

BRAÇO ROBÓTICO

GILMAR PEREIRA DA CRUZ JÚNIOR¹; PEDRO ARTHUR COGLIATTI²;
LUCIANO ANACKER LESTON³; MARCELO LEMOS ROSSI⁴

¹CEng / UFPel – gilmarpcjunior@yahoo.com.br

²CEng / UFPel – pedrosapeixoto@gmail.com

³CEng / UFPel – luleston@gmail.com

⁴CEng / UFPel – marcelo.rossi@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O projeto Braço Robótico surgiu em 2014, no Curso de Engenharia de Controle e Automação - CEng, juntamente com o projeto “Colocando em Prática o aprendizado”, onde diversos projetos recebiam orientações dos professores. Em 2015 firmou-se uma parceria com o GEGRADi – grupo de estudos e aprendizagem gráfica digital, situado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo que conta com recurso de desenho e impressão 3D.

O objetivo inicial foi o estudo e pesquisa de prótese robótica para recriar um braço humano. Baseando-se nessa inspiração, os participantes optaram pelo estudo e construção de um protótipo de simples fabricação, mas que ainda possua a complexidade de uma prótese.

O estudo da robótica se preocupa com o desejo de sintetizar alguns aspectos de função humana através da utilização de mecanismos, sensores, atuadores, e de computadores, (CRAIG, 2005). Desta maneira escolheu-se o estudo de robôs articulados.

Robôs articulados trabalham sob os princípios da cinemática. Uma vez construído, pode ser adaptado para atuar em diversas áreas (CRAIG, 2005), devido a sua versatilidade, e também, atende o principal objetivo do interesse dos participantes, servindo como base para futuros estudos e pesquisas na área da robótica.

2. METODOLOGIA

Este projeto foi dividido em seis etapas, sendo algumas dessas realizadas em parceria com o GEGRADi. São Elas: Estudos da Tipologia; Seleção; Desenvolvimento; Fabricação; Teste; e Aprimoramentos.

2.1 Estudos da tipologia:

Inicialmente foi feito um estudo sobre os tipos de robôs industriais que adéquam com a aplicação de acordo com o propósito inicial. Os robôs industriais são classificados geralmente de acordo com o tipo de junta, mais exatamente as três primeiras juntas próximas à base. Os robôs podem ser classificados em cinco tipos, sendo eles: robôs cartesianos, cilíndricos, esféricos (polar), de revolução (articulados) e Scara (Braço Robótico para Montagem com Flexibilidade Seletiva) (ROSÁRIO, 2005). De acordo com a IFR (International Federation of Robotics), os robôs mais utilizados na automação industrial são os robôs articulados, Scara e os robôs cartesianos.

2.2 Seleção:

Após estudar os tipos de robôs industriais, optou-se pelo robô articulado como base para o protótipo do braço robótico, utilizando-se dos estudos sobre a cinemática. A cinemática é a ciência que trata os movimentos sem levar em consideração as forças que o causam. Na cinemática se estuda a posição, a velocidade, a aceleração e todas as demais derivadas de ordem maior em relação ao tempo (CRAIG, 2005).

Foi esboçado um braço robótico, composto por uma base e dois membros conectados através de juntas rotativas, formando uma relação chamada de cadeia cinemática com três graus de liberdade. Um robô industrial, geralmente, possui seis graus de liberdade, três para posicionamento e três para orientação (ROSÁRIO, 2005). Optou-se por utilizar somente os três graus para o posicionamento, equivalentes ao braço e antebraços de um humano, criando uma linha de evolução nos estudos do braço robótico. Posteriormente serão introduzidos os três graus de orientação, constituindo a garra do braço, ou a mão da prótese.

Para compor as juntas rotativas, optou-se pela utilização de motores elétricos, devido ao seu baixo custo e da fácil aplicação e controle, comparado com os demais sistemas como os hidráulicos e pneumáticos, que exigem muitos equipamentos para um braço isolado. O motor escolhido para a aplicação foi Micro Servo 9g SG90 TowerPro (dimensões: 22mm x 12mm x 29 milímetros) da categoria servos motores. A vantagem do uso deste tipo de motor é a possibilidade de controle da sua movimentação e velocidade a fim de coordenar sua posição com precisão (IRVING 1979).

Para o funcionamento e controle do braço utilizou-se de um microcontrolador. Os microcontroladores (MCU – Unidade Microcontroladora) são dispositivos que possuem um núcleo de processamento, memórias e barramentos periféricos de entrada e saída. Eles permitem gravar um programa em sua memória e executar podendo, então, fazer controle de suas entradas/saídas. (TAUB, 1984). Para o microcontrolador foi selecionado o Atmega328p que possui uma arquitetura RISC melhorada e com disposição de 4 temporizadores (timers – em inglês), operando a uma frequência de trabalho de 16 MHz.

2.3 Desenvolvimento:

Inicialmente foram feitos testes de acionamento de um servo motor utilizando uma fonte controlada em laboratório e um potenciômetro, constatando o princípio de funcionamento do mesmo. O Micro Servo 9g SG90 TowerPro trabalha com entrada analógica de 0 a 4,3 volts em escala angular de 0 a 180 graus. O servo utiliza de um referencial externo de tensão para controlar o giro em escala linear. Para fazer o acionamento via microcontrolador foi realizado um estudo sobre a tecnologia PWM (Pulse Width Modulation – Modulação por largura de Pulso). A PWM é uma tecnologia de modulação de largura de pulsos de período fixo que trabalha em dois níveis lógicos: nível alto e nível baixo. Desta maneira pode-se gerar sinais analógicos para o acionamento do servo motor, controlando-se o tempo em que cada pulso fica em nível alto. Um pulso de largura pequena equivale a um valor baixo de tensão e um pulso de largura maior equivale a um valor maior de tensão, formando uma escalar linear (FRENZEL, 2013).

Para criar a função PWM foi utilizado dois dos quatro timers do microcontrolador Atmega328p, timer 0 (zero) e timer 1 (um). Foi programado então, o timer 0 com a frequência de 0.06 Hz, para gerar o pulso modulado com uma precisão de 1 microssegundo, e o timer 1 com uma frequência de 60 Hz, para gerar a frequência de trabalho equivalente ao sistema de distribuição de

energia elétrica brasileiro. Cada timer gera uma interrupção. Eles são interligados um ao outro e sempre começam ao mesmo tempo. Na interrupção são programados os acionamentos de cada servo motor.

Para trabalhar a movimentação dos membros do braço, utiliza-se das técnicas de cinemática. Para o estudo inicial do protótipo foi utilizado a cinemática inversa de posição. Dado um valor de ponto cartesiano x, y e z calcula-se, então, os valores dos ângulos de rotação de cada junta, para que a extremidade do braço alcance o referido ponto. Relaciona-se os valores dos ângulos com a faixa de tempo de nível alto dos pulsos da função PWM, que por sua vez geram um valor de tensão na faixa de 0 a 4,3 volts no referencial de cada motor fazendo, assim, que estes girem até chegar nos valores dos ângulos calculados.

2.4 Fabricação:

A fabricação das peças da base, dos membros e o design foram feitos em parceria com o grupo GEGRADi, do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPel, onde foram impressas as peças em impressora 3D por FDM em material PLA. O mesmo braço, caso não atinja a resistividade necessária poderá ser fabricado por ABS.

Para o circuito eletrônico será utilizado, inicialmente um lauchpad Arduino Uno para gravar e testar o sistema do braço robótico. Deve-se levar em consideração que não foram utilizados os recursos básicos de programação utilizados pelo Arduino, pois, posteriormente, será confeccionada uma placa dedicada para o projeto, eliminando o lauchpad.

2.5 Testes:

Fase de testes em andamento, ainda sem resultados plausíveis.

2.6 Aprimoramentos:

O Projeto Braço Robótico se trata de um projeto acadêmico em fase inicial e exige uma demanda de conhecimentos avançados, onde foi necessário adiantar conhecimento fora das salas de aula, por parte dos alunos participantes, devido aos mesmos não terem cursado as referidas disciplinas necessárias, sendo estes auxiliados pelos professores, dando-lhes diretrizes. A fim de criar uma linha de desenvolvimento, criou-se inicialmente o braço robótico com acionamento em malha aberta. Este tipo de acionamento não possui leituras e realimentação sobre a posição. Posteriormente será incluído o acionamento em malha fechada, com leitura do posicionamento de cada motor em pequenas faixas de tempo, utilizando-se das técnicas PI (proporcional integrativa) onde se tem uma realimentação das saídas. Com o PI será introduzida a cinemática de velocidade e aceleração, para controle do movimento dando suavidade e precisão ao mesmo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento da descrição deste resumo as peças mecânicas necessárias pra montagem do protótipo foram fabricadas e montadas e criado o algoritmo de geração dos pulsos PWM. O foco atual é sobre a implementação da programação com a cinemática junto à integração com o microcontrolador. Após esta etapa, o projeto passará para a fase de testes. Entre os resultados obtidos

até o presente momento, pode-se ressaltar a criação e a montagem da estrutura mecânica e o aprimoramento das técnicas de cinemática, possibilitando a implementação da cinemática de velocidade aceleração para dar mais suavidade e estabilidade ao movimento.

4. CONCLUSÕES

O projeto Braço Robótico esta criando ambientes de estudos e aprimoramentos de técnicas de robótica, onde os alunos envolvidos, mesmo nos primeiros períodos do curso foram capazes de iniciar um projeto acadêmico, mostrando resultados satisfatórios. O estudo de várias técnicas foi necessário, agregando conhecimento, como: para o acionamento dos motores foi necessário obter conhecimento da tecnologia de modulação de pulsos PWM, técnica de discretização de sinais analógicos. Para a cinemática necessitou de conhecimento em modelagem matemática aplicados à robótica. O uso de microcontroladores necessitou de um conhecimento em arquiteturas de computadores, assim como conhecimento em processamento digital. Para o controle do braço robótico foi necessário técnicas de tratamento de sinal, trabalhando em circuito aberto, inicialmente, e posteriormente em circuitos realimentados (malha fechada). A combinação dessas técnicas com a criatividade e aprimoramentos por parte dos participantes, esta possibilitando a montagem da prototipação do braço robótico e esta criando bases sólidas para continuação do projeto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRAIG, J.J., **Introduction to Robotics: Mechanics and Control**, Pearson Education Inc., 2005, 3rd Edition.

ROSÁRIO, J. M, **Princípios de Mecatrônica**, São Paulo: Prentice Hall, 2005.

IRVING, L.K, **Máquinas Elétricas e Transformadores**, Porto Alegre, 1979, terceira edição. Ed. Prentice Hall

TAUB, Herbert, **Circuitos Digitais e Microprocessadores**, McGraw-Hill, 1984

FRENZEL JR, L.E. **Fundamentos de Comunicação Eletrônica**, Porto Alegre, 2013, terceira edição, AMGH Editora Ltda

IFR. **História da robótica**. Secretaria IFR organizada pela VDMA , associação de máquinas da Alemanha em Frankfurt / Alemanha. 28 Junho 2015. Acessado em 28 Junho 2015. Online. Disponível em: <http://www.ifr.org/history/>