

PROJETO DO SISTEMA ELETRÔNICO E DA LÓGICA DE CONTROLE PARA UM ROBÔ MÓVEL AUTÔNOMO NA CONFIGURAÇÃO SEGUIDOR DE LINHA

Anderson de JESUS (1); Geonilles OLIVEIRA (2); Israel AVELINO (3); Fabio PENA (4); Maria Cléa ALBUQUERQUE (5) e Eduardo SIMAS FILHO (6)

(1) Instituto Federal da Bahia, Via universitária S/N, Simões Filho, Bahia e-mail: Anderson.j.queiroz@hotmail.com

(2) Instituto Federal da Bahia, Via universitária S/N, Simões Filho, Bahia e-mail: icmgeo@hotmail.com

(3) Instituto Federal da Bahia, Via universitária S/N, Simões Filho, Bahia e-mail: iabj_ba@yahoo.com.br

(4) Instituto Federal da Bahia, Via universitária S/N, Simões Filho, Bahia e-mail: fabiopena@ifba.edu.br

(5) Instituto Federal da Bahia, Via universitária S/N, Simões Filho, Bahia e-mail: cleaalbuquerque@ifba.edu.br

(6) Instituto Federal da Bahia, Via universitária S/N, Simões Filho, Bahia e-mail: esimas@ifba.edu.br

RESUMO

Esse trabalho apresenta o processo de desenvolvimento e teste do sistema eletrônico de acionamento e da lógica de controle de um robô móvel operando na configuração seguidor de linha. Serão mostradas a utilização da linguagem *Ladder*, para a programação do microcontrolador, bem como as adaptações e modificações realizadas na estrutura robótica para torná-la eficiente e autônoma na execução de sua tarefa. Os testes realizados indicam que os resultados obtidos foram satisfatórios.

Palavras-chave: Robótica móvel, Microcontroladores, Linguagem *Ladder*.

1. INTRODUÇÃO

Um robô móvel autônomo é formado basicamente por três sistemas: eletromecânico, eletro-eletrônico e de controle. No sistema eletromecânico estão os motores, rodas e eixos, que produzem o movimento do protótipo. A parte mecânica do robô tem a função de controlar as engrenagens, rodas e eixos por meio da caixa de redução e suportar a estrutura eletro-eletrônica fixada em seu chassi. E o sistema de alimentação que na maioria das aplicações utiliza baterias recarregáveis. A parte eletrônica é formada basicamente pelo conjunto de sensores e suas interconexões com o controlador. O sistema de controle tem como principal componente o microcontrolador, onde são carregadas as instruções de funcionamento do robô (SILVA, 2007).

Com o atual desenvolvimento da robótica, varias tarefas que são consideradas perigosas, árduas ou que necessita de muito tempo para serem executados por um operador, passaram a ser realizadas por robôs. A exemplo do robô aspirador Roomba (IROBOT, 2010), fabricado pela iRobot, que tem como objetivo aspirar a casa sem interferência humana. Este utiliza-se de sensores para não colidir com nenhum obstáculo dentro da casa.

Nas indústrias automobilísticas, os robôs têm uma presença marcante, um exemplo clássico são os chamados braços mecânicos, que soldam, usinam, pintam. Na indústria, os robôs fazem desde a verificação de fissuras e vazamentos nas tubulações até realizar manutenção em locais de alto risco. (NASCIMENTO et al., 2007).

O objetivo deste trabalho é apresentar o processo de desenvolvimento e teste de uma lógica de controle, utilizando a linguagem *Ladder*, para a programação do microcontrolador de uma estrutura robótica simples, bem como as adaptações e modificações realizadas em tal estrutura para torná-la mais eficiente e autônoma.

2. A ESTRUTURA ROBÓTICA UTILIZADA

O “kit” robótico utilizado foi fornecido pela empresa INOVATECNO (INOVATECNO, 2010). Tal estrutura robótica (Ver Figura 1) é modular, permitindo a adaptação do robô para a realização de diferentes funções serviu como referência para elaboração e teste de lógicas de controle bem como futuramente para o projeto de novos robôs.

O kit robótico utilizado já dispõe do sistema eletrônico de controle e acionamento montado numa placa de circuito, permitindo a execução de diferentes funções, a partir do projeto das lógicas de controle da escolha adequada dos sensores e atuadores.

A estratégia de controle a ser utilizada deve ser projetada e testada antes de ser inserida no microcontrolador, que é responsável por executá-la.

Inicialmente foram utilizadas lógicas simples com o objetivo de capacitar o robô a evitar (contornar) obstáculos existentes em seu caminho. A seguir foram implementadas tarefas mais complexas como a de seguir uma linha marcada no chão.

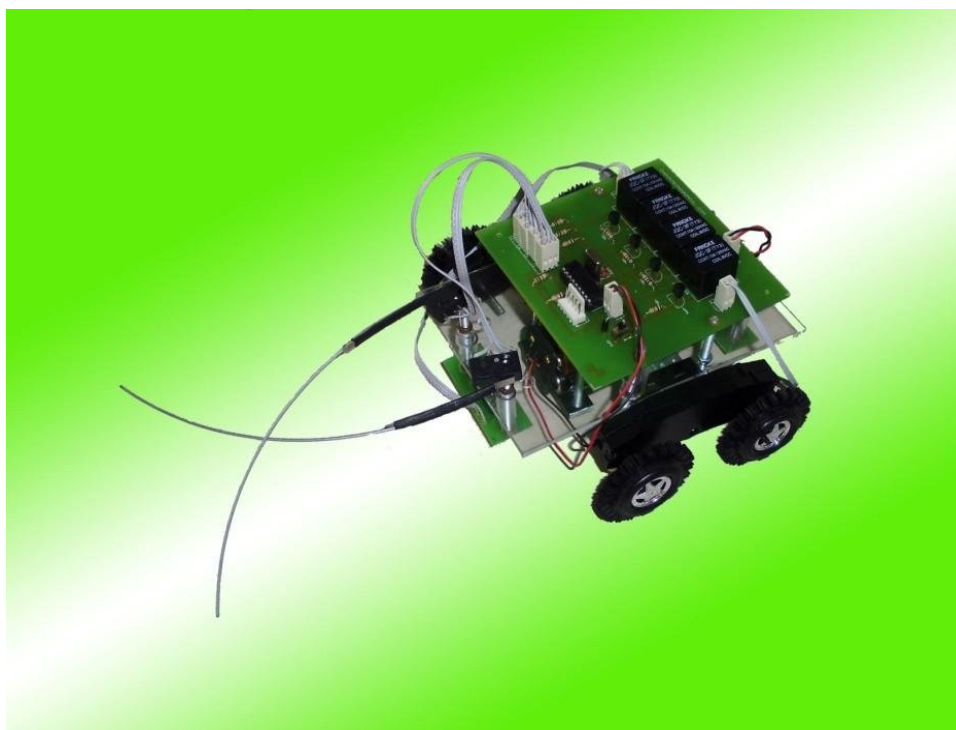


Figura 1 - Estrutura robótica utilizada

3. A OTIMIZAÇÃO DA ESTRUTURA ROBÓTICA ADQUIRIDA

A estrutura robótica adquirida dispõe de sensores que fazem o protótipo cumprir um trajeto definido, entretanto, a configuração original que dispõe de quatro entradas e duas saídas – não poderia ser modificada a partir do microcontrolador e do gravador adquiridos em conjunto com a estrutura.

A forma encontrada para aumentar a autonomia do protótipo foi inicialmente substituir a placa de acoplamento fornecida pelo fabricante por uma que permitisse o reposicionamento dos sensores do “kit” e a adição de novos sensores (conforme ilustrado na Figura 2).

A nova placa de acoplamento possibilitou a montagem do protótipo para realizar a função de “seguidor de linha”. O robô “seguidor de linha” é utilizado para percorrer, um caminho pré-especificado (normalmente marcado no chão por uma linha) de modo autônomo, sendo capaz de contornar eventuais obstáculos sem sair do traçado original.

Para o uso da linguagem de programação Ladder (SILVEIRA e SANTOS, 2005) - bastante difundida no ambiente industrial para a programação de CLP (Controlador Lógico Programável) e que pode ser também adaptada para a programação de microcontroladores (MORAES e CASTRUCCI 2007) - foi necessária a utilização de um novo gravador. A utilização da programação em Ladder permitiu maior autonomia na determinação das configurações de entrada e saída para o desenvolvimento e teste de lógicas de controle. Entre eles, o microcontrolador PIC, modelo 16F628A (dotado de dezoito pinos: dois para a alimentação e dezesseis entre entradas e saídas lógicas) (SOUZA, 2003).

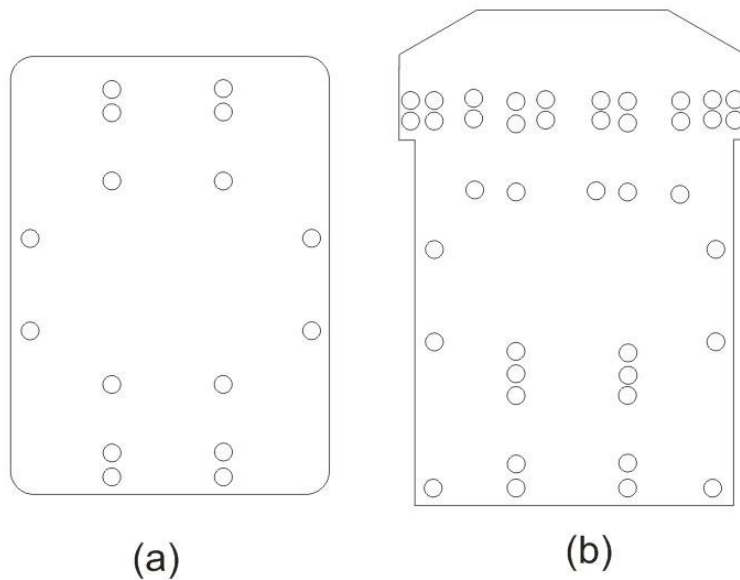


Figura 2 – (a) placa de acoplamento fornecida pelo fabricante (b) Nova placa de acoplamento

Cumprida a fase de adaptações e modificações do protótipo, o passo seguinte foi testar a sua performance e compará-la com a performance do protótipo adquirido.

Pois bem, na configuração do seguidor de linha destinamos quatro entradas (duas direcionadas para os sensores infravermelhos e duas aos sensores de luminosidade - LDR) (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2005), e duas saídas (ambas utilizadas para controlar os motores elétricos). Os sensores infravermelhos terão a função de guiar o seguidor de linha na trajetória preestabelecida (uma linha que não reflita a radiação infravermelha). Os sensores de luminosidade irão indicar o momento da chegada e da partida do seguidor de linha.

4. LOGICA DE CONTROLE UTILIZADA

A programação feita no microcontrolador da estrutura robótica utilizando a linguagem Ladder está ilustrada na Figura 3. Os Símbolos XS1 e XS2 representam os sensores infravermelhos, peças chaves para fazer o robô seguir a trajetória preestabelecida. Os símbolos Ym1 e Ym2 representam os motores elétricos.

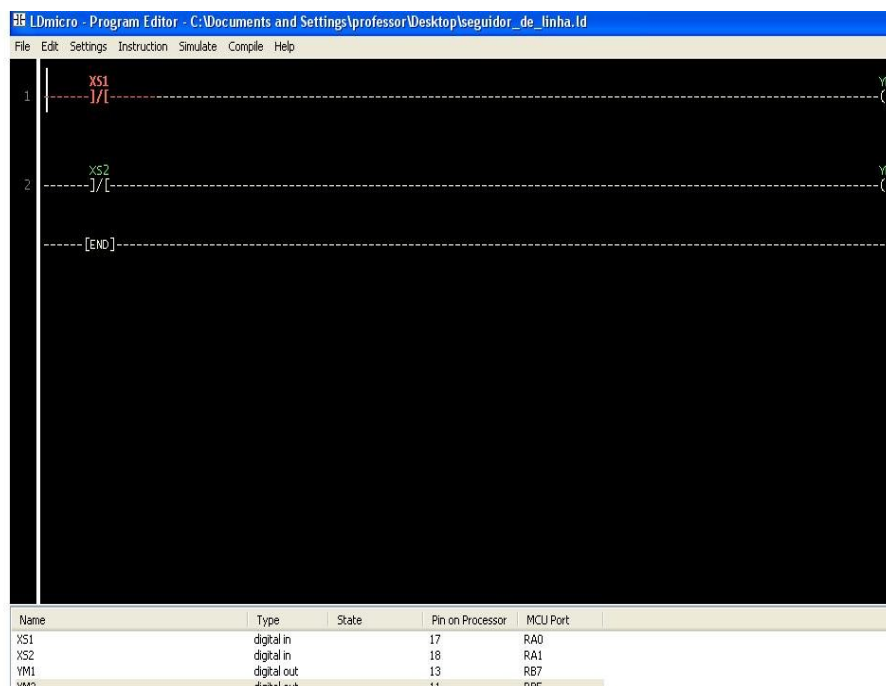


Figura 3 – Programação em Ladder

A “Figura 4” ilustra a trajetória do protótipo segundo a lógica de programação descrita anteriormente. A seguir será descrito um ciclo de operação do robô: quando os sensores infravermelhos forem acionados, os dois motores serão ligados e o robô começará a seguir uma dada trajetória. Na curva, quando um sensor ficar sobre a parte escura e o outro continuar sobre a branca, somente o motor associado ao sensor que estiver sobre a parte escura irá parar de funcionar. Isso fará o robô realizar a curva. Ao final da curva este sensor voltará para a parte branca e o motor a funcionar. Quando os dois sensores ficarem sobre a parte escura o protótipo irá parar.

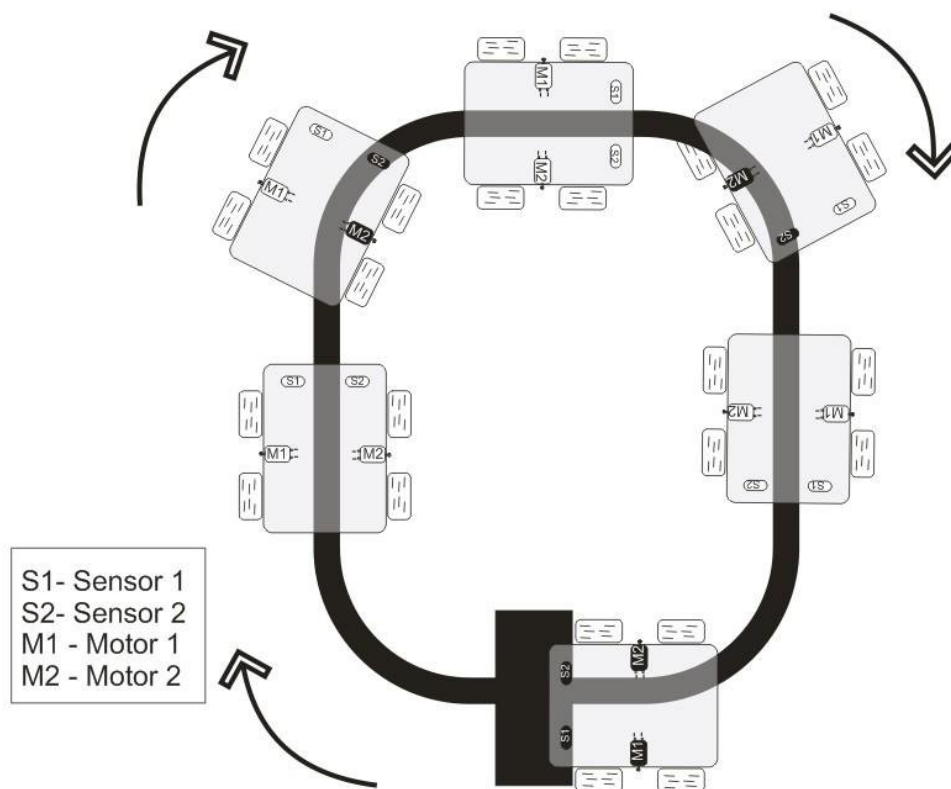


Figura 4 – Trajetória do protótipo segundo a lógica de programação em Ladder (a cor preta indica desligado, e a branca ligado)

5. APLICAÇÕES PRÁTICAS DE UM ROBÔ MÓVEL AUTÔNOMO NA CONFIGURAÇÃO SEGUIDOR DE LINHA

Por percorrer caminhos pré-estabelecidos (marcados no chão por uma linha), tal robô pode substituir o trabalho humano no transporte repetitivo de materiais em ambientes conhecidos.

Diversas situações práticas podem ser automatizadas como, por exemplo, o transporte de documentos entre diferentes setores de uma empresa ou o transporte de peças em uma linha de produção de uma indústria (MISAILIDIS E PAPADOPOULOS, 2008). Outras aplicações podem envolver o transporte de material em lojas de departamentos e hospitais. (GU E HU, 2000).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura robótica adquirida possui uma placa de acoplamento com apenas dezesseis furos, sendo que quatro são responsáveis pela sustentação da placa de fenolite e fixação dos motores elétricos. Os outros furos são para fixar os sensores.

Essa configuração limita o protótipo a realizar funções mais simples como: se deslocar pra frente e pra trás, encontrar uma linha escura, se movimentar para os lados e encontrar um determinado objeto. No entanto, essa configuração é insuficiente para que o protótipo descreva a trajetória ilustrada na Figura 4.

Para tanto, foi desenvolvida uma nova placa de acoplamento com quarenta e um furos que permite uma grande diversidade de modo para fixação dos sensores. Com esta nova estrutura, foi desenvolvido o robô seguidor de linha, pois com essa nova placa de acoplamento foi possível posicionar o dois sensores infravermelhos responsáveis por identificar a linha preta na parte frontal do robô, o que não era possível com a placa fornecida pelo fabricante.

Com o objetivo de dar mais autonomia ao protótipo, foi utilizada uma linguagem de programação diferente da fornecida pelo fabricante. Pois a linguagem disponível no kit adquirido estava limitada a funcionar apenas ao sistema de controle fornecido. Sendo o número de saídas limitado a apenas dois e o número de entradas a quatro.

Passou-se então a utilizar a linguagem Ladder, que permite que o número de saídas e entradas venha a ser modificada, podendo o protótipo funcionar com um número de entradas e saídas adequado às necessidades.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESB e ao IFBA pelo apoio financeiro ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Evangelos Papadopoulos, Michael Misailidis, (2008) "**Calibration and planning techniques for mobile robots in industrial environments**", Industrial Robot: An International Journal, Vol. 35 Iss: 6, pp.564 –572

Huosheng Hu, Dongbing Gu, (2000) "**Landmark-based navigation of industrial mobile robots**", Industrial Robot: An International Journal, Vol. 27 Iss: 6, pp.458 - 467

INOVATECNO, <www.inovatecnorobotica.com.br> acessado em 16/06/2010 às 20h53min.

IROBOT, <<http://store.irobot.com/product/index.jsp?productId=3768632&cp=280401652>> acessado em 16/06/2010 às 20h53min.

MORAES, C. CE CASTRUCCI, P.L. **Engenharia de Automação Industrial**. Ed. LTC , 2007.

NASCIMENTO, T.P., ALBUQUERQUE, M.C.S. E SIMAS FILHO, E.F. "**Desenvolvimento do Protótipo de Uma Planta Integrada de Manufatura**", Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, pag. 1-9, São Paulo-SP, 2007.

SILVA, L. S. **Instrumentação para Robôs Móveis**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Mecatrônica, Faculdade de Tecnologia e Ciências, Salvador-BA, 2007.

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. **Automação e Controle Discreto**. Ed. Érica, 2005.

SOUZA, D.J. **Desbravando o PIC**. Ed. Érica, 2003

THOMAZINI, D. E ALBUQUERQUE, P.U.B., **Sensores Industriais, Fundamentos e Aplicações**. Ed. Érica, 2005.

