

GETPRO I - Gestão Técnica de Um Processo Industrial

Leonel da Silva Cordeiro
Pedro Miguel Oliveira Cordeiro

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO DE LEIRIA
Morro do Lena – Alto do Vieiro, 2401- 951 Leiria, Apart. 3063
Tel. 244820300, Fax. 244820310, <http://www.estg.iplei.pt>

Abstracto — Este artigo descreve a execução do projecto GETPRO I (Gestão Técnica de um Processo Industrial). O projecto *Getpro I* é o desenvolvimento, integração e construção de um *kit* didáctico, composto por dois tapetes rolantes, um manipulador electro-pneumático, um posto de assemblagem de peças metálicas e plásticas e um *Robot*.

O sistema de comando é composto por 2 autómatos (*Siemens S7 315 2 DP* e *Siemens S7 224*), uma unidade remota *Siemens (ET 200 M)* e uma consola (*touch screen TP 170 A*). A comunicação entre os componentes de comando é concebida, através de uma rede com comunicação em *Profibus DP*. O sistema permite para além do comando automático, o comando manual, a partir de uma mesa de comandos e da consola.

Este projecto engloba a escolha de equipamentos, de comando, actuadores e sensores. Para a escolha dos equipamentos de comando a utilizar, autómatos, unidade remota e *touch screen*, teve-se em consideração a comunicação via *Profibus*. A programação do autómato *S7 315 2 DP* é concebida no *Software Step 7* da *Siemens*, o autómato *S7 224* é programado em *MicroWin* igualmente da *Siemens*.

A supervisão do sistema é desenvolvida no programa *Protool* da *Siemens*, sendo possível, aceder à supervisão através da consola *touch screen* e do *PC*.

Para suportar toda a estrutura, foi concebida uma bancada em perfil de alumínio, na qual estão instalados os *Kit's*, os dois quadros de comando, a mesa de comandos e a consola.

I. INTRODUÇÃO

O projecto (Fig. I.1) visa a concepção e a gestão integrada de um processo industrial, composto por dois tapetes rolantes, um posto de assemblagem de peças metálicas e plásticas, um manipulador electro-pneumático e um *Robot*. A automatização do processo é implementada com recurso a autómatos programáveis e a uma rede de comunicação *Profibus DP*.



FIG I-1 – GETPRO I

II. ESPECIFICAÇÕES FUNCIONAIS DO SISTEMA

Na Fig. II.1, apresenta-se um esboço do sistema automatizado.

O *Robot* vai ser solicitado por dois sub-sistemas diferentes, em que um é o posto de assemblagem de peças metálicas e plásticas (sistema 1) e o outro é um manipulador electro-pneumático (sistema 2).

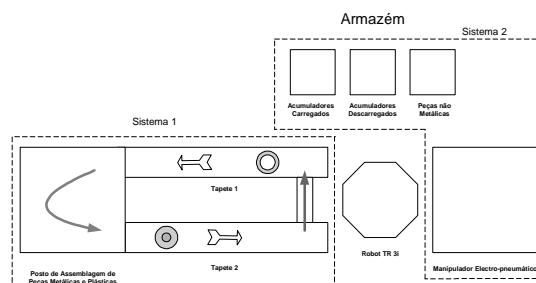


Fig. II-1 - Layout do sistema implementado.

Inicialmente o tapete 1 (Fig. II.2) alimenta o posto de assemblagem (Fig. II.3) com peças metálicas e plásticas separadas, este posto de assemblagem tem a função de assemblar as peças plásticas às metálicas, devendo também seleccionar as peças correctamente assembladas, das incorrectamente assembladas.

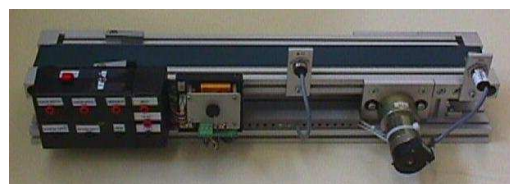


Fig. II-2 - Tapete rolante 1.

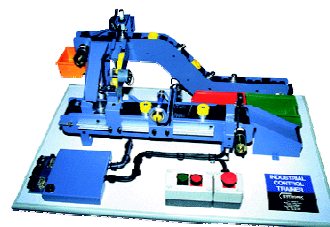


Fig. II-3 - Posto de assemblagem.

As peças correctamente assembladas são canalizadas para o tapete 2. Ao chegarem ao final deste tapete, este pára, e o *Robot* retira do conjunto assemblado, a peça plástica e

coloca-a no tapete 1. A peça metálica é colocada no tapete 1 através de um cilindro pneumático situado no final do tapete 2 (Fig. II.4), fechando-se assim um ciclo.



Fig. II-4 - Tapete rolante 2.

Um outro sistema distinto do anterior é o manipulador electro-pneumático (Fig. II.5). Tem a função de seleccionar acumuladores carregados de peças metálicas e de peças não metálicas. As peças depois de seleccionadas são colocadas em duas calhas distintas, correspondendo uma a acumuladores carregados (calha B) e a outra a peças metálicas, não metálicas e acumuladores descarregados (calha A).

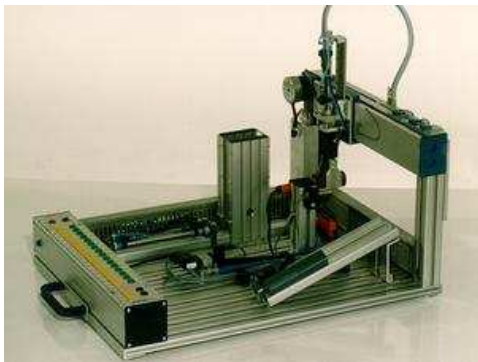


Fig. II-5 - Manipulador electro-pneumático.

O *Robot* (Fig. II.6), tem a função de retirar os objectos das calhas (A e B) correspondentes, e coloca-los nos respectivos recipientes do armazém.

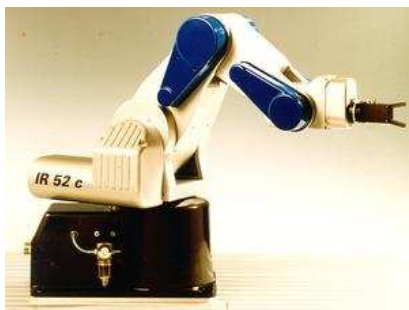


Fig. II-6 - Robot.

Para *interface* entre o *Robot* e o autómato existe uma *Coupling Box*, que funciona com sinais activos à massa (a 0 Vdc). Para transformação destes sinais forma utilizados 10

relés, para inverter estes sinais, correspondendo respectivamente a 5 entradas e 5 saídas no autómato.

III. ESPECIFICAÇÃO FUNCIONAL DO PROCESSO INDUSTRIAL

O processo industrial é composto por dois sistemas autónomos, interligados por uma rede industrial *Profibus DP*, como indicado na Fig. III.1.

O *Profibus DP* é um protocolo de comunicação, definido pela *European Standard EN 50 170*. Os equipamentos que respeitem esta norma, são compatíveis entre si mesmo sendo de fabricantes diferentes. Este protocolo é o mais utilizado, estando optimizado para altas velocidades (12 Mbit/s) e de fácil ligação. Foi concebido essencialmente para comunicação entre sistemas de automação e periféricos distribuídos.

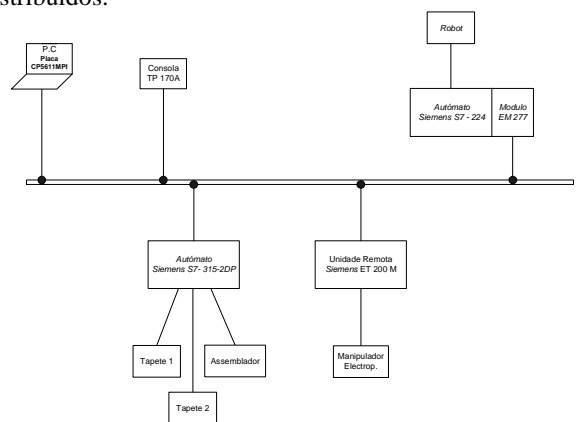


Fig. III-1 - Estrutura do sistema automatizado.

O processo industrial tem as seguintes opções de funcionamento:

1. Manual;
2. Automático com ambos os sistemas, ou somente com um dos sub-sistemas.

Ao colocar o comutador da mesa de comandos na posição de automático e carregando no botão liga sistema e seleccionar na mesa de comandos ambos os sistemas, o tapete 1 vai alimentar o posto de montagem, que tem como função fazer a montagem de ambas as peças. Sempre que uma peça não é correctamente montada, esta deve ser rejeitada através de um solenóide. À saída deste posto, fica o tapete 2 que tem como função transportar somente as peças montadas até ao *Robot*. Este é responsável por, retirar a peça plástica e colocá-la no tapete 1, ou seja tem a função de fazer o desacoplamento. A outra peça do conjunto ou seja, a peça metálica é colocada no tapete 1 através de um cilindro pneumático situado no final do tapete 2.

O manipulador electro-pneumático tem como função fazer a selecção entre acumuladores carregados, descarregados e outros objectos não metálicos, ou seja, os acumuladores descarregados e os objectos não metálicos são colocados na calha A. Os acumuladores carregados são colocados na calha B. O *Robot* tem ainda a função de retirar os

acumuladores e as peças não metálicas e coloca-las no armazém separadamente por tipos nas 3 caixas, onde:

1. Caixa 1 – Acumuladores carregados;
2. Caixa 2 – Acumuladores descarregados;
3. Caixa 3 – Peças plásticas.

Em funcionamento manual, é possível o comando independente de cada componente individual do sistema, através da supervisão no *PC*, da consola *touch screen* e da mesa de comandos.

Cada componente individual do sistema possui uma botoneira de emergência, como a bancada e a mesa de comandos, qualquer uma destas emergências deve ser pressionada sempre que ocorra uma situação de perigo, ou exista necessidade de interromper o funcionamento do sistema. Sempre que seja activada uma emergência global independentemente se o sistema está a funcionar em manual ou em automático, os componentes moveis do sistema que se encontrarem em funcionamento, passam para o estado de repouso. Enquanto a emergência estiver activa não será possível colocar em funcionamento de novo o sistema. O utilizador tem disponível tanto na mesa de comandos como na supervisão (*PC* ou consola) indicações correspondentes ao estado do sistema, bem como qual a emergência pressionada.

Caso seja pressionada uma emergência de um dos sistemas (sistema 1 ou sistema 2), esta não vai afectar o funcionamento do outro sistema e vice versa. No caso do sistema 1 sempre que seja pressionada uma emergência de um elemento qualquer, todo o sistema 1 deixa de funcionar uma vez que como este sistema se encontra em ciclo fechado, o não funcionamento de uma parte do sistema, poderia originar a acumulação de peças num outro componente do sistema.

IV. ESPECIFICAÇÃO DO *HARDWARE*

O sistema é composto por dois quadros eléctricos independentes, que foram implementados de forma idêntica. Na Fig. IV.1, pode-se visualizar a estrutura implementada. Estes quadros foram implementados, de forma a permitirem uma melhor visualização do equipamento eléctrico implementado [1][2]. Consegue-se assim permitir mostrar o máximo possível do equipamento implementado a futuros alunos.

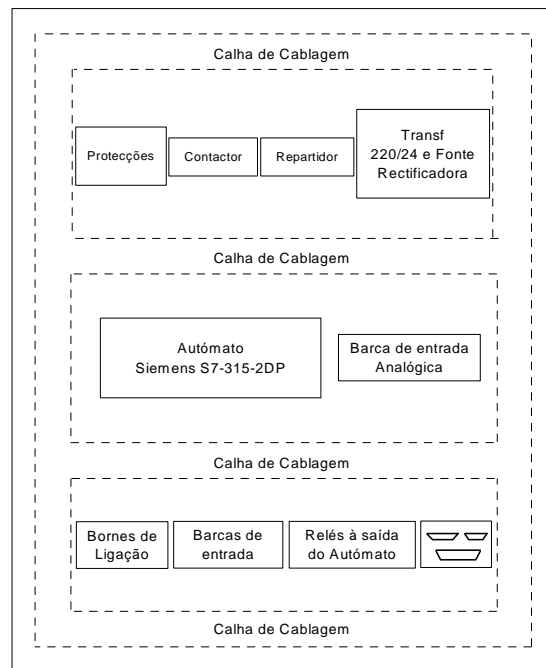


Fig. IV-1 - Estrutura do Quadro Eléctrico 1.

A. Alimentação

O sistema é alimentado a 230 V, sendo utilizado um conjunto transformador mais fonte rectificadora para disponibilizar os 24 Vdc que vão alimentar o autómato (CPU e cartas de Entradas/Saídas), comandos e a potência, uma vez que os *kits* funcionam a 24 V DC.

B. Protecções

Nas entradas de cada quadro, utiliza-se um interruptor diferencial de 230 V / 25 A / 30 mA [1], para corte geral e protecção de pessoas.

C. Autómatos e Unidade Remota (ET)

Como foi referido anteriormente, utilizou-se um autómato *Siemens S7-315-2DP* (Fig. IV.2), um *Siemens S7-224* (Fig. IV.3), um módulo de comunicação em *Profibus* para o autómato *S7-224* e uma unidade de controlo remota *Siemens (ET 200 M)* (Fig. IV.4) [3][4]. Na escolha deste material teve-se como principal consideração, a possibilidade de expansão, o nível dos sinais de entrada e de saída e a comunicação em *Profibus DP* [8].

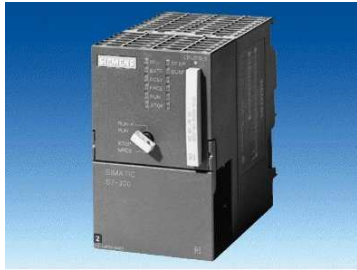


Fig. IV-2 - Autômato S7-315-2DP.



Fig. IV-3 – Unidade remota ET 200M.

Para ser possível a comunicação entre o autômato *Siemens S7-315-2DP* e *S7-224* [5], foi necessário utilizar uma unidade adicional, ou seja um módulo de comunicação em *ProfibusDP* da *Siemens EM 277* (Fig. IV.4) [5].

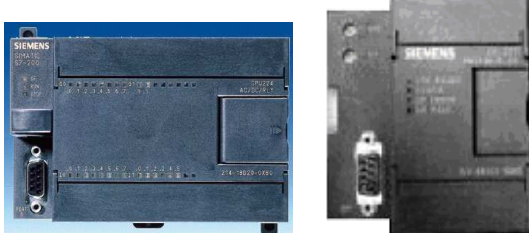


Fig. IV-4 - Autômato S7-224 e módulo de comunicação EM 277.

D. Cartas de Entradas/Saídas (I/O)

Utilizaram-se as seguintes cartas:

- 16 entradas digitais;
- 16 saídas digitais;
- Entradas/Saídas analógicas.

Na escolha das cartas de I/O, teve-se em consideração o número de sinais necessários [5]. Outro ponto que se teve em consideração foi o nível de tensão desejado. Os sinais das cartas de saída são isolados galvanicamente a transístores. Não se utiliza saídas a relés, uma vez que se utilizam relés externos.

E. Consola de supervisão TP 170 A

A consola (Fig. IV.5) permite a comunicação em *Profibus DP* [7]. A sua função é apenas a supervisão e comando no modo manual do sistema.



Fig. IV-5 - Consola TP 170 A.

F. Mesa de comandos

A função da mesa de comandos (Fig. IV.6) é permitir o funcionamento do processo em modo automático e modo manual. São utilizadas botoneiras verdes para indicar ordem de marcha, e botoneiras vermelhas para indicar ordem de paragem, e botoneiras amarelas para teste de lâmpadas e *Reset* de contagens. É utilizado um comutador para a opção de funcionamento Manual/Automático do sistema, e um outro para selecção do sistema (sistema 1 e/ou sistema 2). A chave de comandos tem como função permitir ou bloquear o funcionamento do processo. A mesa de comandos possui diversos sinalizadores (Fig. IV.6) [1][2] de modo a permitir uma visualização do modo em que o sistema se encontra em funcionamento, bem como eventuais emergências que tenham ocorrido.

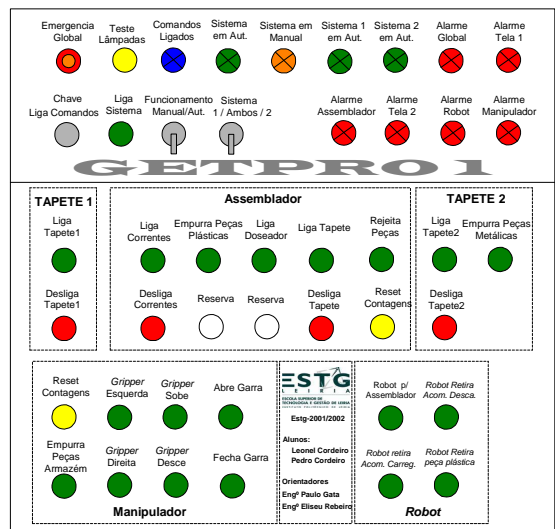


Fig. IV-6 - Mesa de comandos.

G. Bancada

A bancada serve de suporte a todo o *hardware* utilizado e foi projectada de modo a permitir uma boa visualização do *hardware* implementado [9]. A bancada suporta os dois quadros eléctricos, a consola e a mesa de comandos.

A bancada possui 3 botoneiras de emergência, duas Emergências Globais (Emergência Global 1 e Emergência Global 2), colocadas nas extremidades desta e uma emergência para o *Robot*, colocada próximo deste (Emergência *Robot*).

Como o sistema necessita de ar comprimido, existe um regulador de pressão numa extremidade da bancada, regulado para uma pressão de 5 bar, sendo esta a pressão recomendada para o correcto funcionamento do sistema.

V. ESPECIFICAÇÃO DO SOFTWARE

A nível de *software*, o sistema é composto por diversos programas. A programação do autómato *S7 315 2 DP* foi desenvolvido no *Software Step 7* da *Siemens* [5] [11][12][13], o autómato *S7 224* foi programado em *MicroWin* igualmente da *Siemens* [3][5][10]. O *Robot* foi programado utilizando o programa *TBPS*.

A supervisão do sistema foi desenvolvida no programa *Protool/Pro* da *Siemens* [5], sendo possível, como foi referido anteriormente, aceder à supervisão através da consola *touch screen* e do *PC*.

O programa de comando do sistema foi desenvolvido no *Software Step 7*, é composto por um programa principal (*OBI*) e várias funções (*FC's*). O programa principal é responsável pela gestão de todas as funções utilizadas.

Como foi referido anteriormente, o *Robot* foi programado utilizando o programa *TBPS*, onde foram definidas sub rotinas (*Marks*). Este programa elaborado no *TBPS* é composto por diversos *Marks*.

O autómato *S7 224* programado em *MicroWin*, foi utilizado para fazer a interligação entre o programa implementado no *TBPS* e os sinais provenientes do manipulador, mesa de comandos e supervisão, que são enviados para o autómato *S7 224*, pelo autómato *S7 315 2 DP*, através da rede *Profibus DP*.

VI. AGRADECIMENTOS

Desejamos apresentar antes de mais, os nossos agradecimentos à entidade promotora do projecto, a Escola Superior de Tecnologia e Gestão.

De um modo particular, queremos expressar a nossa gratidão ao Eng.º Felisbelo Lisboa, e também ao Eng. Jorge Gaspar, como representantes mais directos das oficinas da escola, pelo apoio concedido na realização de tarefas mecânicas, relativas a alterações dos *Kit's*, que compõe este projecto, bem como à montagem da estrutura de suporte de todo o *hardware* que compõe este projecto.

Queremos também expressar os nossos agradecimentos aos nossos orientadores de projecto Eng.º Eliseu Ribeiro, e também ao Eng.º Paulo Gata, pelo apoio prestado e disponibilidade que demonstraram durante as várias fases deste projecto.

Queremos também expressar os nossos agradecimentos ao Eng.º Luís Perdigoto, pelo apoio prestado, nomeadamente na programação dos autómatos. Ao Eng.º Paulo Ventura, pelo apoio prestado, nomeadamente na concepção dos variadores de velocidade dos tapetes rolantes. Também ao Doutor Carlos Neves do departamento de mecânica, pela cedência do *Robot (Rob 3i)*, bem como, por todo o apoio prestado.

Em particular, queremos agradecer ao Eng.º Luís Salgado, responsável pelo centro de electrónica, pela sua disponibilidade, como atendeu os nossos pedidos, no sentido de fornecer o material necessário o mais rapidamente possível, para a execução deste projecto.

Gostaríamos por ultimo de agradecer também a todos os nossos colegas de projecto, por todos os momentos bons e menos bons que passámos juntos, bem como as noitadas que passamos juntos durante a realização deste projecto final de curso.

VII. BIBLIOGRAFIA

- [1] Catálogo 2001/2002 – *Legrand* – Aparelhagem Eléctrica para Instalações.
- [2] Constituintes de Controlo Industrial – *Telemecanique*.
- [3] *Siemens - Simatic S7-300 Programmable Controller – Installation and Hardware (Edition 03/99)*.
- [4] *Siemens - Simatic S7-300 Programmable Controllers – Module Specifications*.
- [5] *Siemens – Components for Totally Integrated Automation – Catalog ST 70-2001*.
- [6] *Phoenix Contact – Catalog 2000/2001*.
- [7] *Siemens – Human Machine Interface Products/Systems – Catalog ST 80-2001*.
- [8] *Siemens – Industrial Communication and Field Devices – Catalog IK PI – October 2000*.
- [9] *Learning System for Automation – Festo – Catalogue 1999/2000*.
- [10] *Siemens - Simatic – Programming With Step 7 V5.1 – Manual, n° 6ES7 810-4CA05-8BA0, Edition 08/2000*
- [11] *Siemens - Simatic – Working With Step 7 V5.1 – Getting Started, n° 6ES7 810-4CA05-8BA0, Edition 08/2000*,
- [12] *Siemens - Simatic – Configuring Hardware and Communication Connections Step 7 V5.1 – Manual, n° 6ES7 810-4CA05-8BA0, Edition 08/2000*.
- [13] *Siemens - Simatic – Ladder Logic (Lad) for S7-300 and S7-400 Programming – Manual, n° 6ES7 810-4CA05-8BR0, Edition 08/2000*.
- [14] *Siemens - Simatic – System Software for S7-300/400 System and Standard Functions – Reference Manual, n° 6ES7 810-4CA05-8BR0, Edition 08/2000*.