



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ HEXÁPODE (TIPO QUATRO BARRAS) PARA DETECÇÃO DE FALHAS E MONITORAMENTO EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA¹

Dorival De Moraes Neto², Manuel Martín Pérez Reibold³.

¹ Projeto de pesquisa realizado no curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, financiado pela FAPERGS

² Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Regional do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI.

³ Doutor em Engenharia Elétrica e professor do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI

Resumo

A maioria das indústrias de grande porte possui, na sua infra-estrutura, robôs que auxiliam e aceleram processos de produção, inspeção, vigilância, entre outros. Muitas das vezes, dependendo do local, essas atividades são dificilmente executadas pelo homem. Entretanto, a robótica é uma área que ajuda a subvencionar-las. Cabe salientar que projetos de robôs têm elevado custo, o que termina onerando qualquer atividade. Portanto, este trabalho de pesquisa procura investigar a possibilidade de melhorar a simulação e a construção robôs hexápodes (tipo quatro barras) e aplicá-los na detecção de falhas e monitoramento de sistemas de distribuição de energia elétrica. Este robô tem características de se locomover em ambientes desconhecidos com o uso de sensores infravermelhos, a fim de que não haja colisão com os corpos estranhos existentes naquele ambiente. Sua estrutura física foi projetada através de *softwares* que permitem fazer análises tridimensionalmente. O processamento de dados analógicos e digitais responsáveis para a locomoção do robô é realizado por um microcontrolador (PIC16F877A) da Microchip Technology. Os estudos realizados no *software* para o desenho 3D da estrutura física do robô apresentam-se satisfatórios, pois foi possível simular os seus movimentos e prever erros, possibilitando precisão na confecção das partes que o compõem.

Palavras-chave: Robótica móvel; Trem de engrenagens; Análise dos mecanismos

Introdução

Atualmente a robótica móvel tem sido um tema bastante utilizado tanto no meio industrial quanto no meio acadêmico. Tal fato se deve à sua diversificada utilização, a qual proporciona de modo geral, êxito em questões levantadas como redução de custos, aumento da produtividade, problemas trabalhistas com funcionários e segurança a vida humana. Tais vantagens decorrentes da utilização de robôs permitem afirmar que esta área tende a crescer cada vez mais, abrangendo uma série de aplicações.

Destas aplicações destaca-se a detecção de falhas e inspeção de subestações de distribuição de energia elétrica. Os riscos a saúde dos trabalhadores neste setor são elevados, fazendo-se necessário o uso de equipamentos de proteção, treinamento e extrema atenção para





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

que os colaboradores desenvolvam suas atividades com segurança. Decorrente de alguma falha no sistema de distribuição de energia elétrica, em que a segurança dos colaboradores se faz prioridade, o robô hexápode juntamente com periféricos específicos, pode ser aplicado na detecção prévia das falhas. A aquisição de informação através do robô faz com que seja possível antever os riscos em que os trabalhadores irão se submeter na realização das atividades de reestabilização do sistema.

O objetivo deste trabalho é investigar a área da robótica móvel para o desenvolvimento de melhorias de um robô hexápode (tipo quatro barras) autônomo e aplicá-lo na detecção de falhas e monitoramento de sistemas de distribuição de energia elétrica. Na sua primeira versão (LIMA, et al., 2010) o protótipo desenvolvido era composto por uma estrutura de metal, motores de passo robustos, o que o tornava pesado e com um sistema de processamento de sinais de entrada e saída limitados. Neste projeto procurou-se atenuar o peso do robô. Com este propósito, o projeto se desenvolveu utilizando diferentes tipos de materiais para sua confecção, aquisição de componentes eletrônicos e *softwares* de desenho em três dimensões para simulação de sua estrutura física no computador.

O projeto proposto é dividido em várias etapas, das quais se podem citar: revisão bibliográfica de robôs hexápodes, estudo de *softwares* para desenvolvimento de projeto, aquisição de componentes eletrônicos e mecânicos, estudo das técnicas de locomoção de rastreadores, construção do projeto, testes exaustivos do projeto, entre outros. Em se tratando de um projeto que concentra diferentes áreas de estudo como mecânica (construção da estrutura física), eletrônica (circuitos lógicos para locomoção autônoma), automação (controle do sistema), informática (*software* para controle do sistema) e outros, neste trabalho serão abordados apenas as etapas desenvolvidas até o momento tais como: simulações em *softwares* para projetos em 3D e circuitos eletrônicos, concepção física e aquisição de componentes eletrônicos.

Materiais e Métodos para o Desenvolvimento do Sistema

Nesta seção serão apresentados os estudos referentes ao mecanismo quatro barras, trem de engrenagens e circuito eletrônico para juntos, formarem a estrutura física do robô hexápode.

Mecanismo Quatro Barras

Um robô hexápode reproduz a estrutura básica de um inseto de seis pernas que são fundamentais para o seu deslocamento e que apresentam as mais variadas topologias. Dessa forma, o movimento das pernas do robô em questão é baseado no mecanismo de quatro barras. Este mecanismo é versátil, e consiste de quatro membros rígidos interconectados através de juntas formando uma cadeia cinemática fechada (com o formato de um quadrilátero). Sua função é transformar e transmitir movimentos, esses membros rígidos são: a base, ou membro fixo que não sofre deslocamento, ao qual esta pivotada a manivela e o balancim e um membro intermediário denominado seguidor (SHINGLEY, 1984).

Mecanismo de Engrenagens



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

O robô possui dois mecanismos de trem de engrenagens. Cada um destes é responsável por transmitir o torque obtido no motor a três patas. Cada um desses mecanismos é composto por: três engrenagens principais com 44,1 milímetros de diâmetro e 89 dentes, uma engrenagem com 28 milímetros de diâmetro e 56 dentes, e uma engrenagem secundária com as mesmas características da engrenagem que é acoplada no eixo do motor. Essas engrenagens foram adquiridas de sucatas de impressoras antigas.

Concepção e Estrutura do Robô Hexápode

Na primeira versão do robô hexápode sua estrutura física era composta de aço 1020, com espessura de três milímetros e apresentava um peso de aproximadamente 1000 gramas. Para um protótipo que necessita ter movimentos ágeis no ambiente, que muitas vezes é composto por inúmeros obstáculos, é um protótipo pesado. Isto torna complicado realizar movimentos. Decorrente dessas análises foi priorizado os estudos para otimização do peso do protótipo.

A primeira etapa desses estudos consistiu na investigação sobre um novo material a ser utilizado na estrutura física do hexápode. O material que se mostrou mais adequado às exigências, estudadas para o protótipo, foi o acrílico ou polimetil-metacrilato. Com esta informação, os estudos no CAD permitiram o desenho do robô hexápode em três dimensões. A partir deste foi possível obter o projeto mais próximo da realidade, simular os movimentos do robô para adequá-lo aos terrenos em que irá ser submetido. O projeto do robô hexápode projetado é apresentado na figura 1.

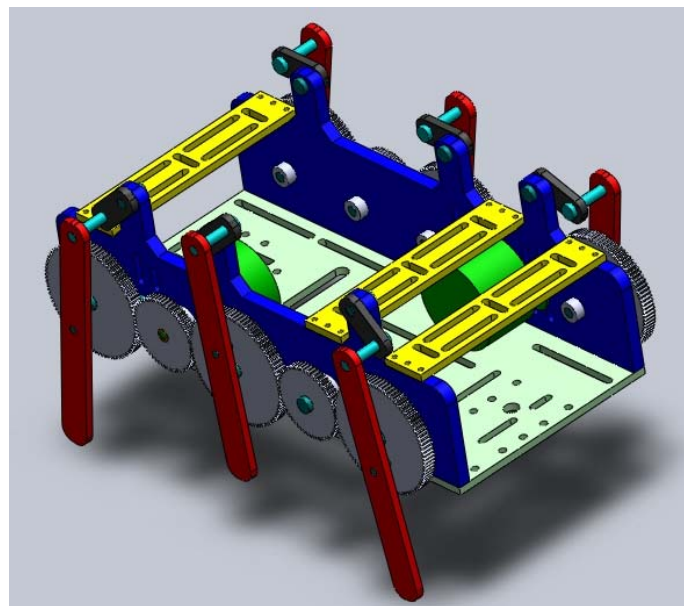


Figura 1. Projeto da estrutura física do robô hexápode

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

Circuito Eletrônico do Projeto

O circuito eletrônico é composto por uma fonte de voltagem que é responsável pelo fornecimento de energia elétrica. Esta consiste em baterias de células de lítio recarregáveis e oriundas de celulares inutilizáveis. Essas baterias fornecem uma voltagem de 9 volts para o circuito. Além dos periféricos citados, fazem parte do circuito do robô um microcontrolador, transistores, resistores, capacitores circuitos integrados entre outros.

O “cérebro” do circuito elétrico do robô hexápode é composto por um microcontrolador PIC16F877A da Microchip Technology que está provido internamente de memória de programa, memória de dados, portas de entrada e/ou saídas de dados paralelos, entre outros (MICROCHIP TECHNOLOGY, 2011). O microcontrolador é programável, pois toda a lógica de operação é estruturada na forma de um programa feito pelo projetista e gravado dentro do componente. O programa foi desenvolvido em linguagem C (PEREIRA, 2003). O programa tem a finalidade de controlar os dois motores de passo do hexápode e posteriormente deverá fazer a leitura dos sensores infravermelhos, e enviá-los a um PC (*Personal Computer*) para eventual análise.

Resultados

Como resultado do projeto tem-se o protótipo do robô hexápode tipo quatro barras, o qual é mostrado na figura 2.

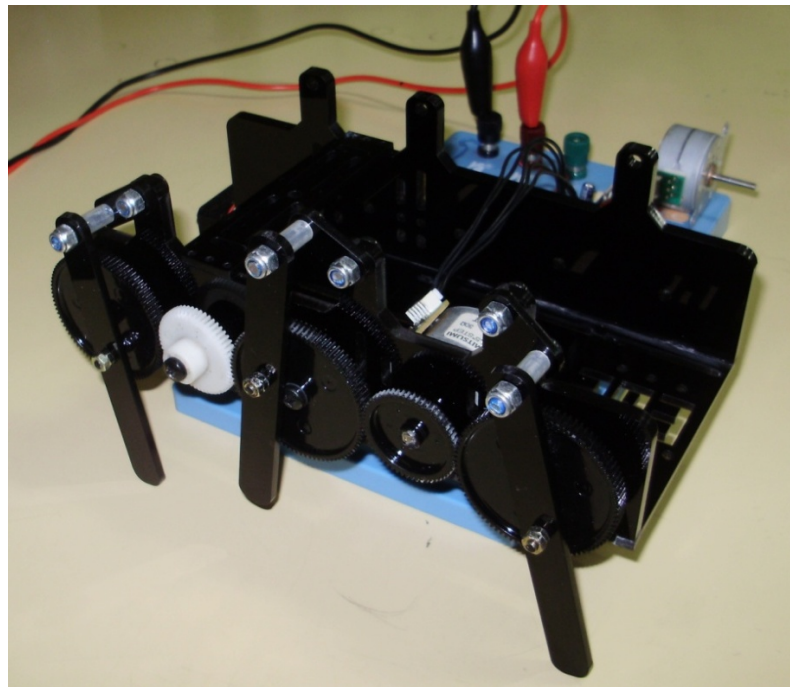


Figura2. Protótipo do robô hexápode (tipo quatro barras)



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

Inicialmente foram realizados os processos de desenvolvimento e simulação em *software* do circuito eletrônico e estrutura física do robô hexápode. Concluídas essas etapas, realizou-se então a simulação do circuito do robô em uma matriz com milhares de furos e conexões condutoras (*protoboard*) e foram enviados para uma empresa os desenhos das partes que compõe o robô para sua confecção em acrílico de sua estrutura física. A confecção em acrílico do robô possibilitou diminuir o seu peso em aproximadamente 50% e a distribuição e encaixe perfeito de seus periféricos como engrenagens, motores, placa do circuito e outros na sua estrutura, diferentemente se esta fosse desenvolvida artesanalmente.

O mecanismo de engrenagens e quatro barras apresentaram bons resultados. Para o trem de engrenagens se utilizou apenas um motor para o movimento de três pernas do robô, ou seja, dois motores para o movimento das seis pernas. Isto elimina a necessidade de desenvolver um *software* complexo para o microcontrolador realizar a sua locomoção. Os motores de passo Mitsumi apesar de serem leves, não apresentaram resultados satisfatórios, pois a sua frequência de funcionamento faz com que, o robô hexápode se locomova rápido. Como a aplicação deste robô é para fins de detecção de falhas durante a inspeção, este precisa se locomover lentamente para obter maior precisão nos seus resultados.

Entretanto, com os testes realizados é possível verificar, num primeiro instante, que os resultados obtidos são satisfatórios ao funcionamento do mecanismo de quatro barras. A otimização do peso do robô proporcionou ao robô movimentos mais ágeis e um baixo consumo de energia durante sua movimentação.

Conclusões

Neste relatório foi apresentado o estudo e desenvolvimento de melhorias de um robô hexápode tipo quatro barras destinado a monitoramento e detecção de falhas em sistemas de distribuição de energia. Com isso foi possível realizar ensaios do robô, especificação dos componentes eletrônicos e dispositivos necessários para a sua construção. O robô hexápode por sua vez tornou-se bastante leve, ágil e eficiente, pois suas seis pernas permitem a sua movimentação em terrenos úmidos e irregulares, fazendo com que este não se torne limitado quanto ao tipo de ambiente. O mecanismo de quatro barras e trem de engrenagens proporcionou um circuito eletrônico simples, facilidade no desenvolvimento do *software* e baixo consumo de energia. Para as próximas etapas pretende-se realizar a substituição dos motores, instalação de uma câmera no robô para a detecção das falhas e inspeção, aprimorar o *software* do projeto para o processamento dos dados da câmera e dos sensores infravermelhos e, desenvolvimento do circuito eletrônico do robô em placa de circuito impresso. Como trabalhos futuros é proposto o desenvolvimento do modelo matemático, a implementação de um sistema para transmissão dos dados coletados pelo protótipo e um estudo para substituição dos sensores infravermelhos do robô, este para aperfeiçoar a precisão nos seus movimentos e detectar um número maior de obstáculos. Desta forma é possível prever e analisar problemas nos sistemas de distribuição de energia elétrica sem a presença de colaboradores no local, prevenindo a vida humana dos riscos à saúde que esta atividade pode causar.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 SIC - XIX Seminário de Iniciação Científica

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPERGS - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul pela bolsa de Iniciação Científica concedida.

Referências

PEREIRA, F. **Micrcontroladores Pic: Técnicas Avançadas** 1ª ed. São Paulo: Érica. 2002.

PEREIRA, F. **Micrcontroladores Pic: Programação em C** 2ª ed. São Paulo: Érica, 2003.

SHINGLEY, J.E. **Elementos de máquinas 2:** Traduzido por Edival Ponciano de Carvalho. Rio de Janeiro: S.A, 1984.

MICROCHIP TECHNOLOGY. **Datasheet Pic 16F877A**, 2003. Disponível em:
<<http://pt.scribd.com/doc/258205/PIC-16f877A-data-sheet>>. Acesso em 12 Maio 2011.

LIMA, D.A.C. et.al. **Estudo e Análise de Desempenho de um Hexabot Tipo Quatro Barras**. Anais do XXIV Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnologia em Engenharia (CRICTE). FURG, Rio Grande, 2010.