

# **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ORGANIZADOR AUTOMATIZADO CONTROLADO POR UM COMPUTADOR PESSOAL**

**Luiz H. M. S. NÓBREGA (1); Rafael F. A. da SILVA (2); Iôgo P. TEIXEIRA (3); Verilton N. da SILVA (4); Raphael C. MOURA (5)**

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Rua: Danilo da Penha Paiva 767, Cristo Redentor, João Pessoa, Paraíba, (83) 3231-2648, e-mail: [rikinobrega@hotmail.com](mailto:rikinobrega@hotmail.com)

(2) IFPB, e-mail: [rafael.falves@hotmail.com](mailto:rafael.falves@hotmail.com)

(3) IFPB, e-mail: [iogobrutalverm@gmail.com](mailto:iogobrutalverm@gmail.com)

(4) UFPB, e-mail: [verilton@yahoo.com.br](mailto:verilton@yahoo.com.br)

(5) IFPB, e-mail: [raphael\\_cm7@hotmail.com](mailto:raphael_cm7@hotmail.com)

## **RESUMO**

Paralelamente ao rápido crescimento da população e a exigência da produção de volumes cada vez maiores daqueles produtos mais comuns e necessários à utilidade de todos, vem aumentando a preocupação por serviços que possam atender a necessidade desta massa. Aos donos de lojas, restaurantes, indústrias, estacionamentos privativos e vários outros estabelecimentos que exijam numa determinada parte do processo uma organização mais inteligente, estas preocupações são mais intensas. Neste sentido, este trabalho de pesquisa ação tem como objetivo apresentar o modelo de um organizador automático que pode resolver uma pequena parcela dos problemas referentes ao crescimento populacional, possibilitando assim, em uma organização, maior agilidade, precisão, controle, eficiência e flexibilidade na captura e armazenamento de materiais. Este protótipo é acionado por motores de passo em que sua rotação depende de sinais digitais da porta paralela (DB-25) do computador, e estes sinais de saída são controlados por um software de programação. Para o funcionamento deste sistema de controle de malha aberta, é utilizada uma placa amplificadora de sinais de tensão e corrente entre o computador e os motores. Por meio de um sistema gráfico disponibilizado pelo software computacional é possível observar na tela do computador pessoal o preenchimento das prateleiras, tendo assim, um controle do armazenamento.

**Palavras-chave:** motores de passo, organizador automático, malha aberta.

## **1. INTRODUÇÃO**

Devido ao célere crescimento da população que deriva no aumento da demanda de produtos cada vez maior nos mais variados tipos de estabelecimentos comerciais e industriais e ao desenvolvimento de sistemas de produção cada vez mais veloz, resultante dos avanços tecnológicos, surge assim, o interesse e a necessidade de automatizar ou semi-automatizar determinados processos de organização, e especificamente otimizar a localização com precisão e eficiência em um determinado local no depósito. Com base neste contexto, este trabalho apresenta o protótipo de um sistema de armazenamento automático para os mais variados tipos de mercadoria. Tal sistema é acionado por meio de motores de passo e estes são comandados através de sinais digitais oriundos da porta paralela (DB-25) do computador pessoal. Os sinais enviados a interface paralela de saída é comandado por um software de gerenciamento em que neste também é elaborado um sistema gráfico que atua semelhante a um supervisor, sendo capaz de reproduzir o que está acontecendo durante o processo de armazenamento. Apesar da porta paralela ser um dispositivo que se comunica com o exterior, ela não foi projetada para controlar dispositivos de potência, sendo necessária uma interface ou “driver” de potência. Esta interface nada mais é que um amplificador de potência para os sinais emitidos pela porta paralela.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Os grandes centros urbanos vêm desenvolvendo problemas de ordem urbanística que se agravam com o passar do tempo. Vários destes problemas referentes ao crescimento populacional se destacam como primordiais. Como exemplo destas dificuldades pode-se citar os estacionamentos para veículos, os sistemas de armazenamento de grande e pequeno porte, entre outros. Devido à excessiva demanda por estas atividades citadas, vários episódios desagradáveis vêm surgindo, deixando este grupo populacional insatisfeito.

Em sistemas logísticos, os produtos são armazenados em galpões com grandes dimensões e uma infinidade de prateleiras. Para um trabalho de identificação manual de um determinado produto solicitado, é observada uma dificuldade de localização imediata devido à referida dimensão e a má comunicação entre os funcionários responsáveis por passar o código de localização do produto, além do que uma falha na armazenagem pode causar alguns transtornos às vendas. Tendo em vista a crescente demanda em lojas dos mais variados produtos e a exigência da clientela por um atendimento rápido, seguro e de qualidade é necessário, dentre outras coisas, que haja um local de armazenamento bem organizado e automatizado, em que evitariam tais dificuldades.

Partindo para um contexto industrial, as indústrias de manufatura vêm sofrendo uma enorme transformação devido à utilização crescente de equipamentos automáticos de produção. A união destes equipamentos resulta em um processo de produção de peças bem mais rápido e, conseqüentemente, exige um sistema de armazenamento que atenda a demanda da fabricação.

Na maioria destas indústrias, após o processo de confecção e embalagem dos produtos, a organização é feita em estoques por meio de empilhadeiras. Para utilização destes carrinhos barulhentos é necessário um operador, gastos periódicos com manutenção e combustível, sinalizar todo chão de fábrica em que o mesmo irá passar para segurança dos funcionários, entre outras. Em algumas delas seria viável a instalação de um sistema de armazenamento mais prático, que ofereça menor custo e uma maior segurança para empresa.

A questão da falta de vagas para o estacionamento de veículos nos grandes centros urbanos devido ao crescente aumento da frota, enseja soluções criativas para o armazenamento que garantam a segurança e a integridade do veículo. Algumas soluções bastante utilizadas são os edifícios-garagens ou garagens subterrâneas que apesar de atenderem o problema de espaço, trazem inconvenientes quanto a colisões devido ao espaço disponível para manobras, furtos aos interiores, dificuldade à localização do veículo entre outros. Rezende (2005) propõe um sistema de estacionamento vertical modulado em estrutura metálica e automatizado, o qual possui elevadores de carga que permite retirar o veículo do compartimento de transferência, colocá-lo sobre a plataforma do elevador e, finalmente, transferi-lo para uma vaga livre. Tal sistema, além de proporcionar uma maior agilidade e conforto para o usuário, elimina a presença de estranhos no seu interior, já que os veículos são conduzidos por equipamentos totalmente robotizados.

Em Wolfsburg, na Alemanha, a fábrica da Volkswagen goza de um sofisticado sistema de armazenamento para os novos veículos. Tal sistema é uma solução de organização bastante criativa que privilegia o aumento da densidade de mercadoria e poderia ser aplicado no armazenamento dos mais variados tipos de produtos.

O princípio de armazenamento automatizado desta multinacional, devido a sua estrutura inteligente, economiza cerca de 20% de espaço de um pátio de carros normal, diminui o tempo na busca pelo produto e os riscos de acidentes. Na figura 1 podemos observar uma foto do referido galpão.



**Figura 1 - Estacionamento da Volkswagen.**

Baseado nas variedades de aplicações já listadas pode-se perceber que uma organização automática, em um futuro não tão distante, poderá ser vista como uma alternativa bastante viável nos diversos tipos de processo.

Com a finalidade de integrar conhecimentos nas diferentes áreas e fazer jus ao nome automação no qual Souza (2005) define como sendo a tecnologia que utiliza sistemas mecânicos, eletromecânicos e computacionais para operar no controle de processos, neste trabalho é apresentado o modelo de um protótipo para uma organização automática dos mais variados tipos de mercadorias.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Metodologia do trabalho**

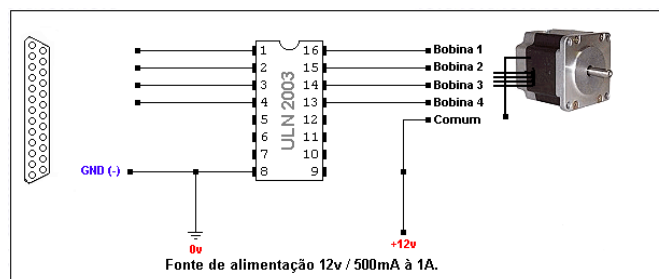
Para executar o referido projeto foram feitas pesquisas com o intuito de observar o número de experiências semelhantes que foram bem sucedidas. Após essas pesquisas e delimitado o trabalho, iniciou-se uma nova etapa, ou seja, adquirir todos os componentes necessários a construção do projeto como: circuitos integrados, cabos DB9, motores de passo, eixos, mancais, entre outros inerentes a construção. Paralelamente a tal procedimento, estudos no software foram realizados, com o objetivo de conhecer seus comandos básicos e necessários à comunicação com o mundo externo, e teve início a construção mecânica do mesmo. Após a aquisição dos componentes eletrônicos, iniciou-se a montagem em uma matriz de contatos (protoboard) a fim de realizar testes e, em seguida foi providenciada a confecção de placas de circuito impresso, na qual todos os componentes foram transferidos.

#### **3.2 Circuito de acionamento**

Neste projeto foram utilizados para o acionamento dos motores, três circuitos integrados do tipo ULN2003A, sendo um para cada motor. As entradas deste são compatíveis com a lógica digital, principalmente a encontrada nas saídas das portas paralelas dos PC's. Isso significa que este circuito pode ser usado para controlar o movimento de um motor de passo diretamente a partir de uma linguagem de programação que "rode" no computador, habilitando de forma sequenciada as saídas da porta paralela (COSTA, 2009). O ULN2003A é um integrado ideal para interface entre circuitos de níveis lógicos baixos e periféricos que

exijam um nível lógico alto. Ele pode controlar correntes de até 500 mA e trabalhar com tensão de saída de até 50 volts. Não se deve utilizar motores de passo que consumam mais que esse valor, pois, se usados, poderão queimar os CI's. Suas entradas podem operar diretamente com 5 volts TTL ou CMOS.

De acordo com a figura 2 podemos observar a configuração do circuito integrado utilizado no projeto para o acionamento do motor de passo unipolar. É importante destacar que neste exemplo o motor está sendo controlado diretamente pelo computador utilizando a porta paralela, ou seja, toda a lógica de excitação das bobinas deve ser exercida pelo PC. O CI mostrado, possui 7 entradas que pode controlar 7 saídas e com ele podemos controlar apenas um motor de passo. Um fator importante que se deve levar em consideração é a fonte de alimentação que terá de fornecer a amperagem necessária. Neste caso, este dispositivo teria que fornecer a corrente necessária para o acionamento do motor.



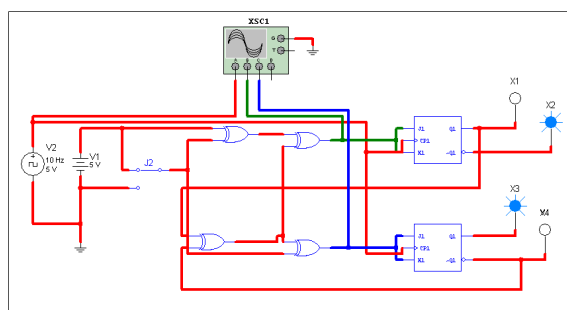
**Figura 2 – Circuito de acionamento.**

### 3.3 Circuito de controle

Este tipo de circuito tem por finalidade seqüenciar os pulsos na forma exigida pelo motor de passo para que ele rode num sentido ou noutro, ou seja, converter sinais de passo e direção em comandos para os enrolamentos do motor (BRAGA, 2009).

Para elaboração da lógica de controle aplicada no projeto foram necessários 2 circuitos integrados. Utilizando as portas “ou exclusivo” do integrado DM74LS86N e os flip-flops “JK tipo T” do DM7474N, exercemos o controle tanto da direção quanto da velocidade do motor. A porta lógica “ou exclusivo” produz na saída um nível alto sempre que suas duas entradas estiverem em níveis opostos e os flip-flops “JK tipo T”, que possuem suas entradas *J* e *K* interligadas formando uma única denominada *T*, comutam as saídas *Q* e *Q<sub>inv</sub>* para um nível alto de entrada e as mantém para um nível lógico baixo.

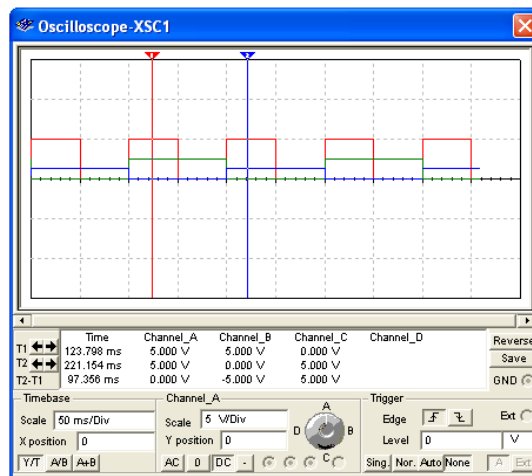
Na figura 3 segue o esquema do circuito seqüenciador simulado no programa computacional *multisim*®, utilizando os dois integrados citados. Nesta, para uma análise mais detalhada, é importante destacar a presença do osciloscópio e as cores dos fios de suas entradas.



**Figura 3 – Circuito seqüenciador.**

Este circuito funciona basicamente invertendo a saída *Q* e *Q<sub>inv</sub>* de um dos flip-flops em cada borda de subida, ou seja, nunca serão invertidas as saídas dos dois dispositivos simultaneamente. Na borda seguinte, podemos esperar que a saída do outro flip-flop seja invertida mantendo a do primeiro igual, repetindo o ciclo a partir

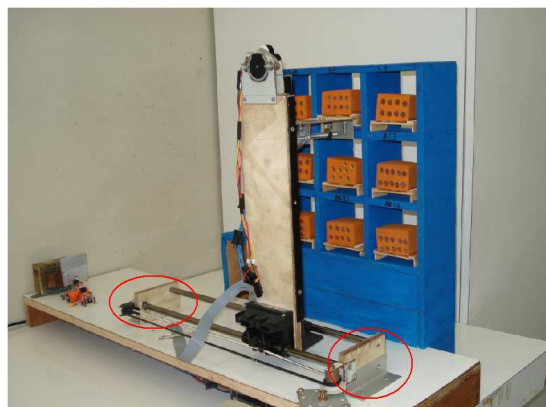
de então. Através do osciloscópio da figura 4, pode-se notar que em cada pulso de subida do clock (canal A – fio vermelho), as entradas dos flip-flops (canal B e C – fios verde e azul, respectivamente) invertem seus estados, sendo uma o inverso da outra.



**Figura 4 – Sinais de entrada dos flip-flops.**

### 3.4 Sistema mecânico

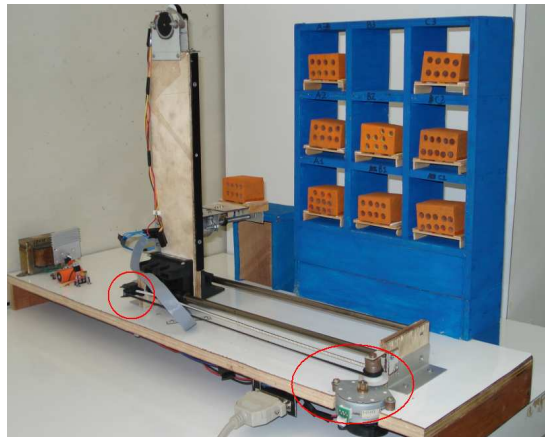
O mecanismo é constituído de uma base inferior de madeira que serve como apoio para dois suportes laterais em que se encaixam dois eixos. Estes funcionam como uma espécie de trilho para o “CARRO PRINCIPAL” na execução do movimento horizontal. Este descrito acima, pode ser observado com destaque na figura 5.



**Figura 5 – Mecanismo para o movimento principal.**

Transpassado pelos eixos existe um “CARRO” formado por um corpo de plástico que possui duas buchas de bronze e duas de plástico nas extremidades, que servem como proteção para o eixo e guia para o carro acoplado, respectivamente.

Este “CARRO”, denominado de “principal” e sobreposto aos eixos, movimenta-se pela ação de um motor de passo, no qual é acoplado ao eixo deste motor um trem de engrenagens com uma pequena redução para uma diminuição da velocidade e aumento do torque, evitando assim, a perda de passo do motor. A transmissão para o movimento final é feita por meio de uma correia dentada na qual esta é ligada a uma polia na extremidade oposta e presa na parte traseira do carro principal para execução do movimento, como pode ser observado na figura 6.

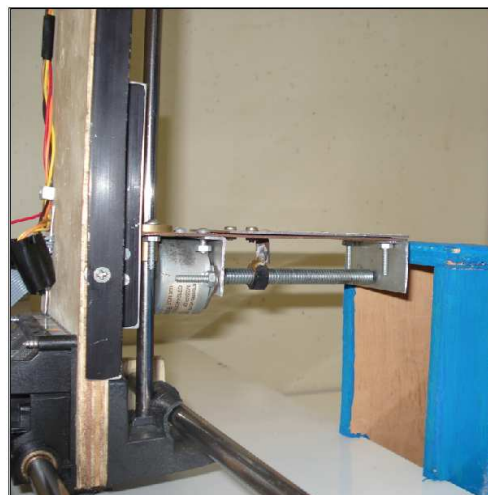


**Figura 6 – Sistema para transmissão.**

Sobre o carro principal foi montado mais dois sistemas de posicionamento, sendo um para a movimentação no eixo “Y” e outro no eixo “Z”, ou seja, estes dois fazem o movimento vertical e de ejeção, respectivamente.

O sistema responsável pelo movimento vertical é formado basicamente pelos mesmos elementos mecânicos que constituem o movimento horizontal, porém a redução do trem de engrenagens é maior, e ao invés de dois eixos, o referido carro é ligado por apenas um. É importante destacar que todos os elementos que colaboram para este movimento são posicionados verticalmente e presos a uma certa parte de uma determinada plataforma que ostenta o último mecanismo do sistema, ou seja, o de ejeção.

Este último mecanismo consiste na integração de duas plataformas, uma fixa e outra móvel. Na plataforma fixa foi preso um motor de passo que acoplado no seu eixo gira um parafuso sem fim transmitindo o movimento para a plataforma móvel por meio de uma haste soldada a uma porca que converte o movimento de rotativo para linear, como pode ser observado na figura 7.



**Figura 7 – Sistema de ejeção.**

### **3.5 Comunicação (software computacional x porta paralela)**

O software computacional utilizado neste projeto para o controle do sistema organizador foi escrito no Microsoft Q\_basic, que é executado no MS\_DOS, no qual pode ser instalado e operado em um computador pessoal. Esta linguagem de programação foi distribuída juntamente com as primeiras versões do Windows.

No referido projeto foi necessário apenas utilizar os pinos da porta paralela (DB9) referente às saídas de dados (D0 a D7) para controlar os dispositivos externos. Com isso, na construção do software exigiram-se comandos básicos para ativar e desativar os referidos bits da porta paralela. Ainda referente a esta interface,

deve-se conhecer as três diferentes secções que a compõe. São elas: linhas de dados, linhas de controle e as linhas de registro.

Nesta interface existem 8 *linhas de dados* que geralmente serão de saídas. Estas são utilizadas para enviar dados através da porta paralela. Neste projeto nós nos concentraremos principalmente nestas linhas. As 4 *linhas de controle*, também de saída, tem como função controlar a impressora que a algum tempo atrás era ligada a porta paralela. Atualmente elas são vendidas no comercio utilizando a porta USB. As *linhas de status* corresponde a 5 linhas de entrada, cuja função é receber informações externas ao micro. Cada uma destas secções apresentadas é acessada pelo seu endereço próprio e atuará independentemente das outras.

### 3.5.1 Comandos em Q\_BASIC utilizados no projeto para acesso a porta

Além de conhecer os endereços das secções da porta paralela que se pretende utilizar, é imprescindível saber o comando para acessá-la e o número que se deseja escrever. Para operar esta interface é necessário digitar no software, de acordo com a sintaxe, um número decimal que será representado em binário na saída física da porta. Por exemplo, na figura 8 pode ser observado o esquema dos pinos de saída da porta paralela de endereço 888 e acima de cada um deles um determinado número ( $2^n$ ).

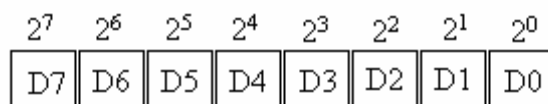


Figura 8 – Pinos de saída da porta paralela.

Para o acesso a saída D0 deve-se substituir a variável **n** por 0 e realizar o cálculo. Neste caso, teríamos como resultado o valor 1, que este seria digitado no software e, levando em consideração que o pino D0 é o menos significativo, ele seria ativado. Para o acionamento da saída D1 deve-se realizar o mesmo procedimento, ou seja, substitui-se a variável **n** pelo número 1, que terá como resultado o valor 2 em decimal, que este deverá ser digitado no software para acionar a referida saída. Para o acionamento de mais de um pino simultaneamente, é necessário fazer a soma em decimal dos resultados de  $2^n$ . No caso dos pinos D0 e D1, basta escrever no software o número 3 que as duas saídas serão acionada. Esta configuração de acionamento simultâneo dos pinos da porta paralela é de fundamental importância para o acionamento dos motores de passo, pois, como foi visto no circuito de controle, precisasse de dois pinos para acionar os motores, sendo um para o sentido e o outro para o clock, ou seja, para movimentar o motor em um determinado sentido desejado é necessário enviar um pulso de saída juntamente com o clock para definir sua direção de movimento.

É importante observar que os pinos de D0 a D7 representam 8 bits (1 byte), sendo assim, o valor de saída pode variar entre 00000000 (0 decimal) e 11111111 (255 decimal). Quando se envia uma combinação binária para porta, tudo que estava escrito anteriormente é apagado. O Q\_basic utiliza dois comandos básicos para “conversar” com este tipo de porta: *out* e *inp*, sendo este para acesso a linhas de status e aquele para o acesso as linhas de dados. Neste projeto foram utilizadas apenas as linhas de dados referentes ao comando de saída (*out*), que tem como sintaxe de instrução:

***out <endereço da porta>, <dado a ser escrito na porta de saída>;***

Como se pode observar, os dois parâmetros necessários para ativar uma determinada saída são: o endereço da porta e o dado que se deseja escrever na mesma. No projeto, além da sintaxe *out* apresentada, foram utilizados comandos de entrada de variável (*input*), comandos de tomadas decisões (*IF*) para quando uma determinada variável for digitada, comandos de laços periódicos

(*FOR and TO*) e vários outros. Dentre todos os comandos utilizados no Q\_basic, o mais importante é o referente ao acionamento dos motores de passo.

## 5. CONCLUSÃO

De acordo com os testes realizados no protótipo, os motores de passo se mostraram bastante eficiente neste tipo de aplicação em que a precisão é fator primordial, pois sua total adaptação à lógica digital e seu movimento por passos permitiu um ajuste fino no posicionamento dos carros que constitui o projeto, porem, um evento indesejável que pode ocorrer é a perda de passo devido ao excesso de peso colocado sob os motores.

No referido projeto, o circuito de interface para o acionamento e controle dos motores de passo mostrou-se bastante eficiente na conversão dos sinais elétricos enviados pelo computador para atender a necessidade de corrente dos motores.

O software computacional Microsoft Q\_basic utilizado para o controle do sistema, apesar de suas limitações nas linhas de programação, apontou-se bastante adequado nesta aplicação.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, N. C. **Eletrônica Básica para Mecatrônica**. 1. ed. São Paulo; Editora Saber, 2005.

BRAGA, N.C. **Os segredos da porta paralela**. 2. ed. São Paulo: Editora Saber, 2005.

COSTA, A. **Motor de passo**. Disponível em: < [http://www.mrshp.hpg.ig.com.br/rob/m\\_passo.html](http://www.mrshp.hpg.ig.com.br/rob/m_passo.html) > Acesso em: 15 fev. 2009.

COSTA, A. **Controle lógico de um motor de passo**. Disponível em: < <http://www.mrshp.hpg.ig.com.br/rob/passologico.htm> > Acesso em: 15 fev 2009.

COSTA, A. **Tipos de motor de passo**. Disponível em: < <http://www.mrshp.hpg.ig.com.br/rob/passotipo.htm>.> Acesso em: 15 fev 2009.

LEITE, B. H. F **Trabalho de sistemas digitais submetido à universidade federal do Rio de Janeiro**. Disponível em: < [http://www.gta.ufrj.br/grad/01\\_1/motor/index.htm](http://www.gta.ufrj.br/grad/01_1/motor/index.htm). > Acesso em: 23 fev 2009.

REZENDE, E. M. **Sistemas de Estacionamento Vertical Modulado em Estrutura Metálica**. Universidade Federal de Ouro Preto, 2005.

SANTOS, S. G. **Controle de Mesa XY Utilizando Motor de Passo**, Revista Mecatrônica Atual N°.2/ Fevereiro, São Paulo, SP. Brasil. Editora Saber, 2002.

SILVA, A. A. **Desenvolvimento de uma Mesa XY para Perfuração de Placas de Circuito Impresso**, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Campos Santo Ângelo, 2001.

SOUSA, Rodrigo Barbosa. **Uma Arquitetura para Sistemas Supervisórios Industriais e sua Aplicação em Processos de Elevação Artificial de Petróleo**, 2005.