

# Controle e supervisão de estoques verticais em empresas utilizando controle automatizado e autônomo

Flávio Batistette da Silva

## **Resumo**

A engenharia de controle tem como prática o uso de estratégias para aprimorar os processos industriais e comerciais, quantificando a produtividade e manufatura das empresas. Cabe ao engenheiro de controle encontrar a melhor estratégia e realizar o processo dinâmico.

Neste trabalho é apresentada uma metodologia de controle, com foco no estoque de uma empresa. Com a implementação de um sistema em escala reduzida e em nível *Hardware* e *Software* utilizando um microcontrolador *PIC16F887* para o controle de um robô com movimentos tridimensionais, conseguindo assim automatizar o processo de controle de um estoque vertical.

Palavras-chave — Microcontrolador, Controle Automático.

Flávio B. da Silva é graduando em Engenharia Elétrica pela Faculdades Integradas de Araraquara (Logatti). Possui graduação no curso técnico pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI ETE – Araraquara. E-mail: fbatistette@hotmail.com

# 1. INTRODUÇÃO

O controle automático em vez de manual é chamado de automatização. O controle automático tem desempenhado um papel vital no avanço da engenharia e da ciência. Além de sua extrema importância para os veículos espaciais, para os sistemas de guiamento de mísseis, sistemas robóticos e similares, o controle automático tornou-se uma parte importante e integrante dos processos industriais e de manufatura modernos (Ogata, K, 2003). Na prática é difícil encontrar a solução ideal para o problema, sendo assim, é apresentada uma solução baseada em microcontroladores, pois representa um controle mais eficiente e flexível para cada tipo de problema, pela possibilidade de se construir uma programação específica. Os microcontroladores são componentes desenvolvidos pela microeletrônica e estão presentes em grande parte dos projetos eletrônicos, podendo ser utilizados para diversas finalidades, desde simples a complexas automações. Estes estão cada vez menores e mais complexos, possibilitando seu uso cada vez mais presente, devido à miniaturização dos componentes, podemos obter arquiteturas eletrônicas bastante complexas em uma pequena área(Zimpeck, A.L. 2014).

Em 1971 foi criado o primeiro microcontrolador por 2 engenheiros (Gary Boone e Michael Cochram) na Texas Instruments, de acordo com o Instituto Smithsonian. A partir desta data o avanço tecnológico foi exponencialmente, cada dia um novo microcontrolador menor e mais potente é criado. O principal fator desse avanço é a redução das dimensões dos transistores, menores transistores representam menores áreas dos circuitos integrados, melhor desempenho, maior capacidade de processamento, e menor consumo de potência.

Com o uso de microcontroladores podemos acionar diversos dispositivos, como motores, LED's, atuadores, entre outros. Com isso podemos estabelecer o princípio da robótica, que será apresentado neste trabalho.

O trabalho está organizado no seguinte formato: Seção 2 aborda o sistema de controle em estoques e suas definições. Seção 3 apresenta o método

de controle, o esquema elétrico e a estrutura mecânica do sistema. Na seção 4 é apresentado o resultado da automação e a conclusão.

## **2. SISTEMAS DE CONTROLE EM ESTOQUES**

Esta seção abrange o conceito de controle automatizado, como é a definição, características e funcionamento dos principais componentes utilizados no processo.

### **2.1. Definição de estoque**

Estoque é a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação (Chamber e Johnston, 2013). Toda empresa constrói uma estratégia de controle de estoque para atender seu cliente, pois é tido como um mau desempenho estratégico o não atendimento ao cliente, neste caso, não ter produto a oferecer. O estoque significa custos para empresa, pois necessita um espaço físico, funcionários, e segurança para mantê-lo, como também sempre a o risco da depreciação do produto. Um bom controle de estoque possibilita a empresa a reduzir seus custos e a aumentar a competitividade do seu produto no mercado.

### **2.2. Definição de controle**

Um sistema de controle tem como objetivo agrupar um conjunto de dados, variáveis ou não, de um processo analisa-los e compara-los, para então executar medidas com o interesse de controlar o comportamento das ações para que os dados se comportem de maneira desejada. Tendo em vista que os sistemas modernos, dotados de muitas entradas e muitas saídas, se tornam mais e mais complexos, a descrição de tal sistema de controle envolve um grande número de equações (Ogata, K, 2003). Para um controle de estoque, as ações serão definidas previamente, no intuito de sempre se manter o padrão entre entrada e saída de dados.

É desejável que estes dados também sejam enviados para um banco de dados para serem gravados e melhorar o controle, com o controle da rastreabilidade, ou seja, todo o trajeto de um determinado produto, desde sua entrada até sua saída é registrado (Figura 1).

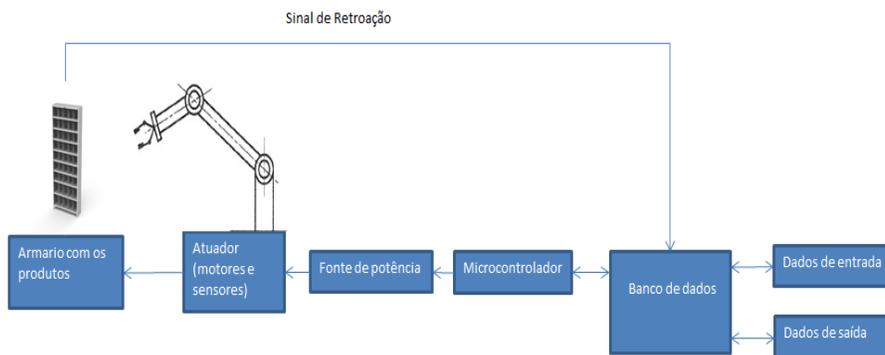


Figura 1: Diagrama de Blocos do Controle Automático. Fonte própria.

## 2.3. Controle por microcontrolador

O controle centralizado facilita a dinâmica de distribuição de dados de entrada e saída, mantendo uma central de processamento, com risco de perdas de dados praticamente inexistentes gerando um número de incerteza tendendo a zero. Com isso podemos reduzir o tempo gasto com o processo de compra e venda de produtos, minimizar o tempo de espera e descongestionar o processo de trabalho.

O microcontrolador será responsável pelo controle centralizado do processo sendo ele o componente que receberá os dados, efetuará a análise, o processamento, a tomada de decisão e envio de ações para os demais blocos do controle. A estrutura do microcontrolador proporciona todo esse controle sem muitos equipamentos agregados.

Com a alta tecnologia implantada nos microcontroladores podemos ter um alto desempenho em relação à velocidade de resposta do circuito, como exemplo, utilizando o PIC16F887 com um cristal de 20MHZ, o tempo de execução de cada instrução é de  $\frac{1}{4}$  da frequência do cristal, isso representa um ciclo de trabalho executado em 200ns, ou seja, o programa é executado a uma velocidade de 5 milhões de instruções por segundo. Considerando uma boa programação a

quantidade de instrução será reduzida, reduzindo o tempo de execução do processo.

Microcontroladores possui algumas vantagens em relação a outros controladores lógicos, como por exemplo, baixo valor, necessidade de pouco espaço, fácil manutenção, gerenciamento interno de aparelhos eletrônicos e apresenta algumas desvantagens, como, pouca rigidez em um meio industrial, necessidade de programadores para a programação.

## **2.4. Definição de sistema de gerenciamento de banco de dados**

Podemos definir banco de dados como sendo um conjunto de dados, que façam parte de um ambiente, que serão armazenados em um computador para seu controle. Um banco de dados representa algum aspecto do mundo real (Elmasri e Navthe, 2011). Sistemas de gerenciamento de banco de dados (SGBD) são sistemas que possuem a função de acessar, recuperar e armazenar de melhor maneira os dados no banco, como característica podemos observar que, facilita o armazenamento e acesso, elimina a redundância e perda de dados. Sendo assim minimiza o *Lead time*, erros de funcionários, melhorando a qualidade e confiabilidade do controle e gestão da empresa.

## **3. MÉTODOS E MATERIAIS**

Para elaboração deste projeto as variáveis a serem controladas são o produto selecionado, tanto pelo teclado seletor ou sinal serial recebido pelo computador, nível de produtos nas gôndolas e se o produto foi buscado com êxito. Com base nessas variáveis a serem controladas foi elaborado um esboço do esquema de controle e fluxograma (Figura 2).

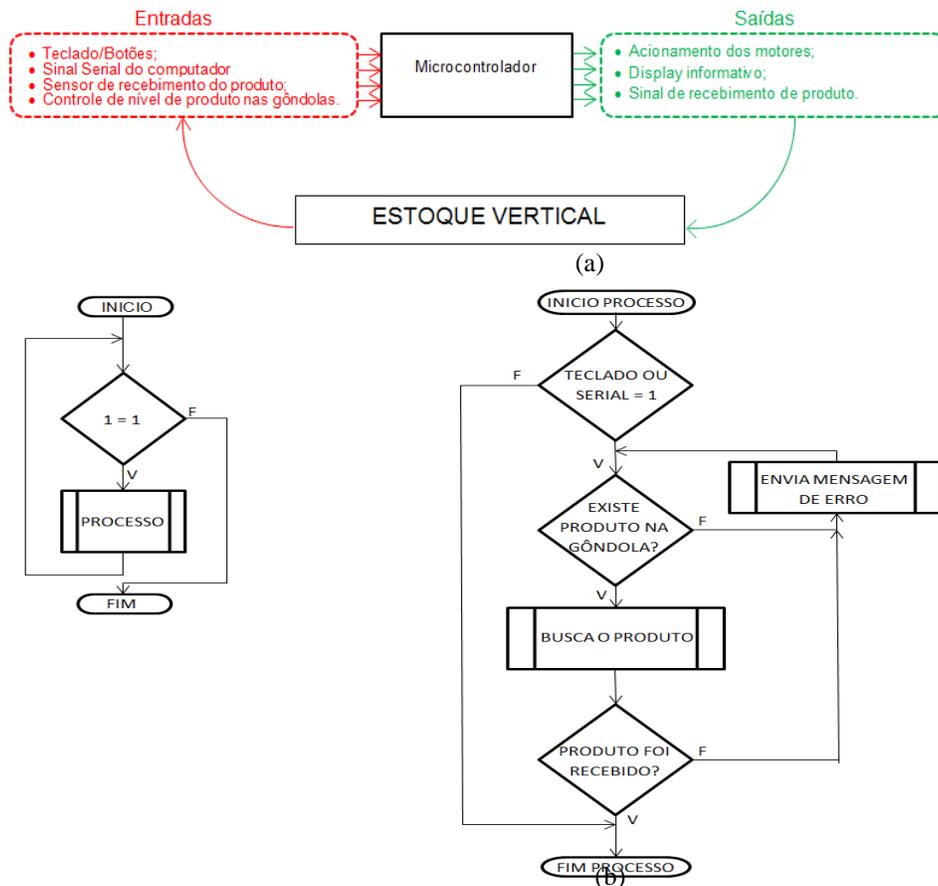


Figura 2: (a) Esquemático das variáveis (b) Fluxograma.

De acordo com o fluxograma o sistema está projetado para executar as etapas, assim que alimentado, da seguinte maneira, o sistema aguarda a seleção do produto este sinal pode ser recebido tanto por sinal do teclado matricial 4x3 como por sinal serial proveniente do computador.

Após a seleção do produto, o sistema aciona os motores que movimentam o braço até a gôndola do produto selecionado, com o órgão terminal retirando o produto da gôndola e carregando-o até o local a ser despejado.

Após o produto ser despejado um sensor verifica se este foi recebido, em caso positivo o sistema retorna a condição inicial, em caso negativo o sistema acusa erro e aguarda a solução para continuar a rotina.

Todas as etapas do processo é sinalizada pelo display 16x2, com isso o operador pode saber em qual fase do processo o sistema se encontra e, em casos de erro, qual foi o erro encontrado.

Para a construção do sistema foi necessário estudar um microcontrolador

que atendesse as necessidades, escolhendo o 16F887 este foi escolhido pela sua quantidade de entradas e saídas, possuindo 36 E/S, que foram todas utilizadas no sistema. Em seguida foi elaborada a estrutura do estoque vertical em alumínio, responsável pela armazenagem dos produtos, após esta etapa, foram elaborados os sistemas de eixos em função das dimensões das prateleiras e a confiabilidade requerida (Figura 3). Com a determinação dos sistemas de eixos, foi determinada a demanda de potência dos motores para suportarem as cargas em cada eixo.

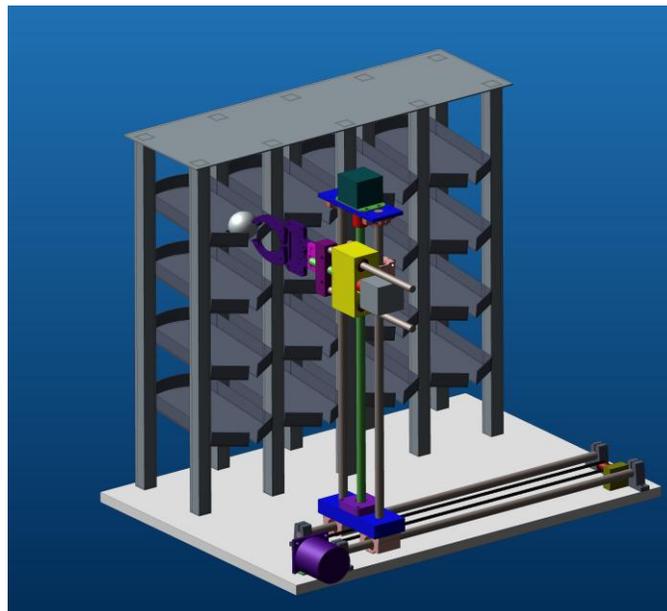


Figura 3: Mecanismo do sistema. Fonte própria.

Após a escolha dos motores foi possível à elaboração do sistema eletrônico, os drivers de potência, o display LCD para interface entre homem e maquina (IHM) e o sistema de comunicação.

Para edição e compilação do código em linguagem C foi utilizado o aplicativo **MikroC Pro fo PIC** sendo que este aplicativo quando compila o código gera o hexadecimal que é a linguagem entendida pelo PIC 16F887. Para os testes em hardware o código foi gravado através de duas ferramentas um aplicativo e um dispositivo interligados por uma porta de comunicação USB do computador, o aplicativo é o **PICKit 2 Programmer** e a ferramenta é a **MicroICDzif**.

O movimento do braço robótico é realizado por motores de passo, um em cada eixo totalizando três motores, porém os microcontroladores da família da **Microchip** possui uma capacidade de corrente inferior que 25mA, sendo necessário a utilização de *drivers* de corrente, sendo utilizado por este projeto o

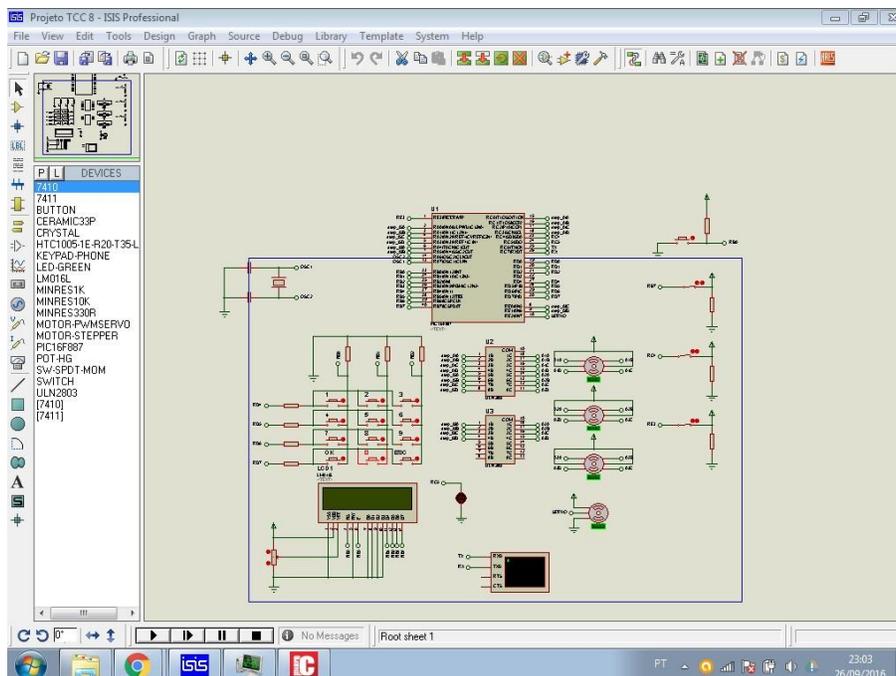
driver A4988 fabricado pela **Allegro MicroSystems LLC**.

Este *driver* possui a capacidade de controlar correntes entre 1 a 2,1A sendo possível selecionar os modos *full-step*, *half-step*, *quarter-step*, *eigh-step* e *sixteeth-step*.

A comunicação do sistema, microcontrolador e computador, é realizada através da comunicação serial RS 232, sendo assim, é utilizado o CI MAX223 fabricado pela **MAXIM**, o qual é capaz de transmitir/receber sinais com níveis de tensão  $\pm 12V$  (sinal RS-232) e converter para níveis de tensão entre 3 a 5V (sinal TTL).

Para o usuário externo solicitar um pedido de produto é utilizado um site com linguagem PHP (acrônimo recursivo para *Hypertext Preprocessor*) dando a possibilidade de criar páginas dinâmicas na qual o servidor processa o PHP e após o processamento o código HTML (*Hypertexte Markup Language*) para o navegador do cliente, mostrando o conteúdo da página.

A simulação computacional foi realizada através do **software PROTEU - ISIS** (Figura 4) com a montagem do circuito eletrônico do controlador do braço robótico. Com esta simulação foi possível compreender o funcionamento do controlador com suas características das ligações.



**Figura 4: Simulação no software PROTEUS - ISIS.**

Após a simulação computacional e ajuste de todos os parâmetros para perfeito funcionamento, o sistema foi implementado na *protoboard* (Figura 5) para teste em *hardware*. Os testes de *hardware* funcionaram em praticamente igualdade aos testes em *software* mostrando a eficiência dos aplicativos utilizados.

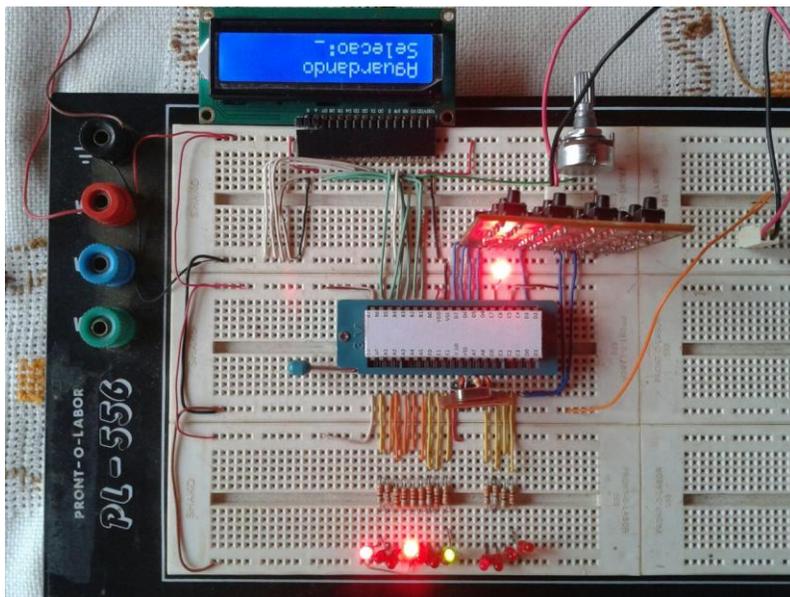


Figura 5: Sistema funcionando em *Hardware*.

## 4. RESULTADOS

O sistema apresentou resultados satisfatórios no controle de estoque, movimentação precisa e com repetibilidade confiável ao exigido pelo sistema, comunicação com o banco de dados e controle de estoque em tempo real.

O método de movimentação do braço robótico apresenta a localização de cada gôndola, com isso o sistema se movimenta de forma completamente automática, sem a necessidade de intervenção do usuário, com início e fim determinados.

A comunicação serial apresenta a alternativa do envio de dados remotamente, com isso o usuário pode solicitar o pedido do local no qual estiver. Ainda utilizando baixas velocidades, como por exemplo, 9.600 bits/s é possível alcançar distâncias entre supervisor e braço robótico de até 1.200 metros.

O banco de dados apresenta em tempo real a situação do estoque, quantidade de produtos e gerência de forma satisfatória o nível e liberação da retirada dos produtos.

Com o PHP, as páginas podem conter informações e estruturas diferentes para cada usuário, por exemplo, garantindo assim que uma mesma página possa mostrar conteúdos diferentes de acordo com o que o usuário poderá ver.

## 5. REFERÊNCIAS

- [1] Dorf, Richard C; BISHOP, Robert H, Sistemas de controle modernos 12ª Ed. 1957 (2013);
- [2] OGATA, Katsuhiko Engenharia de Controle Moderno 5º Ed. (2012);
- [3] Zimpeck, A. L. Análise do comportamento de portas lógicas CMOS com falhas Stuck-On em nanotecnologia – Artigo 2014;
- [4] SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, HARLAND, Christine, HARRISON, Alan, JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção, 1º Ed.** São Paulo – SP: Editora Atlas S.A., 1997 (2006);
- [5] ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B.. SISTEMAS DE BANCO DE DADOS. 6. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2011;
- [6] ISO 10218 – Manipulating Industrial Robots: Vocabulary of object handling with end effectors;
- [7] ANSI/RIA R15.06.1999 **National Robot Safety Standard.** Published by Robotic Industries Association (RIA).