

## POSICIONAMENTO LINEAR AUTOMATIZADO UTILIZANDO ARDUINO

ROGÉRIO T. DE J. ANTONIO<sup>1</sup>  
MARCOS MARINOVIC DORO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus Cubatão, [rogeriotadeu100@yahoo.com.br](mailto:rogeriotadeu100@yahoo.com.br).

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Mecânica, Professor do IFSP, Campus Cubatão, [marcos.doro@ifsp.edu.br](mailto:marcos.doro@ifsp.edu.br).

Área de conhecimento: Automação Eletrônica de Processos Elétricos e Industriais – 3.04.05.02-5

Apresentado no 2º Encontro de Pesquisadores de Iniciação Científica do IFSP, Campus Cubatão

**RESUMO:** As máquinas CNC, largamente empregadas em processos industriais, de usinagem, marcenaria, comunicação visual, artesanato, entre outros, proporcionam a confecção de produtos complexos ou que exigem grande rigor em suas dimensões. Este trabalho apresenta o estudo e o desenvolvimento de um sistema constituído de hardware e software para controle de movimento ou posicionamento linear, recurso presente e integrante de equipamentos CNC. Foram empregadas tecnologias abertas e de baixo custo, tais como a plataforma Arduino para o controle dos acionadores de movimento e a linguagem Java utilizada para realizar a interface entre o usuário e o equipamento e também proporcionar ações automatizados ao sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** cnc; movimento linear; java; motor de passo.

## INTRODUÇÃO

Em tempos recentes, com o advento da globalização dos mercados consumidores e produtivos, as indústrias necessitaram renovar suas técnicas operacionais com os objetivos de fazerem-se mais competitivas e em algumas situações afastar o operário de áreas perigosas ou insalubres, com essa concepção surge a chamada Automação Industrial. Podemos assinalar que a automação em processos industriais, facilitam e otimizam esses processos, produzindo “bens com menor custo, com maior quantidade, em menor tempo e com maior qualidade”, conforme Rosário (2009).

Segundo Zoghbi, Neto e Porto (1998), a máquina CNC (Controle Numérico Computadorizado) foi criada para alcançar esses objetivos, assegurando também flexibilidade, confiabilidade e produtividade ao processo industrial.

Existe um grande número de equipamento que utilizam o conceito CNC, Simon (2001) menciona, entre outras, fresadoras, tornos, máquinas de corte a laser, corte por chama, tesouras guilhotina, etc.

A proposta do presente trabalho é desenvolver um sistema integrado de software e hardware, alicerçado em tecnologias de baixo custo, para controle de movimento automatizado ou posicionamento linear, recurso básico em equipamentos como: máquinas CNC, impressoras 3D, etc.

Esta obra se justifica pela ideia de que a indústria nacional é carente, segundo Carvalho, Dutra e Bonacorso (2008), de tecnologia orientada as técnicas de manufatura. Isto decorre de grande parte dos equipamentos serem adquiridos no exterior. Neves et al. (2007) argumentam que uma das soluções para esse problema é um maior refinamento da mão-de-obra para a sua intervenção no mercado de trabalho, preparando-os “para os impactos que a automação futuramente trará as suas vidas.”

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir o objetivo proposto utilizou-se dos materiais descritos nos itens a seguir. Para a operacionalização do sistema desenvolveu-se uma placa eletrônica de interface e um software capaz de controlar todos os periféricos.

## **Fuso trapezoidal**

Os fusos são dispositivos mecânicos que transformam movimentos de rotação em movimento linear (SILVEIRA, 2007).

## **Eixos e rolamentos lineares**

O conjunto composto por eixos retificados e rolamentos lineares são responsáveis pela movimentação das mesas de trabalho e segundo Werner (2015), “possibilitando um deslocamento com pouco atrito e reduzindo as folgas do mecanismo”.

## **Motor de passo**

Dentre os diversos tipos de motores existentes, um dos mais utilizados são os motores de passo. Eles apresentam uma característica singular em relação aos outros, sua rotação é realizada em incrementos fixos e depende de sinais sequenciais aplicados em seus enrolamentos. Esta característica permite um controle de posicionamento sem a utilização de outros recursos, sendo necessário apenas a contagem de incrementos aplicados ao motor (OCANHA, 2009).

## **Arduino**

O Arduino é uma plataforma composta por hardware e software livre. Criado em 2005 surgiu com o propósito de baratear e facilitar a montagem de projetos acadêmicos. Sua interação com o mundo externo, conseguida através de entradas e saídas digitais e analógicas, é programável por meio de uma versão simplificada da linguagem C++. A conexão, para comunicação e programação, com um computador é realizada através de uma entrada USB. (TAKANO; LOPES, 2016)

Suas principais características são (MARCHESAN, 2012):

- Regulador de tensão de entrada, pode utilizar fontes de alimentação entre 6 a 20 *volts*;
- Saída de alimentação com 3,3 e 5 volts para acionar outros componentes;
- Disponibilidade de conectores em todas as portas de entrada e saída do microcontrolador simplificando a ligação com outros dispositivos;

Incluído no programa executado pelo Arduino, temos a função Loop, “que repete contínua e indefinidamente para controlar o Arduino.” (BRAGA; COSTA, 2015). É nesta função que programamos as instruções principais do Arduino.

## **Java**

Java é uma linguagem de programação desenvolvida na década de 90 e conforme Indrusiak (1996)

Java é uma linguagem computacional completa, adequada para o desenvolvimento de aplicações baseadas na rede Internet, redes fechadas ou ainda programas stand-alone [...]. Foi desenvolvida [...] com o objetivo de ser mais simples e eficiente do que suas predecessoras.

Suas principais vantagens, segundo Takano e Lopes (2016) são:

- Orientação a objetos;
- Portabilidade - Independência de plataforma(multiplataforma);
- Possui facilidades para criação de programas distribuídos e multitarefa;
- Baixo custo;
- Sintaxe similar ao C

Como material da estrutura de base foi escolhido o alumínio em forma de perfil estrutural nas dimensões de 30x30mm, sua escolha ocorreu devido a este apresentar uma vida útil elevada, não requerer

manutenção, ser um material reciclável e assegurar uma infraestrutura mais leve que outros materiais, conforme Cristofolini (2017).

Para base do deslocamento foram escolhidos eixos e rolamentos de 8mm que suportam, individualmente, cargas em movimento de 27,94 kgf ou 274 N.

No projeto elétrico foi adotado o motor de passo como acionador de potência, responsável pela movimentação do conjunto mecânico. O motor empregado tem como principais características, torque de 1kgf.cm e corrente de enrolamento de 0,3 Ampère. Este último aspecto torna impossível o acoplamento direto do motor de passo com o Arduino, visto que esse tem saída máxima de 20 mA. A solução encontrada foi o desenvolvimento e montagem de um circuito de interface, conforme figura 1

A figura 2 apresenta a solução desenvolvida com a parte estrutural composta de dois eixos de movimentação acoplados aos motores de passo.

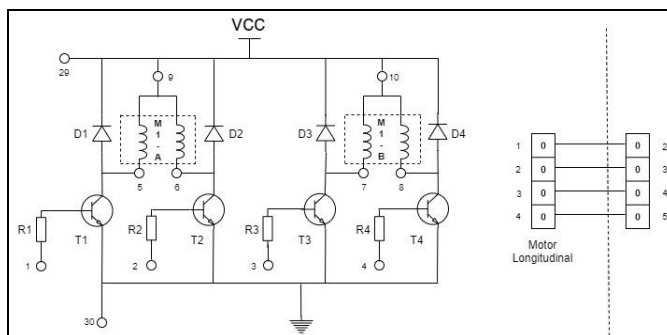


Figura 1 – Circuito de interface Arduino/motores

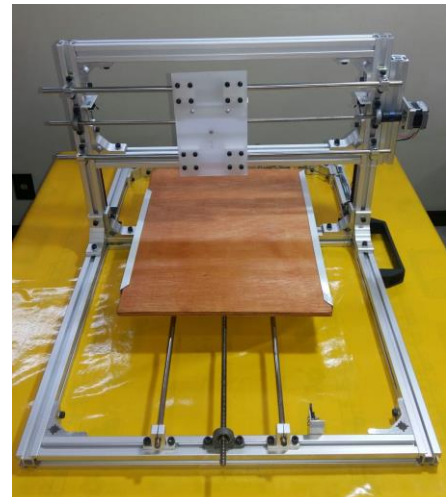


Figura 2 – Estrutura mecânica final

O software escolhido para realizar a interface com o usuário e a comunicação entre os componentes do sistema foi a linguagem Java, que conforme Santos et al. (2013) é de alto nível, orientada a objetos e multiplataforma. Na figura 2 apresentamos a tela de controle do equipamento, na área delimitada pela cor vermelha temos o controle individual de operações e a área delimitada pela cor verde corresponde ao controle automático do processo.



Figura 2 – Tela de controle

Na função loop do Arduino foi implementada uma rotina de verificação de disponibilidade de informações no sinal serial recebido pelo Arduino. Caso exista dado disponível, este será desmembrado em duas variáveis, a primeira corresponde ao movimento pretendido (Avanço, Recuo, Direita ou Esquerda) e a segunda ao deslocamento planejado (em milímetros).

Quando as duas variáveis são obtidas, a quantidade de deslocamento (expressa em milímetros) e enviada para imediata execução pela função correspondente ao movimento. Tendo um total de quatro funções de

movimentação, cada uma é responsável pelo acionamento do motor de passo encarregado do sentido e com o deslocamento pretendidos.

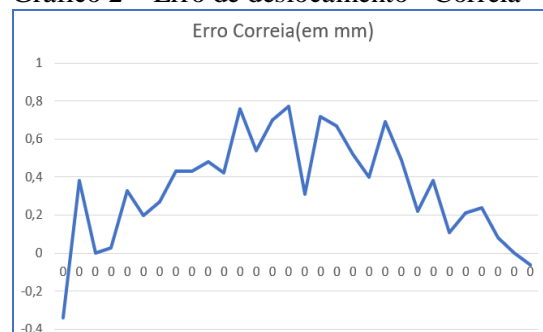
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o propósito de definir o sistema de acionamento mecânico foram montados dois conjuntos, um utilizando fuso trapezoidal e outro com sistema de correia. Duas séries de testes realizados visavam levantar características de exatidão e velocidade dos sistemas. Na primeira série de testes foram realizados 28 movimentos de deslocamento utilizando o sistema de fuso trapezoidal, como podemos ver pelo gráfico 1 o erro de posicionamento foi maior que 0,1 mm em apenas 8 deslocamentos. No teste com sistema de correia foram realizados 30 movimentos de deslocamento, o erro encontrado foi maior que 0,2 mm em 25 deslocamentos, superando os 0,4 mm em 12 deslocamentos, conforme resultado mostrado no gráfico 2

Gráfico 1 – Erro de deslocamento - Fuso



Gráfico 2 – Erro de deslocamento - Correia



Na segunda série de teste foram cronometrados os tempos de deslocamentos para distâncias de 200mm e 400mm, conforme verificamos pela tabela 1 o deslocamento realizado pelo sistema de correia é mais rápido comparado com o sistema de fuso trapezoidal.

Tabela 1 – Tempo de deslocamento

	200	400	Milímetro
Fuso	20,75	40,76	Segundo
Correia	5,96	11,21	Segundo

Os testes demonstram uma assertividade de posicionamento maior do fuso trapezoidal e o sistema de correia sendo mais rápido no deslocamento. Após análise dos resultados optou-se pela utilização do sistema de fuso no presente projeto, a qualidade do posicionamento conseguido e a maior robustez em relação ao sistema de correia foram determinantes para a escolha.

## CONCLUSÕES

Este trabalho propôs o desenvolvimento de um sistema integrado de software e hardware capaz de emular o posicionamento linear presente em máquinas CNC. Sua concepção surgiu da necessidade de preparar as pessoas para o uso de tecnologias orientadas as técnicas de manufatura presente na indústria moderna. O resultado é um projeto para movimentação automatizada em dois eixos que emprega, entre outros, a plataforma Arduino, a linguagem Java e motores de passo, recursos tecnológicos de baixo custo, mas capazes de atender aos objetivos propostos.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, Ewerton Silva; COSTA, Romualdo Monteiro de Resende. **IMAGEM E MOVIMENTO: IMPLEMENTANDO O MOVIMENTO AUTÔNOMO ATRAVÉS DO ARDUINO E OPENCV. Caderno de Estudos em Sistemas de Informação**, Juiz de Fora, v. 2, n. 2, p.1-20, 2015.

CARVALHO, R. S.; DUTRA, J. C.; BONACORSO, N. G. . **Implementação de controlador CNC de baixo custo em manipulador robótico para a soldagem**. In: CONEM 2008: V Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. Salvador-BA: Cian, 2008. v. 1.

CRISTOFOLINI, Odacir. **ANÁLISE DE ESTRUTURAS PARA MÁQUINA CNC DE BAIXO CUSTO, PARA USINAGEM DE NÃO METAIS**. 2017. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Anhanguera, Jaraguá do Sul, 2017.

INDRUSIAK, Leandro Soares. **Linguagem Java**. 1996. Disponível em: <<https://www.cin.ufpe.br/~arfs/introjava.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2019.

MARCHESAN, Marcelo. **SISTEMA DE MONITORAMENTO RESIDENCIAL UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO**. 2012. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Redes de Computadores, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

NEVES, C.; Duarte, L.; VIANA, N. S.; DE LUCENA JUNIOR, V. F. . **Os Dez Maiores Desafios da Automação Industrial: As Perspectivas para o Futuro**. In: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2007, João Pessoa - PB. Anais do II CONNEPI, 2007. p. 1-8.

OCANHA, Denis. **PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA FRESADORA NUMERICAMENTE CONTROLADA**. 2009. 85 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade São Francisco, Itatiba, 2009.

ROSÁRIO, João Mauricio. **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. São Paulo: Baraúna, 2009.

SANTOS, R. C.; et al. . **ROBÓTICA E PROGRAMAÇÃO JAVA NA ELABORAÇÃO DE VEÍCULOS CONTROLADOS REMOTAMENTE COMO NOVA TECNOLOGIA DE ENSINO**. In: VIII International Conference on Engineering and Computer Education - ICECE '2013, Luanda, 2013.

SILVEIRA, Ricardo César Alves. **DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO MECÂNICO COM CONTROLE NUMÉRICO COMPUTADORIZADO PARA PRODUÇÃO DE PROTÓTIPOS EM ESCALA**. 2007. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SIMON, Alexandre Tadeu. **Condições de Utilização da Tecnologia CNC: Um Estudo para Máquinas-Ferramenta de Usinagem na Indústria Brasileira**. 2001. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

TAKANO, Márcio; LOPES, Luiz Fernando Braga. Proposta de aplicativo para controle de fluxo de trânsito usando Arduino e câmera com OPENCV. **Revista de Pós-graduação do Centro Universitário Cidade Verde**, Maringá, v. 2, n. 2, p.94-111, nov. 2016.

WERNER, Gerson. **DESENVOLVIMENTO DE UMA FRESADORA CNC PARA A USINAGEM EM 5 EIXOS**. 2015. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.

ZOGHBI, J. R. B. F; NETO, A. V.; PORTO, A. J. V. **Prototipação do intertravamento de um torno CNC utilizando realidade virtual**. Anais XXVI ENEGEP. 1998.