



## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO PARA ROBÔS MÓVEIS BASEADO NA TRIANGULAÇÃO POR FEIXE INFRAVERMELHO

LUIZ CARLOS DE ASSIS JUNIOR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Mecatrônica Industrial, Bolsista PIBIFSP, IFSP Campus Araraquara, lcassisjunior@gmail.com.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Robotização – 3.05.05.04-6

**RESUMO:** A robótica móvel surgiu por volta dos anos 60 com a necessidade de abastecer as máquinas das grandes células de produção. A princípio surgiram os AVG's, que percorriam as fábricas através de trilhos, a partir de então, novas tecnologias apareceram e diversificaram o uso dos robôs móveis, saindo do setor industrial e atingindo outros ambientes. A pesquisa na área da robótica móvel ainda é recente, mas as estatísticas mostram que a venda de robôs móveis no mercado são grandes, e a demanda dos serviços realizados por essas máquinas tende a aumentar. A pesquisa na área da robótica móvel envolve alguns desafios, dentre eles está o sistema de navegação e posicionamento, foco deste trabalho. No que diz respeito ao sistema de posicionamento, o maior desafio está na aplicação de robôs móveis em ambientes externos, executando algoritmos que lidem com tantas incertezas. Será desenvolvido um sistema de triangulação por meio de *beacons* (faróis), ou seja, o posicionamento do robô será calculado através de um algoritmo que, a partir da leitura dos ângulos de recepção dos faróis, determinará a distância do robô dos mesmos.

**PALAVRAS-CHAVE:** beacons; faróis; navegação; posicionamento; robótica móvel; triangulação.

### INTRODUÇÃO

A robótica móvel está presente em diversos setores de serviços: nas tarefas domésticas, entretenimento, assistência aos deficientes, reabilitação, segurança, transporte, agricultura, na área médica, construção civil. Todas essas aplicações envolvem a mobilidade sem qualquer intervenção humana, para isso procura-se desenvolver métodos que tornem o comportamento dos robôs o mais próximo possível do ser humano. A realização autônoma destas tarefas necessita de alguma forma de inteligência capaz de lidar com a incerteza e complexidade inerentes às próprias tarefas (RAMOS, 1995).

Por conta disso, um fator a ser considerado é a complexidade em implementar algoritmos que lidam com tantas incertezas. Por isso muitos robôs desenvolvidos são voltados à ambientes controlados, como casas e fábricas, pois estão sujeitos a um menor número de eventos imprevisíveis. Já em ambientes externos, como uma rua, devem ser considerados muitos elementos que poderão vir a se tornar um problema para a atuação do robô, por exemplo, as áreas transitáveis, os obstáculos fixos, os móveis e também elementos naturais que possam interferir na leitura dos sensores (ruídos).

Segundo Ramos (1995) os referidos robôs móveis englobam basicamente dois componentes fundamentais: um sistema de atuação que lhe permite executar uma dada tarefa e um sistema de percepção que permite localizar-se no ambiente onde se opera. Segundo Bianchi (2003) a localização de robôs móveis consiste em estimar a posição de um robô móvel por meio de um mapa do ambiente em que o robô está inserido e informações obtidas de seus sensores. O mapeamento também é fundamental para o desenvolvimento de robôs móveis, ele consiste na varredura de todo ambiente em que o robô irá atuar, sendo indispensável para a navegação, pois esta exige um mapeamento detalhado do ambiente.

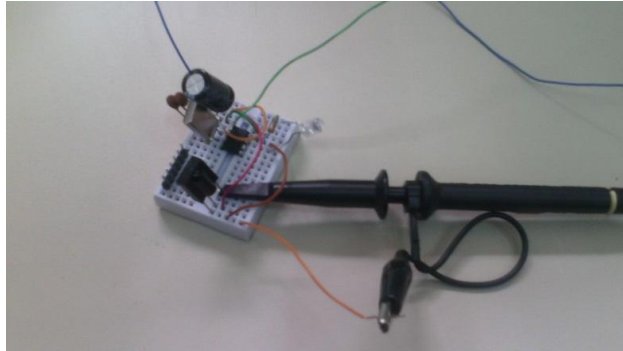
Alguns métodos assumem que o conhecimento sobre o ambiente é completo e perfeito, e então constroem um modelo de ambiente livre de obstáculos. Sendo assim o sistema motor é acionado de maneira que a trajetória possa se feita da melhor maneira possível. Outros métodos mais realísticos utilizam sensores como meio de percepção de mundo, identificando os possíveis obstáculos que ele irá lidar, sendo assim os sensores auxiliam na criação de um mapa local, para então executar as técnicas de trajetória. Mesmo assim, é uma tarefa difícil desenvolver um sistema de navegação através da percepção sensorial por conta do grau de incerteza envolvido.

O presente trabalho consiste em desenvolver um sistema de navegação baseado na triangulação, um método flexível e preciso que se caracteriza pela localização do robô no espaço com auxílio de balizas. A

localização é feita através da medição do ângulo de recepção do robô e o feixe infravermelho emitido por três balizas. Cada baliza será constituída de um conjunto de LED's dispostos de maneira a cobrir uma grande área de alcance.

## METODOLOGIA

Inicialmente foi necessário desenvolver um sistema de envio e recepção de sinal. Foram realizados testes em laboratório, com o auxílio de uma protoboard, de um circuito emissor para ser implementado ao robô. Foi utilizado um LED infravermelho para enviar o sinal modulado a uma frequência de 40 Quilohertz (KHz), o sinal foi codificado com o auxílio de um micro controlador PIC. Adquiriu-se o receptor TSOP 1140 da Vishay, por apresentar modulação para a frequência utilizada (40 KHz).



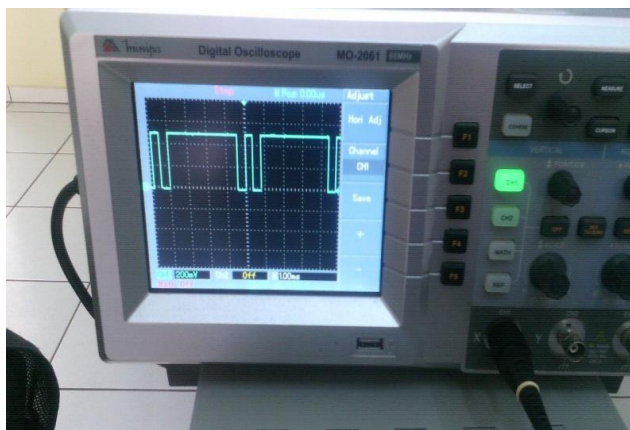
**FIGURA 1. Circuito testado em protoboard**

**Fonte: DO AUTOR, 2016**

Foi desenvolvida a modelagem matemática para a medição de distâncias a partir dos ângulos medidos pelo receptor com o auxílio do software Octave, a partir da modelagem matemática foi criada a programação para ser executada no Arduino.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

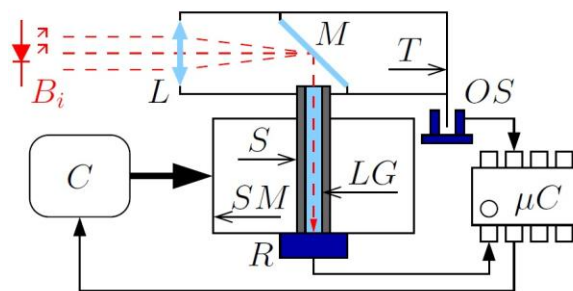
O comportamento do sinal recebido foi observado com auxílio de um osciloscópio e a análise do sinal de saída do receptor atendeu aos resultados esperados. O receptor pôde fazer a leitura do sinal codificado, como mostra a figura a seguir.



**FIGURA 2. Sinal de saída do receptor**

**Fonte: DO AUTOR, 2016**

Serão feitos testes para validar a programação de triangulação. Para isso, será construído um cabeçote móvel onde será acoplado o sistema recepção.



**FIGURA 3. Cabeçote móvel**

**Fonte: PIERLOT E DROOGENBROECK, 2014**

Basicamente, o feixe infravermelho  $B_i$  passará pela lente  $L$  do cabeçote até chegar ao receptor  $R$  por meio da reflexão do espelho  $M$ . O motor de passo  $SM$  irá rotacionar o cabeçote, que será acoplado ao eixo  $S$ , para captar o sinal. Já as balizas, pretende-se criar uma placa física do sistema emissor com quatro LED's infravermelho, dispostos de forma que os feixes cubram a maior área possível. Cada balizara estará localizada em um ponto conhecido do ambiente e possuirá uma codificação diferente para ser detectada pelo sistema de recepção.

## CONCLUSÕES

Neste documento, foi apresentado o desenvolvimento de um sistema de localização baseado na triangulação. A partir dos resultados coletados concluiu-se que os componentes escolhidos para a emissão e recepção se adequaram a uma parte importante do projeto, que é a identificação do sinal a ser emitido pelas balizas.

## REFERÊNCIAS

- BIANCHI, E. R. **Sistema de navegação de robôs móveis autônomos para o transporte de documentos**. Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e Computação. ICMC/USP. São Carlos. 2003.  
Disponível em: <http://www.teses.usp.br/>. Acesso em 2016.
- ESTEVES, J. M. C. de S. **Metodologia de Autolocalização absoluta em ambientes quase estruturados**. Tese de doutorado em Engenharia Eletrônica Industrial. Universidade do Minho. Braga. Portugal. 2005.  
Disponível em: [http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4901/5/Tese\\_%20Doutoramento\\_JSE.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4901/5/Tese_%20Doutoramento_JSE.pdf).  
Acesso em 2016.
- PIERLOT, V.; DROOGENBROECK, M. V. **BeAMS: a Beacon based Angle Measurement Sensor for mobile robot positioning**. Laboratory for Signal and Image Exploitation Montefiore Institute, University of Liège, Belgium. 2014.  
Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>. Acesso em 2016.
- RAMOS, P. A. G. **Navegação em Robótica Móvel Baseada em Referências Naturais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal. 1995  
Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/12776>. Acesso em 2016.