



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

DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ MÓVEL DIFERENCIAL AUTÔNOMO PARA MONITORAMENTO DE AMBIENTES POR TELEMETRIA¹

**Jonatas Rodrigo Kinas², Dorival de Moraes Neto³, Manuel Martín Pérez Reibold⁴,
Mauricio de Campos⁵.**

¹ Projeto de iniciação científica: Desenvolvimento de sistemas eletrônicos.

² Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, bolsista P&D.

³ Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, bolsista FAPERGS.

⁴ Professor do curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI.

⁵ Professor do curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI.

Resumo: A necessidade de monitorar ambientes e processos produtivos se faz presente em diversas indústrias e empresas. Porém nem sempre é possível que esse monitoramento seja realizado por seres humanos, principalmente quando o local a ser monitorado se mostra perigoso, insalubre ou de difícil acesso. Assim se faz necessário a utilização de sistemas que possam realizar esse monitoramento à distância, estes são denominados sistemas de telemetria. Tendo em vista essa atual necessidade este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema de telemetria que utiliza um robô móvel com tração diferencial. O objetivo é que o robô siga uma linha de cor preta de forma autônoma e simultaneamente monitore o ambiente no qual está inserido. Estes dados do ambiente obtidos pelo robô através de sensores de temperatura e luminosidade são transmitidos por um sistema de comunicação sem fio, para uma central de controle e monitoramento.

Palavras-Chave: Robótica móvel; Tração diferencial; Medição automática; Ambientes hostis.

Nos últimos anos, frequentes desenvolvimentos tecnológicos vêm ocorrendo na área de robótica. Muitos destes avanços ocorrem devido às necessidades das indústrias e empresas quanto a processos de produção, inspeção, vigilância, entre outros. Uma das carências atuais é monitorar determinados ambientes ou processos, que não são possíveis de serem monitorados por seres humanos, seja por dificuldade de acesso ou por riscos que este ambiente possa oferecer.

Para realizar esse monitoramento, sistemas de telemetria vêm sendo uma ferramenta bastante utilizada em robôs móveis, permitindo que estes supervisionem processos ou ambientes à distância. A palavra telemetria é de origem grega, sendo que tele significa longe, remoto e metron significa medida, é a técnica da obtenção, processamento e transmissão de dados à distância. Quando sistemas de telemetria são aplicados a robôs móveis tem-se em mãos uma poderosa ferramenta para fazer o monitoramento de ambientes hostis ou de difícil acesso.

Segundo Gil (GIL, 2007), existe vários tipos de estruturas para robôs móveis terrestres. De uma forma geral os robôs móveis distinguem-se por possuir pernas ou rodas para sua locomoção. Os que possuem pernas classificam-se segundo o número de pernas, podendo ser monópedes, bípedes,



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XX Seminário de Iniciação Científica

quadrúpedes, hexápodes ou octópodes. Já os robôs com rodas se classificam conforme o número de rodas, o tipo de tração e a forma como o robô altera a sua direção.

O objetivo deste projeto se concentra em desenvolver um robô móvel com tração diferencial e robusto, de modo a aplicá-lo no monitoramento de ambientes hostis através de uma diretriz pré-definida. Sensores de luminosidade e temperatura presentes no protótipo são responsáveis pelo monitoramento do ambiente no qual o robô está inserido. Todos os dados obtidos pelos sensores presentes no protótipo e também o valor da tensão da sua bateria são enviados para um módulo de controle através de um sistema de comunicação sem fio. Este módulo é responsável por receber e apresentar em um display os dados enviados pelo protótipo móvel. A velocidade do robô também pode ser controlada por este módulo, através de dois push buttons.

Nesta seção serão apresentados detalhes do projeto e execução dos dois módulos que compõem este trabalho, o robô móvel e o sistema de controle.

O robô é dotado de três sensores infravermelhos tipo TCRT5000L, que são capazes de distinguir a cor preta da branca, tornando possível a criação de um algoritmo que faz o protótipo seguir uma linha preta de forma autônoma. Para isto o robô utiliza um microcontrolador PIC16F877A da Microchip Technology, o firmware do microcontrolador foi desenvolvido em linguagem “C”, com o auxílio do compilador PIC C Compiler da CCS Custom Computer Services, Inc.

Este microcontrolador é dotado de oito canais analógico-digital, os quais têm a função de converter sinais analógicos, geralmente de 0 a 5V, em equivalentes digitais (MICROCHIP TECHNOLOGY, 2011). Destes canais, três são utilizados neste projeto, AN0, AN2 e AN3.

Para aquisição da tensão da bateria foi projetado um divisor resistivo, de tal forma que quando aplicados 12,6 volts no divisor, este apresenta 5 volts na entrada do canal analógico-digital AN0 do microcontrolador. Assim o sistema funciona de forma simples e linear, medindo a variação de 0 a 12,6 volts, que é a máxima tensão de carga da bateria (PEREIRA, 2002). Este sistema se é necessário devido ao fato de que a bateria utilizada não pode ser descarregada a ponto de apresentar um nível de tensão abaixo de 10,6V. Se isto ocorrer, o microcontrolador interrompe as atividades do robô, proporcionando proteção à bateria, prolongando sua vida útil.

A aquisição da temperatura ambiente é realizada por um transdutor LM35 conectado a porta AN1 do microcontrolador e a luminosidade ambiente é medida por um LDR (Light Dependent Resistor) com 10mm de diâmetro, em série com um resistor de valor fixo, formando um divisor resistivo que é conectado à porta AN3 do microcontrolador.

Os dados obtidos no robô são transmitidos para o controle através de um TRF-2.4G, que é um transceptor integrado fabricado pela empresa Laipac e se caracteriza por operar em uma frequência de 2,4GHz (giga hertz) e por possuir uma antena integrada Laipac Technologies. Possui 125 canais disponíveis com espaçamento de 1MHz cada um, selecionável através de comandos específicos enviados para o módulo, pode operar como receptor ou transmissor à ser definido pelo usuário (LAIPAC TECHNOLOGIES, 2011).

Assim como no protótipo móvel, o controle é constituído por um microcontrolador PIC16F877A, responsável por processar os dados de temperatura e luminosidade ambiente recebidos pelo transceptor TRW-2.4G e também a tensão da bateria do robô. O sistema de controle ainda permite alterar a velocidade do robô através da variação do duty cycle do sinal PWM (Pulse Width



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XX Seminário de Iniciação Científica

Modulation) aplicado aos motores, também é mostrado o tempo que o robô está em movimento através de um Real Time Clock (DS1307).

A concepção prática do módulo de controle e do robô móvel seguidor de linha se deram inicialmente em protoboard (matriz de contatos) para a verificação do seu funcionamento. Após a conclusão desta etapa, verificou-se o correto funcionamento do circuito elétrico de ambos os módulos. Então se deu início a confecção das placas de circuito impresso dos dois circuitos em questão.

O robô diferencial pode ser visto em sua versão final nas figuras 1 e 2, logo na figura 3 é ilustrado o sistema de controle do mesmo. O primeiro desafio foi criar uma base que deveria ter custo reduzido, ser leve para que o peso não dificultasse na locomoção do protótipo e sustentasse as placas de controle. O material que se mostrou mais adequado às exigências estudadas para o protótipo foi o acrílico ou polimetilmetacrilato (PMMA).

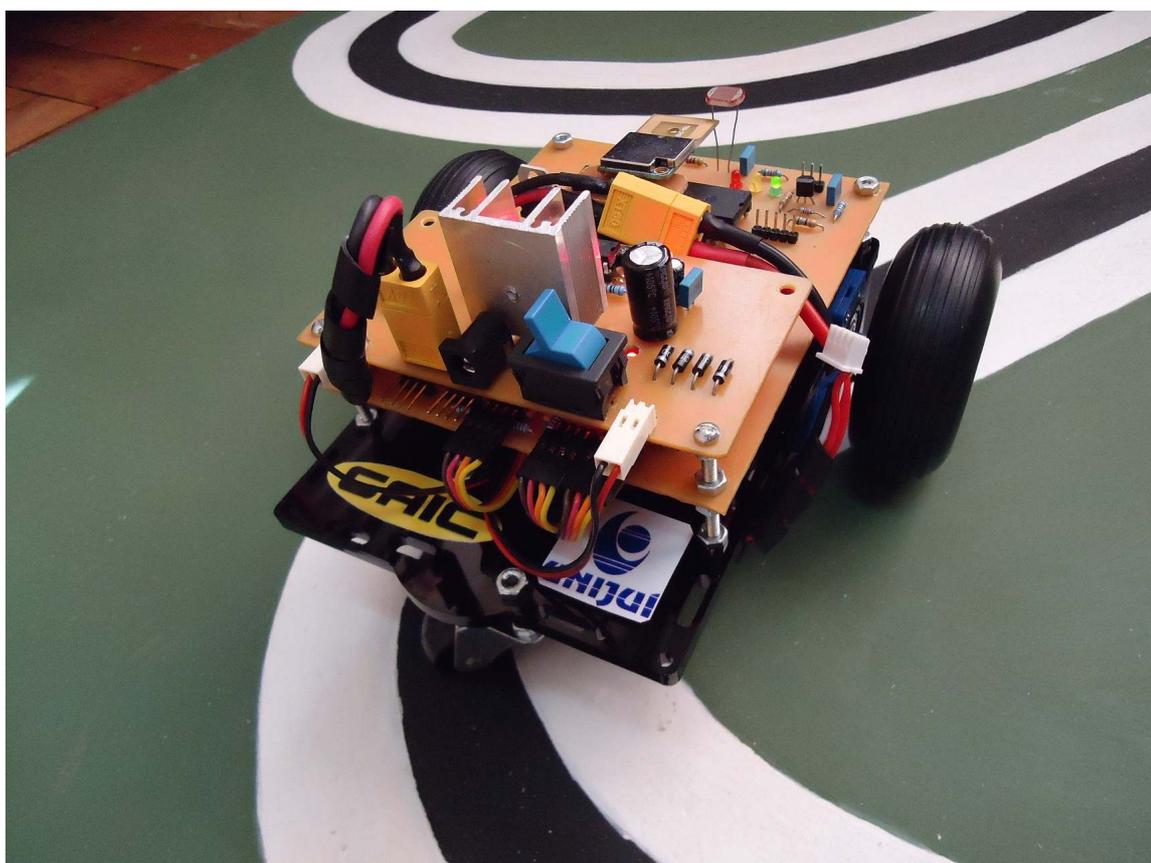


Figura 1 – Robô móvel com tração diferencial

Em um primeiro instante o robô em questão não era capaz de se locomover em curvas do tipo 90 graus, devido a grande distância entre as rodas do robô. Para que o mesmo contornasse todas as curvas sem sair do traçado e sem se desorientar, se fez necessário o desenvolvimento de um driver



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XX Seminário de Iniciação Científica

com duas pontes H, uma para cada motor DC, que permitem que os motores mudem de direção conforme necessário. Desta maneira, quando o protótipo está seguindo a linha e necessita corrigir seu posicionamento, um motor continua girando para frente e outro inverte seu sentido de giro, tornando possível a locomoção do robô em curvas com ângulos fechados.

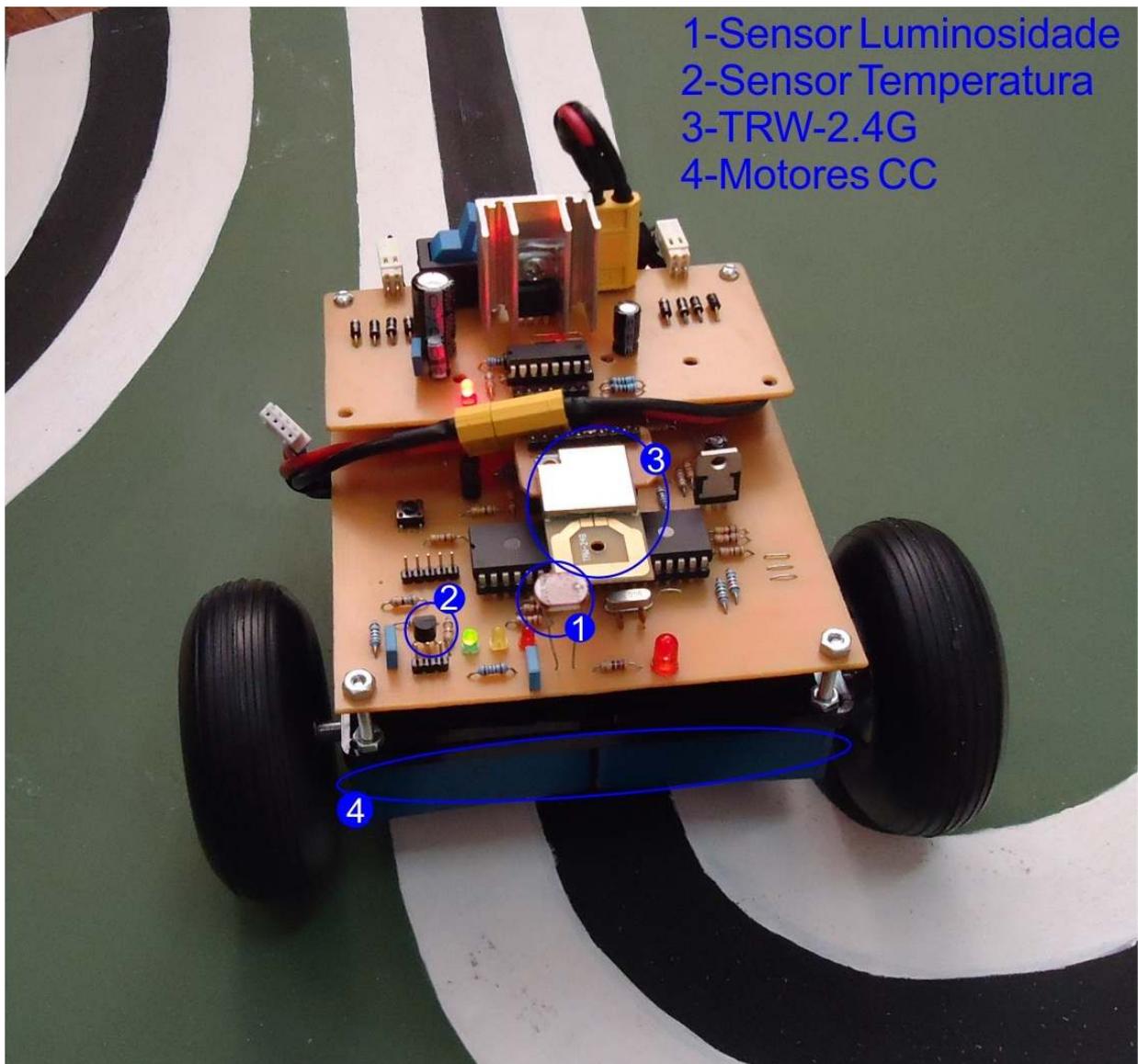
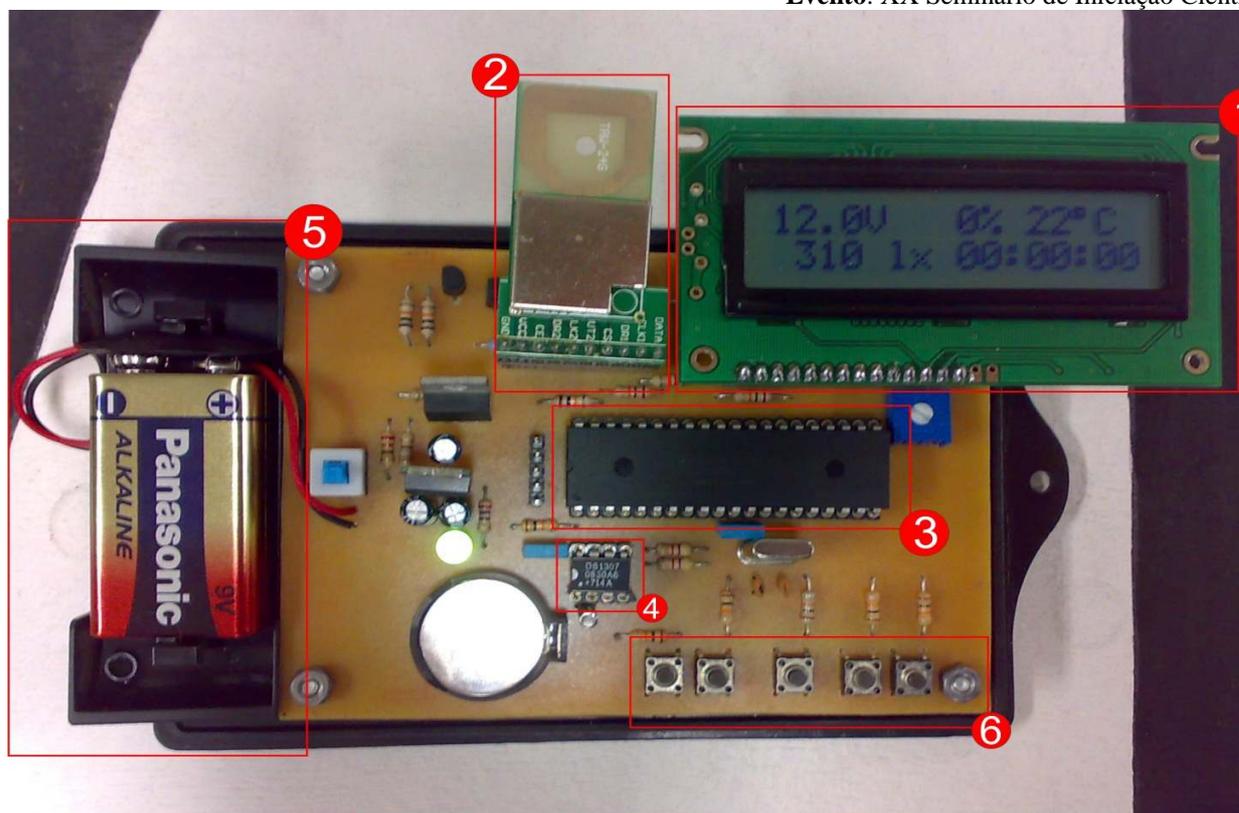


Figura 2 – Detalhamento da parte eletrônica do Robô



- 1 - DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO 16X2
- 2 - TRANSCEPTOR TRW-2.4G
- 3 - MICROCONTROLADOR PIC16F877A
- 4 - CI Ds1307
- 5 - BATERIA 9 VOLTS
- 6 - BOTÕES DE CONTROLE

Figura 3 – Detalhamento da parte eletrônica do controle

Através dos testes realizados foi possível verificar, num primeiro instante, que os resultados obtidos são satisfatórios ao funcionamento do mecanismo de tração diferencial adotado. A redução do peso do robô com a utilização da base de acrílico proporcionou movimentos ágeis e um baixo consumo de energia durante sua movimentação, apenas 350mA.

Neste trabalho foi apresentado o estudo e desenvolvimento de um robô terrestre com tração diferencial, destinado ao monitoramento de ambientes perigosos, insalubres ou de difícil acesso a seres humanos.

Conforme pode ser observado o projeto se mostrou funcional e robusto, se apresentando leve, ágil e eficiente, podendo seguir qualquer caminho pré-definido por uma linha de cor preta de forma autônoma. O sistema de comunicação funcionou de forma satisfatória, não apresentando erros significativos na transferência de dados de temperatura e luminosidade do ambiente em que se encontra. Com isso o projeto desenvolvido pode ser aplicado na monitoração à distância de ambientes hostis.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XX Seminário de Iniciação Científica

Dentre as dificuldades encontradas é válido salientar a compreensão da biblioteca de uso do TRF-2.4G, entender os comandos para envio e recepção de dados, configurações iniciais do transceptor, como tratar as recepções dos dados e fazer o envio e recebimento de dados sem conflitos e perdas de pacotes.

Como trabalhos futuros é proposto a implementação de outros tipos de sensores que permitam um melhor mapeamento das condições do ambiente em que o robô está inserido, como por exemplo, sensores de umidade, ruído, pressão, entre outros. Outra proposta é a de desenvolver um software computacional que controle o protótipo, armazene os dados recebidos, apresentando os mesmos de forma clara, gerando um banco de dados para que se tenha em mãos um histórico das medidas realizadas.

Os autores deste trabalho agradecem aos professores do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, bem como, ao Grupo de Automação Industrial e Controle – GAIC.

GIL, A. R. ISRobot: Robot móvel de tracção diferencial, 2007. Monografia de Graduação em Engenharia de Telecomunicações – Universidade de Coimbra Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCTUC, Coimbra - PT.

LAIPAC TECHNOLOGIES. Datasheet TRF-2.4G, 20--? Disponível em: <http://www.laipac.com/pdf/TRF2_4Gdatasheet.pdf>. Acesso em: 06 de Julho de 2012.

MICROCHIP TECHNOLOGY. Datasheet Pic 16F877A, 2003. Disponível em: <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39582b.pdf>>. Acesso em 05 de Julho de 2012.

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



Para uma VIDA de CONQUISTAS