatura correta para que o material flua sem dificuldades.

Temperatura do material fundido: É a temperatura a que se encontra o material quando sai do bico da máquina injetora e entra no molde de injeção.

Dosagem: É a quantidade de material necessário para a injeção completa da peça. A dosagem ocorre durante o processo de arrefecimento.

Almofada: Quantidade de material que sobrou no fuso após a fase de pressurização.

Tempo de abertura: É o tempo que o molde leva a abrir. Deve ser bastante reduzido e, sempre que possível, a extração da peça deve ser realizada nesta fase.

Tempo de molde aberto: É o período de tempo necessário após a abertura do molde para permitir a adequada extração da peça moldada.

Tempo de fecho: É o tempo que o molde demora a fechar. Deve ser bastante reduzido, tendo o cuidado de permitir que o sistema de proteção do molde possa atuar.

Tempo de molde fechado: É o tempo que o molde permanece fechado, ou seja, é a soma dos seguintes tempos:

- Tempo de injeção: É o tempo que o material demora a preencher por completo as cavidades do molde;

- Tempo de 2ª pressão: É o tempo em que é exercida uma pressão inferior à pressão de injeção, de modo a contrariar a contração do material.
- Tempo de arrefecimento: É o tempo que vai desde o fim da pressão de injeção até que o molde abra.

Tempo de dosagem: É o tempo para que o fuso recue e derreta o material a ser injetado.

Tempo de extração: É o tempo necessário para retirar a peça do molde. Este tempo pode estar incluído no tempo de abertura do molde, diminuindo ou eliminando o tempo de molde aberto.

Por fim tem-se o Tempo de ciclo total, este é o tempo representativo da produção de uma peça, e é a soma de todos os tempos enumerados anteriormente. [14]

6.7. Utilização de sistemas valvulados sequenciais

A velocidade das inovações tecnológicas traz avanços e contribuições referentes ao desenvolvimento de novas aplicações no segmento de plásticos injetados. Uma delas, que está a consolidar-se fortemente, é o processo de injeção de material plástico utilizando sistemas valvulados sequenciais para peças mais técnicas.

A aplicação de novas tecnologias no segmento de injeção de plásticos está intimamente relacionada com a inovação dos produtos e materiais que constantemente são desenvolvidos nas indústrias de transformação. Este capítulo descreve uma destas tecnologias, mais precisamente, o processo de injeção de plástico utilizando injeção sequencial.

É necessário o uso de bicos de injeção valvulados nos sistemas (electroválvulas). Essa tecnologia permite o preenchimento da cavidade de forma sequencial, otimizando assim o controlo do processo, além de melhorar a qualidade do produto final e dos vestígios da injeção.

Bicos de injeção com um sistema de injeção convencional abrem e fecham devido a um balanceamento de pressão e temperatura. Alguns problemas no início da produção como a solidificação ou o verter do material plástico no ponto de injeção, podem interromper o balanceamento e comprometer os resultados esperados no produto final.

Utilizando injeção sequencial, abrindo e fechando a passagem de material plástico, eliminam-se tais problemas e garantem o controlo da injeção e a repetibilidade do processo assegurando funcionalidade constante e melhoria da qualidade do produto. A produtividade aumenta devido à redução de peças defeituosas e do tempo gasto para iniciar a produção.

A Figura 44 mostra esquematicamente as diferenças da injeção por meio convencional valvulado e sequencial. Por meio da injeção convencional as válvulas abrem ao mesmo tempo sem que o utilizador tenha controlo sobre as mesmas e o material plástico surge nos bicos de injeção apenas de uma única maneira, formando várias linhas de junção nas peças injetadas (defeitos nas peças). Por outro lado na injeção sequencial tem-se o controlo sobre as electroválvulas, tendo a capacidade de abrir e fechar sequencialmente as valvegates consoante a necessidade ou especificações de cada peça injetada. Com isso existe a possibilidade de obter uma maior flexibilidade no fluxo do material injetado, podendo desta maneira obterem-se peças de maior qualidade, através da redução ou mesmo até eliminação das linhas de junção do material, entre outras vantagens descritas no capítulo (6.8). A quantidade e diâmetro dos pontos de injeção, também conhecidos como gates, depende das necessidades de projeto e configuração do produto, sua geometria, espessuras de contorno, pressão necessária para preenchimento da cavidade, acabamento superficial, entre outros parâmetros.

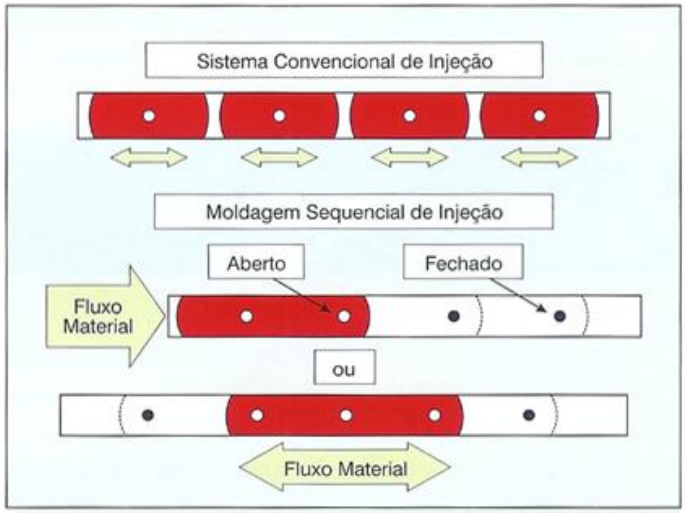


Figura 44 - Comparativo entre sistemas de injeção valvulado convencional e sequencial. [15]

Este processo apresenta diversas vantagens sobre a convencional, devendo ser avaliado caso a caso em função da relação custo/benefício.

6.8. Vantagens da injeção sequencial

- Redução do ciclo de injeção

Após o preenchimento da cavidade do molde, a peça está sujeita a uma contração no seu volume, que é compensada na fase da 2º pressão, responsável também por prevenir o retorno do plástico através do ponto de injeção. Após essa etapa, a máquina de injeção inicia a dosagem para o próximo ciclo. Assim sendo, o tempo desta fase tem grande importância no ciclo de injeção. No caso de bicos de injeção valvulados, o ponto de injeção pode ser fechado no momento de máxima pressão, permitindo, de acordo com a peça injetada, a redução do seu tempo ou ate mesmo a sua eliminação total

- Redução da força de fecho

O uso de pontos sequenciais também possibilita alternar a injeção nas cavidades do molde. Num molde de quatro cavidades por exemplo, é possível iniciar a produção em

apenas duas cavidades e posteriormente nas outras duas ou apenas uma de cada vez (sequencialmente), dependendo do tipo de peça que se estará a produzir. Como os bicos de injeção se fecham imediatamente após o enchimento das primeiras cavidades ou pontos de injeção, a força de fecho necessária para o molde também se reduz, resultando na possibilidade de uso de uma máquina com capacidade de fecho menor.

- Redução das linhas de união de fluxo

Na produção de peças com mais de um ponto de injeção, o encontro de frentes de fluxo de material na cavidade forma uma linha de emenda na peça. Este resultado, em muitos casos, indesejável, principalmente em peças que requerem acabamentos superficiais posteriores, como por exemplo, a pintura.

Como geralmente o encontro das frentes de fluxo acontece no final do enchimento da cavidade, quando a pressão de injeção e a temperatura do material já estão reduzidas, não é possível garantir uma união homogénea. Sendo assim, a peça injetada pode apresentar uma região fragilizada nestas áreas de encontros de material.

Diferentes pressões e distribuição das temperaturas podem elevar as tensões e resultar num aumento de empenamento da peça na região das linhas de união. Com a aplicação de pontos de injeção valvulados de abertura sequencial, uma peça longa pode ser preenchida de um lado para o outro ou do centro da cavidade para as extremidades.

- Controlo de fluxo

Nos sistemas de câmara quente convencionais não há controlo individual dos pontos de injeção. Caso necessitem de maior pressão ou fluxo de volume num determinado ponto, o balanceamento é feito por meio de cálculos baseados em parâmetros de processo e geometrias dos canais.

Com sistemas sequenciais, o fluxo por ponto de injeção pode ser controlado com tempos de abertura individuais, facilitando a correção do balanceamento e permitindo a injeção sobre um outro tipo de material.

- Qualidade das peças injetadas

Em geral, as marcas numa peça injetada devem ser o menos visíveis possível. Na injeção convencional, dependendo do material e volume injetado, ocorre alta fricção e tensão no ponto de injeção e a consequente degradação do material, devido à elevação da temperatura para permitir o fluxo de material.

No bico sequencial, mesmo com um grande diâmetro, o vestígio na peça é quase impercetível. A fricção e tensão reduzidas no ponto de injeção garantem peças de alta qualidade e livres de tensionamento interno, evitando o comprometimento das suas propriedades.

- Acionamento e controlo

O acionamento dos bicos de injeção pode ser feito por dois métodos neste tipo de processo: acionamento hidráulico ou pneumático, dependendo de algumas condições como peso da moldagem final, aplicação do produto, e requisitos da máquina injetora. Por exemplo, neste caso, na indústria automóvel o sistema hidráulico é o mais comum.

O controlo do acionamento, independente de qual seja é feito por meio de controladores de válvulas, os quais permitirão abertura e fecho pré-determinados para o processo de preenchimento de material dentro da cavidade do molde, que poderá ser controlado por tempo ou por curso. [15]

Pode-se então dizer que as vantagens da utilização do processo de injeção sequencial de material plástico melhora a produtividade e conseguem-se obter peças de melhor qualidade, reduzindo ou até mesmo eliminando os defeitos originados pelo processo de injeção convencional e tudo isto num menor tempo de ciclo de injeção.

7. Controlador de Injeção Sequencial

O Controlador de Injeção Sequencial foi desenvolvido para comandar válvulas de moldes de injeção de peças plásticas. Através do acionamento programado pelo utilizador, as válvulas são abertas e fechadas na sequência e tempos corretos, tendo o controlo individual de abertura e fecho dos bicos de injeção, controlando assim o fluxo de material (polímero) durante o ciclo de injeção.

O controlador foi construído num quadro elétrico com dimensões de 400 x 300 x 200, usando uma Consola/Autómato Pro-face. Usa uma precisão: 0,1s clock de 100ms com entradas de sinal: 24V DC e tensão de alimentação de 230V AC. Possui uma fonte monofásica interna comutada 230V AC / 24V DC com proteção contra curto-circuito e sobrecarga. Funciona com dois modos de operação, Automático e Manual. O modo manual é utilizado para testes ou inicialização, enquanto que o funcionamento normal do controlador é em modo automático.

7.1.Diagrama de Blocos do Sistema

No diagrama de blocos apresentado na Figura 45, apresenta-se de uma forma básica o funcionamento do controlador. Através da apresentação esquemática das interligações principais que ocorrem para o funcionamento do mesmo.

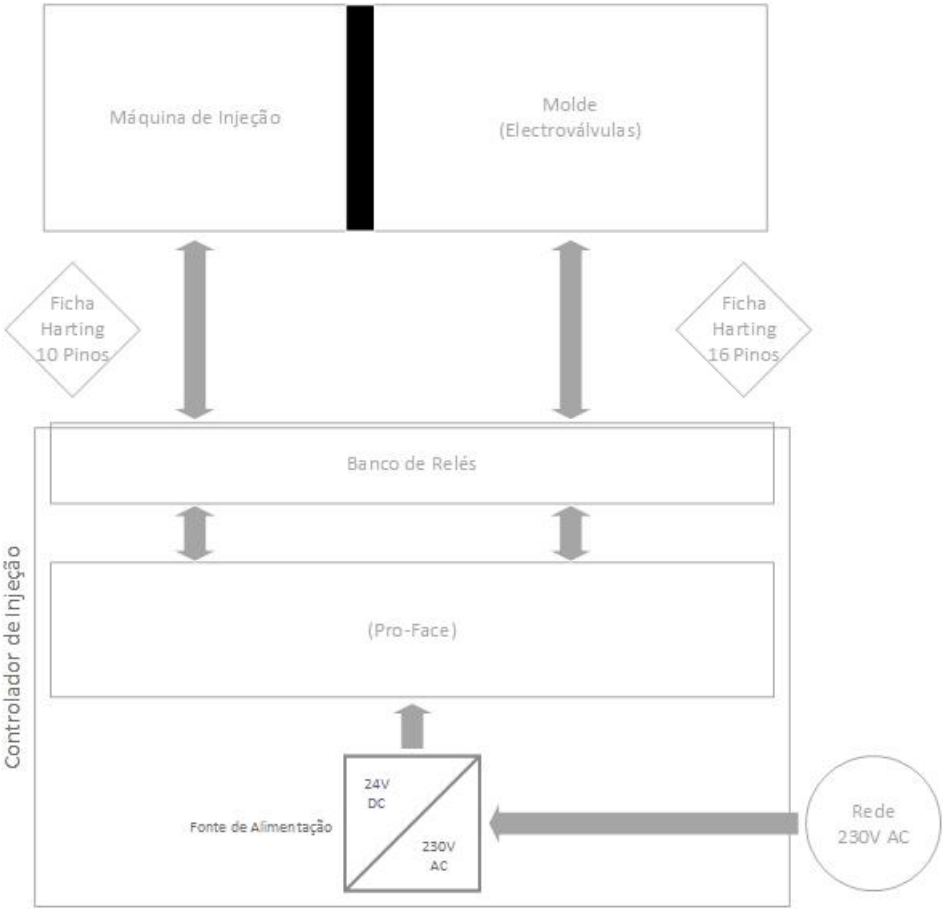


Figura 45 - Diagrama de blocos do sistema do controlador.

A fonte de alimentação monofásica presente no controlador é alimentada pela rede (230V AC), à saída da fonte temos 24V contínuos que serão usados para alimentar a Pro-face e o banco de relés.

Através de duas fichas Harting realizam-se as ligações entre o controlador e a máquina de injeção e respetivo molde. A Ficha Harting de 10 pinos liga à máquina de injeção e a ficha Harting de 16 pinos liga ao molde. Os condutores destas duas fichas Harting ligam-se ao controlador através do banco de relés que fazem a transição de ligação para a Pro-face.

Demonstram-se no diagrama da Figura 46, os sinais transmitidos/recebidos a partir das fichas Harting.

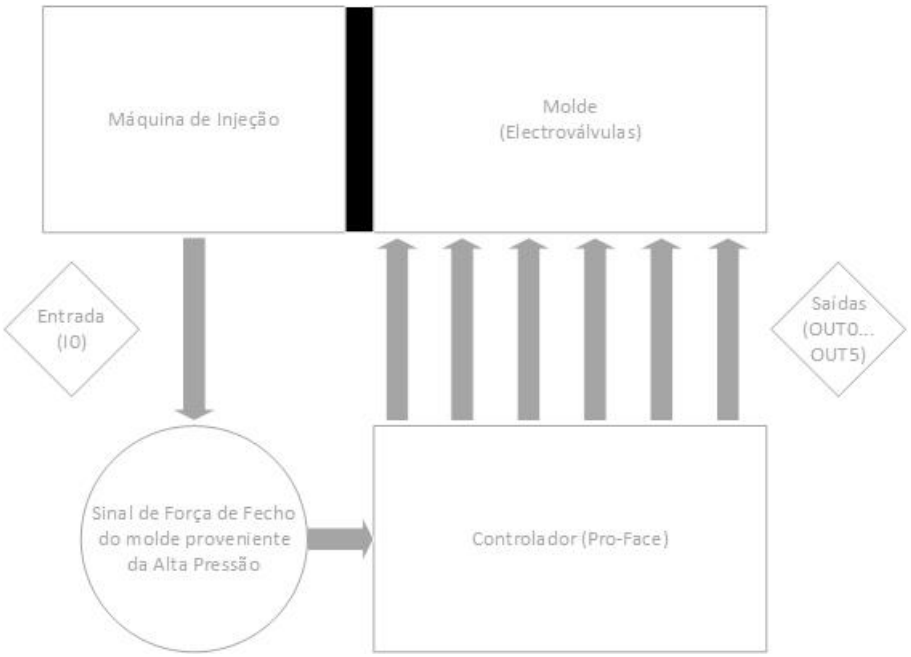


Figura 46 - Diagrama de blocos do controlador com os principais sinais transmitidos nas fichas Harting.

O controlador recebe um sinal de 24V DC da máquina de injeção, que corresponde ao sinal da força de fecho do molde proveniente da alta pressão que ocorre nessa ação. Do controlador para o molde existem 6 saídas (sendo possível no futuro se necessário aumentar o número de saídas) responsáveis pelo controlo da abertura e fecho das valvegates das electroválvulas presentes no molde (controlo dos bicos de injeção).

7.1.1. Molde Com Electroválvulas

Nem todos os moldes têm a possibilidade de ter injeção sequencial e nem todos necessitam de ter esta possibilidade como foi dito anteriormente, da comparação entre a injeção convencional e injeção valvulada sequencial (*6.7*). Na Figura 47, apresenta-se um exemplo de um molde que foi usado para realizar este tipo de injeção com o controlador apresentado. É possível observar as electroválvulas na lateral do molde. Neste caso especifico o molde apresenta apenas 4 electroválvulas, logo só se utilizaram 4 bicos de injeção (necessário atuar apenas 4 valvegates, das 6 saídas apenas 4 são usadas neste caso em particular).

Figura 47 - Parte lateral de um molde com electroválvulas.

7.2.Esquema elétrico do Controlador

No esquema elétrico do controlador (Figura 48) identificam-se todas as ligações efetuadas no quadro do controlador, com os respetivos componentes, identificando os condutores com a respetiva numeração.

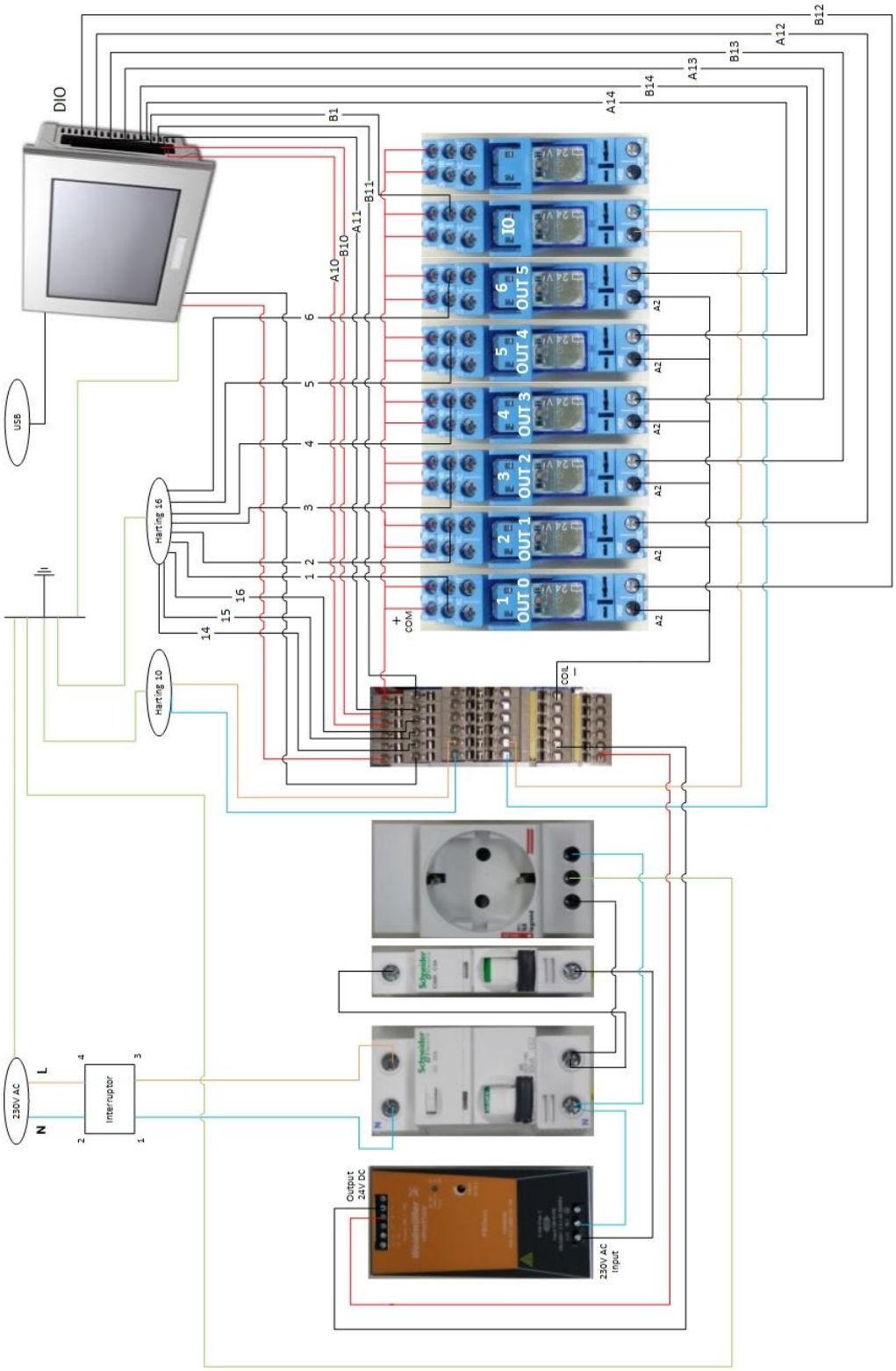


Figura 48 - Esquema elétrico do controlador de injeção.

7.3.Programação do Controlador

7.3.1. Linguagem Ladder

O nome *Ladder* deve-se à representação da linguagem se parecer com uma escada (*ladder*).
Mesmo tendo sido a primeira linguagem destinada especificamente à programação de PLCs, a linguagem *Ladder* mantém-se ainda como a mais utilizada, estando presente praticamente em todos os PLCs disponíveis no mercado.
Um programa escrito em *Ladder* é constituído por um conjunto de sequências (*rungs*) que são executados sequencialmente pelo autómato. Uma sequência é composta por um conjunto de elementos gráficos limitados à esquerda e à direita por linhas de energia (*power rails*).

Os elementos gráficos representam:
I/O do autómato (interruptores, sensores, indicadores, relés, etc.).
Blocos funcionais (temporizadores, contadores, etc.).
Operações aritméticas e lógicas.
Variáveis internas do autómato.

Cada elemento (contato ou bobina, por exemplo) da lógica de controlo representa uma instrução da linguagem *Ladder* sendo alocada num endereço específico e consumindo uma quantidade determinada de memória (*word*), disponível para armazenamento do programa de aplicação, conforme a CPU utilizada. Um mesmo símbolo gráfico da linguagem *Ladder* (contato normalmente aberto, por exemplo) pode representar instruções diferentes, dependendo da localização na lógica de controlo.

Este controlador tem por base esta linguagem de programação, em que foi usado para ser escrito o programa GP-Pro Ex.

7.3.2. Interface Gráfica

As Figuras 49-52 representam a interface gráfica do controlador.

No ecrã da Figura 49, apresenta-se o menu principal correspondente ao modo automático onde estão descritas as funções switch/lamp com funcionalidades de bit switch, bit invert, change screen e data display de 16 bit decimal. Atrás de "Bico 1" e restantes, encontra-se uma identificação visual luminosa para cada atuador, com o bit de cada saída do conetor DIO, associada a cada bico de injeção (Q0-out0 até Q5-out5) na altura que são ativados. Os valores dos tempos de abertura e fecho podem ser alterados neste ecrã mas não ficam gravados para uma posterior utilização. Para gravar terão de ser editados no ecrã editar setup.

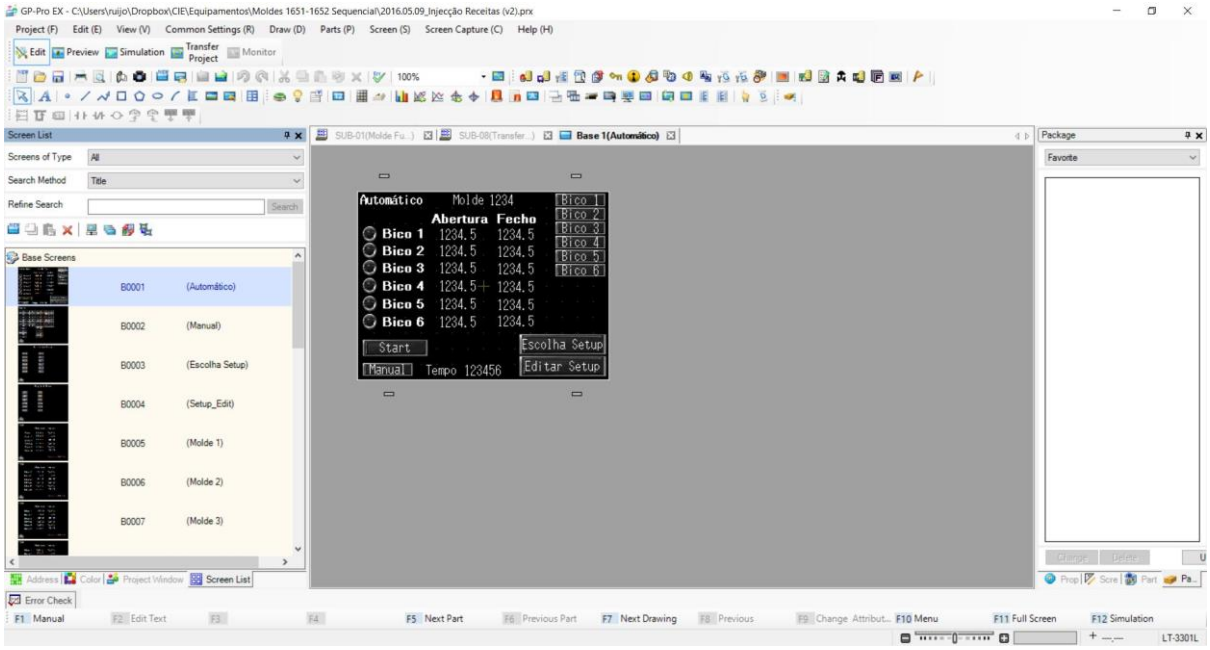


Figura 49 - Base screens automático.

Este ecrã da Figura 50 apresenta o modo de controlo manual. Com este ecrã, o utilizador pode ter acesso ao controlo manual de cada entrada ou saídas disponíveis/ativas. É apresentado um bit switch através de bit invert para os botões apresentados das saídas e um change screen para o ecrã de automático no canto inferior esquerdo.

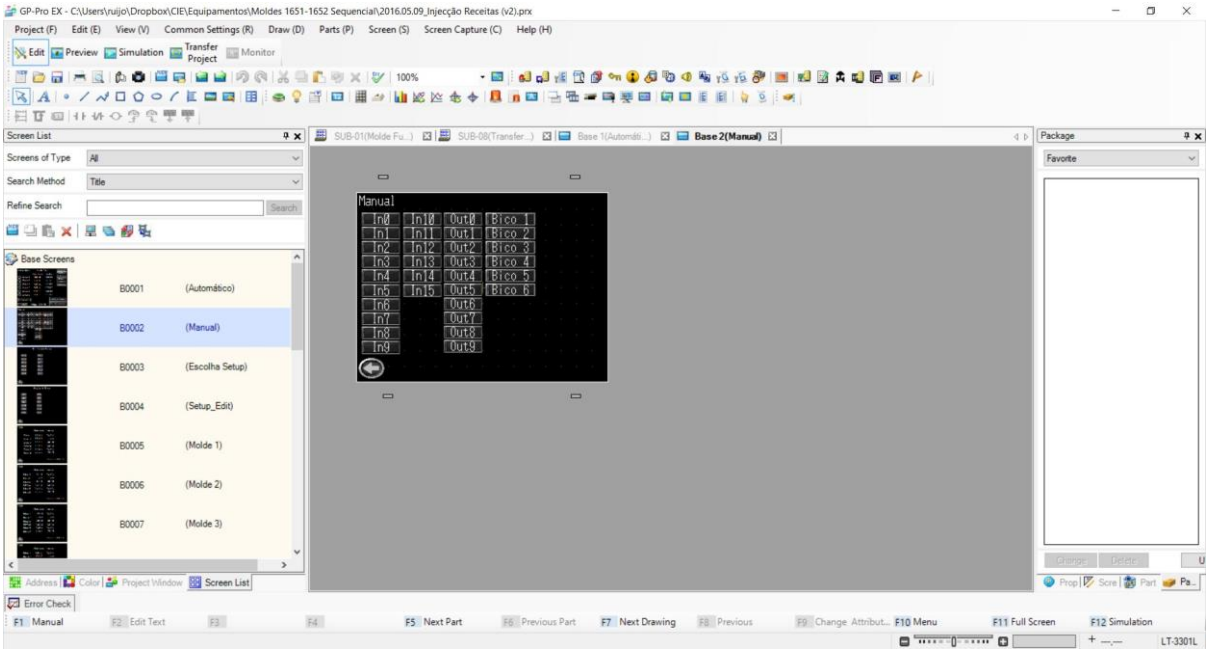


Figura 50 - Base screens manual.

A Figura 51 apresenta o ecrã onde é possível escolher um setup que já foi editado e gravado por algum utilizador. É possível ter doze setup's diferentes gravados, que representa a possibilidade de ter doze moldes diferentes, com parâmetros de injeção distintos. É possível também realizar um change screen para o ecrã de automático, clicando na seta no canto inferior esquerdo.

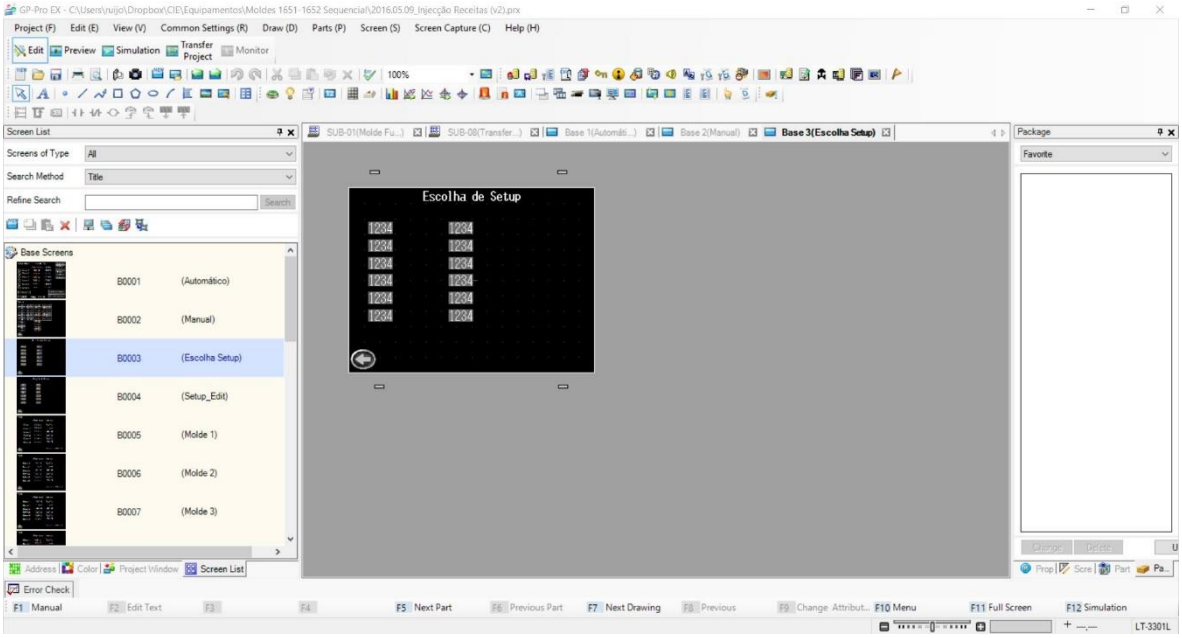


Figura 51 - Base screens escolha setup.

A Figura 52 apresenta a possibilidade de edição de setup. A partir do ecrã automático (ecrã principal) clicando no botão Editar Setup tem-se o ecrã de edição de setup, podendo assim selecionar um dos doze setup disponíveis. Ao ser escolhido uma das doze opções somos direcionados para outro ecrã onde é possível realizar nesse setup escolhido a alteração do número de molde apresentado, os valores dos tempos de abertura e fecho dos bicos de injeção. É neste ecrã que é possível ficarem gravados os dados inseridos no setup devido ao uso de variáveis retentivas, clicando no canto inferior direito (Seleciona Molde) faz com que seja esse setup a ser utilizado no ecrã automático até nova alteração (sendo efetuado um “Move” desses valores para as variáveis do ecrã principal).

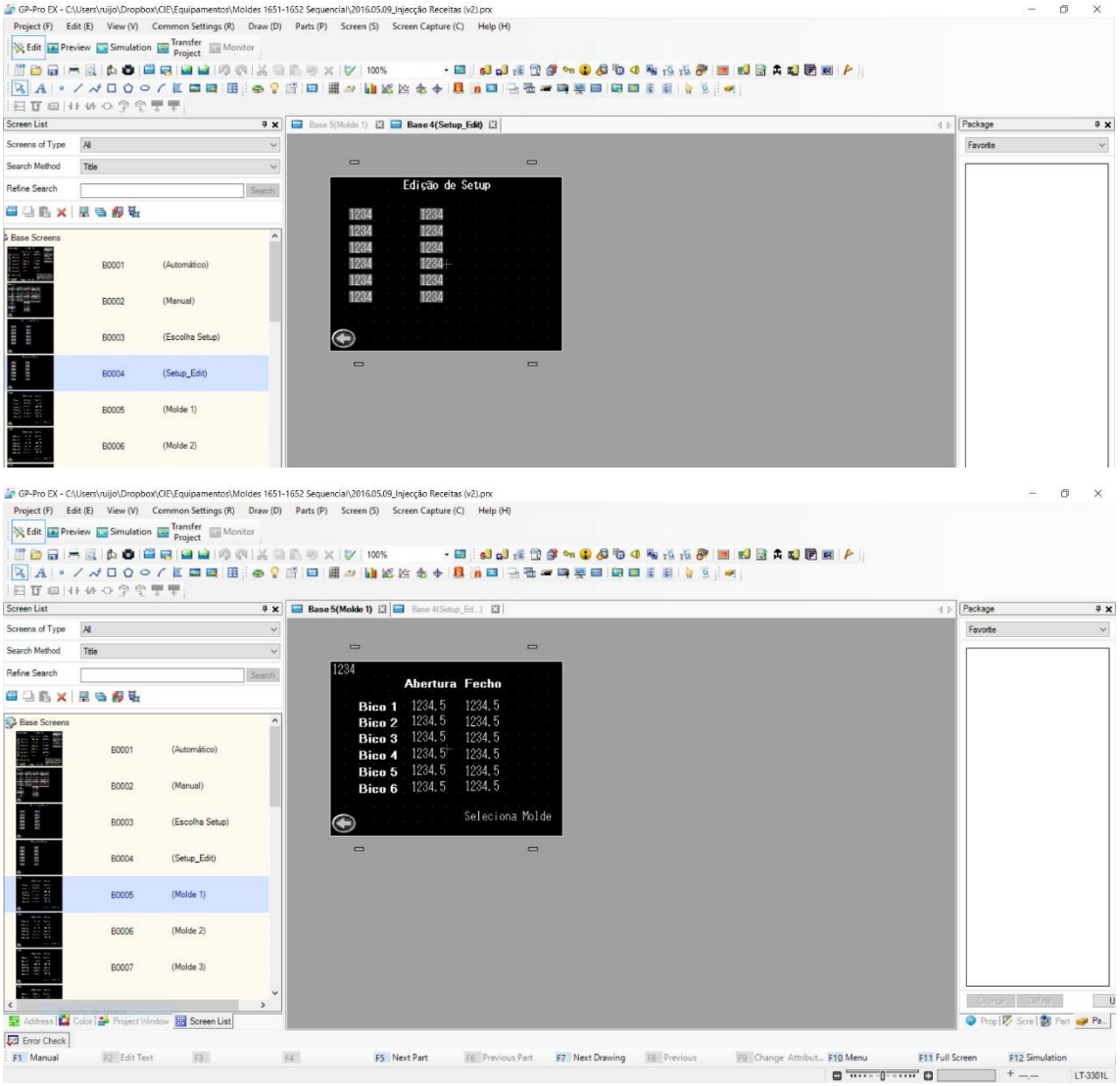


Figura 52 - Base screens editar setup, edição de molde.

7.3.3. Programação do controlador

O programa escrito em código Ladder descreve-se no Fluxograma da Figura 53.

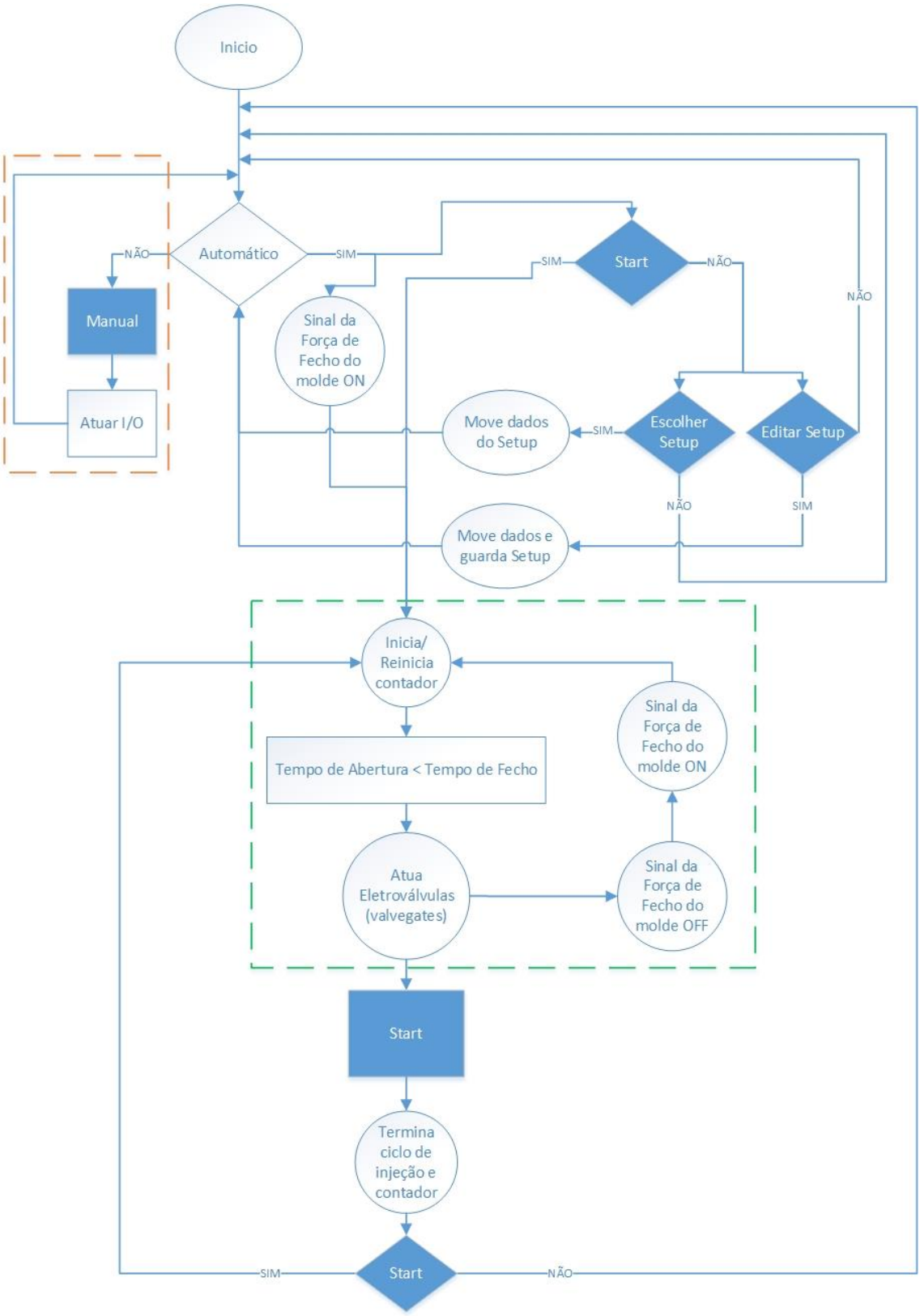


Figura 53 - Fluxograma do programa Ladder do controlador de injeção.

Observando o esquema do algoritmo utilizado, os blocos indicados com cor azul, são botões presentes no ecrã da Proface, para facilitar a compreensão da funcionalidade descrita. O ecrã inicial (o ecrã que surge ao ligar o controlador de injeção) é o ecrã definido como automático. Neste ecrã é possível ter acesso a todas as opções disponíveis do programa do controlador. Através de acessos por botões presentes no ecrã, tem-se acesso ao menu Manual, Escolher Setup, Editar Setup e Iniciar/parar ciclo de injeção automático através do botão Start.

No fluxograma dentro do bloco tracejado laranja, que inclui o bloco Manual, são as ações que são possíveis realizar nesse modo, tudo o resto diz respeito ao modo automático.

Dentro do segundo bloco tracejado a verde, é indicado o ciclo de injeção. Um ciclo representa uma peça fabricada, formada no molde na máquina de injeção.

As electroválvulas presentes no molde são atuadas automaticamente (através de timers) com os tempos inseridos pelo utilizador nos tempos de abertura e fecho dos bicos de injeção. As saídas neste modo apenas são atuadas se o tempo inserido na abertura for inferior ao tempo de fecho. Isto é, ter Tempo de abertura (5s) e Tempo de Fecho (10s) por exemplo (o que significa neste caso que a valvegate está aberta durante 5 segundos). O controlador ao receber o sinal de alta pressão na altura de fecho do molde (funcionando como trigger) inicia o ciclo e o contador ao chegar à contagem de 5s o bico de injeção abre e aos 10s volta a fechar, atuando assim a saída correspondente a esse bico de injeção onde estão inseridos os tempos.

O botão “Start” pode servir para parar o ciclo de injeção ou reiniciar o ciclo consoante a altura em que é acionado.

Apenas para as fases de teste e construção do código foi necessário criar um código na parte "INIT" (Figura 54). Ao transferir software novo (software atualizado ou com alterações efetuadas no código e/ou representação gráfica) para o autómato, a consola faz reset. Para ser a primeira coisa a correr ao ser iniciada a consola, dando valores aos moldes apenas para identificação, criaram-se instruções first-cycle em INIT (Inicialization), que dão valores (para identificação) aos setups dos moldes. O primeiro setup identificado como 1111, o segundo como 2222 e assim sucessivamente.

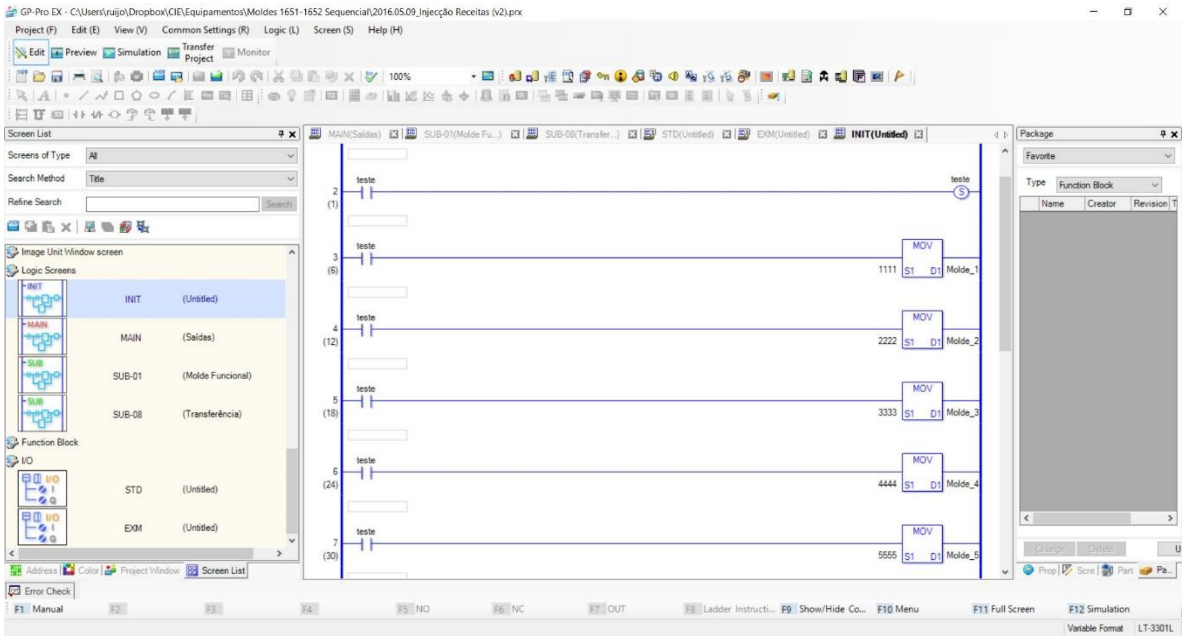


Figura 54 - Logic screen init.

Como se pode verificar pela Figura 55, usou-se um clock de 100ms e um contador ascendente. O valor de 3000segundos no contador definido como "Preset value" justifica-se devido à possibilidade de ocorrer overflow com o uso de um valor pequeno. Não poderia ser 0 (Zero), e não poderia ser um valor pequeno coincidente com algum tempo de ciclo de injeção existente noutras máquinas de injeção, pois ao ser atingido esse valor o contador gerava um overflow e parava de contar, ficando a zero. Decidiu-se então colocar um tempo mais elevado do que qualquer ciclo de injeção que pudesse ocorrer.

Ao ser recebido o sinal de Fecho de Molde o controlador inicia automaticamente o ciclo de injeção. Ao receber novamente o sinal de fecho de molde é feito um reset ao contador e iniciada novamente a contagem do zero, clicando em start no ecrã automático é possível parar o contador e o ciclo de injeção e realizar um reset depois de pressionar novamente o start iniciando assim um novo ciclo de injeção. São ativados os Bicos de injeção (set a Bico1, Bico2..) ao existirem tempos de Abertura e Fecho dos mesmos. Para essa ativação das saídas é feita uma comparação dos valores dos tempos (T_on_x e T_fecho_Bx) com o valor do contador (Cont_molde.CV). Para que ocorra essa ativação temos de ter o valor do contador>=T_on_x e contador<=T_fecho_Bx, caso contrário o set à variável "Bico1..Bico6" não é realizado.

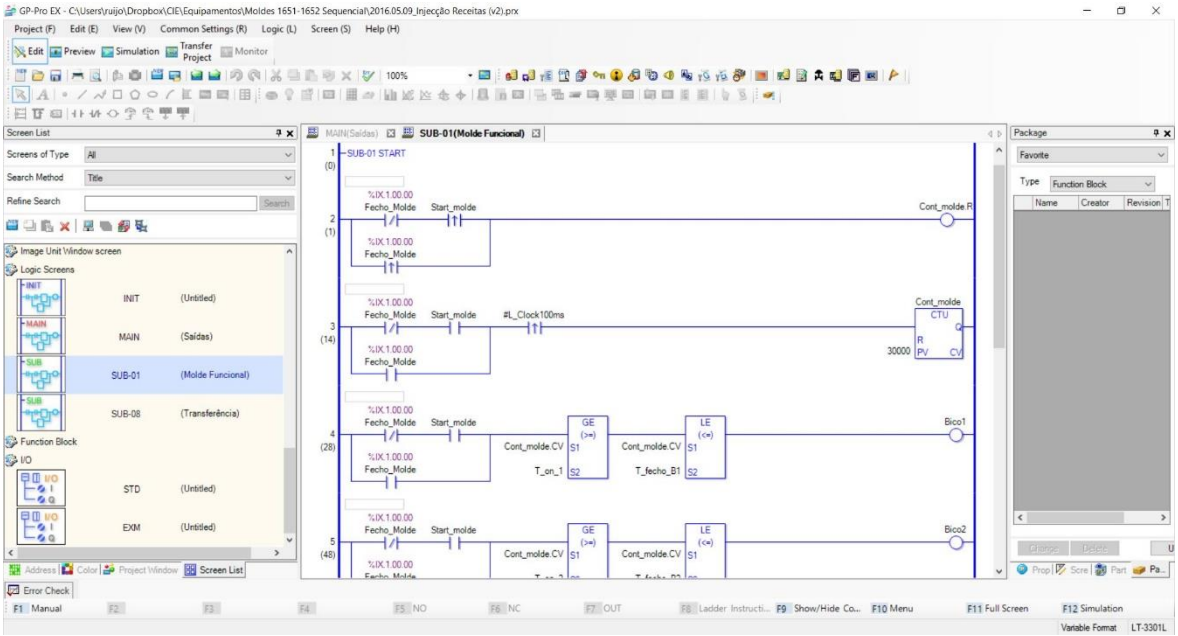


Figura 55 - Logic screen código base.

Na parte do código da Figura 56, pode-se obeservar que "T_on_x_moldex" e "T_fecho_moldexbx" são as variáveis (timers) alocadas aos ecrãs de edição correspondentes aos tempos de abertura e fecho dos bicos de injeção em cada setup. Esses valores inseridos pelo utilizador na edição, são movidos para as variáveis de tempos no ecrã automático, selecionando o setup editado.

“T_on_x” e “T_fecho_Bx” são as variáveis (timers) alocadas ao ecrã automático inicial para onde se movem os valores dos tempos de abertura e fecho quando selecionado um dado setup.

A gravação dos dados dos setup’s editados no programa é realizado através de variáveis inteiras retentivas, presentes no ecrã de edição de setup. Ao clicar no botão “Seleciona Molde” no ecrã de edição (variáveis molde1…molde12), os dados do setup são todos movidos para o ecrã principal e é realizado um screen change para esse ecrã.

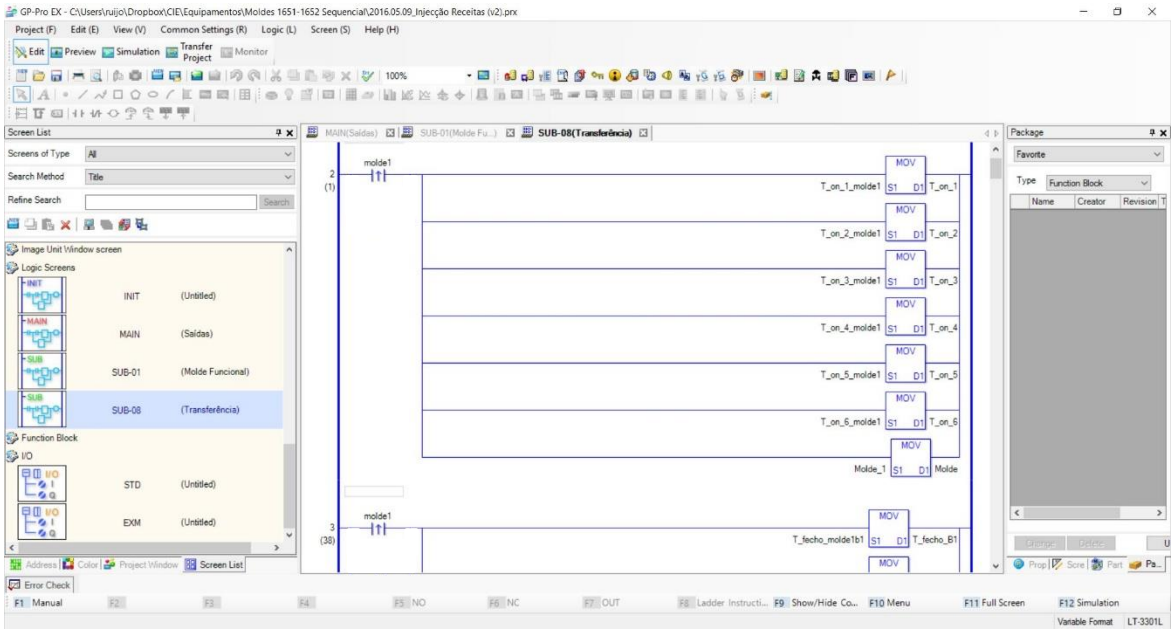


Figura 56 - Logic screen T_on/T_fecho.

Como se mostra na Figura 57, ao ser selecionado um setup de um dado molde, os restantes não são ativados, realizando-se um reset aos setup’s que não foram selecionados.

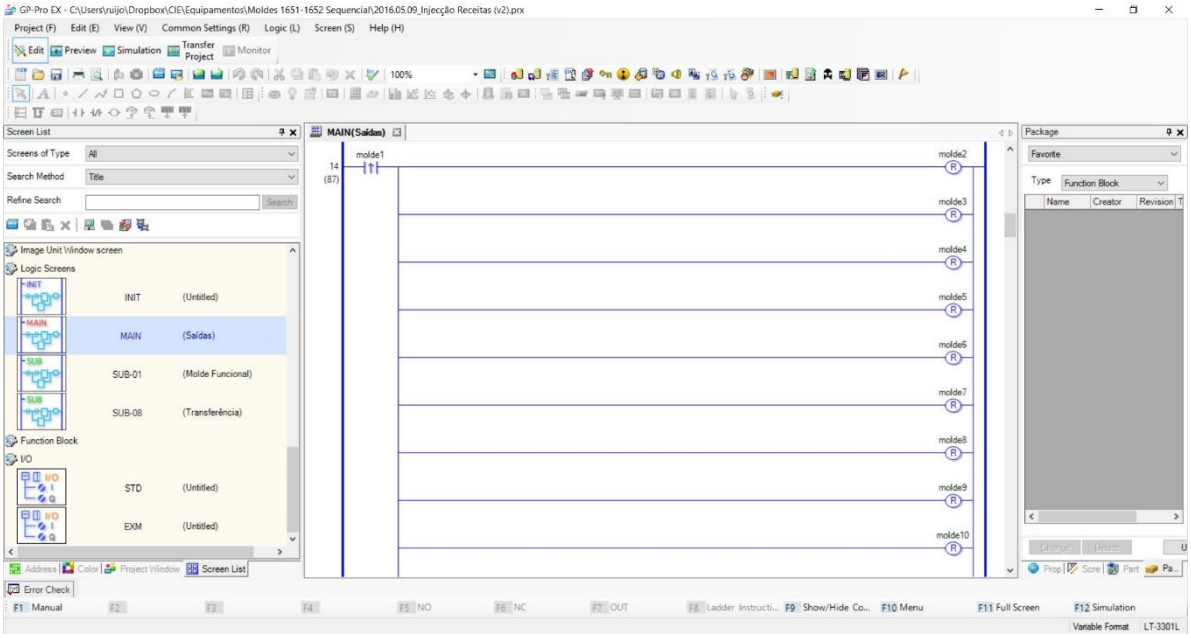


Figura 57 - Logic screen saídas, reset molde.

No que diz respeito às entradas e saídas apresentadas na Figura 58, são identificadas as respetivas entradas e saídas usadas do autómato, com o respetivo endereço.

É usada apenas uma entrada que corresponde ao fecho do molde e seis saídas, representando-se pelo seu endereço que significa:

- (%IX.1.00.00)

I- indica que é uma entrada

x- indica que é um único bit

-.--.00- indica o número da respetiva entrada

- (%QX.1.00.00)

Q- indica que é uma saída

x- indica que é um único bit

-.--.00- indica o número da respetiva saída

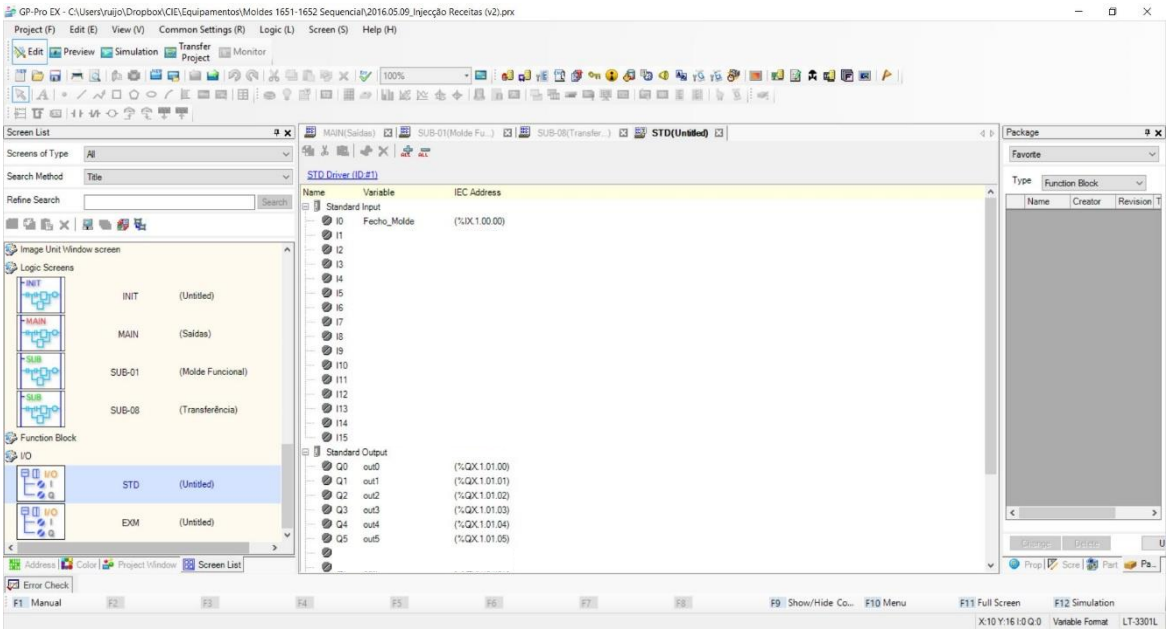


Figura 58 - I/O.

Como demonstra a Figura 59 o set às saídas é possível ser feito de duas maneiras. Manualmente ativando as variáveis “saída0…saída5” pressionando os botões identificados com nome “Bico 1” até “Bico 6” presentes no ecrã automático ou no ecrã manual.

Ou automaticamente ativando a variável “Bico1…Bico6” ao existirem valores inseridos pelo utilizador alocados às variáveis de tempos de Abertura e Fecho, no ecrã automático (através da comparação dos valores e o contador).

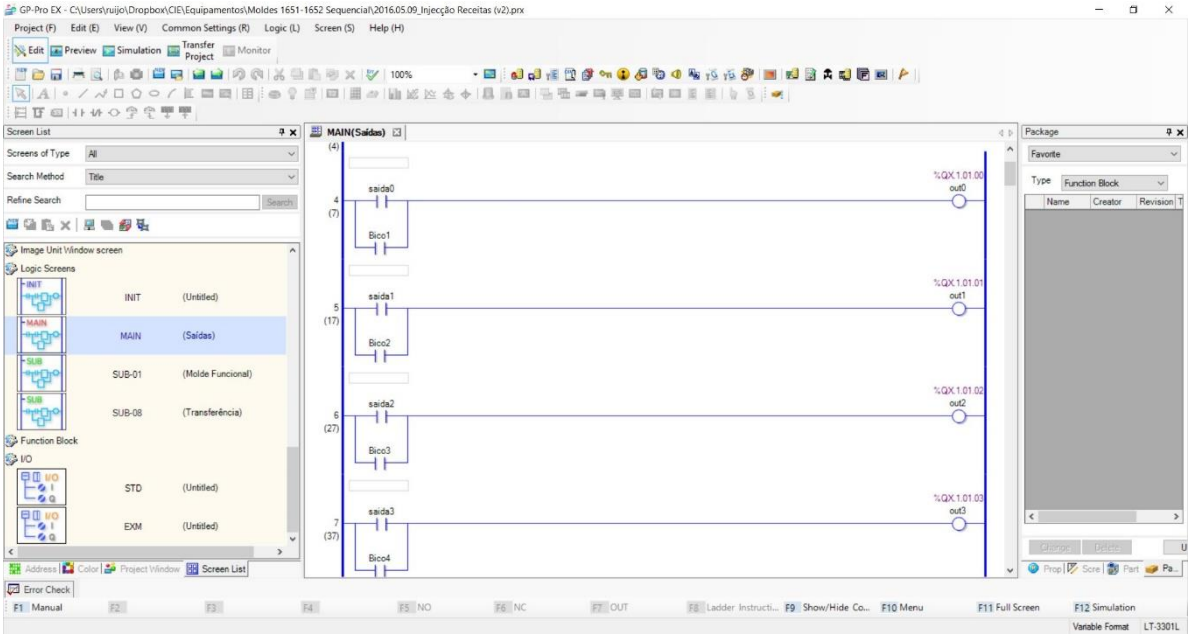


Figura 59 - Logic screen saídas.

7.4.Montagem do Controlador/Descrição

7.4.1. Material Usado

Para este Projeto foram usados os materiais que são descritos em seguida:

- Quadro elétrico metálico 400 x 300 x 200
- Calha DIN
- 8 x Relés inversor simples 24V DC 8A 250V AC (6 para saídas, 1 para entrada e 1 de reserva)
- 1 x Diferencial 25A 230V AC 100A 30mA 10kA
- 1 x Disjuntor 6A 230/400V AC
- 1 x Ficha schuko fêmea 250V AC 16A
- 1 x Fonte de alimentação Input 100-240V AC 3.5-1.5A 50/60Hz Output 24V DC 10A
- 1 x Interruptor 240V 16A
- 1 x Pro-face LT-3300
- 1 x Ficha Harting macho 10 Pinos
- 1 x Ficha Harting fêmea 16 Pinos
- 1 x Ficha schuko macho
- 1 x Conetor de entrada USB
- Fio multifilar 0.75 para ligações da parte de sinal
- Fio multifilar 1.5 para ligações da parte de potência
- Cabo de 2 condutores + terra
- Cabo de 25 condutores + terra
- Terminais de anel/olhal pré-isolados para ligações terra
- Terminais de pino tubular/ilhós para ligações de I/O, relés e alimentações
- Bucins

As Figuras 60-62 mostram algum do material utilizado para a implementação do módulo controlador.

Figura 60 - Material usado, Fonte 24V DC, ficha schuko fêmea, disjuntor, diferencial e banco de relés.

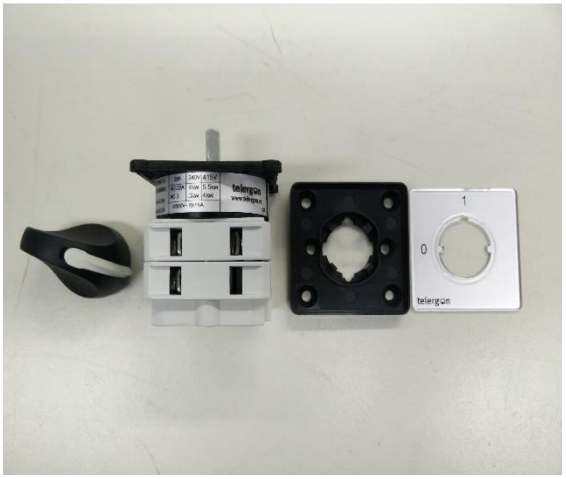


Figura 61 - Material usado, interruptor.

Figura 62 - Material usado, Consola/Autómato Pro-face.

Especificações técnicas da Consola/Autómato Pro-face (Figura 62) usada:

Tensão de entrada – 24 V DC
Tensão nominal – 19.2 e 28.8 V DC
Consumo – 27 W max.
Conexões externas – Conector de 38 Pins, (com secção de Outputs)
Pro-face de 5.7´´ ecrã (versão cores)

Portas:
Serial. USB e Ethernet.

Suporta comunicação CANopen
Resolução de ecrã: 320 x 240 pixels (QVGA), resistivo.

I/O:
32 I/O incorporadas (16 inputs, 16 outputs). Podem ser usadas para I/O especiais, como saídas de impulsos. Adicionando 3 módulos EX, podemos ter 80 pontos de ligação I/O.

I/O especiais:
Saídas de impulsos – Max. 65 kHz
Entradas de contador – Max. 100kHz contadores de alta velocidade.

Memória interna: EPROM flash 6 MB
Memória de backup: SRAM 128kb

Portas USB / Ethernet:
Vem com porta USB standard. Permite usar a memória USB para obter e transmitir informação a partir do ecrã facilmente. Possibilidade de obter através da rede, toda a informação em tempo real.

7.4.2. Processo de Construção/Descrição

As Figuras 63-64 mostram o início do processo de construção. Começou-se por adquirir um quadro elétrico metálico de dimensões 400 x 300 x 200. Fez-se uma base para colocar o quadro, que posteriormente serviria para ser deslocado para a máquina de injeção onde fosse utilizado, uma vez que pode ser usado em máquinas diferentes consoante a necessidade perante a ordem de produção no momento.

Figura 63 - Construção, quadro usado e base para deslocação.

Fez-se um corte no centro da porta do quadro elétrico, com as medidas certas da Pro-face e foram realizadas algumas ligações no interior.

Figura 64 - Construção, alterações no quadro elétrico e início de montagem.

Colocou-se um banco de relés (Figura 65 e 66), num total de 8, em que a 6 deles se ligaram as saídas da Pro-face utilizadas para cada bico de injeção (controlo das valvegates das electroválvulas presentes no molde), no penúltimo ligou-se uma entrada da Pro-face que diz respeito ao fecho de molde (ligação B1 do conetor DIO). O último relé serve apenas de reserva para futuro.

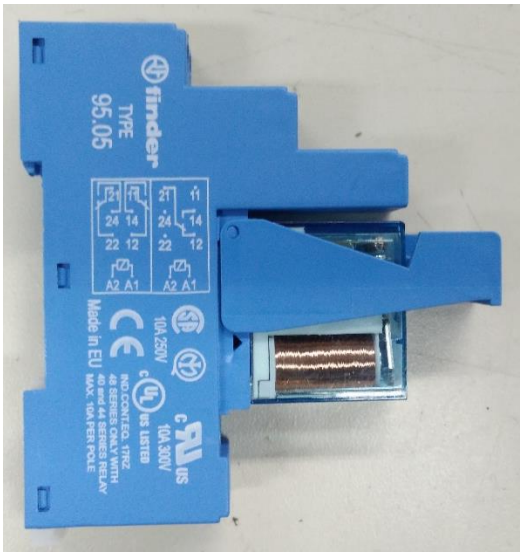


Figura 65 - Relés utilizados para o banco de relés na montagem.

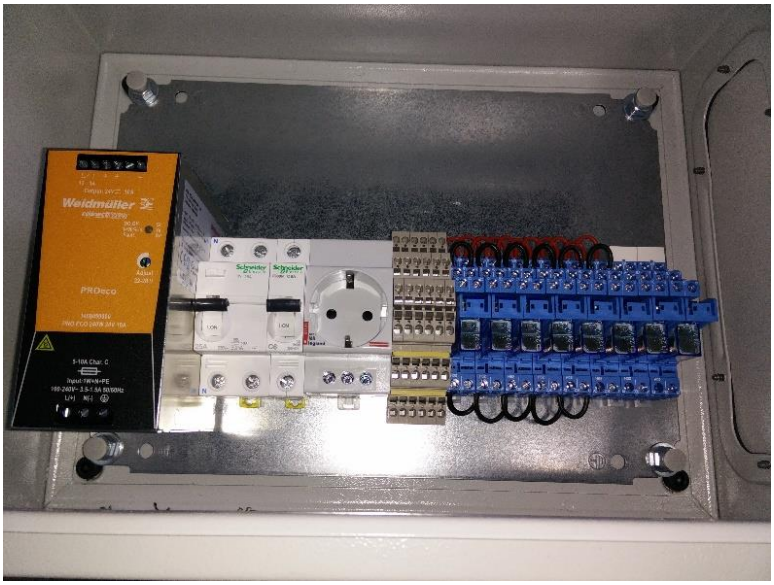


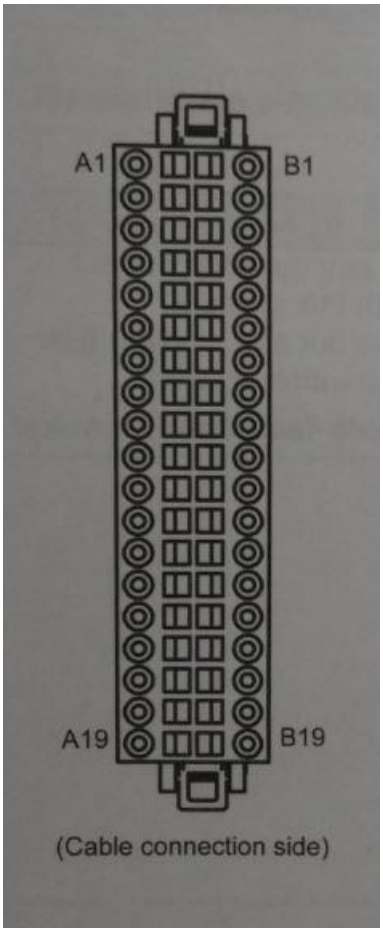
Figura 66 - Construção, primeiras ligações nos relés.

Colocaram-se os componentes no seu interior numa calha DIN (perfurada), dispostos na posição correta para a sua posterior ligação. Nos relés realizaram-se ligações nos pontos de ligação COM (comum, ligação 21 e 11 no relé) entre todos os relés usados com a finalidade de distribuir a ligação do positivo vindo da fonte DC 24V. Nos pontos de ligação NO (normalmente aberto, ligação 24 e 14 no relé) também foi realizado uma ligação separadamente em cada um dos 6 relés (responsáveis pela atuação dos bicos de injeção), com a finalidade de colocar esta ligação a funcionar em paralelo, para proteção. Devido ao pico existente no arranque (dividindo assim a corrente que passa no contacto), prolongando a vida útil da parte mecânica do relé. Estes pontos de ligação NO foram usados mais tarde para fazer a ligação dos condutores 1 a 6 vindos do cabo da ficha Harting de 16 pinos (que faz ligação ao molde). Nos pontos de ligação COIL, na bobina A2 (-) dos 6 relés realizou-se um shunt para fazer a distribuição do negativo vindo da fonte DC. No ponto de ligação A1 ligaram-se as saídas provenientes do conector DIO da Pro-face, sendo usadas as ligações B12 até A14 (OUT 0 até OUT 5 respetivamente). No relé 7 ligou-se o B1 (entrada 0) vindo do conector DIO, do fecho de molde. O último relé foi apenas para servir de reserva em caso de avaria de algum dos restantes ligados.

Em anexo (Anexo V), encontra-se um esquema com as respetivas ligações efetuadas

7.4.3. Conector DIO (Interface para I/O de equipamento externo)

Na tabela seguinte apresentam-se as diferentes entradas e saídas identificando os diferentes tipos de ligações disponíveis que podem ser usadas na Pro-face.



Pin No.	Signal Name	Pin No.	Signal Name
A1	IN 1	B1	IN 0 (CT0)
A2	IN 3	B2	IN 2 (CT1)
A3	IN 5	B3	IN 4 (CT2)
A4	IN 7	B4	IN 6 (CT3)
A5	IN 9	B5	IN 8
A6	IN 11	B6	IN 10
A7	IN 13	B7	IN 12
A8	IN 15	B8	IN 14
A9	NC	B9	COM
A10	Sink: NC	B10	Sink: +24V
	Source: +24V		Source: +24V
A11	Sink: 0V	B11	Sink: 0V
	Source: NC		Source: 0V
A12	OUT 1 (PLS1, PWM1)	B12	OUT 0 (PLS0, PWM0)
A13	OUT 3 (PLS3, PWM3)	B13	OUT 2 (PLS2, PWM2)
A14	OUT 5	B14	OUT 4
A15	OUT 7	B15	OUT 6
A16	OUT 9	B16	OUT 8
A17	OUT 11	B17	OUT 10
A18	OUT 13	B18	OUT 12
A19	OUT 15	B19	OUT 14

Tabela 5 – Conetor de interface para I/O da Pro-face, identificação das ligações.

Nota: Parêntesis (), no nome do sinal indica quando é usado uma saída de impulso (PLS*), saída de PWM (PWM*), ou entrada de impulso (CT*).

As ligações foram todas efetuadas e identificados todos os condutores com respetiva numeração, como representado na Tabela 5. Dividiu-se o lado A do lado B do conector identificando-os com cor de fio diferente, em que as ligações com fio de cor azul representam o lado A e as ligações com fio castanho o lado B, apresentado na Figura 67.

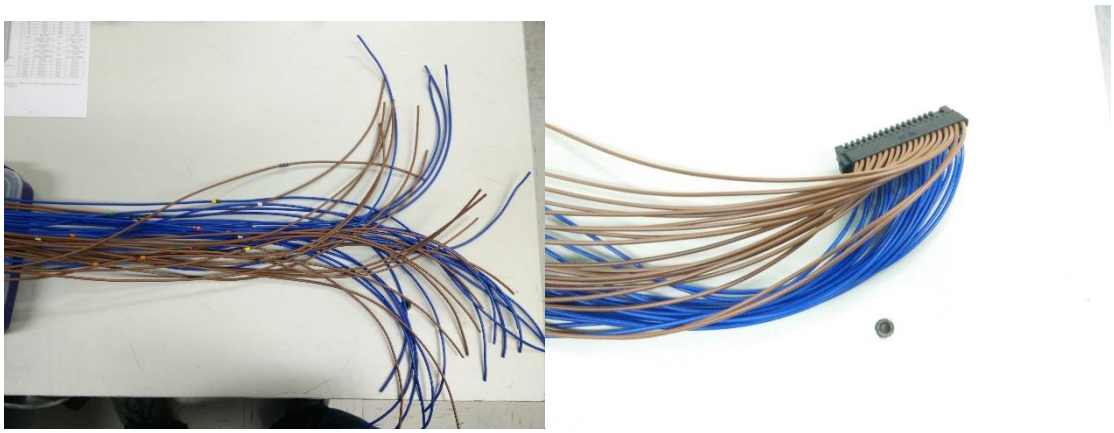


Figura 67 - Conector de interface para I/O da Pro-Face, identificação e ligação dos condutores.

Usou-se um cabo de 25 condutores para a Ficha Harting de 16 pinos. Utilizaram-se 16 deles e a ligação terra. Em todos os condutores colocaram-se terminais como demonstra a Figura 68.

Figura 68 - Ficha Harting (16 pinos) fêmea, construção do cabo e respetivas ligações à ficha.

Como mostra a Figura 69, foram construídos os cabos para ligação da alimentação aos 230V AC e o cabo para a ficha Harting de 10 pinos que faz a ligação à máquina de injeção.

Figura 69 - Construção do cabo e ligações, à esquerda o cabo de alimentação 230V AC e à direita cabo com ficha Harting (10 pinos) macho.

Na Figura 70 apresentam-se as três fichas finalizadas que se usaram para o controlador

Figura 70 - Fichas de ligação, Harting 16 e 10 pinos e ficha schuko.

7.4.4. Ficha Harting 16 Pinos (Ligação para o molde)

O PINOUT da ficha Harting apresenta-se de seguida:

Pin - (Ligações)

1- ELECTROVALVULA 1 (Saída 0)
2- ELECTROVALVULA 2 (Saída 1)
3- ELECTROVALVULA 3 (Saída 2)
4- ELECTROVALVULA 4 (Saída 3)
5- ELECTROVALVULA 5 (Saída 4)
6- ELECTROVALVULA 6 (Saída 5)
7- (LIVRE)
8- (LIVRE)
9- (LIVRE)
10- (LIVRE)
11- (LIVRE)
12- (LIVRE)
13- (LIVRE)
14- NEGATIVO
15- NEGATIVO
16- NEGATIVO
T- TERRA

Figura 71 - Ficha Harting 16 pinos.

As ligações dos condutores deste cabo nos respetivos relés correspondem a saídas, o sinal é enviado do autómato para a máquina de injeção (neste caso o molde).

A finalidade desta ligação é obter o controlo das electroválvulas hidráulicas que fazem atuar as valvegates para assim puder ter uma injeção sequencial no molde, consoante a necessidade do utilizador perante os dados/tempos que são inseridos na consola (Pro-face).

7.4.5. Ficha Harting 10 Pinos (Ligação com a máquina de injeção)

Pin - (Ligações)

1- 24V (Entrada 0) (Fecho de Molde)

2- 0V

T- TERRA

Figura 72 - Ficha Harting 10 pinos.

A ligação dos condutores deste cabo no respetivo relé corresponde a uma entrada, o sinal é enviado da máquina de injeção para o autómato. Quando ocorre o fecho de alta pressão (24V), o contacto do relé fecha e essa informação é enviada para o autómato.

Fecho de molde – corresponde à alta pressão na altura do fecho do molde.

7.4.6. Interface

A consola/autómato Pro-face é a responsável pela interface com o utilizador. Com uma utilização simples e intuitiva para todos os utilizadores na empresa contruiu-se um aspeto gráfico como demonstram as Figuras 73-78.

Nela tem-se acesso a todas as funcionalidades do programa realizado para este controlador, desde um controlo manual das electroválvulas, editar setups (podendo alterar valores dos tempos e possibilidade de guardar esse setup com o respetivo número de molde), escolher setup, visualizar os tempos de abertura e fecho dos bicos de injeção e respetivo número de molde, bem como qual ou quais os bicos de injeção que estão a atuar no momento, iniciar ciclo de injeção e cancelar ciclo.

Figura 73 - Ecrã do modo automático.

Na Figura 74 visualiza-se a ativação dos bicos de injeção 1 e 4, com a alteração visual de cor do botão para laranja.

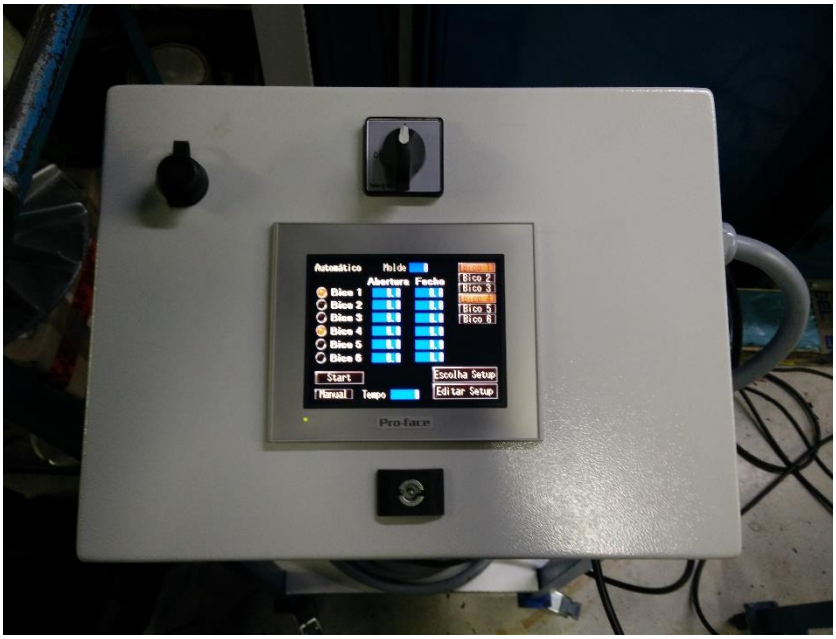


Figura 74 - Ecrã do modo automático, bico 1 e 4 ativos.

Na escolha de setup (Figura 75) em cada retângulo com o valor “0” significa que naquele local ainda não está gravado nenhum setup de injeção para um determinado molde. Quando for criado/editado algum destes espaços, irá aparecer em vez do algarismo “0” o número do molde que o utilizador colocar naquele setup.

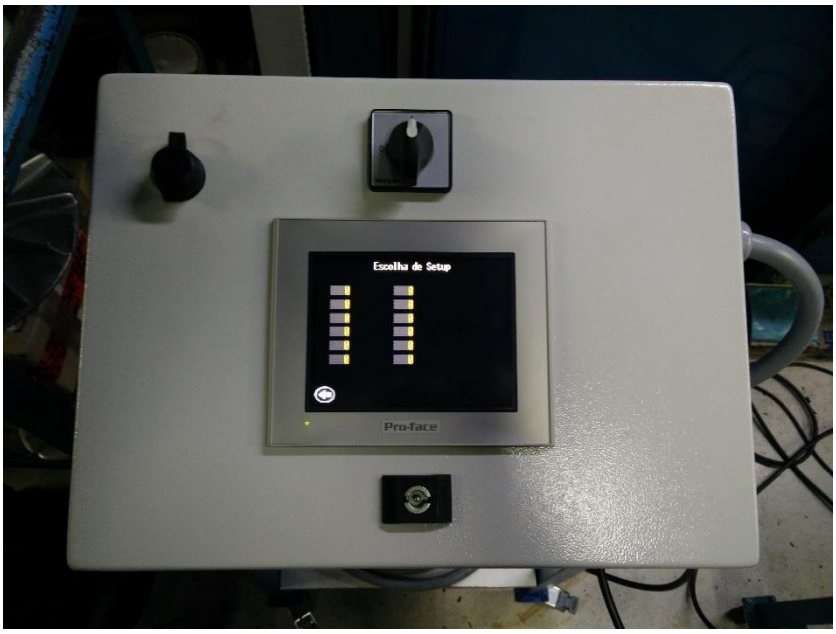


Figura 75 - Ecrã de escolha de setup.

No ecrã de edição de setup (Figura 76) temos o mesmo visual do ecrã de escolha de setup, apenas com mais uma funcionalidade em que ao clicar num dos retângulos somos direcionados para outro ecrã (Figura 77), onde se pode editar o setup que previamente se clicou. Pode-se alterar o número do molde no canto superior esquerdo. Os tempos de abertura e fecho em cada bico de injeção e ao "selecionar molde" no canto inferior direito é guardado o setup e selecionado.

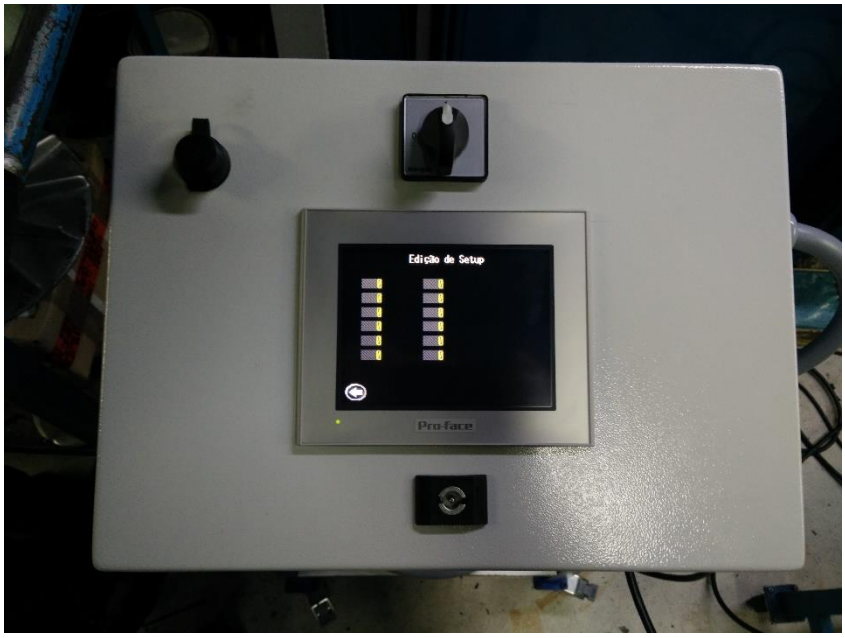


Figura 76 - Ecrã de edição de setup.

Figura 77 - Ecrã de edição de setup, parâmetros de um setup de um determinado molde.

Ecrã do modo de atuação manual de entradas e saídas (Figura 78).

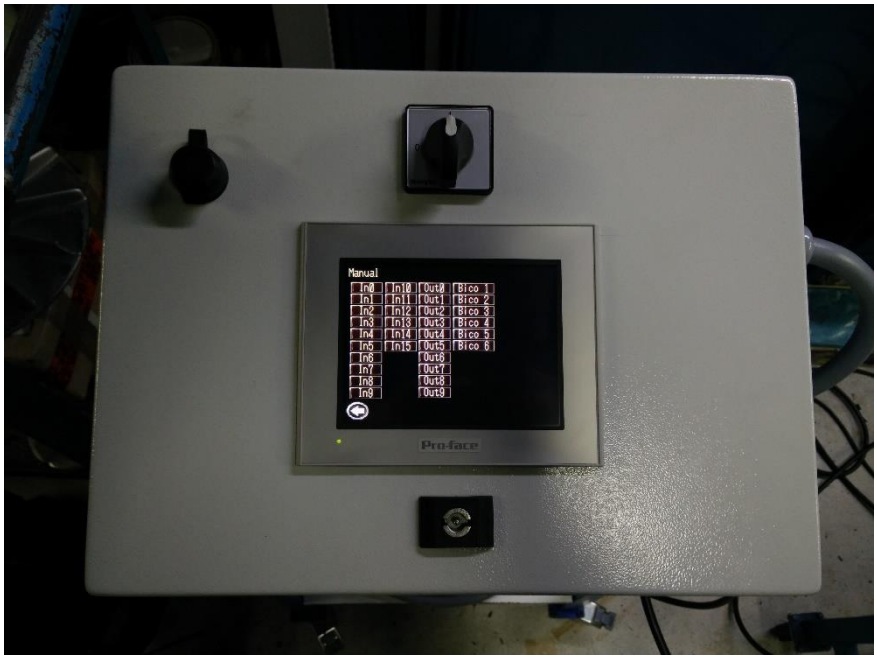


Figura 78 - Ecrã do modo manual.

7.5.Resultado Final

A Figura 79 apresenta o aspeto final do controlador com todas as ligações efetuadas:

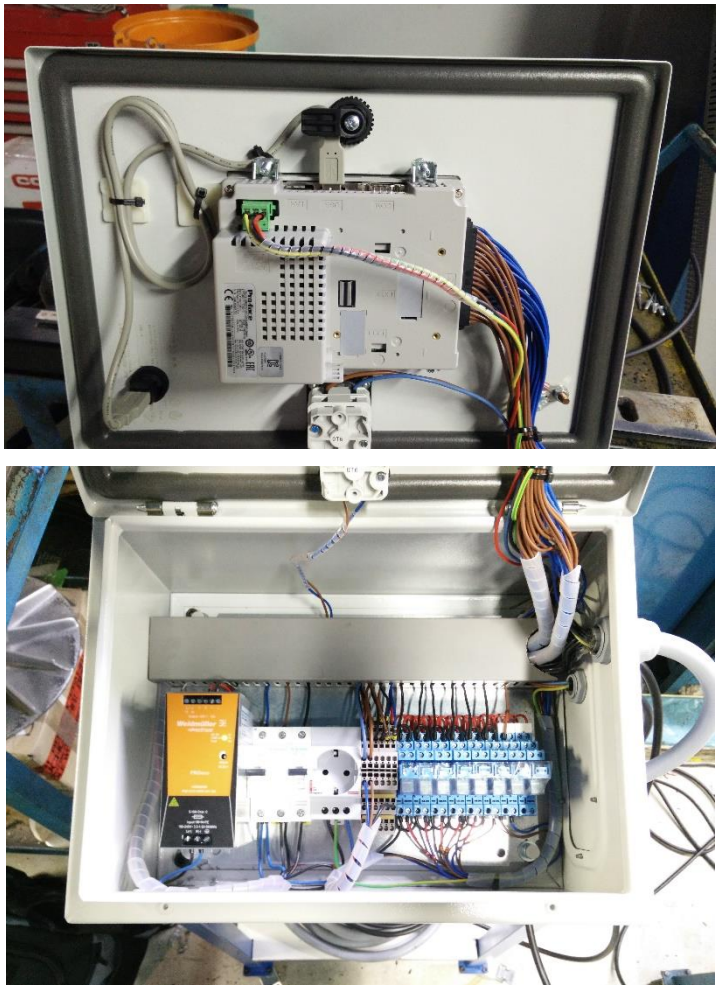


Figura 79 - Controlador de injeção finalizado, parte interior.

A ficha schuko fêmea no interior serve para fazer a ligação de algum equipamento necessário na altura de alguma intervenção, mais propriamente para facilitar a ligação da alimentação ao PC quando necessário realizar uma alteração no local de produção.

Na parte lateral do quadro do controlador fizeram-se as entradas com os bucins para os cabos de ligação (Harting 16 e 10 pinos e ficha schuko).

Figura 80 - Parte lateral do controlador.

Na parte frontal do quadro do controlador (Figura 81), tem-se a consola/autómato (Pro-face) que irá servir como interface para o utilizador.

Figura 81 - Parte frontal do controlador.

Colocou-se também uma entrada USB no canto superior esquerdo, para fazer a comunicação com a Pro-face através da ligação de um PC e ter a possibilidade de realizar alterações no programa e fazer *upload* ou *download* na consola de maneira prática e rápida se assim for necessário.

Por cima da Pro-face tem-se o interruptor que serve para fazer o corte ou a ligação da alimentação ao controlador.

8. Conclusão

O presente relatório faz a descrição do trabalho realizado e aprendizagem no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica desenvolvido na empresa CIE Plasfil no setor da Produção na área de controlo de manutenção e melhoria de processos. Com a realização deste estágio, ao longo de nove meses, foi possível obter experiência profissional e conhecimentos do mundo da indústria automóvel. O trabalho de estágio esteve alocado à parte de produção, integrado numa equipa responsável pelos equipamentos auxiliares, pela produção/montagens das peças injetadas. A equipa realiza manutenção maioritariamente corretiva, durante a produção quando era necessário algum tipo de intervenção devido a avarias. A intervenção englobou desde programação de autómatos, quadros elétricos, sensores, troca de equipamentos de montagem (de material de soldadura das peças, equipamentos de desgaste, etc.). Por vezes foi necessário realizar uma manutenção preventiva a equipamentos mais específicos e/ou com uma produção de maior volume. Todas as intervenções foram acompanhadas pelas equipas responsáveis e registadas informaticamente, como por exemplo, o tempo necessário para a resolução da avaria e o tipo de intervenção realizada nos casos onde a produção num posto de trabalho necessitou de ser interrompida.

Também foi possível integrar a equipa de manutenção de máquinas de injeção, técnicos/optimizadores de injeção e engenharia de processo, o que levou a obter conhecimentos mais alargados nas mais variadas áreas. Nestes setores foi importante o acompanhamento nas intervenções efetuadas para adquirir os conhecimentos necessários para aplicar no desenvolvimento do controlador de injeção. Através da equipa de técnicos de injeção foi muito relevante a informação sobre o funcionamento das máquinas de injeção, desde temas como hidráulica, pneumática e da mecânica das mesmas.

O trabalho de estágio incluiu o desenvolvimento de um controlador de injeção sequencial para as máquinas de injeção. Este desenvolvimento incluiu o projeto, montagem e teste em ambiente real. Do ponto de vista da empresa, este projeto mostrou-se como uma mais valia efetiva, uma vez que o sistema ficou a funcionar na linha de produção, proporcionando uma melhoria do processo de produção. Do ponto de vista pessoal, tanto

no processo de desenvolvimento de projeto, bem como de todas as outras tarefas desenvolvidas, foi possível consolidar conhecimentos adquiridos ao longo de todo o curso, e adquirir conhecimentos mais aprofundados nas áreas de eletrónica e programação com a aplicação em casos reais. Esta experiência em mundo industrial demonstrou-se muito gratificante a todos os níveis, benéficas para o desenvolvimento e crescimento pessoal e profissional.

Concluindo, a possibilidade de realização do estágio curricular em Engenharia Eletrotécnica, enquadrado num ambiente industrial do ramo automóvel, foi uma mais-valia quer a nível pessoal e profissional, devido à constante necessidade de cumprir timings e objetivos perante uma indústria exigente. Tornou-se assim o ambiente perfeito para desenvolver capacidades de organização e trabalho em equipa na presença de uma constante pressão, aplicando os conhecimentos adquiridos ao longo do curso, mas também permitindo adquirir outras competências, que certamente serão utilizadas no decorrer da carreira profissional.

9. Referências bibliográficas

[1] D. S. Sharma, "The association between ISO 9000 certification and financial performance"

[2] J. Matias, Controlo Estatístico do Processo na Fabricação, Covilhã: Universidade da Beira Interior - Departamento de Engenharia Eletromecânica.

[3] Website CIE Automotive. Disponível em:: http://www.cieautomotive.com/.

[4] Francisco Dias de Almeida Santos da Cunha, Gestão de stocks na indústria automóvel

[5] Apresentação Avanza – Melhores Práticas CIE Plasfil

[6] Manual "Qualidade na produção" - CIE Plasfil

[7] Website Profitability. Disponível em: http://www.profitability.pt/

[8] De acordo com a norma ISO 13855 - Segurança de máquinas – Posicionamento de equipamento de proteção em relação às velocidades de aproximação das partes do corpo humano.

[9] Site oficial da CEFAMOL (Associação Nacional da indústria dos moldes) – www.cefamol.pt.

[10] Dissertação Nuno Moita, Implementação do método Taguchi e análise de experiências na fase de testes de moldes para injeção de plásticos.

[11] Website disponível em: http://www.ebah.pt/content/ABAAAAc6IAE/injecao-termoplasticos.

[12] Tese Ricardo Pinto, Injeção e Caracterização do Comportamento Mecânico de Polímeros Termoplásticos Influência da Pressão de Injeção.

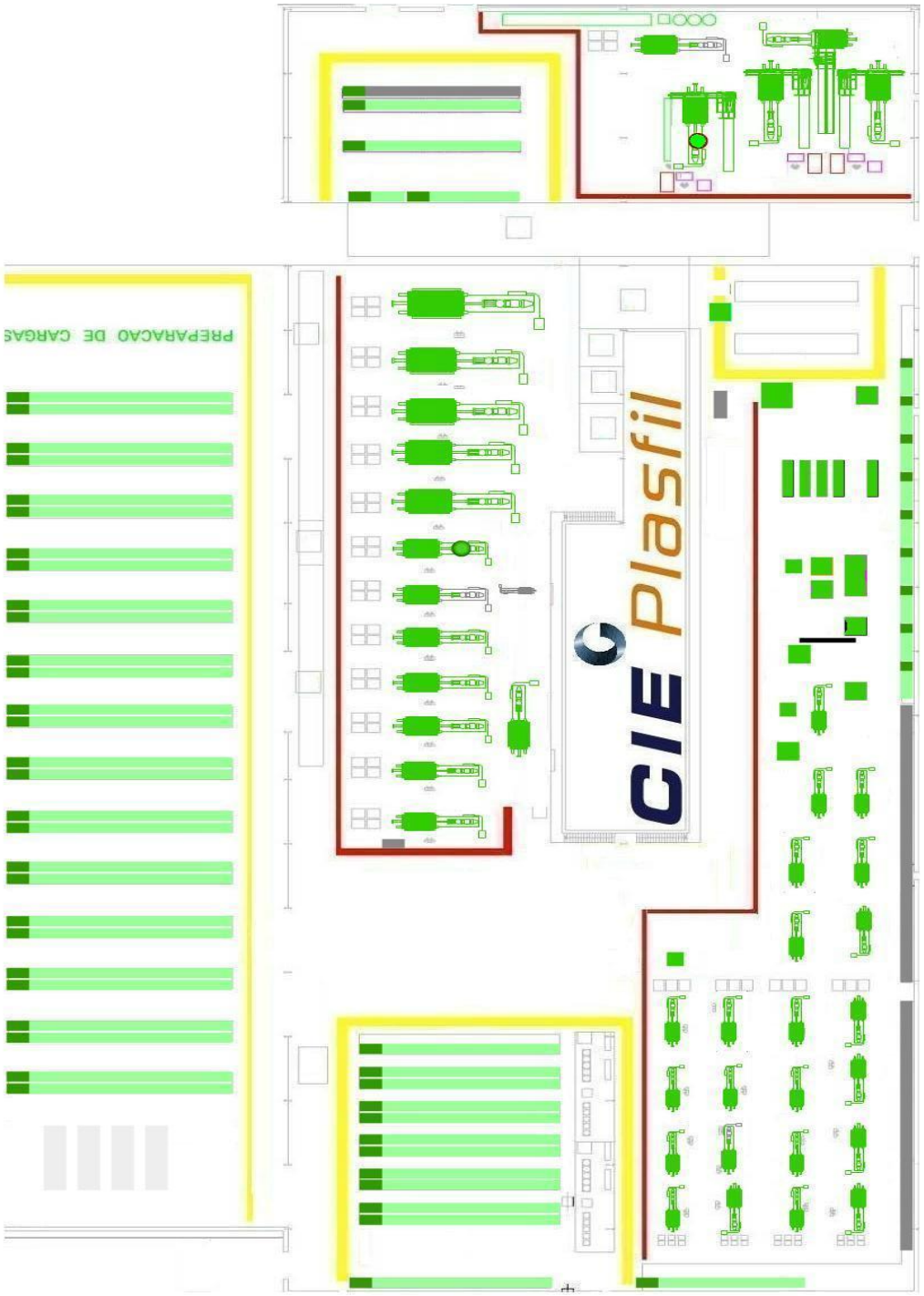
[13] Website Eficiência Energética disponível em: http://www.weg.net/eficienciaenergetica/sistemas-industriais/injetoras/.

[14] Dissertação Emanuel Botelho, Processo de injeção do polímero PEEK aplicado a Espaçadores Intervertebrais.

[15] Website Moldes Injeção Plásticos disponível em: http://www.moldesinjecaoplasticos.com.br/sistemasvalvulados.asp

10. Anexos

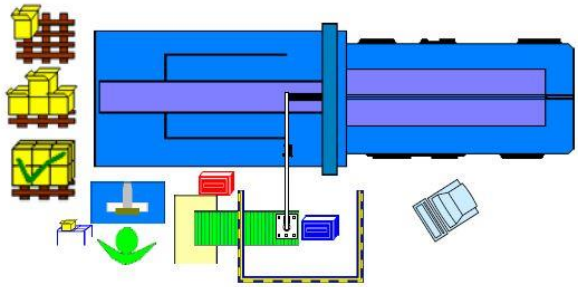
10.1. Anexo I



10.2. Anexo II

CIE Plasfil	Layout	Molde 2960

Layout do Posto de Trabalho



Operador
1 x 100%

Legenda

- Operadores
- PC (Gestor Produção)
- Máquina
- Robot
- Mesa
- Gitos / Peças Arranque
- Passadeira
- Peças Rejeitadas
- Embalagens Vazias
- Mesa Apoio
- Produto Acabado
- Equipamento
- Componente
- Proteção Robot

Equipamento Auxiliar

Ref[a]	Descrição
C520 Cortina	Aparafusadora

Elaboração	Versão
	IL2960-Mont
	Data
Produção	17/12/2015

10.3. Anexo III

CIE plastil

FREQUENCIA DE VALIDAÇÃO: INICIO PRODUÇÃO | TROCA TURNO | FIM PRODUÇÃO

PROCEDIMENTO VALIDAÇÃO POKA-YOKE

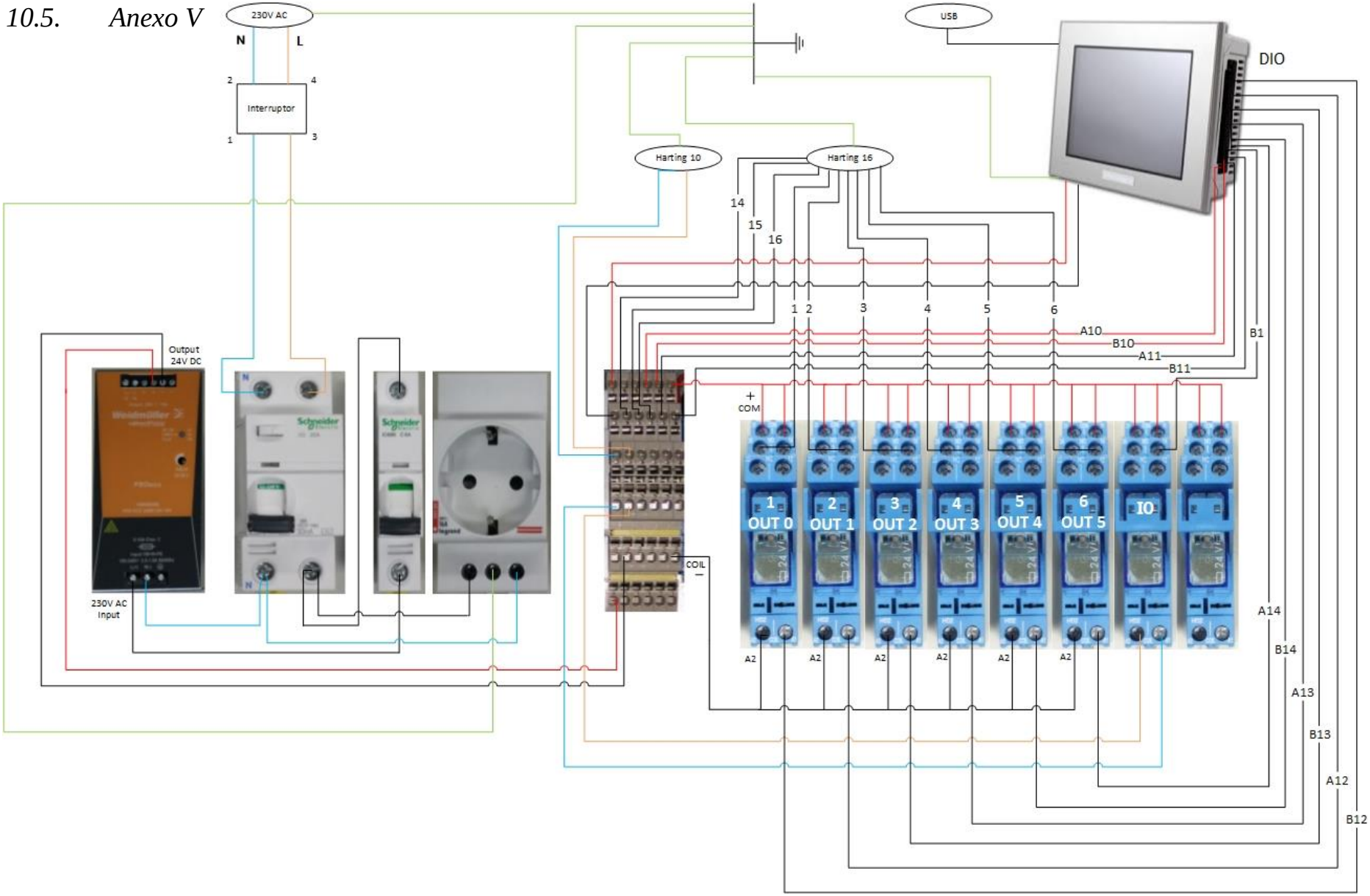
MACR12

ITEM	EQUIP.	DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE	RESP.	⏱	FOTOS	REACÇÃO OK	REACÇÃO NOK
1	MACR12	Colocar a peça no ninho esquerdo (Molde 2457) e pressionar bimanual	OP	1		O equipamento detecta a falta de uma peça e não inicia ciclo	O equipamento não detecta a falta de peça e inicia ciclo
2	MACR12	Colocar a peça no ninho direito (Molde 2458) e pressionar bimanual	OP	1		O equipamento detecta a falta de uma peça e não inicia ciclo	O equipamento não detecta a falta de peça e inicia ciclo
3	MACR12	Colocar a peça correta no ninho respetivo (2457 - Esquerda) (2458 - Direita) e pressionar bimanual	OP	1		O equipamento detecta ambos os componentes e no ecrã surge a mensagem "Pressione o bimanual" e inicia o ciclo	O equipamento Não detecta os componentes e não surge a mensagem no ecrã "Pressione o bimanual"
4	MACR12	Executa uma peça completa (com todos os componentes verificados pelo operador)	OP	1		O equipamento completa o ciclo dando OK Colocar cartão verde "POKA-YOKE OK" na máquina	Caso contrário Cartão vermelho "POKA-YOKE NOK" na máquina e chamar manutenção / optimizadores

10.4. Anexo IV


Controlador de Ultra-Som
Sinalizador Tricolor
Quadro de Comando
Botão Início de Ciclo
860
1356
Quadro Eléctrico
Jig de Trabalho Esquerdo
Jig de Trabalho Direito
Platine Pneumática
Posto Soldadura D952-GAF HIDER FOAM
Luminária LED
1519
965
1430
1240
1200
Controlador Robot
Sonotrodo
Robot
Porta de Manutenção
1180
Barreiras Fotoelétricas

10.5. Anexo V


230V AC
N
L
Interruptor
USB
DIO
Harting 10
Harting 16
14
15
16
1
2
3
4
5
6
A10
B10
A11
B11
B1
Output
24V DC
230V AC
Input
+
COM
COIL
−
1
OUT 0
2
OUT 1
3
OUT 2
4
OUT 3
5
OUT 4
6
OUT 5
IO
A2
A14
B14
A13
B13
A12
B12