



COMPROMETIDA COM A PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA ENGENHARIA E DAS CIÊNCIAS MECÂNICAS

**VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING**  
**18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil**  
*August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil*

## **PROTÓTIPO DE MÁQUINA ORGANIZADORA DE ESTOQUES CONTROLADA PELO MICROCONTROLADOR PIC16F877**

**TEIXEIRA, I. P., iogo\_paula@hotmail.com<sup>1</sup>**  
**SILVA, R. F. A., rafael.falves@hotmail.com<sup>1</sup>**  
**NÓBREGA, L. H. M. S., rikinobrega@hotmail.com<sup>1</sup>**  
**SILVA, V. N., verilton85@hotmail.com<sup>1</sup>**  
**LIMA, T. V., thyagolvasconcelos@gmail.com<sup>1</sup>**  
**MORAES, L. A., leocefetpb@gmail.com<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal da Paraíba, Campus I, Centro de Tecnologia, Bloco F, Cidade Universitária, CEP 58059-900 – João Pessoa-PB,

<sup>2</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, Av. 1º de Maio, 720, Joao Pessoa - Paraíba, 58015-430,

**Resumo:** *O uso dos microcontroladores vem se intensificando devido a sua versatilidade, poder de processamento e custo reduzido. Tendo em vista estes atributos, implementamos um sistema de controle do protótipo de uma máquina organizadora de estoques, em nível de Hardware e software, através do microcontrolador PIC 16F877. O protótipo da máquina organizadora de estoques, robô de movimentos tridimensionais cartesianos acionados por meio de três motores de passo, que inicialmente era controlada por um computador pessoal, passa a ser controlado pelo sistema supracitado. A implementação desse sistema envolveu a elaboração de um firmware em linguagem C de programação, construção de uma interface entre o operador e a máquina, confecção de uma placa de controle e adição de sensores que melhoraram a operacionalidade do sistema. Os resultados obtidos foram satisfatórios, o protótipo tornou-se um sistema mais rápido e independente o PC. Por fim, os testes realizados atenderam as expectativas.*

**Palavras-chave:** *organizador, estoques, microcontrolador, pic16F877, automação .*

### **1. INTRODUÇÃO**

O protótipo da máquina organizadora de estoques é um sistema automatizado de pequena escala. Este protótipo consiste de um robô de coordenadas cartesianas que tem por objetivo armazenar determinados objetos em células posicionadas verticalmente. Este sistema de armazenamento em células poderá ser a solução para a demanda de espaço nas grandes metrópoles.

Para a criação de novos espaços de estacionamento nessas regiões centrais, é necessário buscar soluções criativas que adotem um aumento da densidade de armazenamento de veículos em determinados locais. Uma das possibilidades é a implantação de edifícios modulados em estrutura metálica, totalmente automatizados, que consistem, praticamente, em simples estruturas, sem a necessidade do uso de lajes para pisos, ou mesmo, de elementos de fechamentos. Como exemplo desses edifícios modulados, podemos citar os galpões de armazenamento de grandes atacadistas existentes no Brasil e no mundo. Esses edifícios, por suas próprias características, não permitem o acesso do usuário ao seu interior, já que os veículos são conduzidos por equipamentos totalmente robotizados. (RESENDE, 2006).

Esses sistemas robóticos automatizados podem ser implementados e controlados de várias formas como: CLP's (Controladores Lógicos Programáveis), computadores pessoais, microcontroladores entre outros.

A grande vantagem de se utilizar o microcontrolador reside no fato de ser um sistema de baixo custo (atualmente, inferior a cinquenta reais), quando comparado ao custo de um computador ou um CLP para realizar o controle de um processo.

Os microcontroladores são chips inteligentes, que possuem um processador, pinos de entradas/saídas e memórias. Através da programação dos microcontroladores podemos controlar suas saídas, tendo como referencia as entradas ou um programa interno. (TREVISAN, 2009).

Esses componentes estão presentes nas nossas vidas de forma tão forte que já se tornou algo cotidiano, embora muitas vezes nem os tenha visto, eles estão presentes na maioria dos aparelhos eletrodomésticos, em automóveis, semáforos, processos industriais, etc. Os microcontroladores estão sendo cada vez mais utilizados, quer seja por profissionais ou por robistas, em todos os lugares do mundo. Esta ampla utilização possibilita utilizar a internet como uma rica fonte de pesquisa tanto para o estudo de soluções de hardware quanto de software.

A pesquisa realizada pretende abordar o uso do microcontrolador, aplicado a um protótipo de Máquina Organizadora de Estoques. Para isto, foram estudados os conceitos de microcontroladores, IHM (Interface Homem Máquina), sensores e atuadores. Além disso, foram feitas diversas pesquisas, principalmente, em relação ao uso de microcontroladores, ao acionamento de motores de passo, ao display de LCD e leitura de teclados.

Silva ET AL (2007), controlou o movimento de uma mesa de microscópio com coordenadas x, y, onde cada eixo era acionado por meio de motores de passo e o controle era feito por meio do PIC 16F877A e um computador pessoal.

Pscheidt (2007) desenvolveu um robô autônomo na forma de veículo autoguiado, que atue na área de chão de fábrica e integre técnicas de controle e tomadas de decisão. Utilizando para isso motores de passo e para o controle, um microcontrolador PIC16F877A.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Metodologia do trabalho

Para executar o referido projeto foram feitas pesquisas para observar o número de experiências semelhantes que foram bem sucedidas. Após essas pesquisas e delimitado o trabalho. Início-se uma nova etapa, ou seja, adquirir os componentes: microcontrolador PIC16F877, gravador de PIC, display de LCD e chaves fins de curso, necessários para se dar início ao trabalho prático. Uma vez adquiridos os componentes iniciou-se a montagem em protoboard. Em seqüência, estudou-se como programar o display de LCD e como efetuar a leitura de teclas para utilização do teclado. Para a edição e compilação do firmware, utilizamos o software PIC C Compiler® e para a gravação do firmware no microcontrolador usamos o software Win PIC 800® e o gravador de microcontrolador PIC Star®. Dando continuidade à implementação do projeto, seguiu-se em seqüência a junção com sincronia dos controles dos motores com o display de LCD e o teclado e por fim a colocação das chaves fim de curso, para a localização automática do ponto inicial do processo. Logo após a implementação em uma matriz de contatos e testado o seu funcionamento foi providenciado à confecção de uma placa de circuito impresso, na qual todos os componentes foram transferidos.

### 2.2. 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 01.

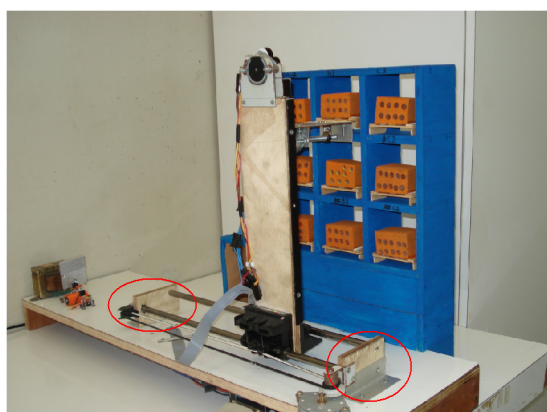
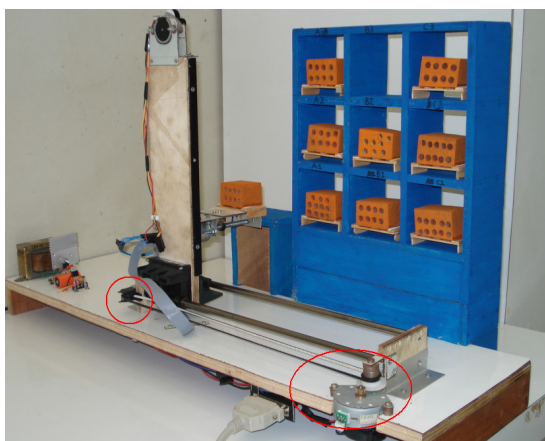


Figura 1. Mecanismo para o movimento principal.

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, movimentada-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 02.

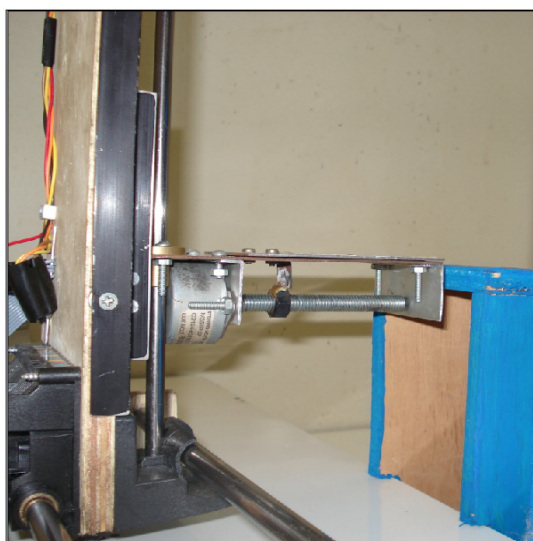


**Figura 2. Sistema para transmissão.**

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 numa 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 03.



**Figura 3. Sistema de ejeção.**

### **2.3. Sistema eletrônico**

O microcontrolador pode ser utilizado para controlar diversos dispositivos e receber mensagens do “mundo exterior”. Para evitar danos ao microcontrolador, deve-se saber como fazer o interfaceamento correto. Isso implica em conhecer os tipos de sinais que o microcontrolador pode enviar ou receber e de que modo podemos fazer os circuitos de interface para esta finalidade.

#### **2.3.1. Circuito de acionamento**

Os drives ou excitadores são circuitos que se destinam ao controle direto das correntes intensas que circulam pelos enrolamentos dos motores de passo (BRAGA, 2009). Para esta aplicação podem ser utilizados transistores bipolares de média potência ou circuitos integrados.

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 dos microcontroladores. 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, habilitando de forma seqüenciada as saídas da portas. 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 devem 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.

É importante destacar que neste exemplo (figura 04) o motor está sendo controlado diretamente pelo microcontrolador, ou seja, toda a lógica de excitação das bobinas deve ser exercida pelo micro. O CI ULN2007, 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 corrente necessária.

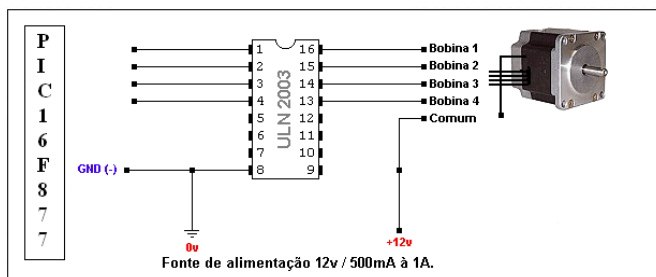


Figura 04. Circuito de acionamento.

### 2.3.2. 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 Qinv para um nível alto de entrada e as mantém para um nível lógico baixo.

Na figura 6 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.

Este circuito funciona basicamente invertendo a saída Q e Qinv 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 05, 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.

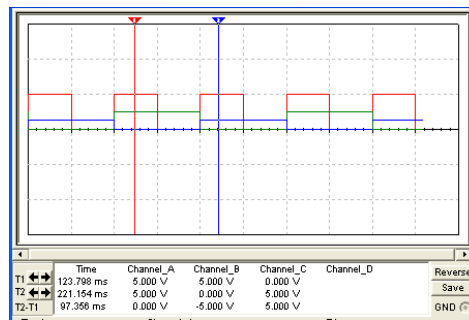


Figura 5. Sinais de entrada dos flip-flops.

### 3. Fluxograma de Funcionamento do Protótipo

A operação do protótipo da máquina organizadora de estoque é dada de forma objetiva. Para o seu funcionamento a máquina precisa que operador decida apenas o sentido de operação (colocar ou retirar) e o número da célula (de uma a nove) a ser utilizada na operação. Podemos ver a programação e os passos dados pelo programa, em forma de fluxograma apresentado na figura 06 e/ou pelo código fonte em linguagem C.

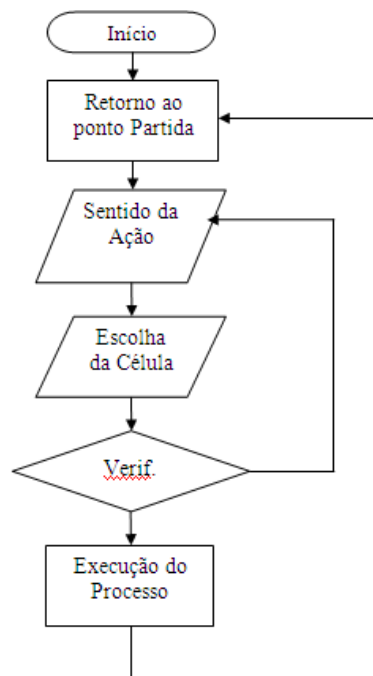
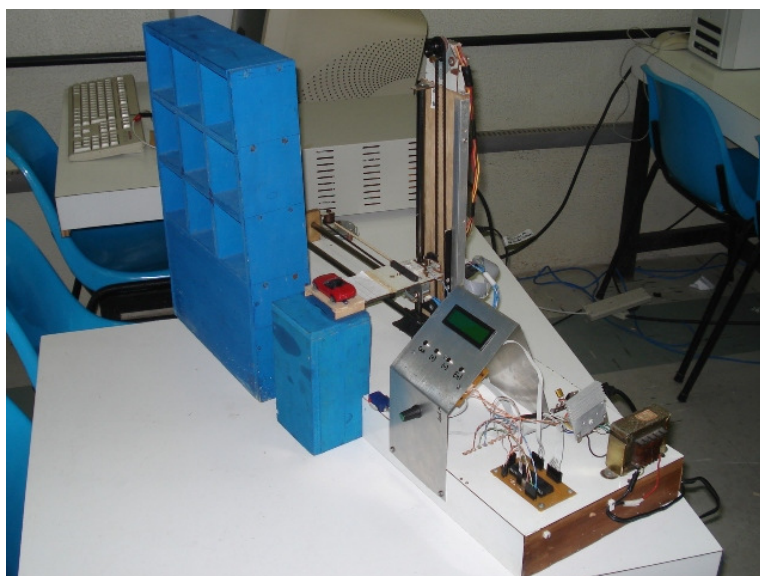


Figura 6. Fluxograma do processo

De acordo com o fluxograma a máquina está programada para que assim que for ligado, o protótipo retorne imediatamente para um ponto de partida pré-definido. O retorno ao ponto de partida se dá pelo acionamento dos três sensores fim de curso. Primeiro, ocorre o retorno do “Ejetor”, em seguida acontece o retorno do “Carro Vertical” e por fim, o retorno do “Carro Horizontal”. A partir deste ponto o Display (IHM) apresenta em seu visor as opções em relação ao sentido da operação (colocar ou retirar) a ser executada através do teclado. Uma vez escolhido o sentido é solicitado o número da célula em que se deseja que seja executada a ação. Todavia, antes de executar a ação solicitada o microcontrolador verifica se o local escolhido está vago (caso a opção escolhida tenha sido COLOCAR) ou se o local está ocupado (caso a opção escolhida tenha sido RETIRAR). Se a opção escolhida for factível de ser realizada, o microcontrolador aciona os motores de passo para executar a ação e em seguida, retorna para o ponto de partida. Caso contrário, o microcontrolador disponibiliza a opção de fazer uma nova escolha. Na figura 07 pode ser observado o sistema como um todo.





**Figura 7. Protótipo controlado por microcontrolador.**

#### 4. RESULTADOS

Ainda de acordo com a figura 07, tem-se que a versão final do protótipo conta com uma IHM que recebe e envia informações ao operador, a placa de controle está localizada ao lado da IHM, já visando facilitar a implementação de novos softwares. O protótipo agora está com o seu controle embarcado dispensando assim, o uso de um microcomputador para o seu uso, este fato além da versatilidade, trás a vantagem da grande economia gerada pelo uso de microcontrolador.

Comparando as duas formas de controle, podemos constatar algumas vantagens do protótipo controlado por microcontrolador em relação uma ao outro (controlado pela porta paralela), essas vantagens podem ser vistas no quadro a seguir:

**Tabela 1. Comparação entre as duas formas do protótipo**

<b>Porta Paralela</b>	<b>Microcontrolador</b>
Dependência do PC.	Independência do PC.
Acionamento de um motor por vez.	Acionamento de dois motores por vez.
Retorno ao ponto zero feito manualmente.	Retorno ao ponto zero feito automaticamente.
Não memorizava o estado das células.	Memoriza o estado das células.
Custo elevado.	Custo reduzido.
Processo relativamente lento.	Maior velocidade do processo.

No quadro acima podemos ver algumas comparações entre as duas formas de controle da máquina organizadora de estoques algumas mudanças são diretamente ligadas ao uso do microcontrolador como exemplo temos a independência do PC, redução do volume e redução do custo, as outras mudanças são decorrentes da melhoria do software, essas melhorias foram feitas, pensando em tornar o projeto mais completo.

#### 5. REFERÊNCIAS

Braga, N.C., 2009, Eletrônica Básica para Mecatrônica, 1. ed. São Paulo; Editora Saber, Brazil, pp. 41-44.

Pscheidt, E. R., 2007, Robô Autônomo – Modelo Chão de Fábrica, Curitiba, Brazil, Disponível em: <http://engcomp.up.edu.br/arquivos/engcomp>, Acessado em: 04 de junho de 2009.

Resende, E. M., 2005, “Sistema de Estacionamento Vertical Modulado em Estrutura Metálica”, Universidade Federal de Ouro Preto. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672006000300005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672006000300005&script=sci_arttext), Acessado em: 04 de outubro de 2009.

Silva, A. A., 2001, “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.

Trevisan, P. V., 2009, “Microcontroladores\_PIC\_Apostila”, Disponível em:  
[http://www2.brazcubas.br/professores1/arquivos/20\\_franklin/T7037A/Microcontroladores\\_Pic\\_-\\_Apostila.pdf](http://www2.brazcubas.br/professores1/arquivos/20_franklin/T7037A/Microcontroladores_Pic_-_Apostila.pdf),  
Acessado em: 07 de novembro de 2009.

## 6. DIREITOS AUTORAIS

### PROTOTYPE OF THE STOCK ORGANIZED MACHINE CONTROLLED BY MICROCONTROLLER PIC16F877

TEIXEIRA, I. P., [iogo\\_paula@hotmail.com](mailto:iogo_paula@hotmail.com)<sup>1</sup>  
SILVA, R. F. A., [rafael.falves@hotmail.com](mailto:rafael.falves@hotmail.com)<sup>1</sup>  
NÓBREGA, L. H. M. S., [rikinobrega@hotmail.com](mailto:rikinobrega@hotmail.com)<sup>1</sup>  
SILVA, V. N., [verilton85@hotmail.com](mailto:verilton85@hotmail.com)<sup>1</sup>  
LIMA, T. V., [thyagolvasconcelos@gmail.com](mailto:thyagolvasconcelos@gmail.com)<sup>1</sup>  
MORAES, L. A., [leocefetpb@gmail.com](mailto:leocefetpb@gmail.com)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal da Paraíba, Campus I, Centro de Tecnologia, Bloco F, Cidade Universitária, CEP 58059-900 – João Pessoa-PB,

<sup>2</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, Av. 1º de Maio, 720, Joao Pessoa - Paraíba, 58015-430,

**Abstract:** *The use of microcontroller come intensifying due its versatility, processing power and decrease cost. Based on these advantages, it was into practice a control system of the prototype of the stock organized machine, through of hardware and software, by a microcontroller PIC 16F877. The Cartesian robot for three-dimensional movements actuates by step-motor, that in the beginning it was controlled by a personal computer, it becomes being controlled by that one system. The implementation this system involved the make out of a firmware in the C language programming, the building of an interface between the operator and the machine, production of the control board and addition sensor that become better the system operation. The results got were satisfactory, the prototype becoming a speeder system and independent of the personal computer. Finally, the tests were made and the expectations were reaching.*

**Keywords:** *organizer, stock, microcontroller, pic16F877, automation.*

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.