

DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ BÍPEDE SIMPLES E AUTÔNOMO

**R. F. O. Pereira¹, M. L. Freire¹, C. Horak¹,
L. F. Wiltgen Barbosa²**

¹Estudantes de Engenharia Elétrica - UNIVAP/FEAU

²UNIVAP/FEAU/LRA, São José dos Campos – SP – Brasil
wiltgen@univap.br

Resumo - Este artigo descreve a construção de um robô bípede autônomo com o intuito de introduzir o ensino de robótica prática no curso de Engenharia Elétrica da UNIVAP. O robô descrito neste artigo tem como objetivo o deslocamento em linha reta, transportando um objeto sensível a oscilações no maior percurso possível. A seqüência de controle do robô é realizada por um microcontrolador previamente programado para que não ocorra nenhuma intervenção humana durante os movimentos, tornando-se assim uma máquina autônoma. Isto contribui para o aprendizado e criatividade dos futuros engenheiros.

Palavras-Chave: Robótica, bípede, microcontrolador, educação.

Área do Conhecimento: III - Engenharias

Introdução

Nos últimos anos varias empresas e pesquisadores vem desenvolvendo máquinas e equipamentos que visam substituir o homem em algumas atividades de risco. Tais pesquisas são parte de um ramo da ciência chamado Robótica (GROOVER, 1988). Pode-se dizer que a robótica engloba tanto sistemas mecânicos como elétricos e eletrônicos, tornando assim seu estudo multidisciplinar.

A construção de robôs parte do principio que a máquina deverá executar um tipo de tarefa, no qual cada tarefa será executada por um tipo de máquina diferente, ou seja um robô específico.

Aplicações em que se exige mudanças contínuas de trajetórias exige um sistema de guiagem e locomoção por rodas. Já em aplicações em que a estabilidade é um fator importante, o sistema com pernas (CAMPOS, 2001) é uma alternativa interessante.

Dentre os diversos tipos de robôs existentes, pode-se dizer que aqueles que mais se assemelham ao ser humano são de fato os que despertam mais atenção e interesse uma vez que estes possuem sistemas complexos comparados com outros robôs, estes são comumente chamados de Robôs Humanóides ou Bípedes (Bezerra, 2004). Este interesse também é demonstrado por estudantes de engenharia na disciplina de Robótica pratica na UNIVAP (BARBOSA, 2006).

A atividade multidisciplinar intrínseca neste ramo da tecnologia segue a idéia do aprendizado construtivista (*Piaget*) e do construcionismo (*Papert*) e a aplicação deste tipo de didática no curso tem mostrado bons resultados.

O robô bípede aqui apresentado foi construído com material de baixo custo e simples de ser

obtido, como alumínio e servos motores de antena parabólica, tornando assim o desenvolvimento e execução acessível à maioria dos estudantes.

O microcontrolador utilizado como sistema de controle da máquina foi o PIC 16F877A da Microchip® (SOUZA, 2003).

De acordo com os objetivos propostos, as principais características deste robô são a movimentação em linha reta com boa estabilidade, e a operação de forma autônoma, ou seja, sem nenhuma intervenção externa para a execução dos movimentos.

O principal desafio na construção deste projeto foi o desenvolvimento do sistema mecânico de movimentação (BEZERRA, 1996) e (FERNANDES, 1996), uma vez que a idéia foi utilizar a criatividade.

Com os bons resultados obtidos com este projeto foi possível iniciar o desenvolvimento de uma nova versão do robô bípede com algumas mudanças em suas características principais, como por exemplo, a capacidade de desviar de obstáculos fazendo curvas.

No decorrer deste artigo serão apresentadas as características construtivas da máquina, resultados obtidos e as propostas para outras máquinas.

Aspectos Construtivos do Robô

A escolha dos componentes mecânicos e eletrônicos para a execução do projeto foi realizada com base nos recursos disponíveis e também com relação ao tempo necessário para conclusão do trabalho.

Para o sistema mecânico foram utilizadas peças de alumínio na estrutura, todas fixadas por meio de parafusos e porcas conforme mostrado na Figura 1.

Nas partes móveis foram adaptados rolamentos de esferas para facilitar os movimentos e proporcionar maior estabilidade.

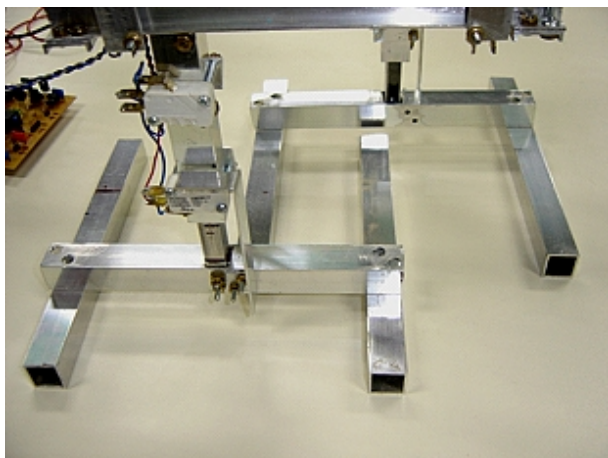


Figura 1 - Peças móveis de alumínio.

Todas as peças utilizadas foram reaproveitadas de sucatas, o que trouxe uma grande economia e um enorme aprendizado. Visto que foi necessária muita criatividade e paciência para efetuar os devidos ajustes e confecção das peças.

Após a definição do sistema mecânico, foi possível escolher o número total de sinais de entrada e saída (*I/O – In/Out*) necessários para o controle do robô. Existem atualmente muitas opções para implementação do controle via microcontroladores. As mais interessantes economicamente e tecnicamente, são as famílias de microcontroladores do tipo *PIC®* (*Microchip – EUA*) e *Basic Step®* (*Tato equipamentos eletrônicos – Brasil*).

Devido ao grande número de sinais de entrada e saída, decidiu-se pela utilização do microcontrolador *PIC 16F877A*, visto que na época também, não existia um microcontrolador da família *Basic Step* com mais de 08 portas de *I/O* (SIAS, 1990).

A escolha dos motores para o deslocamento do robô foi feita com base nas necessidades de velocidade e precisão dos movimentos. Como o robô não exigia uma grande precisão no deslocamento, optou-se pela utilização de servomotores de antenas parabólicas. A opção de utilizar estes servomotores foi devido ao baixo custo e o alto torque desenvolvido pela caixa de redução presente nestes motores.

Os sensores utilizados no robô foram chaves de contato do tipo fim-de-curso, as quais foram distribuídas em vários pontos da máquina para detectar os movimentos das pernas e pés, como pode ser visto na fotografia em detalhes do robô na Figura 2.

Funcionamento

O sistema opera de forma independente, ou seja, após o início do funcionamento (alimentação ligada) os movimentos são executados passo a passo, respeitando cada um o término do movimento anterior que é indicado por um sensor.

Cada movimento possui dois sensores que indicam as posições extremas de cada curso.

Na seqüência lógica do programa, o início do funcionamento parte sempre de uma condição inicial que é imposta antes de qualquer ação a ser executada, garantindo assim o funcionamento das demais seqüências lógicas do programa.

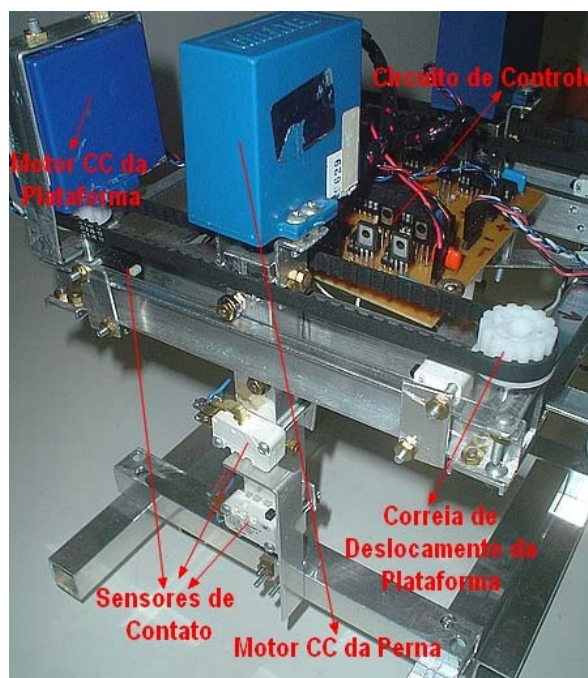


Figura 2 - Detalhes construtivos do robô bípede.

A primeira ação a ser executada pelo robô é abaixar os dois pés, que corresponde na posição inicial do robô. Concluído o posicionamento inicial, o programa segue com a seqüência de movimentos que começa com o lado direito do robô, erguendo o pé direito e levando a perna direita para frente. Em seguida, o pé direito abaixa e o pé esquerdo levanta seguido pelo movimento para frente da perna esquerda. Após a descida do pé esquerdo, um ciclo de movimento é completado iniciando-se então um novo ciclo idêntico ao anterior.

Caso o robô seja desligado ou acabe sua energia, ao ser reiniciado o sistema irá se posicionar na condição inicial de movimento conforme mostra a Figura 3.

Resultados

A máquina depois de construída ficou com um volume de $11,2 \text{ k cm}^3$, correspondendo área útil de 280 cm^2 . Os parâmetros e as características construtivas do robô podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 - Características e parâmetros do robô bípede.

Peso total	~0,7 kg
Comprimento	20 cm
Largura	14 cm
Altura	40 cm
Capacidade de carga total	~0,5 kg
Número de motores	04
Número de sensores	08

Antes de competir o robô foi testado inúmeras vezes. Estes testes serviram basicamente para ajustes mecânicos e controle da velocidade de deslocamento. É justamente a velocidade o parâmetro de controle mais sensível do projeto.

A escolha da baixa velocidade de deslocamento foi essencial para manter a carga frágil abordo do robô todo o tempo de competição

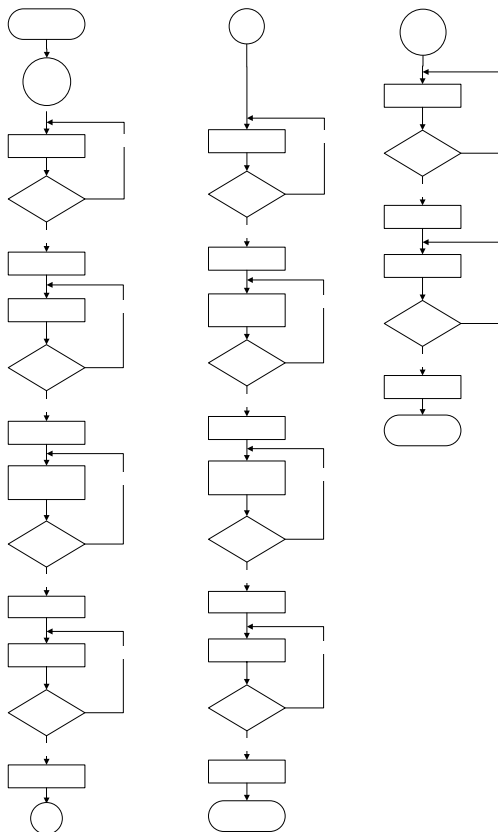


Figura 3 - Fluxograma do funcionamento do robô.

A carga útil, por ser um ovo de galinha, fica alojada em uma pequena plataforma, de PVC, no formato de um cálice, como pode ser visto na Figura 4.

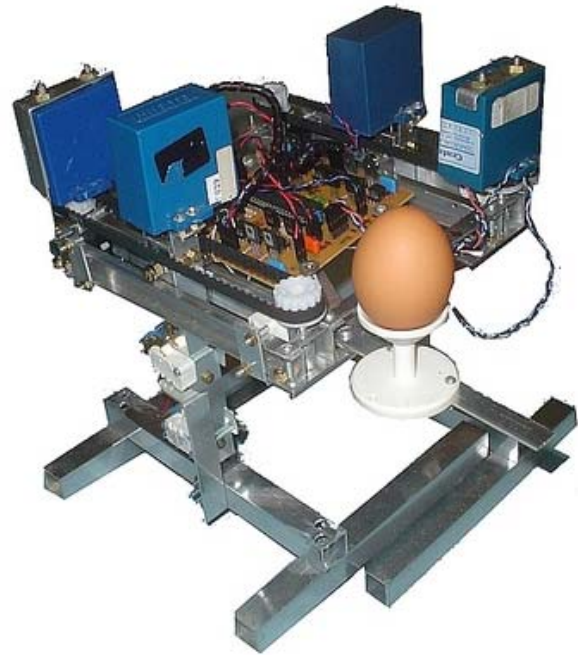


Figura 4 - Robô bípede com o ovo preparado para competição.

Dado a construção física do cálice, imposta pelo desafio da competição, qualquer deslocamento brusco poderia fazer o ovo tombar e desclassificar o robô na competição. Cabe ressaltar que o cálice foi confeccionado pelo professor responsável pela competição e não pelos competidores.

Entretanto, a velocidade de deslocamento baixa, dificulta completar a tarefa rapidamente. Como pode ser visto na Figura 4, o suporte para o ovo foi colocado na frente do robô. Depois de vários testes, este local apresentou a menor vibração mecânica, dado a construção física da máquina.

Durante a competição de 2005 foram construídos 5 robôs bípedes. Dentre estas apenas 3 máquinas conseguiram competir, sendo que apenas uma foi desclassificada por derrubar o ovo, as outras máquinas completaram o desafio, sendo que uma venceu o desafio em tempo e a outra, o robô aqui descrito neste artigo, venceu o desafio em distância.

Este tipo de competição na graduação em engenharia é saudável e faz com que os estudantes agreguem um conhecimento vasto em várias áreas além de aprender a trabalhar em equipe. Observa-se que a integração e o comprometimento dos membros da equipe fazem

grande diferença nos resultados obtidos com as máquinas.

Este tipo de experiência didática tem tornado o curso de engenharia elétrica da FEAU/UNIVAP mais atrativo, inclusive, facilitando tanto o ensino quanto a aprendizagem.

Conclusão e Perspectivas

O desenvolvimento deste trabalho exigiu dos envolvidos uma capacidade criativa muito grande, pois a partir dos objetivos propostos deu-se início a análise de várias idéias e, após algumas simulações, chegou-se em um modelo que atendesse aos requisitos de funcionamento e disponibilidade de recursos.

A participação na disciplina de Robótica Prática nos trouxe importantes conhecimentos na integração de sistemas mecânicos e eletrônicos, e grande satisfação em se concluir um projeto no prazo proposto e com os principais requisitos de funcionamento atendidos.

Com o sucesso desse projeto, foi possível dar início ao desenvolvimento de um modelo mais avançado e aperfeiçoado e com um sistema de sensores para reconhecimento de ambiente através uma micro câmera sem fio e sonares.

Agradecimentos

Ao diretor da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo – FEAU/UNIVAP, Prof. Msc. Francisco P. Barbosa pelo apoio e incentivo na construção do Laboratório de Robótica & Atomação – LRA, para o ensino de robótica prática no curso de Engenharia Elétrica.

Os autores agradecem também aos estudantes da turma de robótica da FEAU de 2005, pelo empenho e construção das máquinas utilizadas nas competições.

Referências

- BARBOSA, L.F.W. A utilização da robótica como ferramenta multidisciplinar no ensino da engenharia elétrica, XVI Congresso Brasileiro de Automática (CBA 2006), Salvador, outubro 3-6. 2006. (aguardando aceitação)

- BEZERRA, C.A.D., Zampieri, D.E. Biped robots: the state of art, International Symposium on History of Machines and Mechanisms (HMM 2004), Cassino, (2004).

- CAMPOS, D.C., et. al. Modelagem dinâmica de um robô bípede, XVI Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, Uberlândia, 2001.

- FERNANDES, A.F.C., et. al. Projeto mecânico e fabricação de uma plataforma para um robô móvel

experimental, XV Encontro de Iniciação à Pesquisa da UFC, Fortaleza, 1996.

- GROOVER, M. P., et. al. Robótica: Tecnologia e programação. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

- SIAS JR, F.R., Zheng, Y.F. How many degrees-of-freedom does a biped need?, IEEE International Workshop on Intelligent Robots and Systems (IROS 90), 1990.

- SOUZA, D. J. Desbravando o pic: ampliado e atualizado para PIC16F628A. 6. ed. São Paulo: Érica, 2003.