



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

## **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA DETECÇÃO DE FALHAS E MONITORAMENTO EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA<sup>1</sup>**

**Dorival de Moraes Neto<sup>2</sup>, Manuel Martín Pérez Reibold<sup>3</sup>, Mauricio de Campos<sup>4</sup>.**

<sup>1</sup> Projeto de Pesquisa desenvolvido no Grupo de Automação Industrial e Controle – GAIC, pertencente ao Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI

<sup>2</sup> Bolsista FAPERGS e acadêmico do curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI.

<sup>3</sup> Professor do curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI.

<sup>4</sup> Professor do curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias.

Resumo: Atualmente a robótica móvel tem sido um tema bastante discutido 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 e segurança a vida humana. O principal objetivo deste projeto é a detecção de falhas e monitoramento em sistemas de energia elétrica através de um robô hexápode. Sua estrutura física é constituída de acrílico e foi projetada através de softwares que permitem fazer análises de desempenho tridimensional. As informações adquiridas do ambiente pelo robô são enviadas para uma central de controle através de um sistema de comunicação wireless. O sistema de controle é responsável por processar os dados recebidos do sistema de comunicação do hexápode e apresentá-los em um display. O mesmo ainda permite alterar a forma de movimentação do robô em dois tipos, autônomo ou manual. Com os testes realizados é possível verificar, que os resultados obtidos são satisfatórios. Com isso não se faz necessária a presença de colaboradores no local, prevenindo a vida humana dos riscos à saúde que estas atividades podem causar.

Palavras Chave: Robótica Móvel, Comunicação sem fio, Subestações.

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 proporcionadas pela robótica móvel nos permite reconhecer que esta área tende a crescer cada vez mais, abrangendo uma série de aplicações. Dentre estas aplicações destaca-se o monitoramento de subestações de distribuição de energia elétrica. Como é exigido das concessionárias determinados padrões de segurança, referente ao fornecimento de energia elétrica, se faz necessária a utilização de equipamentos que proporcionam esta segurança aos colaboradores que desenvolvem suas atividades nesta área. Atrrelado a isto, a robótica móvel, dotada de





**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

um sistema de comunicação sem fio, pode ser aplicada no monitoramento e detecção de falhas nos equipamentos presentes nos sistemas de distribuição de energia elétrica e consequentemente o envio dos dados coletados para as centrais de controle.

O principal objetivo deste projeto é a detecção de falhas e monitoramento em sistemas de distribuição de energia elétrica à distância. Para tal, este projeto foi dividido em dois módulos, robô hexápode tipo quatro barras e a central de controle. O robô hexápode em questão reproduz a estrutura básica de um inseto de seis pernas. As informações aquisitadas do ambiente como temperatura e luminosidade, são enviadas para uma central de controle através de um sistema de comunicação wireless. A central de controle em questão tem por finalidade receber estas informações oriundas do robô, através de um rádio de comunicação sem fio e apresentá-las em um display. Com o sistema de controle também é possível alterar a forma de movimentação do protótipo em dois tipos, autônomo ou manual.

Na figura 1 é ilustrada a estrutura dos dois módulos que compõe o projeto em questão, os quais são: o robô hexápode e o sistema de controle.

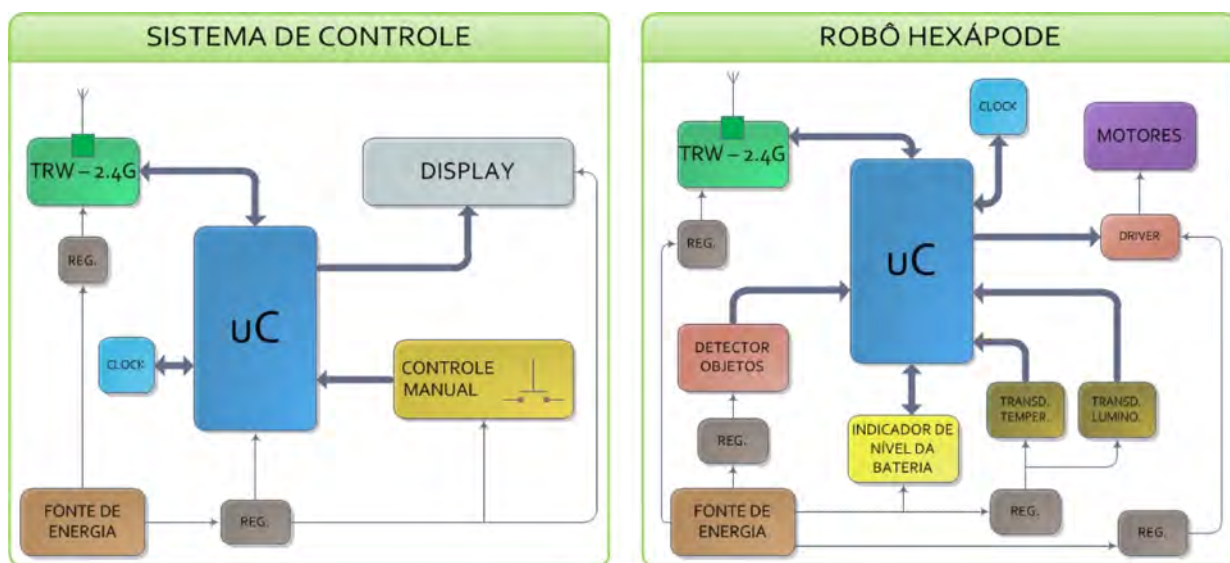


Figura 1. Diagrama de blocos dos módulos do projeto em questão

O hardware de controle é responsável por processar os dados de tensão da bateria do robô, temperatura e luminosidade ambiente, recebidos do sistema de comunicação do robô hexápode. Essas informações são exibidas em um display de cristal líquido 16X2 segmentos. Os dados são recebidos e enviados via wireless através de um rádio de comunicação do tipo transceptor TRW 2.4G (1). Uma bateria convencional de 9V é responsável pelo fornecimento de energia deste sistema. A tensão de operação dos componentes deste sistema se encontram na faixa de 0 a 5V, portanto se fez necessário o uso de reguladores de tensão. Um para o TRW-2.4G, o qual possui uma tensão de operação de 3,3V e outro para os demais componentes, alimentados em 5V. Estes dispositivos reguladores são lineares e tem por



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

objetivo estabelecer um nível de tensão fixo na sua saída, independentemente da variação da tensão entre uma determinada faixa, na sua entrada.

O processamento de dados citado anteriormente é realizado por um microcontrolador PIC16F877A da Microchip Technology. Tal dispositivo dispõe de portas e saídas de dados digitais, temporizadores, contadores digitais, PWM (Pulse Width Modulation), conversores analógicos e digitais, entre outros (2).

O robô hexápode em questão reproduz a estrutura básica de um inseto de seis pernas. Dessa forma, o movimento das pernas do protótipo em questão é baseado no mecanismo de quatro barras juntamente com dois mecanismos de trem de engrenagens. Cada um destes é responsável por transmitir o torque obtido em cada motor de corrente contínua para três patas. Sua estrutura física é constituída de acrílico e foi projetada através de softwares que permitem fazer análises de desempenho tridimensional (3).

Como no módulo de controle o processamento e envio ou recebimento de dados é realizado por um microcontrolador PIC16F877A e um TRW-2.4G, respectivamente. Este circuito também é composto por dois transdutores, um de temperatura do tipo LM 35 e um de luminosidade do tipo LDR (light dependente resistor), um circuito de medição de nível da bateria do protótipo e um driver responsável pela interface entre o microcontrolador e os motores. Este driver é constituído de dois amplificadores operacionais (amp-op) e duas pontes H. Os amp-ops são responsáveis por amplificar o sinal lógico enviado pelo microcontrolador, de modo a obter um nível mínimo de tensão para o chaveamento dos transistores de cada ponte H (4). A finalidade da ponte H é possibilitar o controle dos motores de corrente contínua em dois sentidos, anti-horário e horário.

Inicialmente foram realizados os processos de desenvolvimento e simulação em software do circuito elétrico do sistema de controle, do robô hexápode e do detector de objetos. Logo se deu início ao desenvolvimento destes módulos em protoboard (placa de testes).

Decorrido estas etapas verificou-se o correto funcionamento dos módulos do projeto, apresentando resultados coerentes, quando comparados com os das simulações realizadas em software. Então se passou para a confecção das placas de circuito impresso. O projeto físico e a disposição dos componentes de cada placa foram devidamente estudados, com o intuito de implementá-las com menor custo e dimensão possível. No caso da placa do circuito elétrico do robô e do detector de objetos, este estudo também possibilitou encaixá-las de modo correto na estrutura física do robô, bem como proporcionou uma fácil conexão elétrica com os motores e com a bateria.

As dimensões físicas do módulo de controle são 12x8x2 centímetros (cm), as do circuito elétrico do robô são 15x8x2cm, enquanto que as do detector de objetos são 9,5x4x2cm. Com relação ao consumo de energia elétrica de cada circuito, o sistema de controle apresentou uma corrente nominal de 80mA quando a iluminação de fundo do display é acionada, caso contrário a sua corrente de operação se concentrou na faixa de 15mA à 20mA. Considerando o robô hexápode em pleno funcionamento, o seu consumo foi de aproximadamente 450mA. Na figura 2 é ilustrado o projeto desenvolvido.



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

Figura 2. Robô Hexápode e Sistema de Controle

Defronte a análise realizada, foi possível verificar resultados satisfatórios, uma vez que o sistema de comunicação wireless apresentou um correto funcionamento, pois o controle manual dos movimentos do protótipo e as medições das grandezas ambientes foram realizadas com sucesso. O detector de objetos também apresentou resultados conforme o projetado, devido ao fato de que o robô quando configurado no modo automático ou autônomo, não se defrontou com os objetos presentes no ambiente. No decorrer deste trabalho de pesquisa foi possível obter conhecimento multidisciplinar em várias áreas relacionadas à engenharia de controle e automação. No mundo da robótica, é necessário saber como tais dispositivos se comportam, como se estrutura fisicamente e eletricamente um robô, como funciona cada componente que o integra e também a importância de cada um deles para o correto funcionamento do mesmo. O presente trabalho demonstrou o estudo e desenvolvimento de um robô hexápode tipo quatro barras, destinado ao monitoramento e detecção de falhas à distância em sistemas de distribuição de energia elétrica.

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 sistema de comunicação funcionou de forma satisfatória, uma vez que o rádio de comunicação sem fio TRW-2.4G se apresentou estável na transmissão de dados, não apresentando erros significativos de envio ou recebimento de pacotes.

Dentre as peculiaridades encontradas no decorrer do projeto, é válido ressaltar a dificuldade em encontrar os componentes necessários à execução do hexápode, muitas das vezes foi necessário à compra destes componentes fora do país, implicando no atraso do seu desenvolvimento.

Como trabalhos futuros é proposto o desenvolvimento do modelo matemático e implementação de uma câmera no robô hexápode. Desta forma é possível prever problemas nos sistemas de distribuição de







**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XX Seminário de Iniciação Científica

energia elétrica, bem como determinar suas soluções sem a presença de colaboradores no local, prevenindo a vida humana dos riscos à saúde que esta atividade pode causar.

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

1. Laipac Technologies. Datasheet TRW-2.4G. Laipac. [Online] [Citado em: 10 de Janeiro de 2012.] [http://www.laipac.com/pdf/TRF2\\_4Gdatasheet.pdf](http://www.laipac.com/pdf/TRF2_4Gdatasheet.pdf).
2. Microchip Technologies. Datasheet PIC16F87X. Datasheet Catalog. [Online] [Citado em: 12 de Maio de 2011.] <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet2/2/05jyot4sj2f3f1diqk2w92h3ysyy.pdf>.
3. Neto, Dorival de Moraes e Reibold, Manuel Martín Pérez. Desenvolvimento de um robô hexápode (tipo quatro barras) para detecção de falhas e monitoramento em sistemas de distribuição de energia elétrica. Anais do XIX Seminário de Iniciação Científica. UNIJUI, 2011.
4. Boylastad, Robert L. e Nashelsky, Louis. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos. São Paulo : Pearson Education, 2005.