

## **DESENVOLVIMENTO E CONTROLE DE MANIPULADOR COM PROPÓSITO EDUCACIONAL**

Félix do Rêgo Barros (1); Alexandre Silva de Lima (2); William Vairo dos Santos (3)

*(Centro Federal Educ. Tecnologia Celso S. Fonseca CEFET-RJ/Campus Maria da Graça*

*Felixregobarros@gmail.com, alexandre.silva.lima@gmail.com, wvairo@oi.com.br,)*

### **1. Introdução**

A busca por novas ferramentas que sejam eficazes no ensino e na aprendizagem do estudante perpassa pelo aprimoramento e motivação por meio de uma variedade de conteúdos possíveis que faz parte de qualquer aspiração para a educação profissional. Outro foco importante é o trabalho em equipe interpessoal e interdisciplinar necessário e que conduzem ao desenvolvimento de uma nova lógica e criatividade. Com esta finalidade, propomos a criação de uma plataforma de pesquisa relacionada à robótica, que, devido à diversidade de disciplinas envolvidas, permite um maior alcance na aplicação do conhecimento adquirido. Esta plataforma é um manipulador robótico controlado por um sistema supervisor, onde os alunos podem seguir todas as etapas de planejamento, construção e programação.

### **2. Metodologia**

#### **2.1 Desenvolvimento do Manipulador Mecânico**

A robótica tem desdobramentos em um espectro de aplicações muito amplo: industrial, médico, espacial, submarina, dentre outros. Contudo, o seu traço dominante continua a ser tratamento dos problemas colocados pelo desenvolvimento estrutural e funcional de máquinas, como as listadas abaixo.

- a) Robôs manipuladores, sendo capazes de pegar objetos e deslocá-los, ou atuar sobre objetos com ferramentas específicas.
- b) Robôs móveis que se deslocam sobre rodas, patas ou lagartas.

#### **2.2 Estrutura**

O manipulador mecânico é projetado para realizar diferentes tarefas e ser capaz de repeti-las. Para executá-las, o robô move partes, objetos, ferramentas e dispositivos especiais seguindo movimentos e pontos pré-programados. Neste projeto, foi construído o

manipulador utilizando o acrílico, que pode ser considerado um plástico de engenharia, cujas principais características são: transparência, resistência às intempéries, brilho, leveza e dureza. A espessura usada é de 2 (dois) milímetros nos elos e de 3 (três) milímetros na base. Os elos são unidos por juntas que lhes permitem ter um movimento relativo entre si (Figura 1). Assim, em alguma localização do elo, existirá uma junta que unirá o elo seguinte, permitindo-lhe um movimento.

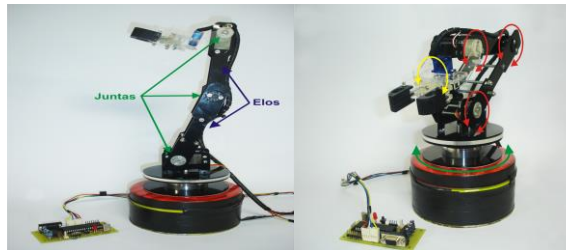


Figura 1: União dos elos através das juntas e coordenadas generalizadas.

As juntas determinam os movimentos possíveis do manipulador, e são acionadas por meio de diferentes mecanismos de transmissão de potência mecânica, tais como: engrenagens, polias, correntes e parafusos de acionamento, destinados a dar ao movimento a desejada direção, força e velocidade. O ponto extremo do último elo é conhecido como punho, onde costuma estar fixada a garra. Já o primeiro elo costuma estar ligado a uma base, geralmente presa ao piso em ambientes industriais. A base sustenta todo o manipulador mecânico, e serve como ponto de apoio e de referência para todos os seus movimentos. As últimas três juntas possuem a finalidade de orientar o atuador em uma direção arbitrária, conveniente para a tarefa a ser realizada. Essas juntas sempre são de revolução, pois o objetivo é a orientação da garra e não o seu posicionamento. As coordenadas generalizadas, ou variáveis que caracterizam o movimento dessas três juntas, são ângulos que recebem o nome de *pitch*, *yaw* e *roll*. A junta de *roll* permite o movimento de rotação no sentido horário e anti-horário, simulando a rotação do punho em torno do manipulador. Na de *yaw* é caracterizado o giro do atuador à direita ou esquerda. Já a junta de *pitch* é responsável pelo movimento para cima e para baixo. Neste projeto, foi utilizado o robô de coordenadas de revolução, com os movimentos de *yaw* e *pitch* (Figura 1). O volume de trabalho se refere ao espaço dentro do qual o robô pode manipular a extremidade de seu punho, sendo determinado pelas características do robô como a sua configuração física, os tamanhos dos componentes do corpo, manipulador e punho, e os limites dos movimentos das juntas. Em geral, não é

considerada a presença da garra para definir este volume de trabalho, pois neste caso, iria depender do tamanho da garra a ser utilizada em cada tarefa.

### 2.3 Garra

A garra é o componente do robô destinado a pegar e segurar objetos pesados ou leves, para o seu deslocamento dentro do espaço de trabalho do manipulador, dependendo do tipo de aplicação. Para construção do manipulador proposto, foi selecionada a garra de dois dedos, capaz de realizar um movimento paralelo para segurar o objeto e um rotacional para facilitar o posicionamento da garra. A principal desvantagem desta garra (de dois dedos) é a limitação da abertura dos seus dedos, restringindo, assim, a sua operação em objetos cujo tamanho não exceda a abertura máxima. A (Figura 2) ilustra o mecanismo utilizado na confecção da garra.

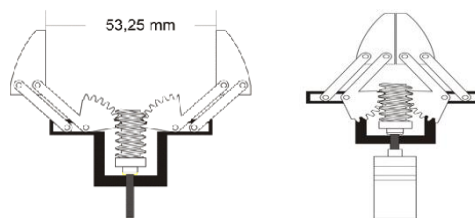


Figura 2: Garra projetada.

### 2.4 Acionamento

#### 2.4.1 Servomotores

Os Servomotores são sistemas de motores elétricos com a propriedade adicional de controle de posição, velocidade e força por meio da tensão, da corrente ou da frequência, dependendo de sua estrutura. Basicamente são motores que trabalham com precisão no posicionamento e altíssimo grau de repetitividade. Por esse motivo, o servomotor foi o motor escolhido para confecção do manipulador. O servomotor é utilizado para controlar movimentos angulares entre 0 e 180°, pois não é mecanicamente capaz de rodar mais, devido à existência de um potenciômetro e de um batente mecânico na engrenagem de saída.

#### 2.5 Controle do ângulo de rotação dos servos

O ângulo de rotação do servomotor é determinado pela duração do pulso que se aplica na entrada de comando. O servo funciona em PWM (*Pulse Width Modulation* ou modulação por largura de pulso), sistema que consiste em gerar uma onda quadrada em que se varia a

duração do pulso, mantendo o período da onda. A largura mínima e máxima do pulso depende do tipo de servo. No entanto, se o servo receber na sua entrada pulsos com a duração de 1.5ms, o seu eixo roda até ficar estável no centro do intervalo de rotação, que corresponde o ângulo de 90°. Se receber pulsos com a duração de 1ms, roda, no sentido anti-horário, até atingir o limite do intervalo de rotação correspondente a 0°. Se receber pulsos com a duração de 2ms, roda, no sentido horário, até atingir o outro limite do intervalo de rotação, correspondente a 180° ou um pouco mais.

## 2.6 Linguagem

Atualmente, a maioria dos microprocessadores disponíveis no mercado conta com compiladores de linguagem C para o desenvolvimento de *software*. O desenvolvimento em C permite uma grande velocidade na criação de novos projetos, devido às facilidades de programação oferecidas pela linguagem e também à sua portabilidade, o que permite adaptar programas de um sistema para outro com simplicidade e eficiência. A linguagem em C é considerada uma linguagem de alto nível, pois permite que o programador se preocupe mais com a programação da aplicação em si, já que o compilador assume tarefas como o controle e localização das variáveis, operações matemáticas, lógicas e verificação de bancos de memória.

## 3. Resultados

### 3.1 O Projeto – Desenvolvimento do Manipulador

O robô construído consiste em um manipulador mecânico motorizado programável que apresenta algumas características antropomórficas e um cérebro na forma de um computador que controla os seus movimentos. O computador armazena em sua memória um programa que detalha o curso a ser seguido pelo manipulador, enviando sinais que ativam os motores que movem o manipulador e a carga no final dele, mantida sobre controle do atuador.

#### 3.1.1 Componentes

O manipulador robótico com intuito educacional possui cinco graus de liberdade. Para sua montagem, foram adquiridos cinco servomotores, possuindo o motor da garra as seguintes características técnicas: tamanho de 3x12, 2x29 mm, peso de 10g, torque máximo de 1.6Kg e voltagem de 4.8V. Tem a capacidade de realizar os movimentos paralelos da garra, que é

acionada por um parafuso sem fim que faz com que a garra se afaste ou aproxime-se do objeto, conforme o sentido do giro do servomotor. A base do manipulador robótico é composta por um servomotor (modelo HSR-8498HB), cujo tamanho é de 44x 20x 40 mm, peso de 52g, com torque máximo de 13Kg (4.8V) – 15Kg (6.0V), voltagem de 4.8V ou 6.0V. Estes servomotores tem a função de sustentar o manipulador e fazer os movimentos horários e anti-horários, permitindo uma mobilidade bem flexível do manipulador. Os outros três servomotores fazem parte das respectivas juntas do manipulador que possuem as seguintes características técnicas: tamanho de 40x 20x 38 mm, peso de 39g, torque de 6.5Kg e voltagem de 4.8V ou 6.0V. A placa de circuito impresso desse projeto contém um microcontrolador PIC18F4520, um transmissor/receptor duplo MAX232, alguns resistores, capacitores, além de pinos para alimentação, para o conversor analógico/digital e para conexão do PIC ao computador, aos servomotores, e ao gravador de PIC. Utilizou-se uma tensão de 5V para alimentar o PIC, um cristal oscilador de 20MHz para o *clock*, e o MAX232 (é um circuito eletrônico que converte sinais de uma porta serial em sinais adequados para uso em circuitos microprocessados, pois níveis utilizados pelo PIC são os níveis TTL enquanto o utilizado pelo computador é o RS232). A discrepância da tensão (até +/- 12V de RS232 a 5V TTL) é gerada pelos capacitores. O microcontrolador PIC18F4520 (dispositivo PDIP - *Plastic Dual In Line Package* - de 40 pinos), do fabricante *Microchip*, foi utilizado para fazer todo o controle do manipulador robótico juntamente com o *software*. Para controlar os oito servomotores (cinco servomotores efetivamente utilizados e três de expansão), oito pinos do PIC foram configurados como saída (um pino para cada uma das ondas PWM dos servomotores), e a comunicação da placa com o *software* foi realizada através do conector DB9 fêmea. Os cinco pinos identificados como ICSP foram configurados para conexão do PIC18f4520 com o gravador de PIC, bem como realizar a programação de comunicação com os servomotores através da conexão USB com o computador, sem a necessidade de ser retirado o componente da placa (Figura 3).

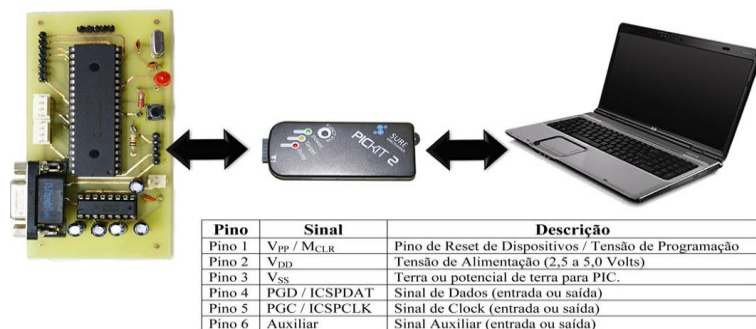


Figura 3: Gravador de PIC.

#### 4. Conclusão

A estrutura do manipulador robótico de três graus de liberdade realizada em acrílico foi composta por base, juntas, elos e garra. A base e as juntas possuem servomotores responsáveis pelos giros horário e anti-horário, realizando movimentos para cima, para baixo, para a direita e esquerda. As garras têm a função de pegar, fixar e transportar o objeto de um ponto a outro, dispondo também de um servomotor para abri-la e fechá-la. Para comando dos movimentos do robô, foi desenvolvida uma placa para controlar os servomotores através da programação do PIC 18F4520, e a construção de um *software* programado em C para inserção das ações a serem enviadas do computador para a placa através do cabo conversor USB/RS232. Deste modo, foram descritas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do robô manipulador, adicionando informações teóricas sobre a tecnologia envolvida.

#### 5. Bibliografia

- Romano, Vitor ferreira. Apostila do Módulo Robótica do curso Lato-Sensu Projeto Mecatrônico.(s.d.). Acesso em 24 de Março de 2015, disponível em Globo:
- GROOVER, M. P., Weiss, M., Nagel, R. N., & Odrey, N. G. (1988). *Robótica*. São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda.
- MANZANO, J. A. N. G.; OLIVEIRA, J. F. Algoritmos: Lógica para Desenvolvimento de Programação de Computadores. São Paulo: Érica, 2002.
- PAZOS, F. (2002). *Automação de Sistemas e Robótica*. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil Editora.
- PEREIRA, F. Microcontrolador PIC: Programação em C 2ª edição. São Paulo: Editora Érica.
- PEREIRA, F. Microcontrolador PIC: Técnicas Avançadas. São Paulo: Makron Books, 1994.
- ROSÁRIO, J. M. (2008). *Princípios de Mecatrônica*. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- Unimate*. (15 de Agosto de 2008). Acesso em 25 de Março de 2015, disponível em Boots e Sabers: <http://www.bootsandsabers.com/images/uploads/unimate.jpg>