



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

FEUP

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
E GESTÃO INDUSTRIAL

Projecto de Fim de Curso

Optimização do Processo de Transformação de Termoplásticos



Elaborado por:
João Tiago Machado

Engenharia Mecânica

**Tecnologia de
Moldação Por Injecção**

Supervisionado por:
Eng.º José Duarte Marafona

Orientado por:
Eng.º Fernando Braga

621(047.3)
LEM 2003
MACj

Julho de 2004



621 (047.3) / LE 11 2003 / 11AL 8

Universidade do Porto	
Faculdade de Engenharia	
Biblioteca	
Nº	88309
CDU	
Data	23/06/2007

Sumário

Este projecto está totalmente direccionado para a área produtiva e visa implementar alterações na gestão da produção, alterações em moldes de injeção e diminuir tempos de setup no processo de injeção de plásticos.

O sector de produção alvo é o sector dos plásticos, onde foram elaboradas várias ferramentas informáticas de modo a permitir planear a produção e determinar o rendimento dessa produção.

Neste projecto foi implementada a gestão por kanbans em todas as peças dos disjuntores diferenciais e iniciou-se na série de interruptores “Sintra +”.

Houve pequenas alterações feitas em moldes e parâmetros de injeção para eliminar defeitos que apareciam nas peças ao longo da produção e foram feitos projectos de produtividade para a execução de novos moldes com número superior de cavidades relativamente aos existentes.

Fez parte deste projecto diminuir tempos de setup na injeção de termoplásticos e para tal foi projectada e instalada a ligação automática das máquinas de injeção.

De um modo geral, os resultados foram bastante positivos, uma vez que ao contrário do que vinha acontecendo, nunca houve paragem da linha de montagem devido à falta de peças plásticas e no futuro existe menor probabilidade dessa paragem acontecer. Em termos financeiros os projectos de produtividade elaborados prevêm resultados bastante benéficos.

Agradecimentos

Gostaria de expressar os meus agradecimentos:

- Ao Engenheiro José Duarte Marafona da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pela sua valiosa supervisão ao longo da realização deste projecto.
- Ao Director de Produção da GE Power Controls, Engenheiro Fernando Braga pelo apoio e orientação na realização deste projecto.
- À Unidade de Gaia, Portugal, da empresa GE Power Controls, e particularmente ao responsável pela manutenção, Victor Silva pela total disponibilidade em ajudar durante todo o projecto.
- A todos os amigos pela ajuda, companheirismo e incentivo ao longo do curso de Engenharia Mecânica.

Preâmbulo

O presente trabalho foi realizado no âmbito da disciplina de Projecto de Fim de Curso.

É parte integrante deste relatório um CD-ROM que contém este documento em versão PFC_GE.doc (Microsoft Word 2002) e vários directórios com ferramentas informáticas realizadas neste projecto.

I.	Sumário	
II.	Agradecimentos	
III.	Preâmbulo	
IV.	Lista de figuras e tabelas.	
1.	Introdução.....	9
2.	Apresentação da Empresa.....	10
2.1	História da General Electric	10
2.2	GE Power Controls	10
2.2.1	História da GEPC Portugal	11
2.2.2	Equipamentos produzidos na GEPC Portugal	11
3.	Planeamento.....	13
3.1	Consumo semanal de peças	13
3.2	Kanbans	13
3.2.1	Realização dos kanbans.....	14
3.3	Taxa de ocupação das máquinas de injeção e compressão	17
3.4	Rendimento das máquinas de injeção	18
3.5	Determinação Molde – Máquinas	19
3.5.1	Seleção das máquinas para produzir peças do ELCB (série 90).....	22
3.6	Ferramenta de planeamento diário	26
4.	Alterações de Moldes	29
4.1	Alterações efectuadas em moldes	29
4.1.1	Molde AB90202	29
4.1.2	Molde B561	33
4.1.3	Molde 068031186005 (32A)	34
4.2	Alterações propostas em moldes.....	35
4.2.1	Molde AB90123	35
4.2.2	Molde AB90124	38
4.2.3	Molde AB90102	39
4.2.4	Moldes de todos os módulos (AB90101, AB90102, AB90103, AB90104, AB90202)	40
4.3	Conjunto de estabilização de peças em poliamida (PA 6).....	41
5.	Redução de tempos de Setup.....	44
5.1	Ligação automática das máquinas de injeção	48
5.2	Estufagem da matéria-prima fora da máquina de injeção	51
5.3	Boletins de optimização	52

6.	Mudança de material	53
7.	Propostas para Futuros Projectos	54
7.1	Base de dados nos plásticos	54
7.2	Alteração do modelo das IT's dos plásticos	54
7.3	Alteração da folhas de Especificação de Moldes	55
7.4	Supermercado de metais	55
8.	Conclusão	56
9.	Bibliografia	58
10.	Anexos	59

IV. Lista de Figuras e Tabelas

Figura nº	Descrição
1	Edifício da GE Power Controls Portugal
2	Interruptor "Sintra +" sem espelho
3	Peças de um interruptor "Sintra +"
4	Disjuntor diferencial bipolar
5	Interior de um disjuntor diferencial bipolar
6	Interior de um disjuntor diferencial bipolar (vista lateral)
7	Novo Layout da zona do controlo e dos lotes
8	Vista A do novo layout
9	Vista B do novo layout
10	Ferramenta de cálculo da taxa de ocupação e rendimento das máquinas
11	Introdução de dados na atribuição molde-máquina
12	Resultados da folha de cálculo de atribuição molde-máquina
13	Legenda dos resultados da folha de cálculo de atribuição molde-máquina
14	Introdução de dados da ferramenta de planeamento
15	Dados não visíveis da ferramenta de planeamento
16	Mapa de planeamento de uma máquina de injeção
17	Peça 4301902023 com defeitos
18	Vista da peça 4301902023 do lado da injeção
19	Vista do lado da injeção do molde AB90202 (Postiço em aço poroso)
20	Saída de gases efectuada no molde AB90202
21	Pormenor da parede fina na peça 4301902023
22	Face oposta da parede fina
23	Desenho da sobre espessura criada na parede fina da peça 4301902023
24	Peça 4301902023 antes de ser alterada
25	Peça 4301902023 depois de ser alterada
26	Peça com os cravos antes do molde ser alterado
27	Desenho do novo pino moldante (espiga)
28	Peça com os cravos depois do molde ser alterado
29	Ficha de 32A e pinos
30	Vista de cima da ficha de 32A e pinos
31	Peça 4301901234
32	Furo com rebarba na peça 4301901234
33	Rascunho do dimensionamento dos canais de injeção do novo molde AB90123
34	Peça 4301901246
35	Rascunho do dimensionamento dos canais de injeção do novo molde AB90124
36	Peça 4301901023
37	Pormenor da zona onde forma rebarba
38	Movimento entre a peça 4301901120 e a peça 4301901023
39	Postiço actual (A) e postiço proposto (B)
40	Vista de cima de parte do conjunto de estabilização
41	Vista global do conjunto de estabilização debaixo da máquina de injeção
42	Vista lateral de um olhal M16 roscado numa placa
43	Engate rápido Hasco Z811/9/R1/4
44	Interruptor horário de 1 canal
45	Demonstração da vantagem de estufar a matéria-prima fora da máquina de injeção
46	Prateleira da mufla forrada com rede inoxidável

Figura nº	Descrição
47	Peça 4301901023 injectada em PA 6.6 V0 com 30%F.V.
48	Nova etiqueta do supermercado de metais

Tabela nº	Descrição
1	História da GEPC Portugal
2	Consumo semanal de peças da série 90
3	Dimensionamento dos kanbans da série 90
4	Características das máquinas de injeção
5	Cálculo geral da produção da série 90
6	Atribuição de máquinas às peças da série 90
7	Atribuição final das peças da série 90 à máquina PH26
8	Atribuição final das peças da série 90 à máquina PH38
9	Atribuição final das peças da série 90 à máquina PH29
10	Atribuição final das peças da série 90 à máquina PH40
11	Atribuição final das peças da série 90 às máquinas PH32 e PH33
12	Atribuição final das peças da série 90 a subcontrato
13	Peças da série 90 não injectadas
14	Balanço do projecto de produtividade do molde AB90123
15	Balanço do projecto de produtividade do molde AB90124
16	Comparação de rendimento entre a produção seguida de 1 ou 2 kanbans
17	Lista de operações realizadas no arranque de uma máquina de injeção
18	Tipo e quantidade de interruptores horários necessários para automatizar a ligação
19	Planeamento da ligação das células de injeção
20	Balanço do projecto de produtividade da ligação automática das máquinas de injeção

1. Introdução

No âmbito da cadeira “Projecto de Fim de Curso” da opção de “Tecnologia de Moldação por Injecção” foi desenvolvido este projecto na empresa General Electric Power Controls.

O projecto aqui apresentado insere-se numa política de modernização dos vários sectores da empresa e tem como objectivo geral, otimizar o processo de transformação de termoplásticos, ou seja, aumentar o rendimento da produção de peças termoplásticas, mantendo ou se possível melhorando a qualidade das mesma

Num mercado tão concorrencial como é o do material eléctrico, todo e qualquer desenvolvimento que permita um melhor desempenho da produção será um ponto de desequilíbrio a favor da empresa relativamente à concorrência.

O rendimento geral de uma produção é o que se produz a dividir pelos recursos utilizados. Sendo assim pode-se aumentar a produção com os mesmo recursos ou pode-se produzir o mesmo com menos recursos. Estas são as possíveis formas de aumentar o rendimento.

Existe também o rendimento dos próprios processos, onde é considerado o tempo útil de produção a dividir pelo tempo total dispendido. Na prática este rendimento é aumentado com uma melhor gestão de pessoas, espaços, máquinas, ferramentas e um melhor plano de produção. Este projecto debruça-se na diminuição dos tempos de setup, de modo a melhorar a produtividade.

Regularmente aparecem defeitos nas peças termoplásticas. Esses defeitos vão desde cotas fora de medida, passando por peças manchadas até rebarbas não admissíveis. Muitos desses defeitos induzem tarefas de retrabalho manual. Por exemplo no caso de rebarbas em furos é necessário passar uma ferramenta manual para retirar a rebarba. Estas tarefas envolvem custos e por isso é necessário evita-las. Neste projecto alguns desses problemas também são abordados.

2. Apresentação da Empresa

A GE é uma companhia diversificada, com actividades na Tecnologia, Indústria e Serviços, comprometida em alcançar a liderança mundial em cada uma das suas divisões.

Em todo o Mundo a GE desenvolve mais de 20 negócios distintos que abrangem áreas tão diversas como a financeira, a medicina, a indústria dos plásticos, fabrico de motores de aviões, electrodomésticos, sistemas de informação, broadcasting e material eléctrico.

A General Electric está presente em mais de 100 países, em todo o mundo, incluindo Portugal com 9 negócios diferentes, com mais de 340,000 empregados e cerca de 300 fábricas distribuídas por 26 países.

Com um crescimento anual de pelo menos dois dígitos as receitas da General Electric Company atingiram em 2000 um volume de 129.9 biliões de dólares (16% de crescimento relativamente a 1999).

2.1 História da General Electric

Em 1878, Thomas Edison, famoso pela sua invenção da lâmpada eléctrica, fundou a Edison General Electric Co. Em 1892, após a fusão com a Thomson-Houston Electric Co. nascia a General Electric Company (U.S.A).

2.2 GE Power Controls

A GE Power Controls é a filial europeia da GE Industrial Systems, um dos dez negócios centrais da General Electric Company (USA). A GE Power Controls é um dos principais fornecedores Europeus de produtos de baixa tensão, incluindo aparelhagem de manobra, aparelhagem industrial e residencial de corte e protecção, aparelhos de controlo, invólucros e quadros de distribuição. Os principais clientes dos produtos da empresa são fabricantes de máquinas, instaladores, quadristas e distribuidores em todo o mundo.

2.2.1 História da GEPC Portugal

Tabela 1 – História da GEPC Portugal

1912 - Nasceu a Empresa Electro Cerâmica
1954 - A Empresa Electro Cerâmica foi adquirida pelo Grupo Vista Alegre
1988 - A divisão de baixa tensão da Empresa Electro Cerâmica foi autonomizada pela constituição da empresa EC Material Eléctrico, S.A.
1990 - O grupo Eurolec actualmente denominado por Power Controls adquire, através da Vynckier NV a EC Material Eléctrico, S.A.
1996 - GE Power Controls Portugal – Material Eléctrico S.A. passou a ser a nova designação social

Na figura 1 é visível um dos edifícios da GEPC Portugal em Vila Nova de Gaia.



Figura 1 – Edifício da GE Power Controls Portugal

2.2.2 Equipamentos produzidos na GEPC Portugal

Imagens dos equipamentos pertencentes às séries mais abordadas neste projecto. São elas, a série 70 e a série 90.

Interruptor

Série 70 – Sintra + (Sintra Plus)



Figura 2 – Interruptor “Sintra +” sem espelho

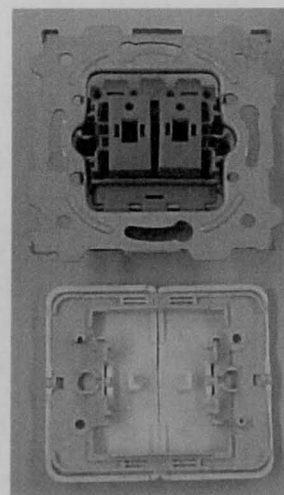


Figura 3 – Peças de um interruptor “Sintra +”

Disjuntor Diferencial

Série 90 – ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)

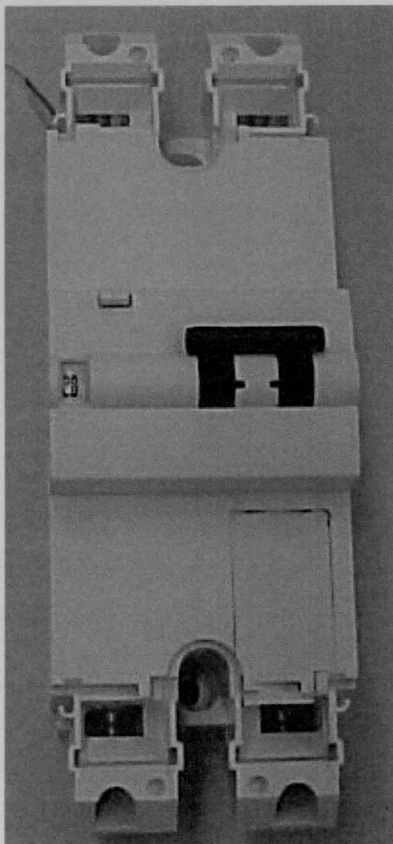


Figura 4 – Disjuntor diferencial bipolar

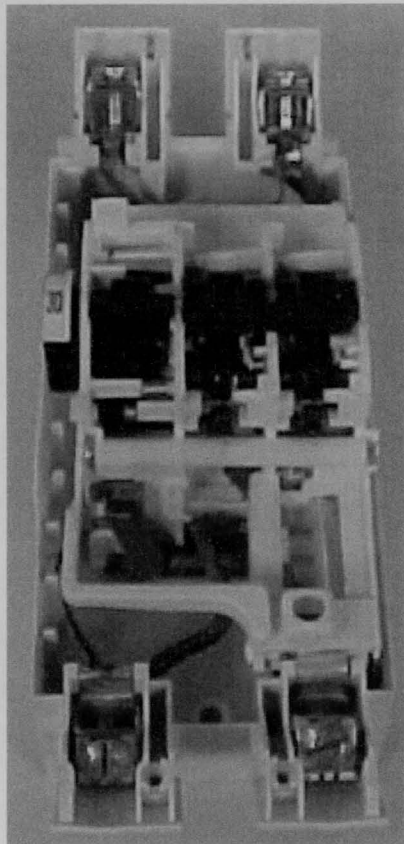


Figura 5 – Interior de um disjuntor diferencial bipolar

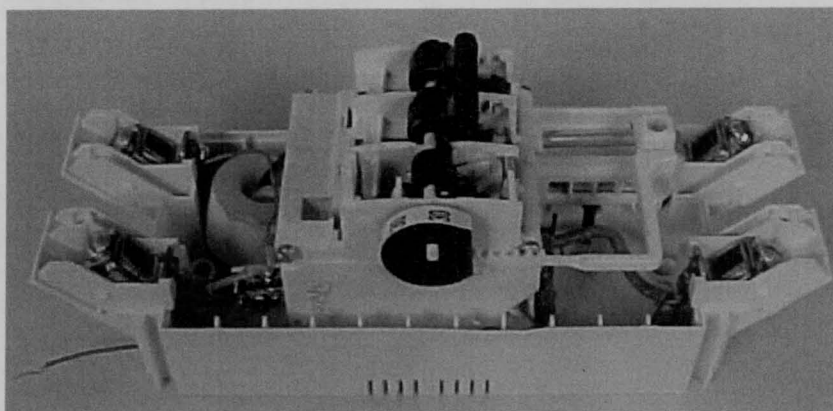


Figura 6 – Interior de um disjuntor diferencial bipolar (vista lateral)

3. Planeamento

Para ser possível fazer o planeamento de uma forma eficiente temos de quantificar as variáveis que mais contribuem para a alteração do resultado final, ou seja, para a quantidade final de peças boas produzidas. Para isso foi necessário executar algumas ferramentas informáticas para melhor obter dados e os poder trabalhar.

Tabela 2 – Consumo semanal de peças da série 90

3.1 Consumo semanal de peças

A tabela 2 contém os valores do consumo semanal aproximado, das peças da série 90. Estes valores são aproximados, porque o consumo das peças depende dos pedidos de encomendas feitos à empresa e depende do planeamento da montagem.

Os disjuntores diferenciais (série 90) podem ser do tipo bipolar ou tetrapolar. Os bipolares são constituídos por uma fase e o neutro e os tetrapolares por três fases (trifásicos) e o neutro. Até à data o maior consumo é de aparelhos bipolares, mas espera-se que aumente o consumo do tetrapolar. Por isso usou-se valores iguais para o consumo semanal de componentes de ambos aparelhos.

Referência	Designação	Consumo semanal
4301901013	AB 90101	7500
4301901023	AB 90102	7500
4301901033	AB 90103	7500
4301901043	AB 90104	7500
4301901076	AB 90107	7500
4301901086	AB 90108	15000
4301901096	AB 90109	7500
4301901100	AB 90110	7500
4301901110	AB 90111	7500
4301901120	AB 90112	7500
4301901130	AB 90113	7500
4301901140	AB 90114	7500
4301901150	AB 90115	7500
4301901160	AB 90116	7500
4301901170	AB 90117	7500
4301901190	AB 90119	15000
4301901210	AB 90121	15000
4301901220	AB 90122	7500
4301901234	AB 90123	7500
4301901246	AB 90124	7500
4301901250	AB 90125	30000
4301901340	AB 90134	7500
4301901350	AB 90135	15000
4301901880	AB 90188	7500
4301902023	AB 90202	7590
4301902076	AB 90207	7560
4301902086	AB 90208	7500
4301902093	AB 90209	7500
4301902180	AB 90218	7500
4301902190	AB 90219	7500
4301902215	AB 90221	7500
4301902230	AB 90223	7500

3.2 Kanbans

A palavra japonesa "Kanban" é literalmente traduzida como "cartão" ou "sinal". O Just-In-Time usa o kanban como uma técnica de reabastecimento visual para automatizar a produção, a movimentação ou o embarque de materiais, sinalizando para a operação de produção de consumo que está pronta para receber o material. O kanban materializa a produção do tipo "puxar a encomenda" onde o cliente, seja interno ou externo, "puxa" o material de um fornecedor que também pode ser interno ou externo. Isso contrasta com a produção do tipo "empurrar", onde uma ordem de compra ou de fabricação autoriza o fornecedor a entregar ao cliente numa data e uma quantidade predeterminada.

3.2.1 Realização dos kanbans

Na realização de kanbans um dos valores a decidir é o número de kanbans para cada peça. Neste caso foi decidido que para todas as peças seria igual a 3, distribuídos da seguinte forma: Um kanban a ser usado na montagem e 2 dois cheios nos lotes. Quando um kanban volta vazio da montagem é levado um cheio dos lotes para a montagem e é dada a ordem de planeamento desse kanban. Se tudo funcionasse na perfeição apenas eram precisos 2 kanbans, um nos lotes e outro a ser usado na montagem, mas por segurança usa-se um terceiro.

Cada kanban é constituído por um ou mais contentores plásticos e tem dimensão igual ou aproximada ao consumo semanal dessa peça. Como os contentores são todos iguais, de forma a normalizar os espaços e o seu transporte, determinou-se o número de contentores por kanban dividindo o consumo semanal da peça pelo número de peças possíveis de alojar em cada

Tabela 3 – Dimensionamento dos kanbans da série 90

contentor. Desta forma foi calculada a tabela 3.

Referência	Designação	Qt. / Kanban	Qt. / Contentor	Contentores / Kanban
4301901013	<u>AB 90101</u>	7590	330	23
4301901023	<u>AB 90102</u>	7590	330	23
4301901033	<u>AB 90103</u>	7500	300	25
4301901043	<u>AB 90104</u>	7500	750	10
4301901076	<u>AB 90107</u>	7500	300	25
4301901086	<u>AB 90108</u>	15000	5000	3
4301901096	<u>AB 90109</u>	7500	2500	3
4301901100	<u>AB 90110</u>	7500	7500	1
4301901110	<u>AB 90111</u>	7500	7500	1
4301901120	<u>AB 90112</u>	7500	7500	1
4301901130	<u>AB 90113</u>	7500	7500	1
4301901140	<u>AB 90114</u>	7500	7500	1
4301901150	<u>AB 90115</u>	7500	7500	1
4301901160	<u>AB 90116</u>	7500	7500	1
4301901170	<u>AB 90117</u>	7500	7500	1
4301901190	<u>AB 90119</u>	15000	15000	1
4301901210	<u>AB 90121</u>	15000	7500	2
4301901220	<u>AB 90122</u>	7500	7500	1
4301901234	<u>AB 90123</u>	7500	3750	2
4301901246	<u>AB 90124</u>	7500	7500	1
4301901250	<u>AB 90125</u>	30000	30000	1
4301901340	<u>AB 90134</u>	7500	7500	1
4301901350	<u>AB 90135</u>	15000	7500	2
4301901880	<u>AB 90188</u>	7500	7500	1
4301902023	<u>AB 90202</u>	7590	330	23
4301902076	<u>AB 90207</u>	7560	180	42
4301902086	<u>AB 90208</u>	7500	2500	3
4301902093	<u>AB 90209</u>	7500	2500	3
4301902180	<u>AB 90218</u>	6000	2000	3
4301902190	<u>AB 90219</u>	7500	7500	1
4301902215	<u>AB 90221</u>	7500	7500	-
4301902230	<u>AB 90223</u>	7500	7500	-

As pequenas diferenças que existem entre o consumo semanal estimado e a quantidade por kanban são devido ao número de peças que cabem por contentor.

Exemplo:

Peça 430901013

Como 7500 não é múltiplo de 330 e cada contentor tem capacidade máxima de 330, o kanban passou a ter a quantidade de 7590 peças. Deste modo um kanban desta peça é constituído por 23 contentores. Estes contentores têm um volume de 60 litros.

O objectivo de uma boa gestão é ter sempre um kanban de cada peça nos lotes, o que quer dizer que estão disponíveis peças controladas e sem defeitos.

Na prática foi necessário definir um novo layout de modo a saber visualmente que kanbans estão na zona dos lotes. A zona de produção de peças fica à esquerda na figura 7 e a zona de controlo ficava no lugar da zona de lotes mais à direita. Visto a sequência dos kanbans ser: produção, pesagem, controlo e lotes, foi proposto e foi alterado o layout para o da figura 7. A zona do controlo trocou com a zona dos lotes (estante).

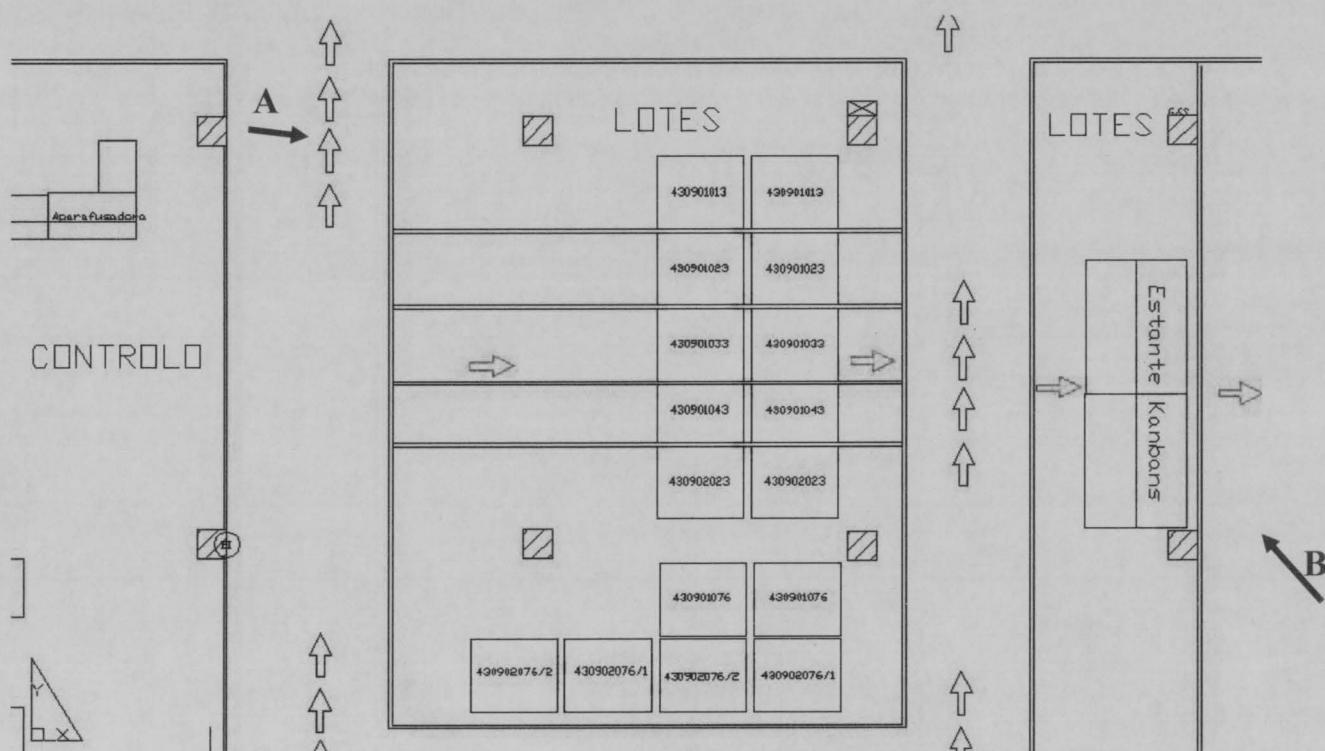


Figura 7 – Novo Layout da zona do controlo e dos lotes

Foram feitas marcações no chão da nova disposição dos lotes como se vê figura 8. Essa fotografia foi tirada do local “A” marcado na figura 7. Assim se vê que nessa altura estava nos lotes 1 kanban de 4301901013, 2 kanbans de 4301901033 e 2 kanbans de 4301901043. Ao fundo é visível a estante das peças da série 90 de dimensões inferiores.



Figura 8 – Vista A do novo layout



Figura 9 – Vista B do novo layout

A figura 9 é uma fotografia tirada do local B, marcado na figura 7.

Na figura 9 é visível a estante dos kanbans das peças pequenas da série 90. Ao lado esquerdo, está afixado um quadro plastificado, onde é apontado quando saiu o ultimo kanban de cada peça.

A estante tem capacidade para 2 kanbans de cada peça. Se não tiver contentores deste lado é porque não existem peças

aprovadas dessa determinada peça. Cada local da estante tem a respectiva etiqueta a indicar a peça que deve lá estar.

Um kanban de peças depois de controlado e aprovado é colocado na estante pelo lado oposto ao que vemos na figura 9. Quando é retirado um kanban por parte da secção dos disjuntores, este é retirado pelo lado visível na figura 9. Sempre que fica livre o lugar de um kanban deste lado, é empurrado o kanban que está atrás. Desta forma é sempre gasto o primeiro kanban a ser feito, obedecendo à regra de gestão FIFO (First In First Out).

3.3 Taxa de ocupação das máquinas de injeção e compressão

Como ponto de partida fez-se o cálculo das taxas de ocupação de cada máquina de injeção de termoplásticos. Visto ser necessário calcular numa primeira fase semanalmente e se possível diariamente a taxa de ocupação, para tal foi feita uma aplicação informática em Microsoft Excel de forma a introduzir os dados, e esta ser calculada automaticamente.

Estes dados são provenientes das “Folhas de Produção”, que são preenchidas no fim de cada turno. Cada máquina de injeção tem uma folha em que é colocado o molde que está em funcionamento, a referência da peça produzida, a quantidade de peças injectadas (boas e más, separadamente) e os tempos de paragem.

Os resultados obtidos para cada uma das 8 máquinas de injeção são afixados na própria máquina, de forma a serem visíveis por qualquer pessoa que esteja a alguns metros da máquina.

Para a afixação destas percentagens pensou-se em vários modos. Visto os painéis electrónicos terem um custo relativamente elevado (850€), optou-se por fabricar um conjunto de cartões para cada máquina com números de 0 a 9. Estes cartões foram plastificados e são fixos à máquina através de velcro autocolante permitindo a troca de cartão sempre que necessário.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Máq.	PEÇA	DATA Início	HORA Início	DATA Final	HORA Final	Quant.	Tempo de ciclo(s)	Horas trab. Total	Horas paradas					Horas	η	Horas Trab. Úteis	Taxa de Ocupação (%)	OBSERVAÇÃO	
2										Mudar molde	Sem trabalho	Avaria molde	Avaria máquina	Sem operador	Liq.					
46	PH33								120,0								85,0	70,8	ok	
47																				
48		4301901013	07-05-2004	8,00	08-05-2004	12,00	7500	13,50	28,0	1,00			1,00		10,50	70,8	26,0	92,9		
49		4301901023	10-05-2004	8,00	13-05-2004	8,00	15000	13,50	72,0	2,00			1,00	1,00		10,50	70,8	68,0	94,4	
50																				
51																				
52																				
53																				
54																				
55																				
56																				
57																				
58																				
59																				
60																				
61																				
62																				
63																				
64																				
65																				
66									100,0	3,00	0,00	1,00	2,00	0,00	69,27	69,27	94,0	94,0	Taxa de ocupação Sem	
67									220,0			6,00					179,0	81,4	Taxa de ocupação Acum	

Figura 10 – Ferramenta de cálculo da taxa de ocupação e rendimento das máquinas

Resumo do funcionamento da ferramenta

Dados necessários a introduzirem:

- Horas disponíveis e horas trabalhadas na semana anterior (I47, Q47)
- Referência da peça (coluna B)
- Data e hora de início e fim da produção da peça (C, D, E e F)
- Quantidade produzida (G)
- Tempos de paragem da máquina (J, K, L, M e N)

Dados captados automaticamente:

- Tempo de ciclo (H)

A ferramenta calcula:

- Horas disponíveis
- Horas liquidas
- Rendimento (η)
- Horas trabalhadas úteis
- Taxa de ocupação semanal
- Taxa de ocupação acumulada
- Tempo total de paragens da máquina

3.4 Rendimento das máquinas de injeção

A mesma ferramenta informática de cálculo da taxa de ocupação foi modificada de forma a calcular o rendimento de cada máquina de injeção. O rendimento é calculado para cada série produzida de uma determinada peça. Este cálculo é feito através da fórmula:

$$\eta = \frac{Q * t_{ciclo} * 100}{(t_{total} * N_{cav} * 3600)}$$

η – Rendimento (%)

Q – Quantidade de peças boas produzidas

t_{ciclo} – Tempo de ciclo na Instrução de Trabalho dessa peça nessa máquina (s)

t_{total} – Tempo demorado no fabrico dessa quantidade de peças (h)

N_{cav} – Número de cavidades do molde dessa peça

3.5 Determinação Molde – Máquinas

Para a optimização da produção de uma peça através de injeção deveria estar atribuída a esse molde a máquina ideal. Sabendo que as empresas possuem recursos limitados, em vez de todas as máquinas desejadas, é necessário fazer corresponder os moldes, às máquinas existentes que podem fabricar as peças na qualidade necessária e suficiente.

Devido a essa necessidade foi executada uma ferramenta informática que permite saber em que máquinas podem funcionar os moldes, com base em:

- Dimensão mínima do molde (x, y) < Distância entre colunas da máquina
- Volume de injeção da peça < Volume teórico da máquina
- Índice * Volume de Injeção > Volume teórico da máquina

O índice referido acima é o número de vezes ao qual o volume de material dentro do cilindro de injeção não deve ser superior ao volume de uma injeção. Este índice difere de material para material e é relativo à maior ou menor facilidade do material se degradar dentro do cilindro devido à temperatura. É usual usar o valor de 6 para plásticos de engenharia e 10 para os comuns.

Estes foram os factores escolhidos como determinantes. Poderiam também ser levados em conta a pressão de injeção e a força de fecho da máquina, mas geralmente nos plásticos uma máquina que não tem pressão de injeção ou força de fecho suficiente para um determinado molde também não tem espaço entre colunas para o molde ser montado.

Na tabela 4 são apresentadas as características das máquinas de injeção de

Tabela 4 – Características das máquinas de injeção

termoplásticos existentes na empresa.

PH20	PH21	PH26	PH29	PH31	PH32	PH33	PH38	PH40	PH47	Unidades	Máquina
*	*	Clok	Biragui	600/200	600/200	800/315	Boy	1000/500	800/315		Referência
		25	75	60	60	80	25	100	80	ton	Força de fecho
		254	305	320	305	370	254	420	370	mm	Distância entre colunas
				575	575	625		625	625		Abertura máxima dos pratos
											Abertura mínima dos pratos
		30	25	35	35	40	22	40	40	mm	Diâmetro sem-fim
		140	140	160	160	160	80	180	160	mm	Percurso do sem-fim
0,0	0,0	99,0	68,7	153,9	153,9	201,1	30,4	226,2	201,1	Cm3	Volume teórico
		21	21	22,9	22,9	20	17,5	20	20		Relação comp/diam
		200	200	250	250	250		250	250	mm	Percurso do bico de injeção
		57,7	57,7	79,2	79,2	79,2		79,2	79,2	kN	Força de pressão do bico
						90		90	90	l/min	DÉBITO DA BOMBA
		10,5		10,5	16,5	21	3,7	21	21	g/s	Capacidade de plastificação (stand)
		8,3		8,3	12,9	16,4		16,4	16,4	g/s	Capacidade de plastificação (Ref.)

* Máquina de injeção de termoendurecíveis

Estes dados estão introduzidos na folha de cálculo numa área escondida e são possíveis de alterar caso seja necessário. Por exemplo se for mudado o cilindro de injeção é necessário alterar o percurso do sem-fim, o que faz alterar o volume teórico.

$$V_{\text{teórico}} = \frac{\pi \times d^2}{4 \times 1000} \times l$$

$V_{\text{teórico}}$ – Volume teórico (cm³)
 d - Diâmetro do sem-fim (mm)
 l – Percurso do sem-fim (mm)

Na folha de cálculo é necessário introduzir os seguintes dados:

- Designação e referência da peça
- Material da peça
- Densidade do material
- Índice de degradação
- Processo (injecção ou compressão)
- Número de cavidades do molde
- Número de cavidades fechadas no momento
- Dimensões do molde (x, y, z) (z – altura do molde)
- Peso de cada peça
- Peso do gito

Funcionamento da ferramenta informática

Na figura 11 é possível verificar a introdução dos dados anteriormente descritos. Nestas peças não existe nenhum molde com qualquer cavidade fechada. Caso existisse o peso da injeção iria ser inferior e era calculado automaticamente. Estas quatro peças são componentes de disjuntores diferenciais, sendo a primeira uma peça de tamanho médio e as restantes de dimensões reduzidas.

DESIGNAÇÃO	Material	Dens.	Índice	INJ. / COMP.	Cav.	Cav. Fech.	Dim x	Dim y	Dim z	Peso (g/peça)	Peso (g)	Peso do gito (g)	Peso Injecção
AB 90107	Gelon AFR 5060B1	1,14	6	INJ.	4		325	345	355	31,3	125,2	12,95	138,2
AB 90108	Stanyl TE350	1,14	6	INJ.	3		218	295	210	1,74	5,22	2,14	7,4
AB 90109	Latamid 6H2	1,5	6	INJ.	2		210	195	198	1,85	3,7	2,26	6,0
AB 90110	Uitem 1000	1,27	6	INJ.	4		195	195	198	0,65	2,6		2,6

Figura 11 – Introdução de dados na atribuição molde-máquina

Após introduzidos os dados visíveis na figura 11, obtemos como resultados finais, os da figura 12. Na ferramenta informática os dados e os resultados estão posicionados lado a lado.

Este valor é o número de vezes que o volume teórico da máquina PH40 é superior ao volume de uma injeção deste molde.

PH26	PH29	PH31	PH32	PH33	PH38	PH40	PH47	REF. ARTIGO
0,8	0,6	1,3	1,3	1,7	0,3	1,9	1,7	4301901076
15,3	10,6	23,8	23,8	31,1	4,7	35,0	31,1	4301901086
24,9	17,3	38,7	38,7	50,6	7,7	56,9	50,6	4301901096
48,3	33,6	75,2	75,2	98,2	14,9	110,5	98,2	4301901100

Volume teórico OK	
Não enche totalmente	
Volume teórico KO	
Volume teórico +2	
Molde > Dist. Colunas	

Figura 13 – Legenda dos resultados da folha de cálculo de atribuição molde-máquina

Figura 12 – Resultados da folha de cálculo de atribuição molde-máquina

Explicação dos resultados obtidos:

- **Peça com referência 4301901076 e designação AB90107**

Nas máquinas PH26, PH29 e PH38, as 4 cavidades do molde não enchem totalmente

Nas máquinas PH31 e PH32, o molde tem dimensões superiores à distância entre as colunas da máquina

As máquinas PH33, PH40 e PH47 são as indicadas para injectar esta peça

- **Peça com referência 4301901086 e designação AB90108**

Em todas as máquinas excepto a PH38, o resultado é laranja, o que significa que o volume teórico da máquina de injeção é superior a n vezes o volume da injeção.

$n = \text{índice} + 2$

volume da injeção = volume das peças + volume do gito

A máquina PH38 é a máquina indicada para injectar esta peça, pois o volume de injeção é 4,7 vezes superior ao volume de injeção.

- **Peça com referência 4301901096 e designação AB90109**

Todas as máquinas têm um volume teórico superior a 6 vezes o volume de injeção

(neste caso índice =6)

A máquina PH38 aparece a amarelo, o que significa que o volume teórico é superior ao volume de injeção entre (índice ; índice +2) vezes, mais precisamente 7,7 vezes.

- **Peça com referência 4301901100 e designação AB90110**

Esta peça não é ideal para ser injectada em nenhuma máquina disponível, pois todas tem o volume teórico superior a índice+2 vezes o volume injectado.

Na prática é possível injectar esta peça na PH38 e PH26, mas com cuidados adicionais.

Na apresentação dos resultados foi optado por colocar cores para se poder visualiza-los no computador de uma forma rápida e intuitiva. As células também nos fornecem os valores calculados para termos uma quantificação exacta e para no caso de impressão a preto e branco ser legível.

3.5.1 Selecção das máquinas para produzir peças do ELCB (série 90)

No planeamento de produção de peças de injeção existem muitas variáveis que influenciam o rendimento da produção e a qualidade das peças produzidas. O tratamento dessas variáveis é bastante complexo para se estar a fazer em tempo real e ao mesmo tempo maximizando a produção de peças. Devido a isto foi necessário normalizar algumas variáveis para que a produção seja sempre uniforme e próxima do máximo possível.

Sabendo a quantidade de peças por kanban, o número de cavidades de cada molde e o tempo de ciclo de cada peça calculou-se o tempo total necessário para produzir um kanban de cada peça da série 90, sendo igual a 440,7h, supondo que a taxa de ocupação das máquinas é 85% é necessário 518,5h.

Sabe-se que um kanban está dimensionado para uma semana, logo as 518,5h a dividir por n máquinas tem de ser menos a 120 horas, que é o tempo disponível por semana em cada máquina. A tabela 5 resume o cálculo.

Tabela 5 – Cálculo geral da produção da série 90

		Taxa de Ocupação		Número de máquinas	
	100%	85%	3	4	5
Tempo de prod. 1 kanban	440,7	518,5	172,8	129,6	103,7

Este cálculo é geral e conclui-se que é necessário no mínimo estarem sempre 4 máquinas a injectar peças da série 90.

Através da ferramenta de atribuição molde-máquina elaborou-se a tabela ao lado com as peças da série 90.

Uma vez que não é possível produzir todas as peças necessárias na máquina PH38, decidiu-se distribuir essas peças também pela máquina PH26. Deste modo ficou-se com uma lista de 24 peças para essas duas máquinas, das quais 2 peças ainda não são produzidas.

Por uma questão de facilidade decidiu-se pôr em subcontrato 3 peças (visores). Como os visores são montados directamente na tampa do disjuntor e a tampa está a ser fabricada em subcontrato, decidiu-se receber as peças já montadas na tampa.

Foi também enviada para subcontrato uma peça que necessita de separação de gito. Esta separação é uma operação de acabamento que tem de ser feita manualmente e não era conveniente por causa da falta de operador.

Assim ficaram 18 peças a atribuir às máquinas PH38 e PH26.

Tabela 6 – Atribuição de máquinas às peças da série 90

Peça	Máquina	Máq. Alt.
4301901013	PH31 PH32 PH33 PH47	-
4301901023	PH31 PH32 PH33 PH47	-
4301901033	PH31 PH32 PH33 PH47	-
4301901043	PH29	PH31 PH32
4301902023	PH32 PH33 PH47	-
4301901086	PH38	-
4301901096	-	PH38
4301901100	-	PH38
4301901110	-	PH38
4301901120	-	PH38
4301901130	-	PH38
4301901140	-	PH38
4301901150	-	PH38
4301901160	-	PH38
4301901170	-	PH38
4301901190	-	PH38
4301901210	-	PH38
4301901220	-	PH38
4301901234	-	PH38
4301901246	PH38	-
4301901250	PH38	-
4301901340	-	PH38
4301901350	-	PH38
4301901880	-	PH38
4301902086	PH38	-
4301902093	-	PH38
4301902190	-	PH38
4301902180	PH29	-
4301901076	PH33 PH40 PH47	-
4301902076	PH29 PH31 PH32 PH33 PH40 PH47	-
4301902215	PH26 PH29 PH38	PH31 PH32
4301902230	-	PH38

Os factores de selecção utilizados foram:

- Peças do mesmo material são produzidas na mesma máquina (reduzir mudanças de material e tempo de setup)
- Peças exteriores (exige elevada qualidade superficial) são produzidas na mesma máquina de peças fabricadas em material fácil de limpar na mudança de material.
- Relação molde-máquina mais próxima do ideal.
- Ocupação horária distribuída de forma aproximada pelas duas máquinas

Tabela 7 – Atribuição final das peças da série 90 à máquina PH26

Máq. Selec.	Design.	Máquina	Máq. Alt.	Referência	Material	Cav.	Cav Fec.	Tempo ciclo	Qt. / Kanban	Horas / Kanban
PH26	AB 90123	-	PH38	4301901234	Ryton R7	2	0	15	7500	15,63
	AB 90110	-	PH38	4301901100	Ultem 1000	4	0	16	7500	8,33
	AB 90112	-	PH38	4301901120	Ultem 1000	4	0	12,3	7500	6,41
	AB 90121	-	PH38	4301901210	Ultem 1000	4	1	11	15000	15,28
	AB 90188	-	PH38	4301901880	Ultem 1000	4	0	15	7500	7,81
	AB 90124	PH38	-	4301901246	Gelon AFR 5060B1	2	0	12,3	7500	12,81
	AB 90108	PH38	-	4301901086	Stanyl 9010	4	0	12,8	15000	13,33
	AB 90208	PH38	-	4301902086	Stanyl 9010	2	0	12,4	7500	12,92
			85%							92,52
			Nº de horas semanais	108,8	3% defeitos	112,2	horas/kanban			
						4,68	dias/kanban			

Tabela 8 – Atribuição final das peças da série 90 à máquina PH38

PH38	AB 90109	-	PH38	4301901096	Latamid 6H2	2	0	14,5	7500	15,10
	AB 90209	-	PH38	4301902093	Latamid 6H2	2	0	17	7500	17,71
	AB 90111	-	PH38	4301901110	Valox 451 E PT	4	0	9,67	7500	5,04
	AB 90113	-	PH38	4301901130	Valox 451 E PT	4	0	13,3	7500	6,93
	AB 90114	-	PH38	4301901140	Valox 451 E PT	4	0	16	7500	8,33
	AB 90115	-	PH38	4301901150	Valox 451 E PT	4	0	9,7	7500	5,05
	AB 90116	-	PH38	4301901160	Valox 451 E PT	8	0	10,8	7500	2,81
	AB 90122	-	PH38	4301901220	Valox 451 E PT	4	0	9,1	7500	4,74
	AB 90134	-	PH38	4301901340	Valox 451 E PT	4	0	10,5	7500	5,47
	AB 90135	-	PH38	4301901350	Valox 451 E PT	4	0	9	15000	9,38
			85%							80,56
			Nº de horas semanais	94,8	3% defeitos	97,7	horas/kanban			
						4,07	dias/kanban			

Tabela 9 – Atribuição final das peças da série 90 à máquina PH29

PH29	AB 90218	PH29	-	4301902180	Ryton R10	2	0	18	6000	15,00
------	----------	------	---	------------	-----------	---	---	----	------	-------

Tabela 10 – Atribuição final das peças da série 90 à máquina PH40

PH40	AB 90107	PH40 PH47	-	4301901076	Gelon AFR 5060B1	4	0	34,44	7500	17,94
	AB 90207	PH40 PH47	-	4301902076	Stanyl 9010	2	0	30	7560	31,50
			85%							49,44
			Nº de horas semanais	58,16	3% defeitos	60,0	horas/kanban			
						2,50	dias/kanban			

Tabela 11 – Atribuição final das peças da série 90 às máquinas PH32 e PH33

PH32	AB 90101	PH31 PH32 PH33 PH47	-	4301901013	Valox 4530 NAT	2	0	19,78	7590	20,85
	AB 90102	PH31 PH32 PH33 PH47	-	4301901023	Valox 4530 NAT	2	0	23,36	7590	24,63
PH33	AB 90103	PH31 PH32 PH33 PH47	-	4301901033	Valox 4530 NAT	2	0	23,36	7500	24,33
	AB 90104	PH29	PH31 PH32	4301901043	Valox 4530 NAT	2	0	27,53	7500	28,68
	AB 90202	PH32 PH33 PH47	-	4301902023	Valox 4530 NAT	2	0	23	7590	24,25
			85%	3% defeitos		148,9	horas/kanban			122,73
			Nº de horas semanais	144,39	1 Máquina	6,20	dias/kanban			
					2 Máquinas	3,10	dias/(kanban*máquina)			

Tabela 12 – Atribuição final das peças da série 90 a subcontrato

Subcontrato

AB 90117	-	PH38	4301901170		4	0	13,9	7500	7,24
AB 90119	-	PH38	4301901190		8	0	18,5	15000	9,64
AB 90125	PH38	-	4301901250		8	0	13,4	30000	13,96
AB 90219	-	PH38	4301902190		2	0	11,05	7500	11,51

Tabela 13 – Peças da série 90 não injectadas

Não
Injectadas

AB 90221	PH26 PH29 PH38	PH31 PH32	4301902215		2	0	17,5	7500	18,23
AB 90223	-	PH38	4301902230		2	0	22,8	7500	23,75

A coluna da esquerda das tabelas 7, 8, 9 e10 corresponde à máquina seleccionada para produzir a peça designada na coluna do lado.

Da ferramenta de atribuição molde-máquina resulta a coluna “Máquina”, que corresponde à máquina considerada ideal para produzir essa peça e resulta a coluna “Máq. Alt.”, que é referente à máquina considerada não ideal, mas alternativa para produzir essa mesma peça.

Todas as outras colunas são referentes às propriedades e tempos de produção das peças.

A produção das peças de cada máquina não poderia ser superior a 120 horas semanais, porque é o tempo disponível por semana.

3.6 Ferramenta de planeamento diário

Quando se faz o planeamento de uma produção, o mais difícil é saber se vai ser cumprido ou se é possível ser cumprido. Para a realização do planeamento da produção da injeção de termoplásticos existia na empresa uma ferramenta em Excel, feita por uma antiga estagiária da Universidade do Minho. Este planeamento é feito através de mapas de Gant.

Foram actualizados os dados existentes nesta ferramenta e foram introduzidas alterações de modo a torna-la mais adaptada à realidade, tais como:

- Introdução de coluna para cavidades fechadas nos moldes.
- Introdução de coluna para referência da peça.
- Alteração do valor das células do mapa de 8 horas para 1 hora.
- Alteração do mapa para o máximo de uma semana em vez de mais de duas semanas, obrigando a planear mais perto do tempo real.
- Adição dos valores de kanbans para as peças produzidas por kanbans
- Obrigação de planear através de kanbans para essas peças, basta pôr o número de kanbans que se quer produzir. (1, 2 ou 3)
- Introdução de coluna com o valor da % de defeitos de cada peça, permitindo planear

Exemplo da influência no planeamento com a introdução de defeitos:

Dados: Produzir um Kanban da peça 4301901030 (7500 peças)

D = 5% de peças defeituosas

○ Sem defeitos

$t_n = 24,33h$ (da tabela Atribuição final das máquinas de injeção às peças da série 90)

○ Com defeitos

$$t_{\text{necessário}} = 24,33/(1-0.05)$$

$$t_{\text{necessário}} = 25,61h$$

$$t_{\text{necessário}} = \frac{t_n}{1 - \frac{D}{100}}$$

Desta forma é necessário mais 1,28h de produção. (1h e 17min)

$$n_{\text{necessário}} = 7500/(1-0.05)$$

$$n_{\text{necessário}} = 395 \text{ peças}$$

$$n_{\text{necessário}} = \frac{n_n}{1 - \frac{D}{100}}$$

Neste caso é necessário fazer a mais 395 peças.

A utilização da ferramenta de planeamento é simples e rápida.

Na folha de introdução de dados apenas se pode alterar 3 colunas. Uma das colunas é relativa às cavidades fechadas de cada molde e espera-se se possível que seja sempre igual a 0. Outra coluna é relativa à percentagem de peças defeituosas produzidas, sendo o objectivo que seja inferior a 3%.

A coluna propriamente dita de planeamento é a H, onde se insere o número de kanbans que se quer produzir. Automaticamente a folha diz qual é o número de peças.

	C	E	F	G	H	I	T	U
3	Máquina	Referência	Cav.	Cav F	Kanban	Quant.	Qt / kanb	% Def.
134								
135	PH32 PH33	4301901013	2	0			7590	3
136	PH32 PH33	4301901023	2	0			7590	3
137	PH32 PH33	4301901033	2	0	1	7500	7500	3
138	PH32 PH33	4301901043	2	0	1	7500	7500	3
139	PH40	4301901076	4	0			7500	3
140	PH26	4301901086	4	0			15000	3
141	PH38	4301901093	2	0			7500	3
142	PH26	4301901100	4	0			7500	3
143	PH38	4301901110	4	0			7500	3
144	PH26	4301901120	4	0			7500	3
145	PH38	4301901130	4	0			7500	3
146	PH38	4301901140	4	0			7500	3
147	PH38	4301901150	4	0			7500	3
148	PH26	4301901160	8	0			7500	3
149	PH38 PH26	4301901170	4	0			15000	3
150	PH38 PH26	AB 90117 CR	4	0			15000	3
151	PH38 PH26	AB 90117 MF	4	0			15000	3
152	PH38 PH26	AB 90119	8	0			15000	3
153	PH26	4301901210	4	1			15000	3
154	PH38	4301901220	4	0			7500	3
155	PH26	4301901234	2	0			7500	3
156	PH26	4301901246	2	0			7500	3
157	PH38 PH26	4301901250	8	0			30000	3
158	PH38	4301901340	4	0			7500	3
159	PH38	4301901350	4	0			15000	3
160	PH26	4301901880	4	0			7500	3
161	PH32 PH33	4301902023	2	0			7590	7
162	PH40	4301902076	2	0			7560	3
163	PH26	4301902086	2	0			7500	3
164	PH38	4301902093	2	0			7500	3
165	PH29	430190218	2	0			7500	3
166	PH38 PH26	4301902190	2	0			7500	3
167	PH38 PH26	4301902210	2	0			7500	3
168	PH38 PH26	4301902230	2	0			7500	3

Figura 14 – Introdução de dados da ferramenta de planeamento

Existem várias colunas normalmente escondidas, sendo umas de dados e outras de cálculos. Nos dados tem-se o tempo de ciclo, o tempo de setup de montagem do molde, o material da peça, o peso por peça e a série. Em termos de cálculos tem-se o número de horas de produção e a quantidade de material necessária para essa produção.

Depois de se introduzir o número de kanbans de cada peça a produzir apenas se tem de escrever ou copiar a referência de cada peça na máquina desejada da folha do mapa de planeamento.

	E	J	K	M	P	Q	R	S
3	Referência	Ciclo (s)	Set-up (min)	Horas	Material	Peso (gr/ps)	Material (K)	Serie
134								
135	4301901013	19,78	20	0,26	Valox 4530 NAT	30,63	1	90
136	4301901023	23,36	20	0,26	Valox 4530 NAT	33,37	1	90
137	4301901033	23,36	20	25,26	Valox 4530 NAT	37,58	282,85	90
138	4301901043	27,53	20	29,90	Valox 4530 NAT	19,18	144,85	90
139	4301901076	34,44	20	0,13	Gelon AFR 5060B1	27,34	1	90
140	4301901086	12,8	20	0,13	Stanyl 9010	3,8	1	90
141	4301901093	14,5	20	0,26	Latamid 6H2	4,97	1	90
142	4301901100	16	20	0,13	Ultem 1000	1,0295	1	90
143	4301901110	9,67	20	0,13	Valox 451 E PT	9,23	1	90
144	4301901120	12,3	20	0,13	Ultem 1000	0,148	1	90
145	4301901130	13,3	20	0,13	Valox 451 E PT	0,25	1	90
146	4301901140	16	20	0,13	Valox 451 E PT	1,0295	1	90
147	4301901150	9,7	20	0,13	Valox 451 E PT	4,31	1	90
148	4301901160	10,8	20	0,06	Valox 451 E PT	2,7145	1	90
149	4301901170	13,9	20	0,13	Stanyl Cristal	1,583	1	90
150	AB 90117 CR	13,9	20	0,13	Stanyl CR	2,583	1	90
151	AB 90117 MF	13,9	20	0,13	Stanyl MF	3,583	1	90
152	AB 90119	18,5	20	0,06	PA6	0,98	1	90
153	4301901210	11	20	0,17	Ultem 1000	0,5	1	90
154	4301901220	9,1	20	0,13	Valox 451 E PT	1,98	1	90
155	4301901234	15	20	0,26	Ryton R7	6,36	1	90
156	4301901246	12,3	20	0,26	Gelon AFR 5060B1	3,13	1	90
157	4301901250	13,4	20	0,06	Lexan Nat	2,96	1	90
158	4301901340	10,5	20	0,13	Valox 451 E PT	2,15	1	90
159	4301901350	9	20	0,13	Valox 451 E PT	3,896	1	90
160	4301901880	15	20	0,13	Ultem 1000	0,66	1	90
161	4301902023	23	20	0,27	Valox 4530 NAT	28,465	1	90
162	4301902076	30	20	0,26	Stanyl 9010	36,25	1	90
163	4301902086	12,4	20	0,26	Stanyl 9010	6,03	1	90
164	4301902093	17	20	0,26	Latamid 6H2	5,548	1	90
165	430190218	18	20	0,26	Ryton R10	4,29	1	90
166	4301902190	11,05	20	0,26	Lexan Nat	3,655	1	90
167	4301902210		20	0,26	PA 6 Akulon	10,54	1	90
168	4301902230	22,8	20	0,26	Lexan Nat	6,56	1	90

Figura 15 – Dados não visíveis da ferramenta de planeamento

Depois dessa opção obtemos o mapa de planeamento com as informações:

- Tempo total de produção da máquina
- Quantidade a produzir de cada peça
- Número de kanbans a produzir
- Tempo necessário
- Material utilizado em cada peça
- Quantidade de material a usar
- Data e hora em que acaba a produção da peça (necessário introduzir a data e hora de inicio da produção)

105																																									
106																																									
107																																									
108																																									
109																																									
110																																									
111																																									
112																																									
113																																									
114																																									

Figura 16 – Mapa de planeamento de uma máquina de injeção

Esta ferramenta informática deverá funcionar como método de planear a produção de todas as peças, mesmo as peças produzidas por kanbans, porque os kanbans auxiliam a gestão mas não eliminam o planeamento. Apenas é mais fácil gerir e planear.

Desde o inicio da ferramenta que ela é usada para fazer o planeamento no gabinete dos plásticos, sendo posteriormente afixado em papel junto às máquinas. Na minha opinião este planeamento deveria ser feito pelo responsável das máquinas num computador que deveria existir junto às máquinas de injeção.

4. Alterações de Moldes

A alteração de moldes pode ser necessária devido aos seguintes motivos:

- Alteração da peça em relação ao projecto inicial
- Peças não enchem totalmente
- Peças com queimados
- Peças fora de dimensões e/ou tolerâncias
- Sistema de injeção, extracção ou arrefecimento deficiente

4.1 Alterações efectuadas em moldes

Neste capítulo são apresentadas as alterações efectuadas em vários moldes. Em cada situação é descrito o problema que levou à alteração, a própria alteração e a sua eficácia.

4.1.1 Molde AB90202

O molde AB90202 produz a peça com referência 4301902023. Esta peça é um dos 4 módulos dos diferenciais disjuntores. Esta peça em Fevereiro de 2004 estava com uma rejeição de **40%**.

Os principais defeitos da peça eram os queimados e a falta de material em certas zonas, como a figura 17 mostra.

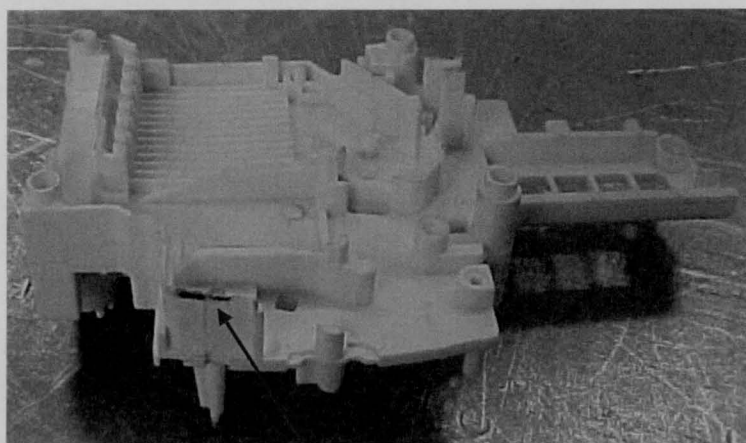


Figura 17 – Peça 4301902023 com defeitos

- 1 – Pino queimado
2 – Aresta queimada e com falta de material

1

2

Através das mudanças dos parâmetros de injeção não era suficiente para a eliminação dos defeitos. Quando se aumentava a velocidade de injeção ou a pressão de injeção a peça ficava totalmente cheia, mas ficava com demasiados queimados devido ao gás não ter tempo de sair. Quando se diminuía a velocidade para não ocorrerem tantos queimados, a peça não enchia totalmente, principalmente na parede mais delgada (zona 1 da figura 18), pois solidificava mais rapidamente que as outras.

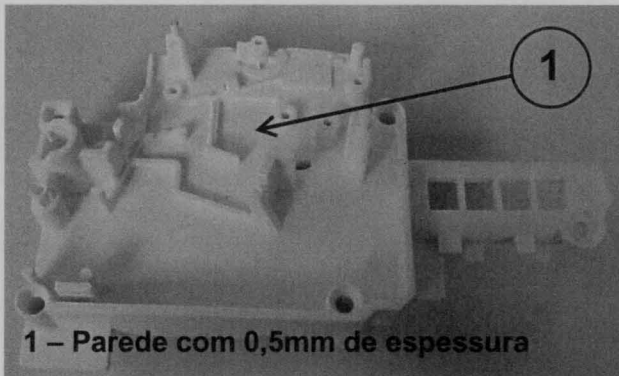


Figura 18 – Vista da peça 4301902023 do lado da injeção

A solução tinha de surgir a partir do aumento da degasificação, uma vez que se fosse possível os gases escaparem rapidamente podia-se aumentar a velocidade de injeção.

De forma a criar saída de gases foi colocado um postigo feito em aço poroso (1 da figura 19) no local onde é moldada a parede mais problemática da peça (parede mais fina da peça). Foram também criadas saídas de degasificação a partir da zona 2 da figura 17.

- 1 – Postigo feito em aço poroso
- 2 – Extracção do lado da injeção por mola

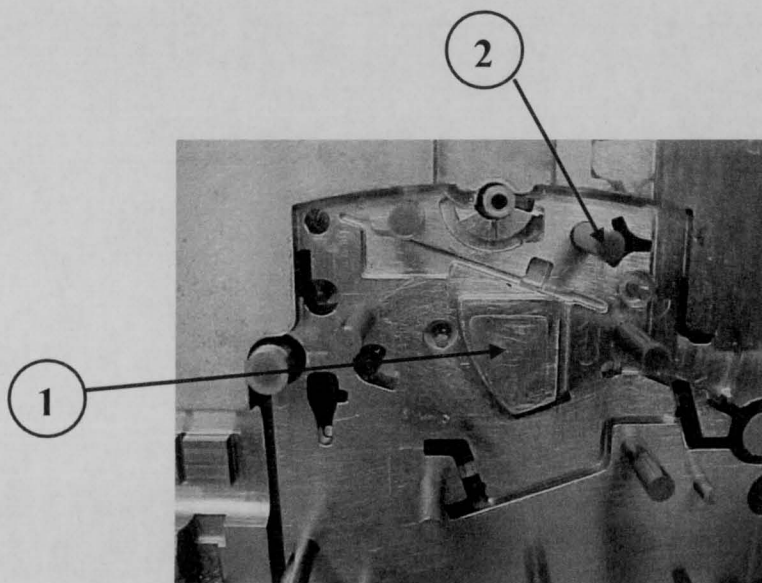


Figura 19 – Vista do lado da injeção do molde AB90202 (Postigo em aço poroso)

1 – Zona fina
de saída de gases

2 – Zona exterior de
saída de gases

Zona 1 – 0,015mm de profundidade
– 3mm largura
– 2mm comprimento

Zona 2 – 0,2mm de profundidade
– 3mm largura
– até à estrutura

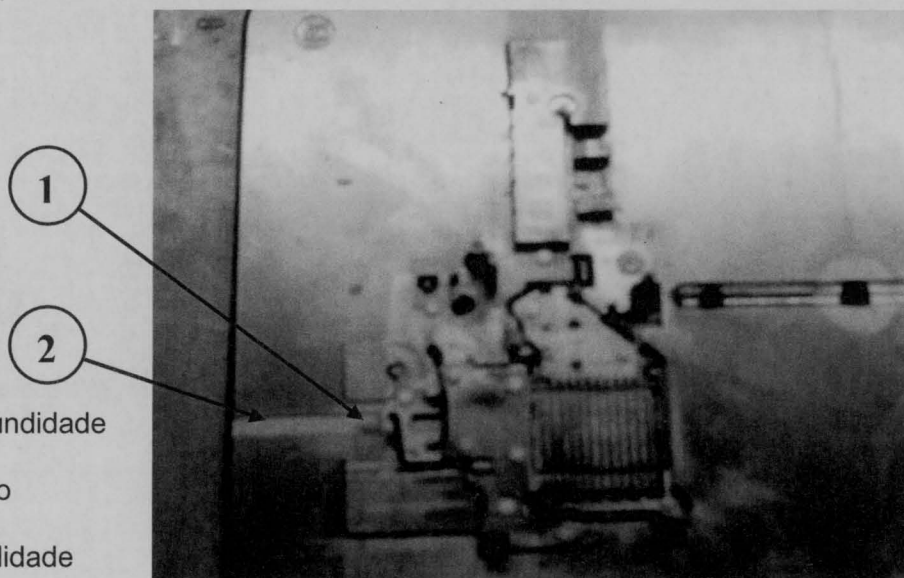


Figura 20 – Saída de gases efectuada no molde AB90202

Após estas alterações a percentagem de peças defeituosas desceu dos 40% para os 10%.

A melhoria foi bastante grande, mas ainda não se obteve a taxa de rejeição pretendida que é abaixo de 1%. Isto só é possível com novas alterações do molde ou da peça e com um controlo peça a peça de forma a ter sempre a informação de como estão as peças.

Depois de verificar que ainda não foi totalmente satisfatório, resolveu-se voltar a analisar atentamente a peça e o seu funcionamento. A análise foi direccionada para a necessidade da peça ter essa forma, mais propriamente, ter uma parede de espessura tão fina. Esta parede é o ponto crítico da peça, porque solidifica rapidamente e as perdas de carga dão-se nas secções finas devido à dificuldade do material passar.

Foi questionado à engenharia de processo se era possível aumentar a espessura dessa parede em algum dos lados ou pelo menos fazer uma nervura de um lado ao outro. A resposta dizia que do lado da parede da figura 21 não era possível, porque se movia lá dentro uma peça, mas que do outro lado talvez fosse possível. Perante essa possibilidade foi realizada uma

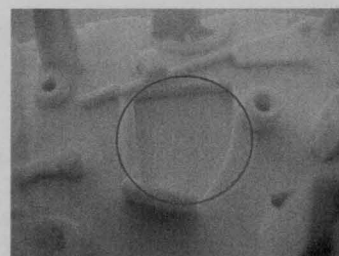


Figura 21 – Pormenor da parede fina na peça 4301902023

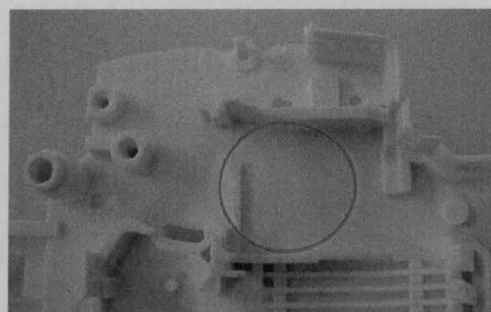


Figura 22 – Face oposta da parede fina

teleconferência entre nós, “GEPC Portugal” e a tecnologia de Espanha. Essa teleconferência não foi conclusiva, mas ficou-se a aguardar uma decisão de Espanha. Passado duas semanas e aproveitando a deslocação a Portugal, da pessoa de responsável pela tecnologia dos disjuntores diferenciais em Espanha, fizemos uma reunião onde abordamos o problema e chegamos à seguinte configuração da peça:

A decisão final foi criar um sobre espessura no lado oposto à pequena cavidade. Nesta zona é alojada uma bobine. Dimensionou-se uma parede de forma a não haver interferência na montagem da bobine na peça.

Na figura 23 está definida a forma dessa sobre espessura.

Com este aumento de espessura, a inicial parede fina, passou a ter mais de metade da área com mais 4 décimos de milímetro.

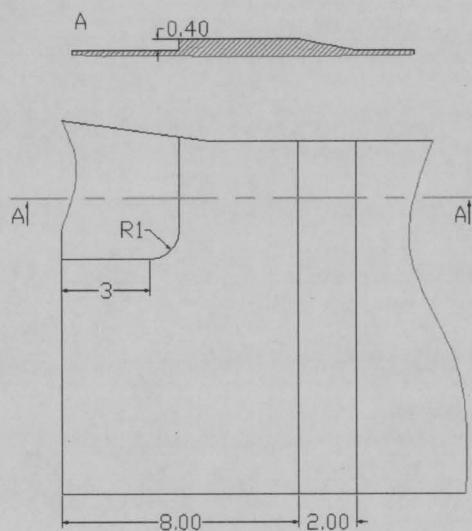


Figura 23 – Desenho da sobre espessura criada na parede fina da peça 4301902023

Antes da alteração

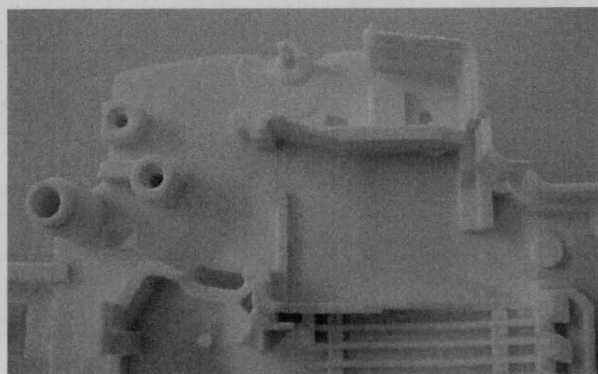


Figura 24 – Peça 4301902023 antes de ser alterada

Depois da alteração

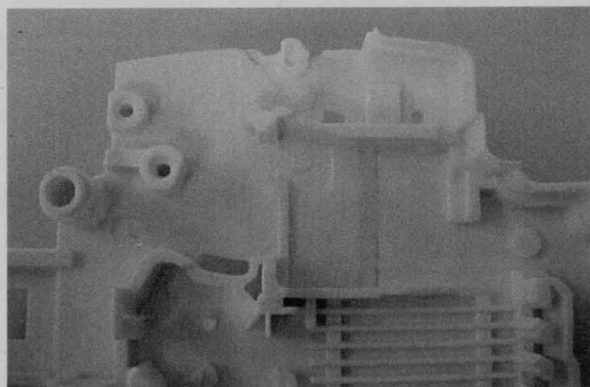


Figura 25 – Peça 4301902023 depois de ser alterada

Após esta alteração a taxa de peças defeituosas diminuiu bastante. Na produção de 2 kanbans, foram produzidas 20 peças más e 15160 peças boas. Esta produção teve uma taxa de rejeição inferior a 0,2%.

Conclui-se que foram eliminados os defeitos críticos da peça.

4.1.2 Molde B561

O molde B561 foi concebido para injectar 8 peças como a peça da figura 26, por cada ciclo de injeção. Estas peças são feitas em ureia, através do processo de injeção de termoendurecíveis. A peça B561 é um suporte de lâmpada fluorescente e é coberto pelo lado superior pela peça A561. As peças são fixas através de 2 cravos, o que faz com que os furos onde a peça A561 é cravada têm de ter uma dimensão ligeiramente inferior à do cravo.

As peças estavam a sair com os furos muito largos, o que fazia com que os cravos ficassem soltos. Isto deveu-se às espigas que moldavam os furos estarem deformadas, porque eram antigas e o aço era macio.

Como se vê na figura 26, o cravo inferior entrava totalmente no furo sem pressão.

Para solucionar o problema desenhou-se e construiu-se novas espigas para que os cravos entrassem com pressão. A dimensão 2,35mm visível no desenho abaixo foi determinada para que todos os cravos fossem possíveis de usar. O diâmetro dos cravos é de 2,5mm mas são bastante irregulares e por vezes têm menos quase uma décima de diâmetro.

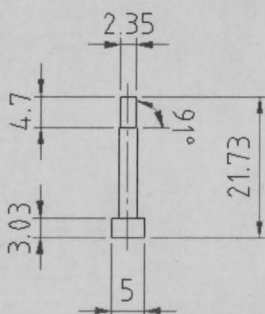


Figura 27 – Desenho do novo pino moldante (espiga)

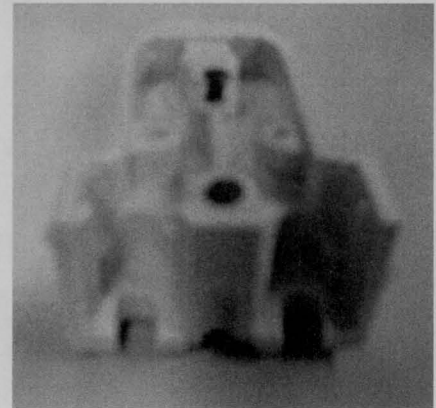


Figura 26 – Peça com os cravos antes do molde ser alterado

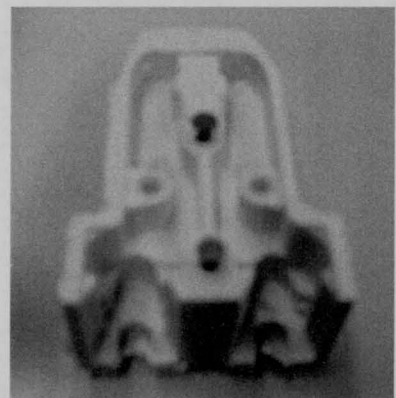


Figura 28 – Peça com os cravos depois do molde ser alterado

Esta solução teve resultado positivo nas 16 espigas construídas. As 8 peças passaram a serem cravadas conforme a normalidade.

4.1.3 Molde 068031186005 (32A)

Este molde produz o corpo de uma ficha trifásica de 32 amperes. Surgiu um problema com os furos da peça, onde são introduzidos e cravados 5 pinos de latão. Destes 5 pinos, 4 têm as mesmas dimensões, sendo 3 deles as fases e o outro, o neutro. O quinto pino é de dimensões superiores e é o pino de ligação à terra. O problema consistia nos furos estarem demasiado apertados e ser muito difícil e por vezes impossível introduzir os pinos.

Perante este problema existiam duas soluções: alterar os parâmetros de injeção (poderia não ser suficiente) ou alterar as dimensões das espigas que moldam os furos (neste caso seria necessário fazer novas).

O molde foi ensaiado com os parâmetros que constavam na instrução de trabalho e as peças injectadas foram controladas com os pinos a servirem de calibre. Na primeira meia hora, que foi o tempo que controlei as dimensões dos furos, as peças arrefecidas estavam com as dimensões desejadas. Passado cerca de uma hora voltou-se a controlar as dimensões e as peças já estavam com os furos demasiado apertados.

Conclui-se que se deve à configuração do molde, pois este deveria ter refrigeração a óleo a 80° C conforme a instrução de trabalho. O molde tem os canais de refrigeração na placa de encosto ao prato fixo da máquina e devia ter na placa de intermédia. Mesmo colocando o termo regulador a 40°C o molde não arrefecia. Perante esta situação, a solução encontrada foi aumentar o tempo de arrefecimento de 14s para 16s. Desta forma o tempo de ciclo foi aumentado em 2 segundos, mas por outro lado as peças arrefecem dentro do molde evitando uma superior contracção. Após esta alteração as peças passaram a ser produzidas como desejado mesmo com o molde depois de aquecido.

Poderia equacionar-se alterar o sistema de refrigeração ou mesmo fazer um molde novo para esta peça, mas devido à quantidade de peças necessárias ser reduzida é preferível perder 2 segundos por ciclo de injeção (2 cavidades), ou seja perder 1 segundo por peça que suportar os custos de alteração.

1 – Pino (Ref. 074031186017)

2 – Pino terra (Ref. 074031186021)

3 – Base da ficha 32A (Ref. 068031186005)

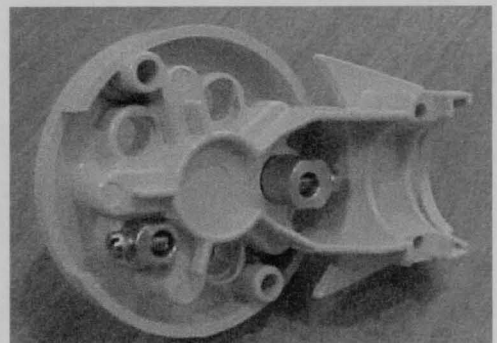


Figura 29 – Ficha de 32A e pinos

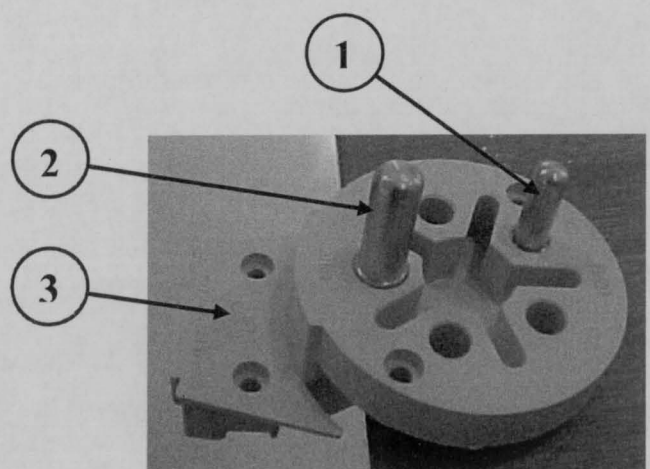


Figura 30 – Vista de cima da ficha de 32A e pinos

4.2 Alterações propostas em moldes

Neste capítulo são propostas alterações a moldes para resolver problemas de defeitos em peças e é proposto fabricar alguns moldes e elementos novos, de forma a aumentar o rendimento da injeção.

4.2.1 Molde AB90123

A peça injectada no molde AB90123 é um transmissor térmico pertencente ao disjuntor diferencial bipolar. É uma peça injectada em Ryton R7 a 340°C através de injeção submarina. Esta peça tem um furo na horizontal que a atravessa por inteiro. Como neste furo é posteriormente introduzido um veio, no qual a peça vai rodar, não é permitido ter qualquer rebarba no seu interior.

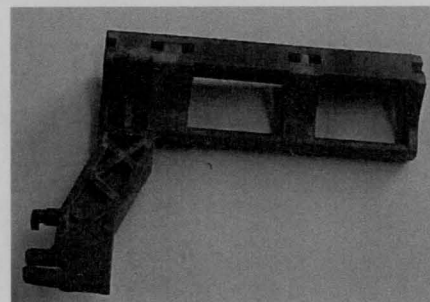


Figura 31 – Peça 4301901234

O molde existente é um molde de 2 cavidades e sem gavetas, o que faz com que os furos sejam moldados com 2 postigos, a encostarem lateralmente. Na teoria é uma boa opção, pois é possível moldar os furos assim, mas na prática com o aparecimento de pequenas folgas entre o lado fixo e o lado móvel, aparece rebarba na perpendicular ao furo. Devido a isso as peças produzidas têm as seguintes operações de retrabalho: separar as peças da cavidade 1 das peças da cavidade 2, passar uma ferramenta manual dentro do furo das peças da cavidade 1 e colocar as peças da cavidade 2 numa máquina automática de passar o furo. Estas operações são bastante demoradas.

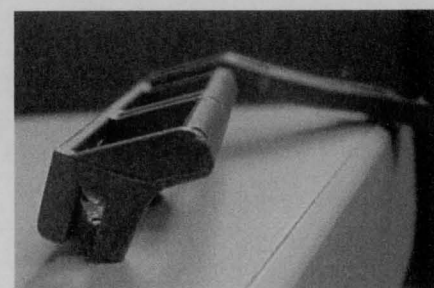


Figura 32 – Furo com rebarba na peça 4301901234

Norma = 4,4h/1000 (peças retrabalhadas)

A única forma de eliminar de vez esta rebarba é fabricando um molde novo com movimentos. Deixa de haver rebarba, porque o furo é moldado por um único pino moldante, que atravessa completamente a peça de um lado ao outro. Assim se houver rebarba, esta é sempre paralelamente ao furo do veio.

Dada a necessidade de fabricar um molde novo, optou-se por mandar fabricar um molde de 4 cavidades porque não incrementa muito a dificuldade de fabrico nem a dimensão do molde. Assim demorará metade do tempo a injectar o kanban semanal.

A opção de fabricar um molde de 8 cavidades foi colocada logo à partida de parte, porque complicava bastante o seu projecto.

Num molde de 4 cavidades é possível moldar os quatro furos das peças, apenas com 2 gavetas. Cada gaveta molda o furo de 2 peças.

Na figura 33, está um esquema de como foi decidido o posicionamento das peças e das gavetas. No novo molde, o ataque vai ser no mesmo local da peça para evitar incertezas de bom enchimento da peça. Na figura 33 também se vê um rascunho dos canais de alimentação para o molde de 4 cavidades.

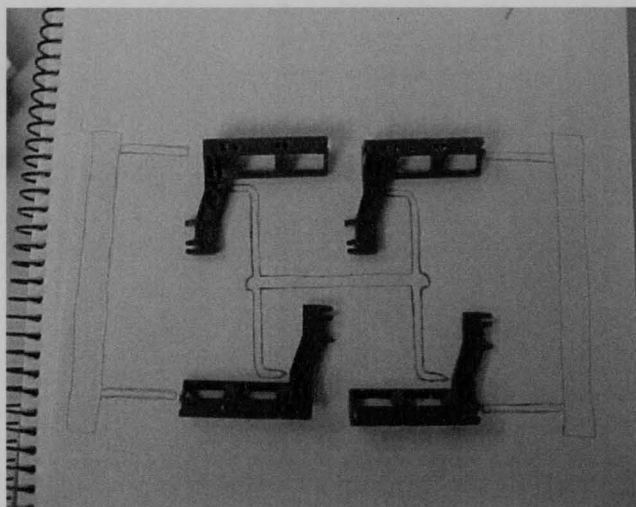


Figura 33 – Rascunho do dimensionamento dos canais de injeção do novo molde AB90123

Após se ter uma ideia do molde que se pretendia, foi pedido um orçamento a uma empresa externa, onde se incluía os seguintes requisitos:

- Olhal M16
- Placas de aperto com 27mm de espessura
- Raio de curvatura do gito igual ou superior a 16mm
- Extracção com rosca M16 e colocada à cota zero
- Furo na placa de aperto do lado móvel com 32mm de diâmetro
- Anel de centragem com 110mm de diâmetro
- Engates rápidos Hasco Z811/9/R1/4

A estrutura do molde e os acessórios são fornecidos pela GE. Foi preenchida uma ficha de especificação de moldes de injeção para o novo molde, quando foi feito o pedido de orçamento. Esta ficha é apresentada no anexo 2.

Depois de receber o orçamento para a execução do molde foi feito o cálculo do investimento.

Projecto de Produtividade

DADOS

Norma de retrabalho	4,4	h/1000unidades
Taxa horária de retrabalho	8,3576	€/h
Tempo de produção de 1 Kanban	15,63	H/kanban
Nº peças por kanban	7500	Peças/kanban
Custo do molde novo	4980	€
Custo da estrutura e acessórios fornecidos	600	€
Custo Hora-Máquina	8,3576	€/(h*máquina)

CÁLCULO

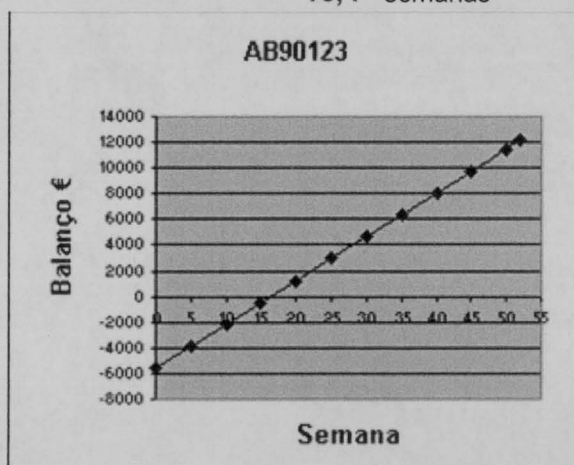
Tempo total de retrabalho por kanban	33	h/kanban
Custo de retrabalho por kanban	275,8	€/semana
Tempo poupado (4 cavidades)	7,8	h/kanban
Valor poupado (4 cavidades)	65,3	€/semana

RESULTADOS

Tabela 14 – Balanço do projecto de produtividade do molde AB90123

Semana	Balanço €
0	-5580
5	-3874
10	-2169
15	-463
20	1242
25	2948
30	4653
35	6359
40	8065
45	9770
50	11476
52	12158
104	29896

Nº sem. de amortização
16,4 semanas



A norma de retrabalho é o tempo em horas necessário para repassar o furo de mil peças.

O investimento é igual à soma do orçamento de fabrico do molde com o custo da estrutura e acessórios.

O dinheiro recuperado por semana é relativo ao tempo que se poupa, devido ao molde ter quatro cavidades em vez de duas. A este valor é somado o custo de retrabalho de 7500 peças por semana.

Dividindo o investimento inicial pelo valor poupado por semana, obtemos um **resultado de 16,4 semanas necessárias para amortizar o investimento inicial.**

Ao fim de 2 anos existe um lucro de cerca de 30 mil euros.

4.2.2 Molde AB90124

O molde AB90124 produz por ciclo 2 peças 430901246. Estas peças são tampas dos disjuntores da série 90. Após observar o elevado tempo de produção por peça, interroguei-me se seria rentável investir algum dinheiro num molde de mais cavidades.

A peça é bastante simples e não necessita de um molde com movimentos, o que faz com que o investimento necessário seja relativamente baixo. Por outro lado o molde de 2 cavidades produz um gito com dimensões semelhantes à peça, não permitindo a separação automática dos gitos e das peças no rolo de separação.

Isto faz com que seja necessário uma tarefa de separação manual, sempre que é feita uma produção destas peças.

Observando a peça optou-se por calcular os custos de um molde de 8 cavidades. Nesse molde o gito será de dimensões bastante diferentes das peças permitindo separar de forma automática.

Fazendo o cálculo do investimento e dos valores poupados com o molde de 8 cavidades, conclui-se que o **investimento é amortizado após 31 semanas.**

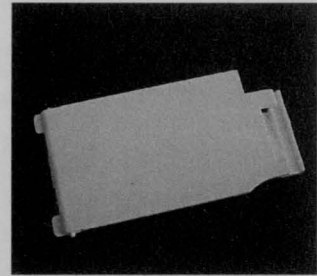


Figura 34 – Peça 4301901246

DADOS

Nº cavidades do molde actual	2	cavidades
Nº cavidades do molde novo	8	cavidades
Tempo de produção de 1 Kanban	12,81	h
Nº peças por kanban	7500	Peças/kanban
Custo do molde novo	5000	€
Custo da estrutura e acessórios fornecidos	600	€
Custo Hora-Máquina	8,3576	€/(h*máquina)
Norma de separação de gito e peças	1,6	h/1000(peças)
Taxa horária de escolha	8,35	€/h

CÁLCULO

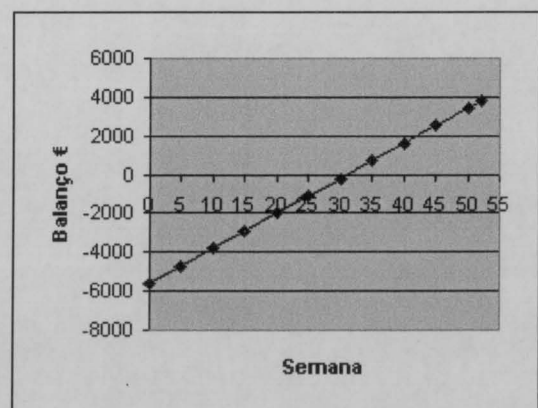
Tempo poupado (8 cavidades)	9,6	h/kanban
Valor poupado (8 cavidades)	80,3	€/kanban
Tempo de separação manual	12	h/kanban
Valor poupado eliminar separação manual	100,2	€/kanban

Nº semanas de amortização 31,0 semanas

RESULTADOS

Tabela 15 – Balanço do projecto de produtividade do molde AB90124

Semana	Balanço €
0	-5600
5	-4698
10	-3795
15	-2893
20	-1990
25	-1088
30	-185
35	717
40	1620
45	2522
50	3425
52	3786
104	13172



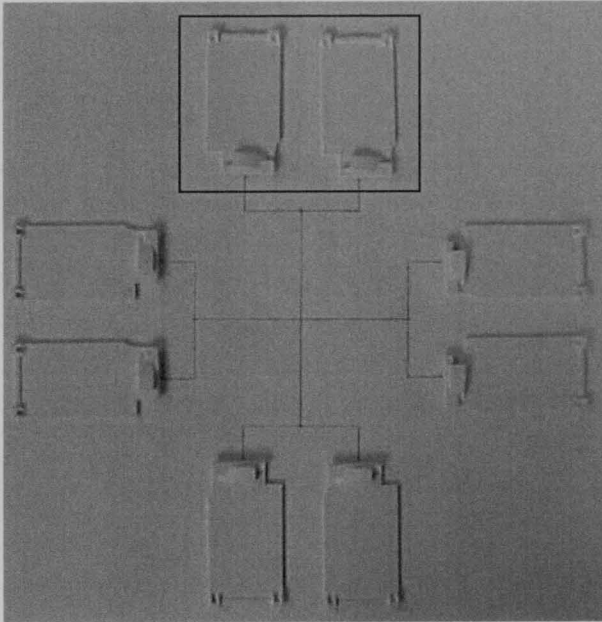


Figura 35 – Rascunho do dimensionamento dos canais de inieção do novo molde AB90124

As peças são injectadas através de injeção submarina e conforme a figura 35, as placas moldantes deverão ter 4 postigos. Em cada um serão moldadas duas peças.

A figura 35 apenas corresponde a um rascunho. No projecto, os canais de alimentação não devem ter arestas vivas.

4.2.3 Molde AB90102

Normalmente forma-se uma rebarba na peça 4301901023 no ponto 1 assinalado na figura 37, quando o postigo não está bem ajustado com a placa moldante. Esta rebarba é vertical, porque o postigo apenas molda a face inferior. A rebarba nesta zona não é admissível, porque esta parte da peça serve de guia horizontal a uma outra peça.

O postigo que molda a superfície inferior, atravessa a parede inferior da peça, formando um buraco (2 da figura 37). Este postigo tem a necessidade de atravessar a parede para eliminar a necessidade de haver uma gaveta (movimento).

A solução encontrada para resolver o problema da rebarba na face inferior é construir um postigo de largura superior, de forma a também moldar a superfície lateral.

1 – Aresta onde forma rebarba

2 – Furo formado pelo postigo

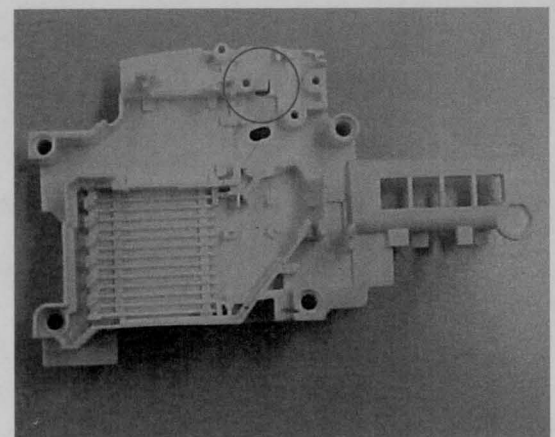


Figura 36 – Peça 4301901023

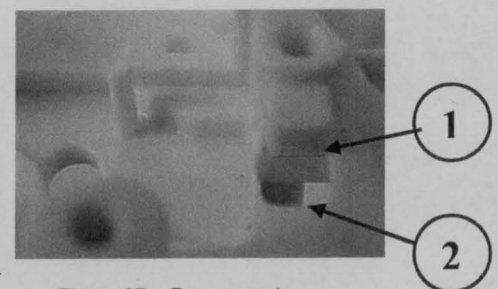


Figura 37 – Pormenor da zona onde forma rebarba

Se o postigo moldar todas as superfícies laterais, poderá formar-se uma rebarba na vertical, mas do lado superior. No caso do postigo moldar apenas até metade da superfície lateral, poderá formar-se uma rebarba na horizontal, sempre na zona de ajuste do postigo com a placa moldante.

Outra condicionante é a existência de uma mola no lado direito da peça 4301901023, o que obriga à rebarba do lado direito a ser vertical e para o lado superior.

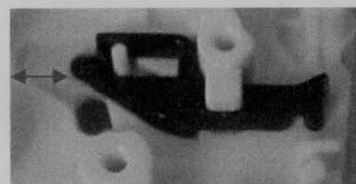


Figura 38 – Movimento entre a peça 4301901120 e a peça 4301901023

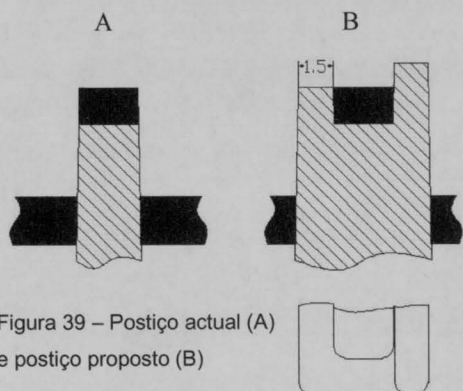


Figura 39 – Postigo actual (A) e postigo proposto (B)

Com estas condições a proposta para a construção de um novo postigo é a representada na figura 39 (vista B).

Esta alteração requer a aprovação da tecnologia, pois altera a configuração da peça (furo do postigo).

4.2.4 Moldes de todos os módulos (AB90101, AB90102, AB90103, AB90104, AB90202)

Os módulos são peças pertencentes aos disjuntores diferenciais. Todos eles são produzidos em moldes de duas cavidades, ou seja, com duas inserções. O módulo 4301901023 pertence apenas ao disjuntor bipolar e o 4301901033 apenas ao tetrapolar. Todos os outros são comuns a ambos aparelhos. O conjunto forma o esqueleto do disjuntor, onde são acopladas as restantes peças pertencentes ao disjuntor.

Estas peças são bastante complexas e é totalmente indesejável haver falta de qualquer uma delas, pois fará parar as linhas de montagem. Devido à complexidade das peças, os moldes possuem bastantes postigos e têm de estar sempre bem ajustados para que as cotas das peças estejam sempre dentro das tolerâncias.

A forma encontrada para eliminar a maioria dos tempos de reparação do molde é o fabrico de uma inserção suplente de cada molde. Assim para cada módulo passa-se a ter duas inserções montadas no molde e uma suplente. Isto permite no caso de aparecer um defeito numa peça, uma mudança rápida de inserção e dá tempo para que se faça a reparação da inserção com o problema.

Esta proposta é válida, porque as linhas de montagem têm cerca de 100 pessoas a montar disjuntores e no caso de estarem paradas por falta de peças, o prejuízo é bastante elevado.

4.3 Conjunto de estabilização de peças em poliamida (PA 6)

A poliamida tem a característica que para estabilizar necessita de absorver água. Caso não haja estabilização as peças ficam frágeis e ao serem montadas ou posteriormente partem. Essa absorção de água pode ser realizada deixando as peças ao ambiente, mas tem o inconveniente de demorar alguns dias. Se essa absorção for imediatamente a seguir à injeção e com a água a 60°C basta absorver durante 15 minutos.

Para possibilitar a absorção da água foi projectado e construído um conjunto para o qual as peças caem directamente da máquina de injeção.

Vistas e constituição:

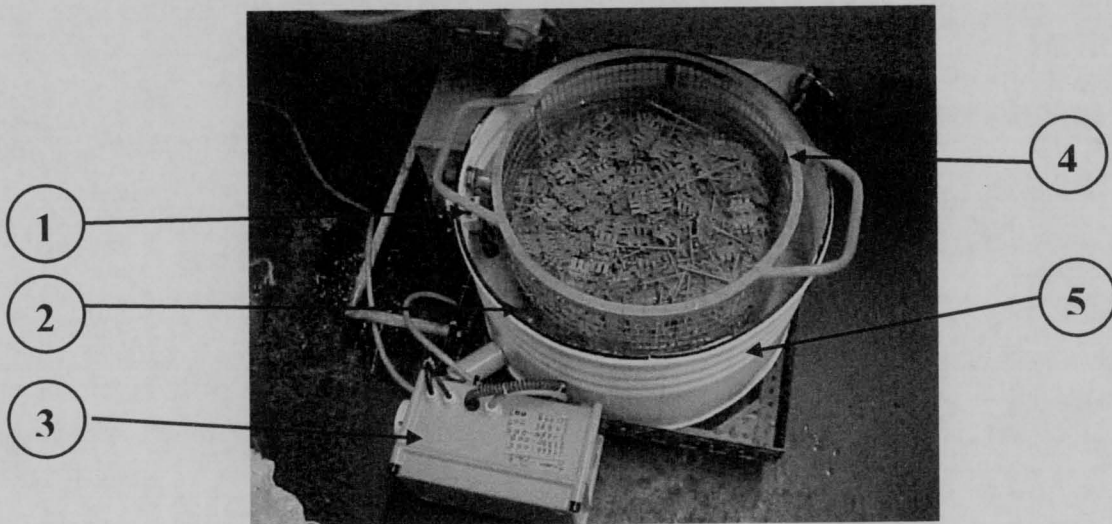


Figura 40 – Vista de cima de parte do conjunto de estabilização

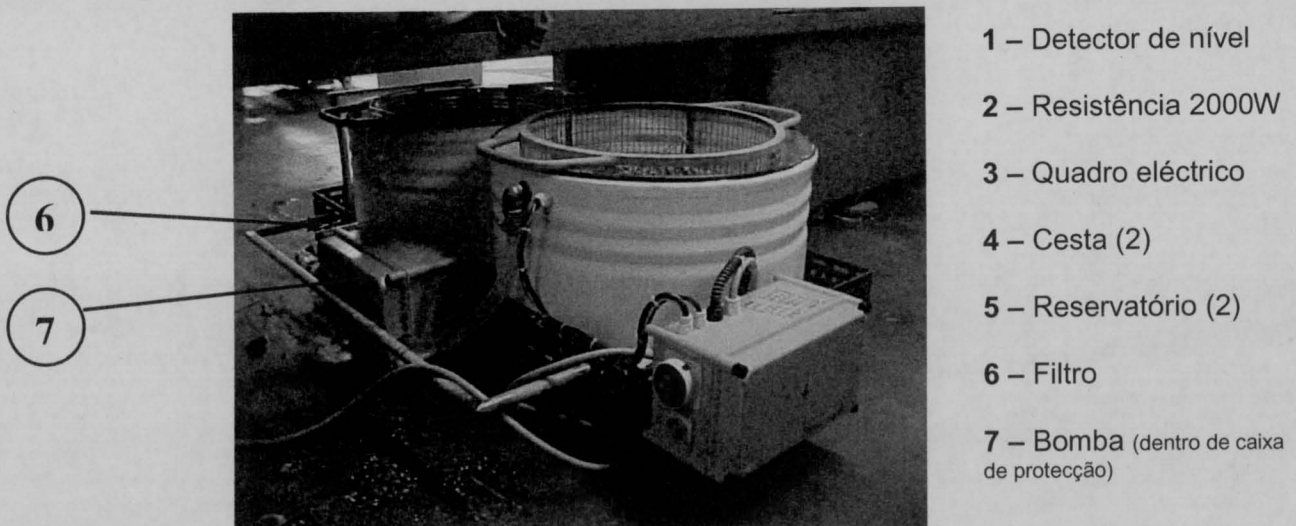


Figura 41 – Vista global do conjunto de estabilização debaixo da máquina de injeção

Descrição e funcionamento do conjunto:

O objectivo do sistema é ter sempre água a 60°C nos dois reservatórios. Para cumprir este objectivo usou-se:

- Dois reservatórios com duas cestas para acomodarem as peças;
- Uma mangueira de ligação directa dos dois reservatórios (junto ao fundo dos reservatórios);
- Uma bomba de máquina de lavar Philco para bombear a água de um reservatório para o outro. A ligação foi feita junto ao fundo do reservatório jusante da bomba e junto ao topo no reservatório a montante da bomba de forma a evitar a cavitação da bomba;
- Um temporizador para a bombear funcionar durante 30s e de seguida parar 2 minutos;
- Um filtro colocado na mangueira a jusante da bomba;
- Uma resistência de 2000W de potência para aquecer a água;
- Um detector de nível para a resistência apenas funcionar quando imersa em água;
- Um controlador de temperatura para manter a temperatura da água perto dos 60°C.

O conjunto esteve durante alguns dias em teste para aprovação. Após o conjunto estar aprovado passou-se à fase de oficialização e descrição do funcionamento. Para isto foi elaborada a instrução de trabalho apresentada na página seguinte.

O sistema continua a funcionar e a vedar totalmente, apesar dos reservatórios serem redondos. De principio havia a dúvida da bomba durar ou não muito tempo devido à água circular a 60°C e funcionar durante vários dias seguidos num ciclo de 30s ligada e 2 minutos desligada. Após 2 meses do início de funcionamento ainda está operacional.

O único problema previsível é a degradação dos reservatórios, uma vez que são aproveitados de bidões de óleo e pintados com tinta resistente à temperatura. Passados estes 2 meses começa-se a ver a tinta a sair e prevê-se que os reservatórios comecem a oxidar. Por isso será necessário no futuro construir estes 2 reservatórios em aço inoxidável.



GE Power Controls Portugal

“Uma Equipa Comprometida com o Sucesso do Cliente”

OM 001/1

AB 70015-47.0-PA6 PÁG. 1/1	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	
	Departamento:	PLÁSTICOS-INJEÇÃO-TERMOPLÁSTICO
Peça/Produto: AB 70015 - MÁQUINA PH 47		Referência:
OP. Nº :		Designação: Estabilização das peças em PA6 (molde AB 70015)
EHS: Uso obrigatório de: - Óculos e Calçado de Protecção		

Estabilização das peças em PA6 do molde AB 70015

- 1 - Deixar encher a primeira cesta de rede durante 30 minutos.
- 2 – Após esse tempo, trocar a posição do carro para às peças caírem na segunda cesta de rede.
- 3 - Passados 30 minutos esvaziar as peças da primeira cesta para um recipiente seco, os gitos vão para uma outra cesta.
- 4 – De seguida colocar a cesta no sítio e trocar o carro de posição para encher a outra cesta.

Nota: Este procedimento é repetitivo de 30 em 30 minutos.



OM	PL	EP	Q	EHS	Data: 30-03-2004
----	----	----	---	-----	------------------

5. Redução de tempos de Setup

No tempo de produção de uma peça, uma grande parte desse tempo é devido a tempos de setup. Essa contribuição é repartida igualmente por cada peça da série.

$$t = t_{\text{ciclo}} + \frac{\max(t_{\text{mm}} + t_{\text{pe}}) + t_{\text{ae}}}{n}$$

t – tempo de produção por peça
 n – quantidade de peças produzidas
 t_{ciclo} – tempo de ciclo
 t_{mm} – tempo de mudança de molde
 t_{pe} – tempo de pré-estufagem do material
 t_{ae} – tempo de arranque e estabilização das peças

O rendimento da produção de peças por injeção é inversamente proporcional ao tempo de produção por peça, ou seja, quanto menor for o tempo de produção por peça, maior é o rendimento da produção. O pretendido é claramente obter tempos de produção mais reduzidos possíveis.

Analisando a formula anterior conclui-se que existem duas formas de diminuir o tempo de produção de uma determinada peça. Uma é diminuir o tempo de setup, que é igual à soma do Max(tempo de mudança de molde, tempo de pré-estufagem) e o tempo de arranque e estabilização das peças. A outra forma é aumentar o número de peças produzidas por série.

Desta forma se produzirmos 2 kanbans seguidos em vez de um kanban, o n (quantidade de peças) é correspondente a 2 kanbans, mas o tempo de setup é correspondente a 1 kanban.

Para além de obtermos estes aumentos de rentabilidade se produzirmos 2 kanbans seguidos também temos os seguintes benefícios:

- Menos desperdício de material (menos um arranque da máquina)
- Vida superior da placa de aperto da máquina
- Operador livre, porque não tem de mudar de molde

Factor: Número de peças produzidas.

Tabela 16 – Comparação de rendimento entre a produção seguida de 1 ou 2 kanbans

Referência	Material	Cav.	Cav. F.	Qt. / Kanban	t _{ciclo} (s)	t _{mm} (min)	t _{pe} (min)	t _{ae} (min)	t (s) (1Kb)	t (s) (2Kb)	Diferença (s/peça)	Aumento de η (%)
4301901013	Valox 4530 NAT	2	0	7590	19,78	15	15	10	19,98	19,88	0,10	0,49
4301901023	Valox 4530 NAT	2	0	7590	23,36	15	15	10	23,56	23,46	0,10	0,42
4301901033	Valox 4530 NAT	2	0	7500	23,36	15	15	10	23,56	23,46	0,10	0,42
4301901043	Valox 4530 NAT	2	0	7500	27,53	15	15	10	27,73	27,63	0,10	0,36
4301901076	Gelon AFR 5060B1	4	0	7500	27,6	15	30	10	27,92	27,76	0,16	0,57
4301901086	Stanyl 9010	4	0	15000	12,8	15	30	10	12,96	12,88	0,08	0,62
4301901093	Latamid 6H2	2	0	7500	14,5	15	15	10	14,70	14,60	0,10	0,68
4301901100	Ultem 1000	4	0	7500	16	15	240	10	18,00	17,00	1,00	5,56
4301901110	Valox 451 E PT	4	0	7500	9,67	15	15	10	9,87	9,77	0,10	1,01
4301901120	Ultem 1000	4	0	7500	12,3	15	240	10	14,30	13,30	1,00	6,99
4301901130	Valox 451 E PT	4	0	7500	13,3	15	15	10	13,50	13,40	0,10	0,74
4301901140	Valox 451 E PT	4	0	7500	16	15	15	10	16,20	16,10	0,10	0,62
4301901150	Valox 451 E PT	4	0	7500	13,1	15	15	10	13,30	13,20	0,10	0,75
4301901160	Valox 451 E PT	8	0	7500	10,8	15	15	10	11,00	10,90	0,10	0,91
4301901170	Lexan Nat	4	0	15000	13,9	15	120	10	14,42	14,16	0,26	1,80
4301901190	PA6	8	0	15000	18,5	15	15	10	18,60	18,55	0,05	0,27
4301901210	Ultem 1000	4	1	15000	18,9	15	240	10	19,90	19,40	0,50	2,51
4301901220	Valox 451 E PT	4	0	7500	9,1	15	15	10	9,30	9,20	0,10	1,08
4301901234	Ryton R7	2	0	7500	15	15	180	10	16,52	15,76	0,76	4,60
4301901246	Gelon AFR 5060B1	2	0	7500	12,3	15	15	10	12,50	12,40	0,10	0,80
4301901250	Lexan Nat	8	0	30000	13,4	15	120	10	13,66	13,53	0,13	0,95
4301901340	Valox 451 E PT	4	0	7500	10,5	15	15	10	10,70	10,60	0,10	0,93
4301901350	Valox 451 E PT	4	0	15000	9	15	15	10	9,10	9,05	0,05	0,55
4301901880	Ultem 1000	4	0	7500	15	15	180	10	16,52	15,76	0,76	4,60
4301902023	Valox 4530 NAT	2	0	7590	23	15	15	10	23,20	23,10	0,10	0,43
4301902076	Stanyl 9010	2	0	7560	30	15	30	10	30,32	30,16	0,16	0,52
4301902086	Stanyl 9010	2	0	7500	12,4	15	30	10	12,72	12,56	0,16	1,26
4301902093	Latamid 6H2	2	0	7500	17	15	15	10	17,20	17,10	0,10	0,58
4301902180	Ryton R10	2	0	7500	18	15	180	10	19,52	18,76	0,76	3,89
4301902190	Lexan Nat.	2	0	7500	11,05	15	120	10	12,09	11,57	0,52	4,30
4301902215	PA 6 Akulon	2	0	7500								
4301902230	Lexan Nat.	2	0	7500	22,8	15	120	10	23,84	23,32	0,52	2,18

O tempo de mudança de molde entra no somatório dos tempos de setup. Como é lógico, quando se está a mudar de molde não se está a produzir peças nessa máquina. Por isso é necessário reduzir ao máximo o tempo de mudança de molde é para isso necessário normalizar alguns elementos nos moldes.

Analisando um projecto anterior e dando-lhe seguimento, chegou-se aos seguintes elementos **normalizados**:

- **Olhal M16**

Decidiu-se normalizar a rosca do olhal para 16mm, porque os moldes existentes na empresa são relativamente pequenos e leves e com esta dimensão é possível elevar e transportar esses moldes com segurança. Muitos moldes podiam ser elevados com um olhal M12, mas a diferença de preço não compensa a existência de 2 medidas.

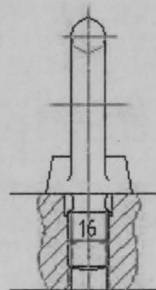


Figura 42 – Vista lateral de um olhal M16 roscado numa placa

- **Placas de aperto com 27mm de espessura (lado móvel e fixo)**

Este valor foi adoptado por ser o valor mais comum nos moldes existentes.

- **Extracção com rosca M16 e colocada à cota zero**

- **Furo na placa de aperto do lado móvel com 32mm de diâmetro**

Este furo tem de ter este diâmetro, porque a haste extractora tem 30mm de diâmetro.

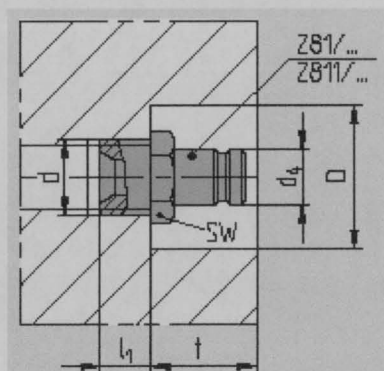
- **Anel de centragem com 110mm de diâmetro para os moldes das máquinas PH 38 e PH26**

- **Anel de centragem com 125mm de diâmetro para os moldes das restantes máquinas**

- **Raio de curvatura do gito igual ou superior a 16mm**

Se os moldes tiverem sempre o raio de curvatura do gito igual ou maior que 16mm, o raio do bico da máquina de injeção pode ser sempre o mesmo, desde que seja inferior a 16mm. Deixa de ser necessário trocar de bico da máquina.

- Engates rápidos Hasco Z811/9/R1/4



t	l ₁	D	SW	d ₄	d	Nr. / No.
18						
	9	22	15		G 1/4 A	9/R 1/4

Figura 43 – Engate rápido Hasco Z811/9/R1/4

A normalização dos engates rápidos usados nos moldes apenas é possível, porque os moldes são parecidos em termos de necessidade de transferência de calor. Para casos de moldes para peças de grande massa será necessário ter canais de refrigeração com diâmetro superior. Se todos os moldes possuírem engates iguais, apenas é necessário um tipo de mangueiras, nas máquinas de injeção, diminuindo o tempo de setup.

5.1 Ligação automática das máquinas de injeção

O sector de plásticos normalmente trabalha durante 15 turnos de 8 horas , ou seja, 5 dias completos. A paragem é feita entre as 8 horas de sábado e as 8 horas de segunda. Quando é feita a paragem das máquinas é purgado o material do fuso da máquina para que não solidifique lá dentro. Assim a máquina está pronta a arrancar na segunda-feira.

Quando uma máquina de injeção está parada, necessita de tempo para a execução de várias operações até que comece a produção de peças boas. Essas operações e tempos são apresentados na seguinte tabela.

Tabela 17 – Lista de operações realizadas no arranque de uma máquina de injeção

Componente	Operação	Duração
Estufas gerais	Pré-estufar o material	Depende do material (até 240 min)
Termorregulador	Aquecimento do molde	Aproximadamente 30 min
Bomba Hidráulica	Pré-aquecimento do óleo da máquina	Aproximadamente 30 min
Resistências	Aquecimento das resistências de aquecimento do cilindro	Aproximadamente 30 min

Pensou-se em duas formas de otimizar a ligação. A primeira manual, onde uma pessoa era encarregue de ligar estes componentes 2 horas mais cedo. A segunda opção era instalar interruptores horários de forma a fazer a ligação automática.

Desde logo foi posta de parte a opção de alguém entrar mais cedo 2 horas, porque é proibida a permanência de apenas uma pessoa na secção por motivos de segurança, o que fazia com que tivessem de entrar 2 pessoas mais cedo 2 horas. Era uma opção com custos elevados e contínuos.

Uma vez decidida a ligação através de interruptores horários, era necessário saber quantos interruptores e de quantos canais eram precisos.

Tabela 18 – Tipo e quantidade de interruptores horários necessários para automatizar a ligação

Componente	Tipo de interruptor	Quantidade Total
Bomba Hidráulica Aquecimento do fuso	Interruptor horário de 2 canais	8
Termorregulador	Interruptor horário de 1 canal	8
Estufas gerais	Interruptor horário de 1 canal	2

Assim decidiu-se encomendar 10 interruptores horários de 1 canal e 8 de 2 canais com as respectivas referências: Galax 666189 e Galax 666191.

Depois de comprados e instalados, a fase seguinte foi definir a programação dos interruptores. Uma vez que existem picos de corrente sempre que se liga um mecanismo eléctrico fez-se um planeamento horário sequencial. Em vez de ser feita a ligação simultânea das máquinas, optou-se por liga-las de minuto a minuto. Procedeu-se de igual forma para os outros elementos, resultando a seguinte tabela de planeamento das células de injeção.



Figura 44 – Interruptor horário de 1 canal

Horário da ligação automática das células de injeção

Tabela 19 – Planeamento da ligação das células de injeção

Máquina	PH47	PH40	PH29	PH26
Aquecimento do fuso	7	7:01	7:02	7:03
Bomba Hidráulica	7:10	7:11	7:12	7:13
Termorregulador	7:20	7:21	7:22	7:23
Estufa	5:30			

PH38	PH33	PH32	PH31
7:04	7:05	7:06	7:07
7:14	7:15	7:16	7:17
7:24	7:25	7:26	7:27
6			

Depois de instalados os interruptores horários pela manutenção, procedeu-se à comunicação do funcionamento ao sector dos plásticos, que por sua vez, fez uma circular interna para informar os operadores das máquinas de injeção. A descrição de funcionamento encontra-se no anexo 4.

Nota: A bomba hidráulica de cada máquina de injeção vai funcionar sem pessoas na empresa durante quase uma hora por semana. Pode acontecer uma mangueira de óleo nessa altura. Se for necessário eliminar o risco de haver fuga de óleo, deverá instalar-se um pressostato no circuito hidráulico que apenas o permita funcionar se detectar uma determinada pressão.

Projecto de Produtividade

DADOS

Custo de interruptor horário 1 via	41,30	€
Custo de interruptor horário 2 vias	49,05	€
Nº i.h. de 1 via	10	
Nº i.h. de 2 vias	8	
Tempo de instalação de cada i.h.	45	min
Energia elect. extra (ligar mais cedo)	10	€/semana
Nº de máquinas	8	
Nº horas extra por máq por semana	2	h/(semana*máq)
Custo hora-máquina	8,3576	€/h

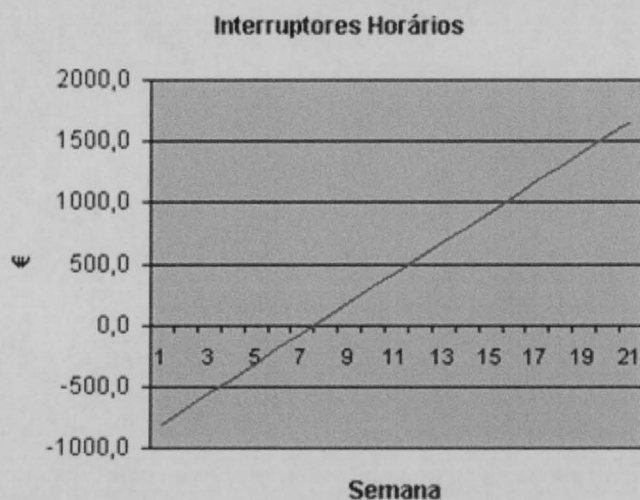
CÁLCULO

Custo total dos interruptores horários	805,36	€
Tempo total de instalação	13,5	h
Custo total de instalação (s/ mão de obra)	0	€
Custo total de instalação (c/ mão de obra)	67,5	€
Nº horas semanais extra	16	h/semana
Produção extra por semana	133,7	€/semana

Tabela 20 – Balanço do projecto de produtividade da ligação automática das máquinas de injeção

Semana	Balanço €
0	-805,4
1	-681,6
2	-557,9
3	-434,2
4	-310,5
5	-186,8
6	-63,0
7	60,7
8	184,4
9	308,1
10	431,9
11	555,6
12	679,3
13	803,0
14	926,7
15	1050,5
16	1174,2
17	1297,9
18	1421,6
19	1545,4
20	1669,1
52	5628,2
104	12061,7

RESULTADOS



O custo dos interruptores é 50% do valor de mercado, porque é um produto da GE (interno).

No cálculo não foi introduzido o custo da mão-de-obra de instalação, uma vez que foi um funcionário a instalar. Se entrasse era como um custo fixo inicial de 67,5€.

Por semana é gasto aproximadamente 10€ a mais devido às máquinas, às estufas e aos termorreguladores ligarem mais cedo.

Analisando os resultados, comprova-se que ao fim de 7 semanas é amortizado o investimento feito e que a partir existe lucro de 123,7€ por semana.

5.2 Estufagem da matéria-prima fora da máquina de injeção

A operação de estufar o material consiste em elevar o material a uma determinada temperatura de forma a retirar a humidade existente.

Sabendo que o tempo de setup tem um peso bastante grande no tempo de produção total, estudou-se uma forma de diminuir o tempo de estufagem do material. Este tempo de estufagem chega a ser de 4 horas para certos materiais, como é o caso do Ultem 1000.

A mudança de molde pode durar no máximo meia hora. Quando se muda o molde, por vezes é necessário mudar o material, uma vez que as peças são de materiais diferentes. Ao mudar o material é necessário retirar o material antigo do fuso e estufar o material para a próxima peça. Esta operação só é necessária fazer se o saco de material já esteja aberto e pode ser feita na própria estufa da máquina de injeção. A solução encontrada de forma a diminuir o tempo de setup foi fazer a estufagem numa mufla com o auxílio de um tabuleiro da mufla que foi forrado com rede inoxidável com furos de diâmetro inferior ao granulado do material.

Desta forma obtemos:

Mudança de molde: 30 minutos

Estufagem de Ultem1000: 240 minutos

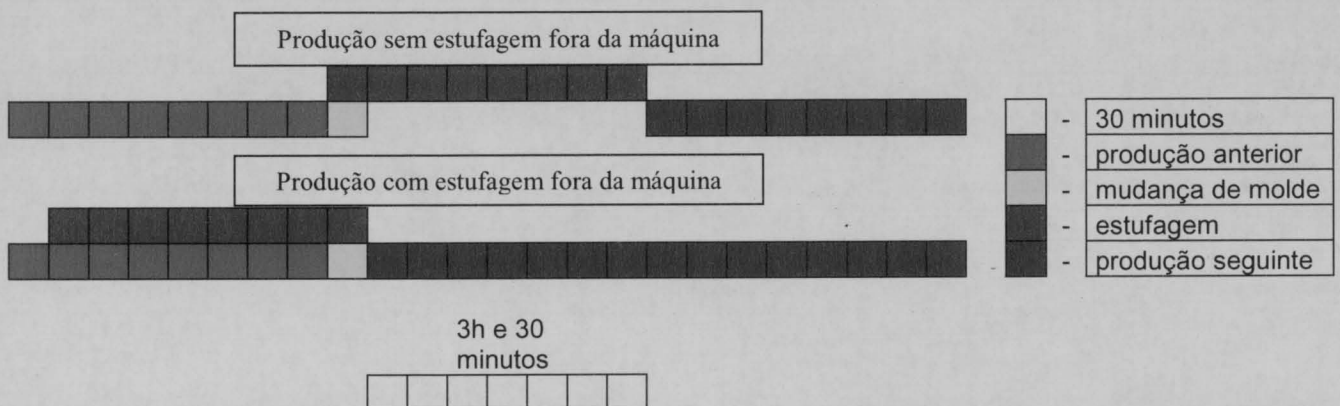


Figura 45 – Demonstração da vantagem de estufar a matéria-prima fora da máquina de injeção

Esta operação incrementa bastante a produtividade do processo. O principal problema nesta operação é o possível não cumprimento por parte dos operadores.



Figura 46 – Prateleira da mufla forrada com rede inoxidável

5.3 Boletins de optimização

Os boletins de optimização foram criados para introduzir mudanças na forma de trabalhar e de pensar dos operadores da secção de injeção. São constituídos por informações simples e práticas que optimizam a produção.



GE Power Controls Portugal

"Uma Equipa Comprometida com o Sucesso do Cliente"

Boletim de Optimização

Instruções para a produção de kanbans de uma peça em contentores, colocados numa paleta.

Retirar uma coluna de contentores vazios da paleta do kanban.
Colocar esses contentores ao lado da máquina de injeção até estarem cheios.
Voltar a colocar a coluna na paleta no sítio onde foi tirada.
Proceder de igual forma para as restantes colunas de contentores.



Resultad uas paletes.

Eliminamos a existência de duas meias paletes.

Boletim nº1 Data: 30-04-2004

6. Mudança de material

Os defeitos mais comuns dos módulos, do disjuntor diferencial são as rebarbas. O material usado é o Valox 4530 NAT (Poliestireno). Este material é muito fluido à temperatura de injeção, o que provoca facilmente o aparecimento de rebarbas entre os postigos e a moldação.

A substituição de material foi uma solução apontada para minimizar a ocorrência destes defeitos. O material pretendido tem de ter as mesmas características mecânicas, tem de ser auto-extinguível e tem de ter um menor índice de fluidez que o material usado.

Após uma análise dos materiais usados nas restantes peças, chegou-se à conclusão que o material que reunia estas características é o PA 6.6 V0 com 30% de fibras de vidro (poliamida). A designação V0 é referente à auto-extinguibilidade (UL94 – Teste de flamibilidade).

Visto ser necessária a aprovação do material por parte da tecnologia de Espanha, procedeu-se à produção de uma pequena série de todas as peças com o material proposto. Decidiu-se que era necessário e suficiente produzir 10 disjuntores bipolares para aprovação. Os disjuntores tetrapolares ficam automaticamente aprovados, caso os disjuntores bipolares sejam aprovados.

Outra das vantagens em usar esta poliamida é o preço ser ligeiramente inferior ao preço do material usado.

Até à data foram injectadas as peças no novo material, sendo a próxima etapa a introdução dos veios onde na linha de montagem irão acoplar as restantes peças. As

peças injectadas em poliamida estão com os furos dos veios dentro das tolerâncias e possuem boa resistência mecânica.

A aprovação está em curso e por isso não é possível elaborar uma conclusão final.

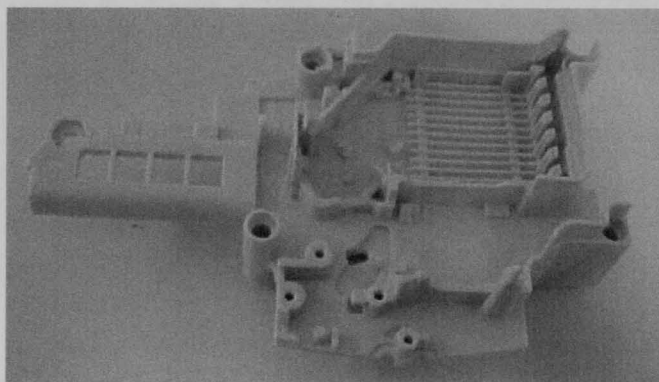


Figura 47 – Peça 4301901023 injectada em PA 6.6 V0 com 30%F V

7. Propostas para Futuros Projectos

Neste capítulo são apresentadas propostas para futuros projectos e são apresentados projectos que foram iniciados, mas não foram mencionados no decorrer do relatório devido a estarem em fase embrionária.

7.1 Base de dados nos plásticos

Actualmente existe uma base de dados onde são registrados os pedidos de trabalho. Sempre que existe um problema num molde ou numa máquina é feito um pedido de trabalho por e-mail, que entra directamente numa base de dados.

O projecto que proponho é a execução na base de dados de um formulário correspondente à folha de produção. Através desse formulário, deverá ser introduzido turno a turno a produção das máquinas com os respectivos moldes, permitindo quantificar o número de peças produzidas entre avarias de um molde. Assim poderá ser feito um plano de manutenção preventiva mais eficaz para os moldes.

A base de dados deverá possuir uma tabela com todos os elementos de cada molde e cada peça, de modo a poderem ser trabalhados e alterados. O rendimento das máquinas será calculado automaticamente e os valores da produção deverão ser introduzidos directamente num computador. As fichas de produção deixarão de existir, passando a ser tudo introduzido num computador, colocado perto das máquinas, pelos próprios operadores. A anotadora da secção dos plásticos deixa de ter a tarefa diária, de introduzir os valores das fichas de produção no computador.

7.2 Alteração do modelo das IT's dos plásticos

Durante a produção de uma peça plástica numa máquina de injectar é obrigatório estar afixada a IT (instrução de trabalho) referente à injeção dessa peça nessa máquina e é obrigatório seguir os parâmetros de injeção descritos nessa IT. O projecto que proponho é a uniformização das IT's, uma vez que existem 2 modelos de IT's diferentes para o processo de injeção. Estes dois modelos não têm razão de existir. Ambos têm vantagens e desvantagens.

O projecto consistirá em recolher vantagens dos dois modelos e formar um único modelo de IT's, com a estrutura mais adequada de forma a facilitar a visualização dos parâmetros mais importantes.

7.3 Alteração das folhas de Especificação de Moldes

As folhas de especificação de moldes têm bastantes anos na empresa e não acompanharam as normalizações que têm vindo a serem implementadas na empresa. Perante esta situação, um projecto útil e fácil de realizar, consiste em acrescentar nas folhas de especificação de moldes de injeção, as normalizações descritas no capítulo 5 deste relatório.

7.4 Supermercado de metais

Um projecto iniciado foi o melhoramento do supermercado de metais. Este projecto não está directamente ligado ao processo de injeção, mas como se insere na política de gestão por kanbans foi iniciado por mim. Foram elaboradas novas etiquetas para a estante das fitas metálicas, onde é visível o valor e o número de kanbans de cada fita.

O dimensionamento dos kanbans das fitas foi realizado tendo em conta o consumo semanal, o prazo de entrega do fornecedor e do lote mínimo fornecido em cada encomenda. O objectivo é ter sempre disponível a quantidade mínima necessária.

A informação trabalhada encontra-se no CD pertencente a este relatório, de forma a ser possível dar-lhe continuidade.



Figura 48 – Nova etiqueta do supermercado de metais

8. Conclusão

O projecto de fim de curso teve a duração de 3 meses, nos quais foram realizados vários projectos. Estes abordaram desde a gestão da produção até à eliminação de problemas e melhoramento na injeção de peças termoplásticas.

Por ordem temporal, o primeiro projecto a ser realizado foi a construção do conjunto de estabilização de peças em PA 6. Este conjunto desempenha perfeitamente a função para a qual foi projectado e apenas é necessário ter em atenção a oxidação.

O projecto de gestão por kanbans da série 90 foi concluído e está a funcionar com normalidade. Nesta série eliminou-se totalmente a utilização de caixotes de cartão para transporte de peças, eliminando os respectivos custos. O projecto de gestão por kanbans da série "Sintra +" está em construção.

Foram elaboradas várias ferramentas informáticas que têm como função: determinar qual o rendimento de cada máquina de injeção, determinar qual a máquina de injeção é a mais adequada para determinado molde e planejar a produção de peças plásticas de uma forma simples através de mapas de Gant.

Relativamente à diminuição dos tempos de setup, o projecto com resultados mais imediatos é o da ligação automática das máquinas de injeção. Com este projecto são poupadas duas horas por semana em cada uma das 8 máquinas de injeção, num valor total de 125€ por semana.

Com o objectivo de diminuir os tempos de setup procedeu-se à normalização de alguns elementos dos moldes de injeção de plásticos. Os proveitos monetários não são fáceis de quantificar para esta operação, mas certamente são bastante elevados.

Em relação a moldes, foram realizadas alterações no molde AB90202 com total sucesso. Numa primeira fase a taxa de rejeição de peças era cerca de 40%. Após a introdução de um postigo em aço poroso e a realização de saídas de desgasificação, a taxa de rejeição baixou para perto dos 10%. A alteração à configuração da peça foi decisiva e praticamente eliminou a produção de peças defeituosas (inferior a 0,5%).

Foram feitas alterações no molde B561 e nos parâmetros de injeção relativos ao molde 068031186005 eliminando as dimensões fora de tolerância que as peças possuíam.

No âmbito de aumentar a produtividade da produção de peças plásticas, foi proposto a construção de um novo molde para substituir o AB90123. Esta substituição foi aprovada e trará um ganho de cerca de 30 mil euros ao fim de dois anos. Foi também proposta a construção de um molde de 8 cavidade para substituir o molde AB90124 (2 cavidades). Esta substituição espera aprovação e trará um ganho de cerca 13 mil euros ao fim de dois anos.

Além de todos os resultados numéricos serem positivos, este projecto foi bastante valioso como experiência pessoal, académica e profissional. Este projecto permitiu o primeiro contacto com o mundo do trabalho e tudo correu bastante bem.

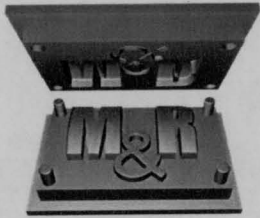
9. Bibliografia

- www.hasco.de
- Morais, Simões – Desenho Técnico Básico
- www.geocities.com/TimesSquare/1848/japan21.html
- <http://www.cev.pt/servicos/Ginformacao/jit.htm>



10. Anexos

Anexo 1



MIGUEL & RICARDO
LDA.

MOLDES DE INJEÇÃO, COMPRESSÃO E FERRAMENTAS

Sociedade por quotas – Capital Social 5000€ – Matriculada na Conservatória do Registo Comercial do Porto com o nº10549 Pessoa Colectiva 505477920

GE Power Controls

ATT: Victor Silva

Data: 2004/05/24

ORÇAMENTO NR. 240504

1 – Molde de 4 cavidades para a peça “transmissão térmica 2 pólos” com movimentos mecânicos para furo horizontal. Estrutura por vos fornecida com 296X196.

Preço: €4980 + Iva

Tempo para execução: 3 a 4 semanas após adjudicação.

Condições de pagamento: 25% na adjudicação; 25% na entrega;
50% após produção

Gratos pela Vossa consulta e sempre ao dispor para qualquer esclarecimento:

COM OS NOSSOS CUMPRIMENTOS

MIGUEL & RICARDO, LDA.
A Gerência,

Ricardo João Pinto Teixeira

Rua Heróis de Ultramar 3201
4415-247 Pedroso V.N.G.

Tlf: 227870403 Tlm: 938279196
Email: Mrmoldes@mail.telepac.pt

Anexo 2



GE Power Controls Portugal

"One Team Committed to Customer Success"

DT 056/0

ESPECIFICAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO

(Specification of injection molds)

DESIGNAÇÃO DA PEÇA:
(Part designation)

4301301234

ESPECIFICAÇÃO Nº
(Specification N°)

DESENHO Nº
(Drawing N°)

GENERALIDADES:
(Generalities)

Nº DE CAVIDADES
(# Cavities)

4

MOLDE DE
(Mold of)

2

PLACAS
(Plates)

INJEÇÃO
(Injection)

Á JUNTA:
(Parte line)

DIRECTA
(Edege)

☐

SUBMARINA
(Tunnel)

☒

BICO DE ALFINETE
(Pinpoint)

☐

CANAIS ISOLADOS:
(Insulated-runner)

☐

CANAIS AQUECIDOS:
(Hot-runner)

☐

MOVIMENTOS
(Sliders)

MECÂNICOS:
(Mechanical)

☒

HIDRAULICOS:
(Hydraulic)

☐

PNEUMÁTICOS:
(Pneumatic)

☐

OUTROS:
(Others)

☐

EXTRACÇÃO:
(Injection)

PLACA EXTRACTORA:
(Ejection plate)

Extractores
(Ejectores)

☒

TUBULARES
(Sleeve)

☐

ARO
(Ring)

☐

VALVULA DE AR:
(Air valve)

MECÂNICA
(Mechanical)

☐

AUTOMÁTICA
(Automatic)

☐

OUTROS:
(Others)

☐

REFIGERAÇÃO:
(Refrigerations)

LIQUIDA:
(Liquid)

CAVIDADE
(Cavity side)

☒

BUCHA
(Cavity mov. Side)

☒

MOVIMENTOS
(Sliders)

☐

RESISTENCIAS:
(Heater cartridge)

CAVIDADES

☐

BUCHA

(Cavity mov. Side)

☐

1/3



GE Power Controls Portugal

"One Team Committed to Customer Success"

DT 056/0

MATERIAIS/ ACABAMENTOS: (Vêr Esquema Anexo)
(Materials/ Finishing: See Scheme)

"ESTRUTURA STANDARD TIPO HASCO"

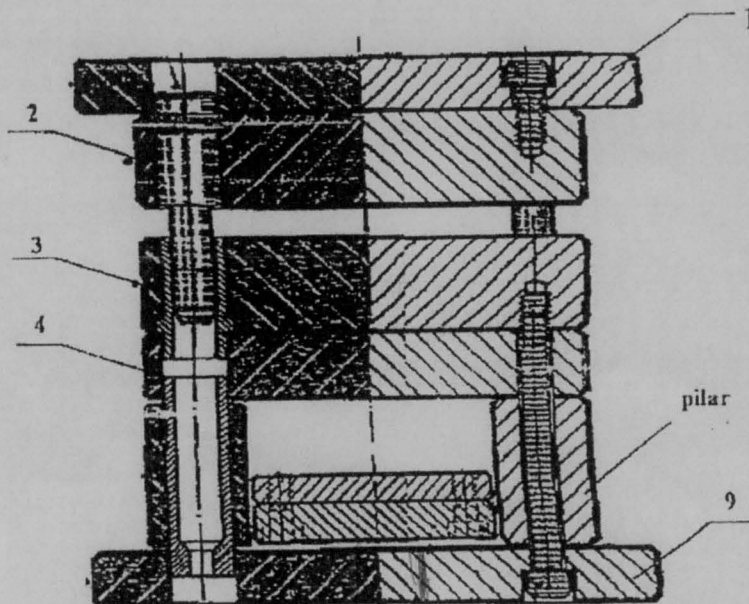
	PEÇA (PART) TIPO		MATERIAL (Material) STOFF-Nr	ACABAMENTO	DUREZA (hardness) HRC
ESTRUTURA: (Strutura)	PLACA 1 (Plate)		Aço 1730		
	PLACA 2 (Plate)		Aço 1730		
	PLACA 3 (Plate)		Aço 1730		
	PLACA 4 (Plate)		Aço 1730		
	PLACA 9 (Plate)		Aço 1730		
	CALÇOS (Risers)		Aço 1730		
CAVIDADE: (Cavity)	ELEMENTOS (Element)		Aço 2344		52
	POSTIÇOS (Inserts)		Aço 2344		52
BUCHA: (Cavity movable side)	ELEMENTOS (Element)				
	POSTIÇOS (Inserts)				
MOVIMENTOS: (Sliders)			Aço 2344	Nituração	
PLACA EXTRACT: (Ejection plate)		CK45	Aço 1730		
PLACA ISOL.: (Insulation plates)					
OUTROS: (Others)	Pino Moldante	HSS			62



GE Power Controls Portugal

"One Team Committed to Customer Success"

DT 056/0



DESENHO DO MOLDE FORNECIDO POR:

(Molde Drawing Supplied By:)

FABRICANTE DO MOLDE

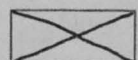
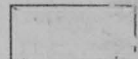
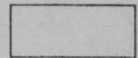
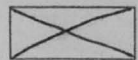
POWER CONTROLS

ACESSÓRIOS DO MOLDE (racords, acessórios, electricos, etc.) FORNECIDO POR:

(Molde Accessories Supplied By:)

FABRICANTE DO MOLDE

POWER CONTROLS



ELABORADO POR: João Triago Machado
(Made by)

Data: 4 / 06 / 2004

Ass.: João Triago Freitas Machado

3/3

Anexo 3



Interruptores horários analógicos - CLASSIC



Normas	EN 60730-1 EN 60730-2-7
Precisão nos modelos de Quartz	± 2.5 seg./dia
Consumo	1 VA
Cargas óhmicas	16A / 250V ~
indutivas (cos $\varphi = 0.6$)	4A / 250V ~
incandescência	1000-1350W
Capacidade de ligação	min. 1 x 0.5 mm ² máx. 1 x 6 mm ²

Programáveis diários

Emb.	Prog.	Tempo mínimo	Reserva	Canais (comut.)	Mód.	Ref.	Preço Unit.
1	1x24x2	30 min.	Não	1NA	1	666111	26.69
1	1x24x2	30 min.	Não	1INV	3	666112	30.20

Programável semanal

Emb.	Prog.	Tempo mínimo	Reserva	Canais (comut.)	Mód.	Ref.	Preço Unit.
1	7x24/3	3h	Não	1INV	3	666114	41.30

Programáveis diários-de Quartz

Emb.	Prog.	Tempo mínimo	Reserva	Canais (comut.)	Mód.	Ref.	Preço Unit.
1	1x24x2	30 min.	50h	1NA	1	666105	32.27
1	1x24x2	30 min.	150h	1INV	3	666104	50.33

Programáveis semanais de Quartz

Emb.	Prog.	Tempo mínimo	Reserva	Canais (comut.)	Mód.	Ref.	Preço Unit.
1	7x24/3	3h	150 h	1 INV	3	666109	60.66

Programável diário-diário

Emb.	Prog.	Tempo mínimo	Reserva	Canais (comut.)	Mód.	Ref.	Preço Unit.
1	1x24x2 +1x24x2	30/30min	150 h	2INV	6	666103	59.37

Programável diário-semanal

Emb.	Prog.	Tempo mínimo	Reserva	Canais (comut.)	Mód.	Ref.	Preço Unit.
1	1x24x2 +7x24/3	30min/3h	150 h	2INV	6	666108	82.08

Interruptores horários digitais - GALAX



Normas	EN 60730-1 EN 60730-2-7
Tensão de alimentação	220/240V ~ 50/60Hz
Cargas óhmicas	16A / 250V ~
indutivas (cos $\varphi = 0.6$)	2.5A / 250V ~
incandescência	1000W
Capacidade de ligação	min. 1 x 0.5 mm ² máx. 1 x 6 mm ²

Programável diário sincronizado com Quartz

Emb.	Prog.	Tempo mínimo	Reserva	Canais (comut.)	Mód.	Ref.	Preço Unit.
1	1x24x60	1min.	3 anos	1INV	2	666186	71.14

Programáveis diários/semanais sincronizado com Quartz

Emb.	Prog.	Tempo mínimo	Reserva	Canais (comut.)	Mód.	Ref.	Preço Unit.
1	7x24x60	1min.	150 h	1INV	1	666187	74.19
1	7x24x60	1min.	3 anos	1INV	2	666188	72.28
1	7x24x60	1min.	3 anos	2INV	2	666190	95.51
1	7x24x60	1s.	3 anos	1INV	2	666189	82.60
1	7x24x60	1s.	3 anos	2INV	2	666191	98.09
1	7x24x3600	1s.	6 anos	2INV	6	666192	206.50
1	7x24x3600	1s.	6 anos	4INV	6	666193	299.43

Programáveis diários / semanais / anuais sincronizado com Quartz

Emb.	Prog.	Tempo mínimo	Reserva	Canais (comut.)	Mód.	Ref.	Preço Unit.
1	365x24x3600	1s.	6 anos	2INV	6	666194	242.64
1	365x24x3600	1s.	6 anos	4INV	6	666195	343.83

Suportes para fixação mural dos aparelhos

Emb.	Prog.	Designação	Ref.	Preço Unit.
1		Kit para fixação mural de 1 mód. - SMS 1	666100	5.89
1		Kit para fixação mural de 3 mód. - SMS 3	666101	5.89
1		Kit para fixação mural de 6 mód. - SMS 6	666102	8.05

Anexo 4

Ligação Automática das Máquinas de Injecção (Segunda-feira)

Tarefas a Realizar no fim do último turno da semana

- Máquinas PH26 PH38 PH31 PH32 PH33 PH40 PH47

Desligar o motor
Desligar o aquecimento

- Máquina PH29

Mudar o selector do interruptor horário
Desligar o motor
Não desligar o selector de aquecimento

- Termorreguladores

(Montagem em curso)

- Estufas

Não desligar as estufas das máquinas
Desligar o ventilador das duas estufas gerais

Deixar o geral ligado

Tabela – Horário de ligação das células de injecção

Máquina	PH47	PH40	PH29	PH26
Aquec. do fuso	7	7:01	7:02	7:03
Bomba Hidráulica	7:10	7:11	7:12	7:13
Termorregulador	7:20	7:21	7:22	7:23
Estufa	5:30			

PH38	PH33	PH32	PH31
7:04	7:05	7:06	7:07
7:14	7:15	7:16	7:17
7:24	7:25	7:26	7:27
6			



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000088309