



FEUP

Desenvolvimento de um controlador para uma máquina de produção de plástico em chapa.

Fernando Manuel Gonçalves Santos - ee01136

Trabalho desenvolvido no âmbito do
Estágio de Final de Curso sob a orientação do Professor Doutor

Paulo José Lopes Machado Portugal

Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
2006

Ciência.Inovação
2010



621.3(047.3)/
LEEC
2006/SANf

- 1/60 -

43

Resumo

O presente documento pretende expor todo o trabalho desempenhado durante o presente semestre no projecto “Desenvolvimento de um controlador para uma máquina de produção de plástico em chapa..”. Tal como o nome indica, tinha por objectivo a criação de uma aplicação gráfica capaz de controlar e de supervisionar uma máquina de extrusão em chapa, reproduzindo gráficos ou até mesmo históricos.

O estágio desenrolou-se maioritariamente nas instalações da Neoplástica S.A., onde foi possível acompanhar de perto a máquina em questão. Esta empresa encontra-se na área dos plásticos rígidos, sendo o seu material base o PET (Politetrafluoreto de Etileno).

A máquina tem cerca de 12 anos, e tem vindo a receber alterações todos os anos, atingindo neste momento uma produção líquida de 400 (Kg/h), e espera-se através da introdução desta aplicação uma redução dos desperdícios, aumentando a sua produção líquida.

621.710.47.31/LEEC 2006 SANH

Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
Biblioteca
Nº 105210
CDU
Data 24 / 02 / 2010

Prefácio

A empresa Neoplástica S.A., situada em Refojos – Santo Tirso faz parte do grupo alemão Klöckner Pentaplast, tem já cerca de 47 anos de história. É líder do mercado europeu na área da plásticos rígidos para confecção.

Esta empresa para continuar na posição de destaque que possui, tem que evoluir no tempo, procurando uma melhoria contínua, e é neste sentido que a proposta para este estágio surgiu. Uma das linhas de produção existentes na fábrica não alcança os níveis de produtividade esperado, muito devido ao elevado tempo de “setup” que esta máquina apresenta. Este tempo pode ser reduzido no entanto, pela inclusão de uma aplicação de controlo e supervisão que torne o todo o processo de arranque da máquina automático.

Queria agradecer à Neoplástica S.A. e em especial o engenheiro técnico Leonel Matos, por me ter proposto este estágio, e facultado toda a documentação necessária para compreender o funcionamento da máquina.

Queria agradecer particularmente ao professor Paulo José Lopes Machado Portugal pelo acompanhamento durante todo o semestre e por todo o seu apoio nas minhas dúvidas e problemas, que sempre com disponibilidade me prestou auxílio.

Dedico este trabalho á minha família e particularmente à minha namorada, que mesmo nas horas mais difíceis nunca deixaram de me apoiar.

Fernando Santos - Julho 2006

Índice

Resumo.....	2
Prefácio.....	3
Lista de abreviaturas.....	7
1 - Introdução.....	8
1.1 - Transformação do PET.....	9
2 - Objectivos.....	13
2.1 - A Calandra.....	13
2.2 Solução já existente.....	14
3 - Arquitectura do Sistema.....	17
3.1 - Introdução.....	17
3.2 - Hardware.....	17
3.2.1 - Análise das soluções de Software existentes.....	18
3.3 - Software.....	20
3.4 - Condições de avaria.....	31
3.5 - Especificações técnicas.....	32
4 - Aplicação de Supervisão.....	34
4.1 - Introdução.....	34
4.2 - “Velocidades”.....	34
4.2.1 - Descrição.....	34
4.2.2 - Funcionamento.....	35
4.3 - “Alarmes” e “Histórico de alarmes”.....	37
4.3.1 - Descrição.....	37
4.3.2 - Funcionamento.....	39
4.4 - “Gráfico” e “Escolha de dados para gráfico”.....	40
4.4.1 - Descrição.....	40
4.4.2 - Funcionamento.....	41
4.5 - “Histórico” e “Escolha de dados para histórico”.....	43
4.5.1 - Descrição.....	43
4.5.2 - Funcionamento.....	44
4.6 - “Receitas” e “Cálculos de Produção”.....	46
4.6.1 - Descrição.....	46
4.6.2 - Funcionamento.....	47
4.7 - “Histórico de acções” e “Password”.....	48
4.7.1 - Descrição.....	48
4.7.2 - Funcionamento.....	49
5 - Ficheiros.....	50
5.1 - Históricos de Variáveis.....	50
5.2 - Históricos de Acções.....	53
5.3 - Históricos de Alarmes.....	55
5.4 - Configuração da Aplicação.....	56
5.7 - Configuração de Alarmes.....	57
6 - Problemas Encontrados.....	58
6.1 - Escrita em ficheiros.....	58
6.2 - Gráfico.....	58
6.3 - Listas de “Alarmes” e “Histórico de alarmes”.....	59
7 - Conclusões.....	60
Anexos.....	61

A - Componentes utilizados.....	61
Bibliografia.....	62

Índice de Figuras

Figura1: Produto final transformado.....	8
Figura 2: Matéria prima.....	8
Figura 3: Produto final (Bobine).....	8
Figura 4: Extrusora antiga.....	9
Figura 5: Esquema de uma extrusora.....	9
Figura 6: Bomba.....	9
Figura 7: Filtro.....	10
Figura 8: Cabeça.....	10
Figura9: Calandra.....	10
Figura 10: Scanner.....	11
Figura 11: Bobinador.....	11
Figura 12: Extrusora de balão.....	12
Figura 13: Laminagem.....	12
Figura14: Calandra e Extrusoras.....	13
Figura 15: Rampa Existente.....	14
Figura 16: Rampa Pretendida.....	14
Figura 17: Janela Principal (aplicação SML).....	15
Figura 18: Janela de Gráfico (aplicação SML).....	15
Figura 19: Janela de Alarmes (aplicação SML).....	15
Figura 20:Janela de Receitas (aplicação SML).....	16
Figura 21: Janela de Tabela de cálculo (aplicação SML).....	16
Figura 22: Representação gráfica do sistema 1.....	18
Figura 23: Representação gráfica do sistema 2.....	20
Figura 24: Representação da componente ADS OCX.....	21
Figura 25: Janela principal (protótipo).....	22
Figura 26: Janela "Alarmes" (protótipo).....	23
Figura 27: Janela "Histórico de Alarmes" (protótipo).....	24
Figura 28: Janela "Gráfico" (protótipo).....	25
Figura 29: Janela "Escolha de dados para o gráfico" (protótipo).....	26
Figura 30: Janela "Histórico" (protótipo).....	27
Figura 31: Janela "Escolha de dados para histórico" (protótipo).....	27
Figura 32: Janela "Receitas".....	28
Figura 33: Janela "Cálculos de Produção" (protótipo).....	29
Figura 34: Janela "Histórico de acções" (protótipo).....	30
Figura 35: Exemplo de transição de janelas.....	31
Figura 36: Página principal.....	34
Figura 37: Arranque da aplicação.....	36
Figura 38: Janela "Alarmes".....	37
Figura 39: Janela "Histórico de Alarmes".....	38
Figura 40: Janela "Gráfico".....	40
Figura 41: Janela "Escolha de dados para o gráfico".....	41
Figura 42: Representação da escrita no gráfico.....	42
Figura 43: Janela "Histórico".....	43
Figura 44: Janela "Escolha de dados para o Histórico".....	44
Figura 45: Representação do funcionamento do histórico.....	45
Figura 46: Janela "Receitas".....	46

Figura 47: Janela "Cálculos de Produção"	47
Figura 48: Janela "Password"	48
Figura 49: Janela "Histórico de Acções"	48
Figura 50: Fluxograma 1	51
Figura 51: Fluxograma 2	54

Índice de tabelas

Tabela 1: Tabela de vantagens e desvantagens.....	19
Tabela 2: Quadro de necessidades.....	32
Tabela 3: Tabela resumo.....	33
Tabela 4: Ficheiro de configuração do programa.....	56
Tabela 5: Excerto do ficheiro "variaveis.csv"	57
Tabela 6: Excerto do ficheiro "receitas.csv"	57
Tabela 7: Excerto do ficheiro "alarmesConfig.csv"	57

Lista de abreviaturas

TCP - "Transmission Control Protocol"
IP - "Internet Protocol"
API - "Application Programming Interface"
CSV - "Comma Separated Values"
DVI - "Digital Visual Interface"
USB - "Universal Serial Bus"
OPC - "Open Connectivity"
PLC - "Programmable Logic Controller"
PC - "Personal Computer"
PET - "Politetrafetalato de Etileno"
MS Excel – Microsoft Excel
MB – Megabyte
S.O. - Sistema Operativo
VB6 – Visual Basic 6
s – segundo
V - Volt
Kg – Kilograma
Kg/h – Kilograma por hora
m/s – Metro por segundo
 μm – Micrómetro
ms – milisegundo

1 - Introdução

A Neoplástica S.A. situa-se no mercado da transformação de plásticos, onde fabrica plásticos rígidos. Estes plásticos são utilizados para embalar produtos tais como pizzas congeladas, iogurtes, refrigerantes, diversos produtos de charcutaria. (Figura 1)



Figura 1: Produto final transformado

A matéria-prima que está na base desta indústria é o PET. (Figura 2)



Figura 2: Matéria prima

Após a transformação que sofre resulta numa chapa que é enrolada em mandris a que se dá o nome de bobines. (Figura 3)



Figura 3: Produto final (Bobine)

1.1 - Transformação do PET

O processo de transformação do *PET*, começa na sua secagem, pois para este material entrar na *Extrusora* tem que ter um índice de humidade inferior a 0,0050%. Neste sentido o material que se encontra num *Silo* sofre um processo de secagem onde é levado a temperaturas na ordem dos 150° para expulsar a humidade existente. Depois deste ciclo, o material entra numa *Extrusora* onde, por fricção é fundido e simultâneamente o material é empurrado para a frente devido à forma do fuso. (Figuras 4 e 5)



Figura 4: Extrusora antiga

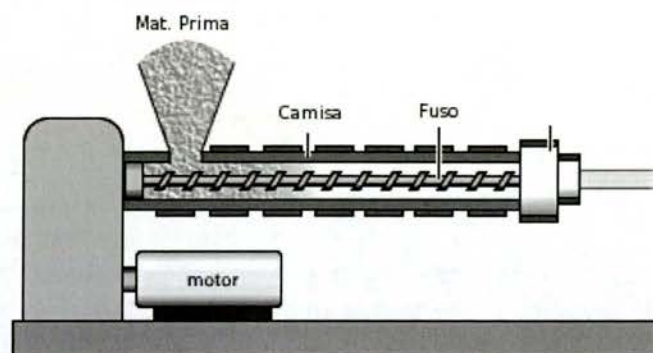


Figura 5: Esquema de uma extrusora

Para alimentar a cabeça que se encontra a jusante há a necessidade de manter um fluxo constante, e nesse sentido introduz-se uma bomba, que é accionada mecanicamente por um motor, garantindo o referido fluxo. (Figura 6)

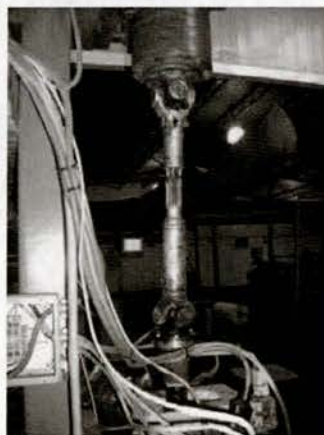


Figura 6: Bomba

Devido a algumas impurezas que o material possa transportar, torna-se necessário a inclusão de um filtro, de forma a retirar-las. (Figura 7)

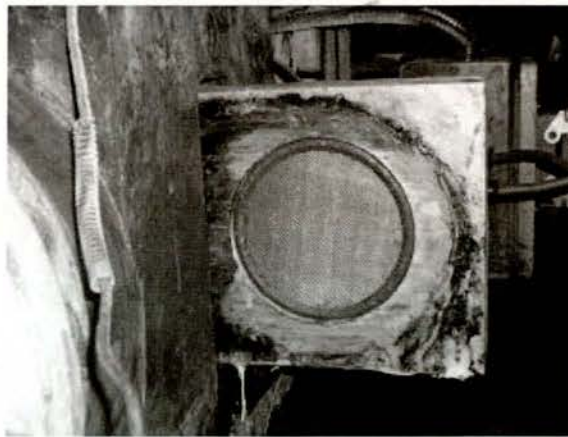


Figura 7: Filtro

Posteriormente o material entra numa cabeça que distribui o material criando um tipo de "lençol" a que se chama *Chapa*. Esta cabeça muitas vezes tem a capacidade de produzir uma chapa com mais de uma camada provenientes de outras *Extrusoras*. Este aparelho tem ainda a capacidade de regular a espessura da chapa com uma precisão de μm . (Figura 8)

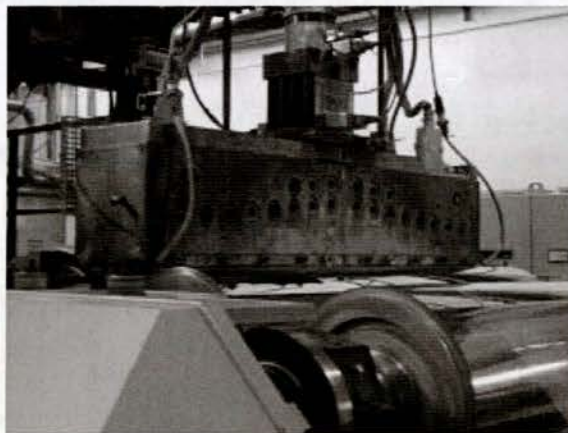


Figura 8: Cabeça

À saída da cabeça encontra-se um conjunto de rolos arrefecidos por um fluxo de água no seu interior, a chamada *Calandra*, que tem por objectivo o arrefecimento rápido da chapa e o esticamento da mesma. (Figura 9)



Figura9: Calandra

Para obter uma análise de espessura da chapa, utiliza-se um dispositivo radioactivo – *Scanner* - que percorre toda a largura da chapa a partir de uma plataforma móvel. (Figura 10)



Figura 10: Scanner

Esta linha de produção acaba com a bobinagem da chapa que é realizada numa máquina que enrola num mandril, fazendo, por fim, a bobine que é enviada ao cliente. A esta máquina dá-se o nome de bobinador. (Figura 11)



Figura 11: Bobinador

A Neoplástica S.A. possui ainda máquinas de extrusão em balão. Estas são máquinas em tudo idênticas às máquinas de extrusão plana, no entanto diferem no tipo de saída. Ou seja o tem o mesmo princípio de fusão do material, mas a cabeça é totalmente diferente. (figura 12)

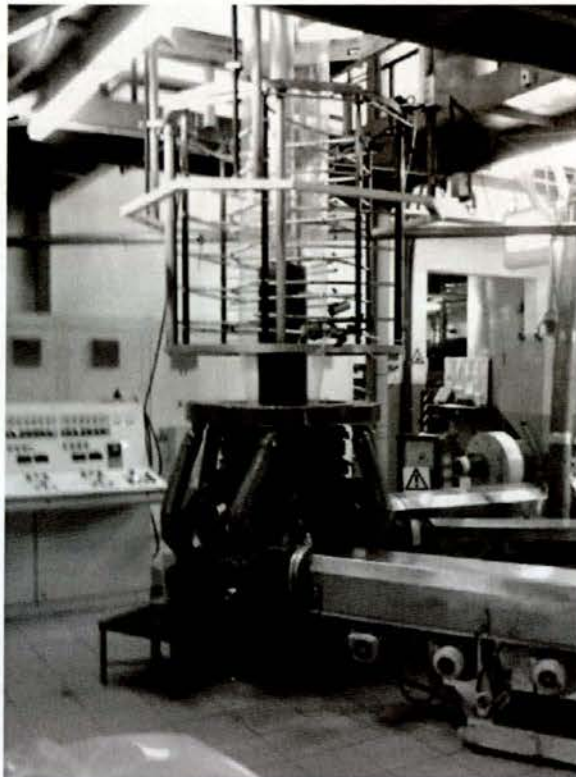


Figura 12: Extrusora de balão

Neste caso esta tem a particularidade de ser circular. Esta forma faz com que o material á saída da cabeça tenha a forma de uma *manga*. Este produto é utilizado para complementar o material que foi descrito em primeiro lugar, criando uma camada adicional que não pode ser introduzida durante o processo de extrusão plana, sendo posteriormente introduzida num processo de laminagem.

Esta camada tem normalmente propriedades muito específicas devido á sua proximidade aos alimentos.

A laminagem é um processo que tem por característica a colagem dos dois filmes. Esta colagem é realizada introduzindo um ingrediente (*Cola*), entre os dois filmes sendo estes pressionados de forma a obter a forma desejada. (Figura 13)



Figura 13: Laminagem

2 - Objectivos

O projecto de tema de estágio surgiu do facto da empresa Neoplástica S.A. ter a necessidade de melhorar um processo de uma máquina de extrusão plana. Esta alteração visa a automatização do controlo da velocidade de produção da máquina, assim como o desenvolvimento de uma interface gráfica capaz de exercer as devidas acções de controlo e de supervisão.

Este projecto interage directamente com dois blocos muito importantes neste processo fabril, a Calandra e as Extrusoras. Estes dois “blocos” estão intrinsecamente ligados, visto que não se pode aumentar a velocidade de produção de toda a linha se não se aumentar a velocidade destes dois blocos simultaneamente. Neste momento, a máquina não possui nenhum mecanismo para fazer esta acção automaticamente. É o operador que vai alterando alternadamente a velocidade de cada um dos dois blocos, recorrendo a patamares. O principal objectivo deste projecto é introduzido neste momento, que insere um controlador capaz de aumentar simultâneamente a velocidade destes dois blocos. Isto induz uma grande alteração na máquina traduzindo-se numa redução de desperdício, e numa maior facilidade de controlo.

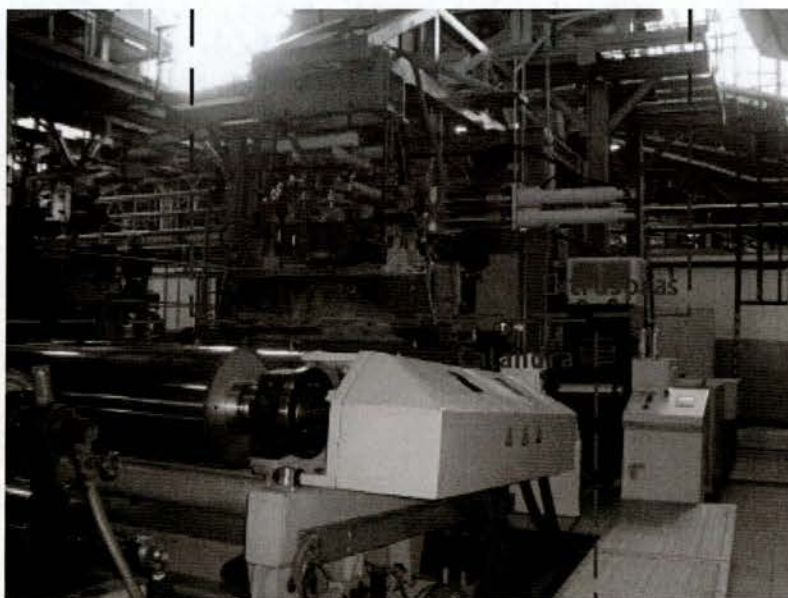


Figura14: Calandra e Extrusoras

2.1 - A Calandra

A calandra é um aparelho composto por quatro rolos, sendo dominante o rolo 2. Este dispositivo tem a capacidade de arrefecer com muita rapidez o material que sai a uma temperatura de 270 °C da Cabeça da máquina, comprimindo-o até á espessura pretendida.

A Calandra tem uma grande importância neste tipo de produção, pois a qualidade do material depende directamente de uma boa calandragem, uma vez que é este, o último processo de fabrico onde é possível alterar as propriedades do material. Para se obter bons resultados de calandragem, é imperativo que as velocidades dos rolos estejam bem relacionadas. O que nos remete para um dos problemas actuais nesta máquina. Neste momento a velocidade dos vários rolos estão relacionadas, ou seja, sempre que o rolo 2 muda de valor os outros rolos mudam na mesma proporção. A título de explicação pode-se mostrar o seguinte gráfico.

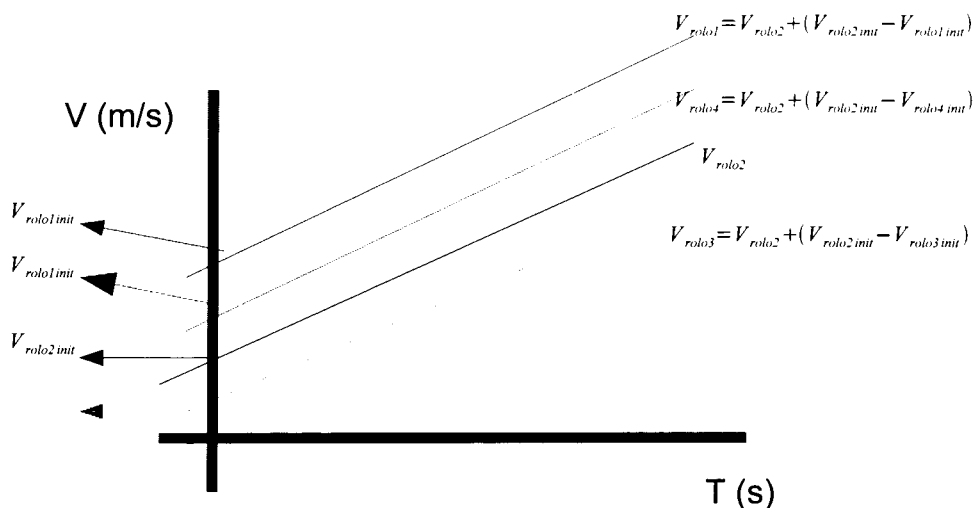


Figura 15: Rampa Existente

Esta não é de todo a solução ideal, comparativamente com outras linhas de produção que já tem implementado uma relação proporcional dos rolos 1, 3 e 4, a calandragem tem resultados bem melhores. A imagem que se segue exemplifica exactamente o que se pretende implementar:

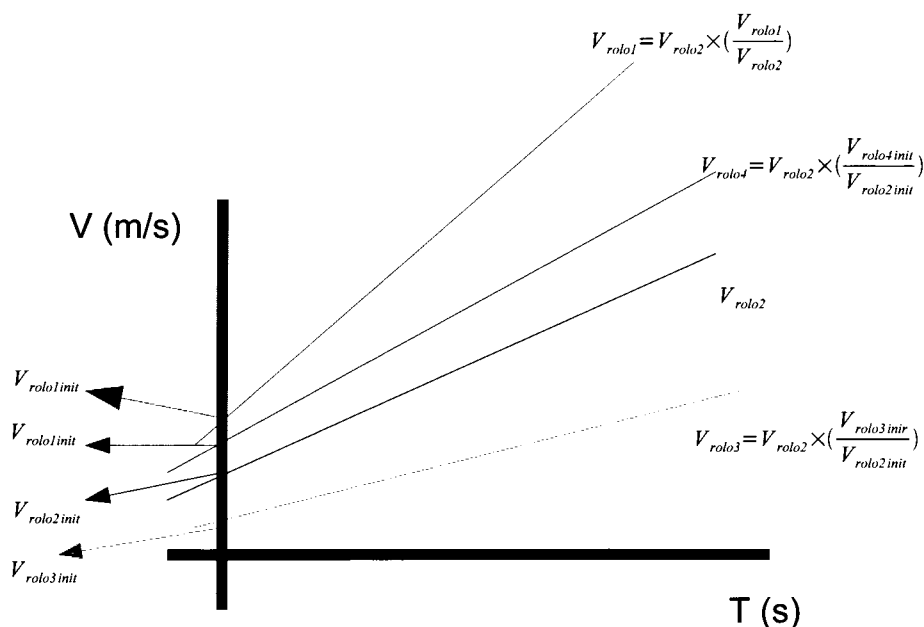


Figura 16: Rampa Pretendida

Estes rolos são accionados por quatro motores de indução, que por sua vez são comandados por variadores Siemens (SIMOVERT P). Este “micro-sistema” comporta-se de tal forma, que, caso algum dos motores esteja em posição para gerar energia, este injecta-a na rede realimentando os outros motores, reduzindo assim o consumo de energia.

Havia ainda um certo interesse em tornar toda a informação interna deste sistema acessível pela rede interna de computadores da empresa, tornando-se assim mais cómoda a transferência de ficheiros e informação do local de produção para a rede de gestão da fábrica.

2.2 Solução já existente

A base de desenvolvimento da aplicação foi um programa já existente na Neoplástica S.A.

THROUGHPUT		PUMP	C-RATE	p1	p2-CONTROL	p3	Tw	EXTR.	LOSS
☐ kg/h	set rpm	r/min	r/min	bar	set bar act	bar °C	°C	rpm %	%
A ☐	50.0	3.2	15.415	0	50 7	0	266	0	0
B ☐	40.0	20.2	1.975	0	40 0	0	229	0	0
THROUGHPUT		EXTR.	C-RATE	GRAVIMETRIC		p1			
☐ kg/h	set rpm	r/min	kg/h	mode	state	bar	°C	rpm %	%
C ☐	70.0 11	247.3	0.203	0.0	AUT 515.9	2	210	0	0
D ☐	50.0	151.9	0.329	0.0	AUT 515.9	0	199	0	0
☒ 210 kg/h									
R.P.C.E.R.		RATIO	TORQUE %		TEMP.				
☐ set	r/min	act	%	act	max	°C			
C ☐ 0	0.00	0.5	0	100	17				
C ☐ 1	0.00	-	0	100	12				
C ☐ 2	0.00	0.0	0	15	40				
H ☐ 1	0.00	0.7	0	16					
e n d		start		up/down liner					
FEED-RATE		16.50	2.00	r/min		+ ☐ 0.00 - ☐ STOP - ☐ 50			
10.0 ... 999.9									
S.A. TEMP. - TOL.									
USEN		CALCUL.		SPEED					
EXTENSION		TABLE		SETTING					

Esta é a janela principal do programa. Aqui são apresentadas quase todas as informações do sistema. Tem uma apresentação clara e concisa, e a possibilidade de controlar todo o sistema.

The screenshot displays a Honeywell 1500 computer terminal interface. At the top, the text "HONEYWELL 1500" is visible. The main display area is divided into two sections. The upper section contains a graph with a grid. The vertical axis (Y-axis) is labeled with pressure values in "kg/cm²": 0.0, 200.0, 400.0, 600.0, 800.0, and 1000.0. The horizontal axis (X-axis) shows time in minutes and seconds: 17:00:00, 17:06:00, 17:12:00, and 17:18:00. A vertical dashed line is positioned at 17:12:00. The graph shows two data series: a solid line that fluctuates between approximately 400 and 800 kg/cm², and a dashed line that remains relatively flat around 200 kg/cm². The lower section of the terminal displays a table with the following data:

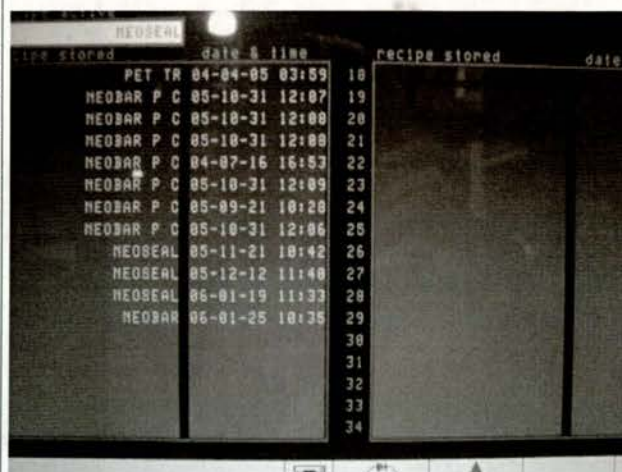
SHORT	LONGTEXT	CURSOR	IN min	IN max	NN min	NN max	UNIT
PRCT1	EX R-B: ACT. THROUGHPUT	17:00:45	053.1		0.0	1000.0	kg/h
AP-P1	EX R: FILTER PRESS. P1		100		0	200	bar
AP-P2	HP R: OUTLET PRESS. P2	3 min.	47		0	200	bar

Below the table, there is a row of control buttons: "SELECT GROUP", "SCALE", "OVERVIEW", "RESOLUTION", "BMS Rtn-Rev", and "PRINT-OUT GRAPHIC". To the right of these buttons is a warning triangle icon. At the bottom of the screen, the text "ER TEMP. -TOL." is visible.

[illegible]

Esta janela exibe os alarmes activos no sistema e exige a intervenção do operador.

Aqui é mostrada uma janela onde podem ser visualizadas várias receitas diferentes. Estas receitas são utilizadas para realizar os cálculos de produção. Nesta janela é seleccionada a receita do material que vai ser produzido, enquanto que na próxima se fazem os cálculos necessários.



type stored	date & time	recipe stored
PET TA	04-04-05 03:59	18
NEOBAR P C	05-10-31 12:07	19
NEOBAR P C	05-10-31 12:08	20
NEOBAR P C	05-10-31 12:08	21
NEOBAR P C	04-07-16 16:53	22
NEOBAR P C	05-10-31 12:09	23
NEOBAR P C	05-09-21 10:20	24
NEOBAR P C	05-10-31 12:06	25
NEOSEAL	05-11-21 10:42	26
NEOSEAL	05-12-12 11:40	27
NEOSEAL	06-01-19 11:33	28
NEOBAR	06-01-25 10:35	29
		30
		31
		32
		33
		34

Figura 20: Janela de Receitas (aplicação SML)



	THROUGHPUT	THICKNESS	DENSITY
A	743.2	511.0	1.340
B	39.9	40.0	0.920
C	22.9	23.0	0.920
D	15.9	16.0	0.920
	821	590.0	1.283
SPEED	13.5 m/min		
WIDTH	1340 mm		

Figura 21: Janela de Tabela de cálculo (aplicação SML)

Como foi dito em cima, esta janela pretende facilitar a vida aos operadores libertando-os de um cálculo matemático. Este cálculo destina-se a definir as velocidades de produção das diferentes extrusoras mediante a velocidade da linha de produção e a largura da chapa.

Esta aplicação foi desenvolvida pela empresa SML com largos anos de experiência nesta área, concebendo linhas de produção em toda a sua totalidade - hardware e software associado. É importante referir que este sistema de controlo e supervisão é desenvolvido para uma linha de produção específica.

3 - Arquitectura do Sistema

3.1 - Introdução

Neste capítulo vai realizar-se uma análise a todo o sistema onde se insere este projecto, especificando todo o hardware e software necessários, para definir o que se pretende desenvolver.

3.2 - Hardware

Quando se pretende definir a arquitectura de um sistema é necessário partir pela definição do hardware necessário às funções desejadas. Só assim se poderá especificar correctamente o sistema, pois a escolha de um ou outro hardware influencia directamente o software que se possa vir a utilizar.

O sistema físico pode ser dividido em três grandes grupos:

- Máquina (Calandra, Extrusoras, Bombas)– Onde são executadas todas as acções de controlo provenientes do controlador.
- Controlador + Supervisão – Que actua directamente na máquina, supervisiona todo o processo e tratando a informação necessária para que esteja acessível localmente e pelos computadores da rede informática.
- Rede interna de computadores – Que deverá ter ligação aos dados importantes da máquina, permitindo o acesso dos gestores a gráficos, históricos, etc.

Se interligarmos estes grupos pode-se apresentar graficamente da seguinte forma:

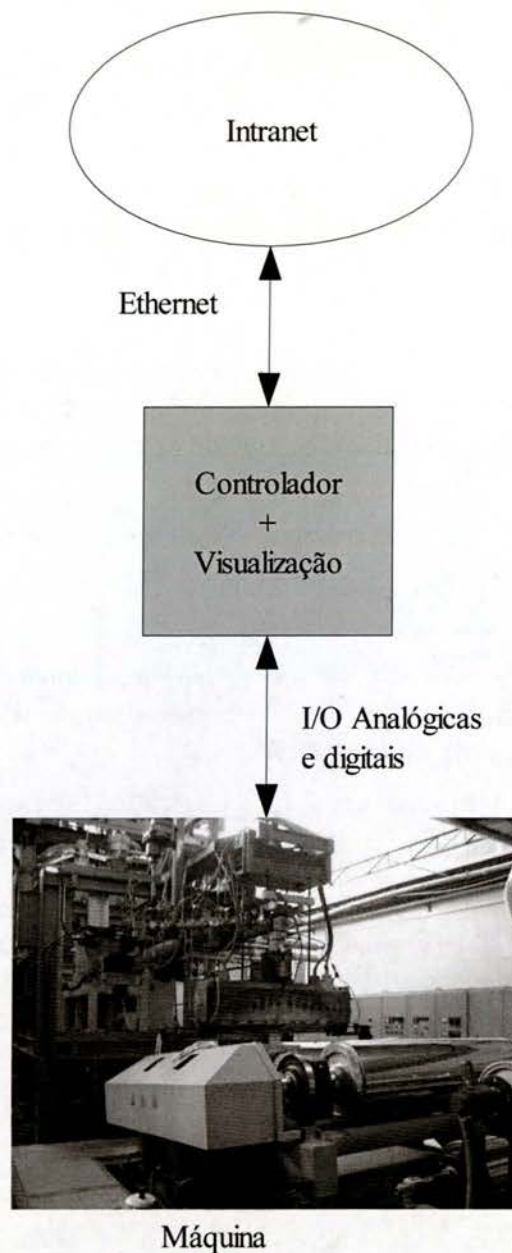


Figura 22: Representação gráfica do sistema 1

3.2.1 - Análise das soluções de Software existentes

Existem no mercado várias soluções para esta situação, no entanto a opção escolhida deve resolver todos os requisitos que a Neoplástica S.A. impõe, minimizando o investimento que a mesma tem que realizar.

Ao fim de alguma pesquisa três soluções sobressaíram:

- PLC para o controle + PC para a visualização
- PC industrial para o controle e visualização
- PC embebido para o controle e visualização

A próxima tabela apresenta as vantagens e desvantagens de cada opção, sintetizando toda a informação promovendo a comparação entre as opções.

	<i>PLC + PC</i>	<i>PC industrial</i>	<i>PC embebido</i>
Vantagens	• Solução tradicional (técnica bem dominada) • Solução pouco dispendiosa	• Apenas uma máquina para as duas funções	• Apenas uma máquina para as duas funções • Pouco dispendioso relativamente ao PC industrial • Solução pouco dispendiosa
Desvantagens	• Necessita de dois equipamentos para as duas tarefas	• Muito dispendioso	• Solução inovadora (técnica não dominada)

Tabela 1: Tabela de vantagens e desvantagens

Com alguma análise, verifica-se que a solução mais económica para este problema passa pela utilização do PC embebido. De facto, esta plataforma confere uma maior liberdade na sua programação assim como interligação com outros sistemas, tornando-a ideal para este caso.

Após pesquisa no mercado, um caso de sucesso nesta área é a Beckhoff, que tem conquistado algum terreno relativamente às soluções apresentadas anteriormente.

Esta solução pode ser representada substituindo o bloco intermédio (Controlador + Visualização) do esquema anterior pelo correspondente PC embebido e pelo Display.

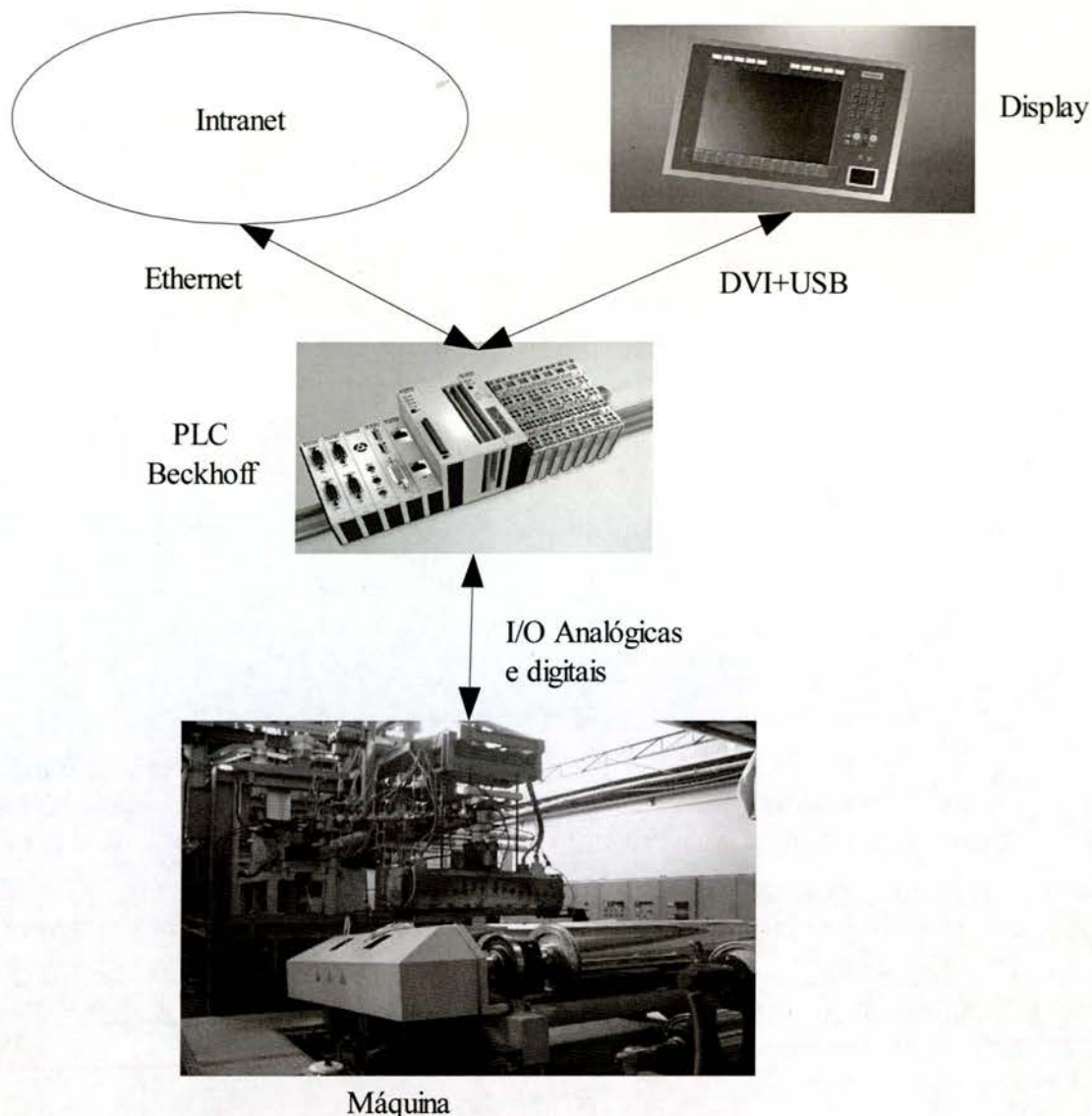


Figura 23: Representação gráfica do sistema 2

3.3 - Software

A nível de software, decidiu-se utilizar o Visual Basic 6 para desenvolver a aplicação gráfica. Esta escolha advém do facto da Beckhoff disponibilizar uma API para interagir directamente com as entradas/saídas do PC embebido. É importante referir que o software escolhido é forçosamente limitado em função do hardware já escolhido. Esta API resume-se a uma componente que é incluída no projecto do VB6 durante o desenvolvimento da aplicação. Esta comunicação assenta sobre o protocolo TCP/IP, o que permite que a aplicação possa ser instalada num computador remoto. Este facto cria um grande leque de soluções, podendo até através da mesma aplicação interagir com mais que um PC embebido ao mesmo tempo.

Porém levanta alguns problemas, que, estão relacionados com a transmissão certa dos pacotes de informação de um ponto para o outro. Esta questão é de facto pertinente, pois o protocolo TCP/IP garante uma probabilidade de ocorrência de um erro inferior a 0.00010% se o tráfego na rede for inferior a 10% da sua capacidade máxima. No entanto, neste caso este problema não se coloca, porque máquina onde vai ser instalada, é o mesmo PC embebido que actua nas saídas e lê as entradas do sistema. O próximo esquema ilustra este funcionamento:

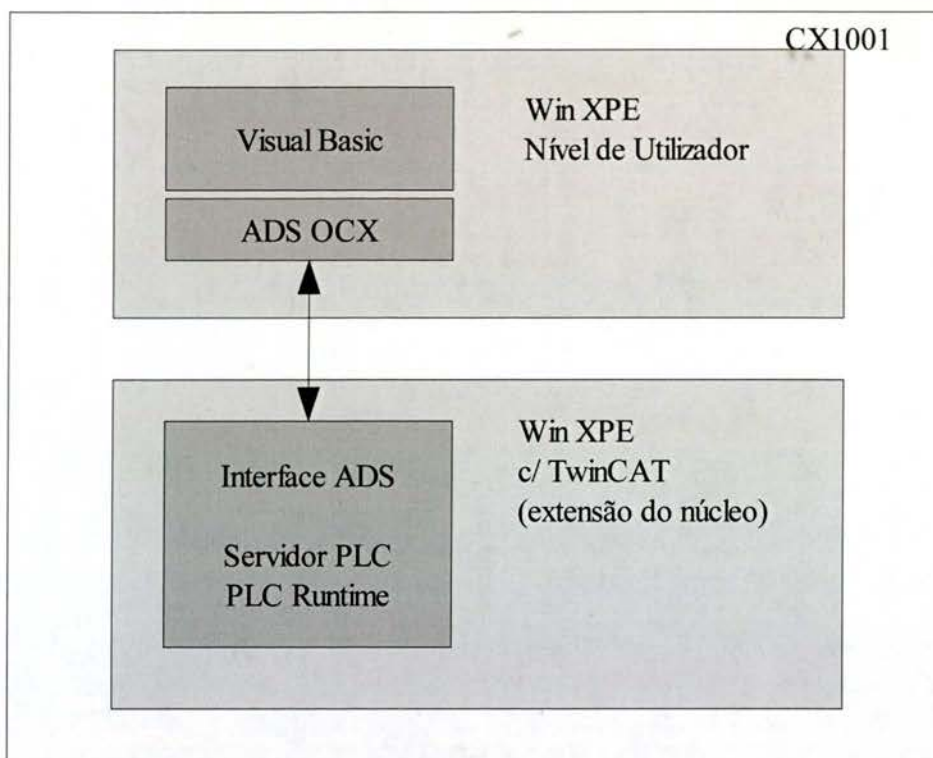


Figura 24: Representação da componente ADS OCX

Note-se que ambos os módulos correm na mesma máquina, caso contrário seria necessário um encaminhamento intermédio dos pacotes, neste caso através do protocolo TCP. Outra possibilidade para a transferência de informação seria a utilização intermédia de um servidor e de um cliente OPC. No entanto esta opção acarretava mais custos não introduzindo qualquer mais valia.

Um dos pré-requisitos que foi imposto neste trabalho era que o “layout” da aplicação gráfica fosse idêntico a outras aplicações já existentes na Neoplástica S.A., garantindo, assim, um padrão que facilita o intercâmbio de operadores entre máquinas. A aplicação é constituída por uma série de janelas que, e tem que resolver uma série de exigências:

- Funcionamento garantido 24h/dia, 7dias/semana e 365 dias/ano
- A aplicação tem que arrancar imediatamente no arranque do PC embebido.
- As janelas que constituem a aplicação têm que ter tamanho fixo preenchendo a totalidade do ecrã sobrepondo assim a barra de ferramentas, não podem ser maximizadas, minimizadas ou fechadas.
- A aplicação tem que ter 11 janelas.
 - ◆ A janela principal tem que permitir:
 - A visualização e a alteração dos valores das velocidades das extrusoras, bombas e dos vários rolos da calandra;
 - A visualização da temperatura de massa nas duas extrusoras;
 - A modificação da rampa do arranque automático e assim como tempos de subida/descida;
 - A visualização do binário actual dos vários rolos da calandra das bombas e das extrusoras;

Tem que ter o seguinte *layout*:

Velocidades						
Extrusoras						
	Produção (Kg/h)	Bomba (rpm)	Relação	Produção Actual (Kg/h)	Bomba Actual (rpm)	Temp °C
A ☐	40.3	30.5	1.312	37.3	27.3	256
B ☐	60.5	15.0	4.033	56.3	17.6	267
Total	460.8					
Calandra						
Rolo	Objectivo (m/min)	Actual	Relação %	Binário % act	Binário % máx	
1 ☐		11.02	1.0	10	100	
2 ☐	10.42	10.44		11	100	
3 ☐		10.00	-0.5	13	100	
4 ☐		10.60	0.5	9	100	
Arranque-auto fim início m/min 200 200				Tempo sub. s 200 s		Tempo desc. s 200 s

Figura 25: Janela principal (protótipo)

- ♦ Uma janela que apresente os alarmes activos num preciso instante.
 - Devem existir informações relativamente ao código do alarme, à hora de início, hora de confirmação quando existente, descrição e o estado. Estas informações devem estar perfeitamente visíveis e com cores expressivas;
 - Os alarmes tem que ter cores diferentes consoante o estado do mesmo (visto ou não visto);

Esta janela tem que ter este layout:

Alarmes					
Código	Início	Confirmação	Descrição		Estado
321	17:23		Temp. massa elevada na estrutura A		Não visto
321	17:23	17:23	Velocidade elevada do Rolo 2		Visto

Figura 26: Janela "Alarmes" (protótipo)

- ♦ Uma janela que descreva o histórico de todos os alarmes ao longo do tempo.
 - Informações acerca do código hora de início/confirmação/fim, descrição e estado têm que estar perfeitamente visíveis assim como devem ter cores distintas;
 - Deve ainda ser possível navegar temporalmente, podendo ver-se dados de tempos anteriores;

Esta janela deve ter este *layout*:

Histórico de Alarmes					
Código	Início	Confirmação	Fim	Descrição	Estado
321	17:23			Temp. massa elevada na estrutura A	Não visto
321	17:23	17:23		Velocidade elevada do Rolo 2	Visto
123	16:32	16:40	16:50	Velocidade elevada do Rolo 2	Visto

Figura 27: Janela "Histórico de Alarmes" (protótipo)

- ♦ Uma janela que apresente gráficos temporais
 - Os dados para estes gráficos devem ser seleccionáveis numa janela diferente;
 - O gráfico deve permitir a leitura de valores num dado instante;
 - O gráfico deve ter legenda;
 - O gráfico deve apresentar dados até a hora actual actualizando-se automaticamente;
 - As variáveis a serem lidas devem ter cores diferentes;
 - O fundo do gráfico deve ser preto;
 - Deve ser possível alterar o intervalo de tempo que se pretende visualizar;
 - A frequência com que os dados são lidos deve também ser passível de ser alterada;

Esta janela deve ter este *layout*:

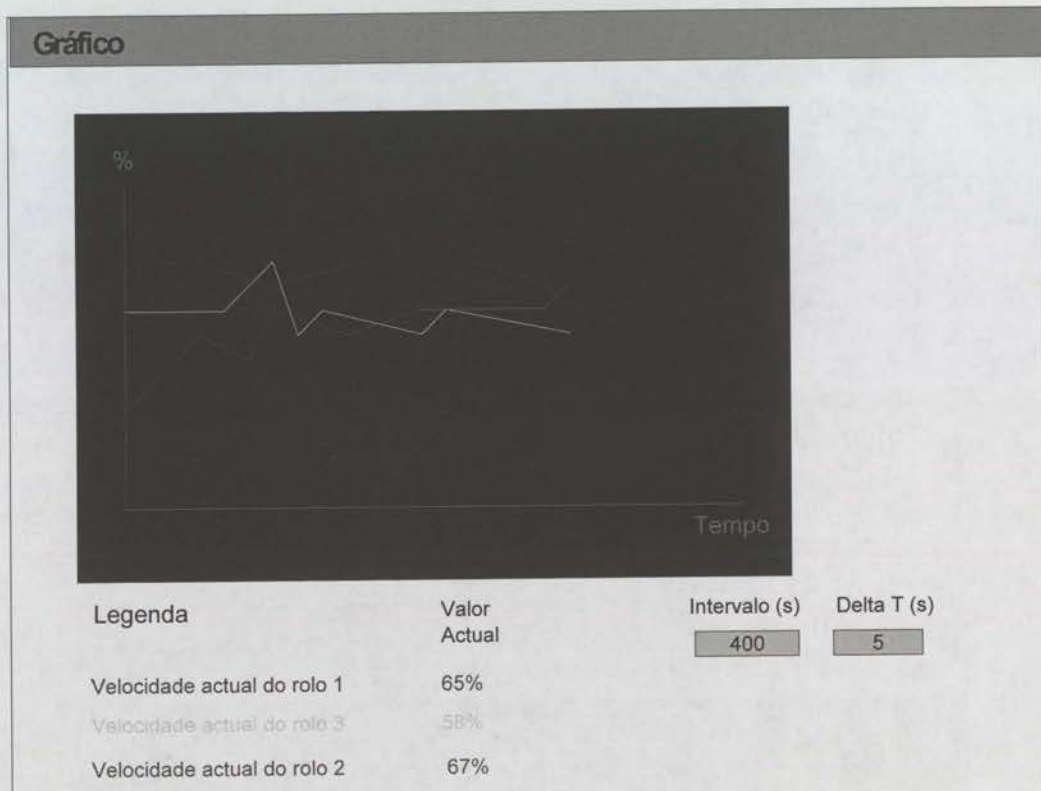


Figura 28: Janela "Gráfico" (protótipo)

- ♦ Uma janela para escolher os dados para o gráfico da janela anterior.
 - Os dados devem estar numa lista concentrando a informação necessária num quadro, mantendo no entanto a legibilidade e boa apresentação;
 - Após seleccionados os dados escolhidos devem ser apresentados numa barra específica;

Esta janela deve ter este *layout*:

Escolha de dados para o gráfico	
Variáveis	Tipo
Velocidade do Actual do rolo 1	Output
Velocidade do pretendida do rolo 2	Input
Dados Seleccionados 1- 2- 3-	

Figura 29: Janela "Escolha de dados para o gráfico" (protótipo)

- ♦ Uma janela que apresente um histórico de todas as variáveis do sistema
 - Os dados para estes gráficos devem ser seleccionáveis numa janela específica para esse efeito;
 - As variáveis que estão a ser mostradas devem ter as mesmas cores do gráfico;
 - O histórico deve exibir algumas datas em cada quadro que apresenta;
 - O gráfico deve ter legenda;
 - Deve ser possível navegar temporalmente utilizando as teclas esquerda e direita presentes no teclado;
 - O fundo do gráfico deve ser preto;

Esta janela deve ter o seguinte *layout*:

- ♦ Uma janela que apresente as receitas específicas para cada tipo de plástico a produzir.
 - A aplicação deve ter um quadro que liste todas as receitas, mostrando o seu apenas o nome;
 - Deve coexistir outro quadro ao lado do primeiro mostrando os ingredientes da receita seleccionada e ainda as respectivas espessuras e densidades;

A janela deve ter este layout:

Receitas												
Receitas		Ingredientes										
Receita1		Materiais	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Espessuras</th> <th>Densidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PET</td> <td>23,00</td> <td>1,03</td> </tr> <tr> <td>EVOH</td> <td>32,00</td> <td>1,23</td> </tr> </tbody> </table>		Espessuras	Densidades	PET	23,00	1,03	EVOH	32,00	1,23
	Espessuras	Densidades										
PET	23,00	1,03										
EVOH	32,00	1,23										
Receita2												
Receita3												

Figura 32: Janela "Receitas"

- ♦ Uma outra janela onde apresente os cálculos de produção para a máquina
 - O quadro de cálculo tem que ser legível e com boa apresentação;
 - Deve exibir os valores de produção de cada extrusora a colocar na primeira janela;
 - Deve apresentar a receita em vigor;
 - Tem de existir um campo da velocidade objectivo e outro da largura pretendida para a chapa, sendo estes, dois campos de entrada;

Esta janela deve ter este *layout*:

Cálculos de Produção

Velocidade Pretendida

28.4

m/min

Largura Pretendida

1250

mm

Receita

Receita 1

	Produção (Kg/h)	Espessura (μm)	Espessura (g/cm3)	Material
Extr. A	756.56	23	1,03	PET
Extr. B	56.43	326	1,23	EVOH
Total	812.99	349		

Figura 33: Janela "Cálculos de Produção" (protótipo)

- ♦ A aplicação deve ter uma janela onde apresente um histórico de acções.
 - Este histórico deve apresentar todas as acções de controlo que o operador executa;
 - Deve consistir numa lista onde todas as entradas estão ordenadas cronologicamente;
 - Deve apresentar a acção que o operador tomou, a hora e os valores iniciais e finais;
 - Esta janela só deve aparecer após a introdução de uma password limitando assim o acesso apenas a gestores;
 - A sua apresentação deve ser a seguinte:

Histórico de Acções			
Acção	Hora	Valor anterior	Valor posterior
Mudança da velocidade da calandra (rpm)	10/10/06 10:34	10	23
Password 			

Figura 34: Janela "Histórico de acções" (protótipo)

A transição entre janelas é feita recorrendo-se a teclas do sistema por exemplo (F1, F2) nos PC's normais, aparecendo apenas uma de cada vez. Foi decidido manter todas as janelas em memória para garantir a rapidez necessária para a execução da aplicação. De facto, depois de uns pequenos testes verificou-se que a utilização de memória por parte do programa era relativamente baixa, não valendo o esforço de retirar as janelas que não se encontram activas no momento da memória da máquina. O próximo esquema tenta explicar esta passagem entre janelas. Utilizando este método de mudança de janelas há a limitação do número de teclas de sistema existentes, porém este número dá-nos alguma margem de manobra, visto que existem 11 janelas, em que só 10 necessitam de uma tecla dedicada.

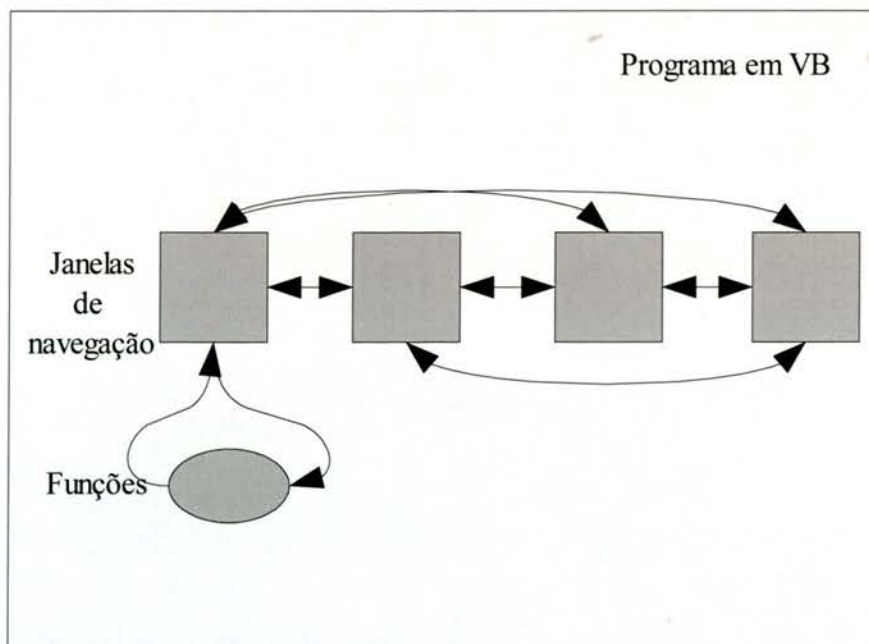


Figura 35: Exemplo de transição de janelas

Nota: Apenas estão representadas funções na primeira janela, não quer dizer no entanto que nas outras janelas não hajam também funções e que não possam ser simultâneas as que foram representadas.

Para guardar os dados de produção, foi necessário escolher qual a solução a adoptar, para isso foram consideradas duas soluções:

- a gravação de toda a informação numa Base de Dados;
- a gravação de toda a informação em ficheiros do tipo “CSV” (“Comma Separated Value”);

Embora ambas fossem possíveis, a utilização de uma base de dados conferia uma maior facilidade no tratamento dos dados assim como iria impor uma versatilidade muito maior a este sistema, inclusive de criar uma página web que tratasse estes dados de uma forma funcional, criando, por exemplo, gráficos.

Porém, a Neoplástica S.A. preferiu a solução dos ficheiros visto ser a forma mais explícita de os tratar, com qualquer aplicação do tipo folha de cálculo, por exemplo “MS Excel”, podendo assim com rapidamente criar as pesquisas ou os gráficos que o próprio gestor pretender.

3.4 - Condições de avaria

Outro dos pré-requisitos desta aplicação é a garantia de um funcionamento constante sem problemas, impondo uma grande reflexão em torno de todo o programa, que não pode bloquear ou mesmo corromper. Desta forma, foram analisadas as seguintes situações definindo-se ainda as medidas a tomar:

- Cortes repentinos de energia – Ao reiniciar todo o sistema, a aplicação deve testar todos os sinais e reportar eventuais falhas. A aplicação deve impor um estado de segurança no sistema. Aguardando a intervenção humana para voltar ao funcionamento normal.
- Falta de sinal – A situação deve ser prontamente reportada requerendo a intervenção de uma pessoa apta para este efeito. Note-se que a falta deste sinal pode significar avaria ou não. Logo deve haver a possibilidade de desactivar esta notificação. Os seguintes casos são exemplos deste caso
 - Velocidade actual de um rolo da Calandra, de uma bomba, de produção de uma

extrusora.

- Binário actual de um rolo da Calandra, de uma bomba, de produção de uma extrusora.
- Temperatura de Massa.

3.5 - Especificações técnicas

Para definir todo o equipamento que vai ser necessário, é imperativo elaborar uma lista com todas as entradas e saídas do sistema. Sendo assim, chegou-se a uma solução óptima que minimiza o investimento, não perdendo qualquer tipo de funcionalidade. A tabela seguinte exhibe o tipo de entradas/saídas do ponto de vista da máquina condensando assim a informação ao necessário.

	Tipo	Quantidade
Variadores da calandra		
Velocidade pretendida	Entrada analógica	4
Velocidade actual	Saída analógica	4
Binário actual	Saída analógica	4
Variadores das bombas		
Velocidade pretendida	Entrada analógica	2
Velocidade actual	Saída analógica	2
Binário actual	Saída analógica	2
Variadores das extrusoras		
Velocidade pretendida	Entrada analógica	2
Velocidade actual	Saída analógica	2
Binário actual	Saída analógica	2
Temperatura de massa	Saída analógica (saída termopar)	2
Alarmes		
Alarmes de Temperaturas (zonas)	Saídas Digitais	51

Tabela 2: Quadro de necessidades

Depois desta análise, é já possível definir todo o equipamento necessário, e então procederá pesquisa ao catálogo da Beckhoff, da qual resultou seguinte lista.

PC embebido

- CX1001 (PC embebido)
- S.O.-Microsoft Windows XPE c/ extensão TwinCAT (softPLC)
- Memória- 128 MB
- Disco-512 MB
- Processador- Pentium MMX 266MHz
- Barramento- 16 bits (PC104 standard)
- Interfaces DVI, USB, Ethernet e cartas I/O Analógicas e Digitais
- CX1100-0002 – Fonte de alimentação com conexão K-bus
- KM1008-0002 – Terminal de 64 entradas digitais de 24V com filtro de 3 ms a um fio
- KL9515 - Terminal de alimentação 24V com saída de 15V

- KL3464 - Terminal de 4 entradas analógicas 0-10V com uma codificação de 12 bits a 2 fios
- KL4404 - Terminal de 4 entradas analógicas 0-10V com uma codificação de 12 bits a 2 fios
- KL3312 – Terminal de 4 entradas analógicas 0-10V do tipo termopar com uma codificação a 2 fios.

Display

- CP6820-0000-00010 (Painel de Controlo)
- Ecrã de 10 polegadas
- Teclado numérico
- Interfaces DVI e USB

Resta, para o equipamento necessário comparar as quantidades necessárias com as adquiridas.

Equipamento	Tipo	Comunicação	Nº interfaces/carta	Quantidade	Necessidades	Sobra
CX1001-0021	PC Embebbed			1		
CX1001-N001	DVI + 2 USB			1		
CX1100-0002	Fonte de Alimentação			1		
CX1900-0021	Cartão de mem 512MB			1		
KL9515	Fonte de Alimentação			2		
KM1008-0002	Entradas Digitais	1 fio	64	1	51	13
KL3464	Entradas Analógicas	2 fios	4	5	16	4
KL4404	Saídas Analógicas	2 fios	4	2	8	0
CP6820-0000-0010	Display			1		
KL3312	Entrada Termopar	2 fios	4	1	2	2

Tabela 3: Tabela resumo

Nota: Em algumas situações era possível diminuir as sobras, mas a pedido da Neoplástica S.A. deixaram-se estas quantidades prevendo possíveis alterações que pudessem vir a implementar.

4 - Aplicação de Supervisão

4.1 - Introdução

Neste ponto serão apresentadas todas as janelas deste programa, tal como as rotinas implícitas ao seu funcionamento e, sempre que necessário, serão providos gráficos para as explicar com mais clareza.

4.2 - “Velocidades”

4.2.1 - Descrição

Esta é, sem dúvida, a janela mais importante deste trabalho. É nela que são efectuadas todas as acções de controlo, permitindo que não seja necessário mudar constantemente de janela para mudar um valor ou outro.

A janela “Velocidades” contém uma série de campos de leitura e alguns campos de escrita, tal como mostra a próxima imagem.

Velocidades						
Extrusoras						
	Produção (Kg/h)	Bomba (rpm)	Relação	Produção actual (Kg/h)	Velocidade actual (rpm)	Temperatura (°C)
A	0	0	0	0,00	0,00	0,00
B	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Total						

Calandra						
Rolo	Objectivo (m/min)	Actual (m/min)	Relação (%)	Binário % (actual)	Binário (máximo)	Temperatura °C
1		6,87	0	0,00	0	30
2	0	5,49		0,00	0	33
3		4,58	0	0,00	100	27
4		5,95	0	0,00	100	31

Arranque-auto	Início	Fim		Tempo subida	Tempo Descida	
0	0	0	m/min	200	200	s s 5:02:12
			Start	Stop		

Figura 36: Página principal

Os primeiros campos de escrita dizem respeito à velocidade de produção das duas extrusoras e à velocidade das bombas de cada extrusora. A seguir os dois campos de Relação que mostram a relação Velocidade de produção/Velocidade da bomba, estes campos são automaticamente alterados sempre que a velocidade da bomba ou a velocidade de produção são modificados.

Os outros campos de entrada que existem na janela dizem respeito aos rolos da calandra que

tem uma filosofia diferente do que se falou ainda agora. Neste caso o operador tem a oportunidade de inferir directamente o valor da velocidade do rolo 2 da calandra; ao invés, a velocidade dos outros rolos, é definida escolhendo a relação desejada entre o rolo 2 e o rolo pretendido. Para um “feedback” destas acções existem quatro campos de leitura que apresentam o valor actual da velocidade dos rolos.

São ainda exibidos os binários actuais provenientes de todos os variadores do sistema: os quatro da calandra, dois das extrusora e mais dois das bombas. Note-se que não se vai controlar o binário de qualquer um destes variadores; essa tarefa fica a cargo de cada um dos variadores em questão. No entanto, os valores destes vão ser visualizados, incutindo uma série de análise possíveis aos variadores.

Por fim, falta referir que nesta janela é mostrada a temperatura de massa do material existente em cada uma das extrusoras, que serve para ter uma ideia das condições do material dentro da extrusora.

4.2.2 - Funcionamento

Para além de todos os campos de entrada e saída, existem bastantes processos que ocorrem sem o utilizador notar. Estes processos têm múltiplas funcionalidades, alguns ocorrem apenas durante o arranque, outros que ocorrem periodicamente, e conferem uma elevada importância a esta janela, daí que se vai aprofundar a descrição dos mesmos.

Um processo com extrema importância é o arranque da máquina, que integra acções de leitura de ficheiros para configuração de variáveis e testes de comunicação. Para não ser maçador nem demasiado confuso, de seguida vai apresentar-se um fluxograma para interpretar correctamente a sequência de acontecimentos:

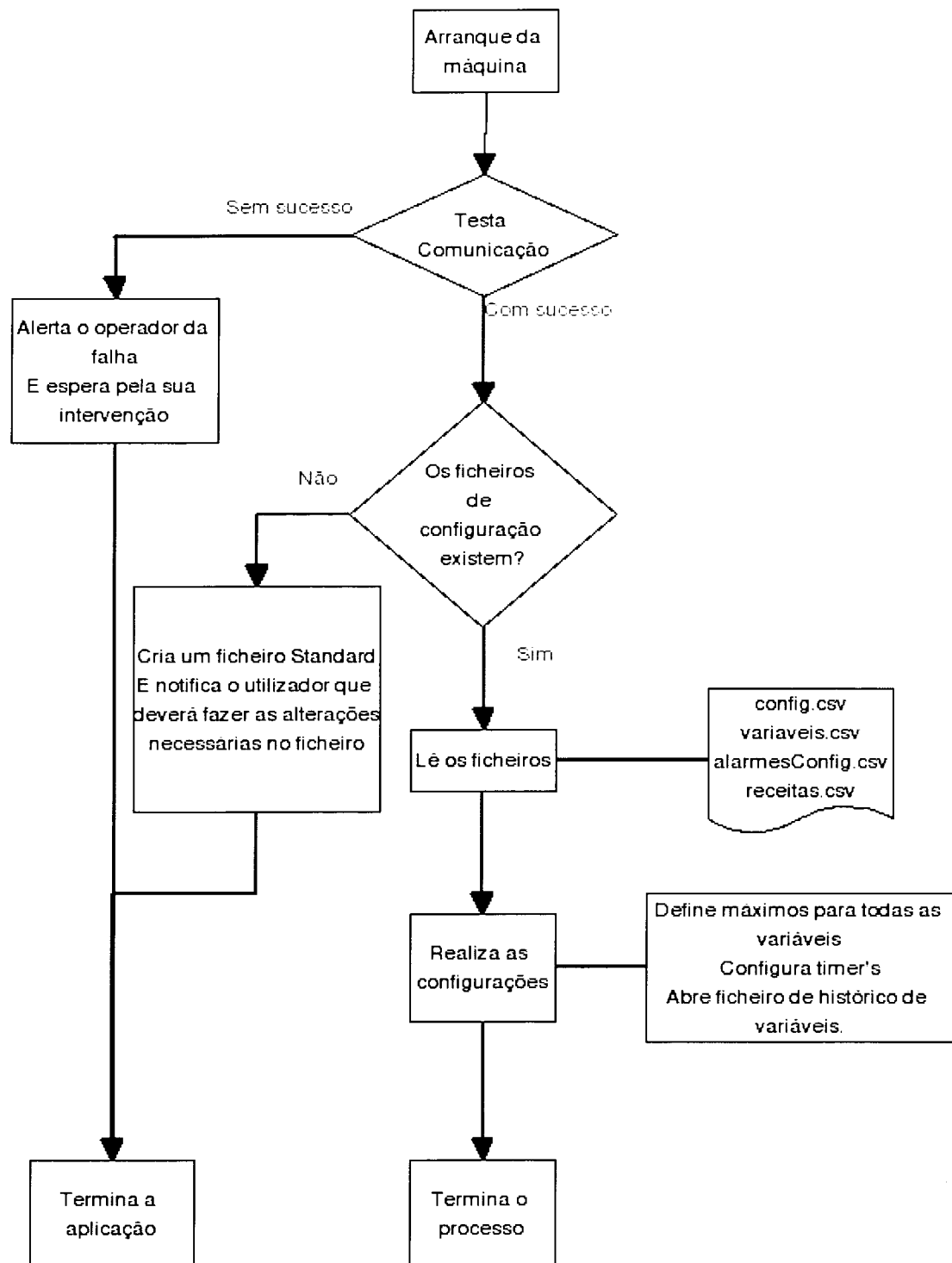
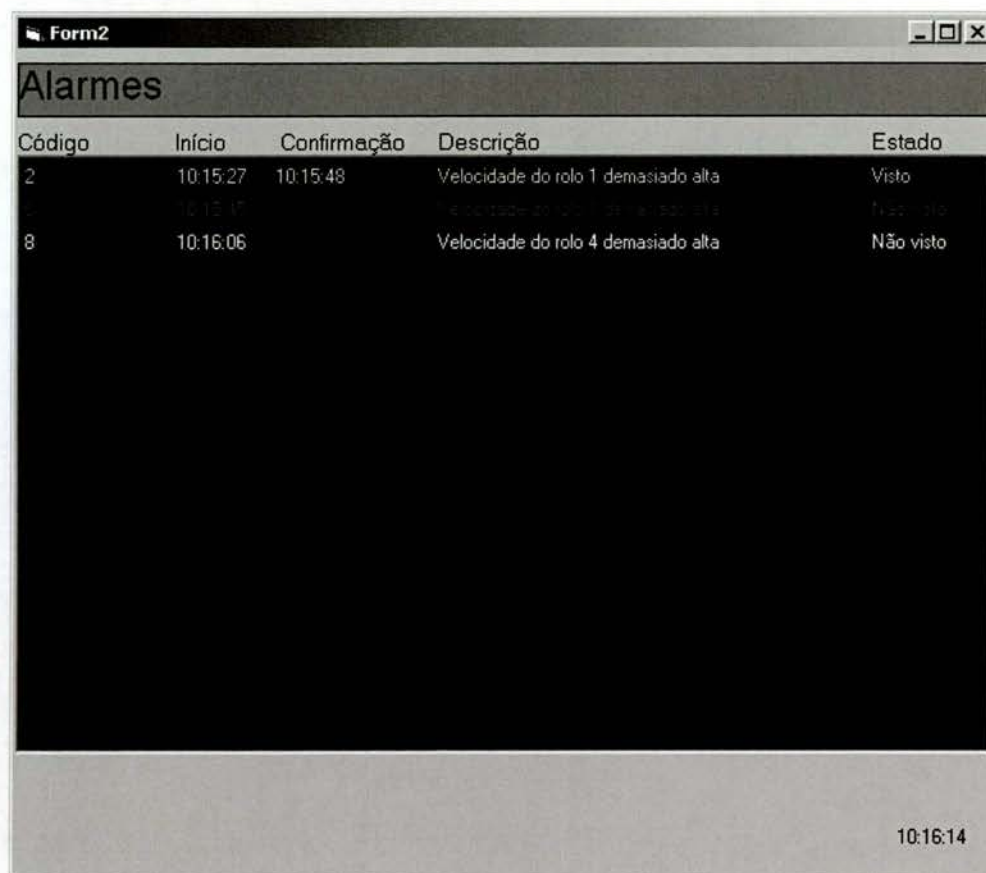


Figura 37: Arranque da aplicação

4.3 - “Alarmes” e “Histórico de alarmes”

4.3.1 - Descrição

Estas duas janelas estão dedicadas apenas à apresentação de alarmes. A primeira (“Alarmes”) apresenta os alarmes activos no sistema, tenham eles sido vistos ou não, a segunda (“Histórico de Alarmes”) apresenta todos os alarmes (activos ou não) do sistema desde que este foi iniciado. A representação destas janelas podem ser visualizadas já de seguida:



Código	Início	Confirmação	Descrição	Estado
2	10:15:27	10:15:48	Velocidade do rolo 1 demasiado alta	Visto
7	10:15:47		Velocidade do rolo 1 demasiado alta	Não visto
8	10:16:06		Velocidade do rolo 4 demasiado alta	Não visto

10:16:14

Figura 38: Janela "Alarmes"

Código	Início	Confirmação	Fim	Descrição	Estado
2	10:15:27	10:15:48	10:17:03	Velocidade do rolo 1 demasiado alta	Resolvido
6	10:15:45	10:16:47		Velocidade do rolo 3 demasiado alta	Visto
8	10:16:45	10:16:47		Velocidade do rolo 4 demasiado alta	Não Visto

Figura 39: Janela "Histórico de Alarmes"

A janela "Alarmes"exibe uma lista com os campos:

- Código – Campo que toma valores específicos de cada alarme. Torna-se muito útil quando se pretendem encontrar alarmes idênticos;
- Início – Este campo destina-se a apresentar a hora em que o alarme teve início;
- Confirmação – Aqui é apresentada a hora a que o operador teve conhecimento do devido alarme;
- Descrição – Neste ponto apresenta-se uma pequena descrição do alarme;
- Estado – Tal como o nome indica exibe o estado do alarme. Os estados possíveis são "Visto" e "Não Visto". Note-se que o alarme tem uma cor específica para cada estado;

A janela "Histórico de alarmes" apresenta uma lista em tudo idêntica à supracitada mas acrescentando o campo "Fim". Este campo pretende exibir a hora em que o alarme foi resolvido e, por isso, foi acrescentado mais um tipo de Estado; "Resolvido", para o qual foi especificada a cor verde para o designar.

4.3.2 - Funcionamento

Quando um alarme é despoletado, o programa apresenta esta janela automaticamente exibindo a vermelho o mesmo, para que o operador tome conhecimento. O alarme fica no estado de “Não Visto”, até ao momento em que o operador seleccione o alarme e pressione a tecla “Ok” do painel. A partir deste momento, o alarme muda de cor para amarelo e muda o estado de “Não visto” para “Visto”. É ainda acrescentando no campo “Confirmação” a hora em que o operador tomou conhecimento do alarme. É de notar que estes eventos sucedem simultaneamente no campo dedicado a este mesmo alarme na lista da janela “Histórico de Alarmes”. No entanto a acção de confirmação apenas se pode influir na janela “Alarmes”.

No momento em que o alarme é resolvido a linha da lista da janela “Alarmes” dedicada ao mesmo, é eliminada porém, na janela “Histórico Alarmes” é introduzido no campo “Fim” a hora de termino do alarme enquanto que a sua cor passa para verde.

4.4 - "Gráfico" e "Escolha de dados para gráfico"

4.4.1 - Descrição

Estas duas janelas tratam de todo o funcionamento do gráfico.

A primeira ("Gráfico") apresenta visualmente o gráfico assim como a legenda e os valores actuais das variáveis que estão a ser visualizadas. É ainda possível alterar o tempo que se pretende visualizar e ainda a frequência de amostragem do sinal.

A segunda ("Escolha de dados para o gráfico") expõe uma lista de todas as variáveis passíveis de serem visualizadas no gráfico. Esta lista tem dois campos, um dedicado ao nome da variável e outro ao tipo de variável ("Input", "Output").

As próximas duas imagens mostram as duas janelas em pleno funcionamento, ou seja estando o gráfico a ser desenhado.



Figura 40: Janela "Gráfico"

Form5

Escolha de dados para o gráfico

Variáveis	Tipo
Velocidade pretendida para o rolo 1	Output
Velocidade actual do rolo 1	Input
Velocidade pretendida para o rolo 2	Output
Velocidade actual do rolo 2	Input
Velocidade pretendida para o rolo 3	Output
Velocidade actual do rolo 3	Input
Velocidade pretendida para o rolo 4	Output
Velocidade actual do rolo 4	Input
Binário actual do rolo 1	Input
Binário actual do rolo 2	Input
Binário actual do rolo 3	Input
Binário actual do rolo 4	Input
Produção pretendida para a extrusora A	Output
Produção actual da extrusora A	Input
Produção pretendida para a extrusora B	Output
Produção actual da extrusora B	Input
Binário actual da extrusora A	Input
Binário actual da extrusora B	Input
Velocidade pretendida para a bomba 1	Output
Velocidade actual da bomba 1	Input
Velocidade pretendida para a bomba 2	Output
Velocidade actual da bomba 2	Input
Binário actual da Bomba 1	Input
Binário actual da Bomba 2	Input
Temperatura de Massa da Extrusora A	Input
Temperatura de Massa da Extrusora B	Input

Dados Escolhidos

1 - Velocidade actual do rolo 1 2 - Velocidade actual do rolo 2 3 - Velocidade actual do rolo 3

10:19:24

Figura 41: Janela "Escolha de dados para o gráfico"

4.4.2 - Funcionamento

No arranque do programa, o gráfico encontra-se parado, e continua neste estado até que sejam seleccionadas três variáveis. Às variáveis podem ser escolhidas na lista da janela "Escolha de dados para o gráfico" recorrendo à tecla "Enter" do teclado existente no painel. Há duas formas de escolher variáveis:

- Seleccionar directamente da lista em que se escolhe em sequência as variáveis;
- Seleccionar individualmente a partir das caixas de texto. Ao premir a tecla "Enter" em qualquer uma destas caixas, o cursor salta directamente para a lista para ser escolhida a variável pretendida.

Após a escolha das variáveis, se se voltar para a primeira janela, já o gráfico está a correr.

É também possível, como foi descrito em cima, alterar o intervalo que se vê no gráfico, para isso basta digitar o intervalo pretendido na caixa de texto indicada.

A última acção possível é a introdução da frequência de amostragem das variáveis. Esta alteração na caixa de texto que se encontra em baixo da "label" Delta T.

O próximo fluxograma tenta explicar de uma forma sintetizada como se processa o desenho deste gráfico.

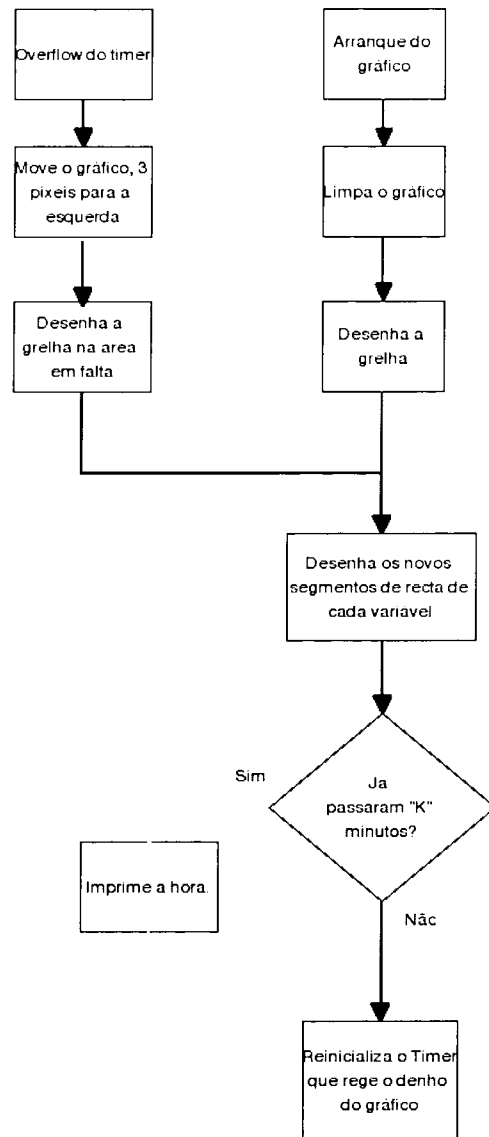


Figura 42: Representação da escrita no gráfico

Neste fluxograma é utilizada a letra “K” para representar uma variável interna do programa, que regula a frequência com que a hora é apresentada no gráfico. Esta variável é configurável através de um ficheiro de configuração.

4.5 - “Histórico” e “Escolha de dados para histórico”

4.5.1 - Descrição

De uma forma relativamente similar, pode-se dizer que estas janelas resolvem as questões relativas ao histórico. Assim temos duas janelas. Uma que exhibe graficamente o histórico das variáveis previamente seleccionadas, tal como a sua legenda. Enquanto que a segunda janela tal como no capítulo anterior serve para seleccionar os dados para o histórico.

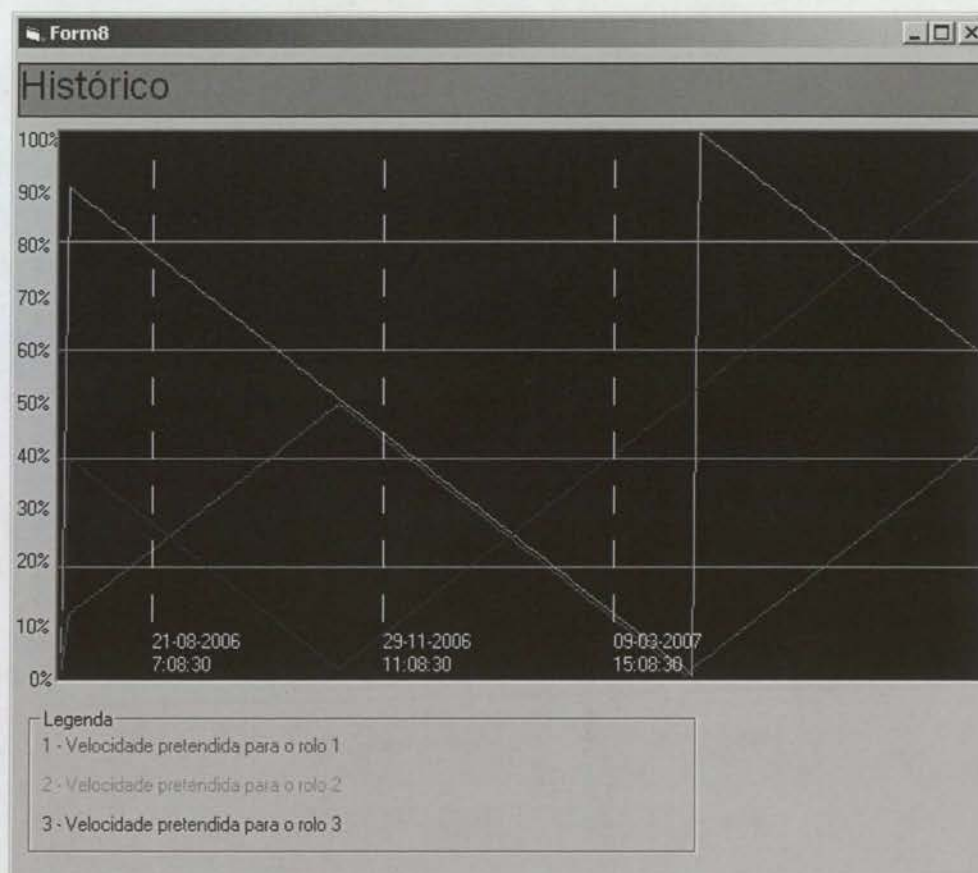


Figura 43: Janela "Histórico"

Form9

Escolha de dados para o Histórico

Velocidade pretendida para o rolo 1	Output
Velocidade actual do rolo 1	Input
Velocidade pretendida para o rolo 2	Output
Velocidade actual do rolo 2	Input
Velocidade pretendida para o rolo 3	Output
Velocidade actual do rolo 3	Input
Velocidade pretendida para o rolo 4	Output
Velocidade actual do rolo 4	Input
Binário actual do rolo 1	Input
Binário actual do rolo 2	Input
Binário actual do rolo 3	Input
Binário actual do rolo 4	Input
Produção pretendida para a extrusora A	Output
Produção actual da extrusora A	Input
Produção pretendida para a extrusora B	Output
Produção actual da extrusora B	Input
Binário actual da extrusora A	Input
Binário actual da extrusora B	Input
Velocidade pretendida para a bomba 1	Output
Velocidade actual da bomba 1	Input
Velocidade pretendida para a bomba 2	Output
Velocidade actual da bomba 2	Input
Binário actual da Bomba 1	Input
Binário actual da Bomba 2	Input
Temperatura de Massa da Extrusora A	Input
Temperatura de Massa da Extrusora B	Input

1 - Velocidade actual do rolo 1 2 - Velocidade actual do rolo 2 3 - Velocidade actual do rolo 3

Figura 44: Janela "Escolha de dados para o Histórico"

4.5.2 - Funcionamento

Quanto à janela "Escolha de dados para o histórico", o seu funcionamento é em tudo idêntico ao da janela de escolha do capítulo anterior, porém a janela "Histórico" já tem algumas alterações face a janela "Gráfico". Neste sentido apenas é possível escolher o intervalo de tempo que se quer apresentar no gráfico. Foi-lhe acrescentada outra funcionalidade: a navegação temporal. Se for seleccionada, é possível retroceder e avançar no gráfico, no eixo temporal. Para isso basta apenas premir o botão "esquerda" e "direita" do teclado do painel.

O gráfico da janela "Histórico" é semelhante ao da página "Gráfico", porém a rotina que os desenha é muito diferente. Isto deve-se ao facto de num caso ter-mos um funcionamento contínuo e no outro não. O próximo esquema pretende representar a forma como é desenhado o gráfico da janela "Histórico":

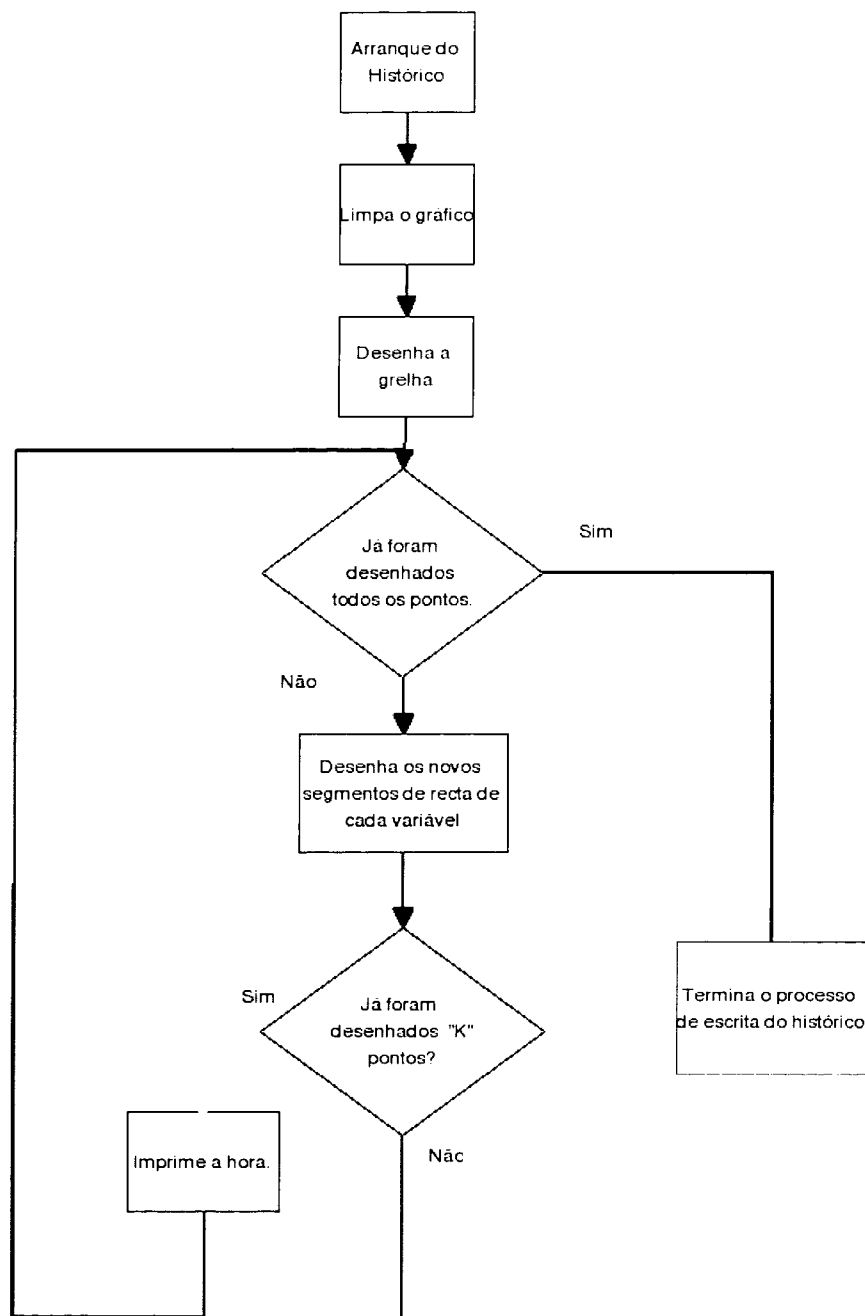


Figura 45: Representação do funcionamento do histórico

O histórico relativamente ao gráfico, é ligeiramente mais simples de desenvolver, visto que não se encontra em funcionamento contínuo. No entanto por vezes é necessário a leitura de ficheiros antigos para serem representados no histórico, dificultando este trabalho.

4.6 - "Receitas" e "Cálculos de Produção"

4.6.1 - Descrição

Estas janelas não têm nenhuma influência no sistema, apenas existem para simplificar o trabalho aos operadores da máquina que têm de realizar algumas contas matemáticas durante o arranque da máquina.

A primeira janela apresenta duas listas em que a da esquerda exibe as receitas existentes no ficheiro de configuração enquanto que a da direita mostra as características dos materiais que a compõem.

A segunda janela apresenta um quadro de cálculo assim como uma imagem a ilustrar o que cada medida significa. Esta janela ainda contém duas caixas de texto, que são necessárias para se efectuar o cálculo pretendido. Para se melhor compreender esta descrição vão ser apresentadas as próximas imagens.

The screenshot shows a software window titled "Form6" with a sub-header "Receitas". The window is divided into two main sections. The left section, titled "Receitas", contains a list box with the following items: Neoform, EVA, Neoseal (which is highlighted), and Neobar. The right section, titled "Ingredientes", contains a table with three columns: "Material", "Espessura", and "Densidade". The table has two rows of data: PET with values 23,00 and 1,03, and EVOH with values 600,00 and 0,98. The bottom right corner of the window displays the time "11:07:53".

Material	Espessura	Densidade
PET	23,00	1,03
EVOH	600,00	0,98

Figura 46: Janela "Receitas"

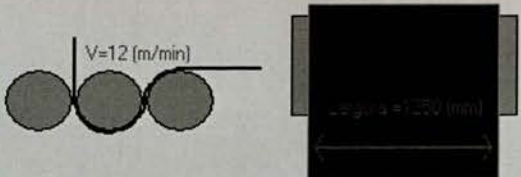
Form7

Cálculos de Produção

Velocidade Pretendida: m/min

Largura Pretendida: mm

Receita:



	Produção (kg/h)	Espessura (mic)	Densidade (g/cm3)	Material
Extr. A	21,32	23,00	1,03	PET
Extr. B	529,2	600,00	0,98	EVOH
Total	550,52	623,00		

11:15:06

Figura 47: Janela "Cálculos de Produção"

4.6.2 - Funcionamento

Para se fazer uso da tabela de cálculo da segunda janela é antes necessário seleccionar a receita pretendida. Para isso, na primeira janela escolhe-se a receita pretendida através da tecla "Enter" do teclado. Neste momento é possível verificar o conteúdo da receita na lista que se encontra à sua direita. Após esta selecção já é possível efectuar o cálculo da próxima janela. Este cálculo efectua-se após a introdução dos dados nos campos "Velocidade Pretendida" e "Largura Pretendida". Estes campos dizem respeito exactamente à velocidade pretendida para toda a máquina e à Largura do filme.

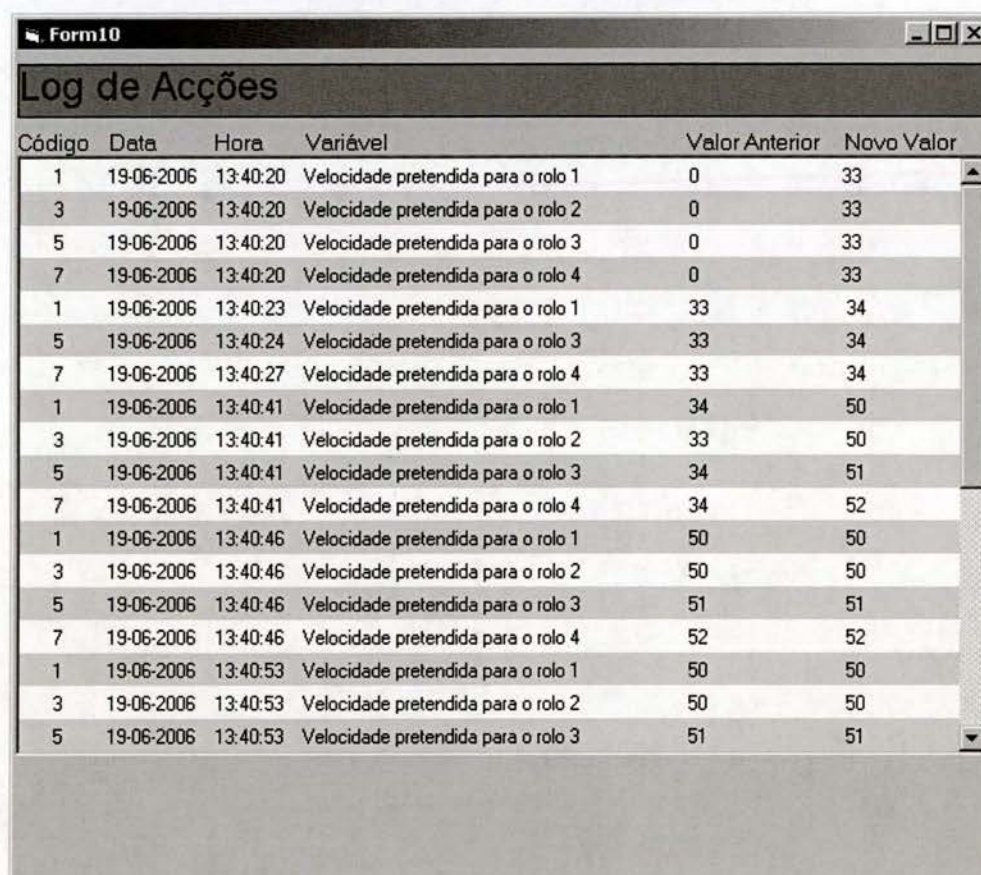
4.7 - "Histórico de acções" e "Password"

4.7.1 - Descrição

Estas janelas estão destinadas a apresentarem o histórico de acções de controlo da máquina. Devido á importância da informação é necessário proteger o seu acesso por uma password. Para solucionar esta questão criou-se uma janela ("Password") em que o utilizador autorizado insere uma password para aceder à janela que contém o histórico ("Histórico de Acções"). Esta segunda janela contém apenas uma lista para a apresentação dos dados.



Figura 48: Janela "Password"



Código	Data	Hora	Variável	Valor Anterior	Novo Valor
1	19-06-2006	13:40:20	Velocidade pretendida para o rolo 1	0	33
3	19-06-2006	13:40:20	Velocidade pretendida para o rolo 2	0	33
5	19-06-2006	13:40:20	Velocidade pretendida para o rolo 3	0	33
7	19-06-2006	13:40:20	Velocidade pretendida para o rolo 4	0	33
1	19-06-2006	13:40:23	Velocidade pretendida para o rolo 1	33	34
5	19-06-2006	13:40:24	Velocidade pretendida para o rolo 3	33	34
7	19-06-2006	13:40:27	Velocidade pretendida para o rolo 4	33	34
1	19-06-2006	13:40:41	Velocidade pretendida para o rolo 1	34	50
3	19-06-2006	13:40:41	Velocidade pretendida para o rolo 2	33	50
5	19-06-2006	13:40:41	Velocidade pretendida para o rolo 3	34	51
7	19-06-2006	13:40:41	Velocidade pretendida para o rolo 4	34	52
1	19-06-2006	13:40:46	Velocidade pretendida para o rolo 1	50	50
3	19-06-2006	13:40:46	Velocidade pretendida para o rolo 2	50	50
5	19-06-2006	13:40:46	Velocidade pretendida para o rolo 3	51	51
7	19-06-2006	13:40:46	Velocidade pretendida para o rolo 4	52	52
1	19-06-2006	13:40:53	Velocidade pretendida para o rolo 1	50	50
3	19-06-2006	13:40:53	Velocidade pretendida para o rolo 2	50	50
5	19-06-2006	13:40:53	Velocidade pretendida para o rolo 3	51	51

Figura 49: Janela "Histórico de Acções"

4.7.2 - Funcionamento

Tal como foi dito na descrição, a segunda janela apenas pode ser acedida depois de o utilizador ter sido autenticado. Após esta autenticação a segunda janela é mostrada já com a lista preenchida com as acções do operador. Este histórico vai coleccionando dados a partir do momento que o programa é iniciado pela primeira vez. No entanto quando o ficheiro do histórico tem um tamanho superior a 4 MB, é criado um novo ficheiro.

A leitura do histórico está limitada a 2 ficheiros. Note-se que isto significa que o utilizador autorizado pode ver dados com cerca de X meses.

As escritas neste histórico são realizadas sempre que é exercida uma alteração no sistema físico.

As entradas tem a forma: Código, Data, Hora, Variável, Valor anterior, Novo Valor

Código – É o código específico de cada variável.

Data – Data da entrada

Hora hora da entrada

Variável – É o nome da variável em questão.

Valor anterior – É o valor que a variável tinha antes da alteração

Novo Valor – É o novo valor que a variável tomou.

5 - Ficheiros

Este projecto é constituído por dois tipos de ficheiros: os históricos, que são alterados diariamente, e os ficheiros de configuração, que são alterados de vez em quando ou até mesmo muito raramente. Assim sendo, cada ficheiro foi tratado de forma diferente e personalizada, pois têm diferentes requisitos de escrita, leitura, cópia etc.

No sentido de garantir um pré-requisito imposto pela empresa, propôs-se a possibilidade de se poderem gravar os históricos num computador remoto assegurando assim, a preservação dos dados mesmo que algo inesperado ocorra com o PC embebido, resultando na perda dos ficheiros, ao que se obteve uma resposta afirmativa permitindo-nos gravar os ficheiros num PC (servidor) que está sempre ligado, reduzindo assim a probabilidade de se tentar gravar os ficheiros quando o PC não se encontra acessível. Este assunto vai ser descrito mais adiante visto que os métodos como são copiados os históricos são diferentes.

Os próximos capítulos servem para explicar a forma como foram concebidos e manuseados.

5.1 - Históricos de Variáveis

Este é o tipo de ficheiros que é mais utilizado pelo programa. É nele que são escritos os valores de todas as variáveis (“Input” e “Output”) com uma frequência bastante elevada. No entanto este ficheiro também pode ser lido para desenhar o histórico. Durante o desenvolvimento do programa existiu o receio de não se poder eventualmente utilizar o mesmo ficheiro para escrita e leitura ao mesmo tempo. No entanto a plataforma onde este programa vai ser instalada (“Windows XP Embebbed”) tal como a plataforma onde se desenvolveu o programa (“Windows XP”) permite a escrita e leitura simultânea por processos diferentes.

Com o intuito de guardar toda a informação sobre as variáveis pelo menos durante um ano, decidiu-se que deveriam existir 12 ficheiros, cada um contendo informação referente a um mês. Desta forma é estritamente necessário ter o rastreio dos ficheiros no próprio programa. Neste sentido foi criada um “array” que contém o nome de cada ficheiro. Porém é preciso guardar também esta informação num ficheiro, pois existe sempre a possibilidade de ocorrer uma falha de energia eléctrica perdendo-se assim os dados.

Para garantir um certo padrão a este nível foi determinado que estes ficheiros iriam ter um nome do tipo “historicoVariaveis-2006-06-06.csv”, sendo “2006-06-06” a data de criação do ficheiro.

Tendo em conta a finalidade deste tipo de ficheiros definiu-se que a escrita dos valores das variáveis iria ser periódica, permitindo uma certa sequência cronológica. Note-se a importância na escolha desta frequência de escrita, pois um valor muito baixo retiraria informação relevante ao ficheiro, mas por outro lado com uma frequência alta tornaria os ficheiros muito “pesados”. Assim sendo e tendo bem presente o facto de um ficheiro deste tipo conter informação de um mês, chegou-se à conclusão que o melhor valor seria cerca de 4 minutos, obtendo-se assim ao fim de um mês um ficheiro com cerca de 4MB. Isto implica que a máquina tem que ter disponíveis, cerca de 48 MB para o armazenamento destes históricos, o que tendo em conta o tamanho do cartão de memória adquirido, é perfeitamente aceitável.

Visto a ter-se obtido bons resultados no funcionamento com ficheiros deste tamanho adoptou-se como tamanho “tipo” para os outros históricos também.

A criação destes ficheiros é realizada em duas ocasiões sendo elas, a inexistência de histórico de variáveis e o tamanho excessivo do ficheiro que se encontra actualmente em escrita. Como ilustrado no fluxograma abaixo:

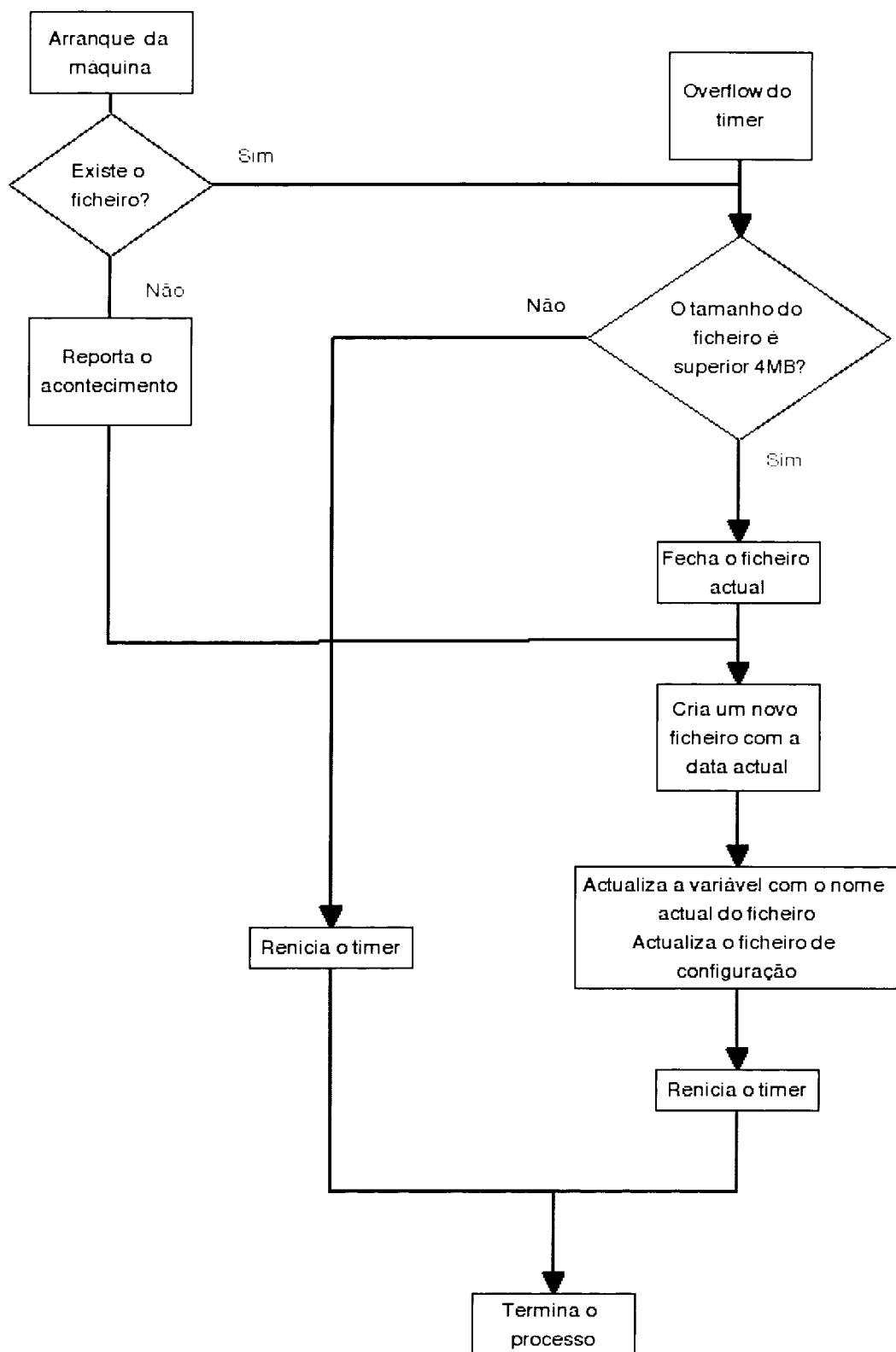


Figura 50: Fluxograma 1

A actualização deste ficheiro é bastante elevada, optando-se assim por não abrir e fechar o ficheiro a cada momento da actualização. Foi decidido então que cada ficheiro de histórico de variáveis apenas é aberto ao arranque da aplicação ou apenas quando o tamanho do ficheiro é superior a 4 MB.

5.2 - Históricos de Acções

Este tipo de históricos guardam informações sobre todas as alterações que o operador insere no sistema. Neste lote apenas se encontram as alterações nas saídas. Note-se que não traria qualquer informação relevante se fosse inserida uma linha sempre que o operador mudasse de janela.

Como este tipo de históricos não estão continuamente a serem alterados, decidiu-se que seria interessante abrir o ficheiro e fechar o mesmo quando se pretendesse efectuar uma escrita, libertando assim a memória quando não necessário. O próximo fluxograma mostra este processo de escrita no ficheiro.

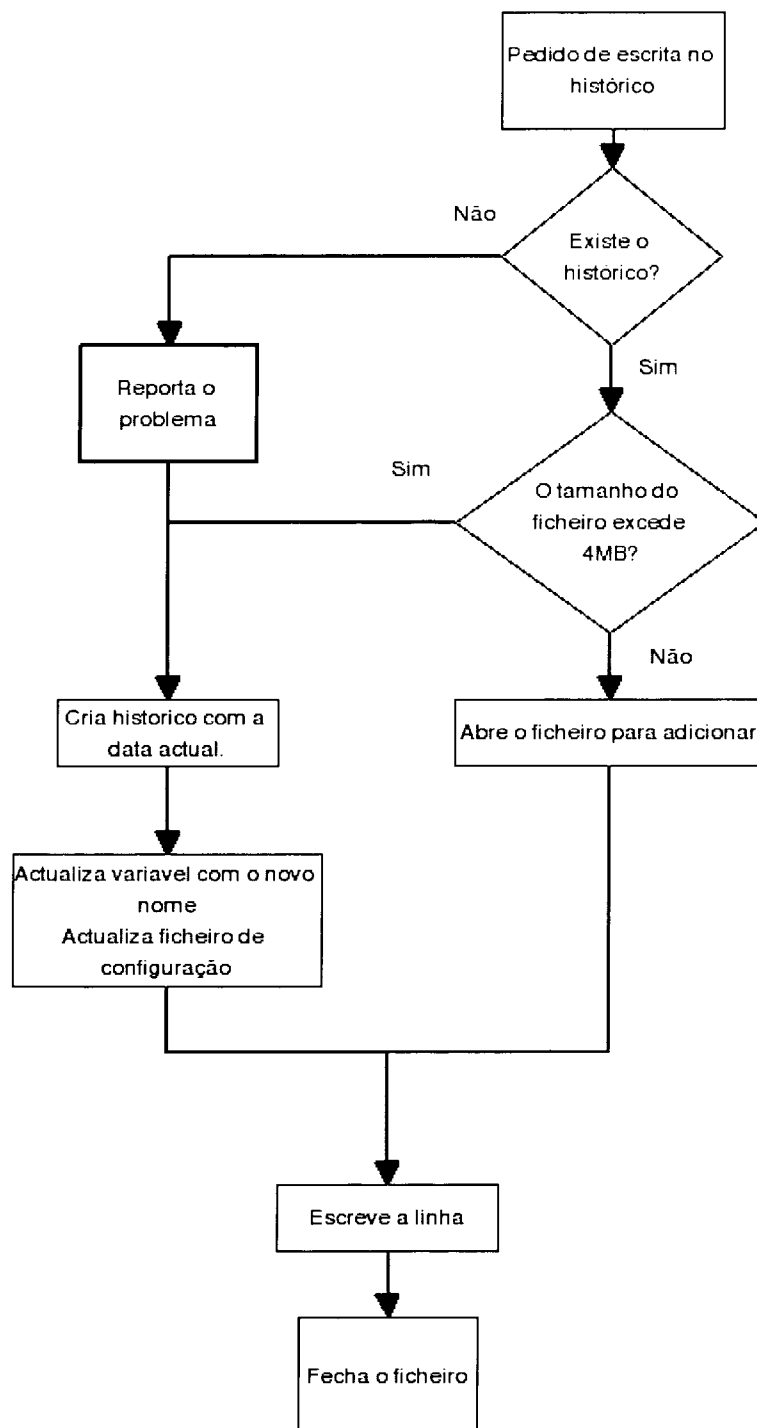


Figura 51: Fluxograma 2

É ainda importante salientar que existem casos no programa que é necessário uma escrita múltipla. Nesses casos o programa não abre e fecha por cada linha a escrever, esta situação só iria trazer problemas como também seria uma fraca implementação. Nesta situação o programa executa de uma forma em tudo idêntica à apresentada no fluxograma, mas em vez de escrever apenas uma linha escreve todas as linhas que tem que escrever.

5.3 - Históricos de Alarmes

Como este tipo de históricos partilha as mesmas características de escrita do tipo anterior, foi definida a mesma política de escrita. Ou seja o histórico seria aberto antes de uma escrita e fechado à *posteriori*. No entanto a chamada ao processo de escrita é obviamente diferente. Neste caso o pedido de escrita no ficheiro é realizado sempre que na leitura de uma variável as condições para a ocorrência de um alarme sejam validadas.

5.4 - Configuração da Aplicação

Este é o ficheiro de configuração mais geral do sistema, este ficheiro tem por objectivo guardar o nome de todos os históricos actuais no sistema (histórico de variáveis, histórico de alarmes, histórico de acções). No caso do histórico de variáveis, este ficheiro contém ainda o nome de todos os outros 11 ficheiros anteriores a este. Este pormenor deve-se ao facto de se querer manter informação nesta aplicação de vários meses de produção.

É ele que guarda o valor a inserir em alguns dos “timer's” utilizados no programa para efectuarem algumas acções periódicas.

A próxima tabela mostra um pequeno exemplo de como foi estruturado este ficheiro:

Ficheiro de Configuração	Valores
CALANDRA	
FicheiroAlarmesNome	2historicoAlarmes-22-06-2006
FicheirosVariaveis1	historicoVariaveis-13-06-2006
FicheirosVariaveis2	historicoVariaveis-13-06-2006
FicheirosVariaveis3	historicoVariaveis-13-06-2006
FicheirosVariaveis4	historicoVariaveis-13-06-2006
FicheirosVariaveis5	historicoVariaveis-13-06-2006
FicheirosVariaveis6	historicoVariaveis-13-06-2006
FicheirosVariaveis7	historicoVariaveis-13-06-2006
FicheirosVariaveis8	historicoVariaveis-13-06-2006
FicheirosVariaveis9	historicoVariaveis-13-06-2006
FicheirosVariaveis10	historicoVariaveis-13-06-2006
FicheirosVariaveis11	historicoVariaveis-13-06-2006
FicheirosVariaveis12	historicoVariaveis-21-06-2006
...	...

Tabela 4: Ficheiro de configuração do programa

5.5 - Configuração de Variáveis

A configuração das variáveis é realizada no arranque do programa pois toda a escrita e leitura de dados provenientes das cartas do PC Embebido é baseada nesta leitura. Este ficheiro (“variaveis.csv”), contém informações relativamente ao nome da variável, a uma descrição da variável, mas mais importante retém a informação do endereço, “offset”, e número de “bytes” para onde deve ser feita a escrita/leitura. Isto confere uma boa mobilidade na aplicação, pois caso se faça uma alteração no mapa de memória do PC Embebido, basta alterar o endereço neste ficheiro e o programa ajusta-se automaticamente.

O campo “nInvokeID”, diz respeito a um identificador global de cada variável. Este identificador é sobretudo utilizado nas escritas e leituras das cartas do controlador.

O campo “Gráfico”, trata-se de uma variável interna, utilizada para desenhar o gráfico.

Os campos “Valor Máximo” e “Valor Mínimo”, são utilizados para limitar a introdução de dados no sistema, assim como para fazer alguns cálculos necessários.

Para este assunto não se tornar muito maçador apresenta-se a próxima tabela que mostra como está estruturada a tabela.

VARIAVEIS	Endereço	Offset	Bytes	Tipo	Descrição	nInvokeID	Gráfico	Valor máximo	Valor Mínimo
VEL_CAL_1	61488	1	2	Output	Velocidade pretendida para o rolo 1	1	0	30	0
VEL_CAL_1_ACT	61472	1	2	Input	Velocidade actual do rolo 1	2	0	30	0
VEL_CAL_2	61488	3	2	Output	Velocidade pretendida para o rolo 2	3	0	30	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tabela 5: Excerto do ficheiro “variaveis.csv”

5.6 - Configuração de Receitas

Este ficheiro contém toda a informação relativa a todas as receitas que são apresentadas na aplicação. A leitura deste ficheiro foi projectada de tal forma que é possível inserir, apagar, modificar receitas que o programa ajusta-se automaticamente, reconhecendo as novas receitas inserindo-as na lista “Receitas”.

O ficheiro está estruturado desta forma:

	Neoform	EVA	Neoseal	Neobar	DENSIDADES
PET	15	20	23	34	1,03
PEEL	10	10		16	0,97
EVOH			24		0,98

Tabela 6: Excerto do ficheiro “receitas.csv”

A primeira coluna diz respeito aos materiais existentes nas receitas. Para acrescentar uma nova receita, deve-se inserir uma nova coluna antes da coluna “DENSIDADES”, introduzindo na primeira linha o nome da Receita e nas seguintes o respectivo valor da espessura do ingrediente de que é constituída. Caso o ingrediente não seja utilizado nessa receita, deve-se deixar o campo em branco.

5.7 - Configuração de Alarmes

Este ficheiro diz respeito aos alarmes existentes no sistema, este ficheiro é carregado para o programa logo ao arranque do programa ficando assim em memória, pronto para ser utilizado quando necessário. Este ficheiro apresenta apenas quatro campos:

“nInvokeID” - este campo é idêntico ao existente no ficheiro de configuração de variáveis, tendo até o mesmo valor para as mesmas variáveis.

“Variável” - este campo apresenta o nome da variável, é uma campo para tratamento interno do programa.

“Alarme Alto” e “Alarme Baixo” - estes dois campos são utilizados para serem exibidos ao utilizador nas janelas de alarmes quando o alarme está activo .

A próxima tabela representa um excerto deste ficheiro:

nInvokeId	Variável	Alarme alto	Alarme Baixo
2	VEL_CAL_1_ACT	Velocidade do rolo 1 demasiado alta	Velocidade do rolo 1 demasiado baixa
4	VEL_CAL_2_ACT	Velocidade do rolo 2 demasiado alta	Velocidade do rolo 2 demasiado baixa
...	...	...	...

Tabela 7: Excerto do ficheiro “alarmesConfig.csv”

6 - Problemas Encontrados

Como é normal em qualquer trabalho com uma grande dimensão, nunca corre tudo bem à primeira, nem sempre se toma o rumo correcto. Surgem uma data de coisas que parecem querer desviar o trabalho. Como este projecto não é excepção à regra, foram várias as ocasiões em que se teve que refazer algo para seguir o caminho certo. Ficam aqui ser explanadas algumas das situações que se revelaram obstáculos à meta final.

6.1 - Escrita em ficheiros

A partir do momento que foi decidido que era mais vantajoso a utilização de ficheiros face a uma base de dados, foi necessário procurar a melhor forma de escrever e ler dados de um ficheiro do tipo “csv”. Uma solução que se revelou imediatamente foi a utilização de uma biblioteca que o “Microsoft Excel 2003” proporcionava. Esta biblioteca tornava a escrita/leitura em ficheiros deste tipo muito fácil com poucas linhas de código. Mas, após ter-se tentado correr o programa no PC Embebido verificou-se que a aplicação não corria devido a essa mesma biblioteca. O problema residia na licença do próprio programa “Microsoft Excel” que limitava a utilização dessa biblioteca à máquina onde estivesse instalada. A partir desse momento, foi necessário encontrar uma solução para esse problema, que passou por ser abrir o ficheiro como se fosse um ficheiro de texto, e tratar a informação que ele contém. Uma solução que, embora muito trabalhosa, era relativamente fácil de implementar.

Todavia, perderam-se algumas funcionalidades, uma das mais importantes, se não mesmo a mais importante, era a possibilidade de poder editar uma célula individualmente indexando-a directamente e gravar essa alteração. Com esta solução para realizar a mesma operação, era necessário abrir o ficheiro, lê-lo na sua totalidade para uma variável, realizar a substituição necessária e gravar novamente tudo no ficheiro.

6.2 - Gráfico

Para desenhar o gráfico a primeira solução abordada baseou-se na utilização do componente “Chart”, específico para o desenho de gráficos. Tem ainda a possibilidade de poder desenhar vários tipos de gráfico entre eles, de barras e linhas, sendo este último o indicado para este caso.

Durante a fase de testes tudo correu bem, não apresentando qualquer limitação ao que se queria implementar. Quando se tentou aplicar no trabalho, começaram a aparecer alguns problemas nomeadamente a nível de refrescamento do gráfico. De facto, sempre que eram inseridos novos dados no gráfico, este realizava automaticamente um refrescamento que se traduzia num mau aspecto da aplicação, quebrando todo o sentido de continuidade pretendido.

Após alguma pesquisa, verificou-se que era possível desenhar o gráfico através do componente “PictureBox”. Este componente lida com o gráfico como se de uma imagem se tratasse. Assim, embora fosse mais complicado lidar com esta técnica, torna o gráfico mais funcional conferindo-lhe mais liberdade de desenho.

A utilização deste componente torna necessário desenhar-se todo o gráfico por meio de rectas, fornecendo um ponto de partida e outro de chegada.

6.3 - Listas de “Alarmes” e “Histórico de alarmes”

Neste caso o problema encontrado resume-se apenas a um aspecto gráfico. A componente utilizada de início no programa vinha por defeito com o programa de desenvolvimento. Porém, a partir de certa data não era possível realizar algumas operações com este componente, tais como a mudança de cor da letra numa linha específica, impossibilitando assim a utilização do componente. Foi, então, necessário realizar uma pesquisa para encontrar um componente que solucionasse a questão: o componente chama-se “MB listEx”, completamente gratuito e passível de ser utilizado em programas que venham a ser instalados noutras máquinas.

7 - Conclusões

Com este trabalho abordaram-se uma série de assuntos que nunca tinham sido abordados de forma ligeira durante a licenciatura. É deveras interessante, quando se está envolvido num projecto com uma grande dimensão, proporcionando uma sensação de continuidade. Faz crescer como engenheiro, assumindo uma responsabilidade que ainda não se tinha sentido até este momento. O insucesso deste trabalho significaria um investimento sem qualquer retorno.

Permitiu aprender uma nova linguagem de programação (Visual Basic) assim como a utilização do seu sistema de desenvolvimento. Este conjunto pode ser considerado como uma ferramenta de desenvolvimento notável. A tarefa de “debug” nesta plataforma é incrivelmente simples, reduzindo o tempo de desenvolvimento do projecto.

O facto de este projecto ter uma implementação real, exigiu um certo conhecimento do tipo de indústria e mais propriamente a compreensão profunda do funcionamento da Calandra e do conjunto Extrusora/Bomba.

Este projecto foi maioritariamente desenvolvimento na Neoplástica S.A. consentindo um grande envolvimento com o “dia-a-dia” da indústria, permitindo que absorvesse o ritmo de trabalho, organização de tempo e espaço, estabelecimento de prioridades.

Relativamente à aplicação, foi possível resolver quase todas as propostas apresentadas até à data de impressão deste relatório, e as que permanecem sem resolução, devido à curta duração do estágio, poderão ser esclarecidas até à apresentação do trabalho.

O facto de não ser possível navegar no histórico com uma linha vertical apresentando simultaneamente a legenda desse instante, deve-se a não ser fácil obter informação de uma imagem inerte, mas não impossível.

Outro ponto que não foi resolvido foi a possibilidade de se imprimir o histórico gerado para a visualização das variáveis. No entanto depois de uma pequena pesquisa na internet foi possível verificar que não é muito complicado, no entanto não foi possível implementar este ponto devido à falta de tempo. Mas pode ser que seja possível implementar esta solução até ao dia de apresentação.

Teria sido muito interessante guardar os dados numa base de dados, o que conferiria uma maior facilidade no tratamento dos mesmos mas, mais importante, seria a possibilidade de interligar com outros sistemas. Note-se bem a possibilidade de poder tratar toda esta informação recolhida através da criação de um “site” instalado num servidor web que criaria dinamicamente gráficos ou até mesmo relatórios de avarias.

Traria uma mais valia a esta aplicação, a introdução de uma janela de acção directa. Isto quer dizer que o responsável poderia introduzir valores nas entradas do sistema sem qualquer limitação. Era uma forma de testar directamente as entradas e as saídas deste sistema. Esta janela teria forçosamente de ser protegida com uma password, limitando o acesso apenas a um utilizador designado.

Comparativamente à aplicação da SML não foi possível implementar algumas funcionalidades, as mais notórias poderão ser a falta de navegação no histórico e a impossibilidade de imprimir histórico. Por outro lado, a aplicação já existente não tem implementada nenhuma rotina que grave os dados num ponto exterior à máquina, permitindo o acesso a esses dados de qualquer ponto da rede interna.

Considera-se que os objectivos foram atingidos não obstante a estes dois pontos não cumpridos.

Anexos

A - Componentes utilizados

Neste trabalho foram utilizados 2 componentes externos aos que vinham por defeito com a plataforma de desenvolvimento, foram ambos produzidos por Marco Bellinaso .

Os componentes utilizados foram :

MB HiTimer – Timer mais evoluído do que o fornecido pela plataforma de desenvolvimento

MB ListEx – Lista mais avançada do que a já existente na plataforma de desenvolvimento

Estes componentes são gratuitos e passíveis de serem incluídos numa aplicação para ser distribuível. Isto permite que a aplicação seja legalmente instalada no PC Embebido, note-se que esta máquina não é a máquina onde foi desenvolvida a aplicação.

Bibliografia

Halvorson Michael, "Microsoft Visual Basic 6 Professional (step by step)", *Microsoft Press*, edição Bk&CD-Rom (Julho 15, 1998)

Liber Jesse, "Programming Visual Basic", O'Reilly, 1 edição (Setembro 16, 2005)

<http://vb-helper.com/>

<http://www.martin2k.co.uk/vb6/>

<http://www.dotnet2themax.com/>

<http://paginas.fe.up.pt/leec-pstfc/>

<http://www.wikipedia.org/>



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000105210