A bancada do hobista/estudante - Goniômetro - LOGO

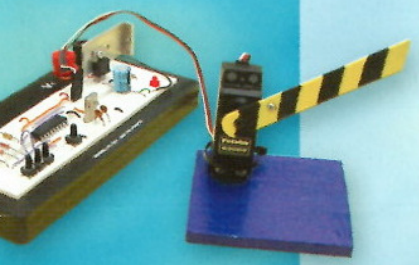
www.mecatronicafacil.com.br

MECATRÔNICA FÁCIL

Ano 2 - nº9 - Março-Abril/2003 - Brasil: R$ 9,60 - Europa: € 4,30



Microcontroladores "Embedded"



Controle de servos com PIC



Trabalhando com materiais alternativos



Estrutura de material alternativo

CONSTRUA UM ROBÔ DE COMPETIÇÃO



Estrutura de plástico

ISSN 1676-0980

Conheça os solenóides - Sensores - Basic Step

FEBRACE 2003

Feira Brasileira de Ciências e Engenharia

Dias 13 e 14 de março de 2003 das 14:00 as 18:00 - VISITE-NOS!



ilustrações
Maria Alice Gonzalez, Mauro Dias Marques

drops

Local:
Galpão de Exposições
Prédio da Adminsitração da Escola
Politécnica da USP
Av. Prof. Luciano Gualberto, trav.3, nº 380
Cidade Universitária
São Paulo - SP

criatividade e inovação

FEBRACE

feira brasileira de ciências e engenharia

Informações:
site: www.lsi.usp.br/febrace
e-mail: febrace@lsi.usp.br
tel.: 0xx11-30915430

Para estudantes da 8ª série do Ensino Fundamental e estudantes do Ensino Médio e Técnico

ORGANIZAÇÃO E REALIZAÇÃO

LSI

Universidade de São Paulo
Escola Politécnica

USP

PATROCÍNIO

intel inovação em educação

APOIO NA REALIZAÇÃO

SABER

aProfi
associação paulista de professores de física

Coordenadoria de Extensão da Escola Politécnica da USP

ALABAMA
consultoria·educacional

CENTRO PAULA SOUZA

APOIO CULTURAL

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

CENP

Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária

intel International Science and Engineering FAIR

COMANDO DO GITAVO DISTRITO NAVAL DA MARINHA DO BRASIL

IEEE South Brazil

SP
ORQUESTRA SINFÔNICA DO ESTADO DE SÃO PAULO

A gente se vê por aqui.

Editora Saber Ltda.
Diretores
Hélio Fittipaldi
Thereza M. Ciampi Fittipaldi

MECATRÔNICA FÁCIL

www.mecatronicafacil.com.br

Mecatrônica Fácil
Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Editor Assistente
Paulo Gomes dos Santos

Publicidade
Eduardo Anion - Gerente
Ricardo Nunes Souza
Carla de Castro Assis
Melissa Rigo Peixoto

Conselho Editorial
Alexandre Capelli
Juliano Matias
Newton C. Braga

Colaboradores
José Francci Júnior
Luís Henrique C. Bernardes
Márcio José Soares
Newton C. Braga
Octávio Nogueira
Wilson Roberto dos Santos

ASSINATURAS
www.mecatronicafacil.com.br
Fone/Fax: (11) 6195-5335
Atendimento das 8:30 às 17:30 h

Impressão
W.Roth

Distribuição
Brasil: DINAP
Portugal: Midesa

MECATRÔNICA FÁCIL
(ISSN - 1676-0980) é uma publicação da Editora Saber Ltda. Redação, administração, edições anteriores, publicidade e correspondência:
R. Jacinto José de Araújo, 315
CEP.: 03087-020 - São Paulo SP - Brasil
Tel.: (11) 6195-5333

Empresa proprietária dos direitos de reprodução:
EDITORA SABER LTDA.

Associado à:
ANER - Associação Nacional dos Editores de Revistas

ANER

ANATEC - Associação Nacional das Editoras de Publicações Técnicas, Dirigidas e Especializadas.

ANATEC
PUBLICAÇÕES ESPECIALIZADAS
www.anatec.org.br

EDITORIAL



A proposta da revista "Mecatrônica Fácil" é a de publicar sempre um projeto, passo-a-passo, a fim de trabalhar com os conceitos da Mecatrônica na prática. Quem nos acompanha há mais tempo, já sabe que o nível de dificuldade dos projetos é variável, isso para que todos tenham condições de desenvolver seus projetos. Além disso, procuramos estimular e auxiliar a inserção da Mecatrônica nos currículos escolares do Ensino Médio, Técnico e, se possível, também no Fundamental.

O projeto desta edição é de fácil realização e de baixo custo, pois não utiliza microcontroladores e a redução do motor é feita pelo contato com a própria roda (semelhante à redução do robô ADR-2). O grande atrativo deste projeto é que ele foi desenvolvido para competições, que podem ser realizadas em escolas, grupos de amigos e clubes de Mecatrônica. A idéia da competição também é muito simples: cada participante deve estourar a bexiga do rival e proteger a dele.

Aproveitando este estímulo, um professor que deseje utilizar este projeto com seus alunos, pode trabalhar uma série de conceitos físicos importantes, tais como: conservação de energia, conservação de momento angular e transmissão de movimento, entre outros conceitos, que muitas vezes são difíceis de mostrar aos alunos através do ensino tradicional.

Esperamos que as idéias aqui publicadas sejam úteis e convidamos os professores que adotarem este projeto a enviarem para nós os seus relatos para dirigir melhor o nosso trabalho, e também para compartilhar com os demais leitores.

E mais uma vez atendendo a pedidos, trazemos a matéria "A bancada do hobista/estudante de Mecatrônica" que consiste na apresentação de alguns equipamentos e materiais básicos para a execução dos projetos apresentados na revista e outros com os quais nossos leitores certamente se deparam. É importante ressaltar, porém, que se tratam apenas de "sugestões" e o leitor não deve se sentir obrigado a adquirir tudo o que o autor sugere, mas sim aquilo que realmente lhe será útil, dependendo dos tipos de projetos a serem realizados.

Nesta edição, na série do LOGO, decidimos fazer uma recapitulação dos conceitos abordados até aqui. Desta forma, leitores que não nos acompanharam desde o começo terão mais condições de fazê-lo daqui para a frente, e para os demais servirá como um guia de referência rápida para agilizar as consultas.

Até a próxima e boa leitura!

Paulo Gomes dos Santos

Atendimento ao leitor: a.leitor.mecatronicafacil@editorasaber.com.br

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou idéias oriundas dos textos mencionados, sob pena de sanções legais. São tomados todos os cuidados razoáveis na preparação do conteúdo desta Revista, mas não assumimos a responsabilidade legal por eventuais erros. Caso haja enganos em texto ou desenho, será publicada errata na primeira oportunidade. Preços e dados publicados em anúncios são por nós aceitos de boa fé, como corretos na data do fechamento da edição. Não assumimos a responsabilidade por alterações nos preços e na disponibilidade dos produtos ocorridas após o fechamento.

ÍNDICE

Leitor 3

Robonews 6

ROBCOM - Construa um robô de competição 9

Empregando material alternativo (sucata) sem nenhum componente crítico, este artigo descreve a montagem de um robô de competição, ideal para ser utilizado em cursos de níveis fundamental, médio e técnico.

Competição de robôs utilizando o ROBCOM 20

A Robótica e a Mecatrônica deve ser ensinada através dos componentes básicos com os quais são montados robôs, dispositivos mecatrônicos e automatismos, que são manuseados um a um desenvolvendo habilidades, percepção e idéia de conjunto. Conheça uma proposta de como fazer isso utilizando o ROBCOM.

Microcontroladores "Embedded" 22

Nem sempre é fácil realizar um projeto com um microcontrolador. É necessário o conhecimento da operação do mesmo, o uso dos seus pinos, registradores, "clock", "reset", etc. Pensando nisso, muitos fabricantes de produtos eletrônicos desenvolveram algumas soluções muito inteligentes. São os microcontroladores "embedded".

Conheça os solenóides 26

Utilizado amplamente na indústria, em eletrodomésticos, em eletrônica embarcada, entre outras áreas, o solenóide é um dos mais importantes dispositivos eletromecânicos conhecidos.

A bancada do hobista/estudante de Mecatrônica 30

Atendendo à necessidade dos nossos leitores, este artigo traz quais são os equipamentos básicos, porém não obrigatórios, para aqueles que desejam desenvolver projetos de Mecatrônica.

Controle de servos com PIC 35

O servo é um dos dispositivos mais utilizados nos projetos de Mecatrônica, devido a sua facilidade de operação. Saiba como controlar este dispositivo utilizando o microcontrolador PIC.

Medindo com o Goniômetro 40

Este artigo trata de um instrumento de medição extremamente útil no trabalho com usinagem e aferição de medidas: o goniômetro. Veja como utilizá-lo para medir os mais diversos tipos de ângulos.

Trabalhando com plástico poliondas 45

Veja como trabalhar, da maneira mais adequada, este material muito utilizado na fabricação de pastas e, portanto, de fácil obtenção.

Controle de potenciômetro digital 48

Alguns componentes, disponíveis no mercado, nos permitem eliminar o elemento "manual" no ato de variar a resistência num potenciômetro convencional. Veja como controlar um potenciômetro digital com o Basic Step.

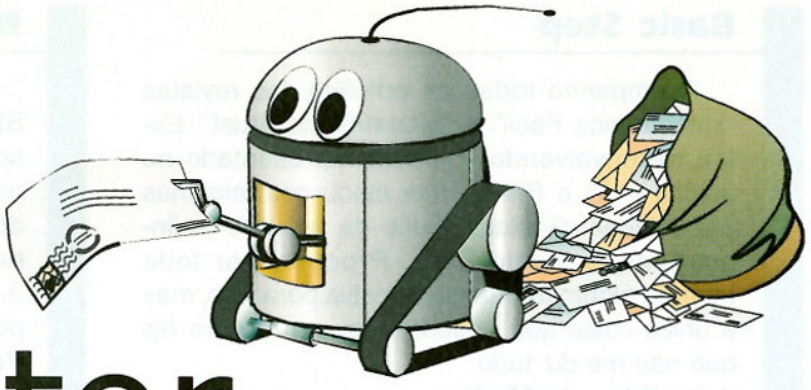
Linguagem LOGO para Robótica e Automação - Resumo 52

Neste artigo, é feita uma recapitulação dos principais conceitos vistos até então nesta série, o que propiciou que muitos leitores adentrassem no universo da Mecatrônica. Dessa forma, aqueles que não a acompanharam desde o início, têm a oportunidade de seguir a partir daqui.

Sensores II 57

Conheça alguns dos sensores mais utilizados em Mecatrônica. Neste artigo, destacamos os sensores ópticos, de aproximação, acústicos, entre outros, além de mostrar algumas aplicações práticas.

Seção do Leitor



Como montar?

Qual é o melhor caminho para começar a montar um robô como o da revista "Mecatrônica Fácil", edição nº 8? Os projetos das revistas anteriores têm um menor grau de complexidade? Eles explicam os passos básicos?
Gustavo

Os níveis de dificuldade dos projetos publicados são variáveis da mesma forma que é variável o nível de conhecimento dos nossos leitores. Dessa forma, não existe uma "seqüência" de projetos, mas sim projetos que podem exigir mais ou menos habilidade. Procuramos detalhar, da melhor forma possível, estes projetos, tanto que você notará que eles são os maiores artigos da revista. Procuramos dar todas as informações necessárias para a montagem, mas certamente não ficamos repetindo assuntos que já foram discutidos em edições anteriores, salvo algumas exceções. Os projetos mais simples que já publicamos foram o VM-1 (na edição nº2) e o ROBCOM (nesta edição), pois não utilizam nenhum tipo de microcontrolador ou interface com o PC. Já o mais complicado foi o RM-1 devido a sua grande quantidade de detalhes técnicos e de conceitos necessários para desenvolvê-lo com sucesso. Agora, para aprender o básico, você precisa acompanhar as séries de artigos sobre eletrônica, LOGO, Basic Step, microcontroladores, materiais alternativos, entre outras. A Mecatrônica é muito ampla e é impossível esgotar todos os assuntos na revista.

Muitas vezes, será preciso que você se valha também de outras fontes como os livros e a Internet para complementar as informações vistas na revista.

Linguagem LOGO e Placa Buffer

A edição nº 8 traz um projeto da "Placa Buffer para proteger o PC", mas ainda não me convenci de que meu PC estará seguro. Na edição da revista Mecatrônica Fácil nº 3, há um projeto de coleta de sinais pela porta paralela, onde a linha de "Fault" (pino 15 da porta paralela) é utilizada para verificar se uma tecla está pressionada ou não. Mas, no projeto da Placa de Buffer o pino 15 (*Fault*) não aparece.

Gostaria de saber por quê? Em todos os outros artigos que acompanhei, as linhas de dados da porta paralela são nomeadas como D0 a D7 e, na **figura 1** do projeto do Buffer estão como D1 a D8. Qual é o correto?
Luis Fernando de Oliveira
Estudante de Engenharia de Controle e Automação

A placa buffer protege o PC contra o dreno excessivo de corrente e prováveis curtos. Porém, a montagem da mesma deve ser feita com cuidado para que ela possa realmente ajudar a proteger o PC. Se a placa for montada de maneira errada, ela não irá proteger o PC.

O pino 15 da porta paralela não foi usado na placa *buffer* por simples falta de espaço nos "buffers". Todavia, foram utilizados outros pinos de entrada que atuam exatamente como o pino 15 e, portanto, podem ser substituídos no projeto que você comentou.

Dizer de D0 a D7 ou de D1 a D8 está correto. O que importa é que os 8 bits estão referenciados.

Basic Step

Acompanho todas as edições das revistas "Mecatrônica Fácil" e "Mecatrônica Atual". Estou desenvolvendo o projeto apresentado na edição nº 7, o RM-1, mas estou com algumas dificuldades. Gostaria muito de entender a linguagem do Basic Step. Procurei por toda Internet algum tutorial ou apostila para isso, mas a única coisa que encontrei foi um arquivo *hlp* que não me diz tudo.

Julio Eduardo Martins

A partir da edição nº 3, estamos publicando uma série sobre o Basic Step desde as suas aplicações básicas até a elaboração de pequenos projetos. Aconselhamos que você acompanhe esta série e, caso tenha perdido algum número, poderá adquirí-lo através do nosso *site* (**www.mecatronicafacil.com.br**) ou pelo telefone (11)6195-5333. No *site* da Tato Equipamentos (**www.tato.ind.br**), que produz o Basic Step, existe também uma apostila para *download*.

Basic Step X PIC

Vi que a revista está abordando o Basic Step e também iniciou uma série de artigos sobre o PIC. Pelo que percebi, o Basic Step, na verdade, é um PIC que usa um compilador Basic, não é? Gostaria de saber se vale a pena comprar o *kit* Basic Step da Tato, ou se é melhor comprar um *pront-board* e os componentes separadamente.

Paulo Sérgio S. Silva

O Basic Step não é um PIC que pode ser programado em Basic, mas sim um produto. É certo que ele utiliza um PIC, mas as comparações param por aí.

Quanto ao início, sem dúvida alguma, ele é melhor com o Basic Step. Entrar no fascinante mundo dos microcontroladores através do Step é mais simples, intuitivo e sem desgastes, pois não há a necessidade de um gravador e a linguagem de programação também é mais simples.

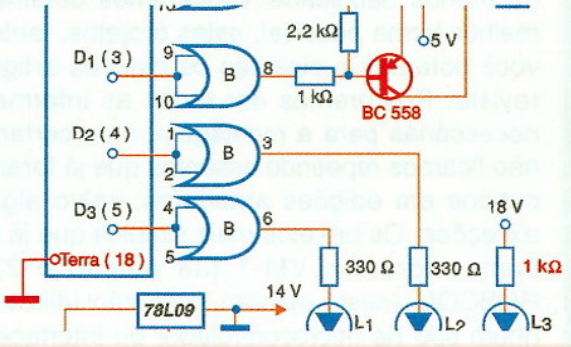
ERRAMOS:

Na última edição, no artigo "Robô ADR-2", na **figura 1** (página 11), ficou faltando a indicação de como ligar o conjunto de LEDs ao DB09. A ligação é a seguinte:

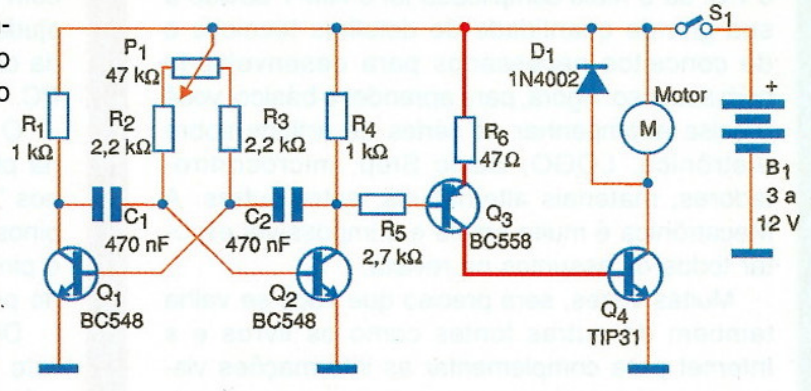
D0 - pino 2 do DB09
D1 - pino 3 do DB09
D2 - pino 4 do DB09
D3 - pino 5 do DB09.

Na última edição, também no artigo "Robô ADR-2", o endereço do site do Nied está errado. O correto é: **www.nied.unicamp.br**.

Na edição nº 7, no artigo: "Como gravar o microcontrolador PIC", há um erro na **figura 5** (página 45). No transistor BC558, foram invertidos o coletor e o emissor.



Na edição nº 6, no artigo "Controles PWM de potência", há um erro na **figura 16** (página 61). Segue, ao lado, figura corrigida.



Na última edição, na lista de materiais do artigo "Indicador de posição", os componentes P_1, P_2 e R_1 estão com suas unidades erradas. O correto é Ω e não W.

A partir desta edição, o leitor da Mecatrônica Fácil tem mais um espaço para entrar no mundo da ciência Robótica e da Automação em geral. São as feiras, seminários e congressos que acontecem por todo o país e no resto do mundo. O espaço é aberto a toda a comunidade e, para participar, pedimos aos leitores que enviem informações sobre eventos com pelo menos dois meses de antecedência através do *e-mail*: **a.leitor.mecatronicafacil@editorasaber.com.br**, ou pelo telefone (11) 6195-5333.

Eventos

Nacionais

Novitec 2003

De 16 a 20 de junho, a cidade de Paulínia (118 km a nordeste de São Paulo) é palco do evento "Novitec – Feira de Novidades em Tecnologias de Automação". Além de cobrir áreas da automação industrial, a feira terá algumas novidades como a exposição de ferramentas elétricas, mecânicas, pneumáticas, de corte, acessórios para máquinas operatrizes e injetoras. Também incluirá produtos do setor de energia, entre os quais, geradores, equipamentos de média e alta tensão, de iluminação e de conservação de energia. Outras informações pelo telefone: (19) 3844-3019 ou através do *site* da organizadora **www.wm2.com.br** .

Simpósio em Bauru

O Campus da Unesp em Bauru (343 km a noroeste de São Paulo) realiza, de 14 a 17 de setembro deste ano, o VI Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI). Promovido pelo Departamento de Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia, e pela rede *Manufacturing Automation Network*, o SBAI é realizado a cada dois anos e reúne pesquisadores da área de automação que utilizam técnicas de inteligência artificial e áreas correlatas. Nos três dias de evento haverá *workshop*, mini-cursos e competição de robôs móveis autônomos. Mais informações: (14) 221-6116 c/ Marcelo Franchin ou *e-mail*: **visbai@feb.unesp.br** .

Internacionais

Estados Unidos

Nos Estados Unidos, a *Association for Unmanned Vehicle Systems, International's* (ao pé da letra: Associação Internacional de Sistemas e Veículos não Tripulados) promove a Competição de Robôs Aéreos. Há a participação de Universidades americanas e canadenses.

Para os interessados, o evento acontece em julho, mas não está ainda com dia definido.

Informações pelo e-mail:
robert.michelson@gtri.gatech.edu

Portugal I

A Sessão Temática em Robótica e Automação Industrial e o Congresso Ibero-Americano de Engenharia Mecânica acontecem na cidade de Coimbra, Portugal, de 16 a 18 de outubro de 2003. Outras informações podem ser obtidas em **www.robotics.dem.uc.pt** .

Portugal II

O 3º Festival Nacional de Robótica acontece na cidade de Lisboa, no dia 9 de maio deste ano. Além da tradicional competição, o evento também agrega uma grade de palestras com especialistas ligados à ciência robótica. Informações podem ser obtidas através do *site* **Robotica2003.ist.utl.pt** .

ENVIEM SUAS CARTAS PARA:

Editora Saber
Rua Jacinto José de Araújo, 315
CEP 03087-020 – São Paulo – SP
Ou *e-mails* para:
a.leitor.mecatronicafacil@editorasaber.com.br

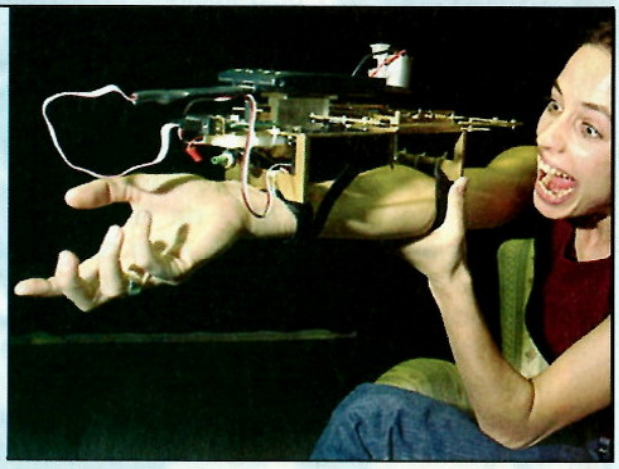
As mensagens devem ter nome completo, ocupação, cidade e estado. Por motivo de espaço, os textos podem ser editados por nossa equipe.

ROBONEWS

Newton C. Braga

Robô "fazedor" de tatuagens

Um eletricista austríaco apresentou recentemente o primeiro robô do mundo capaz de fazer tatuagens.
Niki Passath, de 25 anos, é o criador do robô, que ele chama de Freddy, e que fez sucesso na Feira de Tecnologia de Viena.
Segundo Passath, o trabalho de desenvolvimento desse robô não foi simples, pois a única pessoa que ele conseguiu para fazer os testes foi ele mesmo!
O robô, que é encaixado no braço, recebe informações de um programa de um computador em que se encontra armazenado o desenho que deve ser gravado.



Sensor de luz ambiente imita olho humano

O controle da luminosidade de *displays* de equipamentos portáteis tais como PDAs e telefones celulares pode ser melhorado com o uso de sensores de luz que tenham as mesmas características de resposta do olho humano.
Para isso, a Texas Advanced Optoelectronics Solutions lançou o TSL25550, um sensor de luz ambiente que é o primeiro da indústria que tem características semelhantes às do olho humano. O dispositivo fornece informações de dois sensores, um infravermelho e outro visível, e a relação entre as informações enviadas pelos dois determina o melhor tipo de luz ambiente e também sua intensidade, para um controle muito melhor de brilho e contraste.
Mais informações em: **www.taosinc.com**

Robôs podem responder às emoções humanas

Pesquisadores da Universidade de Vanderbilt, Nashville, estão desenvolvendo um robô capaz de responder às emoções humanas.
Nilanjan Sarkar, professor assistente de Engenharia Mecânica, é o principal pesquisador nesse projeto, que visa desenvolver máquinas que tenham uma melhor interação com humanos.
Segundo ele, existem muito mais na comunicação entre pessoas do que a simples troca de palavras. Expressões, movimentos de corpo, reações podem fazer parte dessa comunicação. Para transmitir isso aos robôs, estão sendo pesquisados meios que fazem uso de câmaras para analisar as expressões da face e movimentos do corpo.
Sinais de excitamento, como as batidas mais rápidas do coração ou sinais de *stress* como alterações de expressão, poderiam ser processadas pelos robôs, que levariam isso em conta ao se comunicarem com humanos.

Robôs imitam animais marinhos

Parece uma anêmona do mar crescida, mas não é isso. O robô Public Anemona segue seus próprios instintos e é interativo. Essa criatura oferece uma possibilidade de estudo de como seriam os robôs do futuro.
A maioria dos robôs não têm formas que lembram criaturas humanas, explica Cyntia Breazeal, uma professora de Artes e Ciências do Massachussetts Institute of Technology. Nós pretendemos oferecer algo diferente, diz ela.
Esse robô, pode realizar diversos tipos de movimentos e percebe a presença de seres humanos.



LED RGB tem potência de 1,725 mcd

Este dispositivo, que pode produzir luz branca, é fornecido em invólucro de 6 pinos sendo capaz de gerar qualquer outra, pois os três LEDs RGB internos são acessados de forma independente. A série GM5WA06260A TAF, da Sharp, é formada por três pastilhas de LEDs no mesmo *chip*, proporcionando uma intensidade luminosa de até 1,725 mcd. O dispositivo tem uma espessura de apenas 2,4 mm. Os LEDs internos podem ser ligados em série para a produção de luz branca ou então excitados de forma independente.
A tensão direta é de 2,3 V com correntes de até 20 mA, 4,4 V para corrente até 40 mA.
Mais informações podem ser obtidas em: Sharp Microelectronics, Camas, WA - **www.sharpsma.com**

Novo robô Asimo, da Honda

A Honda Motor Co, lançou no início de dezembro do ano passado o seu novo modelo do robô inteligente com forma humana (humanóide) ASIMO. Ele tem a capacidade de interpretar gestos e posturas de seres humanos e se movimentar de forma independente em sua resposta. O ASIMO consegue, inclusive, reconhecer suas faces e se mover na direção das pessoas que lhe sejam indicadas. Ao mesmo tempo que realiza tarefas, ele pode fornecer informações e também acessar a Internet. O ASIMO é o primeiro robô comercial a agregar todas essas capacidades.
A produção desse modelo do ASIMO terá início neste ano e ele já poderá ser alugado para instituições públicas e empresas.



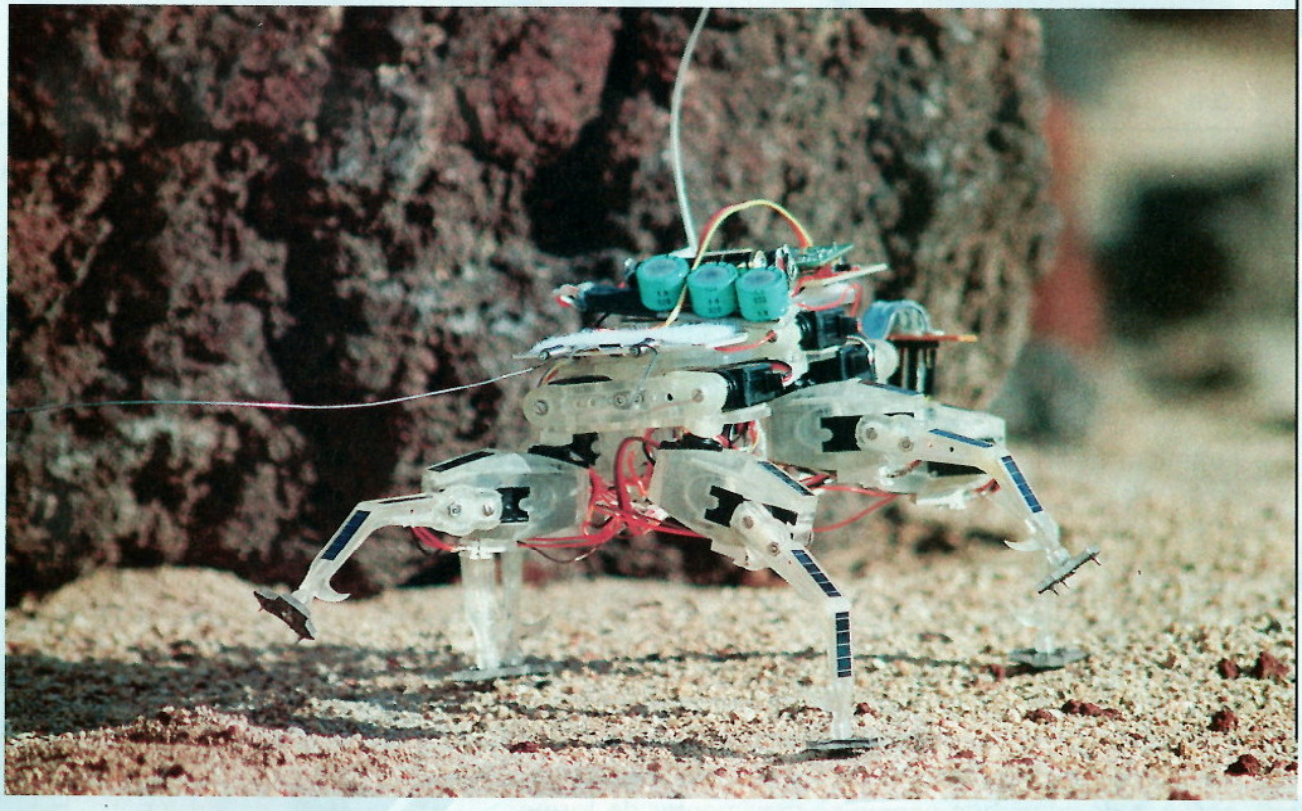
Robôs em forma de aranha exploram os mistérios dos planetas

Pesquisadores do Laboratório de Propulsão à Jato da NASA, em Pasadena, criaram um pequeno robô chamado "*Spider-Bot*", dada sua aparência semelhança com uma aranha (spider). Ele pode caminhar com facilidade em superfícies acidentadas, sendo ideal para a exploração de planetas, e mesmo de corpos celestes menores, tais como cometas e asteróides.

Os *Spider-Bots* podem ainda ser usados nos serviços de manutenção externa de estações espaciais e satélites.

Como uma aranha de verdade, esses robôs possuem antenas sensoriais que ajudam a detectar diversos tipos de obstáculos.

As futuras versões podem ainda ser menores, com até 1/10 do tamanho dos protótipos, como o ilustrado na foto. O *Spider-Bot* tem seis pernas e usa um sistema de equilíbrio especial, mas no futuro, dependendo do tipo de trabalho que eles tiverem que realizar, o número de pernas poderá ser ampliado para 8, 12 ou mesmo 50.



China constrói robô lutador de Tai Chi

Pesquisadores chineses construíram um robô de 1,58 metros de altura e pesando 76 kg, capaz de lutar Tai Chi, uma forma de boxe chinês tradicional.

O robô, chamado BHR-1, foi criado na Universidade de Pequim, e construído pelo projeto de desenvolvimento e tecnologia do Governo da China. Ele tem 32 juntas móveis que lhe possibilitam realizar grande quantidade de movimentos, afirma o professor Li Kejie, cientista chefe do projeto.

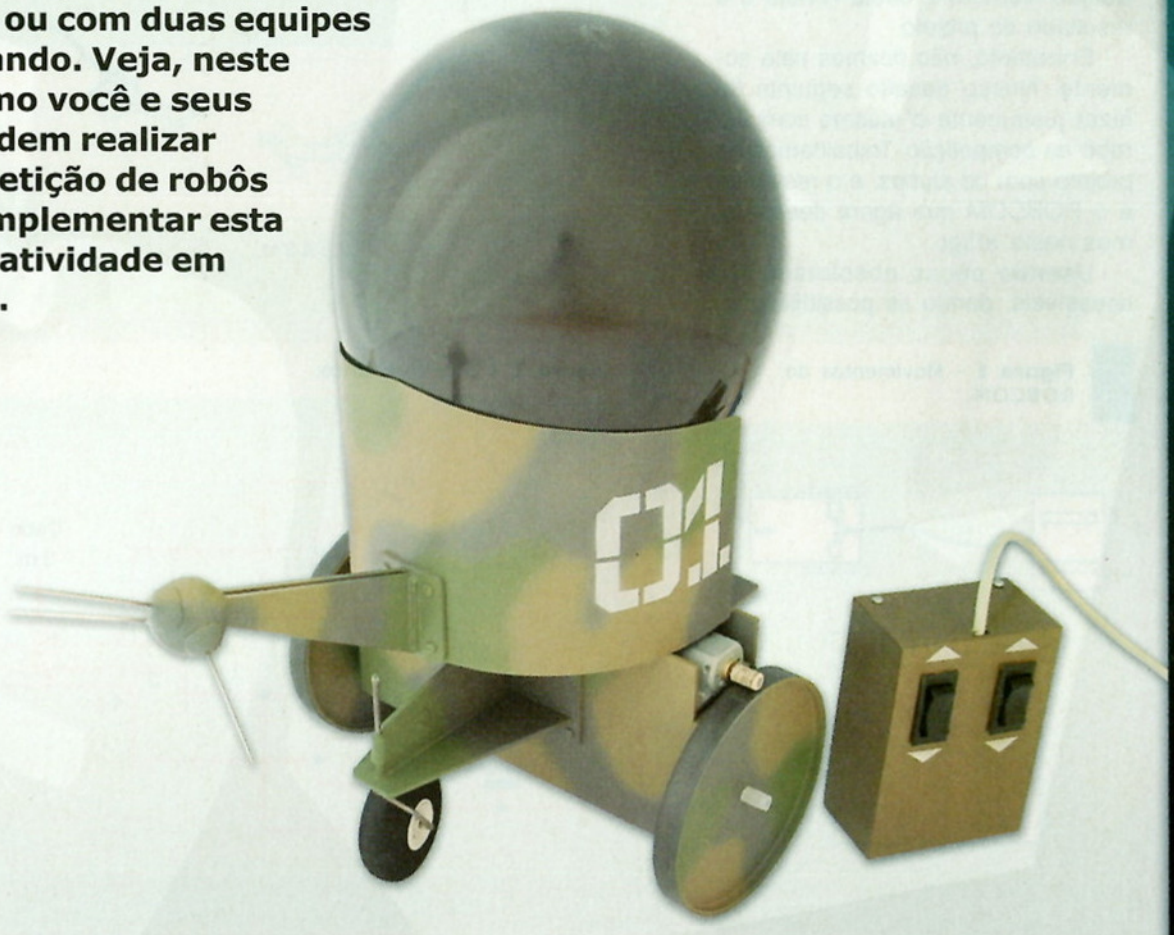
O robô avança com passos de 33 cm e pode deslocar-se numa velocidade de 1 km/h.

ROBCOM - Construa um robô de competição

Newton C. Braga

Montagem absolutamente econômica ao alcance de todos

Empregando material improvisado (de sucata) sem nenhum componente crítico, descrevemos a montagem de um robô de competição, ideal para ser usado em cursos dos níveis fundamental e médio, além de técnicos, com elementos que podem ser associados tanto às disciplinas normais do currículo como introduzindo conceitos de tecnologia bastante atuais. Além disso, o que mais se destaca no projeto é o aspecto lúdico, já que os robôs podem participar de competições em duplas ou com duas equipes se digladiando. Veja, neste artigo, como você e seus amigos podem realizar uma competição de robôs ou ainda implementar esta fantástica atividade em sua escola.



Se os temas robótica e mecatrônica já estão em alta em todos os níveis de ensino, a Competição de Robôs tem um destaque ainda maior com a realização até de competições internacionais de altíssimo nível.

No entanto, quando se fala em Competição de Robôs, o primeiro obstáculo que todos vêem é a inacessibilidade da tecnologia que um verdadeiro robô de competição deve possuir. Custo elevado, peças que não podem ser encontradas com facilidade e conhecimento de uma tecnologia que não está alcance (senão dos estudantes mais avançados de cursos técnicos e engenharia) é o que logo vem à mente.

Isso já ocorreu quando tivemos que enfrentar o desafio de montar um veículo mecatrônico que estivesse ao alcance até mesmo dos estudantes de escolas de nível fundamental, sem tecnologia dominada ou recursos técnicos de um laboratório.

A criação do VM-1, publicado na Edição Número 2 desta revista é o resultado do projeto.

Entretanto, não ficamos nele somente. Nosso desafio seguinte foi fazer justamente o mesmo com um robô de competição. Trabalhamos no projeto com os alunos, e o resultado é o ROBCOM que agora descrevemos neste artigo.

Usando peças absolutamente acessíveis, dando as possibilidades de criação sobre um projeto básico, (altamente recomendada pelos parâmetros do ensino moderno), chegamos a um pequeno robô de competição que pode ser montado e controlado por estudantes até mesmo das últimas séries do ensino fundamental. O custo total estimado de cada robô, incluindo os componentes eletrônicos, não deverá superar os R$ 30,00.

ROBCOM - UM ROBÔ "DE BRIGA"

A idéia básica do ROBCOM é de um pequeno veículo (robô) controlado por um cabo de 3 metros de comprimento que pode realizar qualquer movimento comandado por um *joystick*. Esse *joystick* é formado por duas chaves de 3 posições.

Na posição de repouso, os motores do robô não são alimentados e ele permanece em repouso.

Pressionando-se os dois botões para frente, o robô avança em linha reta, e pressionando-se os dois para trás o robô recua em linha reta. Quando pressionamos um botão apenas para frente, o robô avança virando para a esquerda ou direita conforme o botão. Se pressionarmos um botão para trás, o robô recua girando para a esquerda ou para a direita. Uma curva, ou manobra de giro, sem sair do lugar, pode ser obtida pressionando-se um botão para frente e o outro para trás.

Tudo isso é mostrado na **figura 1**.

Fica claro que pelo manuseio dos botões com habilidade, o operador pode realizar qualquer movimento com o robô.

Mas, e a idéia da competição?

A idéia é simples: vamos prender em cada robô um balão de borracha e montar na sua parte fron-

Figura 2 - Arena do combate.

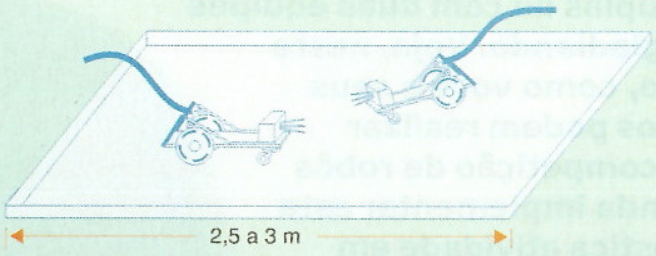
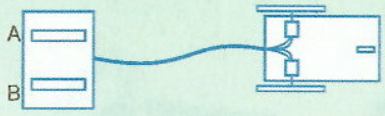
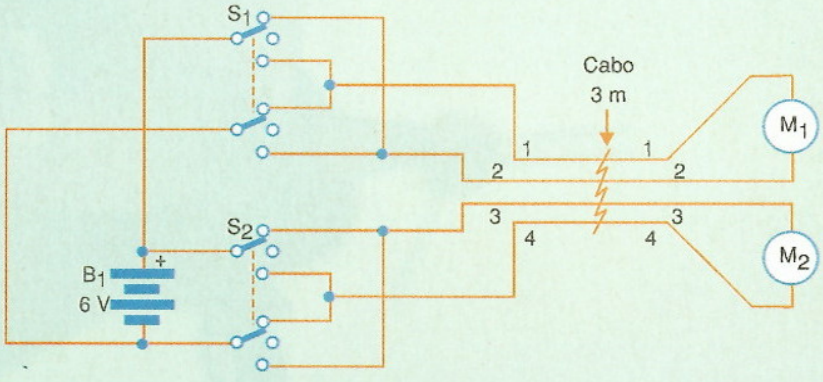


Figura 1 - Movimentos do ROBCOM.



Chave	Movimento
A↑	↻
B↑	↺
AB↑	↑
AB↓	↓
A↑B↓	↻
A↓B↑	↺

Figura 3 - Circuito elétrico.



tal (ou lateral) agulhas de até 10 cm de comprimento. Limitamos o número de agulhas a quatro, e proibimos de se proteger o balão com anteparos para uma competição de habilidade.

A finalidade da "briga" é que, numa competição entre dois robôs, um deles tenha de estourar o balão do outro!

Um aperfeiçoamento que pode ser introduzido no projeto, isso para cursos mais avançados, é colocar um sistema de interruptores de lâmina ou mesmo sensores fotoelétricos de tal forma que no momento em que o balão for estourado a alimentação seja cortada, e o robô não mais se movimente.

A competição pode ser realizada numa "arena" formada por 4 sarrafos de 2,5 ou 3 m, conforme ilustra a **figura 2**.

As regras adicionais incluem a proibição dos participantes entrarem na arena ou puxarem os veículos pelos fios.

Para uma competição, uma arena de 6 x 3 metros poderá ser elaborada, com dois times, cada qual carregando bexigas de uma cor diferente. A disputa deverá terminar apenas quando um ou mais robôs com bexigas de uma cor permanecerem, determinando o time vencedor.

O ROBCOM – DESCRIÇÃO DO ROBÔ

Para tornar o robô muito acessível optamos pelo controle via cabo e pela transmissão por acoplamento direto do motor às rodas, evitando assim o uso de caixas de redução. Deve-se levar em conta que um sistema de transmissão via rádio, além do custo elevado, esbarra no problema das dificuldades de ajustes, interferências e ainda no problema de se encontrar uma freqüência diferente para cada um dos participantes, principalmente se forem muitos.

a) Parte elétrica

Para a parte elétrica temos um circuito muito simples onde usamos chaves reversíveis de 3 posições, conforme apresentamos na **figura 3**.

Cada uma das chaves controla (por um cabo de 4 x 26 (4 fios AWG 26) bem flexível) os dois motores que ficam montados no veículo.

As chaves são fixadas numa caixinha juntamente com as quatro pilhas pequenas que propulsionam o veículo.

A parte importante da montagem eletrônica é mostrar como podemos controlar os motores (sentido de rotação) invertendo o sentido da corrente através das chavinhas.

b) Parte mecânica

Na **figura 4** temos o robô na sua versão básica que, conforme já salientamos, pode admitir variações dentro de regras que sejam estabelecidas pelos que organizarem uma eventual competição.

As rodas traseiras são formadas por dois CDs colados em rodinhas de carrinhos de brinquedo com movimento livre. Para a transmissão do movimento, o eixo do motor é encostado diretamente na borda do CD.

Dessa forma, temos uma redução natural da velocidade e aumento de torque dado justamente pela relação entre o diâmetro do CD e o diâmetro do eixo do motor.

Figura 4 - Características mecânicas.

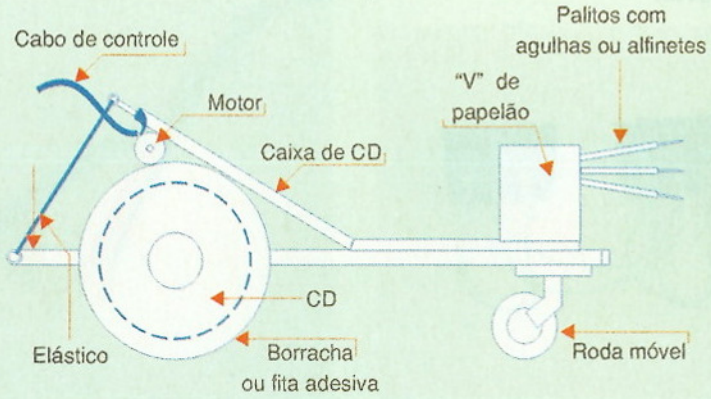


Figura 5 - Detalhes do sistema de propulsão.

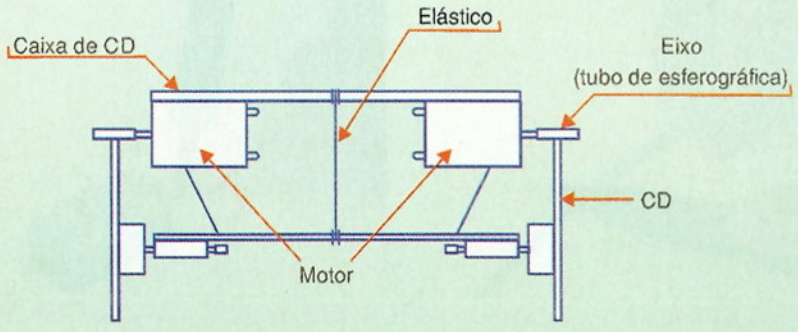
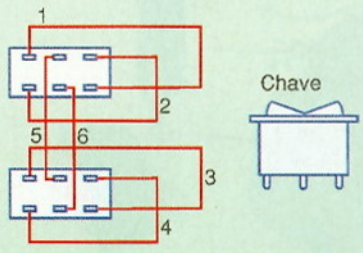


Figura 6 - Ligações das chaves.



Para melhorar a eficiência do sistema de propulsão adotamos três medidas:

1. Colocamos uma pequena "luva" no eixo do motor, que nada mais é do que um pedaço de capa de fio plástico rígido ou mesmo um tubinho plástico.

2. Recobrimos o CD com uma espécie de "pneu", que pode ser feito envolvendo-o com fita isolante comum ou colando um pedaço de borracha de tubo de nylon ou outro material semelhante à borracha.

3. Montamos o motor num suporte flutuante (móvel) com um elástico para pressioná-lo sobre o CD.

Na **figura 5** ilustramos como a suspensão móvel é feita garantindo que o motor não trave devido a pequenas excentricidades na montagem da roda.

A roda dianteira é do tipo "livre" que pode ser obtida de cadeiras de escritório, móveis, etc., podendo ser encontrada a um custo bastante baixo em casas de materiais de construção e material elétrico.

O chassi poderá ser feito de papelão, madeira ou plástico. Caixas de CDs resultam em excelentes materiais para a montagem do chassi e da própria suspensão do motor.

MONTAGEM PASSO-A-PASSO

A implementação, principalmente com finalidades pedagógicas, exige um detalhamento completo do processo de montagem, especialmente para treinamento de professores.

Montagem da parte elétrica

a) Ligação das chaves

As chaves devem ser fixadas numa caixinha plástica ou papelão que irá servir de controle remoto. A caixa deve ser furada para que as chaves se encaixem e haja lugar para colocar as pilhas. Uma saboneteira de plástico serve perfeitamente para essa finalidade.

Começamos por soldar os 6 fios (de aproximadamente 5 cm) da forma mostrada nas **figuras 6** a **9**.

b) Preparação do cabo

O cabo é preparado cortando-se inicialmente aproximadamente 7 cm da capa que o recobre nas duas extremidades, usando para isso um estilete. Nessa operação, exibida na **figuras 10** e **11**, deve-se tomar o máximo de cuidado para que os 4 fios internos não sejam danificados. Guarde os pedaços de capa de fio, pois eles servem para prender o eixo das rodas - veja parte mecânica.

As pontas dos fios internos devem ter 0,5 cm descascados para soldagem.

Os cabos desse tipo possuem condutores com cores diferentes que devem ser identificados com os nú-

Figura 7 - Fios cortados e chaves.

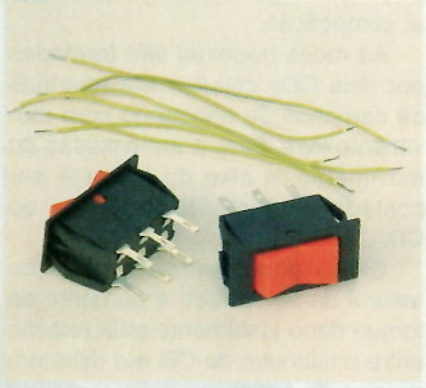


Figura 9 - Ligações das chaves.

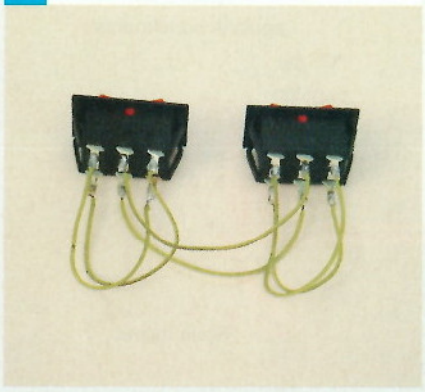


Figura 11 - Cabo desencapado.

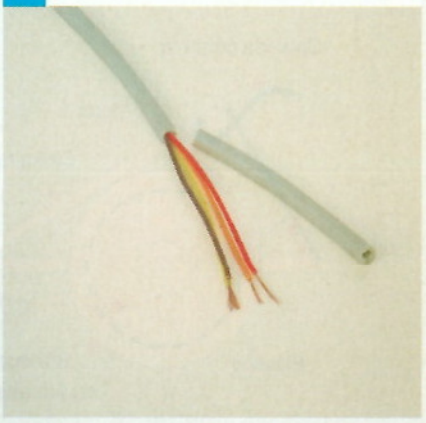


Figura 8 - Soldando os fios.

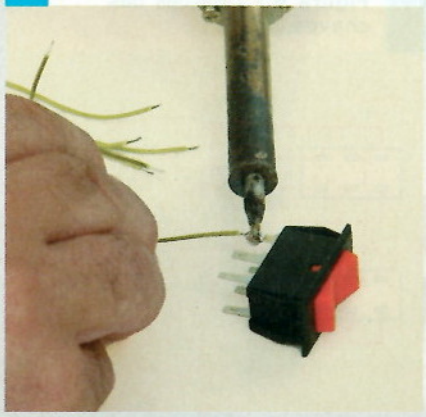


Figura 10 - Desencapando o cabo.

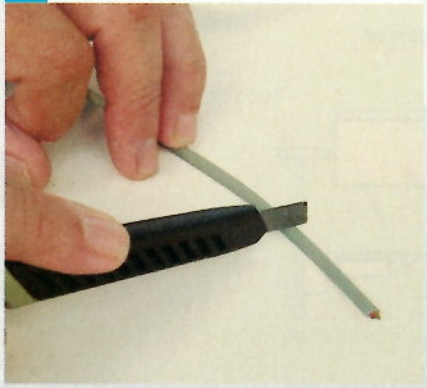
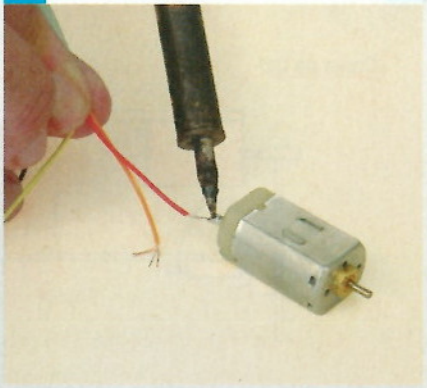


Figura 12 - Soldando os fios do cabo do motor.



meros 1,2,3 e 4 (marque num papel as cores correspondentes para não fazer confusão depois).

c) Soldagem do cabo aos motores

Os fios 1 e 2 serão soldados a um dos motores, enquanto os fios 3 e 4 serão soldados ao outro motor. Posteriormente, se os motores ficarem com sentidos invertidos, bastará inverter a ligação dos fios de um deles. As **figuras 12** e **13** mostra como isso deve ser feito.

O cabo deve ser preso junto à base móvel para se evitar que eles forcem os terminais dos motores em caso de um puxão mais forte.

d) Soldagem do cabo às chaves

O próximo passo consiste na soldagem dos fios do cabo às chaves. Veja na **figura 14** e **15** a correspondência da numeração dos fios. Não faça trocas, pois se isso ocorrer, o robô não irá funcionar.

e) Ligação do suporte de pilhas

Passamos agora à soldagem dos fios do suporte de pilhas nos pontos indicados na **figura 16**. Na **figura 17** é mostrado o circuito pronto.

Teste da parte elétrica

Terminando de montar o circuito elétrico já é possível fazer um teste de funcionamento. Para isso, coloque pilhas no suporte. Apertando os dois botões para frente, os dois motores devem girar no mesmo sentido. Se isso não ocorrer, inverta os fios de um deles. Se algum motor não funcionar ou os dois, verifique todas as ligações, se as soldas estão corretas ou se você não cortou acidentalmente os fios do cabo.

f) A caixa de controle

Com o teste realizado será possível fechar as chaves e o suporte de pilhas na caixa de controle. Com isso, essa fase da montagem estará terminada.

Parte mecânica

a) Montagem do chassi

O chassi pode ser feito de papelão, plástico ou madeira com as dimensões mostradas aproximadas de 25 cm x 12 cm. Uma solução alternativa interessante é usar duas caixinhas plásticas de CD montadas em oposição, conforme mostra a **figura 18**.

Para o caso do papelão devem ser previstas abas, que irão dar maior resistência mecânica ao conjunto.

b) Roda frontal

Na parte frontal deve ser fixada a roda livre. Existem duas possibilidades, conforme o tipo de roda adquirida. Algumas possuem 4 furos para fixação por parafuso, enquanto que outras possuem apenas um pino. Nas **figuras 19** e **20** mostramos a fixação de uma roda com quatro furos, usando dois, no caso do chassi feito com caixas de CD.

Figura 13 - Fios do cabo soldados.

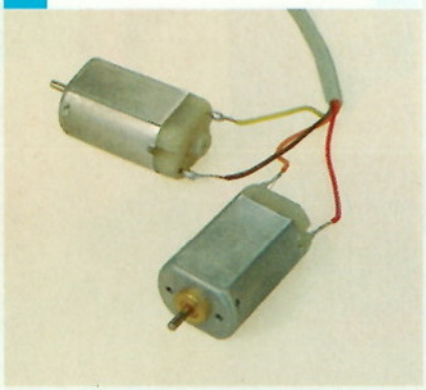


Figura 15 - Fios do cabo soldados.

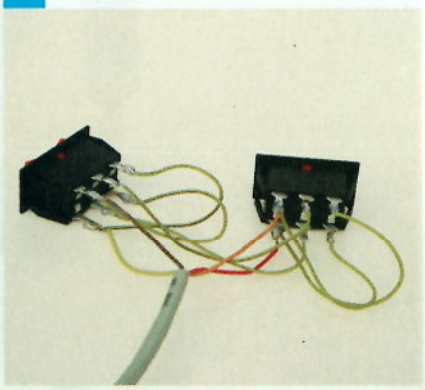


Figura 16 - Soldando o suporte de pilhas.

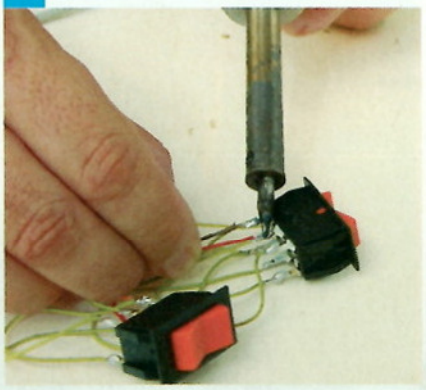


Figura 14 - Soldando os fios do cabo das chaves.

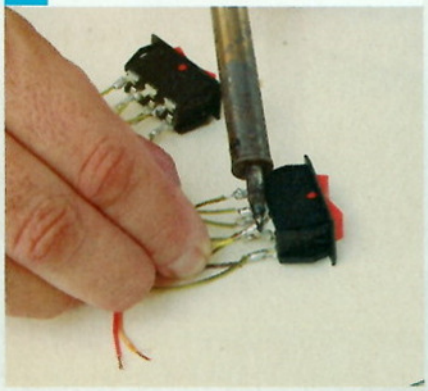
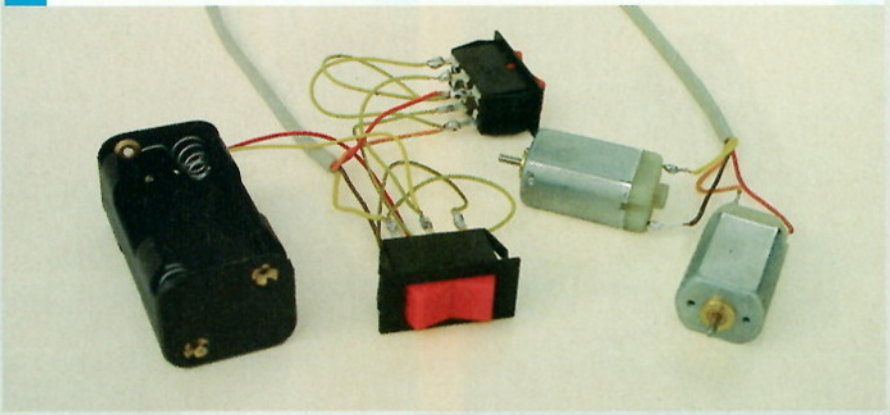


Figura 17 - Circuito elétrico pronto.



A furação é feita colocando-se uma caixinha sobre a outra na posição em que as tampas abrem para lados opostos e marcando-se com uma caneta hidrográfica o local de dois furos (não será necessário usar os quatro).

Feita a marcação, use a ponta de um ferro de soldar aquecido para fazer os furos, tirando (depois) as rebarbas do plástico com um estilete. A roda é presa com parafusos de 3/4 x 1/4 ou próximo disso, com porcas e arruela.

Uma folha de metal rígido ou mesmo plástico é colada na parte de baixo do chassi de modo a evitar que ele dobre. As **figuras 21** e **22** mostram esta parte da montagem.

O importante na escolha da roda é que ela seja a mais leve e mole possível para poder acompanhar os movimentos rápidos do robô.

c) Rodas propulsoras

As rodas propulsoras são feitas com CDs comuns.

Inicialmente colocamos em torno de cada CD fita isolante para servir de "pneus", de modo a aumentar a aderência do robô em relação ao solo e a própria transmissão de movimento pelo motor (**figura 23**).

Em cada CD colamos uma rodinha de plástico e o eixo tirado de um carrinho de brinquedo. A roda plástica da outra extremidade é retirada (conforme mostram a **figuras 24** e **25**).

O ponto crítico nessa fixação é que a centralização da rodinha no CD deve ser perfeita. Se houver excentricidade, a roda pode jogar afetando a mobilidade do robô.

Também, devemos cuidar para que o eixo escolhido não seja muito curto (deve ter pelo menos 4 cm) para que as rodas fiquem firmes, não "jogando" com o movimento do robô.

d) Fixação das rodas propulsoras

Para a fixação usamos dois pedaços de canudinhos de refresco, que são cortados de modo a deixar aproximadamente meio centímetro do eixo de cada roda livre.

Cortamos, depois, pedaços de papelão nas formas mostradas nas **figuras 26** e **27** e os colamos na base do robô da forma mostrada (**figura 28**).

O canudinho que vai servir de bucha para a passagem do eixo das rodas é colocado entre os pedaços de papelão. Deve-se cuidar para que a sua fixação seja tal que não impeça o movimento das rodas e que não fique nenhum jogo.

Nas extremidades do eixo são colocados dois pedacinhos de capa de fio (que podem ser aproveitados do cabo - veja parte elétrica) para impedir que ele escape. A **figura 29** mostra esta fase da montagem.

e) Preparação da base articulada e fixação do motor

Os motores são fixados na base articulada, que no nosso caso é a

Figura 18 - Caixas de CDs.



Figura 20 - Furando o chassi.

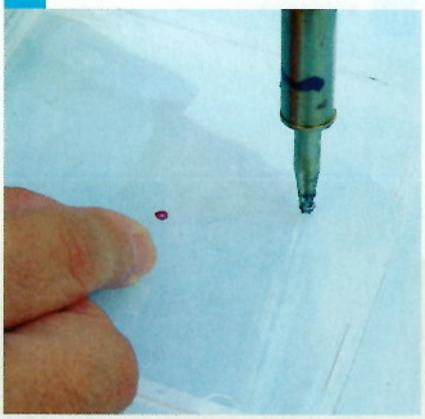


Figura 21 - Inserindo chapa de metal.

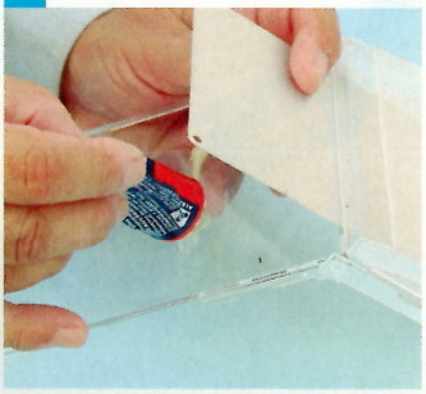
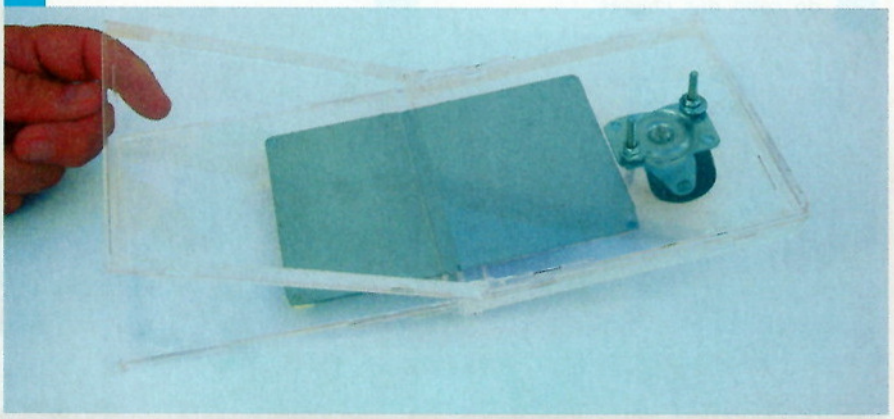


Figura 19 - Roda livre.



Figura 22 - Chassi com a roda livre.



tampa móvel da caixa de CD, de modo que eles tenham apenas os eixos apoiados nas rodas propulsoras. A pressão do eixo sobre as rodas propulsoras é garantida por um elástico, conforme mostram as fotos (**figuras 30** e **31**).

Um ponto importante, ao se colar o motor é que eles devem ser alinhados com as rodas CDs de modo que seus eixos se apoiem exatamente sobre elas, sem o perigo de escapar. Observe que no eixo de cada motor colocamos um "prolongador" que nada mais é do que um pedacinho de tubo de tinta de caneta esferográfica vazia.

Esse sistema tem a vantagem de não forçar o motor, mesmo em função de balanços da roda devidos a desalinhamentos ou excentricidade, como também de evitar travamentos ou mesmo problemas, caso o robô venha travar num combate. O motor irá girar em falso sem perigo de haver uma sobrecorrente capaz de causar sua queima.

Essa parte articulada terá o local para se colocar um parafuso com porca para prender o elástico. O furo para esse parafuso, é feito com o soldador.

Na parte inferior não articulada do CD fazemos outro furo, onde um novo parafuso prenderá a outra extremidade do elástico (ver **figura 31**).

Para evitar puxões do fio, que podem rompê-lo ou fazer com que se soltem dos motores, o cabo pode ser preso ao conjunto com a ajuda de uma braçadeira, ou outro recurso equivalente.

f) Armas e balão

As armas consistem em agulhas de tricô ou de costura de no máximo 10 cm de comprimento, que podem ser fixadas em um anteparo na parte frontal, conforme mostra a **figuras 32** a **34**.

Será importante, caso, o robô seja manuseado por estudantes, que no transporte as agulhas fiquem protegidas com canudinhos plásticos para evitar acidentes.

No robô original usamos 3 agulhas, mas existe a possibilidade de se usar mais e que estas possam ser fixadas em outras posições além da indicada. Duas na frente e duas nas laterais, por exemplo.

O balão deverá ser fixado no centro do robô de modo a ficar voltado para trás (**figura 35**).

Note na **figura 36**, um exemplar de caixa de controle.

Teste final de funcionamento

O teste final de funcionamento consiste em verificar se o robô se move corretamente nas direções desejadas e com boa agilidade. Deve-se ter atenção para com o motor, verificando se o eixo não escapa du-

Figura 23 - Fazendo um "pneu" com a fita isolante.

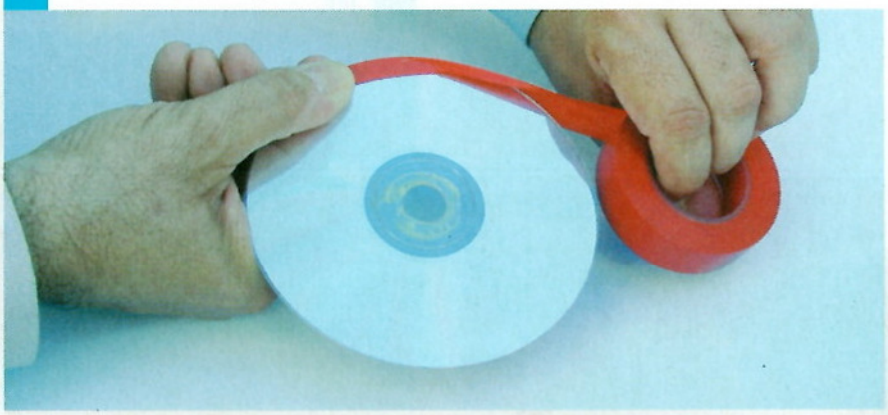


Figura 24 - Colando uma roda de brinquedo no CD.



Figura 25 - Rodas e eixos do ROBCOM.



Figura 26 - Material para a fixação das rodas.

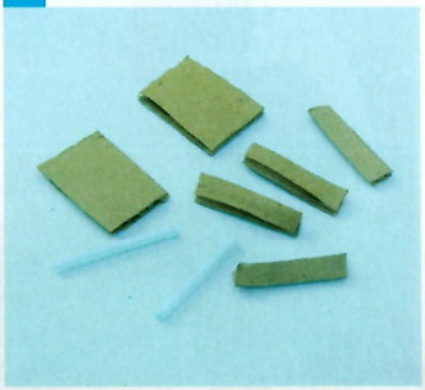
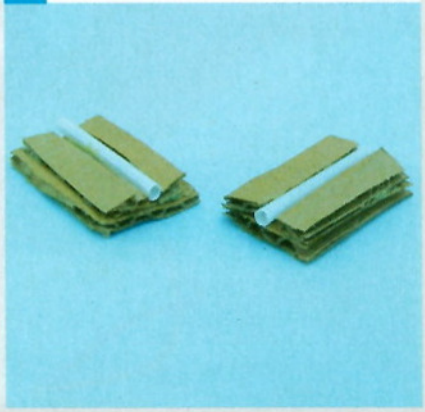


Figura 27 - Peças de fixação.



rante o movimento ou se ele não trava.

TREINO E COMPETIÇÃO

Evidentemente, antes de partir para uma competição, os operadores dos robôs devem passar por um bom treino que lhes garanta total controle sobre todos os movimentos.

A competição é realizada numa arena formada por 4 sarrafos de 3 metros de comprimento ou próximo disso.

Em uma primeira possibilidade os robôs são colocados dois a dois e fazem uma luta simples onde um deve estourar o balão do outro. Aquele que tiver o balão estourado é desclassificado, ficando o outro para a luta seguinte. Com eliminatórias simples, pode-se chegar ao grande campeão.

No final do combate, os competidores poderão ser divididos em dois times cada qual com balões de uma cor.

Num processo de "mata-mata", ganhará a competição o time que ficar com um ou mais balões intactos da mesma cor.

Figura 28 - Peças de fixação das rodas coladas do chassi.

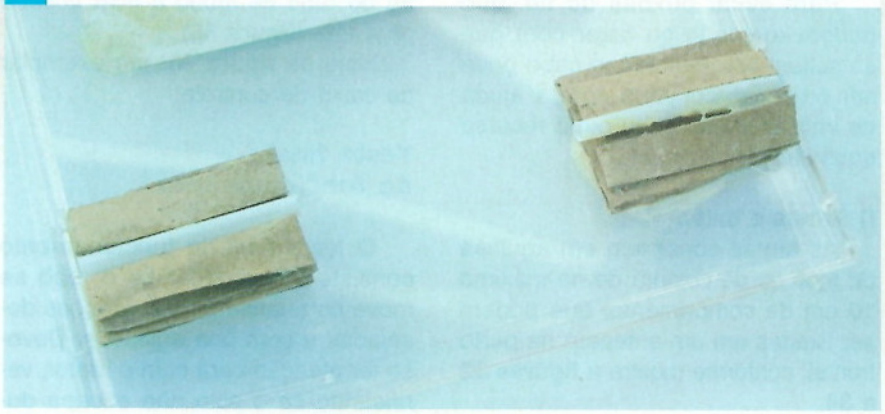


Figura 29 - Fixando as rodas.

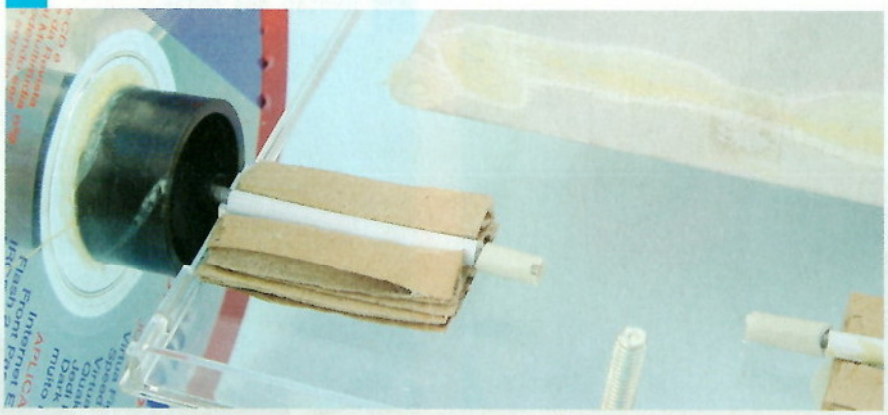


Figura 30 - Colando os motores.

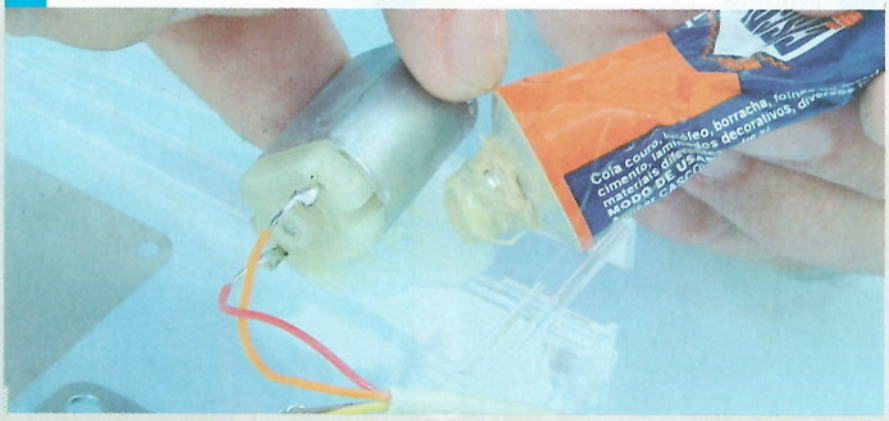


Figura 31 - Colocação do elástico.

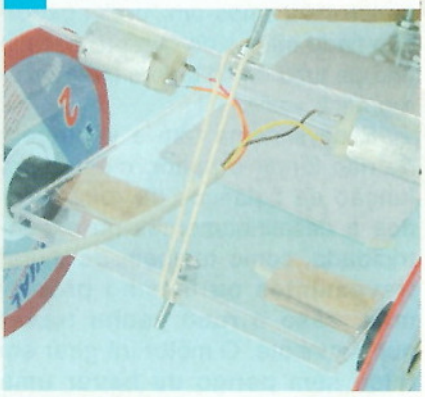


Figura 32 - Anteparo de papelão.

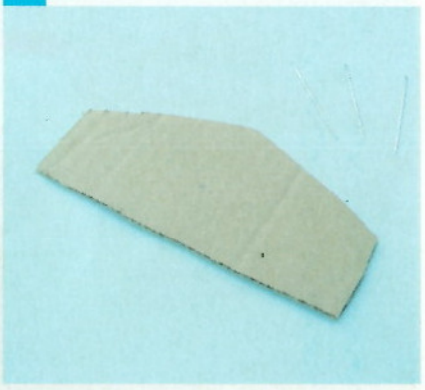
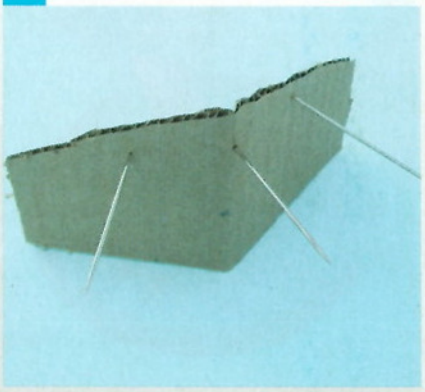


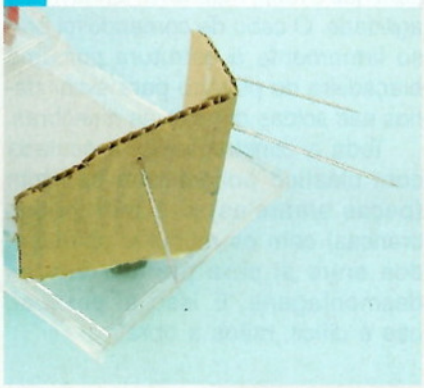
Figura 33 - Agulhas fixadas ao anteparo.



OUTRA COMPETIÇÃO

Uma outra competição que pode ser realizada com os robôs para medir a habilidade no controle é uma corrida de obstáculos em onde competidor tem que dirigir seu veículo por entre cones sem bater. Cada um terá o tempo cronometrado e vencerá aquele que fizer o percurso em menor tempo e com menos faltas.

Figura 34 - Armas fixadas no chassi.

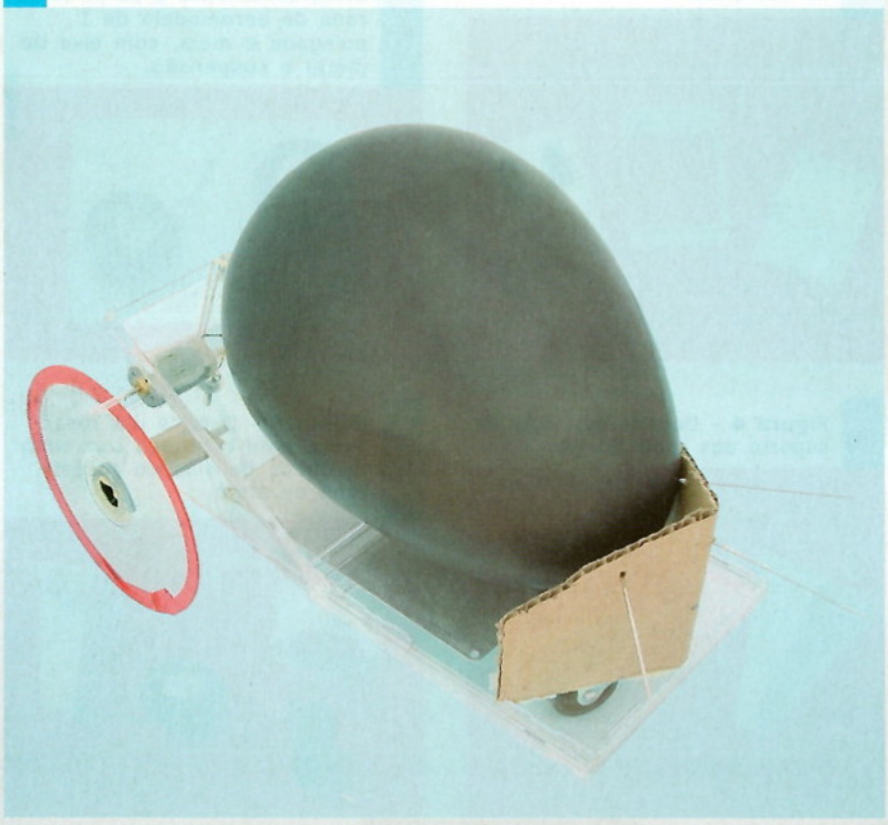


PCNs – AGREGANDO VALOR AO CURRÍCULO DO ENSINO MÉDIO E FUNDAMENTAL

Uma das exigências do ensino moderno é justamente agregar tecnologia ao aprendizado das disciplinas tradicionais. A possibilidade de se fazer isso com material simples e de baixo custo, somando-se ainda o desenvolvimento das habilidades manuais (com ênfase à coordenação motora fina), é algo extremamente atraente. Assim, a inclusão de um projeto como esse pode ser facilmente incluída no ensino de diversos temas curriculares importantes ligados a Ciência (do ensino fundamental) e Física (do ensino médio) com destaque para os seguintes temas:

- Funcionamento do motor elétrico;
- Circuito elétrico simples e inversão do sentido de circulação da corrente;
- Velocidade e movimento;
- Transmissão de movimento;
- Conceito de redução de velocidade e aumento de torque - redução;
- Inércia;
- Estratégia e controle;
- Conversão de energia (elétrica em mecânica).

Figura 35 - ROBCOM pronto.



Lista de componentes

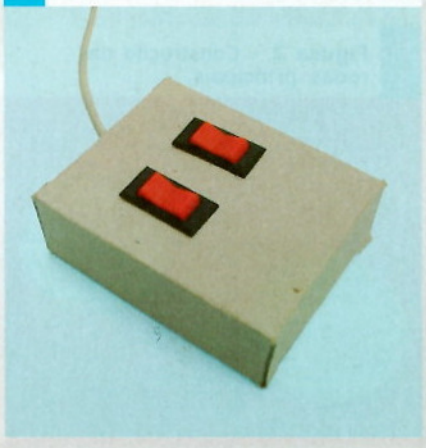
Para a parte elétrica

M_1, M_2 - Motores de corrente contínua de 6 V (Mabuchi ou equivalente) - Observação: os dois motores devem ser iguais
S_1, S_2 - Chaves de 2 pólos x 3 posições - de contato momentâneo
B_1 - 4 pilhas pequenas
Diversos - 3 metros de cabo 4 x 24 AWG, 1 metro de fio comum, suporte de 4 pilhas, solda, etc.

Para a parte mecânica

1 base de madeira, plástico (caixa de CD) ou papelão
1 caixa de CD
2 CDs
1 roda livre (de cadeira)
Papelão grosso
canudinho de refresco
Rodinha e eixo de carrinho de brinquedo de até 3 cm de diâmetro
quatro agulhas de até 4 cm de comprimento
1 balão de borracha elástico
Parafusos e porcas de 1" x 1/4" ou 3/4" x 1/8"

Figura 36 - Caixa de controle.



A estrutura de plástico do ROBCOM

José Francci Júnior

No projeto do robô de competição procuramos seguir o conhecimento de estruturas modulares reutilizáveis, portanto, criamos um módulo motriz em forma de caixa contendo os motores e mais o espaço livre para, eventualmente, acomodar caixas de pilhas ou baterias.

As duas rodas livres em eixos de metal estão fixadas a estruturas tipo viga "T" invertidas que também poderão ser utilizadas em projetos futuros. Optamos por duas rodas livres para explorar ao máximo a mobilidade do conjunto, é possível executar giros de 360° com os motores invertidos sem que o robô saia do lugar.

As peças exclusivas a esse projeto são o escudo de proteção da bexiga e a lança com os agulhões; foram construídas com ênfase na resistência, pois sofrem impactos durante o combate e devem permanecer íntegras.

As chaves e as pilhas foram instaladas na caixa de comando construída em chapa de plástico poliestireno de 2 mm. Resolvemos deixar as pilhas na caixa de comando para que o robô, mais leve, tenha maior agilidade. O cabo de comando foi preso firmemente à estrutura por uma braçadeira de plástico para evitar danos nas soldas durante as manobras.

Toda a construção foi executada com plástico poliestireno de 1mm (peças amarelas) e 2 mm (peças brancas) com os módulos parafusados entre si para permitir futuras desmontagens. É isso aí pessoal, não é difícil, mãos à obra!

Figura 1 - Construção do módulo motriz.

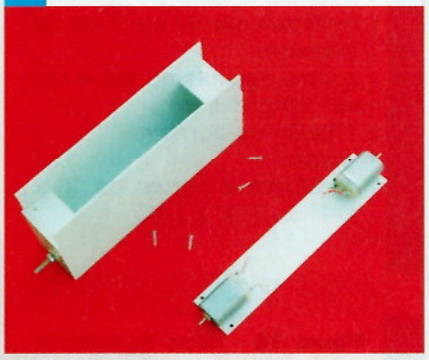


Figura 2 - Construção das rodas principais.

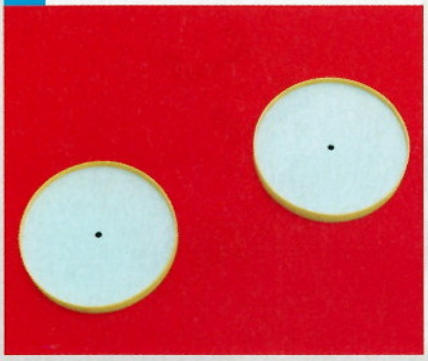


Figura 3 - Construção da caixa de comando.

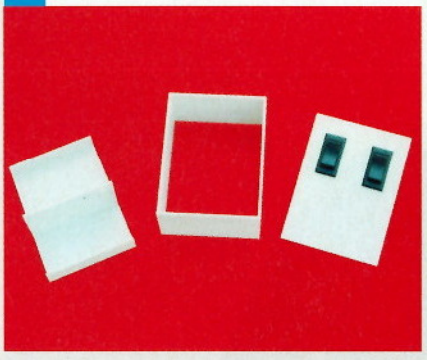


Figura 4 - Detalhe das vigas de suporte das rodas livres.

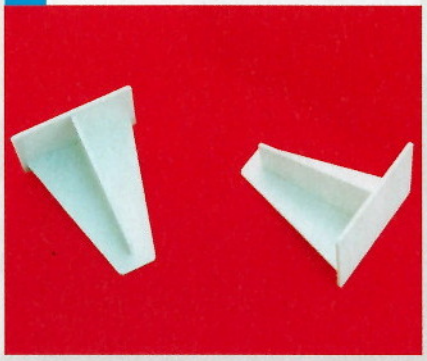


Figura 5 - Detalhe das rodas livres construídas a partir de roda de aeromodelo de 1 polegada e meia, com eixo de metal e suspensão.

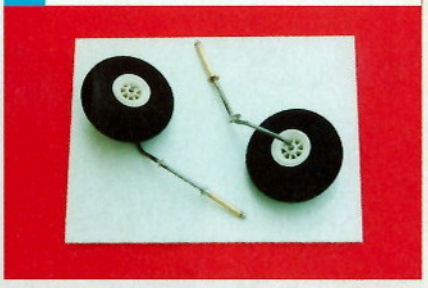


Figura 6 - Detalhe das rodas livres, note o reforço com cinta de chapa de plástico poliestireno de 1mm.

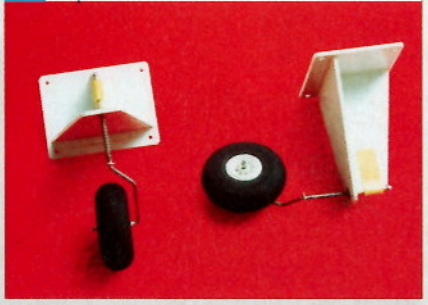


Figura 7 - Chassi completo do robô de competição.



Figura 8 - Detalhe da braçadeira de plástico que fixa o cabo de comando no chassi

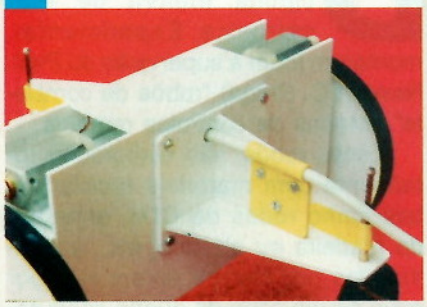


Figura 9 - Construção do escudo de proteção da bexiga.



Figura 10 - Detalhe da construção da lança; note que os agulhões foram fixados com massa epóxi.

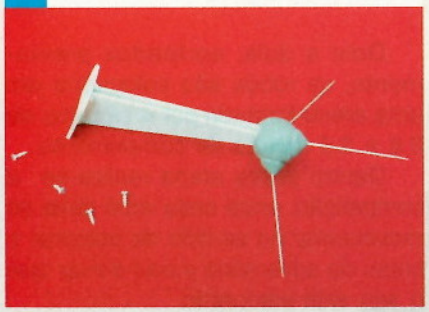


Figura 11 - O conjunto escudo e lança.

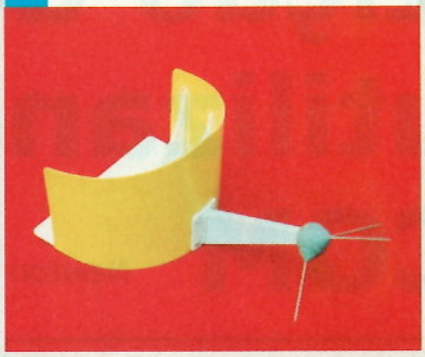


Figura 12 - Detalhe da instalação da caixa de comando. O cabo de comando foi fixado à caixa com cola de silicone.



Figura 13 - Caixa de comando completa.



Figura 14 - Robô de competição completo sem pintura.

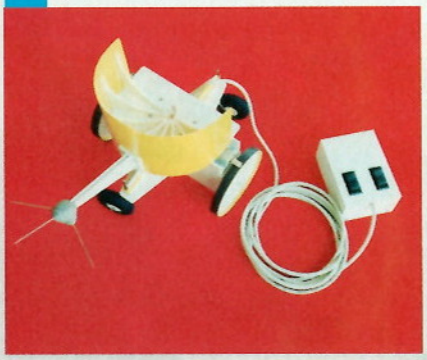


Figura 15 - Robô de competição completo sem pintura (II).

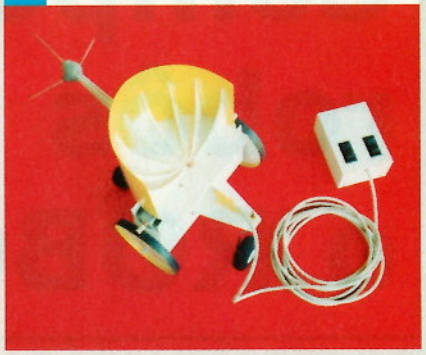


Figura 18 - Robô de competição completo pintado.



Figura 17 - Detalhes do robô de competição (I).

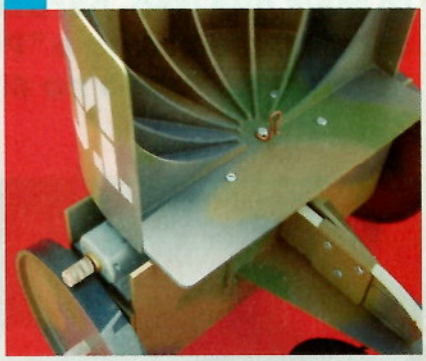
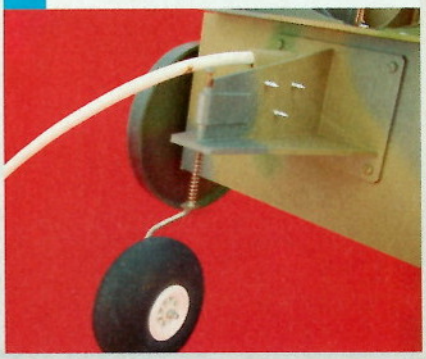


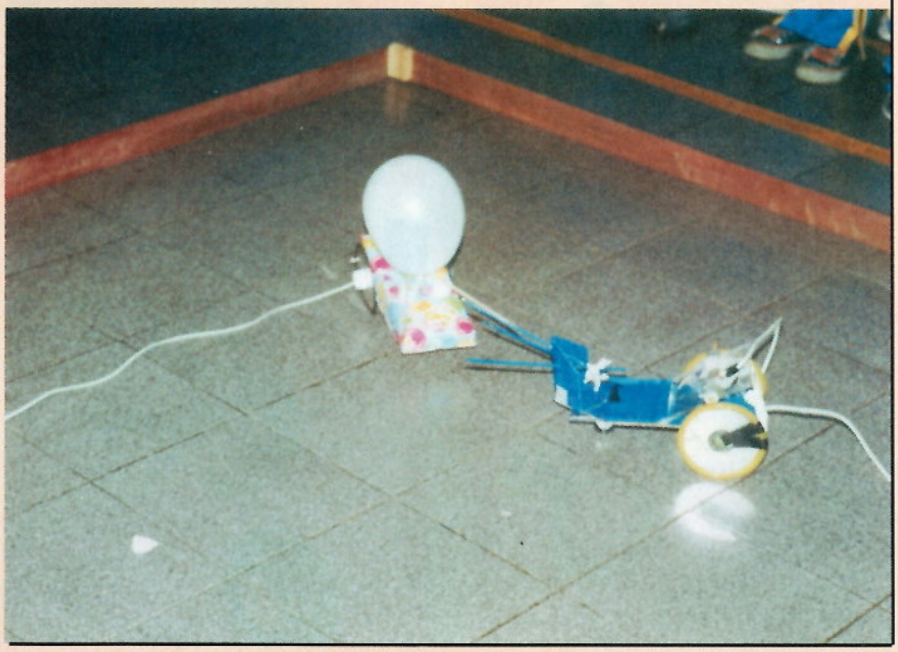
Figura 16 - Detalhes do robô de competição (II).



Competição de robôs utilizando o ROBCOM

Newton C. Braga

A Robótica e a Mecatrônica não se ensinam simplesmente com o manuseio de braços mecânicos prontos a partir de computadores. Elas são ensinadas com os componentes básicos com os quais são montados robôs, dispositivos mecatrônicos e automatismos, que são manuseados um a um desenvolvendo habilidades, percepção e idéia de conjunto. No "Colégio Mater Amabilis", de Guarulhos, essa abordagem é adotada há mais de 3 anos. Montando robôs e veículos mecatrônicos com as próprias mãos, os alunos desenvolvem suas habilidades, descobrem vocações e, muito mais que isso, participam de emocionantes competições como a "Primeira Competição de Robôs", realizada no dia 12 de novembro de 2002.



OS ROBÔS DE COMPETIÇÃO

Durante o segundo semestre de 2002, os alunos da disciplina eletiva de Mecatrônica Experimental, montaram (com a supervisão do Prof. Newton C. Braga) "robôs de combate" dotados de controles remotos.

Esses robôs, são elaborados totalmente com materiais reciclados, tais como rodas de CDs, armação de madeira ou plástico, etc., e controlados por chaves reversíveis por meio de um cabo de quatro condutores. Observe a **figura 1**.

Através do controle remoto, o robô pode realizar todos os movimentos possíveis como: ir para frente ou para trás em linha reta, ou ainda girar para esquerda ou direita, ré ou para frente. Como armas, cada um carrega três hastes frontais com alfinetes ou agulhas, e na parte central um balão de borracha.

A propulsão é realizada por dois motores DC cujas ligações do controle e cabo consistem de uma tarefa importante para se entender como comutar motores a partir de lógica.

A COMPETIÇÃO

Dois a dois, sorteados previamente, os robôs são colocados em uma arena formada por 4 sarrafos de 2,8 a 3,0 metros de comprimento.

Dentro dessa arena realiza-se a competição, onde cada robô deve se movimentar no sentido de estourar o balão do adversário e não deixar que o seu seja estourado.

Figura 1 - Detalhe dos robôs preparados para a competição na arena.

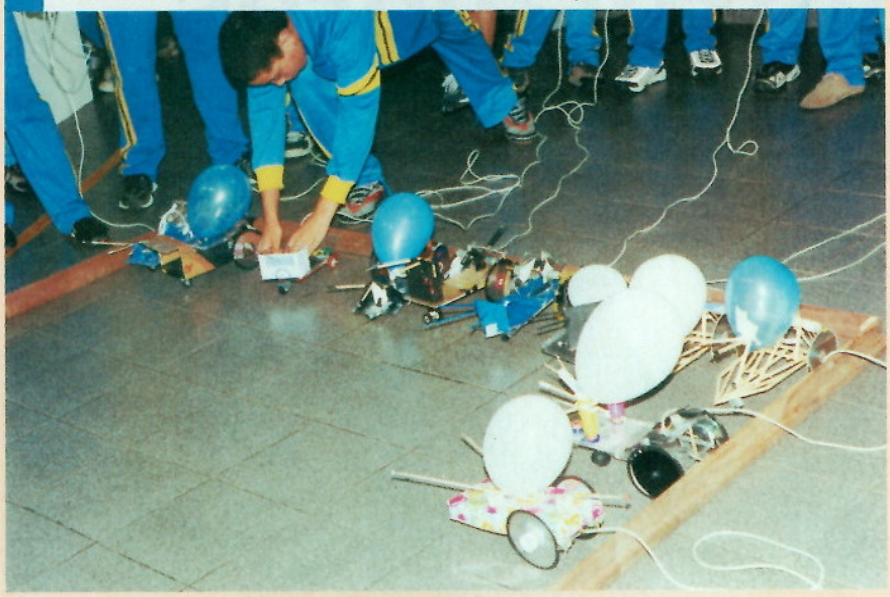


Figura 2 - Vitória do robô de balão .



Figura 3 - Vencedores da 1ª Competição de Robôs.



Os movimentos rápidos de vai-vém similares a dança de um lutador de boxe, tornam o combate emocionante.

Na **figura 2** temos o momento exato em que o competidor de balão branco estoura o balão do adversário.

Veja no artigo prático desta edição como montar o robô de competição.

OS VENCEDORES

A partir de eliminatórias simples chega-se aos dois combates finais, o primeiro decidindo as medalhas de ouro e prata, e o segundo a medalha de bronze.

Na **figura 3** temos o vencedores da Primeira Competição de Robôs do "Mater Amabilis".

Vencedores: Erik Halex Barone dos Santos e Pedro Pio Campregher Augusto - **medalha de ouro**.

Medalha de Prata: Roni Kinji Sato

Medalha de Bronze: Ralf Saleswski e Deigo Dói.

OUTRAS VARIAÇÕES DE COMBATE

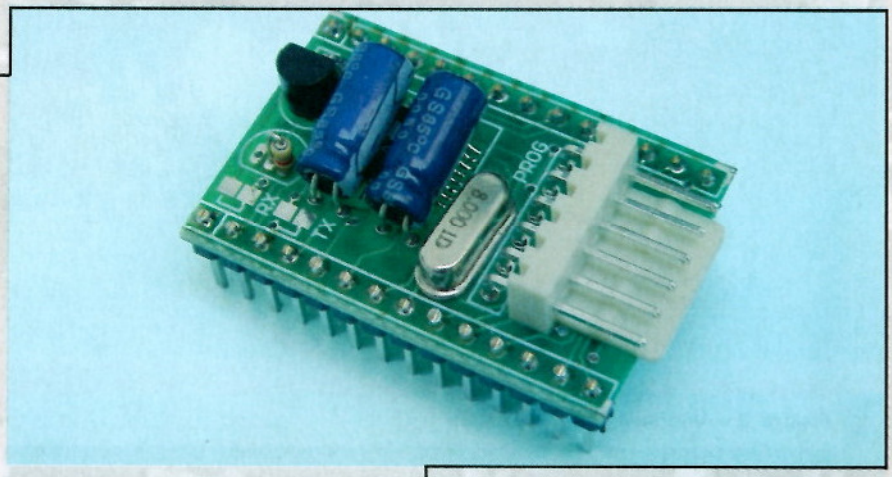
Uma idéia interessante consiste em se fazer uma "Competição Final", onde metade dos robôs devem carregar balões de uma cor e a outra metade de outra, formando assim os times. Com a ordem dada, cada time deve destruir os balões dos adversários, saindo vencedor o grupo que terminar com pelo menos um balão intacto.

Figura 4 - Alunos da eletiva Mecatrônica Experimental, do Mater Amabilis, dando retoques finais na montagem de seus robôs.



Microcontroladores "Embedded"

Márcio José Soares



Os microcontroladores permitem uma sensível otimização de um circuito. É fato que com um único microcontrolador pode-se simplificar, e muito um circuito lógico. Porém, realizar um projeto com um microcontrolador, às vezes, também não é uma tarefa fácil. É necessário o conhecimento da operação do mesmo, o uso dos seus pinos, registradores, "clock", "reset", etc. Pensando nisso, muitos fabricantes de produtos eletrônicos desenvolveram algumas soluções muito inteligentes. São os microcontroladores "Embedded".

MICROCONTROLADORES "EMBEDDED"

Estes "microcontroladores" foram desenvolvidos para facilitar o aprendizado dos microcontroladores. Na sua maioria, eles fornecem uma gama muito boa de soluções. O usuário não precisa se preocupar com "clock", "reset", memórias externas, desenvolvimento do circuito para uso do microcontrolador, gravadores, etc. Tudo isso é fornecido pronto para uso em pequenas "placas", que podem ser agregadas aos nossos projetos como se fossem microcontroladores "puros". E a grande maioria possui memória de programa EEPROM ou *Flash*, que permite utilizá-los várias vezes e em diversos projetos diferentes.

Uma outra vantagem, sem dúvida, é o fato de não necessitarem de gravadores especiais. Em sua maioria este "microcontroladores" são gravados através de cabos ligados à porta paralela ou serial de microcomputadores PC comuns. Estes cabos podem ser montados pelo próprio usuário, pois não oferecem maiores dificuldades. Muitos fabricantes também fornecem os cabos já prontos.

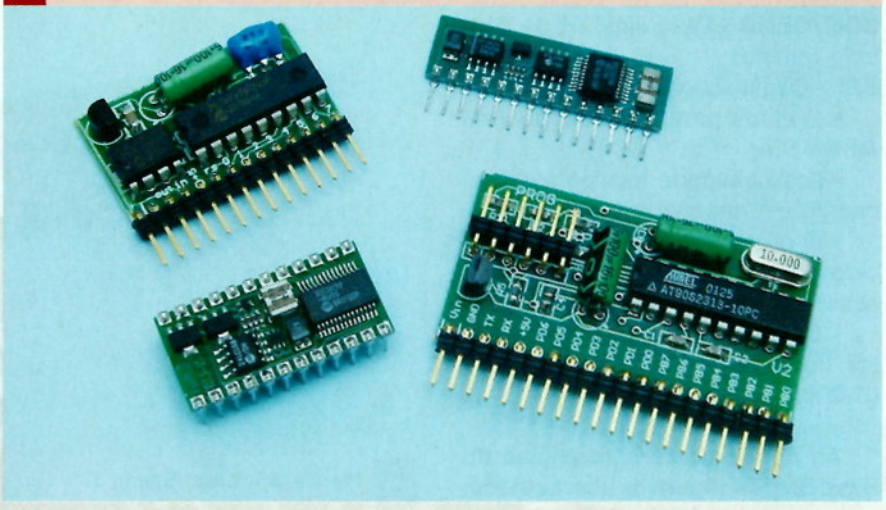
As linguagens adotadas também trazem vantagens. Na sua maior parte, são de fácil aprendizado e com uma série de comandos úteis à vida do "projetista/programador" como: controle PWM, controle de servos, *display LCD*, controle de nível de pino de I/O, controle de botões (chaves), RS-232 para entrada ou saída, "I^2C", etc.

Existem, porém, algumas desvantagens, como: custo (quanto mais complexos, mais caros eles são), pequeno espaço de memória (os programas não podem ser muito grandes em alguns modelos), poucos pinos de I/O disponíveis e baixas velocidades de *clock* (instruções por minuto) entre as principais.

Mas isso não inviabiliza o seu uso em pequenos, médios e grandes projetos. Pelo contrário, estes "pequenos notáveis" têm aplicação em muitos projetos e a facilidade/velocidade de desenvolvimento obtida com os mesmos justificam sua utilização.

Descreveremos, agora, alguns microcontroladores "embedded" encontrados no mercado para trazer até o leitor mais conhecimentos na área. Na **figura 1** mostramos alguns exemplares.

Figura 1 - Microcontroladores "Embedded".



BASIC STEP'S

O *Basic Step* é fabricado pela indústria nacional Tato Equipamentos Eletrônicos Ltda., e apresenta uma família para várias soluções. Dentre estas, destacamos o Basic Step 1 e o *Basic Step 2K* já utilizados em alguns projetos apresentados nesta Revista, e também o *Basic Step 4K*.

As principais características do *Basic Step 1* (**figura 2**), são:

- encapsulamento SIP (módulo de 14 pinos em linha);
- 8 linhas de I/O bidirecionais programáveis independentemente;
- 256 *bytes* de memória de programa EEPROM;
- 80 a 100 linhas de instruções máximas;
- 16 *bytes* de memória RAM (2 para I/O's e 14 para variáveis);
- *clock* de 4 MHz (2.000 instruções por segundo);
- comunicação RS-232 até 2400 bps em qualquer pino;
- faixa de alimentação: de $5V_{dc}$ a $15V_{DC}$ máximos;
- usa interpretador TBASIC (Windows), com comandos em inglês e português;
- possui suporte técnico nacional com fórum em língua portuguesa;
- o programa TBASIC, assim como exemplos de uso, são fornecidos gratuitamente pelo fabricante;
- compatível com o *Basic Stamp I* da Parallax Inc;
- custo: R$65,00 (tomada de preço feita em 31/07/2002).

Obs.: O *Basic Step 1*, atualmente, é alvo de uma série de matérias na revista Mecatrônica Fácil, explicando seu uso com detalhes e pequenos projetos.

As principais características do *Basic Step 2K* (**figura 3**) são:

- encapsulamento SIP (20 pinos em linha);
- possui 15 linhas de I/O programáveis independentemente;
- 2048 bytes de memória de programa FLASH;
- 128 bytes de memória RAM;
- 128 bytes de memória EEPROM para dados;
- *clock* de 10 MHz (10 MIPS);
- comunicação RS-232 até 115 Kbps em qualquer pino;
- faixa de alimentação: de $5V_{DC}$ a 15 V_{DC} máximos;
- Utiliza linguagem *basic* compilada de grande velocidade (BASCOM), que permite a simulação de programas;
- Comandos especiais:

1WIRE - Comunicação 1WIRE;
I²C - Comunicação I²C;
SERVO - Controle de servos;
DTMFOUT - Gera sinais DTMS;
GETATKDB - Lê teclado de PC;
GETKBD - Lê teclado matricial;
GETRC - Lê um potenciômetro;
GETRC5 - Lê um sinal de IR;
LCD - Escreve no *display* LCD;
INT - Rotinas de interrupção;
POWERDOWN e POWERSAVE - Economia de energia;

Figura 2 - Basic Step 1.

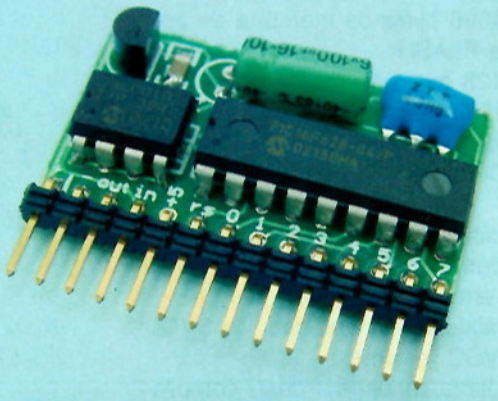
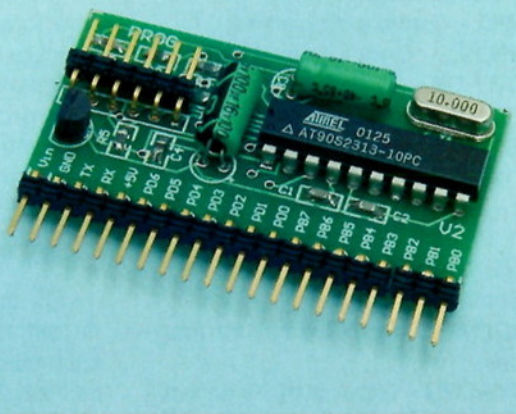


Figura 3 - Basic Step 2K.



READMAGCARD - Lê cartão magnético;
SONYSEND - Gera sinal IR de controle remoto;
SPI - Comunicação SPI.
• 2 pinos para interrupção *real time;*
• possui suporte técnico nacional com fórum em língua portuguesa;
• O programa BASCOM é fornecido gratuitamente pelo fabricante, assim como programas-exemplos;
• Custo: R$95,00 já com impostos (tomada de preço feita em 31/07/2002).

As principais características do Basic Step 4K (**figura** da abertura) são:
• encapsulamento DIP (28 pinos em linha)
• possui 20 linhas de I/O programáveis independentemente;
• 4096 *bytes* de memória de programa FLASH
• 128 *bytes* de memória RAM
• 256 *bytes* de memória EEPROM para dados;
• Conversor A/D de 6 canais e 10 bits;
• *clock* de 8 MHz (8 MIPS);
• comunicação RS-232 até 115 Kbps em qualquer pino;
• faixa de alimentação: de 5VDC a 15 VDC máximos;
• Utiliza linguagem *basic* compilada de grande velocidade (BASCOM) que permite a simulação de programas;
• Comandos especiais:
1WIRE - Comunicação 1WIRE;
I²C - Comunicação I²C;
SERVO - Controle de servos;
DTMFOUT - Gera sinais DTMS;
GETATKDB - Lê teclado de PC;
GETKBD - Lê teclado matricial;
GETRC - Lê um potenciômetro;
GETRC5 - Lê um sinal de IR;
LCD - Escreve no *display* LCD;
INT - Rotinas de interrupção;
POWERDOWN e POWERSAVE - Economia de energia;
READMAGCARD - Lê cartão magnético;
SONYSEND - Gera sinal IR de controle remoto;
SPI - Comunicação SPI.
• 2 pinos para interrupção *real time;*
• possui suporte técnico nacional com fórum em língua portuguesa.
• Custo: R$365,00 já com impostos referentes a 1 módulo STEP 4K mais o compilador BASCOM registrado para STEP 4K e STEP 8K (tomada de preço feita em 31/07/2002).

Figura 4 - Basic Stamp I.

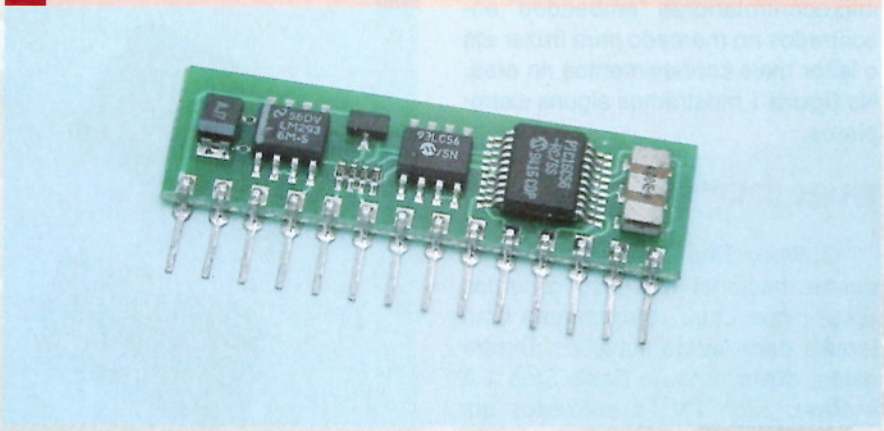
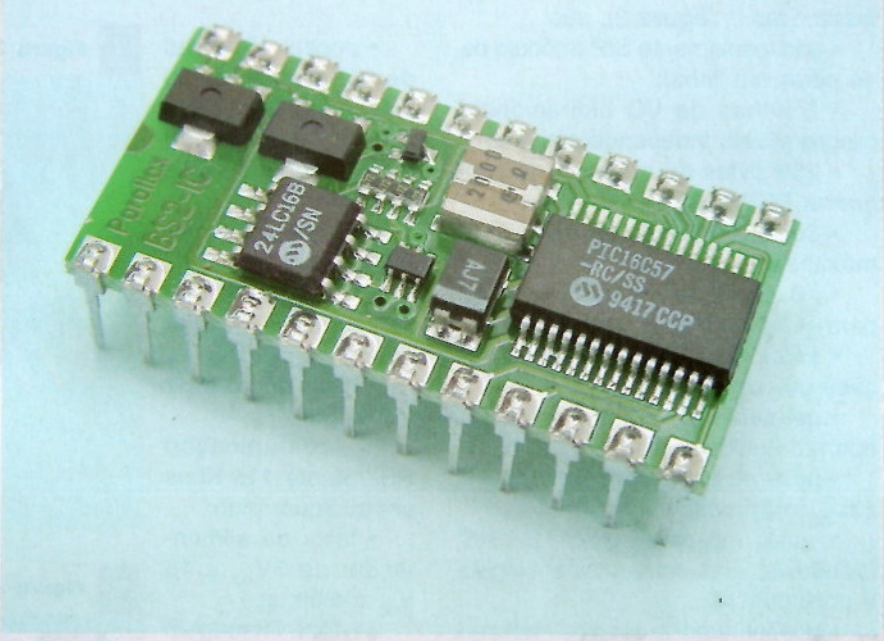


Figura 5 - Basic Stamp II



BASIC STAMP'S

Os microcontroladores *Stamp's* da empresa Parallax também possui muitas versões para variadas soluções. Dentre estas, podemos destacar o *Stamp I* e também o *Stamp II* apresentados nas **figuras 4** e **5**, respectivamente

Basic Stamp I – características principais:

• encapsulamento SIP (14 pinos em linha);
• possui 8 linhas de I/O programáveis independentemente;
• 256 *bytes* de memória de programa EEPROM;
• 80 a 100 linhas de instruções máximas;
• 16 *bytes* de memória RAM (2 para I/O's e 14 para variáveis);
• *clock* de 4 MHz (2.000 instruções por segundo);
• permite comunicação RS-232 até 2400 bps em qualquer pino;
• faixa de alimentação: de 5 VDC a 15 VDC máximos;
• utiliza interpretador PBASIC (DOS) com instruções em inglês;

- o programa PBASIC é fornecido gratuitamente pelo fabricante;
- possui suporte técnico através de listas de debates na Internet, a maioria em língua inglesa;
- Seu custo é de aproximadamente US$35,00 no mercado exterior, sem as taxas de importação;

Basic Stamp II

- encapsulamento DIP (24 pinos em duas filas);
- possui 16 linhas de I/O programáveis independentemente;
- 2048 bytes de memória de programa EEPROM;
- 32 bytes de memória RAM (6 para I/O's e 26 para variáveis);
- *clock* de 20 MHz (4.000 instruções por segundo);
- permite comunicação RS232 até 9600 bps em qualquer pino;
- faixa de alimentação: de 5Vdc a 15VDC máximos;
- utiliza interpretador PBASIC II (DOS ou Windows) com instruções em inglês;
- o interpretador PBASIC II é fornecido gratuitamente pelo fabricante;
- possui suporte técnico através de listas de debates na Internet, a maioria em língua inglesa.;
- Seu custo é de aproximadamente US$50,00 no mercado exterior, sem as taxas de importação.

BASIC X

O microcontrolador *BasicX* da empresa NetMedia, é outro microcontrolador "embedded" e pode ser visto na **figura 6**.

Suas características são:

- encapsulamento DIP (24 pinos em 2 filas);
- 21 pinos de I/O (16 de uso comum, 2 para comunicação serial);
- 8 entradas para A/D de 10 bits
- relógio de tempo real;
- 32K de memória de programa EEPROM (que pode ser utilizada para programa ou dados);
- 400 *bytes* de memória RAM;
- 65.000 instruções por segundo;
- comandos "multi-task";
- faixa de alimentação: de 5 VDC a 15 VDC máximos;
- permite comunicação RS-232 até 19200 bps em qualquer pino e até 460,8 Kbps através de um pino com buffer de alta velocidade;
- utiliza compilador BasicX de alta velocidade, fornecido gratuitamente pelo fabricante. Esta linguagem aproxima-se muito do Visual Basic Microsoft no seu *set* de instruções;
- possui suporte técnico através de listas de debates na Internet, a maioria em língua inglesa;
- Seu custo é de aproximadamente US$55,00 no mercado exterior, sem as taxas de importação e impostos.

OOPic

O nome deste microcontrolador da Savage Innovations, vem de "object-oriented programming" ou "Programação orientada a objeto". Este é o grande diferencial deste microcontrolador. Sua linguagem de programação aproxima-se muito do Visual Basic da Microsoft, não somente nas instruções, mas também no modo de programação "OOP" (Programação Orientada a Objeto). Este microcontrolador pode ser visto na **figura 7**.

Suas principais características são:

- inserido em pequena placa de circuito impresso;
- 31 pinos de I/O programadas independentemente, 4 bits ou 8 bits (1*byte*);
- 4096 *bytes* de memória de programa EEPROM, expansível até 32 *Kbytes*;
- 87 bytes de memória RAM;
- *Clock* de 20 MHz (2.000 instruções por segundo, 100.000 para "Circuitos Virtuais");
- comandos "multi-task";
- permite comunicação RS-232 até 9600 bps em qualquer pino;
- faixa de alimentação: de 5 VDC a 15 VDC máximos;
- Pode ser programado em Basic, C++ ou Java (linguagens comerciais);
- o fabricante fornece gratuitamente o compilador OOPic compatível com Windows 95/98;
- trabalha com linguagens de programação orientadas a objetos;
- possui suporte técnico através de listas de debates na Internet, a maioria em língua inglesa;
- Seu custo é de aproximadamente US$60,00 no mercado exterior, sem as taxas de importação e impostos.

CONCLUSÃO

Estes não são todos os microcontroladores "embedded" presentes atualmente no mercado. Existem muitos outros e uma busca é sempre aconselhável, uma vez que a evolução dos mesmos é uma constante. Sugerimos aos leitores que desejam obter mais informações, consultar os *sites* dos respectivos fabricantes.

Figura 6 - Microcontrolador BasicX 24.

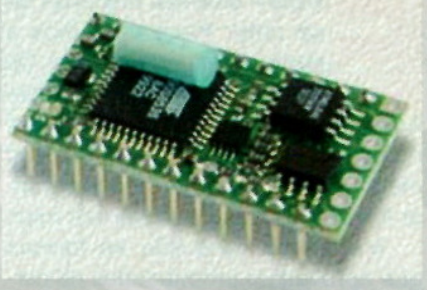
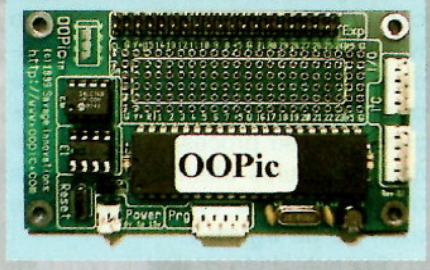


Figura 7 - Microcontrolador OOPic.



Sites sugeridos

Tato Equipamentos Eletrônicos - www.tato.ind.br
Parallax – www.parallaxinc.com
NetMedia – www.basicx.com
Savage Innovations – www.oopic.com

Conheça os solenóides

Newton C. Braga

Utilizados amplamente na indústria, em eletrodomésticos de todos os tipos, em eletrônica embarcada (automotiva, aeronáutica e náutica), além de muitos outros campos onde a eletrônica esteja presente, o solenóide é um dos mais importantes dispositivos eletromecânicos conhecidos. Aprenda, neste artigo, um pouco mais sobre os solenóides e onde eles são empregados.

Existem diversas maneiras de se obter força mecânica a partir da energia elétrica. Os motores elétricos consistem no exemplo mais conhecido disso, nos quais, aproveitando-se o efeito magnético da corrente podemos criar forças capazes de mover um rotor.

Menos comuns são as formas que aproveitam propriedades de certos materiais como, por exemplo, as SMAs (*Shape Alloy Memories*) e os materiais piezoelétricos.

No primeiro caso, podemos fabricar fios de certas ligas, como o Nitinol, que mudam de forma quando percorridas por uma corrente produzindo uma considerável força mecânica nesse processo. Os chamados "músculos elétricos" de robôs utilizam essas fibras, conforme exemplo da **figura 1**.

Por outro lado, materiais com propriedades piezoelétricas como certas cerâmicas, contraem-se ou dilatam-se de algumas partes por milhão quando submetidos a uma tensão elétrica, e nesse processo também podem produzir força mecânica. Com esses materiais podemos elaborar motores piezoelétricos, como o exibido na **figura 2**, que encontra aplicações em eletrônica de precisão, principalmente onde se necessita de um grau de miniaturização extremo.

Figura 1 - Usando um fio SMA como "músculo" de um braço mecânico.

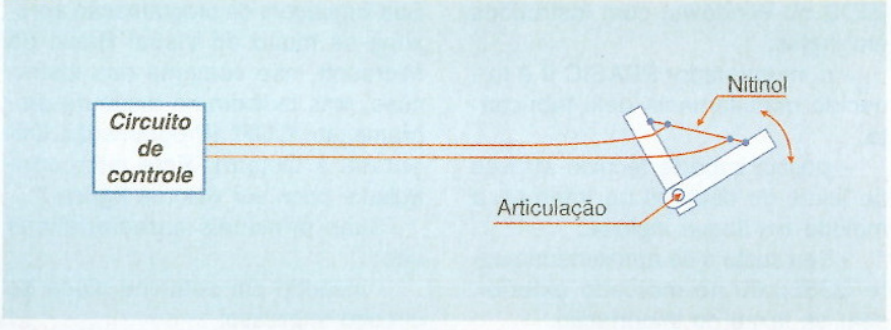


Figura 2 - O movimento oscilatório da cerâmica pode ser usado para girar um eixo.

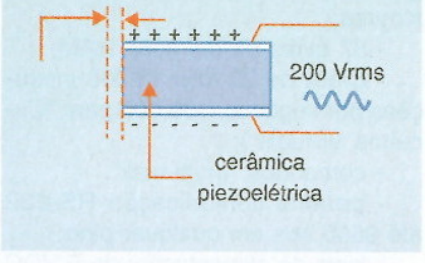
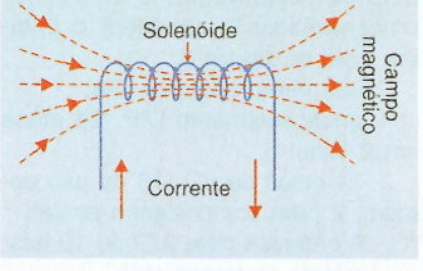


Figura 3 - Campo magnético num solenóide.



Entretanto, baseado no velho princípio da produção da uma força mecânica a partir do campo magnético criado por uma corrente numa bobina, existe um dispositivo de grande utilidade e que é encontrado numa infinidade de aplicações importantes: o solenóide.

É justamente sobre esse dispositivo que vamos discorrer nas próximas linhas deste artigo.

O SOLENÓIDE

Uma bobina cilíndrica com as características mostradas na **figura 3,**

Figura 4 - O solenóide "puxa" para seu interior objetos ferrosos.

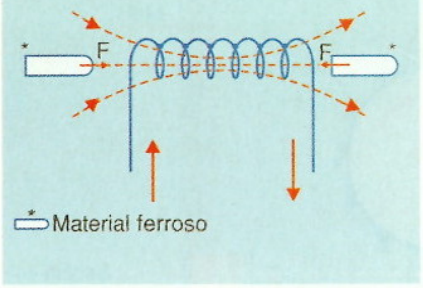


Figura 5 - Um solenóide comum.

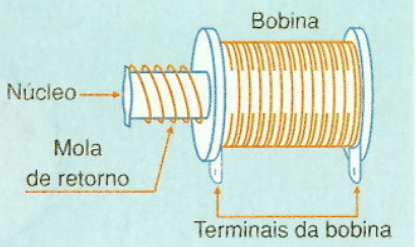
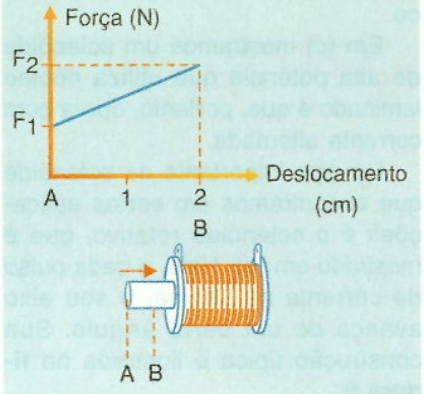


Figura 6 - A força varia com a posição do núcleo.



recebe o nome de solenóide.

Ao ser percorrida por uma corrente, a bobina cria um campo magnético que é mais intenso no seu interior.

A intensidade desse campo depende de diversos fatores como:
a) número de espiras da bobina;
b) intensidade da corrente e existência (ou não) de um núcleo no seu interior.

Observa-se que, se colocarmos nas proximidades de um solenóide um núcleo de material ferroso que concentre as linhas do campo magnético, uma força aparecerá no sentido de puxar esse núcleo para o interior da bobina, conforme ilustra a **figura 4**.

A partir desse fato podemos elaborar dispositivos capazes de produzir força mecânica ao puxar um núcleo, e que justamente são denominados solenóides.

Na **figura 5** temos um exemplo de um solenóide comum.

Quando a bobina está desligada, a mola mantém o núcleo de material ferroso do solenóide fora do núcleo da bobina.

Quando fechamos o circuito e a bobina é percorrida por uma corrente, o campo magnético criado puxa o núcleo para o interior liberando, desta forma, força mecânica.

É fácil perceber que o solenóide só pode realizar um esforço mecânico num percurso relativamente pequeno (que é a distância que ele percorre ao ser puxado).

Um outro fato que deve ser levado em consideração é que, para a construção apresentada, a força não tem a mesma intensidade no percurso realizado pelo núcleo, pois ela aumenta à medida em que ele penetra na bobina, conforme indica a **figura 6**.

Solenóides comuns podem produzir forças que vão de fração de newton (N) até diversos newtons. No entanto, quando se necessita de um puxão ou empurrão numa parte mecânica de algum dispositivo, ele se mostra ideal para essa tarefa.

Na verdade, dependendo do tipo de empurrão ou puxão que se deseja produzir, o solenóide pode ser construído de diversas formas.

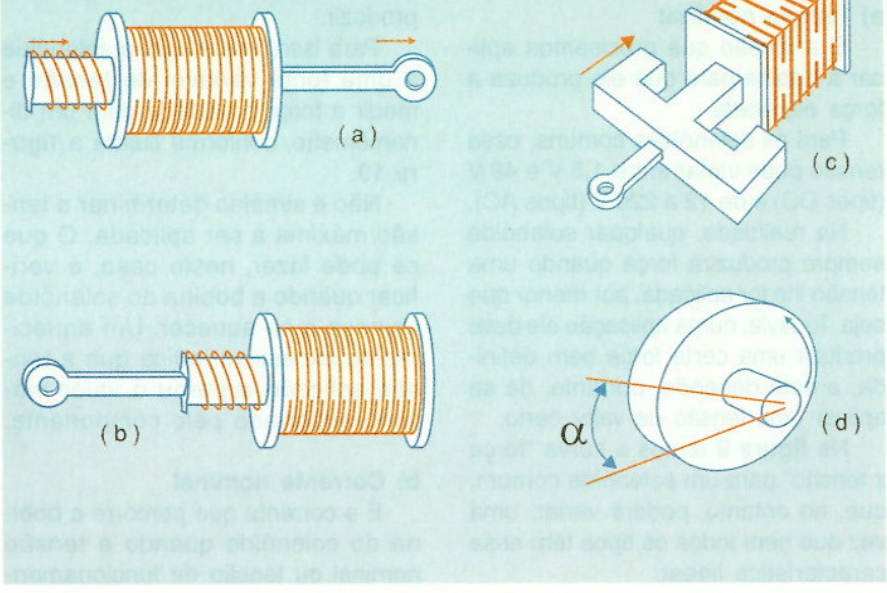
TIPOS DE SOLENÓIDES

Para cada aplicação podemos construir um solenóide com características específicas.

Isso nos leva a uma linha enorme de tipos que são encontrados nas mais diversas aplicações e, dos quais, vamos falar a seguir e que são mostrados na **figura 7**.

Em (a) temos um solenóide com núcleo cilíndrico típico, que empurra

Figura 7 - Tipos comuns de solenóides.



(*push*) alguma coisa quando é ativado. O tipo de solenóide representado em (b) puxa (*pull*) algo quando é energizado e usa um núcleo cilíndrico.

Em (c) mostramos um solenóide de alta potência que utiliza núcleo laminado e que, portanto, opera com corrente alternada.

Um tipo importante de solenóide que encontramos em certas aplicações é o solenóide rotativo, que é mostrado em (d). Nele, a cada pulso de corrente na bobina, o seu eixo avança de um certo ângulo. Sua construção típica é ilustrada na **figura 8**.

Um solenóide desse tipo pode produzir movimento giratório a partir de pulsos de corrente, funcionando como uma espécie de motor. Observe, contudo, que sua ação é unilateral, ou seja, o rotor só pode girar num único sentido.

Outros tipos com construções que são variações dos tipos indicados, podem ser encontrados em muitos equipamentos de uso comum.

CARACTERÍSTICAS

Quando se trabalha com solenóides é preciso saber interpretar suas características ou mesmo descobrí-las, quando elas não são especificadas pelos fabricantes.

Vamos analisá-las e ver como podemos descobrí-las:

a) Tensão nominal

É a tensão que precisamos aplicar à bobina para que ele produza a força esperada.

Para os solenóides comuns, essa tensão pode variar entre 1,5 V e 48 V (tipos DC) e de 12 a 220 V (tipos AC).

Na realidade, qualquer solenóide sempre produzirá força quando uma tensão lhe for aplicada, por menor que seja. Todavia, numa aplicação ele deve produzir uma certa força bem definida, e esta depende, portanto, de se aplicar uma tensão de valor certo.

Na **figura 9** temos a curva "força x tensão" para um solenóide comum, que, no entanto, poderá variar, uma vez que nem todos os tipos têm essa característica linear.

Figura 8 - Um solenóide rotativo "por dentro".

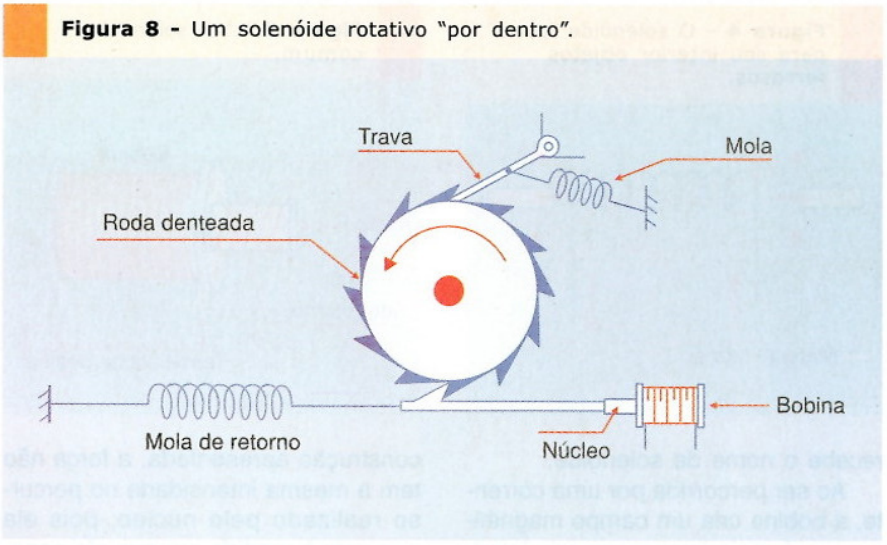
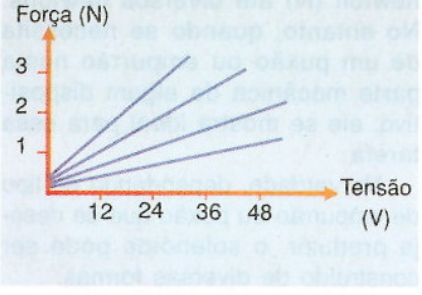


Figura 9 - Curvas típicas de funcionamento de solenóides.



Podemos descobrir a tensão de funcionamento de um solenóide de forma relativamente simples, porém que não leva a resultados absolutamente exatos, a não ser que conheçamos a força que o solenóide deva produzir.

Para isso, basta ligar o solenóide a uma fonte variável de tensão e medir a força produzida com um dinamômetro, conforme ilustra a **figura 10**.

Não é simples determinar a tensão máxima a ser aplicada. O que se pode fazer, neste caso, é verificar quando a bobina do solenóide começa a se aquecer. Um aquecimento excessivo indica que a tensão aplicada superou o valor máximo suportado pelo componente.

b) Corrente nominal

É a corrente que percorre a bobina do solenóide quando a tensão nominal ou tensão de funcionamento é aplicada. Essa corrente varia entre algumas dezenas de miliampères e alguns ampères, dependendo do tamanho, força e aplicação do solenóide.

Se conhecermos previamente a tensão nominal ou tensão de operação normal de um solenóide podemos medir a corrente usando simplesmente um multímetro comum (para solenóides DC). **Na figura 11** indicamos como fazer essa medida.

Se a resistência da bobina do solenóide for conhecida (ou medida), podemos facilmente calcular a corrente nominal usando a Lei de Ohm:

$$I = V/R$$

Onde:

V é a tensão nominal do solenóide (V)

R é a resistência da bobina (ohms)

I é a corrente nominal do solenóide (A).

c) Resistência da bobina

A resistência da bobina de um solenóide determina a intensidade da corrente que o aciona quando a tensão nominal é aplicada (Lei de Ohm). Para os solenóides comuns, pode variar entre alguns ohms e alguns milhares de ohms.

Quando essa resistência não é conhecida, temos duas formas para determiná-la:

A primeira delas é medindo-a diretamente com um multímetro.

A segunda é usando a Lei de Ohm com a tensão e corrente nominais, conforme a fórmula:

$$R = V/I$$

Onde:
R é a resistência da bobina (ohms)
V é a tensão nominal do solenóide (V)
I é a corrente de acionamento (A).

d) Força produzida

Essa é uma característica importante de um solenóide, principalmente para quem faz projetos. Nem sempre essa força é conhecida, e é preciso determiná-la.

Nas especificações dos solenóides, a força é expressa em newtons (N) quando a tensão nominal é aplicada. Em alguns tipos, cuja força não é linear ao longo do percurso do núcleo, ela poderá ser dada na forma de um gráfico.

É possível determinar essa força usando um dinâmometro e um dispositivo formado por uma alavanca, conforme já mostramos na **figura 10**.

A alavanca é indicada para se obter maior precisão, uma vez que os dinamômetros comuns operam segundo a tensão de numa mola, e esta depende do percurso. Com um percurso maior necessário para acionar o dinâmometro, corre-se o risco de fazer a leitura do deslocamento do núcleo e não da força exercida.

Uma balança comum também pode ser usada para se medir esta força; observe a **figura 12**.

Lembre que a força F exercida pelo solenóide será dada por:

$$F = D/d \times Fo$$

Onde:
F é a força exercida pelo solenóide
d é o braço menor da alavanca
D é o braço maior da alavanca
Fo é a força lida no dinamômetro.

e) Dissipação de potência

Quando a tensão nominal é aplicada ao solenóide, a intensidade da corrente que o percorre é determinada pela sua resistência ôhmica (nos solenóides de CA pela impedância). Ocorre então a produção de calor, que deve ser dissipado.

Se esse calor não for dissipado, corre-se o risco de um superaquecimento que acabará por queimar o componente.

A potência máxima que um solenóide pode dissipar é normalmente especificada, e pode ser até maior do que a que ele geralmente produz na operação usual. Isso permite que em aplicações onde ele opere por curtos intervalos de tempo (pulsos), uma tensão maior seja usada.

Podemos calcular a quantidade de calor dissipada por um solenóide se conhecermos a tensão e a corrente, aplicando a Lei de Joule:

$$P = V \times I$$

Onde:
P é a potência dissipada (W)
V é a tensão aplicada (V) e I é a corrente nominal (A).

Figura 10 - Medindo a força de um solenóide.

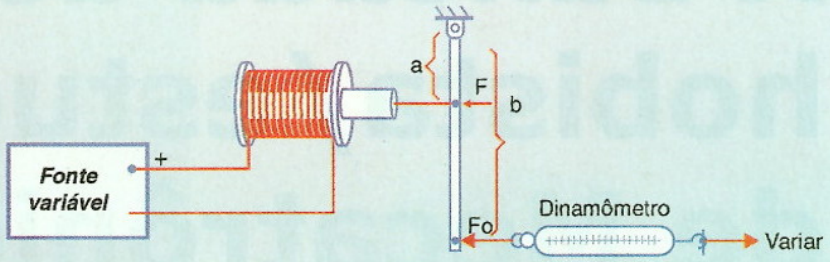


Figura 11 - Medindo a resistência da bobina de um solenóide.

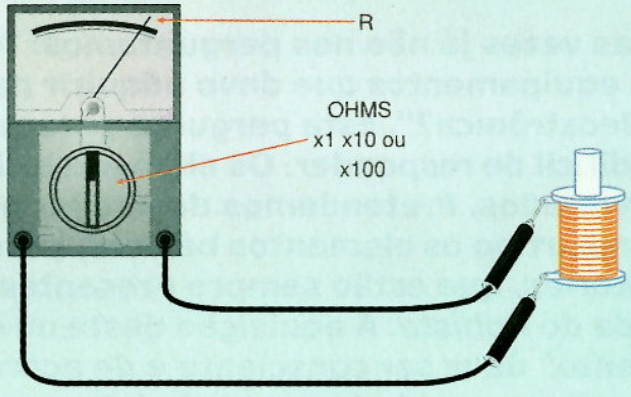
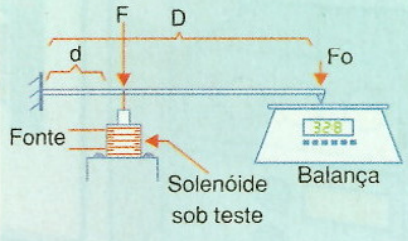


Figura 12 - Usando a balança comum.



CONCLUSÃO

Solenóides são encontrados em uma infinidade de aplicações práticas, o que leva o profissional à necessidade de conhecê-los. O que vimos é apenas uma introdução a esses componentes, que a cada dia, se tornam mais presentes em dispositivos que unem a mecânica à eletrônica, ou seja, os dispositivos mecatrônicos. ●

A bancada do hobista/estudante de Mecatrônica

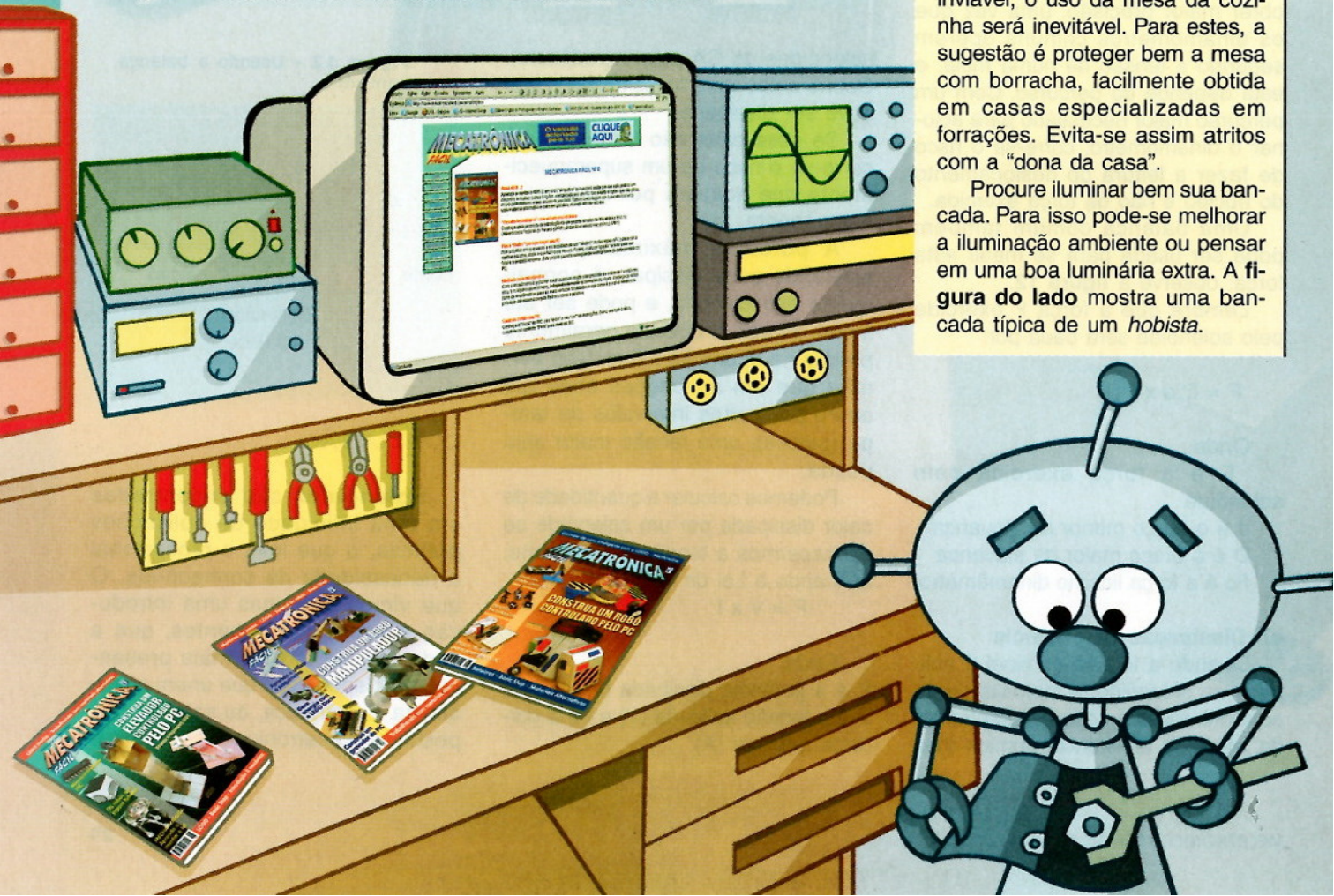
Márcio José Soares

Quantas vezes já não nos perguntamos: "Quais são os equipamentos que devo adquirir para praticar Mecatrônica?". Esta pergunta parece muitas vezes difícil de responder. Os elementos são muitos, e variados. Pretendemos descrever neste pequeno artigo os elementos básicos, porém não obrigatórios, que estão sempre presentes na bancada do *hobista*. A aquisição deste ou daquele "elemento" deve ser consciente e de acordo com as posses, necessidades e uso do leitor.

A BANCADA

Entende-se por bancada o espaço físico ocupado pelas ferramentas, equipamentos e componentes durante a realização de um projeto. Muitos *hobistas* dispõe de espaço em suas casas para a preparação de uma bancada, porém outros não o têm. Neste caso, uma simples escrivaninha no quarto pode ser uma boa solução. Caso esta solução seja inviável, o uso da mesa da cozinha será inevitável. Para estes, a sugestão é proteger bem a mesa com borracha, facilmente obtida em casas especializadas em forrações. Evita-se assim atritos com a "dona da casa".

Procure iluminar bem sua bancada. Para isso pode-se melhorar a iluminação ambiente ou pensar em uma boa luminária extra. A **figura do lado** mostra uma bancada típica de um *hobista*.



FERRAMENTAS BÁSICAS

As ferramentas básicas são comuns e a grande maioria já está presente em nossas casas, veja a **figura 1**. São elas:

- Chaves de fenda
- Chaves "Philips"
- Chaves de relojoeiro
- Chaves de boca
- Alicates de bico
- Alicates de corte
- Limas com variados formatos
- Estiletes para corte
- Ferro de solda
- Etc.

Existem muitas outras, mas a aquisição delas dependerá do fator "uso".

Figura 1 - Ferramentas básicas.



FERRAMENTAS AVANÇADAS

As ferramentas avançadas podem ser:

- Tornos
- Fresas
- Furadeiras
- Serras elétricas
- Etc.

Dentre estas, a ferramenta "avançada" mais utilizada é sem dúvida alguma a furadeira. Sem ela, alguns trabalhos podem tornar-se um verdadeiro "martírio".

As "minifuradeiras" elétricas destinadas aos "hobistas" em geral são uma boa escolha. Um exemplo pode ser visto na **figura 2.** Elas substituem muitas outras ferramentas, pois permitem uma gama muito grande de trabalhos como:

- Furar
- Fresar
- Cortar
- Lixar
- Polir
- Desbastar
- Etc.

Seu custo não é baixo, mas as vantagens são muitas. Mesmo assim pode-se tratá-la como opcional.

Figura 2 - Minifuradeira.



EQUIPAMENTOS

Os equipamentos que devem estar presentes na bancada do *hobista* são:

- Multímetro – sem ele não se pode medir tensões, correntes, resistências, condutividade, etc. No mercado, é possível encontrar multímetros com preços que variam de R$20,00 a R$1.000,00. Um multímetro digital simples é um bom começo.

- Fonte de alimentação variável com tensões de: 1,5V, 3V, 4,5V, 6V, 9V e 12V com uma corrente de no mínimo 1 ampère. Esta fonte pode ser montada pelo próprio *hobista* com um custo bem acessível.

- "Pront-o-board" para testes – muito recomendável por ajudar a poupar componentes, uma vez que permite realizar todo e qualquer teste sem o uso de solda.

- Microcomputador – este equipamento ajudará em todas as funções onde o *hobista* precisar de "processamento" com programação de componentes: microcontroladores, simuladores, desenho, etc. Este microcomputador não precisa ser "Top de linha". Muitos deles, de gerações anteriores, são comercializados a um custo muito acessível e servem perfeitamente para os propósitos sugeridos. A escolha do mesmo deve ser feita de acordo com o sistema operacional a ser utilizado e as linguagens de programação adotadas e, neste caso, até mesmo um antigo 386 poderá atender as necessidades de um *hobista*.

Observe as **figuras 3** e **4**.

Uma outra utilidade para este equipamento está na construção da base de dados para organizar componentes, projetos, coleções, etc.

Devemos lembrar que não há necessidade do *hobista* iniciante possuir o melhor dos equipamentos. Eles devem ser escolhidos levando-se em consideração seu custo/benefício e se realmente seu uso será efetivo. Com o tempo, o *hobista* irá melhorar cada equipamento.

Figura 3 - Multímetro, fonte e pront_board.



Figura 4 - Microcomputador.



COMPONENTES BÁSICOS

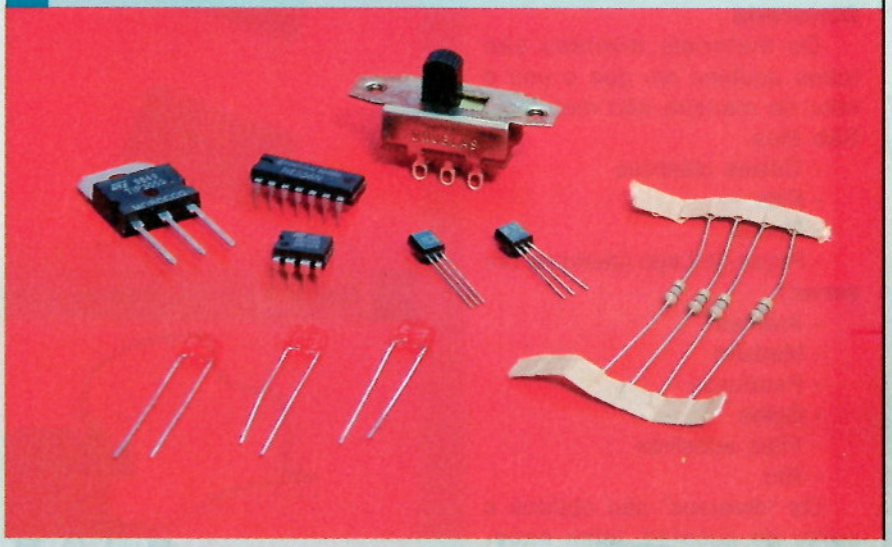
Os componentes mais comuns são:
- Resistores
- LEDs
- Diodos
- CIs diversos
- Chaves
- Etc.

Os componentes devem ser obtidos de acordo com a experiência a ser realizada, e na grande maioria são reaproveitados em muitos outros projetos. Isso garante que os custos dos "robôs" e outros fiquem sempre numa faixa "admissível".

Os componentes podem ser adquiridos em lojas especializadas ou "extraídos" de placas e equipamentos fora de uso. Esta prática, conhecida como "pull", é muito difundida entre os *hobistas* que gostam de visitar "sucatões". É inacreditável o que se pode encontrar nesses locais e o preço é sempre atraente. Procure, na medida do possível, fazer visitas regulares a esses lugares. Você irá se surpreender com o material que pode ser "garimpado".

Atente para a **figura 5**.

Figura 5 - Componentes básicos.



COMPONENTES AVANÇADOS

Microcontroladores

Todos sabemos que alguns projetos necessitam de um "cérebro", e nesses casos geralmente adota-se um microcontrolador. O mercado tem muitas opções e variedades. Sua aquisição também deve ser feita de acordo com a necessidade e o uso.

Os microcontroladores atuais podem ser utilizados em muitos projetos diferentes, pois podem ser programados quantas vezes forem necessárias. Isto nos mostra que não há necessidade do *hobista* possuir muitos microcontroladores de um mesmo tipo. No geral, o *hobista* trabalha um único projeto "por vez".

Os microcontroladores "Embedded" como o Basic Step, Stamp's e outros são uma excelente opção. Sua facilidade de programação, a não dependência de um gravador (muitas vezes caro) e seu custo, fizeram desses microcontroladores a base de muitos projetos de muitos *hobistas* espalhados pelo Brasil, e no mundo inteiro também.

Uma outra boa opção além de barata é utilizar o próprio computador da bancada nos projetos que necessitem de um cérebro. Esta solução adapta-se bem somente a alguns projetos. Para outros, é imprescindível o uso de um microcontrolador ou "circuito dedicado". Na **figura 6**, exemplares de microcontroladores.

Servos

Os servos de aeromodelos e/ou de posicionamento de antenas parabólicas possibilitam uma gama muito grande de soluções em muitos projetos do *hobista*. Ele precisa de uma "alavanca"? O servo é o componente indicado.

No mercado existem vários tipos e modelos, de fabricantes diferentes. Tamanhos e torque (força) também são diferentes de modelo para modelo. A escolha deve ser feita de acordo com o projeto que o *hobista* irá realizar.

Procure em casas especializadas em modelismo ou venda de antenas parabólicas. Seu custo não é baixo e aqui se aconselha também o bom senso na aquisição dos mesmos. Veja a **figura 7**.

Motores

Os motores estão presentes em 90% dos projetos de um *hobista* em Mecatrônica. Eles permitem os "movimentos" de suas criações. Os tamanhos e tipos são muitos. Colecione-os. Nos "sucatões" encontra-se uma variedade muito grande destes e a preços muito convidativos.

COMPONENTES AVANÇADOS (continuação)

Caixas de redução

As caixas de redução aumentam a "força" dos motores. Muitos brinquedos antigos e fora de uso podem "fornecer" essas reduções (engrenagens). No mercado, também é possível encontrar muitas soluções prontas a preços razoáveis.

Diversos

Os materiais diversos são todos aqueles em que o uso é feito de maneira não metódica. São eles:

- Caixas plásticas
- Fios
- Rodas
- Peças de Lego (qualquer um serve!)
- Arames
- Madeira
- Parafusos
- Colas
- Fitas adesivas
- Etc.

Os "diversos" são obtidos a partir de sucatas, lojas especializadas, "doações de amigos", etc. Na **figura 8**, vemos alguns desses materiais.

Figura 6 - Microcontroladores.

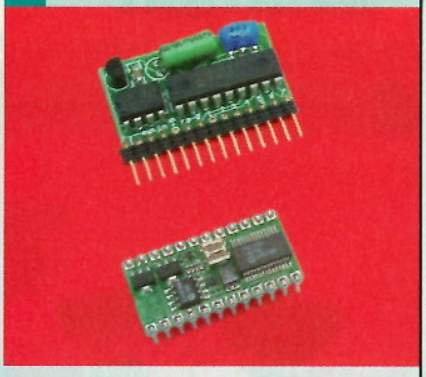


Figura 7 - Servo, motores e caixa de redução.

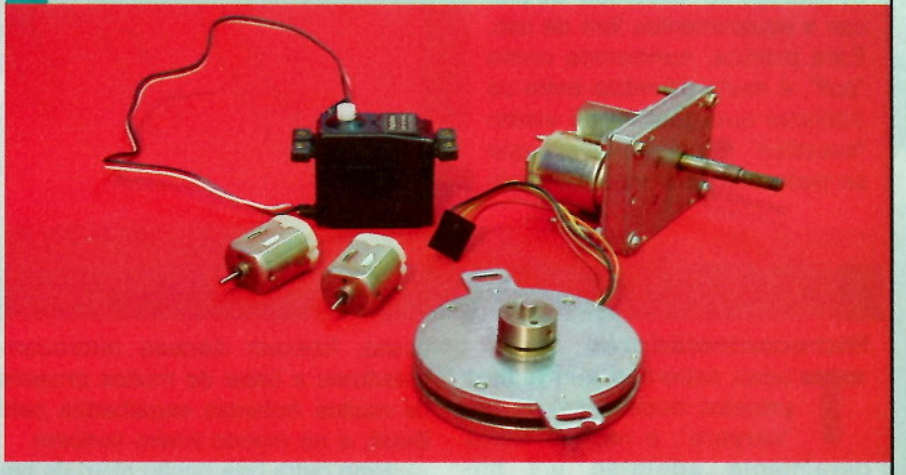


Figura 8 - Exemplo de caixas plásticas.



INFORMAÇÃO

Este "item" deve ser considerado também. A Mecatrônica está em constante evolução e acompanhar o desenvolvimento desta ciência se faz necessário. Isto pode ser feito através de livros, revistas, Internet e até mesmo através de cursos de especialização. As revistas Mecatrônica Fácil e Mecatrônica Atual constituem uma excelente fonte de consulta, pois além de projetos, trazem muita informação sobre a área, assim como as últimas novidades do mundo mecatrônico.

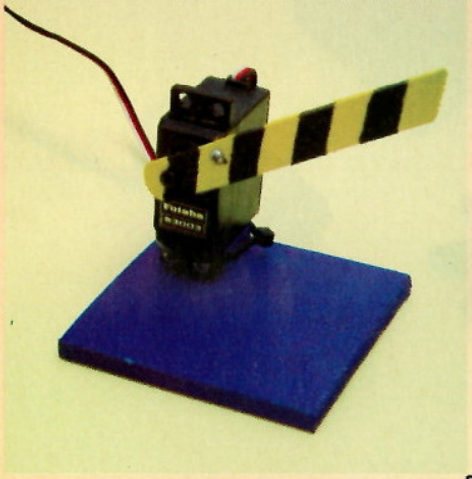
CONCLUSÃO

O que descrevemos aqui não tem caráter obrigatório e também não traduz a "verdade absoluta" sobre bancadas, ferramentas e equipamentos. Esperamos apenas ajudar o *hobista* iniciante, dando algumas dicas e sugestões. Cada um, montará sua "bancada" de acordo com suas necessidades e determinará se deve ou não adquirir um material e seu melhor momento. Boas experiências!

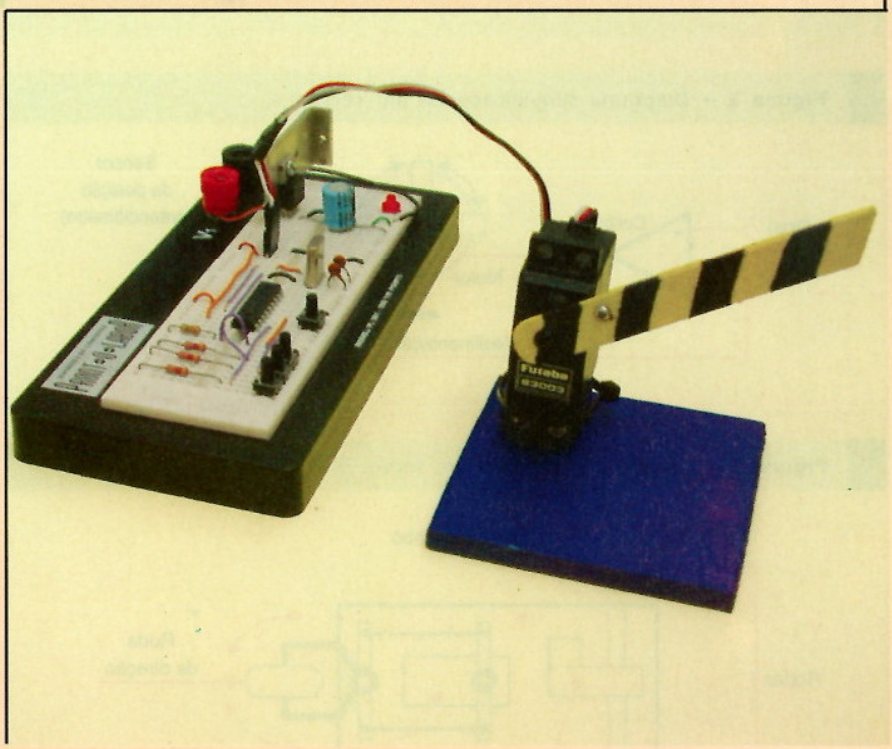
Microcontroladores PIC - 4ª parte

Controle de servos com PIC

Márcio José Soares



Na edição passada o leitor aprendeu como controlar motores DC através do recurso do PWM (*Pulse Width Modulation*). Além disso, conheceu o *set* de instruções do PIC em "assembler", incluindo outros detalhes importantes sobre o microcontrolador. Nesta edição, veremos como controlar um servo de posição, muito utilizado nos projetos desta Revista.



O SERVO

O servo é muito empregado no fascinante "mundo da Mecatrônica". O fato é que de todos os elementos capazes de converter energia elétrica em movimento mecânico, o servo é o que permite uma maior gama de aplicações. Podemos empregá-lo na construção de braços mecânicos, usá-lo como simples caixas de redução para locomoção de pequenos robôs, tratamento e controle de alavancas, entre outras. Veja alguns exemplares de servos na **figura 1**.

Sua simplicidade de operação aliada às suas características mecânicas, permitem seu emprego na "micro-robótica" e fins didáticos com muita facilidade.

Na **figura 2** o leitor pode observar a estrutura de um servo básico. Ele é constituído de um motor, um dispositivo de realimentação e um sensor de posição (potenciômetro). O dispositivo de realimentação permite que um circuito de controle coloque a "alavanca" na posição desejada.

Como é possível notar através da **figura 3**, o servo permite transformar sinais elétricos em movimentos pro-

Figura 1 – Servos.

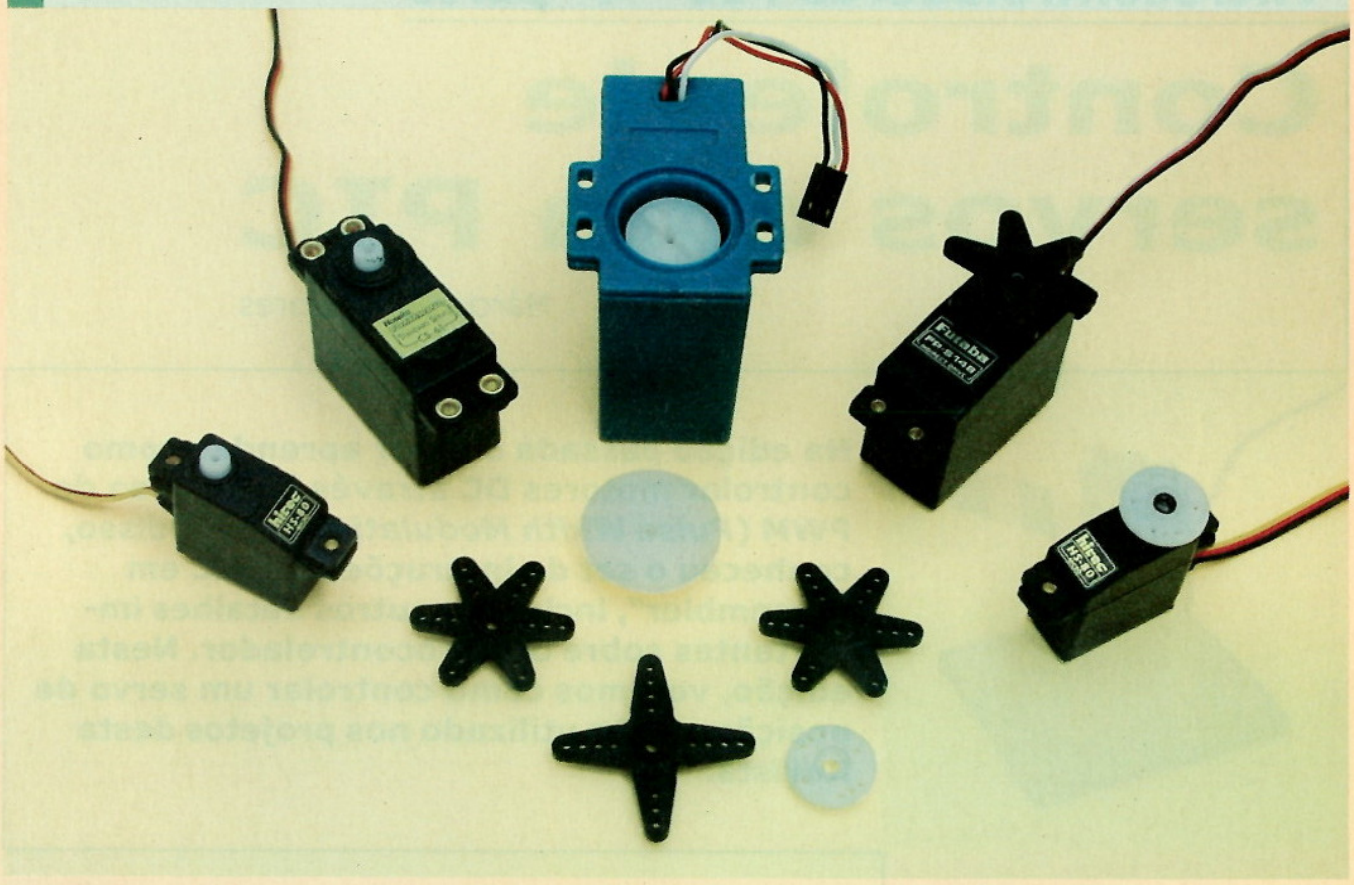


Figura 2 – Diagrama simplificado de um servo.

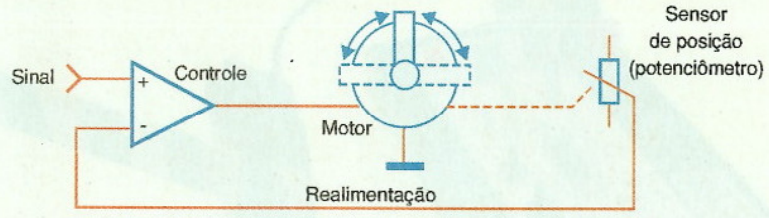
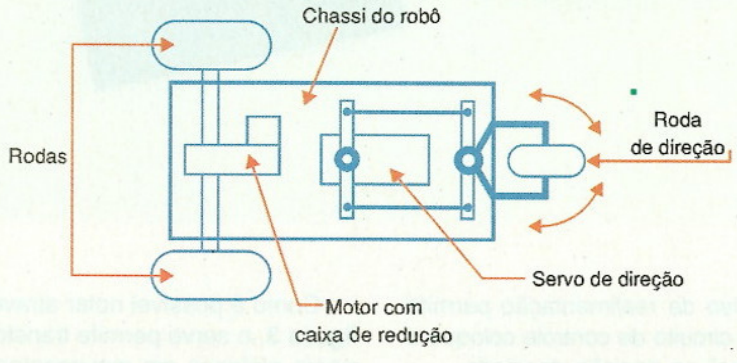


Figura 3 – Exemplo de uso de um servo.



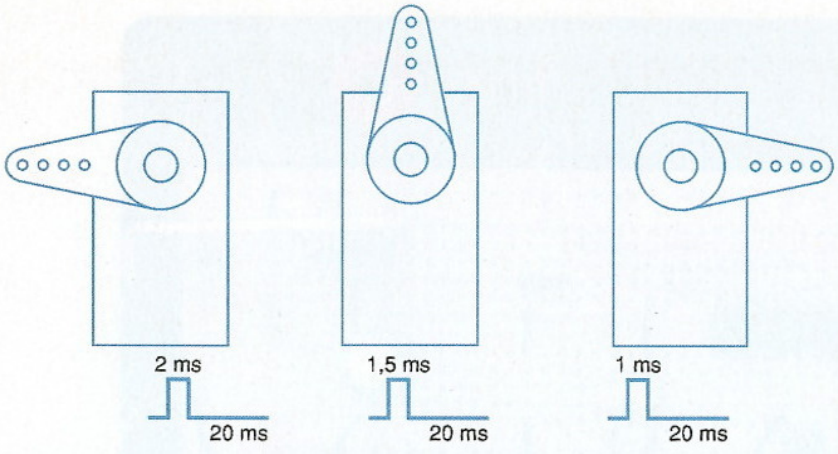
porcionais. Isso porque existe uma "proporcionalidade" entre os sinais que são levados ao servo e a posição da alavanca. Veja com maior detalhes como isso ocorre na ilustração da **figura 4**.

De acordo com o "pulso" (sinal) recebido pelo servo, ele irá posicionar sua "alavanca". Estes pulsos têm largura pré-determinada que varia de $1x10^{-3}$ segundos a $2x10^{-3}$ segundos com espaçamentos de $20x10^{-3}$ segundos, dependendo do fabricante. Sendo assim, podemos posicionar sua alavanca simplesmente variando a largura do pulso (sinal) a ser enviado.

Para aqueles que desejarem conhecer um pouco mais sobre o funcionamento de um servo e também construir alguns circuitos práticos, indicamos a matéria "Os servos" de Newton C. Braga publicada na edição nº3 de Mecatrônica Fácil.

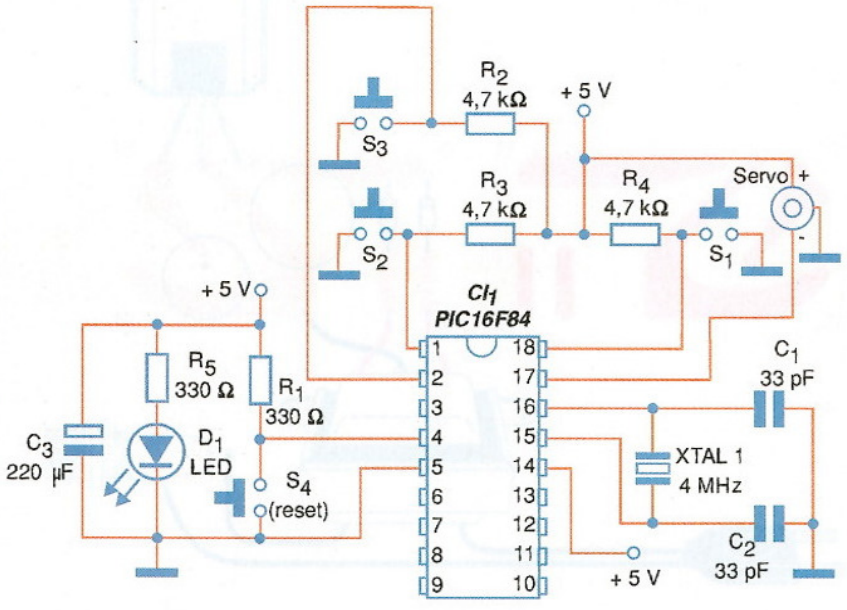
Porém, alguns servos podem mostrar-se diferentes de outros mo-

Figura 4 – Detalhes de posicionamento de um servo.



servo padrão Futaba e seus similares

Figura 5 – Circuito prático.



delos durante sua operação. O leitor poderá encontrar servos que, ao se enviar um determinado pulso para uma movimentação à esquerda, por exemplo, eles irão se movimentar para a direita ou vice-versa. Infelizmente não existe uma padronização para os pulsos, mas a operação de um ou outro servo é sempre similar.

Obs: É importante conhecer o servo a ser empregado em um determinado projeto para o seu sucesso, e uma consulta ao fabricante poderá ajudar neste sentido. Muitos projetos podem simplesmente não funcionar adequadamente pela simples troca de um servo, previamente indicado.

O CIRCUITO

Na **figura 5** temos o circuito que será utilizado em nosso exemplo prático. O PIC pode controlar o servo sem o uso de transistores ou outros "drivers" de potência. Ou seja, poderíamos inserir um servo em cada porta livre de nosso PIC, aumentando significativamente as possibilidades do exemplo proposto. Mais adiante falaremos disso.

Obs: Aconselhamos aos leitores que conheceram agora esta série a fazer uma leitura das edições anteriores para uma melhor compreensão do que será demonstrado a seguir e das possibilidades do PIC.

Este circuito deve preferencialmente ser montado em um "pront-o-board". Para aqueles que não possuem esta ferramenta, a montagem em placa padrão é uma solução viável. Neste caso, o uso de um soquete para o PIC é indispensável. Na **figura 6** o leitor poderá ver nosso protótipo montado em um "pront-o-board" (matriz de contatos).

Para ligar o servo ao "pront-o-board" ou a placa padrão, use uma "barra de pinos" com 3 elementos. Para ajudar nas ligações, na **figura 7** o leitor tem a descrição e disposição dos fios no conector dos servos de algumas marcas encontrados no Brasil.

Caso o servo que o leitor dispõe não esteja listado na **figura 7**, siga a seguinte regra: geralmente os fabricantes reservam a cor vermelha para o positivo, preta para o negativo, deixando o branco ou amarelo ou ainda uma outra cor para o sinal. Em caso de dúvida, consulte o fabricante ou distribuidor mais próximo.

Figura 6 – Montagem em matriz de contatos.

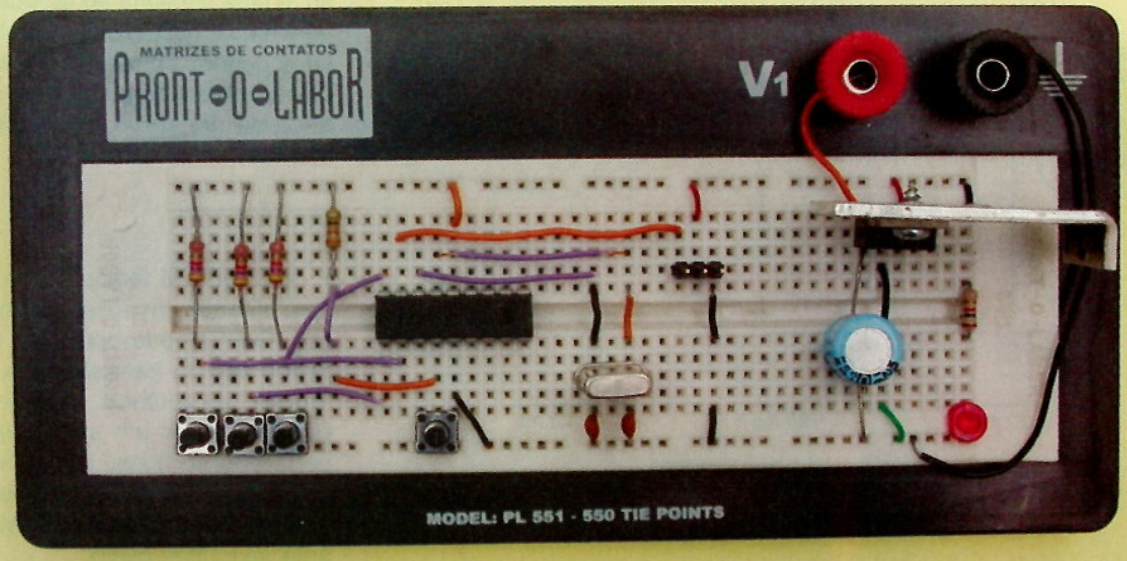


Figura 7 – Disposição dos fios nos servos.

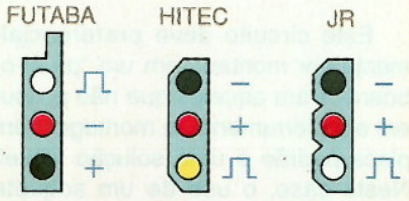
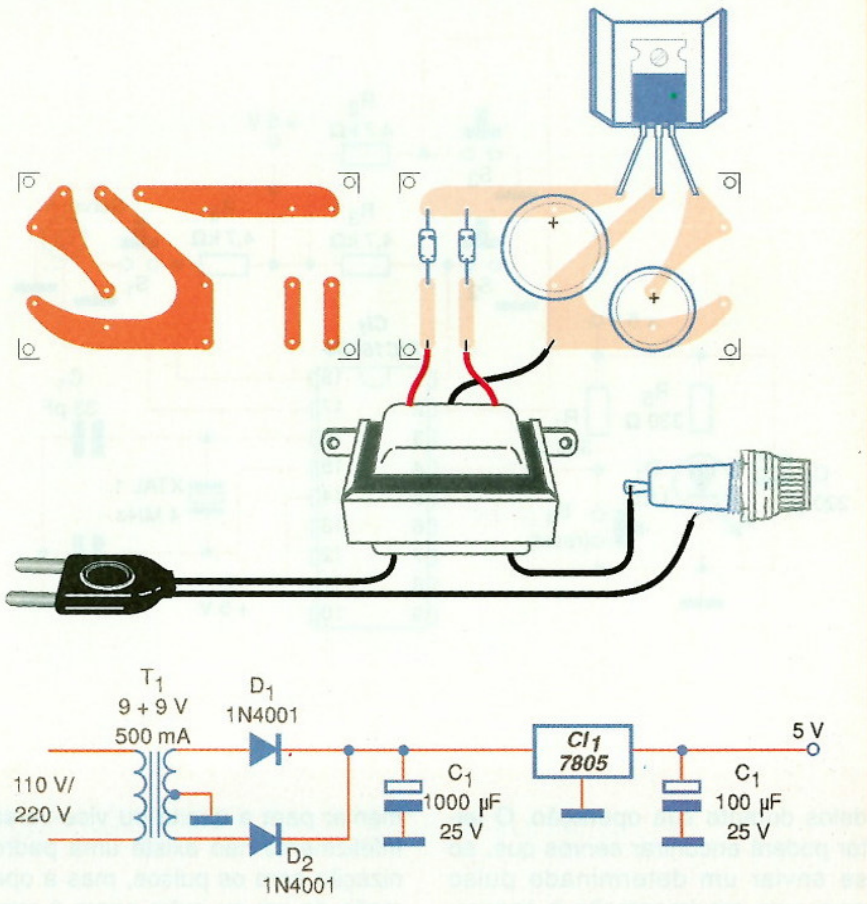


Figura 8 – Fonte 5V DC regulados.



A alimentação do circuito poderá ser feita por uma fonte de 5V DC regulados, como a demonstrada na **figura 8**, ou ainda por 4 pilhas associadas em série com um diodo tipo 1N4001 para baixar a tensão conforme a **figura 9**.***Não ligue as 4 pilhas (6V) diretamente ao circuito sem o uso do diodo limitador. Seu microcontrolador PIC irá danificar-se irremediavelmente!***

O PROGRAMA

O programa de controle do servo pode ser localizado no endereço ele-

trônico dado em nota adiante. O programa faz com que o PIC envie pulsos no tamanho indicado pela chave pressionada: S_1 permite posicionar o servo (alavanca) à direita, S_2 posiciona o servo (alavanca) à esquerda e S_3 centraliza o servo (alavanca).

Após pressionar uma chave, o servo é mantido na posição indicada. O leitor poderá, como exercício, modificar a posição da "alavanca" de acordo com a chave, ou ainda utilizar as técnicas demonstradas na edição anterior (Controle PWM com PIC) para montar um circuito que permita o controle proporcional da mesma com apenas 2 chaves. Na **figura 10** observamos o fluxograma do programa, que permitirá uma compreensão melhor do seu funcionamento.

O leitor que acompanha a série sobre o Basic Step 1 ou os projetos publicados na revista Mecatrônica Fácil com o mesmo, notará a semelhança entre o comando "***pulsout"***, muito utilizado no controle de servos pelo *Basic Step*, com a sub-rotina "***servo"*** do **Código-fonte 1**.

O comando "***pulsout x, y***" permite ao STEP enviar um pulso à porta ***x*** (0 a 7) com duração igual a ***y*** x 10^{-6} segundos. A sub-rotina "***servo"*** opera de maneira similar. Primeiro, ela coloca o estado lógico "1" na porta onde o servo se encontra (porta A, bit 0), temporiza o valor "***POS"***, e após a temporização volta o estado da porta para o nível lógico "0". Em seguida, a sub-rotina temporiza 20x10^{-3} segundos para enviar o próximo pulso ao servo. Agora ficou fácil compreender como a instrução "***pulsout***" do Basic Step funciona em alguns projetos publicados nesta Revista.

O leitor também poderá aumentar o número de servos controlados (temos toda a porta B livre!!!) enviando-lhes os pulsos necessários para seu posicionamento, bastando para isso alterar a sub-rotina "***servo***". Poderá, por exemplo, aplicar o exercício proposto no controle de um robô manipulador (braço mecânico) como o RM-1, publicado na edição de novembro de 2002 da Mecatrônica Fácil.

CONCLUSÃO

Até o presente momento, o leitor aprendeu como utilizar as portas do PIC como saídas para controlar cargas como LEDs, motores e servos e como entrada realizando a "leitura" de botões de maneira "simples", além de como trabalhar pequenos intervalos de tempo. Na próxima edição traremos mais informações sobre o PIC, além de mais exemplos práticos para o uso deste "pequeno notável" na micro-robótica. Não percam!!!

Nota:

No endereço:
www.mecatronicafacil.com.br/downloads
você poderá fazer o download dos códigos-fonte.

Figura 9 – Alimentação com pilhas.

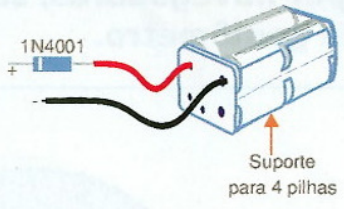
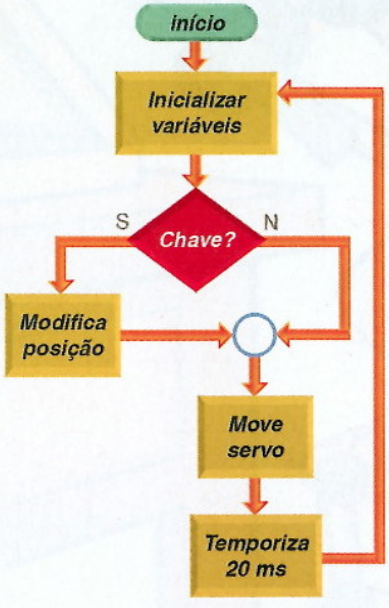


Figura 10 – Fluxograma do programa.



Lista de componentes

Para o exercício prático

CI_1 – PIC16F84A-4/P
D_1 – LED comum
R_1, R_5 – 330Ω - laranja, laranja, marrom
R_2, R_3, R_4 – 4 K7 - amarelo, violeta, vermelho
C_1, C_2 – 33pF - cerâmicos
C_3 - capacitor eletrolítico 220µFx16V
SRV_1 - servo p/ aeromodelo "standard"
S1, S2, S3, S4 – push-button normalmente aberto
Diversos - "pront-o-board", fios para ligação, suporte de pilhas (4) ou fonte de alimentação, placa padrão (opcional), etc.

Fonte:
CI_1 – 7805 - regulador de tensão
T_1 – transformador 9+9V 500 mA
D_1, D_2 – 1N4001 - diodo
C_1 - 1000µFx25V - capacitor eletrolítico
C_2 - 100µFx16V - capacitor eletrolítico
Diversos – Placa de circuito impresso, bornes para ligar ao "pront-o-board", fios para ligação, porta-fusível com fusível 500 mA, rabicho para ligar a rede CA, etc.

Alimentação com pilhas:
1 - suporte para 4 pilhas pequenas ou médias
1 – diodo 1N4001
1 – motor DC 3 a 6V
2 – suportes para 4 pilhas pequenas
Diversos – fios para ligação, bornes para ligar ao "pront-o-board", etc.

Medindo com o goniômetro

Wilson Roberto dos Santos

Continuando nossa série de artigos sobre instrumentos de medição, abordaremos agora um instrumento que tem um nome muito interessante e que é extremamente útil no trabalho com usinagem e aferição de medidas. Trataremos do goniômetro.

Goniômetro é qualquer aparelho utilizado para medir ângulos. Seu nome vem de gônio = ângulo + metron = o que mede.

Há muitos anos, os navegadores utilizam diversos tipos de goniômetros para medir distâncias, baseados na posição de astros. O Sextante e o Octante, muito empregados por navegadores, são tipos de goniômetros. A própria bússola é um tipo de goniômetro.

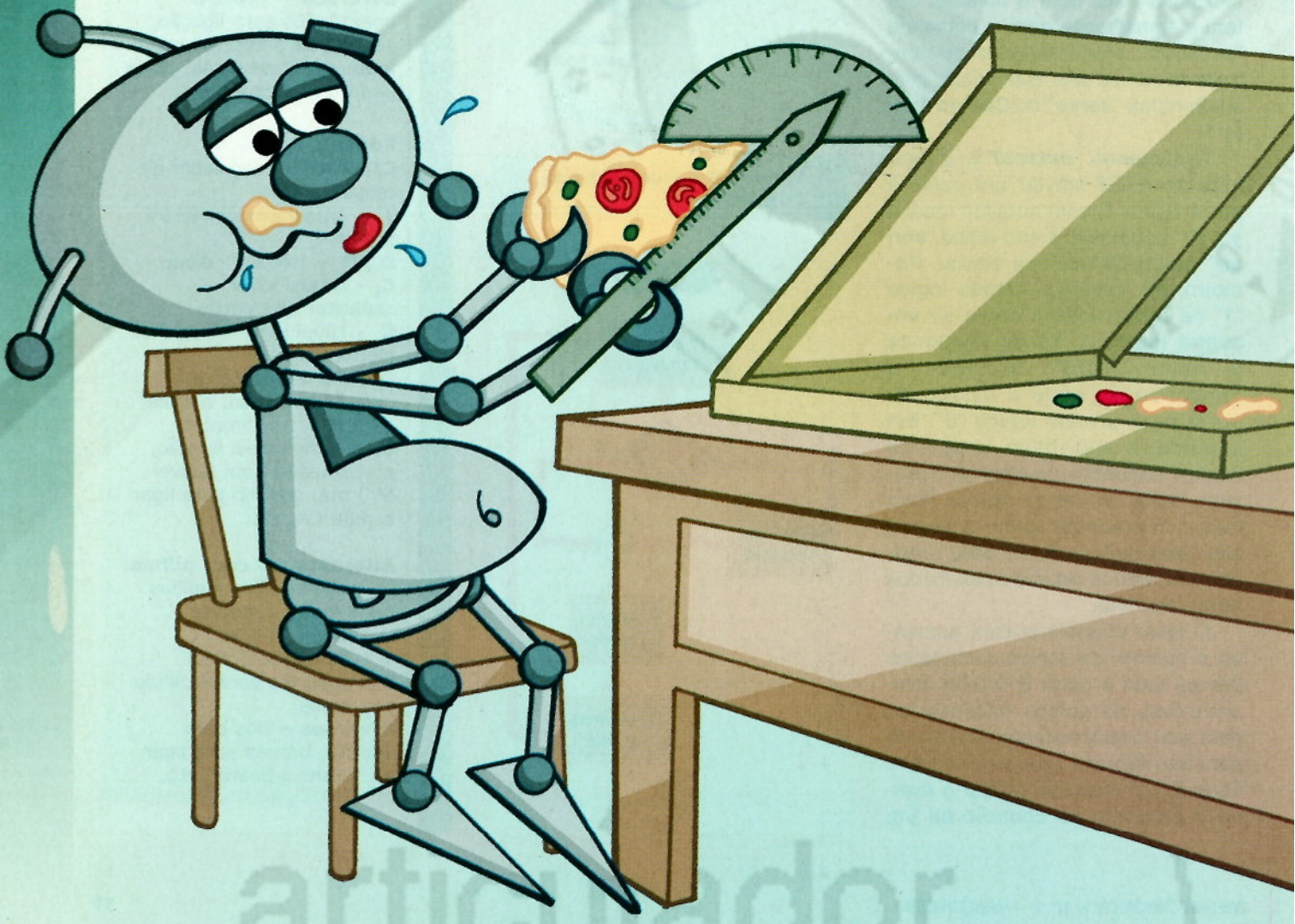
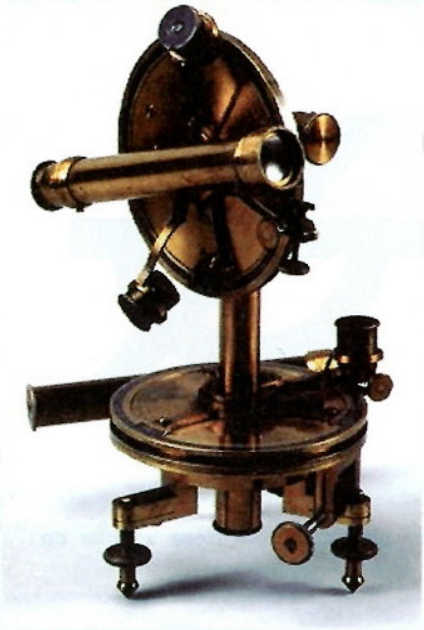


Figura 1 – Goniômetro antigo.



O TRANSFERIDOR DE GRAU

Você deve estar lembrado de quando usava, ou quem sabe, ainda usa, o transferidor de grau para suas aulas de Geometria.

Pois é, o transferidor é um goniômetro.

Existem inúmeros tipos de goniômetros, mas falaremos apenas daqueles que são comumente empregados na indústria mecânica e em laboratórios de medição.

Na **figura 1**, mostramos um goniômetro utilizado pelo Instituto Astronômico da Espanha.

O goniômetro mais simples disponível atualmente tem resolução de apenas 1° e é comumente utilizado para medições de ângulos com baixa necessidade de precisão.

Veja na **figura 2** um goniômetro simples.

Os componentes

Vamos conhecer agora os componentes de um goniômetro de alta resolução. Alguns itens já são familiares ao nossos leitores que acompanharam a série desde o início. Observe a **figura 3**.

Figura 2 – Goniômetro simples.

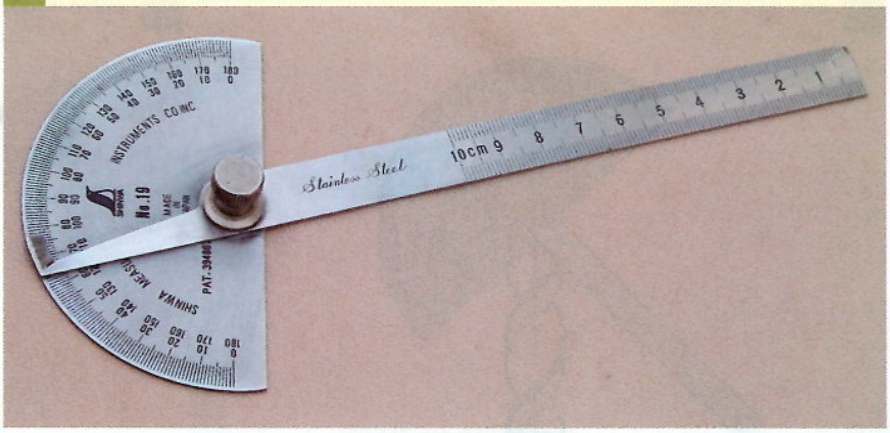


Figura 3 – Componentes do goniômetro de alta resolução.

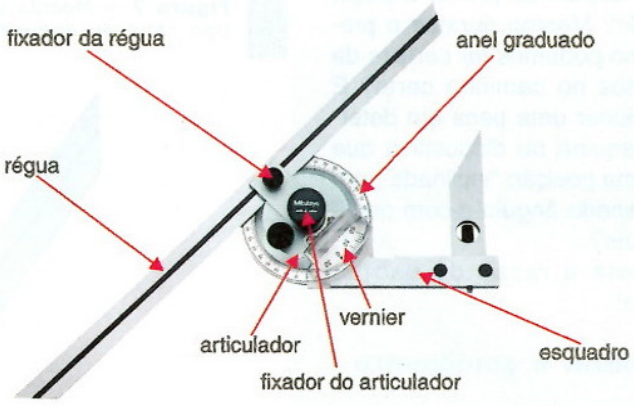
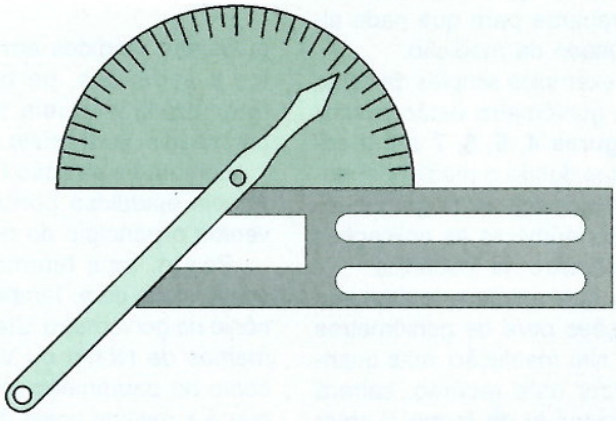


Figura 4 – Medida de um dos ângulos de uma peça com goniômetro de baixa resolução.



Quando utilizar o goniômetro

Medir grandezas angulares é uma necessidade constante em nosso dia-a-dia na indústria. Muitos processos mecânicos têm como finalidade a construção de uma peça ou parte de uma peça com determinado ângulo, e para isto precisamos de um medidor de ângulos.

Figura 5 – Medida simples do ângulo de afiação de uma broca.

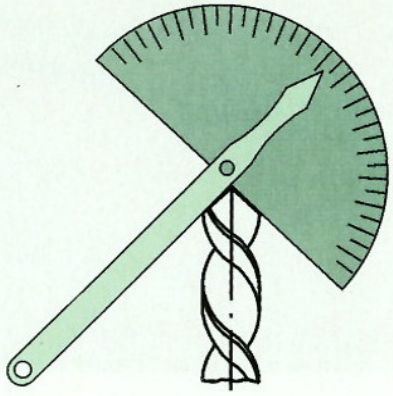
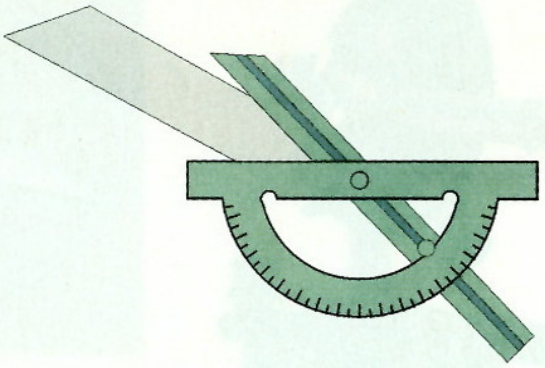


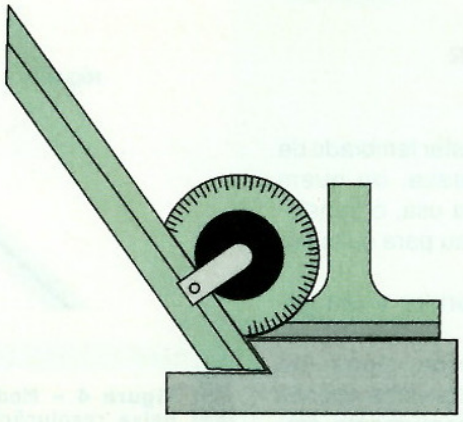
Figura 6 – Medida do ângulo de uma peça com outro modelo de goniômetro de baixa resolução.



Mas, e depois de pronta a peça, como medir? Mesmo durante o processo, como podemos ter certeza de que estamos no caminho certo? E para posicionar uma peça em determinada máquina ou dispositivo que requeira uma posição "inclinada", em um determinado ângulo e com precisão absoluta?

Aqui está a razão do uso do goniômetro!

Figura 7 – Medida do ângulo de uma usinagem com fresa angular do tipo rabo-de-andorinha.



Como utilizar o goniômetro

Já nos referimos anteriormente aos apoios sobre a peça, que devem ser perfeitos, e também já sabemos que as superfícies a serem medidas devem estar sempre limpas e sem nenhuma rebarba para que nada altere o resultado da medição.

Alguns exemplos simples de como utilizar um goniômetro estão ilustrados nas **figuras 4**, **5**, **6**, **7** e **8** a seguir; veja que desde o medidor angular mais simples até os de grande resolução, são inúmeras as aplicações de um goniômetro na Mecânica.

É claro que existem muitas outras utilizações para os goniômetros de baixa e alta resolução, mas quando for utilizar este recurso, saberá como posicioná-lo de forma a obter a leitura correta.

O GONIÔMETRO E O NÔNIO

Bem, você já deve ter lido em nossa matéria sobre o **Sistema Internacional de Medidas** que os ângulos são medidos em graus, minutos e segundos, portanto dê uma relembrada naquela matéria para prosseguir. Será muito útil.

Lembra-se de João Pedro Nunes? Aquele estudioso português que inventou o princípio do nônio.

Pois é, aqui teremos mais uma contribuição dele. Também temos um nônio no goniômetro. Claro que o chamamos de Nônio ou Vernier, assim como no paquímetro, mas já sabem que é a mesma coisa, não é?

Lendo o goniômetro

Em nossa matéria, utilizaremos um goniômetro com resolução de 5' (cinco minutos), o que quer dizer que para cada traço do nônio teremos que somar cinco minutos ao ângulo obtido com a leitura da escala fixa.

Só para lembrar, em qualquer situação, apenas **UM** traço do nônio coincidirá com um traço da escala fixa.

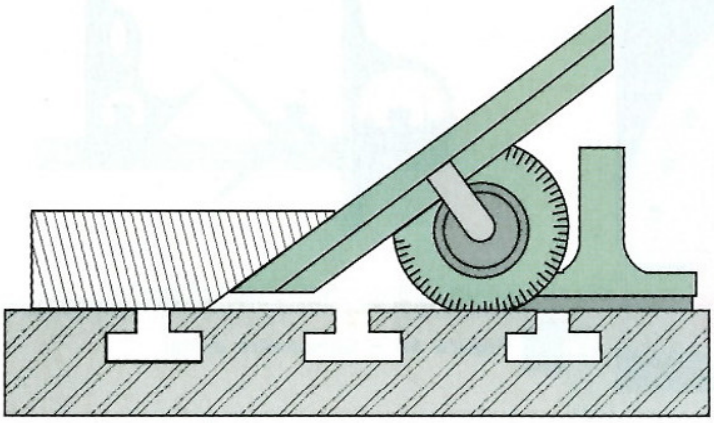
Como você pode observar, há graduações nos dois sentidos, para facilitar o posicionamento e leitura. Veja a **figura 9**.

Para tomar a medida, o **ângulo** é lido na **escala fixa** e os **minutos**, que são suas frações, são lidos no **nônio**. Mas atenção!! A direção em que você girar o articulador é importante, pois a leitura do nônio e da escala devem ser feitas na mesma direção.

Atente para os exemplos a seguir.

Na **figura 10**, após girar o articulador e conseqüentemente o

Figura 8 – Aferição de medida de uma usinagem angular com o goniômetro.



nônio, no sentido horário, observe que o primeiro traço do nônio **antes do zero**, coincidiu com o traço de 12° (doze graus) da escala fixa.

Observou que mencionamos "**antes do zero**"?

Pois é, se estamos girando o articulador no **sentido horário,** e o traço coincidente foi o primeiro traço **antes** do zero, isto significa que **ainda não chegamos ao valor absoluto**.

Se ainda não chegamos ao zero, então não temos 12°!

Quanto temos então?

Temos 11° e 55', ou seja: Onze graus e cinqüenta e cinco minutos.

Vejamos agora como ficam as coisas, se girarmos o articulador no sentido anti-horário.

Figura 9 – Observe o zero do nônio no zero da escala fixa.

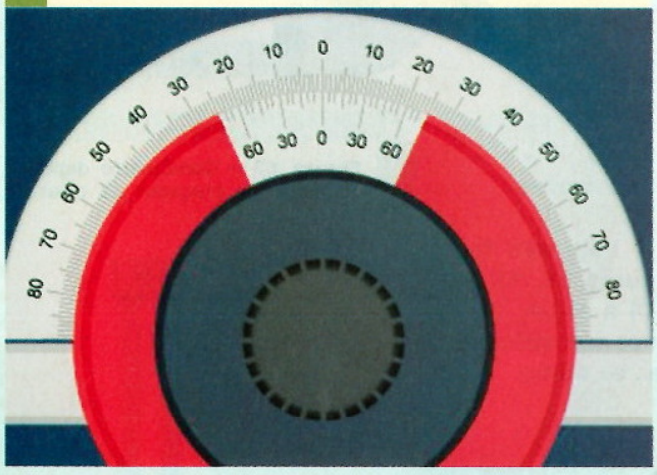


Figura 11 – Leitura de um ângulo após girar o articulador no sentido anti-horário.

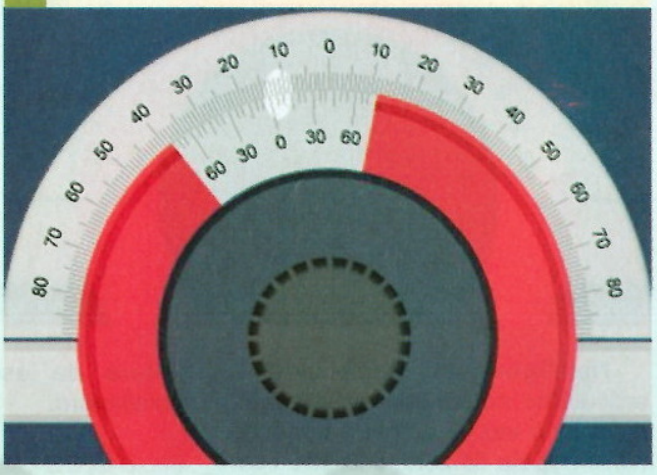


Figura 10 – Leitura de um ângulo após girar o articulador no sentido horário.

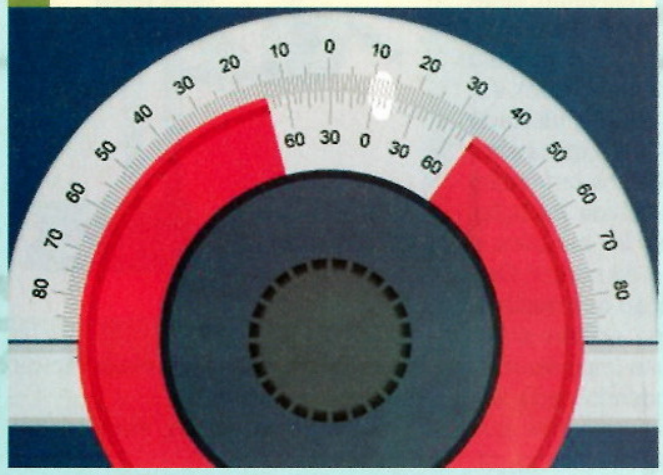


Figura 12 – Goniômetro marcando 30º.

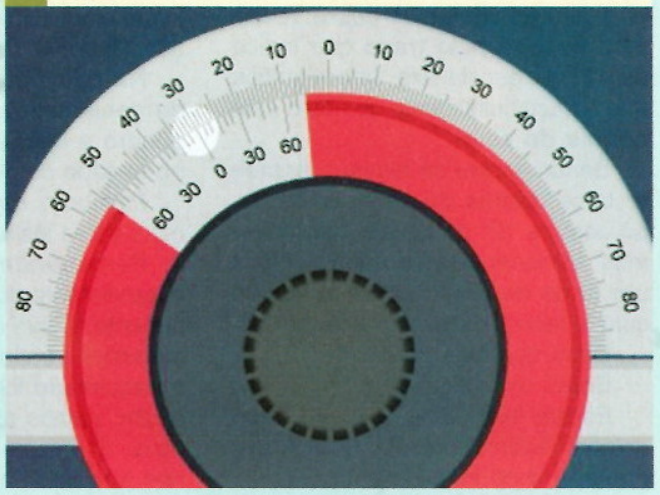


Figura 13 – Goniômetro marcando 30° 30'.

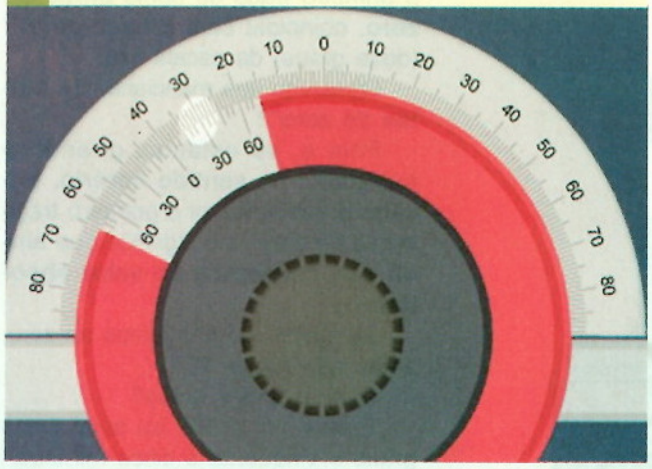
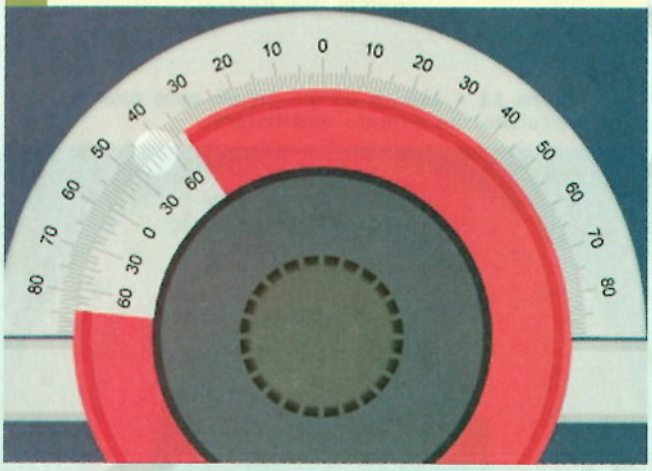


Figura 14 – Goniômetro marcando 41° 55'.



Na **figura 11**, após girar o articulador no sentido anti-horário, mais uma vez, o primeiro traço do nônio **depois do zero**, coincidiu com o traço de 12° da escala fixa.

Estamos nos referindo ao mesmo traço coincidente demonstrado na figura anterior, mas dessa vez, o zero **passou pelo traço** que indica os 12° na escala fixa. Isto significa que o traço coincidente do nônio está **depois do zero**!

Sendo assim, se temos o primeiro traço **depois do zero**, coincidindo com os 12° da escala fixa, devemos adicionar o valor equivalente a um traço do nônio ao valor obtido com a leitura da escala fixa, certo?

Claro que está certo!

Então teremos:

Escala fixa: 12° + Primeiro traço do nônio após o zero: 5' = 12° 5' (doze graus e cinco minutos!)

Mais exemplos

Veja nas **figuras 12**, **13** e **14** a seguir, outros exemplos de leitura da escala e nônio do goniômetro.

MODELOS DE GONIÔMETROS

Há modelos para todos os gostos e aplicações, mas alguns são interessantíssimos e merecem atenção. Observe a **figura 15**, **16** e **17**

Na primeira destas, um modelo de goniômetro combinado com esquadro e escala, bastante utilizado no traçado de peças para usinagem.

Pois bem, conhecemos um pouco mais sobre instrumentos de medição.

Perceberam que foi simples o entendimento do uso do nônio? Certamente, a sua atenção aos esclarecimentos contidos na edição sobre o paquímetro foi muito importante e, assim, vamos aprendendo cada vez mais, acumulando informações que nos permitem multiplicar nosso conhecimento cada vez mais rapidamente.

Na próxima edição, mais novidades, até lá!

Figura 15 – Esquadro combinado com goniômetro.

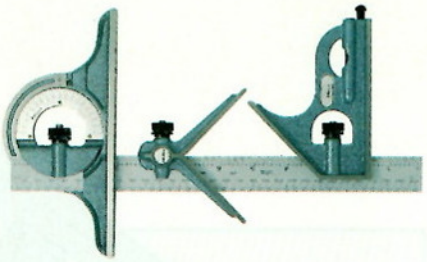
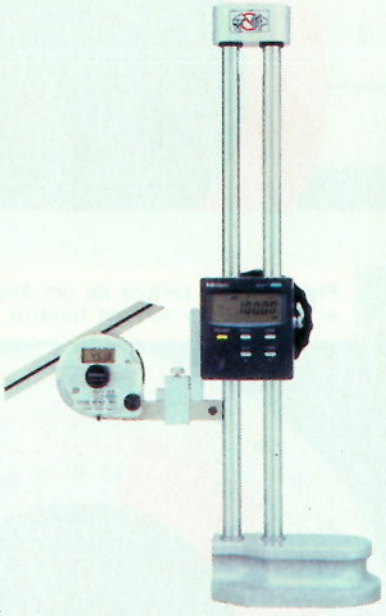


Figura 16 – Goniômetro digital.



Figura 17 – Goniômetro digital acoplado ao traçador de altura.



Trabalhando com materiais alternativos - 4ª parte

Trabalhando com plástico polionda

José Francci Júnior

No primeiro artigo desta série sobre materiais alternativos, enfocamos a utilização do "papelão poliondas" (veja Mecatrônica Fácil, ano 1-nº 6). Agora analisaremos o "plástico poliondas", material de comportamento estrutural semelhante, mas com as diferenças de uma maior resistência final e a grande durabilidade do plástico que permite a execução de projetos de longa vida útil.

Trabalhando com "plástico poliondas"

Tem sido muito empregado na confecção de pastas para guardar documentos, encontradas em papelarias e em algumas embalagens industriais de maior resistência e durabilidade.

O "plástico poliondas" é base de confecção de inúmeros objetos industrializados e/ou artesanais, e já vimos inclusive vários aeromodelos radiocontrolados construídos inteiramente deste material a um custo baixíssimo (**figura 1**).

Figura 1 – Materiais e ferramentas.

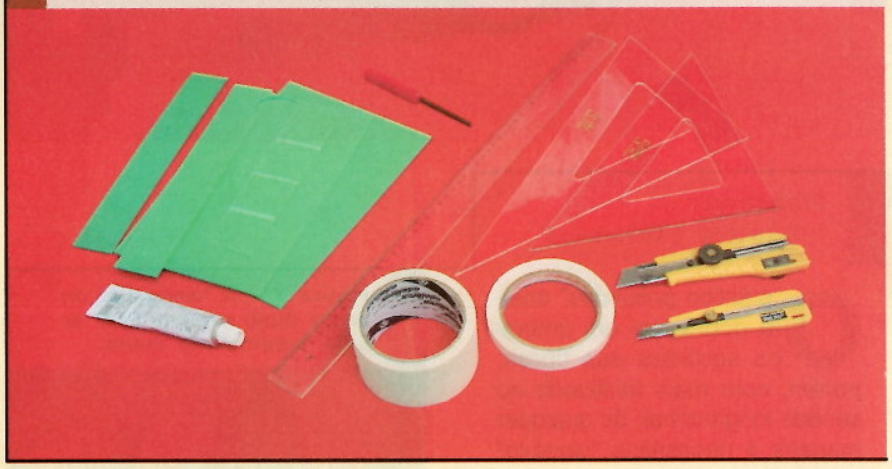


Figura 2 – Vista em sentido transversal às fibras.

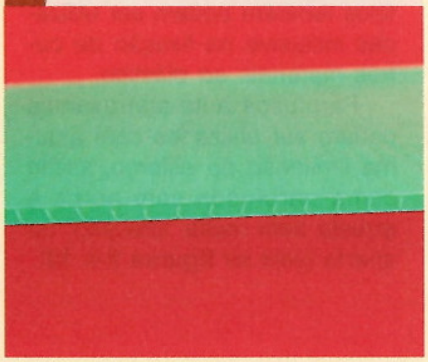
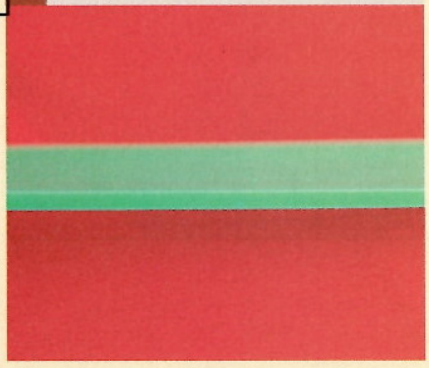


Figura 3 – Vista em sentido longitudinal às fibras.



A estrutura do "plástico poliondas"

O "plástico poliondas" é extrusado na forma de duas lâminas finas com reforços longitudinais entre elas, criando um efeito de "fibras" à semelhança da madeira e do próprio "papelão poliondas" e como nestes materiais temos uma melhor ou maior resistência estrutural conforme o sentido e a direção dos esforços. Veja as **figuras 2**, **3**, **4** e **5**.

Figura 4 – No sentido longitudinal das fibras, a resistência é maior.

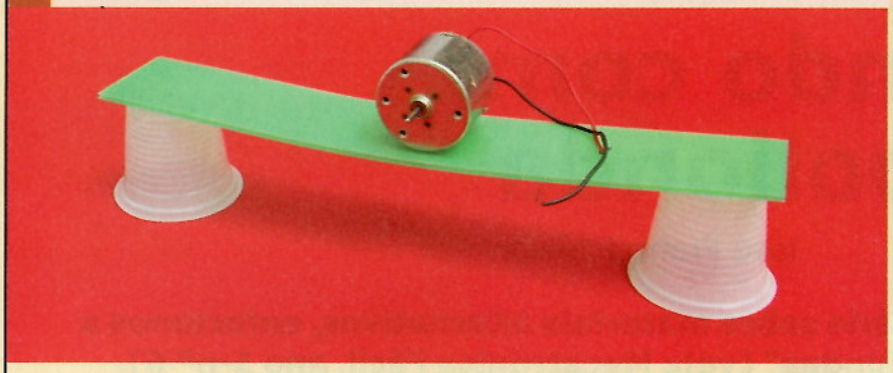
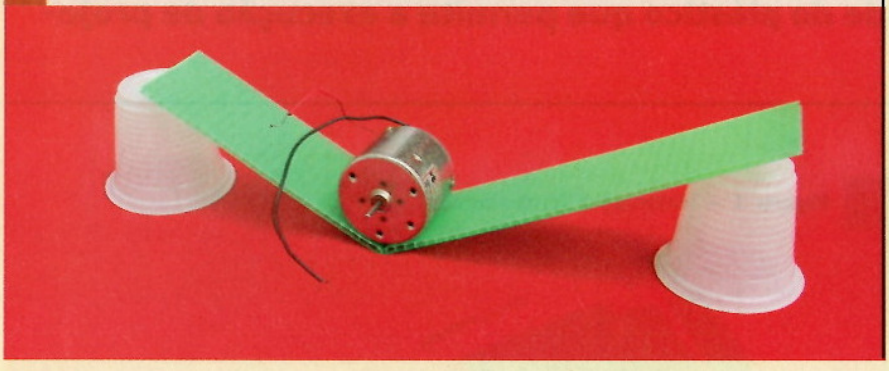


Figura 5 – No sentido transversal das fibras, a resistência é menor.



Dobrando o "plástico poliondas"

O "plástico poliondas" aceita dobragem em ambos os sentidos das fibras, porém, com mais facilidade no sentido longitudinal; de qualquer maneira é necessário "vincá-lo" previamente com uma ferramenta de ponta obtusa (ou arredondada) para se obter uma dobra regular. Veja as **figuras 7** e **8**.

Figura 7 – A "vincagem" da dobra deve sempre ficar do lado "interno" da dobra.

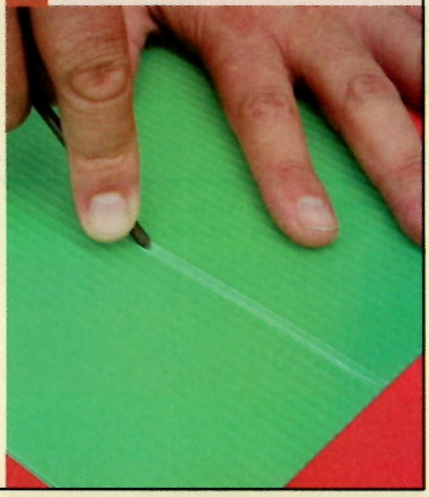
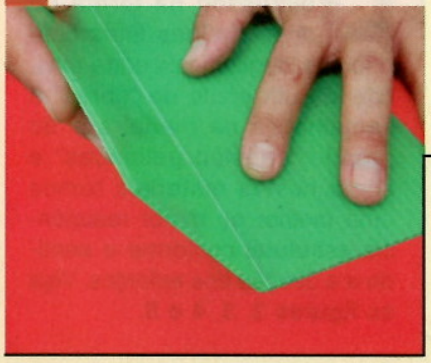


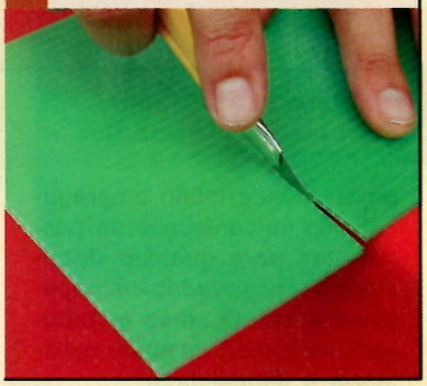
Figura 8 – Dobrando o plástico.



Cortando o "plástico poliondas"

O plástico deve ser cortado sempre com estilete ou faca bem afiados, e normalmente, são necessárias duas ou três passadas da lâmina, cortando em etapas para evitar desvios. O material é resistente ao corte. Nunca utilize tesouras, pois elas "esmagam" antes de cortar prejudicando o acabamento (veja **figura 6**).

Figura 6 – Cortando o plástico.



Colando o "plástico poliondas"

O maior problema na utilização deste material é justamente a colagem. Somente cola plástica aplicada com pistola quente e cola de silicone dão aderência.

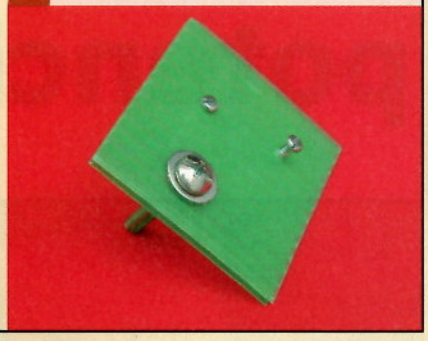
Fitas adesivas de todos os tipos também podem ser utilizadas inclusive na fixação de outros materiais ao plástico.

Parafusos auto-atarraxantes podem ser utilizados com alguma limitação no esforço, assim como parafusos com porca e arruela sem muita "pressão" no aperto (veja as **figuras 9** e **10**).

Figura 9 – União feita com fita adesiva.



Figura 10 – Parafusos de ambos os tipos podem ser utilizados desde que não haja muita "pressão" no aperto.



Conclusão

O "plástico poliondas" pode ser utilizado na confecção de peças e chassis, sendo relativamente limitado a esforços mecânicos contínuos. Apresenta porém, a vantagem de ser extremamente durável podendo ser inclusive empregado em trabalhos de expectativa de vida útil longa. ●

MONTE SEU PRÓPRIO ROBÔ
MECHA-MEDUSA MV-949



R$ 308,00 + despesas de envio (Sedex)

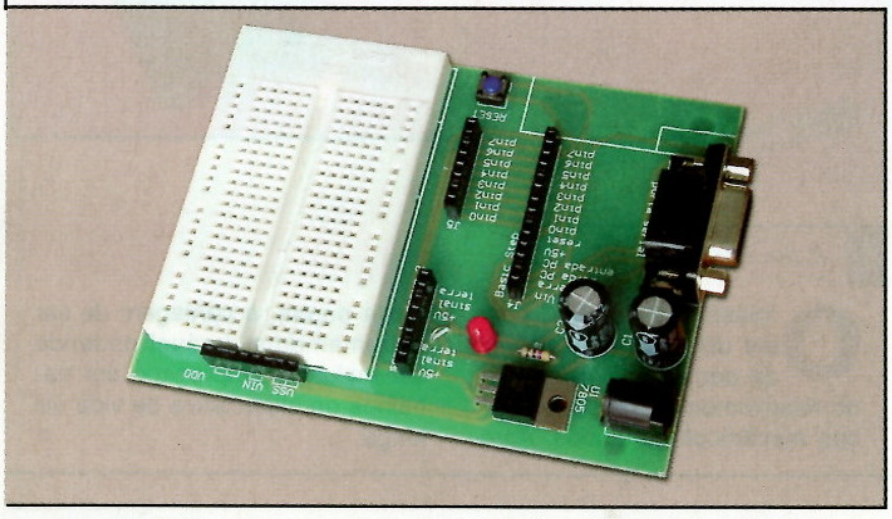
20 robôs em estoque
Não acompanha baterias

Saber Marketing Direto Ltda. Fone: 11 6195-5330 - E-mail:vendas@editorasaber.com.br

Basic Step - 7ª parte

Controle de potenciômetro digital

Octávio Nogueira



Lista de componentes:

1 - Modulo BASIC Step
1 - StepLab
1 - Cabo de programação
1 - LED
1 - CI temporizador '555'
1 - Potenciômetro digital DS1804
1 - Capacitor eletrolítico de 10 microfarads, 16 volts
1 - Capacitor eletrolítico de 1 microfarads, 16 volts
1 - Resistor de 470 ohms, ¼ watt
1 - Resistor de 15 Kohms, ¼ watt
1 - Resistor de 1 Kohms, ¼ watt
1 - Fonte de alimentação
(var.) Fios de ligação
1 - Compilador BASIC Step

Em nosso último experimento, utilizamos um dos mais populares circuitos integrados de todos os tempos, o temporizador '555'. Com ele nós construímos um "multivibrador astável" - um nome *chique* para um circuito que faz um LED piscar.

A freqüência que o LED piscava era controlada pelo valor de dois componentes: um capacitor e um resistor. Assim, de forma a nos permitir um modo conveniente de alterar a freqüência com que o LED piscava, trocamos um resistor fixo por um potenciômetro. Girando manualmente o eixo do potenciômetro, mudamos sua resistência.

Alguns componentes, disponíveis no mercado, nos permitem eliminar o elemento "manual" no ato de variar a resistência.

Você deve estar familiarizado com os celulares que requerem que pressionemos um botão, ao invés de girar um potenciômetro, para ajustar o volume. Em muitos casos, isso é feito com um circuito similar àquele que iremos criar. Ao invés de mudar o volume do celular, voltaremos ao nosso circuito de piscar um LED com o '555' e seremos capazes de não apenas ligarmos e desligarmos o LED, mas também variarmos a freqüência com que ele pisca.

Lembre-se, tudo isto é feito em hardware. É importante salientar que em cada desenvolvimento você tem escolhas - ou fazer em código ou implementar em hardware. Não existe apenas uma resposta correta. Em muitos casos podemos fazer de ambos os modos, a decisão se baseia no **fator econômico** - qual método seria o mais barato? E ainda, poderia o código controlar todas as funções com segurança?

Estas são as questões que aparecem durante o processo de desenvolvimento. Como nós iremos descobrir neste experimento, existem diversos modos de executar uma determinada tarefa, e algumas vezes é melhor deixar o microcontrolador fazer as coisas "realmente difíceis" como cálculos, por exemplo, e deixar as tarefas menos significativas (como piscar um LED a uma freqüência variável) para um simples circuito de hardware.

Pegue o seu StepLab.

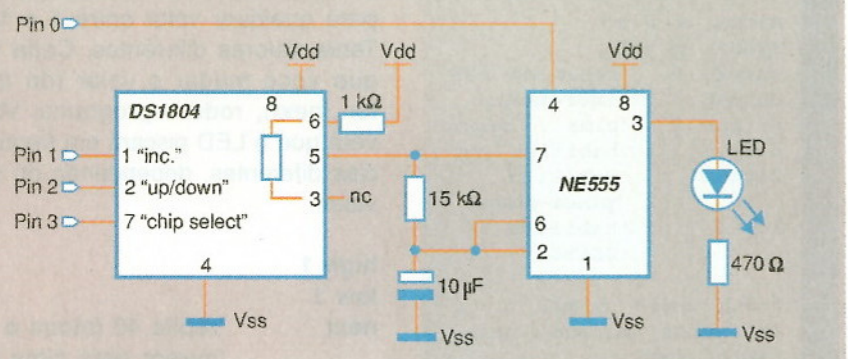
Veja o circuito da **figura 1**. Como você irá notar, este é basicamente o mesmo circuito do artigo anterior para piscar um LED, e lembre-se que a freqüência que o LED pisca pode ser alterada girando o potenciômetro.

Agora monte o circuito mostrado na figura. Ligue o circuito integrado DS1804 no lugar do potenciômetro. Veja também que o pino de *reset* do '555' (pino #4) está agora conectado em pin0 do BASIC Step.

OK, o que é o DS1804? Lembre-se de que um potenciômetro não é nada mais que um resistor variável que muda sua resistência quando você muda mecanicamente a posição de seu cursor. Esta mudança de resistência é responsável pela mudança na freqüência do circuito do 555.

O DS1804 é um potenciômetro "controlado digitalmente". Você pode

Figura 1 – Circuito para fazer piscar um LED.



alterar a sua resistência (do mesmo modo que você fez com o potenciômetro manual), mas ao invés de mover o cursor manualmente, pode enviar pulsos digitais através do BASIC Step. Esses pulsos digitais mudam a posição do cursor e, conseqüentemente, mudam a freqüência do 555.

Dê uma olhada na **figura 2**. Este é o diagrama que mostra como o DS1804 é internamente. Os elementos resistivos têm um valor total de 100 Kohms e é separado em 100 segmentos. O cursor pode ser posicionado em qualquer uma das 100 "posições", inclusive "acima" e "abaixo" de todos os segmentos. Ele possui uma resistência de aproximadamente 40 ohms.

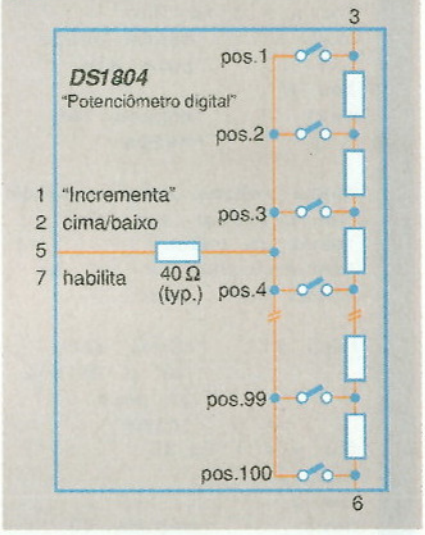
Na posição 1, somente o cursor está contribuindo com a "resistência total" que pode ser medida entre os pinos 3 e 5. Quando o cursor está na posição 2, o valor de 1 segmento resistivo é adicionado a resistência do cursor. Quanto de resistência existe em um segmento? Ele pode ser calculado dividindo o valor total da resistência pelo número de segmentos.

Resistência de 1 segmento = 100 Kohms / 100 = 100 ohms por segmento.

O valor da resistência na posição 2 será a de um segmento mais a resistência do cursor. Isto dá 1000 ohms + 40 ohms = 1040 ohms. A posição 3 será 40 ohms +(2 x 1000) = 2040 ohms.

No Experimento #5 nós criamos um circuito que podia habilitar (e desabilitar) o temporizador

Figura 2 – Diagrama interno do DS1804.



'555'. Entretanto, a única maneira de alterar a freqüência com que o LED piscava era girando manualmente o eixo do potenciômetro. Com o DS1804 nós podemos agora com o BASIC Step não apenas habilitar e desabilitar o circuito, mas também controlar a sua freqüência.

Certifique-se que o seu cabo de programação está conectado ao StepLab e então vá em frente e aplique a alimentação.

Digite o seguinte programa (**código-fonte 1**) no Compilador do BASIC Step.

Muito bem, o que o programa está fazendo? Se estiver operando corretamente, o LED deve estar piscando (rapidamente). Se não, confira o seu código e certifique-se de ter digitado corretamente.

Código-fonte 1

```
symbol x = b0
symbol y = b1
output 0
output 1
output 2
output 3
high 0
low 3
low 2
for x = 1 to 100
high 1
low 1
next
high 2
for y = 1 to 10
high 1
low 1
next
aqui:
goto aqui
```

Agora, tente isto: mude o valor de "y" de 10 para 40.

O seu código (com comentários), deve agora se parecer com este (**código-fonte 2**) .

Rode o programa.

O que aconteceu? Por quê?

Vamos dar uma olhada mais de perto no nosso código:

symbol x = b0
symbol y = b1

Nada de novo aqui, tudo que estamos fazendo é declarar duas variáveis chamadas "x" e "y".

output 0 'reset' do 555

Esta saída está conectada ao pino de *reset* do '555', então, configurando pin0 como saída, podemos ligar e desligar o circuito que pisca o LED.

output 1 'incrementa

Nós já usamos este comando diversas vezes, mas o que está conectado em pin1? A resposta pode ser encontrada no manual do resistor variável DS1804. O sinal "incrementa" (pino #1 do DS1804) é onde nós enviamos os pulsos para mover o cursor. Como veremos, nós usaremos os comandos "high" e "low" para mandar um pulso para este pino.

output 2 'cima / baixo

Outro pino de saída do BASIC Step que está conectado ao sinal chamado "cima / baixo" do DS1804. Quando nós programamos o BASIC

Step para colocar o pin2 em nível alto, todo pulso no pino "incrementa" fará o resistor variável aumentar o seu valor. Ao contrário, se pin2 estiver em nível baixo, qualquer pulso em "incrementa" fará com que o valor do resistor DS1804 diminua.

output 3 'habilita pot

O sinal "habilita" permite ao DS1804 variar o seu valor. Se o sinal "habilita" (pino #7 do DS1804) estiver em nível alto, todo pulso em "incrementa" e "cima / baixo" será ignorado. O sinal vindo do BASIC Step é "ativo em zero".

high 0 'habilita pisca-pisca

Este comando coloca pin0 em +5 volts, habilitando o circuito do '555'.

low 3 'habilita DS1804

Já que pin3 é o pino de habilitação do DS1804 (e ativo em zero), colocando ele em "0", permite ao DS1804 receber pulsos e variar a sua resistência.

low 2 'nível baixo faz o DS1804 ir para "baixo"

Quando o DS1804 é ligado pela primeira vez, nós não temos idéia de onde o cursor está, pois não podemos vê-lo fisicamente, então esta rotina (começando com este comando) irá enviar pulsos suficientes para colocar o cursor em sua posição inicial. Visto que existem 100 posições no elemento resistivo mandando pelo menos 100 pulsos (com a direção para "baixo" com o comando "low 2"), garantimos que ele está em sua posição inicial. Realmente, não interessa se você manda mais que 100 pulsos para o potenciômetro, ele irá parar em sua posição inicial e ignorar os pulsos extras (pulsos desnecessários).

for x = 1 to 100

Este comando faz com que o cursor vá para a sua posição inicial.

high 1 'mande pulso para ele
low 1
next 'repita 100 vezes

Estes comandos fazem pin1 irem para 5 volts e 0 volts, resultando em um único pulso e como estamos em

Código-fonte 2

```
symbol x = b0
symbol y = b1
output 0    'reset do 555
output 1    'incrementa
output 2    'cima / baixo
output 3    'habilita pot
high 0      'habilita
            'pisca-pisca
low 3       'habilita
            'DS1804

'esta seção reseta o
'resistor variável para
'zero ohms

low 2       'nível baixo
            'faz o DS1804
            'ir para
            '"baixo"
for x = 1 to 100
high 1      'mande pulso
            'para ele
low 1
next        'repita 100
            'vezes

'esta rotina seta o valor
'do resistor variável
'para um valor
'determinado por 'y' no
'loop For...Next

high 2      'nível alto
            'faz o DS1804
            'ir para
            '"cima"
for y = 1 to 40
high 1
low 1
next        'repita 40
            (mova o cursor
            p/ cima 20
            posições)
aqui:       'depois de
            'setar o
            'resistor,
            'fique parado
            'aqui
goto aqui
```

um *loop* for...next que se repete 100 vezes, criamos 100 pulsos. O resistor digital agora está setado em "0" ohms.

high 2 'nível alto faz o 'DS1804 ir para "cima"

O sinal pin2 que estava em "baixo" (fazendo o cursor se mover para "baixo") é agora colocado em "alto" então todo pulso (no pino #1 do DS1804) a partir deste ponto do programa, fará o cursor se mover para "cima".

for y = 1 to 40

Este *loop* pode ser modificado para qualquer valor entre 1 e 100. Tente valores diferentes. Cada vez que você mudar o valor (do *loop* for...next), rode o programa. Você verá que o LED piscará em freqüências diferentes, dependendo do seu valor.

high 1
low 1
next 'repita 40 (mova o 'cursor para cima 40 'posições)

Neste caso nós estamos repetindo 40 vezes, o que faz o cursor se mover "40 posições".

aqui: 'depois de setar o 'resistor fique parado 'aqui
goto aqui

Neste ponto o programa entra em um *loop* e não faz nada. Em uma "aplicação real", contudo seu programa continuaria a fazer as outras tarefas, enquanto o LED continuaria a piscar (com a freqüência determinada pelo seu programa), sem necessidade de interferência do BASIC Step.

OK, vamos modificar o programa para fazer a freqüência que o LED pisca aumentar e diminuir visivelmente. Veja **código-fonte 3**.

A primeira parte do programa é a mesma, com a exceção do rótulo "aqui" e da seguinte modificação:

high 2 'vai mover o cursor 'para "cima"

Este comando faz o cursor se mover para cima quando receber pulsos no pino "incrementa".

for x = 1 to 100 'faz ele se 'mover 31 'posições para '"cima"

À primeira vista parece que o cursor vai se mover todo para cima. Ele vai, mas não imediatamente.

high 1
low 1

Aqui é onde os pulsos são criados

Código-fonte 3

```
symbol x = w0                    high 1
symbol y = w1                    low 1
output 0   'reset do 555         pause 200
output 1   'incrementa           next

output 2   'cima / baixo         high 2     'vai mover o
output 3   'habilitação                 'cursor para
           'do DS1804            '"cima"

high 0     'liga pisca           for x = 1 to 100'faz ele
                                       'se mover 100
aqui:                            'posições para
low 2      'vai mover o          '"cima"
           'cursor para          high 1
           '"baixo"              low 1
low 3      'habilita o           debug y
           'DS1804 a             pause 100  'espera para
           'receber                      'que possamos
           'pulsos               'ver cada
                                 'passo
for x = 1 to 100'move o          Next
           'cursor para
           '"0" lentamente       goto aqui  'repita tudo
```

debug y

Este comando nos permite ver onde o cursor está posicionado.

pause 100 'espera para que 'possamos ver 'cada passo

Agora, colocando uma "pausa" aqui, nós seremos capazes de ver que o cursor está se movendo para cima. Você verá que o LED está piscando cada vez mais devagar à medida que o cursor se move (internamente) no resistor variável.

next
goto aqui 'repita tudo

Ao invés de ficar preso em um *loop* sem fazer nada, nós agora iremos voltar para o início do programa e repetir o processo novamente.

Experimente!

Mude alguns dos valores do *loop*. O que acontece quando você não "reseta" a posição do cursor para a sua posição mais "baixa"? Tente mandar pulsos para mover o cursor acima de 100 posições.

Se você tiver acesso a um **ohmímetro**, poderá realmente medir variação de resistência do DS1804 entre os seus terminais.

Se ocorrer de você escolher este campo como carreira (não importa se a primeira ou a outra) existem muitos atributos que podem dar a você mais chance que aos outros. Como nós aprendemos nos dois últimos experimentos, existe quase sempre mais de um modo de resolver um problema. Saber quando resolver em "hardware" ou quando criar "códigos", são talentos muito requisitados. Existem um sem número de oportunidades para engenheiros com mente inovativa e especialmente para aqueles que sabem "combinar" hardware e software juntos para criar o "melhor produto".

Mesmo se você não está planejando tornar este ramo a sua carreira, a habilidade de ser flexível na sua solução de problemas o fará se destacar em qualquer disciplina que escolha.

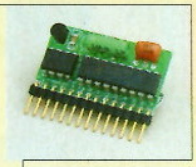
Que tal desenvolver um sistema de som controlado pelo *BASIC Step* para sua casa que detecte quando alguma pessoa entra na sala? O *BASIC Step* poderia detectar a presença usando um foto-resistor como usamos em um experimento anterior. Agora que o *BASIC Step* está "sempre" esperando que alguém entre na sala, ele não poderia ficar continuamente mandando pulsos de controle para o volume do sistema de som.

Então, utilizando componentes como o DS1804, o *BASIC Step* poderia monitorar outros sensores e baseado neles, ajustar o nível do volume. O *BASIC Step* poderia detectar quando você entrasse na sala e ajustasse o volume para um nível agradável. Se o telefone tocasse (usando um outro sensor), o *BASIC Step* poderia automaticamente diminuir o volume para que você falasse tranqüilamente ao telefone sem "ruído" de fundo.

TATO
Equipamentos Eletrônicos
Transformando idéias em realidade

Siga a série dos microcontroladores BASIC Step 1 e faça todas as experiências na prática com o material fornecido pela Tato Equipamentos Eletrônicos.
O kit inclui:

BASIC Step 1
Placa StepLab
Fonte de alimentação
Cabo de gravação
Disquete com o compilador



Tudo isto por apenas R$ 120,00.

Display serial



Apenas R$ 40,00.

Rua Ipurinas, 164 - São Paulo - SP - 04561-050
Tel (11) 5506-5335 - http://www.tato.ind.br

Linguagem LOGO para Robótica e Automação – 9ª parte

Resumo



Luiz Henrique Corrêa Bernardes

Nos oito artigos anteriores, descrevemos atividades simples e complexas de Automação utilizando a linguagem LOGO. Considerando que os artigos vêm crescendo em grau de dificuldades e complexidade, neste artigo apresentamos um resumo geral dos conceitos mais usados nos anteriores para servir de fonte de referência aos leitores que nos estão acompanhando os artigos ou iniciando seus estudos da programação LOGO voltada a Robótica e Automação.



INSTALANDO O SUPERLOGO

Execute as seguintes etapas:

1- Fazer o *download* do arquivo do Super Logo 3.0 no *site* do Nied (**www.nied.unicamp.br**) na seção de software.

2- Descompactar o arquivo Slogo30.zip em um diretório (ex: c:\install).

3- Efetuar a instalação do SuperLogo:

Execute o arquivo setup.exe (no diretório c:\install). Após obter sucesso na instalação, o diretório c:\install e seu conteúdo poderão ser excluídos.

4- Testando o Sistema

Para verificar se tudo deu certo, execute o programa SuperLogo e acione em ajuda a opção DEMO, conforme ilustra a **figura 1**. Essa opção demonstra um pouco das possibilidades do SuperLogo.

COMPILADOR X INTERPRETADOR

O Logo tem como conceito ser um ambiente que interpreta os comandos. Isso significa que para exe-

Figura 1 – Superlogo, opção demo.

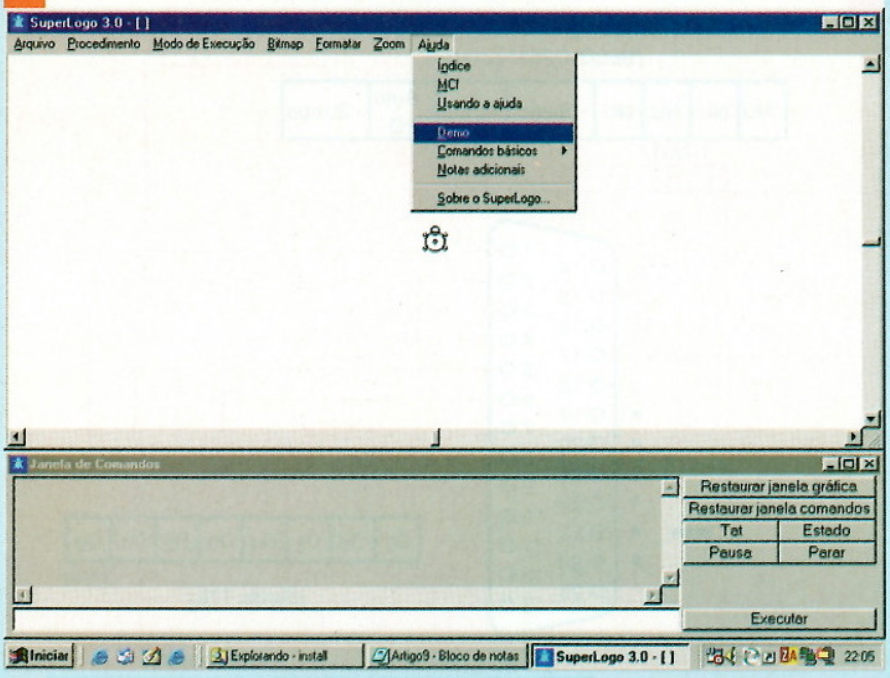
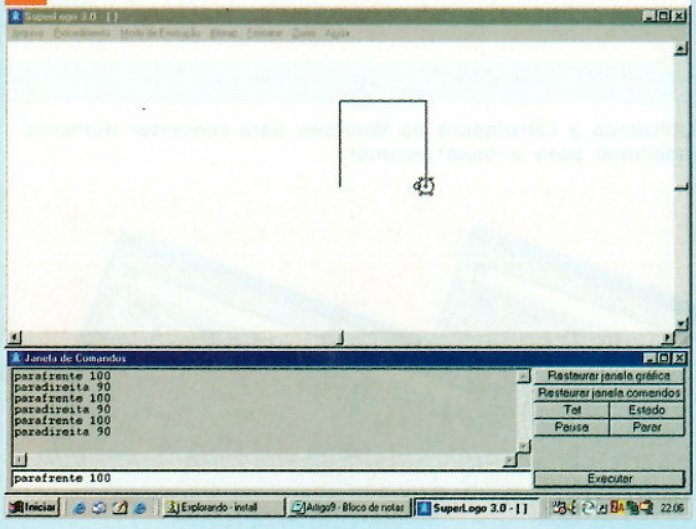


Figura 2 – Janela de comandos.



cutar um programa escrito em LOGO necessitamos estar com o ambiente de programação ativo. Ao contrário de um programa que foi compilado e gera um executável que funciona independente do ambiente de programação (ex. Delphi, Visual Basic e C++) .

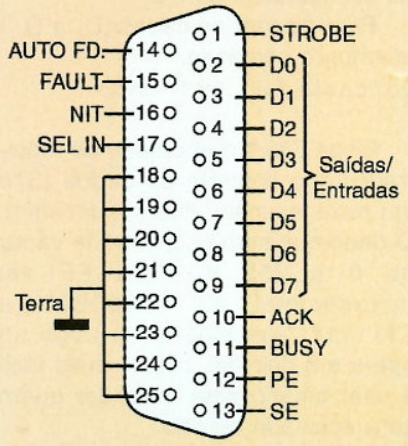
PRIMEIROS PASSOS NO SUPERLOGO

A linguagem Logo é orientada por palavras. Isso significa que os comandos são palavras, e que podemos associar vários comandos em uma única palavra. Consulte sempre o arquivo de ajuda do SuperLogo que mostra em detalhes os conceitos da linguagem, assim como exemplos de utilização dos comandos.

Então, vamos fazer a tartaruga andar com os comandos "parafrente 100 ", e "paradireita 90" . Execute esses comandos escrevendo-os um de cada vez na janela de comando (**figura 2**) e tecle Executar. Repita os comandos e observe que você desenhou um quadrado. Nesse caso, executamos comando por comando, e iremos associar uma palavra a uma seqüência de comandos:

1- Execute o comando Edite "quadrado".

Figura 3 – Identificação da porta paralela.



2- O Editor irá aparecer e escreva dentro da janela do editor:

```
aprenda quadrado
repita 4 (parafrente ~
100 paradireita 90)
fim
```

3- Fechar o editor e salvar.

4- Tecle em "Restaurar Janela Gráfica".

5- Salve (antes de executar), para não perder o trabalho em caso de problemas. Tecle em Arquivo e Salvar, escolha um nome diretório e tecle em salvar. Quando quiser carregar os procedimentos novamente, bastará teclar em Arquivos e a *clicar* na opação Abrir. Os arquivos do SuperLogo têm extensões LGO.

6- Escreva quadrado na janela de comandos e tecle em Executar.

7- Observe que o quadrado será desenhado automaticamente toda a vez que você executar o comando quadrado.

UTILIZANDO A PORTA PARALELA DO PC

A porta paralela do PC é um excelente meio para podermos realizar automações. A **figura 3** ilustra os

nomes dos pinos e a **figura 4** exibe os registradores para o controle dos pinos de entrada e saída. Os endereços são os mais utilizados, mas podem ser diferentes, dependendo da configuracão do PC.

Para acionar os dados (D_0 a D_7) usamos o comando:

```
portasaídab 888 dado
```

Onde 888 é o endereço do registrador que controla os dados (378 em hexadecimal = 888 em decimal). O dado que será escrito pode variar de 0 a 255 ou 0 a FF em hexadecimal ou 00000000 a 11111111 em binário. O Logo só opera em decimal, mas o mais fácil é usar binário para entender quem será acionado ou não.

Por exemplo, queremos acionar o D_6, D_4 e D_0 em 1 e os demais deixar em desligado (zero) . Então, teremos:

```
D7  D6  D5  D4  D3  D2  D1  D0

0   1   0   1   0   0   0   1
```

Que irá dar 01010001 em binário ou 51 em hexadecimal, ou 81 em decimal. Caso tenha dúvidas na conversão, utilize a calculadora do Windows (acessório, calculadora) que possui um conversor (**figura 5**).

Então, o nosso comando será :

```
portasaídab 888 81
```

Para ler os dados, utilizamos o registrador 379 em hexadecimal (ou 889 em decimal) empregando o comando:

```
mostre portaentradab 889
```

Esse comando volta o *byte* (caractere) do registrador e mostra (através do comando mostre) na console de comandos do LOGO. Lembre-se que o LOGO sempre usa a base decimal para saber qual bit está ativo ou não. Utilize o conceito descrito para o comando de escrita acima descrito .

Para acionar uma saída, temos que executar somente uma vez o comando portasaídab , mas para saber se uma entrada está ativa ou não durante um certo intervalo de tempo, temos que ler o registrador

Figura 4 – Representação do port 378h.

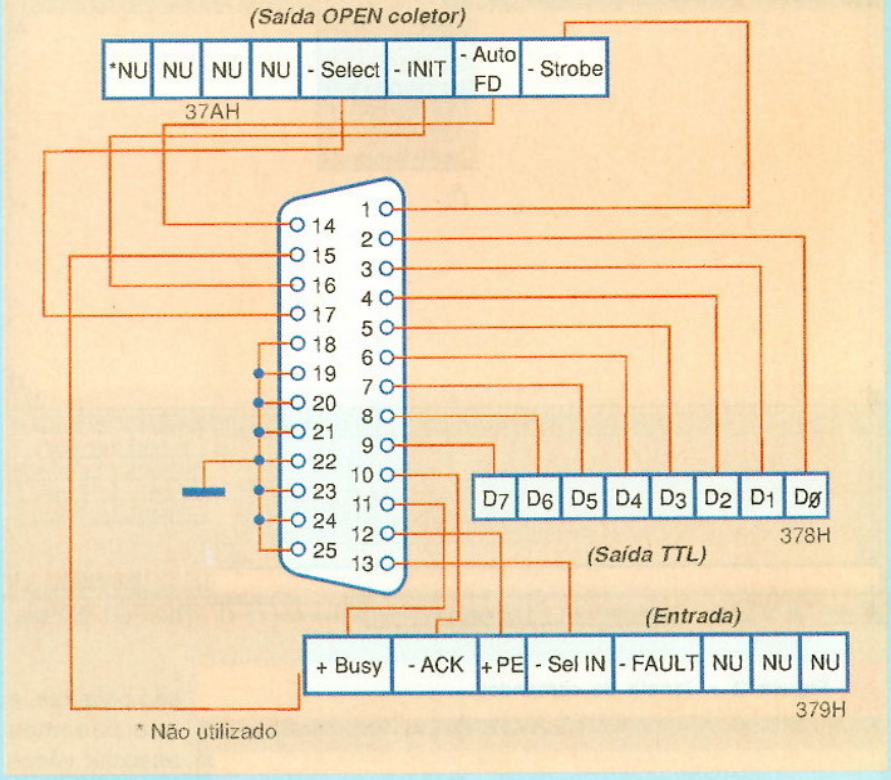


Figura 5 – Utilizando a calculadora do Windows para converter números na base hexadecimal para a base decimal.



continuamente através do comando portaentradab.

Para isso, podemos utilizar o comando de temporizador, que gera uma " interrupção" em um certo intervado (estipulado no comando).

Para testar todos esses conceitos, monte o circuito da **figura 6** e carregue o **Código-fonte 1**, o fluxograma do programa está descrito na **figura 7**. Execute o programa e veja o resultado (**figura 8**) .

Observe lá que nesse programa utilizamos vários comandos relativos ao Windows, fazendo uma janela de programa (criejanela) posicionando botões de controle (criebotão), que quando acionados, executam procedimentos (ex. LIGA e DESLIGA).

Código-fonte 1

```
aprenda controle
ativetemporizador 1 200 ~
[vechave]
criejanela "main "d1 ~
[Mecatrônica Fácil - ~
Controle] 10 10 170 75
crieestático "d1 "LED ~
[apagado]  110 15 50 25
crieestático "d1 "TEXTO ~
[CHAVE]  85 44 50 25
crieestático "d1 "CHAVE ~
[SOLTA]  85 44 50 25
criebotão "d1 "b1 "Liga ~
10 10 40 20 [liga]
criebotão "d1 "b2 ~
"Desliga 60 10 40 20 ~
[desliga]
criebotão "d1 "b3 "Fim ~
10 40 40 20 ~
[apaguejanela "d1 ~
desativetemporizador 1]
fim

aprenda desliga
portasaídab 888 0
mudeestático "LED ~
[APAGADO]
fim

aprenda liga
portasaídab 888 1
mudeestático "LED [ACESO]
fim

aprenda vechave
desativetemporizador 1
atribua "chave
portaentradab 889
atribua "chave bite
:chave 8
senão :chave = 0
[mudeestático "CHAVE
[PRESSIONADA]]
[mudeestático "CHAVE
[SOLTA]]
ativetemporizador 1 200
[vechave]
fim

Atribua "chave 0
Atribua "valido 1
```

Figura 6 – Esquema elétrico. Note que foi acrescentada somente a chave ao esquema anterior.

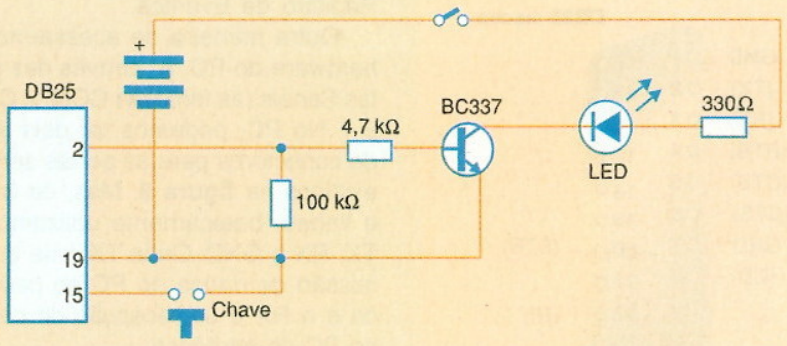
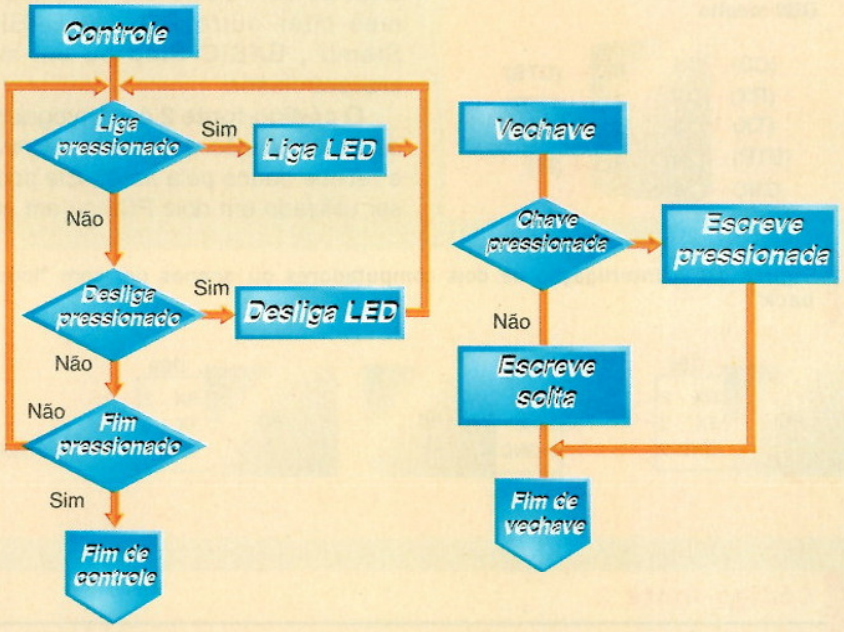


Figura 7 – Representação do port 378h.



Foi usado também o comando de temporização (ativetemporizador e desativetemporizador) para criar uma temporização constante de 200 milissegundos, onde é feita a leitura da chave. Outro comando de Windows utilizado foi o de escrita (crieestático e mudeestático). Estude esses comandos analisando o arquivo de ajuda do LOGO.

Vale salientar que os comandos que acionam diretamente as portas (portasaídab e portaentradab) não funcionam para Windows 2000, NT e XP, mas operam perfeitamente em Windows 95, 98 e ME. Para poder utilizar os comandos em Windows 2000, NT e XP veja os procedimentos no site da revista (**www.mecatronicafacil.com.br**).

Figura 8 – Resultado do programa.

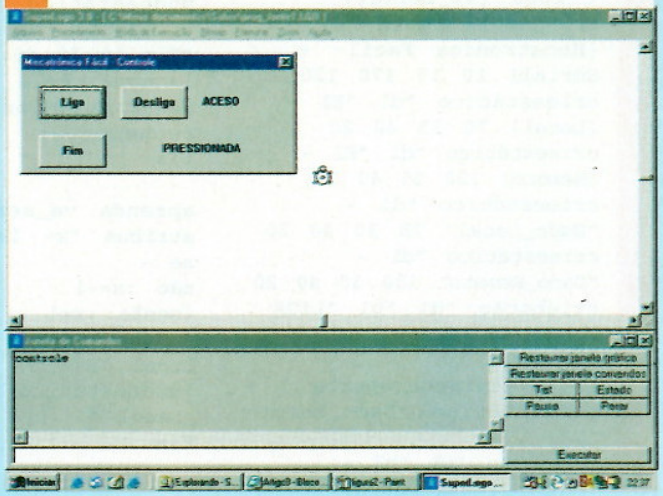
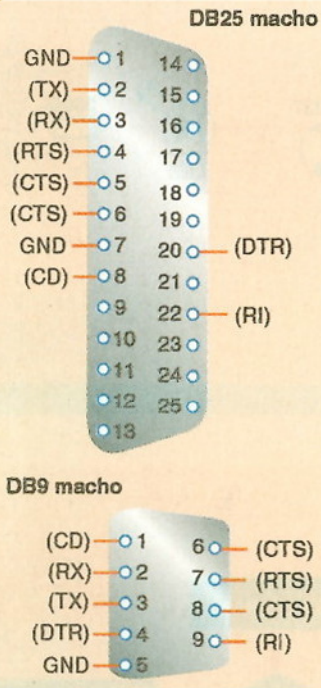


Figura 9 – Conectores típicos para impressão dos caracteres 1,2 e 3.



Com base nesses conceitos, foram realizados os projetos de controle de motores DC, Elevador e de Registro de Eventos.

Outra maneira de acessarmos o hardware do PC, é através das portas Seriais (as famosas COM 1, COM 2). No PC, podemos ter dois tipos de conectores para as portas seriais, exibidos na **figura 9**. Mas, de todas a linhas, basicamente utilizamos 3 TX, RX e GND. Onde TX é de transmissão de dados do PC ao periférico e a RX e de recepção de dados no PC do periférico.

Uma das vantagens em se utilizar a comunição serial é a facilidade de conexão (3 fios) com outros dispositivos . Como exemplo, podemos citar outro PC, um BASIC Stamp , BASIC Step ou um microcontrolador.

O **código-fonte 2** é um programa de comunicação serial que escreve e recebe dados pela serial. Ele pode ser utilizado em dois PCs ou em um único PC com conector de Loop Back, conforme ilustra a **figura 10**.

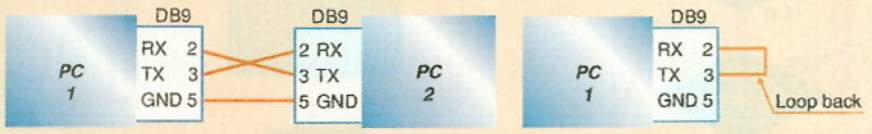
Através desses comandos de serial (aparaportaescrevacaractere porta leiacaractereporta) podemos gerenciar o Modem do PC , para fazer ligações e transmitir dados.

CONCLUSÃO

Este resumo é uma fonte de referência ao leitor que vem acompanhando desde o início os artigos, sendo também muito útil para aqueles que estão iniciando agora.

Uma grande fonte de informações é o fórum da Mecatrônica Fácil (**www.mecatronicafacil.com.br**), onde se pode trocar idéias , fazer e responder perguntas. Vale a pena inclusive consultar os artigos (veja *box*) que foram publicados na Mecatrônica Fácil que estão relacionados com a linguagem LOGO. ●

Figura 10 – Interligação de dois computadores ou apenas um com "loop back".



Código-fonte 2

```
aprenda comando_serial
abraporta "com1
ativetemporizador ~
1 2000 [ve_serial]
criejanela "main "d1 ~
[Mecatronica Facil- ~
Serial] 10 10 170 120
crieestático "d1 "E1 ~
[Local] 70 15 40 20
crieestático "d1 "E2 ~
[Remoto] 120 15 40 20
crieestático "d1 ~
"Dado_Local" 75 30 40 20
crieestático "d1 ~
"Dado_Remoto" 130 30 40 20
criebotão "d1 "b1 "LIGA
10 10 40 20 ~
[atribua "y
escrevacaractereporta 1 ~
mudeestático "Dado_Remoto
"X]
criebotão "d1 "b2 ~
"DESLIGA 10 40 40 20 ~
[atribua "y ~
escrevacaractereporta 0 ~
mudeestático "Dado_Remoto"]
criebotão "d1 "b3 ~
"Fim 10 70 40 20 ~
[apaguejanela "d1 ~
desativetemporizador 1 ~
fecheporta]
fim

aprenda ve_serial
atribua "x~ leiacaractereporta
se ~
não :x=-1
[senão :x=1 ~
[mudeestático "Dado_ ~
Local "X]
[mudeestático "Dado ~
_Local " ]]
fim
```

Artigos do LOGO na Mecatrônica Fácil

Linguagem LOGO para Robótica e Automação

MF 01(10-11/01) - parte 1
Apresentação do LOGO
MF 02(1-2/02) - parte 2
Controle de um LED através da Porta Paralela
MF 03(3-4/02) - parte 3
Coletando Sinais pela porta paralela
MF 04(5-6/02) - parte 4
Controle de Motor CC
MF 05(7-8/02) - parte 5
Comunicação Serial RS-232
MF 06(9-10/02) - parte 6
O Logo controlando aplicações do *BASIC Step*
MF 07(11-12/02) - parte 7
Registrando eventos com o LOGO
MF 08(01-02/03) - parte 8
Utilizando o LOGO no controle de uma casa inteligente

Projetos

MF 06(09-10/02) - Projeto de elevador
MF 07(11/02) - RM-1 Robô Manipulador
MF 08(01/03) - Robô ADR-1

Eletrônica básica para Mecatrônica - 9ª parte

Sensores - II

Newton C. Braga

Na edição anterior focalizamos diversos tipos de sensores tais como os de toque, mecânicos, resistivos, ópticos e de temperatura. No entanto, os sensores que vimos não são apenas esses. Assim, nesta edição, continuamos a enfocar mais sensores utilizados em projetos mecatrônicos com destaque para os sensores ópticos, de aproximação, acústicos, além de outros. No final, como sempre fazemos, daremos um projeto prático empregando um ou mais dos sensores abordados neste artigo.

Como salientamos no artigo anterior desta série, os sensores são os elementos de contato que os dispositivos mecatrônicos, tais como robôs, máquinas industriais, automóveis, além de outros, têm com o mundo externo.

Os sensores nada mais são do que transdutores que convertem uma forma de energia em energia elétrica.

Diversas são as grandezas físicas que podem ser usadas para atuar sobre sensores, o que nos leva a classificar esses dispositivos justamente de acordo com a grandeza que detectam. Assim, temos sensores de temperatura, pressão, luz, e proximidade, que envolvem as mais diversas tecnologias.

Prosseguimos nossa série analisando mais alguns tipos de sensores importantes para os projetos de Mecatrônica.

SENSORES ÓPTICOS

Na edição precedente incluímos entre os sensores resistivos os LDRs (*Light Dependent Resistors*) que, na verdade, são sensores ópticos que se baseiam na variação que a presença de luz causa em determinados materiais como, por exemplo, o sulfeto de cádmio.

No entanto, existem outros tipos de sensores ópticos que não se baseiam no mesmo princípio.

Analisemos alguns deles:

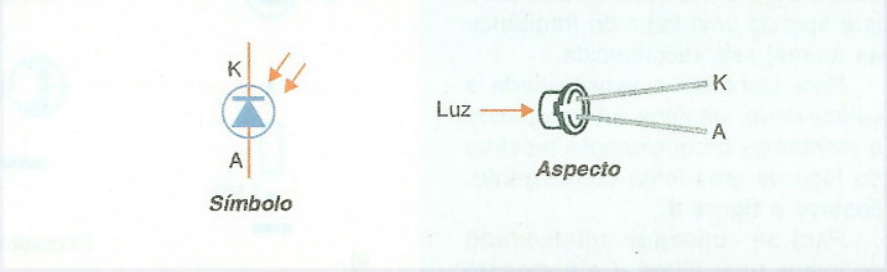
a) Fotodiodos

Quando luz incide numa junção semicondutora polarizada no sentido inverso, portadores de carga são liberados provocando uma pequena corrente de fuga.

Essa corrente, da ordem de milionésimos de ampère, tem sua intensidade dependente da intensidade da luz incidente.

Isso significa que podemos fabricar diodos especiais, que funcionam polarizados no sentido inverso e que têm sua junção exposta, quer seja por uma janela ou por um invólucro transparente, justamente para usar como sensores de luz.

Figura 1 - Aspecto e símbolo usado para um fotodiodo físico.



Na **figura 1** temos o aspecto e o símbolo usado para representar um fotodiodo de silício.

Diferentemente dos LDRs, os fotodiodos são extremamente rápidos podendo detectar variações da intensidade da luz numa freqüência que pode chegar a vários megahertz.

Os fotodiodos também têm uma curva de resposta diferente do olho humano, conforme ilustra a **figura 2**.

Pela **figura 1** vemos que os fotodiodos podem "enxergar" radiação infravermelha, o que não acontece com nossos olhos.

Como a corrente que se obtém de um fotodiodo quando excitado é muito baixa, é preciso usar circuitos amplificadores com bom ganho quando desejamos fazer o acionamento de circuitos externos.

Na **figura 3** temos dois circuitos para excitação de cargas a partir de um fotodiodo.

O primeiro faz uso de transistores comuns e tem o ajuste de sensibilidade feito por um *trimpot* ou potenciômetro. Em lugar do relé, empregarmos um transistor BD136 ao invés do BC558, podemos controlar diretamente cargas de até uns 300 mA como, por exemplo, pequenos motores ou solenóides.

O segundo faz uso de um amplificador operacional e o ajuste é obtido da mesma forma, por um *trimpot* ou potenciômetro. Na saída, podemos usar uma etapa de maior potência, por exemplo, com transistor Darlington, para excitar diretamente cargas de maior corrente como um motor.

No uso desses sensores é comum agregarmos recursos ópticos para obter maior sensibilidade, diretividade e até seletividade para que apenas uma faixa de freqüências (cores) seja reconhecida.

Para aumentar a sensibilidade e seletividade, usamos tubos opacos e montamos o componente próximo do foco de uma lente convergente, observe a **figura 4**.

Para se conseguir seletividade podemos usar filtros e até mesmo trabalhar com radiação polarizada.

b) Fototransistores

Os fototransistores operam segundo o mesmo princípio dos fotodiodos. A diferença está no fato de que aproveitamos a corrente de fuga entre o coletor e o emissor, que depende da luz que incide em sua pastilha de material semicondutor, conforme ilustra a **figura 5**.

Na mesma figura também temos o símbolo adotado para representar o fototransistor e o aspecto dos tipos mais comuns.

Uma das vantagens do fototransistor em relação ao fotodiodo é que podemos ter um sinal amplificado, dependendo do modo como o utilizamos.

Assim, existem fototransistores denominados foto-Darlingtons, que na verdade, são formados por dois transistores sensíveis a luz co-

Figura 2 - Curva de resposta de um fotodiodo.

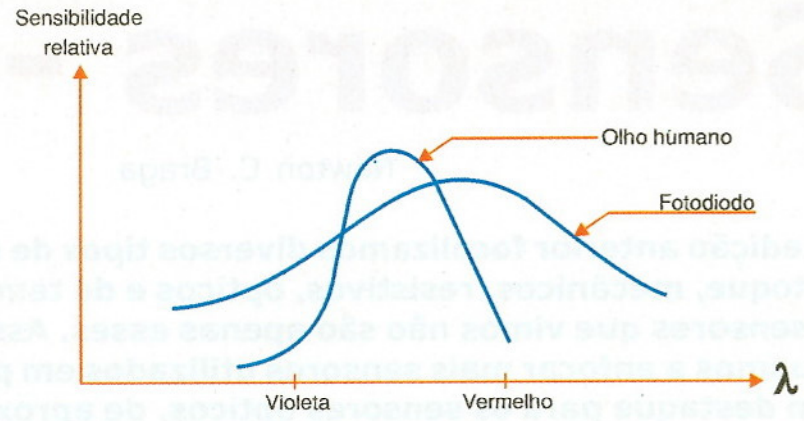


Figura 3 - Circuitos com fotodiodo.

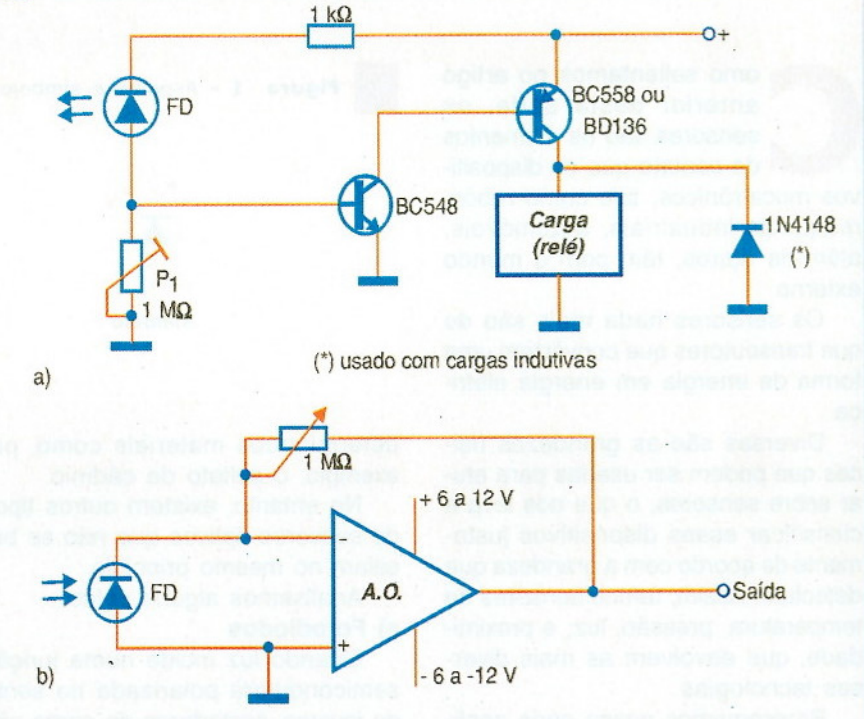


Figura 4 - Tubo opaco para aumentar a sensibilidade.

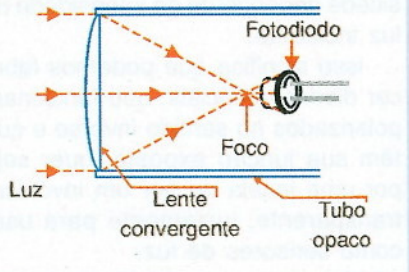
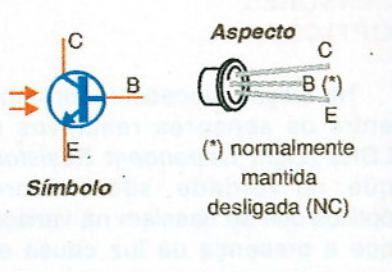


Figura 5 - Aspecto físico e símbolo de um fototransistor.



nectados conforme mostra a **figura 6**.

O resultado dessa conexão é uma sensibilidade muito maior, exigindo circuitos amplificadores menos complexos e de menor ganho.

Na **figura 7** temos um circuito típico de sensor de luz que faz uso de um fototransistor.

Observe que, nesse circuito, a base do transistor permanece desligada.

Na maioria das aplicações podemos substituir um fotodiodo por um fototransistor. No entanto, o fototransistor é mais lento, o que significa que, nas aplicações em que a velocidade é importante, isso não é válido.

Figura 6 - Foto-Darlington.

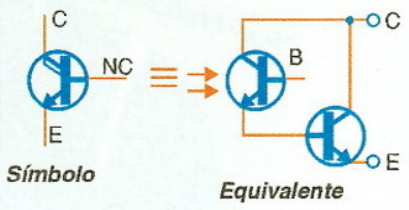
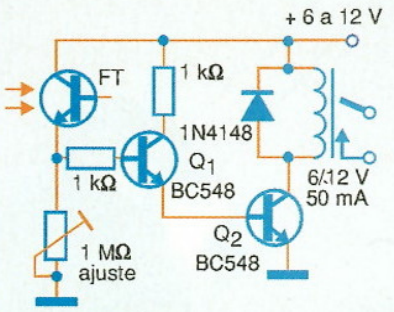


Figura 7 - Circuito com fototransistor.



Improvisando um fototransistor

Qualquer transistor, se tiver sua pastilha semicondutora exposta à luz se comportará como um fototransistor.

Os transistores comuns são protegidos por invólucros opacos de metal ou plástico sólido que impedem que a luz chegue às pastilhas.

Entretanto, existem transistores em que o invólucro pode ser retirado com cuidado, sem danificar a pastilha, o que possibilita sua exposição à luz.

Um caso interessante é do transistor 2N3055, exibido na **figura 8**.

Se retirarmos sua capa protetora, poderemos expor sua pastilha semicondutora à luz e usá-lo como um fototransistor.

Mais do que isso: ele também funciona como um sensor foto-elétrico do tipo fotocélula, gerando energia elétrica quando iluminado.

Se ligarmos um multímetro entre seu coletor e base e iluminarmos a pastilha com luz forte, veremos a produção de energia, observe a **figura 9**.

Evidentemente, essa energia não é suficiente para alimentar dispositivos de alto consumo, mas serve perfeitamente para mostrar o seu comportamento foto-elétrico.

Figura 8 - Transistor 2N 3055.

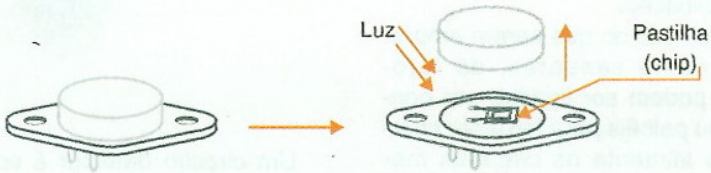
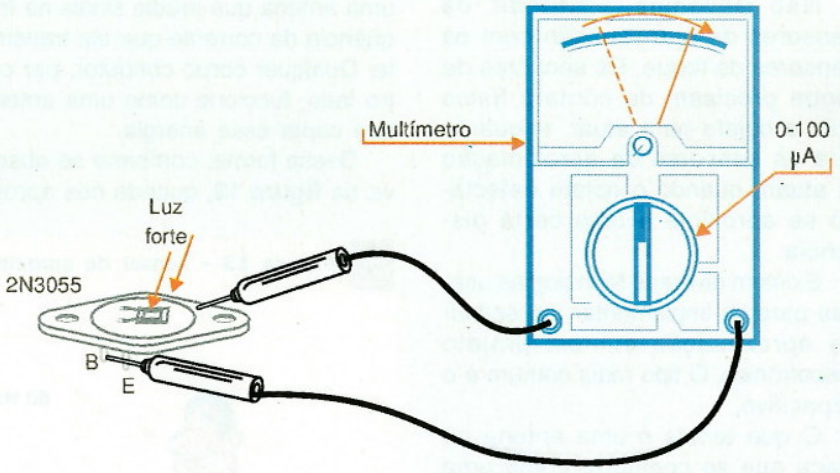


Figura 9 - Processo de funcionamento do fototransistor.



c) Fotocélulas

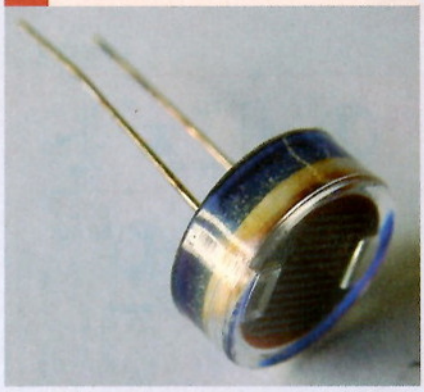
As fotocélulas ou células solares convertem energia luminosa (energia radiante) em energia elétrica.

Os tipos mais comuns são as formadas por pastilhas de silício monocristalino que são usadas para alimentar calculadoras, relógios e outros dispositivos de baixo consumo (veja o item anterior em que falamos do transistor 2N3055).

Na **figura 10** temos uma fotocélula comum que pode ser usada como um sensor de luz.

Se bem que alguns circuitos possam usar fotocélulas como sensores,

Figura 10 - Célula foto-elétrica.



como seu custo é mais alto do que o dos fotodiodos e dos fototransistores, estes últimos são preferidos para essa aplicação.

Muito mais do que serem empregadas como sensores, as fotocélulas podem ser ligadas em conjuntos ou painéis para fornecer energia que alimenta os circuitos mecatrônicos diretamente, ou carregando uma bateria, conforme ilustra a **figura 11**.

SENSORES DE APROXIMAÇÃO

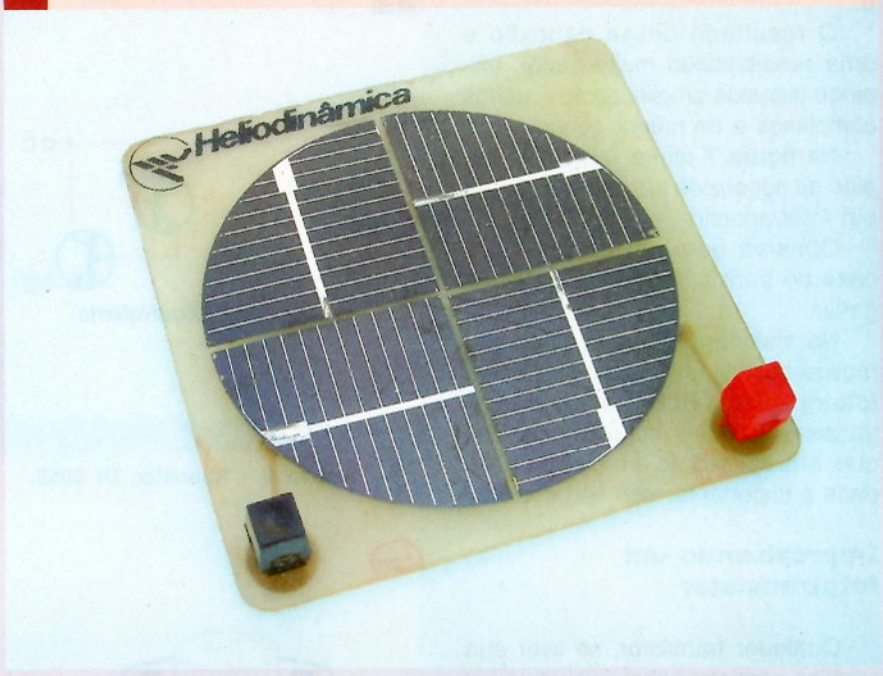
Não devemos confundir os sensores de aproximação com os sensores de toque. Os sensores de toque precisam do contato físico com o objeto para atuar, enquanto que os sensores de aproximação já atuam quando o objeto detectado se aproxima a uma certa distância.

Existem diversas tecnologias usadas para se implementar um sensor de aproximação em um projeto mecatrônico. O tipo mais comum é o capacitivo.

O que temos é uma antena ou placa que se comporta como uma das placas de um capacitor, veja exemplo na **figura 12**.

A outra placa do capacitor é representada pelo objeto que vai ser detectado. Assim, quando o objeto se aproxima, a capacitância aumenta. Se a placa estiver ligada em um circuito oscilador, a freqüência do oscilador diminui com a aproximação do objeto.

Figura 11 - Painel de fotocélulas.



Um circuito detector é colocado então para detectar essa variação, disparando quando a freqüência chega a um certo valor.

Um outro tipo de sensor de aproximação é o que opera com a captação do ruído da rede de energia.

A rede de energia funciona como uma antena que irradia sinais na freqüência da corrente que ela transmite. Qualquer corpo condutor, por outro lado, funciona como uma antena que capta essa energia.

Dessa forma, conforme se observa na **figura 13**, quando nos aproxi-

Figura 12 - Sensor capacitivo.

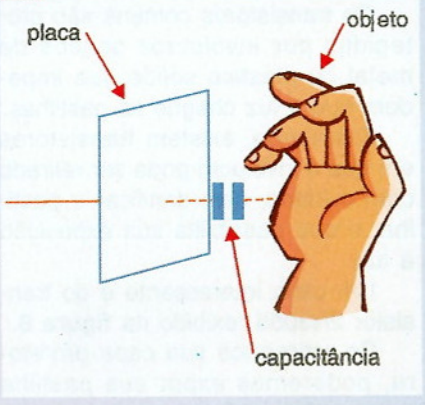
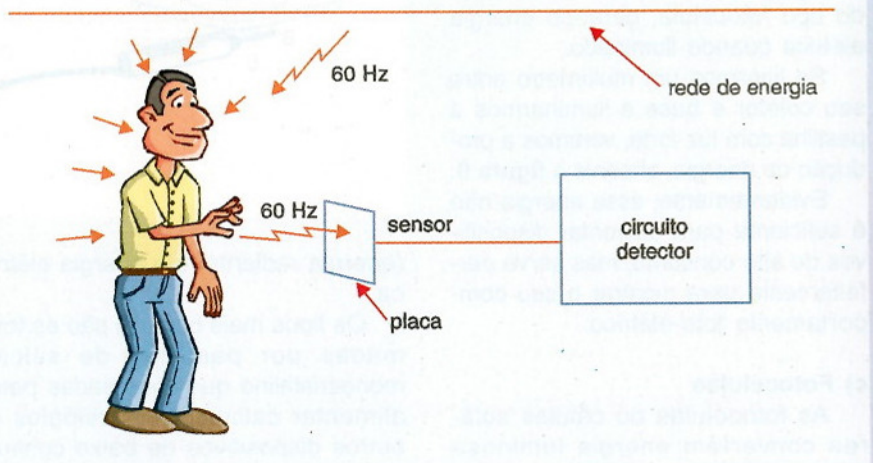


Figura 13 - Sensor de aproximação que capta o ruído da rede de energia.



mamos de uma antena ligada a um circuito receptor, o nosso corpo capta os sinais e os concentra passando-os capacitivamente para o sensor.

É claro que, para esse tipo de sensor precisamos de um circuito sensível de amplificação, como exibido na **figura 14**.

Nele, os sinais captados pelo sensor são detectados (retificados) pelo diodo e aplicados à entrada de uma porta NAND de um circuito integrado CMOS do tipo 4093. A elevada impedância de entrada desse circuito e sua amplificação possibilitam o acionamento de uma carga através de um transistor.

O *trimpot* serve para ajustar a sensibilidade do circuito levando-o ao limiar do disparo. A antena ou sensor deve ser uma placa isolada de pelo menos 5 x 5 cm.

Lembramos que as principais desvantagens desse tipo de sensor são a sua sensibilidade a ruídos e a pequena sensibilidade na detecção de objetos que sejam isolantes.

Figura 14 - Amplificador sensível.

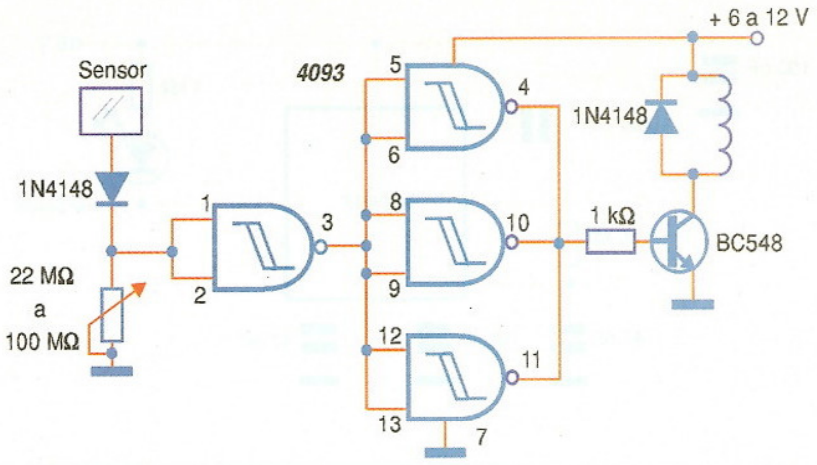
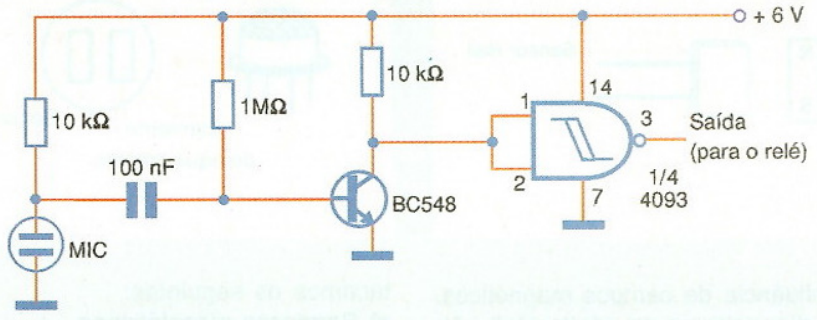


Figura 15 - Circuito do sensor acústico.



SENSORES ACÚSTICOS

Os sensores acústicos podem funcionar como "ouvidos" ou para detectar obstáculos.

No primeiro caso, basta usar um microfone ligado a um circuito amplificador que aciona o dispositivo controlado.

Na **figura 15** demonstramos como é possível fazer o acionamento de um relé (na saíde) a partir do som captado por um microfone de eletreto.

Um exemplo de aplicação desse tipo de sensor está no pequeno robô que publicamos na revista **Mecatrônica Fácil nº 6** que é acionado quando batemos palmas ou falamos mais alto diante do microfone.

Uma possibilidade interessante de sensoriamento acústico e que pode ser usada como controle remoto é vista na **figura 16**.

Nela, os sinais passam por um filtro reconhecedor de freqüência baseado num PLL (*Phase Locked Loop*) do tipo NE567. O *trimpot* ajusta a freqüência do sinal que o circuito reconhece.

Isso significa que podemos usar um apito, assobio ou mesmo um oscilador que gere uma determinada freqüência para fazer o acionamento do relé. Qualquer outra freqüência não o acionará.

Um robô equipado com esse circuito só funcionará quando o som adequado for reconhecido. Treinando, o operador pode conseguir assobiar a nota exata que ativa o circuito e, com isso, somente ele terá comando sobre o robô. Um projeto bastante interessante para ser desenvolvido, principalmente em escolas!

Os sensores acústicos também podem ser empregados para detectar objetos ou obstáculos.

Uma possibilidade bastante usada em Robótica e Mecatrônica, já descrita em um de nossos projetos, é a que utiliza um módulo emissor/receptor de ultrassons.

O emissor ultrassônico produz um sinal que é emitido em todas as direções. O sinal, ao ser refletido por um objeto próximo, retorna na forma de um eco que é captado por um microfone ultrassônico.

O circuito detecta esse sinal e pode então acionar um relé.

No caso do veículo que publicamos na edição nº 1 desta Revista, o sinal serve para inverter o movimento possibilitando que ele se desvie de obstáculos.

SENSORES HALL

O Efeito Hall pode ser definido como a variação da resistência elétrica de determinados materiais sob

Figura 16 - Sensor acústico para controle remoto.

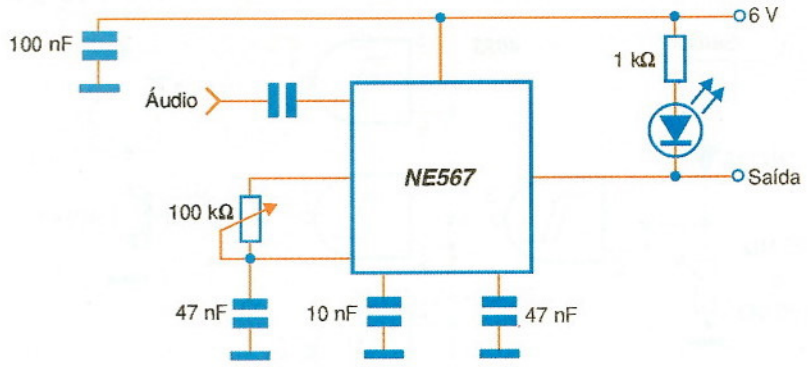


Figura 17 - Sensor de efeito Hall.

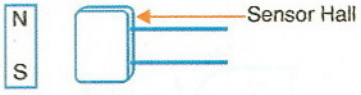
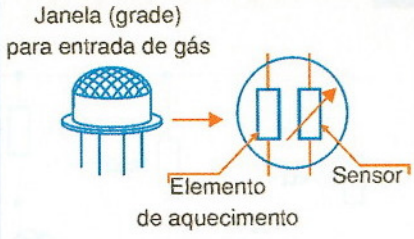


Figura 18 - Sensor de gás



a influência de campos magnéticos. Os dispositivos de efeito Hall são sensores de campo magnético muito sensíveis que se baseiam justamente nas substâncias que possuem a propriedade de mudar de resistência sob a ação de campos.

Na **figura 17** temos um sensor desse tipo que é muito empregado em aplicações críticas tais como sistemas de ignição de automóveis, controles de automatismos e medidores de velocidade de rotação de engrenagens.

Como o sinal fornecido por esses sensores é muito fraco, precisamos contar com a ajuda de circuitos amplificadores.

OUTROS SENSORES

Além dos sensores analisados, há outros que podem ser empregados em automatismos, projetos mecatrônicos e robôs. Dentre eles, destacamos os seguintes:

a) Sensores piroelétricos

Existem materiais denominados piroelétricos que aperesentam características muito peculiares: quando são aquecidos, aparecendo nas suas faces cargas elétricas de sinais opostos.

Esses materiais podem ser utilizados na confecção de sensores de calor extremamente sensíveis.

Um sinal elétrico de boa intensidade pode ser obtido pela incidência de radiação infravermelha como, por exemplo, a emitida pelo nosso corpo.

Esses sensores são dotados de uma Lente de Fresnel que dirige a radiação infravermelha de determinados comprimentos de onda ao sensor.

Objetos aquecidos que estejam no raio de ação do sensor podem ser percebidos e, com isso, disparam um sistema de aviso ou acionam algum automatismo. As portas automáticas que abrem com a aproximação das pessoas funcionam dessa forma.

Há módulos desses sensores prontos para serem empregados em projetos, mas em muitos casos pode-se adaptar os sensores comerciais que existem à venda em qualquer casa de material elétrico ou eletrônico.

b) Sensores de gás

Existem sensores que podem detectar a presença de determinados gases na atmosfera. Um deles é o sensor exibido na **figura 18** que detecta a presença de gases combustíveis.

Nele, um elemento sensível é aquecido de tal forma que passa a absorver qualquer combustível que entre em contato. Essa absorção altera sua resistência elétrica, possibilitando assim o funcionamento de um circuito elétrico de processamento do sinal.

Esses sensores podem ser usados em robôs para detectar vazamentos de gases.

c) Sensores de pressão atmosférica

Muitos relógios possuem sensores de pressão que são usados para indicar a pressão atmosférica ou ainda para indicar a altitude, quando se conhece uma pressão de referência no local.

Esses sensores são formados por uma pequena pastilha de silício na qual se apoia um pino preso a um diafragma. A pressão sobre o diafragma faz com que o pino pressione também o *chip* sensível de tal modo a modificar suas características elétricas.

d) Sensores de aceleração

Um sensor de aceleração aproveita as variações das propriedades elétricas dos materiais semicondutores quando submetidos a deformações mecânicas.

O princípio de funcionamento é o mesmo do sensor de pressão.

Entretanto, uma variação é a que faz uso de lâminas vibrantes de tal forma que qualquer tentativa de se

mudar a posição do sensor, acelerando-o, faz com que surjam forças que tendem a impedir essa mudança de posição (Coriolis).

Tratam-se, portanto, de verdadeiros giroscópios semicondutores que podem ser empregados como sensíveis sensores.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

O circuito que damos como exemplo prático é bastante simples e pode servir de base para um detector de aproximação ou de direção de um robô ou mesmo para o controle remoto monocanal por feixe de luz. Trata-se de uma chave que opera por luz ou sombra.

A sua ação é monoestável; contudo, ela pode ter seu tempo de atuação ajustado para um valor muito baixo, o que possibilita sua ação como chave momentânea.

O funcionamento por luz ou por sombra depende apenas do modo como o sensor, um LDR, é ligado.

No diagrama dado na **figura 19**, mostramos as duas formas de ligar o sensor para as ações por luz e por sombra.

O circuito funciona da seguinte maneira, tomando-se como exemplo, a versão ativada pela luz.

Quando um feixe de luz incide por um instante no sensor, a tensão no pino 2 de disparo do 555, ligado como monoestável, cai para um valor abaixo do ponto de disparo. Isso ocorre porque um dos lados do capacitor C_1 é levado a um potencial mais baixo por um instante fazendo circular uma corrente no sentido que vai do pino 2 (via resistor R_2) para o sensor.

O disparo do 555 leva sua saída ao nível alto por um intervalo de tempo que depende de R_3 e C_2. Os valores desses componentes devem ser escolhidos de acordo com a aplicação dentro da seguinte faixa:

R_3 deve ficar entre 1 kohms e 1 M ohms

C_2 deve ficar entre 47 nF e 1000 µF.

Com os valores máximos, o tempo de acionamento da saída será da ordem de 15 minutos. Para os valores menores, teremos praticamente a ação momentânea, com uma fração de segundo.

R_3 pode ser substituído por um *trimpot* de 1 Mohms em série com um resistor de 10 kohms para se obter um ajuste manual do tempo de acionamento.

Na saída, usamos um transistor TIP31 que pode acionar um relé ou mesmo um motor de até 1 A de corrente. Em lugar do TIP31, também podem ser usados Darlingtons de maior potência ou mesmo MOSFETs de potência, capazes de controlar correntes maiores. O circuito admite alimentações de 5 a 15 V, sem problemas.

Para ajustar a sensibilidade basta ir dando pulsos de luz no sensor e atuando sobre P_1 até que o circuito seja acionado.

Maior diretividade e sensibilidade podem ser obtidas com a instalação do sensor em um tubo opaco com uma lente convergente, conforme exibe a **figura 20**.

Uma característica desse circuito é que ele detecta apenas variações rápidas de luz ou pulsos de luz (ou sombra, na segunda configuração).

Para uma detecção lenta deve ser usado outro tipo de circuito.

Figura 19 - Chave eletrônica operada por luz ou sombra.

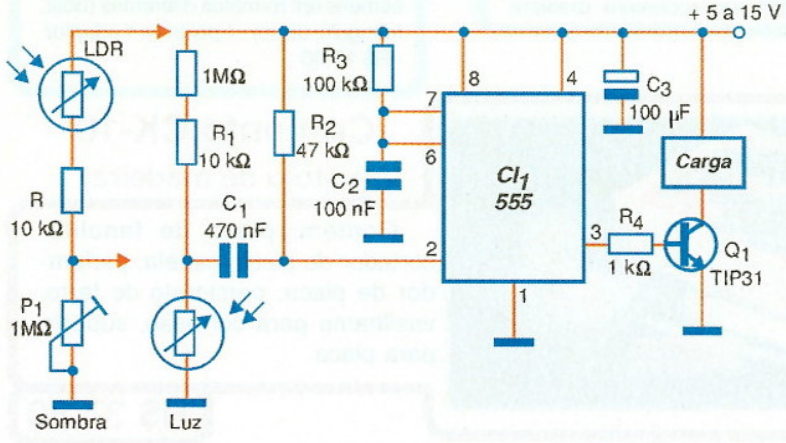
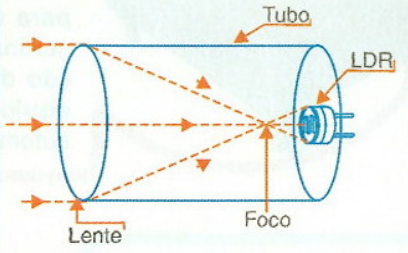


Figura 20 - Instalação do sensor em um tubo opaco.



Lista de Material

CI_1 - 555 - circuito integrado
Q_1 - TIP31 ou equivalente - transistor NPN de potência
LDR - sensor LDR - foto-resistor
M - motor ou outra carga acionada
R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
R_2 - 47 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
R_3 - ver texto (100 k ohms - típico)
R_4 - 1 kΩ x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
P_1 - 1 M Ω - *trimpot*
C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
C_2 - ver texto (100 nF - típico)
C_3 - 100 µF x 16 V - capacitor eletrolítico
Diversos - placa de circuito impresso ou matriz de contato, fios, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

SABER MARKETING DIRETO

Automação Industrial



O assunto foi desenvolvido desde as primeiras noções dos computadores e suas aplicações, até a utilização mais elevada do Controlador Lógico Programável (CLP) com variáveis analógicas e demais aplicações. Cada capítulo apresenta teoria, exercícios resolvidos com experimentos testados e exercícios propostos, seguindo uma linguagem comum a todos os fabricantes de CLPs pela norma IEC 1131-3. Autor: Ferdinando Natale - 256 págs.

R$ 51,00

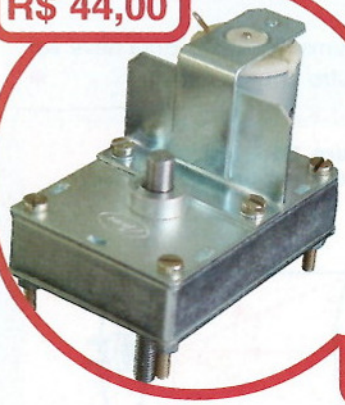
Automação e Controle Discreto



Uma obra destinada a técnicos e engenheiros já atuantes ou em fase de estudo de sistemas automatizados. São apresentadas técnicas para resolução de problemas de automatização envolvendo sistemas de eventos discretos como o controlador lógico programável, a modelagem de sistemas seqüenciais por meio de Grafcet e técnicas de programação oriundas da experiência dos autores. Autores Winderson E. Santos e Paulo R. da Silveira - págs. 256

R$ 52,00

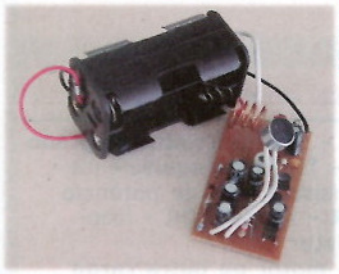
R$ 44,00



Mini Caixa de Redução

É o menor microrredutor do mercado com grande torque e baixo consumo por micromotor de 3 VCC com saídas até de 300 RPM. Indicado para efeitos de luz para discotecas, movimentar antenas, cortinas, displays, chocadeiras, animação de bonecos, bombas peristáticas, equipamentos de laboratórios e automação em geral.

SPYFONE micro-transmissor



Um micro-transmissor secreto de FM, com microfone ultra-sensível e uma etapa amplificadora que o torna o mais eficiente do mercado para ouvir conversas à distância. De grande autonomia funciona com 4 pilhas comuns e pode ser escondido em objetos como vasos, livros falsos, gavetas, etc. Você recebe ou grava conversas à distância, usando um rádio de FM, de carro ou aparelho de som. NÃO ACOMPANHA GABINETE

R$ 49,50

Mini-Furadeira

R$ 34,00



Furadeira indicada para: Circuito impresso, Artesanato, Gravações etc. 12 V - 12 000 RPM / Dimensões: diâmetro 36 x 96 mm. **R$ 34,00**
ACESSÓRIOS: 2 lixas circulares - 3 esmeris em formatos diferentes (bola, triângulo, disco) - 1 politris e 1 adaptor. - R$ 17,00

Conjunto CK-3

Contém: tudo do CK-10, menos estojo e suporte para placa

R$ 31,50



Conjunto CK-10 (estojo de madeira)

Contém: placa de fenolite, cortador de placa, caneta, perfurador de placa, percloreto de ferro, vasilhame para corrosão, suporte para placa

R$ 37,80

Pedido mínimo de R$ 25,00 - preços válidos até 10/05/2003

FAÇA O SEU PEDIDO PELO TELEFONE (11) 6195-5330
OU PELA INTERNET EM www.sabermarketing.com.br

Obs: Nos preços acima não estão inclusos as despesas de envio

COMPLETE SUA COLEÇÃO



Descubra o universo da Mecatrônica através de fantásticos projetos práticos!
Adquira as edições anteriores da revista "Mecatrônica Fácil" através do site:
www.mecatronicafacil.com.br ou pelo telefone (11) 6195-5333.

SILICOM
INTERNET PROVIDER

HOSPEDAGEM PROFISSIONAL
19,90*
* A PARTIR DE

- Hospedagem de web-sites
- Acesso discado e dedicado à internet
- Acesso banda larga ADSL
- Registro e manutenção de domínios
- Colocation de equipamentos
- Desenvolvimento e implantação de conectividade a internet
- Além de diversos outros serviços na área de tecnologia da informação

Windows 2000

HTTP://WWW.SILICOM.COM.BR

FONE/FAX.: +55 11 6198-2526

ROBCOM – Construa um robô de competição

Empregando material alternativo (sucata) sem nenhum componente crítico, este artigo descreve a montagem de um robô de competição, ideal para ser utilizado em cursos de níveis fundamental, médio e técnico.

Competição de robôs

Conheça uma proposta de como utilizar o ROBCOM para introduzir a Mecatrônica no Ensino Médio.

Controle de servos com PIC

O servo é um dos dispositivos mais utilizados nos projetos de Mecatrônica, devido a sua facilidade de operação. Saiba como controlar este dispositivo utilizando o microcontrolador PIC.

Trabalhando com plástico poliondas

Veja como trabalhar, da maneira mais adequada, este material muito utilizado na fabricação de pastas e, portanto, de fácil obtenção.

Linguagem LOGO para Robótica e Automação – Resumo

Neste artigo, é feita uma recapitulação dos principais conceitos vistos até então nesta série que propiciou que muitos leitores adentrassem no universo da Mecatrônica.

Conheça os solenóides

Utilizado amplamente na indústria, em eletrodomésticos, em eletrônica embarcada, entre outras áreas, o solenóide é um dos mais importantes dispositivos eletromecânicos conhecidos.

A bancada do hobista/estudante de Mecatrônica

Atendendo à necessidade dos nossos leitores, este artigo traz quais são os equipamentos básicos, porém não obrigatórios, para aqueles que desejam desenvolver projetos de Mecatrônica.

Microcontroladores "Embedded"

Nem sempre é fácil realizar um projeto com um microcontrolador. É necessário o conhecimento da operação do mesmo, o uso dos seus pinos, registradores, "clock", "reset", etc. Pensando nisso, muitos fabricantes de produtos eletrônicos desenvolveram algumas soluções muito inteligentes. São os microcontroladores "embedded".

Controle de potenciômetro digital

Alguns componentes, disponíveis no mercado, nos permitem eliminar o elemento "manual" no ato de variar a resistência num potenciômetro convencional. Veja como controlar um potenciômetro digital com o Basic Step.

Medindo com o Goniômetro

Este artigo trata de um instrumento de medição extremamente útil no trabalho com usinagem e aferição de medidas: o goniômetro. Veja como utilizá-lo para medir os mais diversos tipos de ângulos.

Sensores II

Conheça alguns dos sensores mais utilizados em Mecatrônica. Neste artigo, o autor destaca os sensores ópticos, de aproximação, acústicos, entre outros, além de mostrar algumas aplicações práticas.