

SIGEMO – Sistema de Gestão de Moldes

Rui Marques* , Tiago Sousa*

A. Manuel de Oliveira Duarte* , Alexandre Sousa* , Alexandre Paulo*

*Programa Aveiro Norte

Resumo –Este artigo apresenta os métodos utilizados para o desenvolvimento de um projecto que pretende contribuir para a implementação de um sistema logístico de identificação, gestão e controlo de fluxos de materiais (matérias primas, produtos em fase de montagem, ferramentas e maquinaria de apoio) para aplicação em ambientes industriais. Este trabalho foi o projecto de final de licenciatura dos autores em parceria com o Programa Aveiro Norte e o Grupo de Sistemas de Banda Larga do Departamento de Electrónica e Telecomunicações da Universidade de Aveiro, com o intuito de otimizar a identificação, a gestão da utilização e o controlo do fluxo de moldes na Simoldes Plásticos, uma unidade fabril da Simoldes, um grupo industrial responsável pela injeção de peças de plástico, principalmente para a indústria automóvel.

Abstract –This paper presents the methods used for the development of a project that intends to contribute for the implementation of a logistic system of identification, management and flow control of materials (raw materials, products in assembly stage, tools and support machinery) for application in industrial environments. This work was the final project to obtain a degree in Electronics and Telecommunications Engineering. It was developed by its authors in collaboration with the “Programa Aveiro-Norte” and the “Grupo de Sistemas de Banda Larga” of the Electronics and Telecommunications Department of the University of Aveiro. The intent of this work was to enhance the identification, usage management and flow control of moulds for plastics in Simoldes Plásticos, an industrial unit of Simoldes, an industrial group responsible for injection of plastic products, especially for the automotive industry.

I. INTRODUÇÃO

A empresa de hoje, em especial a que está orientada para áreas fortemente concorrenciais, como é o caso dos componentes para automóveis, é constituída por uma força dinâmica, projectada para ser efectiva num espaço de negócios assíncrono. A exigência de mobilidade crescente e a velocidade a que se cruzam os competidores forçam a estrutura da empresa a resolver problemas, mesmo que

possuam infra-estrutura limitada, criando desafios novos para os seus técnicos de logística. Tradicionalmente, os profissionais da logística empresarial, que apoiam forças produtivas, possuem informação limitada sobre os activos da empresa, particularmente os que intervêm na manufactura dos produtos. Esta falta de informação, tem conduzido a uma administração ineficaz do inventário, desperdício, ineficiência produtiva, gerando consequentes atrasos ao longo da cadeia de abastecimento. No fim de contas, estes défices afectam a necessidade de prontidão do material global, a competência interna para integrar a força produtiva e a disponibilidade operacional dos sistemas de produção. A ausência de síntese informativa, com especial relevo para a informação em tempo real sobre ferramentas especiais em armazém e em trânsito corta por baixo, a capacidade da chefia interna para exercer autoridade directiva sobre as operações logísticas. A "almofada de amortecimento", termo que frequentemente é usado para recorrer à disponibilidade de informação sobre os activos em trânsito é "visibilidade" mas, visibilidade não é um fim em si mesmo. Visibilidade é uma ferramenta que ajuda a... alguma coisa.

RFID [2,3] é uma tecnologia facilitadora que permite aos logísticos industriais sintetizar e integrar informação de princípio-ao-fim sobre os activos da empresa.

O real valor da tecnologia RFID não está no que pode fazer hoje, mas sim, naquilo que fará no futuro. Este projecto e a respectiva implementação, já estão no meio da transformação fundamental da capacidade logística imaginada e, a tecnologia RFID é um elemento integrante desta transformação. Usando RFID, a indústria está a lançar os fundamentos que permitirão aos logísticos, influenciar novas aplicações que tornarão possível, ver e administrar a cadeia de abastecimento interna ou externa, controlando os fluxos de materiais e/ou ferramentas, entregando a referência certa no lugar certo e no momento certo, até mesmo face a condições (adversas) que evoluem rapidamente no ambiente da fábrica. Neste sentido, este projecto pretendeu estudar a aplicação de mecanismos de identificação e de rastreabilidade baseados em tecnologias de rádio-frequência para proceder ao melhoramento da gestão da utilização e controlo de fluxos de materiais num

ambiente industrial típico da indústria de injeção de moldes para fabrico de componentes para automóveis, como é o caso da Simoldes Plásticos.

Mais concretamente, o projecto teve em vista estudar a aplicação de mecanismos de identificação de rádio-frequência (RFID) [4] para a monitorização do fluxo, da rastreabilidade, da identificação e do controlo de moldes, quer ao nível da sua localização física actual e passada, quer ao nível da manutenção e das suas características técnicas. O principal objectivo é que o sistema desenvolvido tenha a capacidade de identificar a origem de um problema de um produto ou material e a identificação de todos os pontos de registo de passagem desse produto até à sua localização final.

O sistema de identificação terá a si associada uma rede de comunicação que transportará a informação recolhida a uma base de dados a desenvolver para o efeito, a qual incorporará a inteligência necessária à implementação de estratégias de gestão a adoptar. É pretendido que seja ainda desenvolvido uma interface que permita que toda essa gestão seja executável online, através do desenvolvimento de uma plataforma web para o efeito.

II. ENQUADRAMENTO

O primeiro passo para o início do desenvolvimento do projecto foi o levantamento e análise de todos os requisitos relevantes para a definição das funcionalidades do sistema protótipo a desenvolver. Nesta primeira fase, procedeu-se ao estudo e análise do ambiente industrial em causa através do levantamento de todos os aspectos relevantes para o desenvolvimento do sistema, bem como a identificação de possíveis condições adversas que poderiam vir a ser obstáculos para a viabilidade da implementação do mesmo. Foi também efectuado um levantamento das diferentes soluções de identificação de rádio-frequência (RFID) existentes no mercado e que ofereciam soluções plausíveis para o problema em causa.

Concluída esta fase, foi iniciado o desenvolvimento do sistema de informação (SIGEMO) tendo em conta os objectivos de usabilidade definidos. Nesta segunda fase de desenvolvimento foi criada a base de dados de acordo com a estrutura idealizada para servir de suporte ao problema, paralelamente com o estudo de um modelo conceptual para a interface gráfica do utilizador (definição de regras coerentes de apresentação a organização funcional de alto nível da interface, etc).

Posteriormente, o equipamento RFID foi estudado em detalhe por foram a serem desenvolvidos os módulos de leitura e escrita entre a antena e a etiqueta RFID. Foram, de seguida, definidas quais as funcionalidades, e qual modelo conceptual das aplicações desenvolvidas para a unidade de leitura e escrita portátil (PDA), que servirá de interface entre o utilizador e o SIGEMO.

Por fim, foi feita a integração total do projecto com todos os módulos desenvolvidos: base de dados, aplicação *Web*, PDA e equipamentos RFID.

A. Estudo do ambiente industrial em causa

Na primeira visita realizada à Simoldes Plásticos procurou-se fazer o levantamento de todo o ambiente industrial presente nesta unidade fabril, nomeadamente a forma como os moldes estão dispostos e distribuídos ao longo de toda a fábrica e todas as condições adversas que podem causar dificuldades à implementação do sistema.

Um dos factores críticos deste tipo de ambiente industrial é a constituição física de um molde. Este é composto por duas partes metálicas em aço, normalmente de grandes dimensões, que encaixam uma na outra durante o processo de injeção de peças plásticas. Além disto, estão sujeitos a temperaturas que podem ir até aos 70°C quando estão em produção devido à temperatura com que o plástico é injectado no interior do molde. Outro aspecto a ter em conta é o facto de os moldes estarem sujeitos a “choques” durante a sua deslocação.

No que respeita ao armazenamento dos moldes, verificou-se que estes não são sempre armazenados numa área específica. É frequente ver moldes distribuídos de forma aleatória por toda a unidade fabril, ou seja, quando um molde termina o seu ciclo de produção é colocado numa qualquer área com espaço disponível. Esta situação é justificada pelas características físicas do molde (dimensões e peso) que inviabilizam qualquer tipo de armazenamento tradicional.

B. RFID – Radio Frequency Identification

Radio Frequency Identification (RFID) é uma tecnologia que utiliza ondas de rádio para automaticamente identificar objectos.

A tecnologia RFID baseia-se em radio-frequência (Rádio Frequency Identification) para estabelecer um ligação entre duas entidades: uma unidade de leitura/escrita e uma etiqueta (tag). A quantidade de informação contida nessa tag pode ser simplesmente um código com tipicamente um centena de bits (único para cada tag e sem possibilidade de escrita de nova informação) ou então andar na ordem de grandeza dos kilobits e permitir tanto a leitura como a escrita ou actualização dessa informação.

A utilização desta tecnologia apresenta vantagens notáveis, de entre as quais se destacam:

- Não há necessidade de linha de vista para efectuar uma leitura/escrita
- Comunicação entre as unidade é feita sem haver contacto físico entre a antena RFID e a etiqueta;
- As técnicas de modulação/codificação de radio-frequência permitem operações com poucos erros e elevados índices de fiabilidade;
- O material que serve de encapsulamento é resistente e duradouro (normalmente plástico)

Estas vantagens combinadas com a grande quantidade de informação a que se pode associar à etiqueta (guardando a informação directamente na etiqueta ou associando a etiqueta a uma base de dados), permitem obter um identificador fiável, resistente, adaptável a vários cenários,

praticamente imune às condições adversas, dentro de certos limites, de um ambiente industrial (sujidade, variações extremas de temperatura e humidade, choques mecânicos, etc.).

III. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

A. Arquitectura funcional

O sistema protótipo a se desenvolvido assenta numa arquitectura constituída por um sistema de gestão que associa uma base de dados a uma aplicação Web. Este sistema de gestão pode ser acedido remotamente através da Internet por utilizadores possuidores de *login* e *password* válidos.

A informação que reside na base de dados é actualizada por um sistema que integra a tecnologia RFID implementado na unidade fabril da Simoldes Plásticos, através de uma rede de comunicação *Wireless* existente na referida unidade.

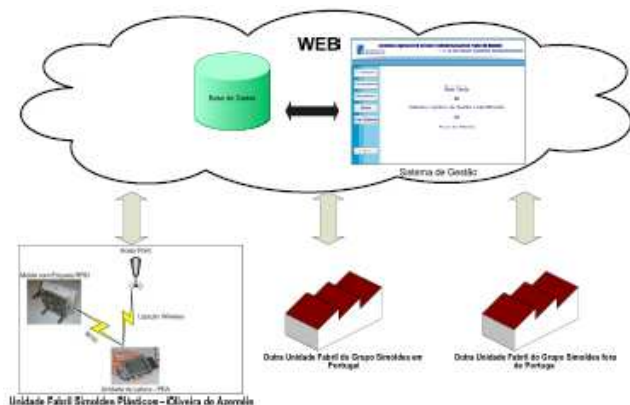


Figura 1 - Arquitectura funcional do projecto protótipo

Este sistema que integra a tecnologia RFID consiste basicamente na comunicação entre uma etiqueta e uma antena RFID.

As etiquetas RFID são acopladas a cada um dos moldes existentes na unidade fabril e as antenas a um PDA com ligação *Wireless*, ligação essa que permite o envio dos dados contidos na etiqueta para a base de dados e viceversa.

Foi desenvolvido software para o PDA, por forma a permitir a comunicação entre os equipamentos RFID e entre estes e a base de dados, e de forma a fornecer um interface gráfico para os utilizadores do sistema.

Esta arquitectura funciona com base na premissa que sempre que o molde sofre uma deslocação na unidade fabril, é efectuada pelo operador a leitura e a actualização da nova localização do molde.

B. Ferramentas usadas

Para a realização deste projecto usaram-se as seguintes ferramentas:

- Microsoft Visual Studio .NET 2003 (Microsoft Visual C#) [5]
- eMbedded Visual Basic 3.0 [6]
- Microsoft SQL Server 2000 [7]
- Microsoft IIS Web Server [5]

O sistema de informação com interface Web foi totalmente desenvolvido usando o ambiente Microsoft Visual C#. Este sistema corre num IIS Web Server e acede a uma base de dados SQL. Para o desenvolvimento da aplicação para o PDA, usaram-se as linguagens C# e eMbedded Visual Basic.

Solução RFID adoptada:

- Etiqueta RFID [8]

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| Frequência de operação | 125 KHz |
| Tipo de memória | EEPROM |
| Capacidade de memória | 112 bytes |
| Tempo de retenção de dados | 10 anos |
| Número de ciclos de escrita | 100 000 por endereço |
| Temperatura de funcionamento | -20 a 70°C |
| Material | Resina PPS |
| Peso | Aproximadamente 2 gramas |

Figura 2 - Características da etiqueta RFID usada

- Antena RFID [8]

| | |
|------------------------------|------------------------------------|
| Dimensões | 59,4x52x12 mm |
| Tipo de montagem | Inserção numa slot CF (TYPE II) |
| Alimentação | 3,3 VDC com consumo médio de 80 mA |
| Frequência de funcionamento | 125 KHz |
| Alcance de comunicação | 20 mm |
| Temperatura de funcionamento | 0 a 50°C |
| Peso | Aproximadamente 25 gramas |

Figura 3 - Características da antena RFID usada

C. Módulos desenvolvidos

Foram desenvolvidos diversos módulos com múltiplas funcionalidades para as duas plataformas: sistema de gestão e PDA.

- Sistema de gestão
 - ✓ Localização de moldes;
 - ✓ Visualização de um percurso efectuado por um molde;
 - ✓ Consulta das características de moldes;
 - ✓ Introdução de um novo molde;
 - ✓ Eliminar molde;
 - ✓ Manutenção de moldes.
- PDA
 - ✓ Ler informação contida na etiqueta RFID: número do molde, localização do molde (unidade fabril, nave e zona), data e hora da última leitura, cliente, designação, data de aquisição, data da última manutenção, fabricante, referência, peso e dimensões;

- ✓ Atualizar a localização do molde na etiqueta RFID e na base de dados;
- ✓ Escrever numa etiqueta RFID a informação de um molde que ainda não esteja etiquetado.

D. Cenários

Equacionaram-se vários cenários que pretendem demonstrar os procedimentos habituais na unidade fabril, de entre os quais se destacam:

- Pesquisa de localização por número de molde;

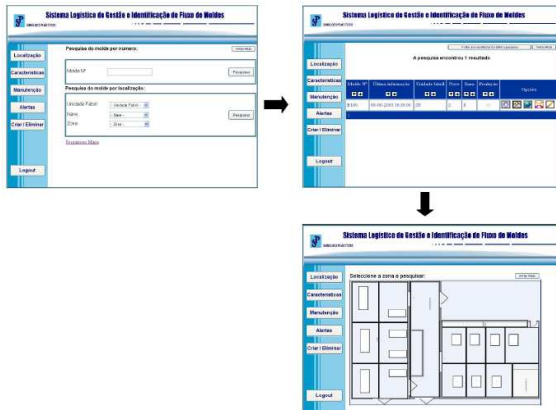


Figura 4 - Conjunto de ações a executar para localizar um molde através do seu número

- Pesquisa de localização através do mapa da unidade fabril;

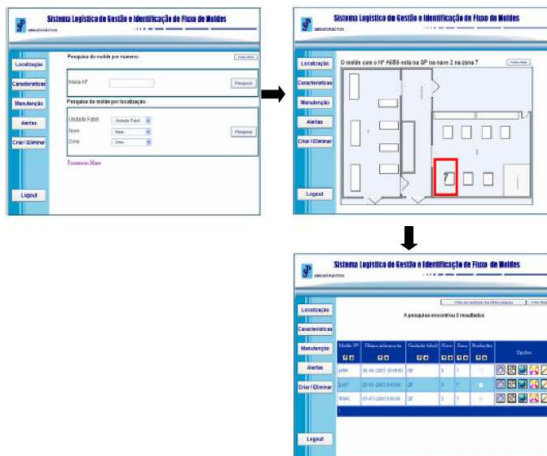


Figura 5 - Conjunto de ações a executar para localizar um molde através do mapa da unidade

- Pesquisa das características inerentes ao molde;

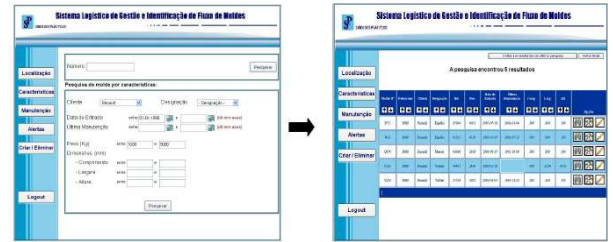


Figura 6 - Conjunto de ações a executar para visualizar as características de um molde

- Visualização e edição da informação relativa à manutenção de um molde;

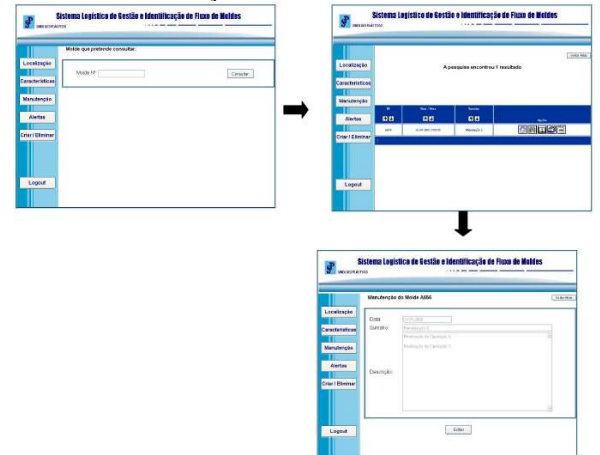


Figura 7 - Conjunto de ações a executar para consultar a manutenção de um molde

- Identificação de um molde;

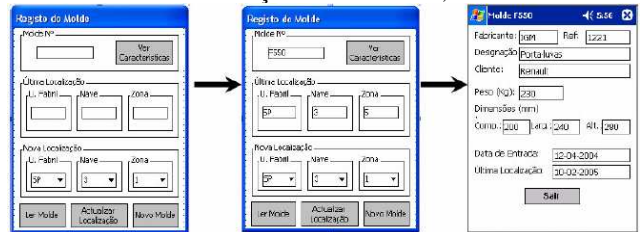


Figura 8 - Conjunto de ações a executar para identificar um molde com o PDA

- Adicionar novo molde;

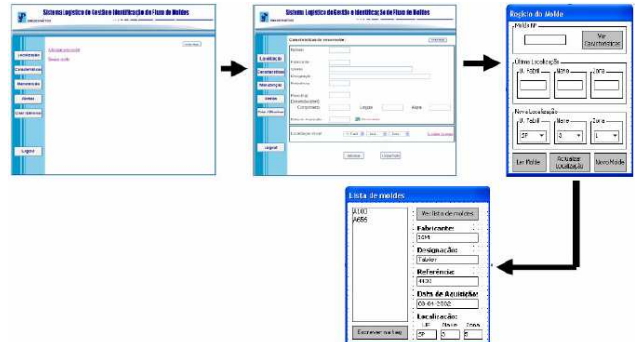


Figura 9 - Conjunto de ações a executar para adicionar um novo molde

- Actualizar localização de um molde.

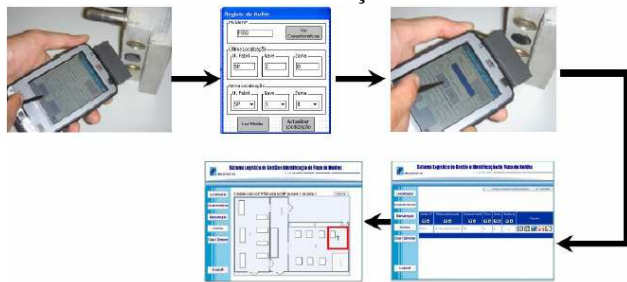


Figura 10 - Conjunto de ações a executar dar uma nova localização ao molde dentro da unidade

IV. RESULTADOS

A. Laboratoriais

O objectivo deste projecto era o desenvolvimento de um protótipo que permitisse o uso da tecnologia RFID, associada a um sistema de informação, num ambiente industrial como o da Simoldes Plásticos. Numa primeira fase de testes, realizada em ambiente de laboratório, analisou-se qual seria a informação relevante que o sistema de informação deveria mostrar e que parâmetros de pesquisa seriam adequados de modo a que o objectivo principal (a localização de um molde) fosse atingido o mais depressa possível, usando um *Web Browser*.

A localização de um molde, pelo número de identificação ou pelas características, revela-se rápida e intuitiva. A disposição da informação em forma de tabelas permite fazer rapidamente comparações, e os mecanismos de selecção, ordenação e edição permitem o acesso rápido a todas as outras funcionalidades desenvolvidas.

A visualização gráfica da zona virtual onde está localizado o molde permite obter de imediato uma imagem mental aproximada da localização real do molde, não implicando conhecer em pormenor como a unidade fabril se encontra virtualmente seccionada.

O armazenamento da data de entrada de uma qualquer operação na base de dados, permite fazer um rastreio eficaz de problemas, e levando à correcção dos mesmos.

O manuseamento do PDA em ambiente laboratorial revela-se fácil e intuitivo, e a ligação *Wireless* permite efectuar leituras/escritas na tag rapidamente e com uma ampla mobilidade de movimentos. A colocação da tag numa massa metálica implica alguns cuidados para obter uma comunicação com a unidade portátil de leitura/escrita fiável. É necessário colocar um calço não metálico com pelo menos 1,5 cm de espessura que afaste a tag da superfície metálica. A distância de comunicação máxima entre o PDA e a tag não pode ultrapassar os 2 cm.

B. No ambiente Simoldes Plásticos

Nos testes de campo efectuados na Simoldes Plásticos, só existem diferenças no que diz respeito ao desempenho do PDA.

A colocação da tag num molde tem que respeitar a colocação de um calço (referido anteriormente) e pode ficar acondicionada num orifício no molde, desde que esse orifício tenha pelo menos 3 vezes o diâmetro da tag.

Embora não se tenha testado, é de prever que uma ligação *Wireless* na unidade fabril da Simoldes Plásticos seja menos fiável e que a conectividade entre o PDA e o sistema de informação sofra cortes frequentes se o planeamento dessa rede *Wireless* não for estudado com detalhe.

V. CONCLUSÕES

O objectivo inicial deste projecto era o estudo da aplicabilidade de mecanismos de identificação e rastreio baseados em tecnologias de radiofrequência (RFID) associados a um sistema de gestão num ambiente industrial.

Com base nos testes laboratoriais efectuados é possível concluir que o sistema desenvolvido otimiza a identificação, a gestão da utilização e o controlo do fluxo dos moldes, bem como a aplicabilidade da tecnologia RFID num ambiente industrial como o da Simoldes Plásticos.

Como o SIGEMO foi desenvolvido por forma a ser usado como uma aplicação *Web*, o sistema permite que toda a informação relevante e existente na base de dados seja acedida em qualquer local com acesso à Internet, e que toda a informação seja constantemente actualizada em tempo real.

Podemos ainda concluir que a comunicação entre a unidade de leitura/escrita (PDA) e o sistema de informação permite manter uma base de dados actualizada, desde que não haja falhas nos procedimentos de leitura/escrita que o operador do PDA têm que fazer sempre que um molde muda de posição ou de outra qualquer característica associada. É possível no entanto, detectar estas falhas através da consulta do registo cronológico associado à operações efectuadas no sistema de informação.

Feita a implementação com sucesso do protótipo, os próximos desafio a desenvolver no futuro serão a identificação, desenvolvimento e aplicação de outras tecnologias, como as de georeferenciação, que permitam alargar a potencialidade do sistema protótipo na identificação e rastreabilidade de produtos a outras áreas.

REFERÊNCIAS

- [1] Programa Aveiro Norte: Universidade de Aveiro, HomePage, <http://www.aveiro-norte.ua.pt> (visitado em 2005)
- [2] Furness Anthony, "Understanding RFID - A Guide to Radio Frequency Identification technologies and applications", B.1., 48 str;
- [3] Finkenzeller Klaus, "RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification", 2nd Edition, Hardcover, Março 2003.
- [4] OMRON, "Sistemas RFID", http://www.Europe.omron.com/pt_pt/cor/iab/home/product_catalog/auto_id_systems/RFID_systems/, (visitado em Dezembro de 2004)
- [5] Msdn, HomePage, <http://msdn.microsoft.com> (visitado em 2005)
- [6] Sharp John e Jagger Jon, "Microsoft Visual C# .NET Step by Step", Microsoft, 2003
- [7] SQLTeam, HomePage, <http://www.sqlteam.com> (visitado em 2005)
- [8] OMRON, "Automatic Identification Systems", General Catalogue2003/2004;