

## **Desenvolvimento de um Braço Manipulador Robótico Simples, Didático e de Baixo Custo Utilizando Arduíno**

Otávio Augusto Megda<sup>1</sup>, Heber Rocha Moreira<sup>2</sup> e Aracele Garcia de Oliveira Fassbinder<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal do Sul de Minas – Campus Muzambinho, Muzambinho, MG, otavioamegda@hotmail.com, <sup>2</sup>Instituto Federal do Sul de Minas – Campus Muzambinho, Muzambinho, MG, heber.moreira@eafmuz.gov.br, <sup>3</sup>Instituto Federal do Sul de Minas – Campus Muzambinho, Muzambinho, MG, aracele.garcia@eafmuz.gov.br

### **Introdução**

Manipuladores robóticos são constantemente utilizados para realizar diversas tarefas, principalmente nas indústrias. Neste caso, é possível obter ganhos no que diz respeito a qualidade dos produtos, agilidade e velocidade de trabalho, confiabilidade e precisão, superando muitas vezes o trabalho de um operador humano. Adicionalmente, ainda existe a possibilidade de alterar a programação, mudando facilmente o modo de operação do manipulador.

As características construtivas dos manipuladores variam muito de acordo com a aplicação. Por exemplo, na indústria automobilística são utilizados robôs robustos que manipulam peças e ferramentas nas montagens dos veículos, e suportam grandes cargas. Em contrapartida, existem nano robôs que integrarão o campo da medicina com o objetivo de auxiliar no diagnóstico e tratamento de doenças, podendo até realizar pequenas cirurgias.

Devido a isto, a robótica tem despertado interesse nas instituições de ensino e pesquisa, uma vez que o uso mais intenso da robótica requer profissionais com formação e experiência no uso de robôs. Entretanto, um dos grandes problemas nesta área é o acesso aos equipamentos, que normalmente são caros e proprietários, ou seja, os fabricantes inibem o acesso a documentação do circuito de controle e da programação.

Sendo assim, neste trabalho, procurou-se desenvolver um braço manipulador robótico simples com dois graus de liberdade e garra, com acionamento independente das juntas e controlado por meio da plataforma Arduino. O protótipo foi desenvolvido de maneira que o custo final seja baixo e permita fácil reprodução, disponibilizando toda a documentação necessária com o propósito de favorecer o ensino e a pesquisa em robótica.

## Material e Métodos

No desenvolvimento deste projeto realizou-se uma extensa pesquisa bibliográfica sobre a construção de braços manipuladores robóticos, e qual seria a melhor estratégia para iniciar o primeiro projeto nesta área. Além disso, vários experimentos utilizando o Arduino foram realizados, para obter o conhecimento na construção de projetos de robótica com esta plataforma.

Os materiais utilizados na construção do braço manipulador robótico foram:

- 01 placa de desenvolvimento Arduino UNO;
- 02 potenciômetros lineares de 10 k $\Omega$ ;
- 02 resistores de 200  $\Omega$ ;
- 03 servomotores de posição;
- 03 diodos IN 4007;
- 1 chave liga/desliga;
- 1 botão push-button;
- Fonte de alimentação de 5 V;
- Peças em acrílico.

A criação do protótipo envolve algumas etapas, tais como: criação da parte estrutural e mecânica, criação de um sistema de controle, desenvolvimento de um circuito eletrônico e programação. Além da realização de testes para verificação do seu funcionamento.

- Estrutura mecânica:

Decidiu-se iniciar a construção do protótipo a partir do kit Manipulador Robótico comercializado pela empresa Grande Ideia Estúdio<sup>1</sup> e já existente no Laboratório de Eletrônica da instituição de origem. Este kit foi escolhido por conter os componentes necessários à construção de um braço da forma desejada, incluindo as peças de acrílico e os servomotores. Entretanto, o kit original foi modificado para se adequar às metas definidas. É possível reproduzir o protótipo observando o diagrama esquemático construído pelos autores, através do software Fireworks<sup>2</sup>, e apresentado na figura 1.

---

<sup>1</sup> <http://www.grandeideiaestudio.com.br/>

<sup>2</sup> [www.adobe.com/br/products/fireworks.html](http://www.adobe.com/br/products/fireworks.html)

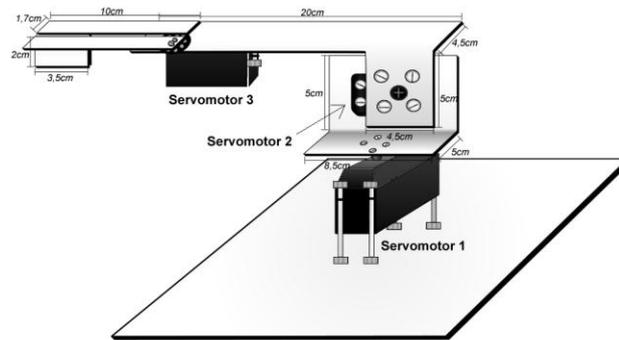


Figura 1 – Diagrama esquemático do Manipulador Robótico

- Sistema de controle:

O sistema será projetado com o objetivo de controlar a posição do braço manipulador de forma automática ou manual, por meio do Arduíno. Estes modos de operação poderão ser alternados simplesmente mudando-se o estado da chave liga/desliga. No modo manual, a posição do braço manipulador é ajustada fazendo-se alteração da posição angular do eixo de cada potenciômetro correspondente aos servomotores 1 e 2 do braço manipulador, ou seja, o sistema irá replicar para o servomotor um deslocamento angular proporcional ao ocorrido no potenciômetro associado. No caso da garra, o controle é feito pressionando-se ou liberando-se o botão push-button. Já no modo automático, a posição do braço é previamente estabelecida via programação, e, a partir daí, inicia-se um ciclo de repetição destas posições. Para isso, é necessário realizar um circuito eletrônico e programar o microcontrolador para atender os objetivos pretendidos.

- Circuito eletrônico:

O circuito eletrônico é bastante simples e fácil de ser realizado. Este é constituído pelos potenciômetros, resistores, diodos, chave liga/desliga, botão push-button e servomotores, além da placa de desenvolvimento Arduino UNO.

O diagrama da montagem do circuito pode ser observado na figura 2.

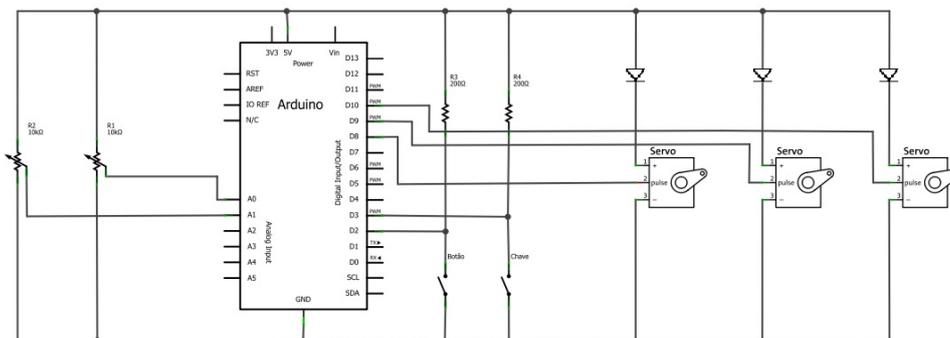


Figura 2 - Circuito construído para o braço manipulador

- Programação:

Para programar o Arduino é necessário utilizar o seu IDE (Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado). Este IDE permite que se escreva um programa, conhecido como sketch (rascunho, ou esboço), que é um conjunto de instruções passo a passo, e faça o upload para o Arduino. A partir daí, o Arduino executará essas instruções, interagindo com o que estiver conectado a ele.

A figura 3 mostra o fluxograma usado para a criação do programa de controle.

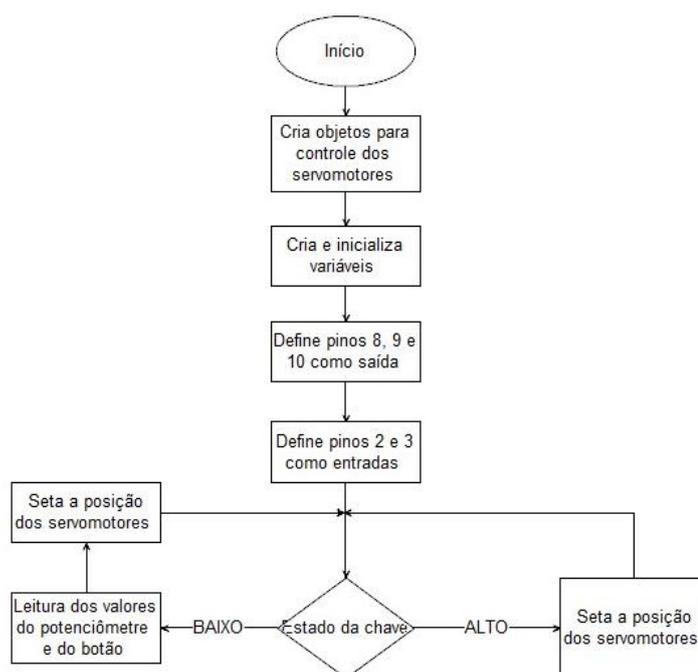


Figura 3 – Fluxograma

## Resultados e Discussão

A figura 3 mostra o braço manipulador criado.

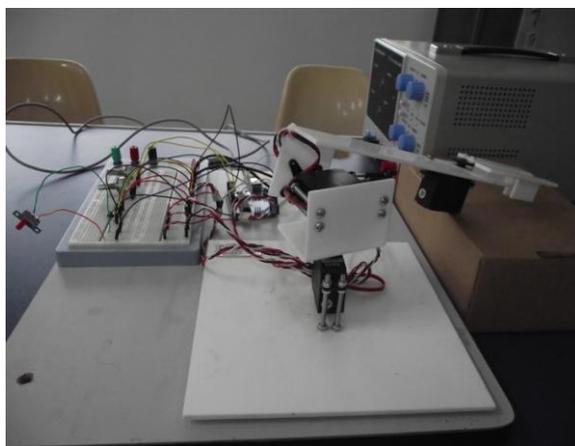


Figura 3 – Braço Manipulador Robótico

Esta estrutura permite realizar movimentos descrevendo-se a trajetória na forma de uma casca esférica. O servomotor 1 permite a rotação do braço em torno do seu próprio eixo, enquanto o servomotor 2 permite levantar ou abaixar o efetuador. Já o servomotor 3 permite abrir ou fechar a garra.

Realizando-se uma bateria de testes, foi possível determinar que o braço manipulador pode carregar uma carga máxima de 80 g, onde objetos retangulares são transportados com maior facilidade. O braço manipulador mostrou-se bastante eficiente, uma vez que, para objetos de até 80 g, obteve-se 100% de acerto, ou seja, em todas as tentativas ele conseguiu pegar e deixar os objetos na posição correta. Para que seja possível transportar cargas de peso superior, seria interessante substituir os servomotores utilizados por outros de maior torque, ou utilizar outros tipos de motores, tais como os de corrente contínua (CC) ou de corrente alternada (CA), mas estes últimos exigiriam um sistema de controle mais robusto, aumentando a complexidade.

Para possibilitar que o braço trabalhe com objetos de diferentes formatos, uma mudança na estrutura da garra poderia permitir isso. Adicionalmente, existe a possibilidade de acrescentar alguns sensores para melhorar a precisão dos movimentos do braço manipulador.

### **Conclusões**

O braço manipulador robótico desenvolvido mostrou-se ser ágil e preciso, permitindo demonstrar o funcionamento de um robô manipulador industrial. É de fácil construção, o que possibilita sua reprodução com um baixo custo, tornando-o de fácil acesso, permitindo a difusão do ensino e pesquisa em robótica.

Além disso, este projeto abre preceito para o desenvolvimento de novos protótipos, por exemplo, a construção de uma bancada de experimentação que simula as linhas de produções industriais.

Como ações futuras, além dos aperfeiçoamentos sugeridos na seção anterior, propõem-se a construção de uma estrutura mecânica similar àquela descrita no item 3.1, mas dentro da própria instituição de ensino, o que proporcionaria uma autoria maior dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos e estimularia a criatividade dos mesmos. Outra sugestão é buscar uma alternativa de construção desta estrutura mecânica, através do uso de materiais recicláveis, o que também despertaria a consciência ambiental dos aprendizes.

## **Agradecimentos**

Ao Instituto Federal do Sul de Minas pelo fornecimento de bolsas e auxílio financeiro.

## **Referências Bibliográficas**

ARDUINO WEBSITE. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/>>. Acesso em 02 ago. 2012.

CARLES, M. AND HERMOSILLA, L. O futuro da medicina: nanomedicina. In.: Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, 2008.

GIRALT, G. A Robótica. Instituto Piaget, 2002.

JONES J. L.; FLYNN, A. M. Mobile Robots: Inspiration to Implementarion, AK Peters, 1993.

KOIVO, A. J. Fundamental for Control of Robotic Manipulators. New York: J.Wiley & Sons, 1989 468p.

MARTINS, A. O que é Robótica. Editora brasiliense, 2007. ISBN: 9788511001105.

MCCOMB G. The Robot Builder's Bonanza: 99 Inexpensive Robotics Projects, TAB Books – division of MacGraw-Hill, 1987.

PAZOS, F. Automação de Sistemas e Robótica, 1 ed, Axcel Books, 2002. ISBN: 8573231718

SCIAVICCO L.; SICILIANO, B. Modeling and Control of Robot Manipulators, McGraw-Hill, 1996.

SICILIANO, B. AND KHATIB, O. Springer Handbook of Robotics, 1 ed, Springer-Verlag Ltd, 2008. ISBN: 978-3540239574.