

# CONTROLE DE UM BRAÇO ROBÓTICO VIA WEB

Arthur Miranda e Silva\*, Caio Rodrigues Borges\*, Márcio José da Cunha\*, Victor Acrani Ruivo\*

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica

\*Laboratório de Automação, Servomecanismos e Controle, Uberlândia - MG

arthur\_msilva@hotmail.com, caio\_rborges@hotmail.com, mjcunha@ufu.br, victoracrani@gmail.com

**Resumo** - O objetivo deste trabalho é apresentar uma solução para o controle de um braço robótico por meio de uma página web. Para realizá-lo foi utilizada a plataforma BeagleBone Black, o qual é responsável por exibir a página web que irá enviar sinais para determinar as posições dos servo motores.

**Palavras-Chave** – Braço robótico, BeagleBone Black, servo motor, web.

## CONTROL OF A ROBOTIC ARM VIA WEB

**Abstract** - The aim of this paper is to present a solution for the control of a robotic arm through a web page. To realize it was used the platform BeagleBone Black that is responsible for displaying the web page that will send signals to set new positions for the servomotors.

**Keywords** – Robotic arm, BeagleBone Black, servomotor, web.

### NOMENCLATURA

PWM Pulse Width Modulation

Hz Hertz

## I. INTRODUÇÃO

A tecnologia desenvolve-se a passos largos atualmente, possibilitando a união de sistemas e aparelhos antes considerados incompatíveis. Duas dessas tecnologias que, apesar de relativamente antigas, ainda não foram exploradas de forma conjunta são os braços robóticos e a internet. Apesar disso há vários trabalhos desenvolvidos sobre controle remoto a partir de outros meios tais como a utilização da tecnologia *bluetooth* e que possibilitam a criação de uma base para o início deste projeto. [11]

Pode-se citar inúmeras utilizações para um braço robótico funcional e, algumas delas, requerem que o mesmo opere a distância, seja por simples vontade do operador de não se encontrar no ambiente no momento da utilização ou até mesmo por perigo para o mesmo a exemplo de um caso em que o braço robô seja aplicado no desarmamento de bombas ou para movimentar elementos radioativos.

Essa necessidade de controle remoto pede a interação com alguma tecnologia de comunicação, podendo ser frequências de rádio, internet ou qualquer outro meio desejado. Como a maioria das pessoas hoje possui conexão com a internet de uma maneira fácil inclusive na rua com o uso de celulares com acesso a 3G este projeto foca-se no uso de um web-server que enviará as ordens do usuário para o micro controlador responsável pelo controle do braço.

## II. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

### A. Pulse Width Modulation (PWM)

Modulação por Largura de Pulso é uma técnica que consiste em variar o valor médio de uma tensão alterando o ciclo de trabalho de uma onda quadrada. O ciclo de trabalho é a porcentagem de tempo em que o sinal é elevado em relação ao tempo que o sinal é baixo. Um ciclo de trabalho de 0 % significa que o sinal é constantemente baixo, e um ciclo de funcionamento de 100 % significa que o sinal é constantemente alta. [6]

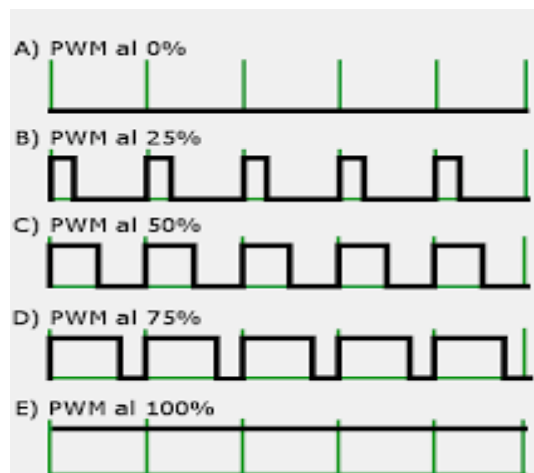


Fig. 1. Gráfico de ondas PWM. [8]

Como servo motor é uma máquina que realiza seu movimento de acordo com um sinal de controle, o sinal PWM é utilizado como o sinal de referência para determinar as suas posições. A maioria dos servos motores opera em uma frequência de 50Hz e aceita um pulso de sinal de controle que varia em uma largura de 1 a 2ms. [6]

Conforme pode observado na Fig.2, quando um servo motor recebe um sinal de controle com largura de pulso igual a 1ms, ele se posicionará em  $-90^\circ$ . Já para sinais com largura de pulso de 1,5 e 2ms, o servo motor se posicionará nas posições  $0^\circ$  e  $+90^\circ$ , respectivamente.



XIV CEEL - ISSN 2178-8308  
03 a 07 de Outubro de 2016  
Universidade Federal de Uberlândia - UFU  
Uberlândia - Minas Gerais - Brasil

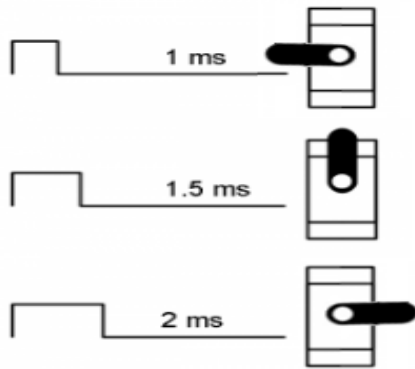


Fig. 2. Posição do servo motor em função da onda *PWM*.

### B. Linguagens de Programação Web

Para que seja possível a comunicação entre a plataforma de controle e o aparelho através da internet é necessária a utilização de um tipo de linguagem de programação web, as linguagens escolhidas para implementação do projeto foram HTML e PHP.

A linguagem HTTP é um dos recursos mais utilizados na internet e também nas intranets, o que fornece ao projeto grande portabilidade pois utiliza algo já presente em quase todos os sistemas.

Atualmente, podemos acompanhar em várias publicações na mídia *underground* ataques a sites resultando na pixação de suas páginas na Web, denegrindo a imagem dessas instituições. Dessa forma vê-se a necessidade de que o site desenvolvido para este projeto tenha segurança na sua comunicação, assim será utilizado o web-server de nome Apache que apresenta várias funcionalidades: a sua instalação e configuração é muito simples, suporte a SSL, padrão global em tecnologia de segurança, suporte a cgi's, suporte a banco de dados, grande suporte técnicos em listas de discussão, estabilidade, escalabilidade e segurança. [10]

## III. METODOLOGIA

Nesta seção são apresentadas as etapas do desenvolvimento do projeto.

### A. Preparação do micro controlador

Para realizar o projeto foi utilizado a plataforma de desenvolvimento BeagleBone Black, a qual possui um controlador de 32 bits. Além de ser um micro controlador, a BeagleBone Black também é um computador de baixo custo compatível com os sistemas operacionais Ubuntu, Debian e Android [1]. O sistema operacional escolhido para realizar o trabalho foi o Linux Debian 2014-05-14 [2], visto que ele atendia todas as necessidades e possuía o menor número de correções.

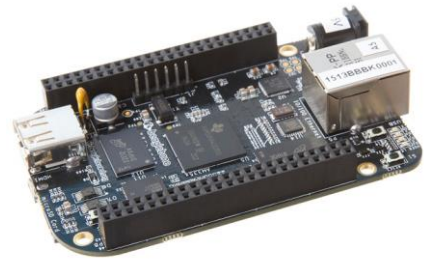


Fig. 3. Micro controlador BeagleBone Black. [7]

Para garantir o acesso externo a página web, foi instalado o servidor Apache2, que é o responsável por exibir a página na internet. Assim, todos os dispositivos que estão conectados na mesma rede de internet da BeagleBone poderão ter acesso à página web. Como o sistema operacional Debian não consegue interpretar a linguagem PHP, foi instalado o interpretador PHP5 para que seja possível utilizar os comandos de lógica da página web.

No trabalho foram desenvolvidos três códigos para realizar todas as tarefas propostas neste trabalho. Primeiramente, foi desenvolvido um código em linguagem C para configurar todos os parâmetros dos pinos digitais, pois quando um pino digital da BeagleBone Black é configurado como uma saída *PWM* é preciso definir os valores do período da onda, do seu ciclo de trabalho, da polaridade do pino, que determina se o ciclo de trabalho da onda aumentará de forma inversamente proporcional ou não, e da variável "run", que define se o pino está ligado ou não.

Depois foi desenvolvido o código, em linguagem HTML, responsável por gerar a página web e por torná-la uma interface para enviar os comandos para alterar as posições do braço robô, conforme pode ser visto na Fig.6.

A página é composta por nove botões que estão divididos em quatro seções distintas. Por meio da mesma é possível alterar as posições da base, da garra, do avanço e da elevação do braço robô clicando nos botões. Cada botão tem uma palavra indicando a sua ação.

Por fim, foi feito um programa em comandos de Linux para conceder todas as permissões necessárias para que os dados recebidos pelo programa HTML sejam armazenados em seus devidos diretórios. Caso contrário, a página web não conseguirá ter acesso de leitura e escrita nas pastas do sistema operacional da BeagleBone Black e os comandos executado pela internet não terão efeito algum.

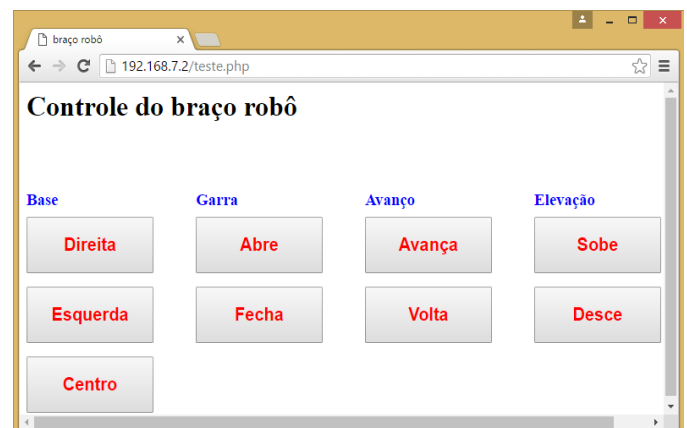


Fig. 6. Interface web.

## B. Construção do braço robô

O braço robótico utilizado neste trabalho foi feito a partir de uma placa de acrílico de 3mm de espessura cortada a laser e o seu esquema foi obtido de forma gratuita[3]. Esse modelo foi escolhido pois ele é compacto, fácil de se utilizar e é de baixo custo.



Fig. 7. Peças do braço robô. [9]

O braço é constituído de quatro micro servo motores, sendo que cada um possui uma função diferente. Dessa forma é possível controlar a abertura da garra, a rotação da base, o avanço do braço e sua elevação. Sua montagem é um processo bem simples, visto que é preciso apenas de parafusos e porcas para fixar as peças e os servo motores em seus devidos lugares.

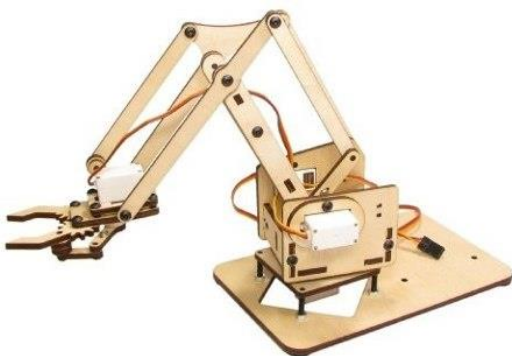


Fig. 8. Braço robô montado. [9]

## IV. RESULTADOS

Após os todos os programas desenvolvidos serem executados na BeagleBone Black, com o auxílio de um osciloscópio foi possível verificar a saída dos 3 sinais *PWM* utilizados no projeto. Na Fig.9 é possível visualizar a onda *PWM* com ciclo de trabalho igual à 5%, a qual é responsável por posicionar o servo motor na posição  $-90^\circ$ . Na Fig.10 é mostrada onda com ciclo de trabalho de 7,5%, que posiciona o servo motor na posição  $0^\circ$  e por fim a Fig. 11 mostra a onda de ciclo de trabalho de 10%, a qual posiciona o servo motor em  $90^\circ$ .

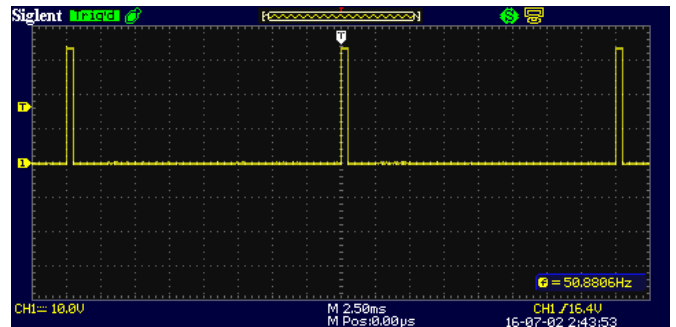


Fig. 9. Onda *PWM* com ciclo de trabalho de 5%.

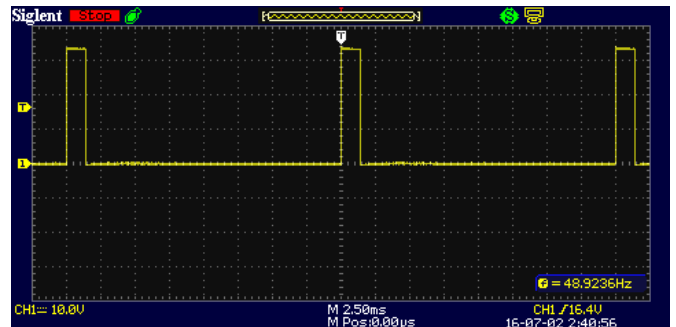


Fig. 10. Onda *PWM* com ciclo de trabalho de 7,5%.

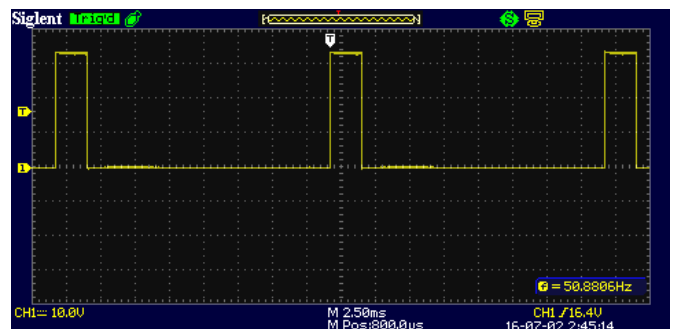


Fig. 11. Onda *PWM* com ciclo de trabalho de 10%.

Ao acessar a página web desenvolvida no trabalho e clicar nos botões presentes, percebeu-se que o braço robô alterou suas posições conforme o esperado e desse maneira pode-se concluir que o site funciona perfeitamente. Quando o botão “Abre” é clicado, a garra robótica se abre, conforme a Fig.12, já a mesma se fecha quando o botão “Fecha” é acionado, Fig.13.

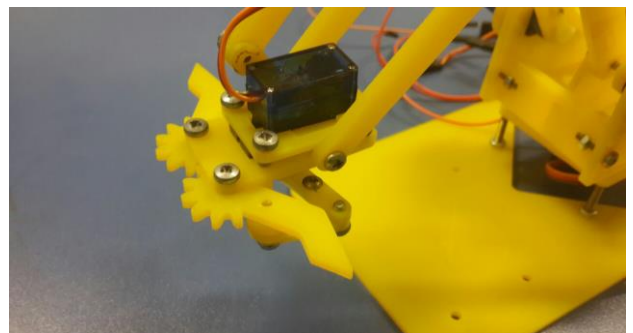


Fig. 12. Garra aberta.

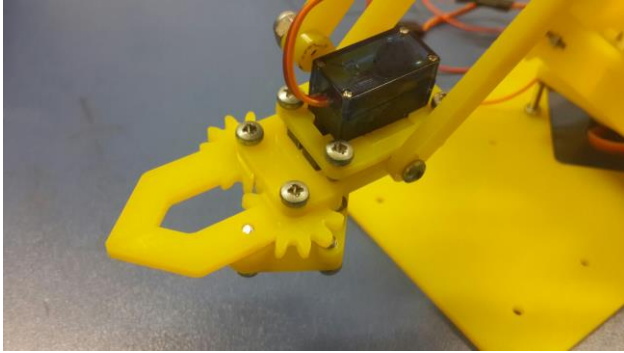


Fig. 13. Garra fechada.

Nota-se também que a página web é uma plataforma intuitiva e fácil de ser utilizada, pois é possível executar diversas ações com apenas a leitura da ação desejada e um clique no botão correspondente. Assim, o usuário pode executar diversas ações com o braço robô, fazendo o mesmo girar da direita para a esquerda, mudar a sua elevação, pegar objetos com a garra e mudar o seu avanço, conforme pode ser observado nas Fig.14 e Fig.15.

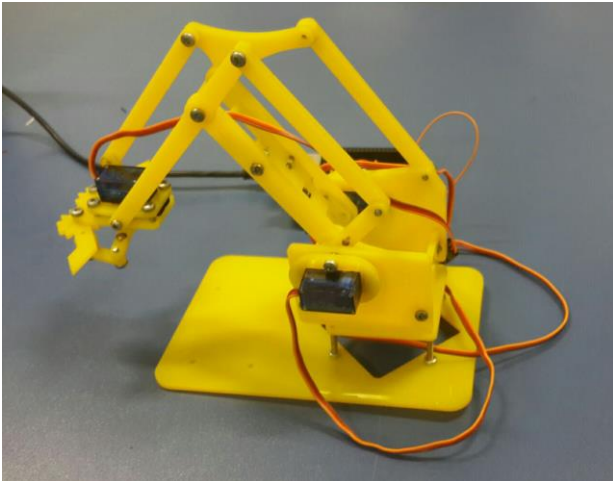


Fig. 14. Braço robô, na posição central, avançado e com a garra aberta.

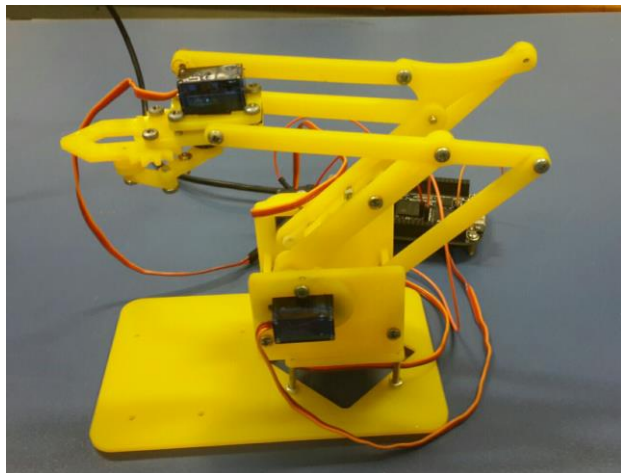


Fig. 14. Braço robô, na posição central, recuado e com a garra fechada.

## V. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A partir das pesquisas e experimentos realizados pode-se observar que através da utilização de recursos diversos tais como a programação em PHP e um micro controlador torna-se possível e prática a criação de um sistema para controle de um braço robô a distância, como o esperado.

A utilização de uma página web, algo comum no dia a dia das pessoas, torna intuitiva a utilização do programa de controle de forma que, mesmo sem muito conhecimento prévio sobre robótica ou programação, o usuário que necessitar do sistema possa utilizá-lo facilmente com o simples apertar dos botões e sem maiores problemas.

Com a base utilizada no decorrer do desenvolvimento apresentado pode-se inicializar uma nova gama de pesquisas futuras dedicadas ao controle de outros tipos de peças robóticas ou mesmo de robôs humanoides de forma a facilitar as tarefas do cotidiano e também realizar atividades mais complexas e de alto risco para os humanos.

Vê-se também que a tecnologia web pode ser aplicada de formas mais diversas do que o esperado pela população em geral e pode gerar várias facilidades tais como a utilização destes recursos em controle residencial remoto (domótica), criação de sistemas de monitoramento de empresas e muitos outros além do explorado neste projeto.

Como trabalhos futuros para este projeto, cita-se a implementação de barras de rolagem na página web, as quais permitirão um controle mais preciso e com um número maior de posições. Pode-se citar também o desenvolvimento de uma função para a página, na qual o usuário consegue definir rotinas para o braço robô definindo as sequências de movimentos que deverá ser realizada. Outro trabalho futuro é a construção de um braço robô com dimensões maiores e utilizar motores de passo no lugar dos servos motores, afim de proporcionar um ganho de torque e também um aumento na precisão dos movimentos. Por fim, será feita a locação de um endereço na internet para que a página possa ser acessada em qualquer rede de internet.

## VI. AGRADECIMENTOS

Nós, os autores deste trabalho, gostaríamos de agradecer ao Laboratório de Automação Sistemas Eletrônicos e Controle(LASEC) por ceder o espaço físico para a realização do mesmo e pelo apoio financeiro para aquisição dos componentes utilizados.

## VII. REFERÊNCIAS

- [1] BeagleBord.org. Acedido em 24 de Abril de 2016, em: <http://beagleboard.org/black>
- [2] BeagleBord.org – Latest Firmware Images. Acedido em 24 de Abril de 2016, em: <http://beagleboard.org/latest-images>
- [3] Instructables – DIY How to Make Instructions. Acedido em 24 de Abril de 2016, em: [www.instructables.com/id/Pocket-Sized-Robot-Arm-meArm-V04/](http://www.instructables.com/id/Pocket-Sized-Robot-Arm-meArm-V04/)

- [4] D. Molloy, “Exploring BeagleBone: Tools and Techniques for building with embedded Linux”, John Wiley & Sons, Nova Iorque, 2014.
- [5] B. Pretty, G. V. Verr, “Building Networks and Servers Using BeagleBone”, Packt Publishing, Birmingham, 2015.
- [6] ExploringBeagleBone – Companion Site for the Book by Derek Molloy. Acedido em 24 de Abril de 2016, em: <http://www.exploringbeaglebone.com>.
- [7] Elinux. Acedido em 24 de Abril de 2016, em: <http://www.elinux.org/Beagleboard:BeagleBoneBlack>.
- [8] Compubot – Centro de Robótica Educativa. Acedido em 24 de Abril de 2016, em: [http://www.complubot.com/inicio/proyectos/ardulab/ayuda/ardulab\\_pwm/](http://www.complubot.com/inicio/proyectos/ardulab/ayuda/ardulab_pwm/)
- [9] Etsy. Acedido em 24 de Abril de 2016, em: <http://www.etsy.com/pt/listing/22261992/mearm-mini-industrial-robotic-factory>
- [10] A. A. Albuquerque, M. Maestrelli, “Web-Server Seguro: Apache”, 2000.
- [11] I. Bajerski, V. D. B. Abella, “Braço Robótico com Controle Remoto Bluetooth”, 2010.