

# Equipe Leão do Norte: Team Description Paper para participação no LARC 2008 – Categoria IEEE Livre

Waldo A. F. de Alencar, Pablo V. V. Guillen, e, Rafael A. S. Maior, *Membros, NEAR/UPE*

**Resumo**—Este trabalho tem como objetivo apresentar uma breve descrição da equipe Leão do Norte, sua formação e seu atual projeto: um robô inteligente capaz de fazer o reconhecimento do ambiente e o desarme de artefatos explosivos presentes na superfície. Sobre este projeto, é apresentado alguns detalhes sobre o funcionamento e construção dos principais mecanismos estruturais e sensores utilizados.

**Abstract**—This paper has the objective to show a brief description of the team Leão do Norte, the circumstances it was created and its actual project: a smart robot that cans recognize the environment and disarm the explosive artifacts in the floor's surface. About this project, its shown some details about the operation and construction from the most important structural mechanisms and sensors.

## I. INTRODUÇÃO

A Equipe Leão do Norte, pertencente ao Núcleo de Estudos em Automação e Robótica da Universidade de Pernambuco – NEAR/UPE, é formada por um grupo de alunos dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia Mecatrônica da UPE.

Esta equipe, desde a sua fundação, em 2005, se propõe a projetar e montar plataformas robóticas inteligentes e autônomas.

A equipe já participou de duas edições do Desafio Inteligente, competição que acontece durante o ENECA – Encontro Nacional dos Estudantes de Engenharia de Controle e Automação -, tendo sido campeã na última edição, em Recife.

A Equipe Leão do Norte propôs, para o ano de 2008, a construção dum robô autônomo para participar do LARC – Latin-American Robotics Competition – na categoria IEEE Livre, onde várias equipes de robótica de toda a América Latina se encontram e testam suas habilidades para ver quem consegue o robô mais rápido e inteligente, traduzido isto em

---

Manuscrito recebido em 17 de outubro de 2008. Esse trabalho foi realizado com o apoio do Núcleo de Estudos em Automação e Robótica – NEAR, pertencente à Universidade de Pernambuco – UPE

W. A. F. de Alencar é estudante de Engenharia Mecatrônica na Escola Politécnica de Pernambuco – POLI, pertencente à Universidade de Pernambuco – UPE, e membro do Núcleo de Estudos em Robótica e Automação – NEAR/UPE. Telefone: +55.81.9637.0062; e-mail: waldo.alencar@gmail.com.

P. V. V. Guillen é estudante de Engenharia Mecatrônica na Escola Politécnica de Pernambuco – POLI, pertencente à Universidade de Pernambuco – UPE, e membro do Núcleo de Estudos em Robótica e Automação – NEAR/UPE. e-mail: festa.pablo@gmail.com.

R. A. S. Maior é estudante de Engenharia Mecânica na Escola Politécnica de Pernambuco – POLI, pertencente à Universidade de Pernambuco – UPE, e membro do Núcleo de Estudos em Robótica e Automação – NEAR/UPE. e-mail: rafael\_aguiar\_sm@hotmail.com.

eficiência, propondo um robô desarmador de bombas de simples locomoção, utilizando os conceitos de rotação de eixos e parafusos no mecanismo desarmador.

Este robô será constituído por uma estrutura polimérica cúbica, possuindo ainda uma câmara escura, que será construída para potencializar o funcionamento dos sensores. A movimentação do robô será composta por duas rodas microcontroladas de forma independente, conectadas a robustos motores de passo, e duas rodas livres, colocadas na parte lateral frontal da estrutura.

O robô possibilita a utilização de uma série de sensores, porém, inicialmente, serão montadas dois dispositivos sensores: o sensor de cor, que será sua visão, e chaves de fim-de-curso, como forma de desviar de obstáculos. O projeto prevê uma utilização posterior de módulos ultrassônicos, visando potencializar os sentidos do robô. O dispositivo de reconhecimento de cores será instalado num carro que se movimenta na horizontal, tendo um mecanismo semelhante ao dos equipamentos que movimentam os cartuchos de tinta numa impressora.

O robô ainda possuirá um mecanismo composto por atuador e parafuso sem-fim, possuindo um gancho, que será utilizado para puxar os fios corretos da bomba.

A alimentação dos circuitos se dará com o uso de duas baterias, com 6 volts cada, em série, com a capacidade de suprir as necessidades dos motores e sensores por mais de 10 minutos, sendo suficiente para o cumprimento das atividades propostas.

## II. EQUIPE LEÃO DO NORTE

As transformações políticas e sociais, pelas quais o mundo vem passando, têm criado novas relações econômicas, as quais exigem uma reestruturação sistemática dos processos produtivos. Uma delas é a incorporação de novas tecnologias à produção, o que exige um novo modelo de profissional, capaz de dominar um conjunto amplo de conceitos e informações, e que exerça o seu trabalho de forma cada vez mais inter e multidisciplinar. Acompanhando essas transformações, o profissional da engenharia de hoje, deve ser crítico, empreendedor, criativo e capaz de formular soluções adequadas para os mais diversos problemas.

Neste contexto, uma nova escola de engenharia tem surgido, incorporando novos trabalhos metodológicos que envolvam os alunos em práticas específicas e apropriadas, capazes de conduzi-los à pesquisa, à análise e a crítica dos saberes, estimulando-os a buscarem novas respostas e proporem novos problemas para sociedade. Desta forma, os

cursos de engenharia devem permitir que seus alunos saiam para o mercado de trabalho, com algumas experiências no que tange a sua participação em atividades de planejamento, execução e administração de projetos, de pessoal, de materiais e principalmente, com capacidade para o trabalho individual e em equipe.

Foi pensando desta maneira que, em 2005, na Universidade de Pernambuco, alguns alunos se organizaram junto a um professor orientador para formar um grupo de trabalho denominado “LEÃO DO NORTE”, cujo objetivo técnico é a construção de um robô autônomo capaz de realizar determinada tarefa, o qual irá representar a Escola Politécnica de Pernambuco no Latin American Robotics Competition – LARC -, que é realizado com o apoio do IEEE – Intitute of Eletrical and Eletronics Engineers, com o robô desarmador de bombas.

Atualmente o grupo conta com 3 estudantes de graduação e um professor doutor orientador (Profª Kenia Carvalho Mendes), apoio do NEAR e vários estudantes dos primeiros períodos sendo preparados para dar continuidade a este projeto.

### III. ROBÔ DESARMADOR DE BOMBAS

#### A. Estrutura

*A estrutura física utilizada é de Policarbonato, termoplástico de baixo peso, alta resistência a impactos e fácil de ser trabalhado, pois amolece quando aquecido, possibilitando diferentes moldes [1].*

O robô tem forma retangular 20 x 25 x 20 e tem suas placas de policarbonato fixas entre elas por elementos fixadores (parafusos e cola para polímeros).

Como a plataforma criada utiliza sensores de cor a base de LEDs e LDRs, projetou-se uma estrutura com câmara escura interna, onde a bomba possa se acomodar durante a ação do módulo sensor e do mecanismo que fará o desarme, ou seja, puxará o fio. Para isso, projetou-se a parte frontal vazada, sendo esta depois fechada com fina chapa de vinil emborrachado, bastante maleável e flexível.

O robô teve sua estrutura de acrílico pintada de preto na parte externa, com esmalte acrílico preto em spray, para garantir a total eficiência da câmara escura [2].

As duas rodas traseiras, que são presas aos eixos dos motores de passo, são feitas de acrílicos e fresadas por CNC (Computer Numeric Control) e possuem 16mm de diâmetro. As mesmas foram feitas de acrílico, pois se trata de um material de fácil usinagem e de boa resistência, porém bastante leve. A roda possui um sulco contínuo em todo o seu perímetro onde serão acomodados aros de borracha como forma de garantir maior aderência.

As rodas livres, posicionadas na parte dianteira do robô, são fixas ao hardware por dois parafusos através de cantoneiras de perfil L de alumínio. Elas possuem rolamento de nylon e podem rotacionar 360° em seus próprios eixos.

#### B. Atuadores e Movimentação

*A movimentação do robô será feita através de dois motores de passo microcontrolados, que tem seus eixos presos às rodas traseiras.*

Os motores de passo bipolares utilizados são da Action Motors, de série SM1.8B2SB-SE, com ângulo de passo de 1,8°, pesam 420g cada um e funcionam com tensão de 12V. São capazes de fornecer 6 Kgf.cm de torque e são controlados por um microcontrolador da ATMEL, de série AT89S52 [3].

A placa de controle é feita numa placa de cobre e fenolite e utiliza o microcontrolador AT89S52, como visto na figura 1, e projetado seguindo as técnicas de montagens de circuitos vigentes [4].

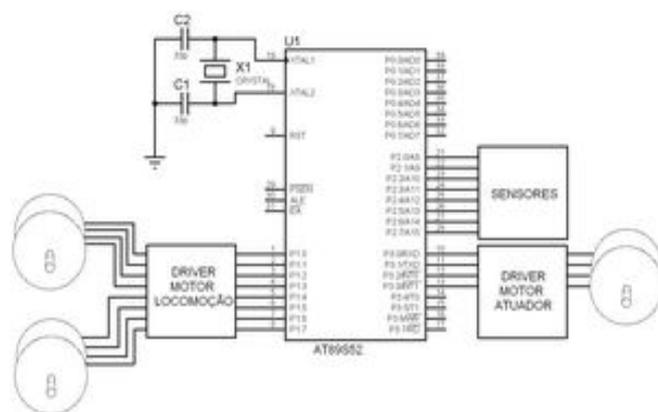


Fig. 1. Circuito de controle

A gravação é feita pelo método ISP (In-System Programming), gravados utilizando a técnica com o programa de controle feito em linguagem C [5].

O método consiste em, utilizando apenas 5 conexões de fios, fazer com que o computador se comunique serialmente com o microcontrolador através da porta paralela, possibilitando uma gravação rápida e prática.

O programa se divide em duas fases: na primeira, localiza-se qual o ponto de partida em que o robô se encontra a partir da localização da posição da rampa. Se o robô estiver na plataforma 1, então a rampa estará a esquerda. Caso ele esteja na plataforma 2, a rampa estará montada a sua direita. A partir do momento em que ele descobre a posição da plataforma, inicia-se o algoritmo desarmador da primeira bomba, de cor azul. Feito o desarmamento, o robô inicia a segunda fase do programa, que é a de busca da segunda bomba.

Este algoritmo de busca irá percorrer uma distância ótima para busca da bomba amarela. Quando encontrá-la, inicia novamente a rotina de desarmamento.

#### C. Sensoriamento

*Os sensores são os dispositivos que darão os “sentidos” ao mecanismo autônomo criado. Foram então projetados e montados 3 módulos sensores que serão conectados ao*

**microcontrolador. Nesse projeto tem-se a flexibilidade de mudar e/ou instalar novos módulos de acordo com a necessidade momentânea.**

O primeiro e principal módulo seria o sensor de cor, de funcionamento simples e elementar, como visto no circuito na figura 2.

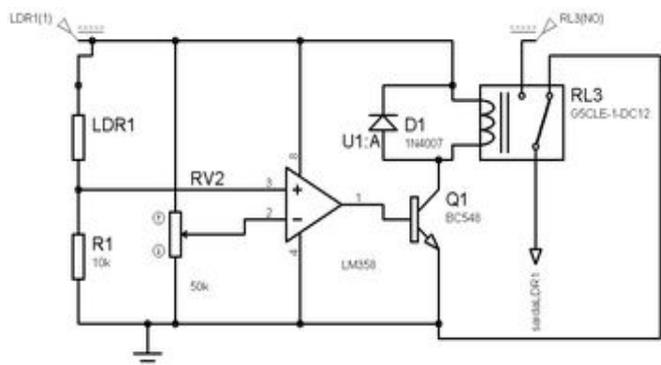


Fig. 2. Esquema do circuito do sensor de cor

Foram utilizados LEDs de alta potência, sendo alguns de cor vermelha e outros verdes. Foram escolhidas essas cores porque, além de termos cores semelhantes nas bombas e nos fios conectados a elas, essas cores também seguem o padrão RGB, que é bastante conhecido e onde pode-se encontrar bastante literatura a respeito. O modelo de cores RGB é um modelo aditivo no qual o vermelho, o verde e o azul (usados em modelos aditivos de luzes) são combinados de várias maneiras para reproduzir outras cores. Com isso, pode-se, acionando os LEDs vermelho e verde simultaneamente, emitir uma luz amarela que será refletida, para o caso da bomba, que possui estrutura amarela e opaca.

Este sensor está sujeito a imprecisões quando afetado por luminosidade externa, pois o LDR (Light Dependant Resistor) tem sua resistência variada de forma inversamente proporcional à quantidade de luz incidente sobre ele, isto é, enquanto o feixe de luz estiver incidindo, o LDR diminui sua resistência. Quando este feixe é cortado, sua resistência fica muito alta [6].

O LDR é um dispositivo semicondutor de dois terminais, cuja resistência varia linearmente com a intensidade de luz incidente, obedecendo à equação (1), onde  $L$  é a luminosidade dada em Lux,  $C$  e  $a$  são constantes dependentes do processo de fabricação e material utilizado [7].

(1)

$$R = C.L.a$$

O sensor é montado em uma estrutura com os LEDs acima dos LDRs, de forma que o feixe emitido pelo LED rebata no fio e seja refletido caso esse fio apresente feixe de mesma

frequência (conseqüentemente de mesma cor).

Parte da luz incidente é refletida pela superfície, isto é, se propaga, em feixe, para fora desta, como se tivesse se originado na mesma. É esse feixe refletido que atingirá o LDR, alterando a sua resistência. A outra parte do feixe de luz é refratada, isto é, se propaga como um feixe através da superfície para dentro do material [8].

Com isso, o módulo sensor faz uma espécie de *scanner* pelo comprimento da bomba em busca de encontrar o fio que deve ser puxado. Como o fio preto não deve ser puxado e não deverá refletir luz, não há necessidade de identificá-lo.

O outro sensor utilizado é um sensor booleano de toque, ou seja, um sensor que funcione como uma chave ON-OFF. São utilizadas chaves DPDT, formato fim-de-curso, com hastes fixas às abas das chaves por solda quente. Estas hastes ficam sobressalentes e, quando encostadas em superfícies, são acionadas, enviando o sinal ao microcontrolador. O microcontrolador tem o trabalho de reverter o sentido do motor que fica do lado contrário à chave, de forma que o robô possa fazer curvas normalmente.

O terceiro módulo é o ultra-som. Este sensor é capaz de identificar a aproximação de objetos através da reflexão de ondas sonoras de frequências acima de 20.000Hz. Estes sensores são muito utilizados em equipamentos navais, como sonares, e também na indústria, como forma de se fazer ensaios não-destrutivos e testes de vibração, por exemplo. No robô proposto, esse sensor é utilizado para encontrar a bomba amarela.

O sensor de ultra-som é composto por dois transdutores, sendo um o emissor (cristal que vibra em frequência ultrassônica) e o outro é o receptor (cristal que vibrará em ressonância com a frequência recebida). Estes transdutores devem estar bem calibrados, como forma de não haver interferências nos resultados.

#### D. Mecanismo desarmador de bombas

**Como, segundo as regras para a IEEE Livre 2008, o robô precisa desarmar as bombas encontradas puxando os fios corretos, desenvolveu-se um sistema utilizando um gancho, um solenóide e um parafuso sem-fim preso ao eixo de um motor unipolar de passo.**

O parafuso-sem fim preso ao motor tem como função movimentar a estrutura sensor-desarmador. Esta estrutura deve ter uma liberdade para puxar os fios sem a necessidade de movimentar o robô.

Encontrado o fio, o mecanismo desarmador é posicionado, o solenóide recebe uma corrente e expulsa o gancho de seu interior, fazendo com que o mesmo se agarre ao fio. Para puxar o fio, inverte-se a corrente no solenóide.

#### IV. CONCLUSÃO

O trabalho realizado foi de extrema importância para o estudo e desenvolvimento da robótica na formação dos alunos participantes, já que se tratou de um projeto de execução complexa, que permitiu aos, não só adquirir novos conhecimentos e desenvolver novas habilidades, com também, e principalmente, buscar novas soluções.

O processo de desenvolvimento do robô serviu como formar de aplicar os conhecimentos teorizados em sala de aula.

O robô construído está plenamente apto a realizar as atividades propostas para a competição.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Poliwork, “Policarbonato”. Acessado em: 12/10/2008 [Online]. Disponível: <http://www.poliwork.com.br/home/indexmain.html>
- [2] Colorgin, “Esmaltes para plásticos: acrílicos”. Acessado em: 12/10/2008 [Online]. Disponível: <http://www.colorgin.com.br/>
- [3] ATMEL, “AVR910: In-System Programming”. Acessado em: 15/10/2008 [Online]. Disponível: [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/DOC0943.PDF](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/DOC0943.PDF)
- [4] [BOYLESTAD, Robert L.; Introdução à Análise de Circuitos, Pearson Education do Brasil LTDA, 10ª edição.
- [5] ANTONAKOS, James E.; The Pentium Microprocessor, Prentice-Hall Inc., 1ª edição, New Jersey, 1997. 539 p.
- [6] “Circuitos Acionadores com LDR”. Acessado em: 16/10/2008 [Online]. Disponível: <http://projekit.com/alarmes/acionadorLDR.html>
- [7] “LDR – Light Dependant Resistor”. Acessado em: 16/10/2008 [Online]. Disponível: [http://www.gta.ufrj.br/grad/01\\_1/contador555/ldr.htm](http://www.gta.ufrj.br/grad/01_1/contador555/ldr.htm)
- [8] AlgoSobre, “Física Óptica Geométrica”. Acessado em: 16/10/2008. [Online]. Disponível: <http://www.algosobre.com.br/fisica/fisicaoptica-geometrica.html>