LEGO - Basic Step - Controle de motor de passo com PIC

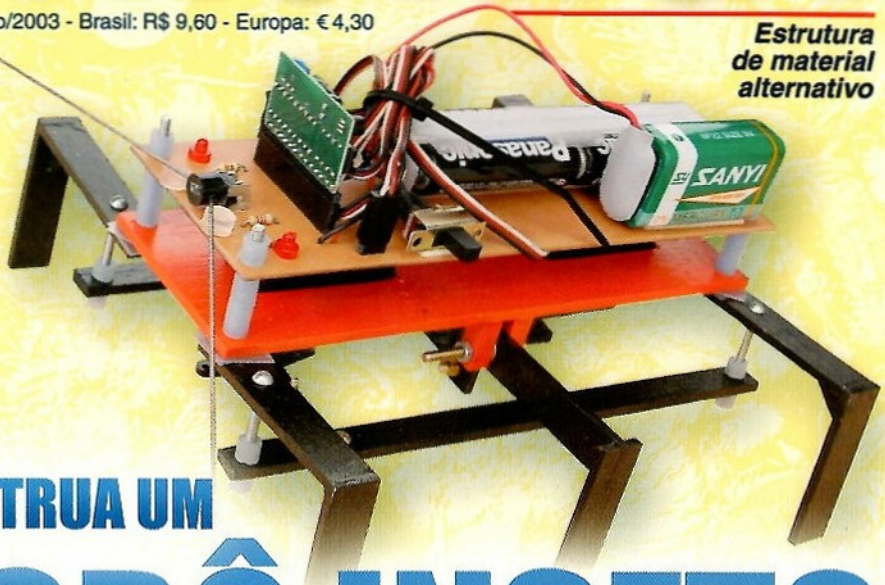
www.mecatronicafacil.com.br

MECATRÔNICA FÁCIL

Ano 2 - nº10 - Maio-Junho/2003 - Brasil: R$ 9,60 - Europa: € 4,30



Músculos eletrônicos



Estrutura de material alternativo

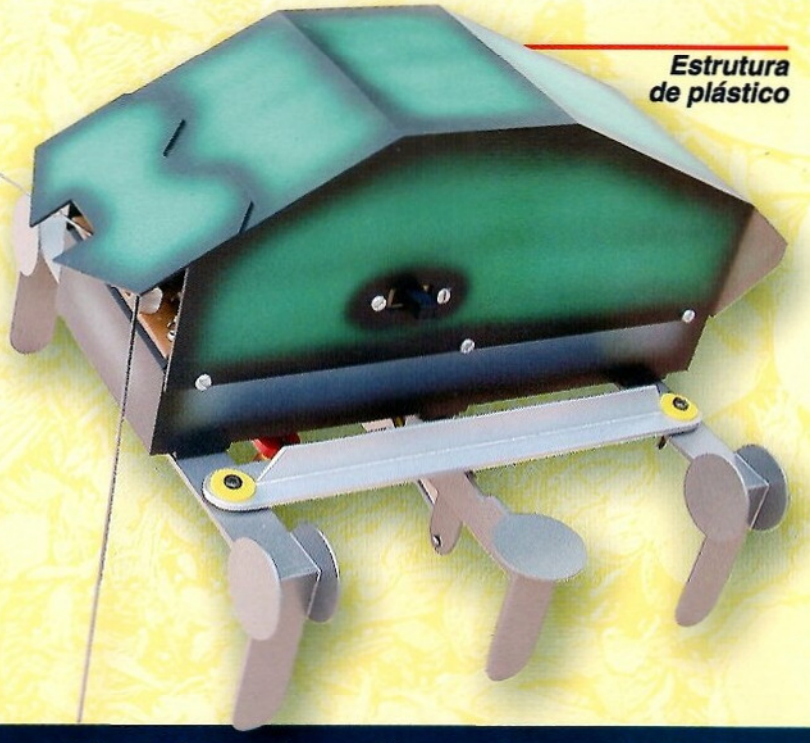
CONSTRUA UM ROBÔ INSETO



Parafuso de Arquimedes



Novo reforço do esquadrão antibombas



Estrutura de plástico

ISSN 1676-0980

Placa padrão - Circuitos inteligentes - LOGO

COMPLETE SUA COLEÇÃO



Adquira as edições anteriores da revista "Mecatrônica Fácil" através do site: www.mecatronicafacil.com.br ou pelo telefone (11) 6195-5333.

Perdendo tempo e dinheiro com a Internet?

Cuidamos de seu servidor
para que você possa cuidar de seus negócios.

IP Dedicado
Co-location
Compartilhamento de Internet

Hospedagem de Sites
Acesso Banda Larga (Speedy)
Acesso Discado
Acesso Nacional

Servidor de e-mail protegido por anti-vírus, tecnologias POP3 e IMAP.

SILICOM
INTERNET PROVIDER

Rua Cantagalo, 2340 - cjtos 2 / 4 - CEP 03319-002 - São Paulo - SP
Tel.: (11) 6198.2526 / Fax: (11) 6198.3467 - www.silicom.com.br

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

MECATRÔNICA FÁCIL

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
Ewaldo Luiz de M. Mehl
José Francci Júnior
Julio Cesar F. dos Passos
Luís Henrique C. Bernardes
Márcio José Soares
Mauro Viana
Octávio Nogueira
Sérgio Vieira
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



A mecatrônica vem estando cada vez mais presente nas escolas como forma de introduzir a tecnologia no ensino e também como estímulo para que os alunos descubram outras formas de aprender ciências e outras disciplinas.

Os primeiros resultados disso pôde ser constatado na primeira FEBRACE (Feira Brasileira de Ciências e Engenharia) que ocorreu em março, na USP, em São Paulo. Lá estavam expostos cerca de 100 trabalhos de alunos de todo o Brasil desde a 8ª série do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio e/ou técnico. Estes trabalhos se distribuíam nas diversas áreas onde os alunos e seus respectivos orientadores buscaram trazer projetos inovadores e criativos cumprindo um dos principais objetivos da feira além de aproximar as escolas públicas e privadas das universidades. E a fim de estimular o despertar de novos talentos, um dos critérios para escolha dos projetos foi a adequação do seu desenvolvimento aos métodos científico e de engenharia que permeiam o avanço tecnológico atual e, com isso, o processo pelo qual o projeto foi feito tornou-se mais importante até que sua própria finalidade.

Foi gratificante para a editora apoiar a realização da feira e ver o empenho dos alunos e dos seus orientadores, muitos dos quais vieram de muito longe para mostrar seus trabalhos e provar que no Brasil há muitos talentos e que somos capazes de produzir tecnologia.

E por falar em talentos, nesta edição você vai acompanhar também alguns dos resultados do esforço do Grupo de Ações Táticas Especiais da Polícia Militar de São Paulo (GATE) num trabalho sério que vem sendo desenvolvido pelo capitão Lucca e pelo tenente Giovaninni colocando este grupo numa posição de destaque entre as demais tropas de elite do mundo. Trabalho que rendeu a aquisição de uma grande ferramenta para a manipulação de explosivos e outros artefatos perigosos sem colocar em risco nenhuma vida humana: o Vanguard MK1, que você conhecerá melhor nas próximas páginas.

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.

Leitor 3

Notícias 5

Futebol de robôs agita Porto Alegre 7

Veja o que rolou no 14º Salão de Iniciação Científica e na 11ª Feira de Iniciação Científica da UFRGS.

Polícia High-Tec 8

Conheça o novo reforço da polícia de São Paulo.

FEBRACE atinge objetivo de organizadores 11

Veja alguns dos projetos que agitaram a Feira Brasileira de Ciências e Engenharia e a contribuição desta para a formação de novos talentos.

Utilizando LEGO para prototipagem 14

Aprenda a construir um braço mecânico com LEGO e saiba como utilizar estes *kits* para prototipar robôs.

Automatizando o "Parafuso de Arquimedes" 16

Conheça o princípio de funcionamento e como construí-lo para "abafar" na sua feira de ciências.

Arquimedes 20

Conheça a história desse pensador que há mais de dois mil anos impressiona qualquer um que estude seus feitos.

Controle de motores de passo com PIC 21

Entenda como utilizar o microcontrolador PIC para controlar motores de passo e conheça também seus principais compiladores.

Robô inseto 26

Neste número, você aprenderá como montar um robô que utiliza "patas" para "andar". O robô inseto, como foi chamado, permitirá um aprendizado sobre um outro meio de locomoção possível na Robótica. Como já é comum, apresentaremos duas versões: uma feita com material alternativo (sucata) e outra em plástico.

SMA - Muscle Wire 35

Conheça o músculo eletrônico e veja como ele pode substituir os motores DC, de passo, solenóides, etc.

Controlador de temperatura com o Basic Step 42

Veja como fazer um controlador com limites mínimo e máximo de temperatura e com indicação num *display* de cristal líquido.

Utilizando comandos de bitmaps 43

Faça um sistema de automação de fila semelhante aos utilizados em clínicas médicas e bancos.

Como usar uma placa-padrão 46

Este artigo esclarece uma série de dúvidas que os leitores tiveram na construção de projetos que utilizam este tipo de placa.

Robô S-CARGO MV-936 50

Aprenda a construir o *kit* de um robô controlado pelo som e veja várias dicas que servem também para outras montagens.

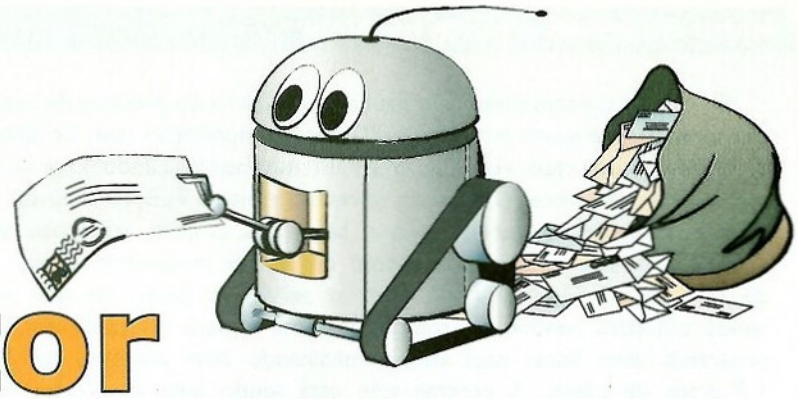
Trabalhando com bandejas termoformadas 56

Não jogue fora suas bandejas de frios! Utilize-as para a construção de chassis e outras peças mecânicas.

Circuitos inteligentes 58

Conheça alguns tipos de circuitos inteligentes capazes de "aprender" e veja como utilizá-los.

Seção do Leitor



Basic Step I ou II

Ainda não comprei o Basic Step, por isto pergunto se é melhor comprar logo o Basic Step 2k.

LCFMF - Engenharia da computação

O Step 2K tem mais recursos que o Step 1. Tem maior número de I/Os e um número maior de comandos. Tudo depende do que se pretende fazer com o microcontrolador. Se a intenção for acompanhar as séries da Revista, fica evidente que o Step 1 é melhor. O artigo "Microcontroladores Embedded", publicado na última edição pode ajudar na escolha.

Procedimentos no Basic Step

Comprei o Basic Step1 e gostaria de saber se existe um comando para criar procedimentos. Estou fazendo um robô que escreve palavras, onde cada letra seria um procedimento de movimentos. Ao solicitar ao programa para escrever alguma coisa, este executaria a seqüência de procedimentos a, b, c...

Denver Orsolin

Os procedimentos no Basic Step são chamados de label, por exemplo;

```
rotina principal
gosub escreva_a ' desvio para su-brotina
.
.
.
escreva_a          'sub-rotina
      comandos do procedimento
      return
```

Assim é possível implementar sub-rotinas (procedimentos) no Basic Step.

Utilizando o LOGO em Windows 2000, NT e XP

Gostaria de saber como instalar o Superlogo em um micro com Windows 2000 Professional?

Fabrício Peixoto - Kannenberg & Cia. Ltda.

No *site* da revista, mais especificamente no endereço: www.mecatronicafacil.com.br/downloads/logo_instr.htm estão disponíveis instruções e programas para executar o superlogo em Windows 2000, NT e XP.

Microcontrolador com compilador para Java

Existe algum microcontrolador de baixo custo similar ao Basic Step e que tenha um compilador para Java ?

José Carlos Ferreira da Rocha

Sim, há um microcontrolador Embedded que usa Java para sua programação. Trata-se do Javelim Stamp, da Parallax (**www.parallax.com/javelin/javelin_stamp.asp**). Só que ele não é barato, custa US$ 89,00 fora as taxas de importação. Não temos representantes nacionais para o mesmo.

Eletrônica Básica

Comprei edições anteriores da revista Mecatrônica Fácil e consigo montar alguns circuitos eletrônicos, mas gostaria de aprender mais sobre suas funções e o porque da ordem em que se encontram dentro do circuito.

Vitor – Panambi – RS

Sou simpatizante de Robótica e fiquei contente quando a Editora Saber lançou a revista Mecatrônica Fácil, mas confesso que achei que a abordagem seria mais básica, pois tenho muita dificuldade de entender os assuntos abordados. Por que não promovem um curso básico dentro da própria revista?

Arisval A. Bastos – Estudante de Engenharia Elétrica

Pretendemos publicar brevemente artigos mais básicos sobre eletrônica. Mas, por enquanto, recomendamos o "Curso Básico de Eletrônica" escrito pelo nosso colaborador Newton C. Braga e que pode ser adquirido pelo *site* **www.sabermarketing.com.br** ou pelo telefone 11 6195-5333. Muitas das dificuldades encontradas em alguns artigos da revista podem ser sanadas com este livro.

Motor de passo e porta paralela

Eu e meus colegas estamos trabalhando em cima de projetos de automação, utilizando a porta paralela do PC para comunicação com os *drives* de controle (no meu caso, eu e meu grupo estamos nos baseando no projeto do manipulador que vocês publicaram na revista número 7).Bom, a dúvida principal é a seguinte: quando envio o sinal para o *drive*, necessito enviar apenas dois sinais para cada motor ou se faz necessário enviar mais de dois sinais? O *drive* pode fazer o serviço a partir de dois sinais, sendo um para sentido de rotação e o outro para acionamento? Ou o programa deve fazer isso? Estou trabalhando com motores de 24V e 1,8 graus de passo. A programação está sendo feita em Turbo Pascal.
Wagner – Estudante do Curso Técnico em Mecatrônica da E.T.E Lauro Gomes - SBC – SP

O RM-1 foi desenvolvido com servomotores, que operam de maneira diferente dos motores de passo. Nesta edição você encontra um artigo, da série PIC, sobre o controle de motores de passo. Além disso, na revista Mecatrônica Fácil 8 foi publicado um artigo sobre o ADR-2 que utiliza motores de passo controlados diretamente pela porta paralela através de drivers. Estes artigos certamente o auxiliarão a fazer as adaptações desejadas.

Gravador de PIC

Estou bastante contente com o conteúdo de suas publicações, elas possuem um conteúdo bastante fácil de ser entendido para pessoas sem muito conhecimento como eu. As revistas de números 7 e 8 foram as que mais me interessaram por tratar de assuntos importantes como os microcontroladores PIC. Estou tentando montar o gravador, no entanto me deparei com algumas dúvidas e gostaria que me ajudassem. A lista de componentes apresentada na página 49, edição 7, é maior do que os componentes utilizados no diagrama da página 45. Gostaria de saber se este diagrama e o diagrama da página 5 da edição 8 estão corretos e se o gravador funciona perfeitamente.
Roberto Costa Silva - Doutor em Engenharia Mecânica

Geralmente, a lista de componentes é maior do que os elementos dos esquemas, pois estão descritos nela componentes diversos como placa, fios, soquetes, etc., que não aparecem diretamente no desenho do circuito. O gravador funciona sim, mas não em máquinas de *clock* alto. Ele foi desenvolvido para funcionar em máquinas de *clock* baixo, pois foi utilizado um "C" freeware para fazer o programa, e que possui limitações em funções de temporização. Todos os testes foram feitos em um Pentium MMX 166 e num K6II 350 e foram satisfatórios. Observe, porém, as erratas publicadas nas edições 8 e 9.

ENVIEM SUAS CARTAS PARA:

Editora Saber Ltda.
Rua Jacinto José de Araújo, 315
CEP 03087-020 - São Paulo - SP
Ou e-mails para:
a.leitor.mecatrônicafacil@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.

EVENTOS

Nacionais

Novitec 2003
De 16 a 20 de junho, acontecerá o Novitec 2003 na cidade de Paulínia (118 km a Nordeste de São Paulo). O evento vai expor ferramentas elétricas, mecânicas, pneumáticas, de corte, acessórios para máquinas operatrizes e injetoras. Outras informações pelo telefone: (19) 3844-3019 ou através do *site* da organizadora www.wm2.com.br

Simpósio em Bauru
O Campus da Unesp de Bauru (343 km a noroeste de São Paulo) realizará, de 14 a 17 de setembro, o VI Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI). Haverá a exposição de robôs móveis autônomos. Mais informações: (14) 221-6116 c/ Marcelo Franchin ou *e-mail:* visbai@feb.unesp.br

Internacionais

Inglaterra
A Universidade de Plymouth, na Inglaterra, irá sediar no dia 14 de Maio o *Middle League SimuroSot Competitions* – Competição de Robôs da Associação "SimuroSot" . Informações sobre o evento podem ser obtidas por *e-mail*: probinson@plymouth.ac.uk com o professor Paul Robinson.

Eslovênia
De 1 a 5 de Junho acontecerá o *FIRA European Championship 2003* – Campeonato da Federação Internacional de Robótica. Esse é um dos eventos mais esperados do ano pela comunidade internacional do ramo de Robótica. Brasileiros que foram campeões da Guerra de Robôs no Brasil em 2003, na Unicamp, deverão estar participando desse evento. Outras informações podem ser obtidas com professor Drago Matko no *e-mail:* drago.matko@fe.uni-lj.si

China
Também em Junho (de 21 a 25) acontecerá o *The 5th Nationwide Robot Soccer Competition in China* – Campeonato Nacional de Robôs da China. O professor Hong Bingrong fala inglês e atende pelo *e-mail:* hongbr@firachina.net

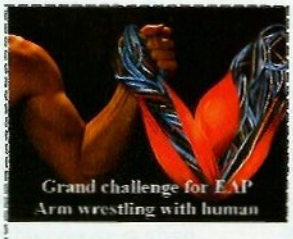
ROBONEWS

Newton C. Braga

BRAÇO DE FERRO ROBÓTICO

Os competidores de Braço de Ferro que se cuidem. Já se prevê para muito breve a construção de um braço robótico, semelhante ao humano, mas com muito mais força. O cientista da NASA, Yoseph Bar-Cohen, está trabalhando no desenvolvimento de músculos robóticos de alta potência no Laboratório de Propulsão à Jato de Pasadena, Califórnia. Os músculos em teste são feitos de polímeros especiais, que deverão ser usados também para reproduzir expressões faciais em robôs, como as observadas em filmes de ficção científica como *Star Wars*. Na verdade, afima Bar-Cohen, os filmes nos oferecem muitas inspirações para os modelos.

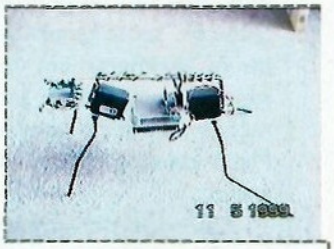
David Hanson, um estudante graduado da Universidade do Texas, em Dallas, apresentou um protótipo de face humana artificial, conhecida como K-Bot, que é recoberta com um polímetro que simula o funcionamento de 24 músculos. Essa combinação possibilita que a face reproduza um bom número de expressões, tais como um súbito sorriso, levantar de sobrancelhas, caretas e muito mais.



ROBÔ EM DESTAQUE

O robô da foto é o Loudal, construído por Franta Moravec, da República Tcheca. Ele se locomove usando 4 pernas e é equipado com sensores infravermelhos de proximidade, um supervisor de energia e servos Hitec HS-303. Além disso, é autônomo e tem como "cérebro" um microcontrolador RISC AT90S1200. Se os sensores detectam algum objeto, o robô muda de direção. Sua alimentação é feita a partir de 3 baterias de Nicad AA. Mais informações (em tcheco!) podem ser obtidas no endereço **http://www.mujweb.cz/www/moelfa/index.htm**, mas se os leitores quiserem escrever em inglês para o autor, o *e-mail* é:

moravec@unicontrols.cz



PELE DE ROBÔ

Os cientistas Jonathan Engel, Jack Chen e Chang Liu, da Micro Actuators Sensors and Systems Group, Micro and Nanotechnology Laboratory e da University of Illinois em Urbana-Champaign, respectivamente, desenvolveram uma matriz sensora táctil baseada em uma poliamida com propriedades interessantes. Usando um óxido de silício térmico ou Pyrex® como substrato, eles trataram sua superfície com um radical OH para obter uma boa adesão e depois borrifaram um filme de poliamida formando-se, então, ligações de hidrogênio que poderiam ser quebradas de forma seletiva. Com a quebra dessas ligações foi possível obter dispositivos de baixo custo robustos com filmes de polímeros.

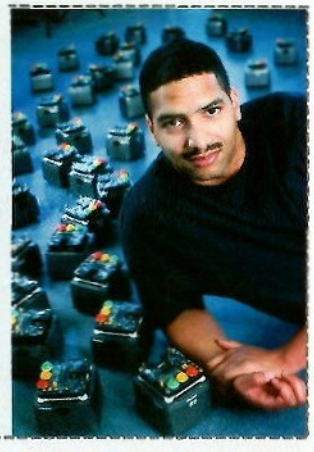
Os sensores desenvolvidos contêm uma matriz de sensores tácteis (*taxels*) na forma de membranas. Fabricados com filme metálico fino e posicionados nos eixos das membranas, observa-se uma variação da resistência de cada membrana quando submetidas a esforços mecânicos localizados. As experiências mostram que os sensores são robustos o suficiente para possibilitar o contato com humanos, objetos comuns e mesmo substâncias contaminantes sem a necessidade de proteções especiais.

Esses sensores, no futuro, poderão recobrir como uma pele partes dos robôs que devam ter "sensores tácteis".

FORMIGAS ROBÓTICAS

Baseado nas idéias de micro-robótica coletiva, Mc Lurkin está focalizando seus esforços na simulação de um formigueiro de robôs, usando pequenos robôs de 1 polegada cúbica. Trabalhando no projeto, ele já conta com um *container* cheio de robôs-formigas que agem entre si realizando trabalhos coletivos e interagindo com o meio ambiente através de programação..

Um projeto interessante que ele realizou em 2002, foi a orquestra de enxame de robôs onde um grupo de 20 a 30 robôs tocaram em conjunto, organizando-se espacialmente para obter uma sincronização temporal. Os robôs da orquestra de McLurkin podem executar diversas músicas...



AUTOSUB - ROBÔ SUBMARINO

O *Autosub* ou *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV) é um projeto que inclui submersíveis não tripulados que são programados para cumprir missões sem se comunicar com a superfície. Eles carregam sua própria fonte de alimentação (baterias), sendo diferentes dos ROVs (*Remote Operated Vehicles*), que são controlados por controle remoto e alimentados a partir da superfície por um cabo.

A grande vantagem dos AUVs está no fato de serem capazes de chegar a locais em que os ROVs não alcançam. Dentre suas utilidades, está a coleta de dados físicos, químicos e biológicos em diversos níveis de profundidade do oceano. Os AUVs podem ser considerados "satélites" submarinos, e o estado do desenvolvimento do produto pode ser acompanhado a partir do UK Design Council no *site* do Science Museum in London ou **http://www.soc.soton.ac.uk**.









MER PRONTO PARA IR AO ESPAÇO

Preparando-se para ir ao espaço, com a finalidade de explorar a superfície do vizinho planeta Marte, o MER (*Mars Exploration Rover*) submete-se aos seus últimos testes no Centro Espacial Kennedy.

O robô está programado para se deslocar 100 metros em cada dia marciano, transportando instrumentos científicos que possibilitarão a procura por evidências da presença de água em um passado remoto. Os *rovers* lançados são idênticos, mas devem descer em diferentes regiões de Marte. O primeiro deles será lançado em 30 de maio de 2003 e o seguinte em 25 de junho de 2003.



INVENTOR DE MICRO-ROBÔS GANHA PRÊMIO DE 30 000 DÓLARES

Foi anunciado no final de fevereiro deste ano pelo programa Lemelson-MIT que James McLurkin, nascido em Long Island, NY, foi selecionado para receber o nono prêmio anual para estudantes, pela sua criatividade. McLurkin, um estudante graduado em Ciências da Computação pelo MIT, com 30 anos de idade, foi escolhido pela sua iniciativa, engenhosidade e inventividade.

Ele é o inventor do menor robô autônomo do mundo, medindo apenas uma polegada de lado, e está atualmente trabalhando na construção do maior grupo de robôs autônomos capazes de realizar um trabalho conjunto de forma cooperativa para realizar tarefas reais.

Como parte de sua pesquisa de doutorado, McLurkin está desenvolvendo algoritmos e técnicas de programação de "enxames" de robôs autônomos, que são programas para interagir por meios mímicos, semelhantes às abelhas, que são capazes de se aglomerar em "nuvens", se dispersarem e seguirem uma órbita. Simulando as complexas interações das sociedades das abelhas, os robôs de McLurkin são programados para realizar tarefas em grupo.

Fascinado por invenções, o estudante desde os seus 7 anos de idade se destacou em sua escola montando brinquedos e dispositivos eletrônicos. Antes de terminar seu curso colegial, ele já programava seus próprios *videogames*, montou um computador, projetou e montou dois robôs.

Futebol de robôs agita Porto Alegre

Ewaldo Luiz de Mattos Mehl

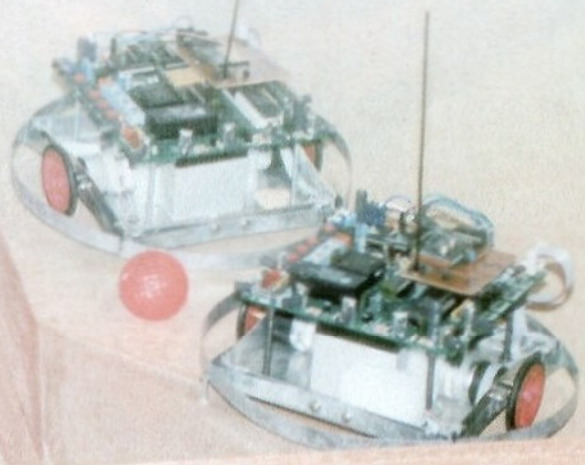
Alunos e pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) promoveram uma série de apresentações de Futebol de Robôs durante o 14° Salão de Iniciação Científica e a 11ª Feira de Iniciação Científica da UFRGS. O evento foi realizado em Porto Alegre de 2 a 6 de dezembro de 2002, em um ginásio da Escola de Educação Física da Universidade Federal e teve como objetivo promover e divulgar a robótica móvel entre estudantes de primeiro e segundo graus da capital gaúcha.

Foram utilizados oito robôs construídos pelo Laboratório de Robótica Inteligente da UFRGS, que são originalmente destinados a pesquisas sobre cooperação entre máquinas autônomas. Na quarta-feira, dia 4 de dezembro, foi realizado o primeiro "Campeonato Gaúcho de Futebol de Robôs", na verdade um desafio envolvendo a equipe da UFRGS e um grupo de estudantes da Fundação Universidade Federal da cidade de Rio Grande (FURG), também do Rio Grande do Sul.

Para tornar a atividade mais interessante para os estudantes de colégios gaúchos que visitaram a Feira, foram conectados *joysticks* para controle remoto aos computadores, que possibilitavam movimentar dois robôs de forma independente. Assim foram promovidos desafios entre as crianças, que podiam comandar os "jogadores" e vibraram com a brincadeira.

No dia 4 de dezembro, à noite, foi promovido também um painel de debates sobre o Futebol de Robôs e suas perspectivas para pesquisa e ensino na área de robótica autônoma. Participaram desse debate os estudantes da UFRGS e da FURG que participam das equipes e os pesquisadores Dr. Dante A. C. Barone e Dr. Eduardo do Valle Simões (UFRGS), Dra. Ana Helena Reali Costa (USP) e Dr. Ewaldo Luiz de Mattos Mehl (UFPR). Foi extremamente valiosa a contribuição ao debate da Professora Ana, que foi a responsável pelo time de Futebol de Robôs Guaraná, que em 1998 ficou em segundo lugar no Campeonato Mundial disputado em Paris (França). A principal conclusão das discussões foi o reconhecimento que as disputas de Futebol de Robôs são um mecanismo extremamente eficiente para o desenvolvimento das atividades de robótica e servem como elemento de incentivo à pesquisa avançada em inteligência artificial, processamento de imagens e visão artificial. Para incrementar as atividades de Futebol de Robôs no Brasil, os participantes do debate decidiram formar uma comissão que terá como objetivo realizar em 2003 um Campeonato Brasileiro de Futebol de Robôs, a se realizar no segundo semestre em data e local a serem definidos. Foi criada uma Lista de Discussão da Confederação Brasileira de Futebol de Robôs, que terá como objetivo divulgar as regras da competição. A idéia é adaptar as regras internacionais da RoboCup, de modo a introduzir facilidades para as equipes brasileiras com menos recursos participarem do campeonato. Haverá também jogos na categoria "controle remoto", em disputas de robôs tele-comandados dois a dois por operadores humanos, possibilitando a participação de equipes de escolas e colégios de todo o país.





Mais informações:

- **Laboratório de Robótica Inteligente da UFRGS**
  http://www.inf.ufrgs.br/~lri/

- **Lista de Discussão da Confederação Brasileira de Futebol de Robôs**
  https://listas.inf.ufrgs.br/mailman/listinfo/cbfr-l

Polícia High-tech

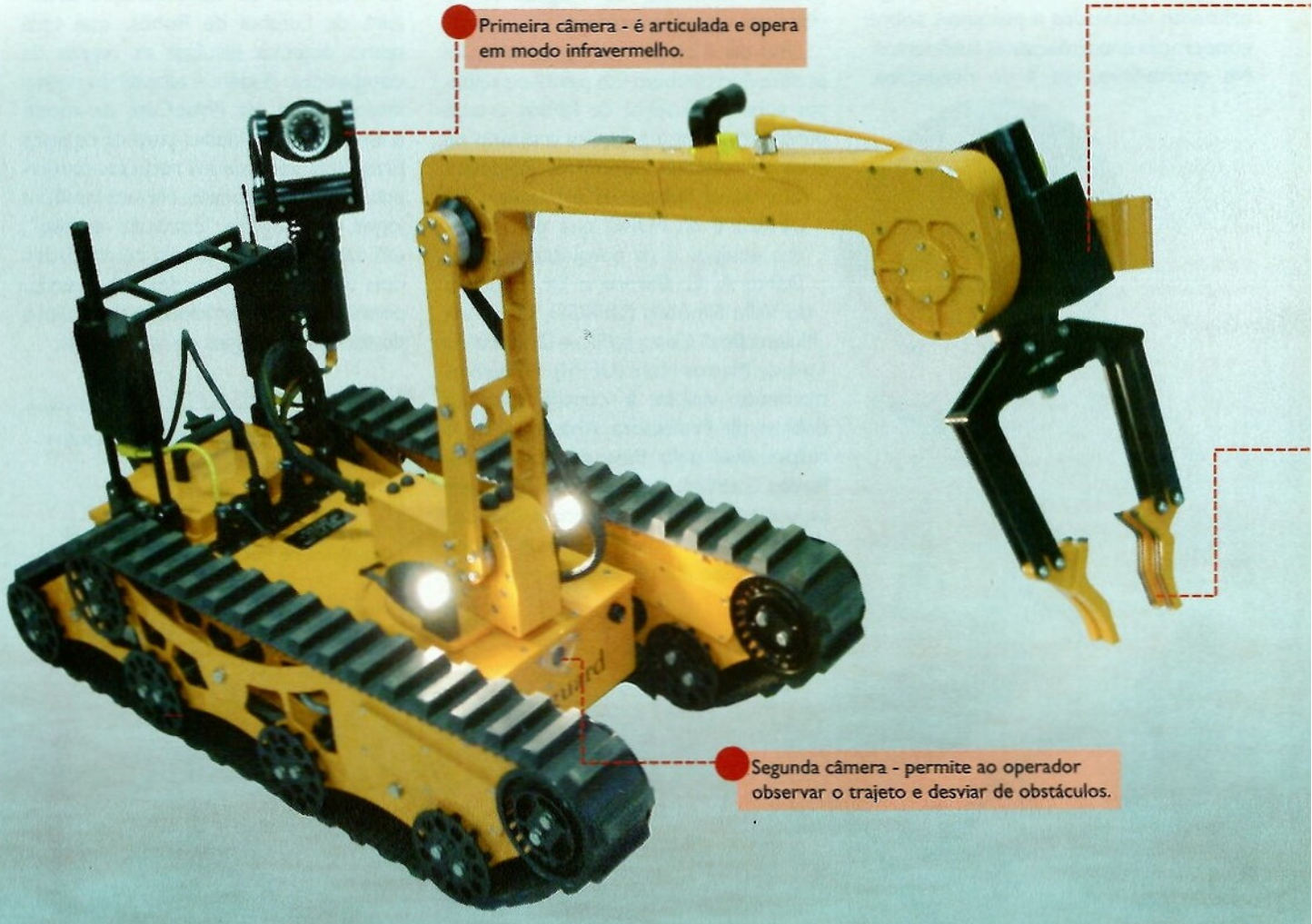
Sérgio Vieira
Wilson Roberto dos Santos

Robôs são os novos companheiros do grupo de elite da Polícia Militar de São Paulo para combater o crime.

Ainda sem nome de batismo, um robô da série Vanguard é o mais novo aliado do Esquadrão de Bombas do GATE - Grupo de Ações Táticas Especiais da Polícia Militar do Estado de São Paulo.

Pintado na cor laranja, o que não o deixa passar despercebido, pesando 48 kg e medindo 80 cm de altura, o Vanguard MK1 é fabricado pela empresa canadense EOD e distribuído no Brasil com exclusividade pela G-Tech, empresa especializada em consultoria e fornecimento de materiais bélicos e táticos. Este novo robô vai auxiliar o GATE na desativação de bombas, recolhimento de artefatos ou qualquer outra missão que envolva material potencialmente

Vanguard MK1



explosivo e que possa colocar em risco a vida de um policial.

O MK1 é dotado de um sofisticado sistema de controle. A chegada deste novo membro da equipe chamou a atenção de vários canais de televisão e jornais diários que têm realizado reportagens sobre a novidade. Entretanto, o detalhamento técnico do robô você irá acompanhar apenas aqui na Revista Mecatrônica Fácil.

Com sistema de comando híbrido, seja por radiofreqüência (RF) ou cordão umbilical, a transmissão de dados se dá entre os processadores centrais do robô e um **computador** que integra o case de comando remoto.

A IHM é composta por um *joystick*, aceleradores e um *laptop* que comanda todas as funções do robô, exceto manobra.

Quando em operação por RF, os sinais trocados entre o *case* e o robô são codificados por quatro microcontroladores de modo que nenhuma onda de freqüência semelhante possa interferir nos sinais do robô. São quatro fontes de combinação simultâneas operando abaixo de 600 Mhz para troca de dados e acima de 3,0 GHz para vídeo.

1 Case com controle remoto.



Três microcâmeras permitem que o operador escolha o campo visual mais adequado para cada momento da operação. Uma das câmeras está na parte posterior do equipamento, permitindo uma visão panorâmica do robô e do braço. É articulada, com liberdade de giro panorâmico de 356° e 120° de liberdade no movimento vertical. Essa câmera é mista, conectada a sensores de luminosidade. Assim, se houver iluminação adequada, tem-se disponível uma câmera colorida com 370 linhas horizontais de resolução. Já na ausência de luz, os LEDs infravermelhos de alta emissão são automaticamente acionados e os sensores de imagem passam a operar em modo infravermelho.

Uma segunda câmera localizada na parte frontal, instalada entre as duas esteiras de locomoção do robô, permite ao operador observar o trajeto,

Terceira câmera - permite ao operador apontar o objeto.



A pressão do fechamento da garra é suficiente apenas para segurar o objeto e não esmagá-lo.



Quem protege você

Reconhecido internacionalmente como a mais bem treinada equipe tática do Brasil, o GATE de São Paulo foi criado em 1989 e faz parte do 3° Batalhão de Choque da Polícia Militar do Estado de São Paulo. Sua criação, assim como a aparelhagem adquirida para suas ações, permite que este grupo de elite possa combater com eficácia, técnica e acurácia os crimes praticados com níveis de sofisticação cada vez mais elevados. Agradecemos ao Tenente Adriano Giovaninni e ao Capitão Diógenes Viegas Dalle Lucca que autorizaram e acompanharam todo o trabalho de reportagem da equipe da Mecatrônica Fácil.



desviar de obstáculos, ou ajustar a máquina para que suba escadas, entre embaixo de caminhões ou dentro de aeronaves.

A terceira câmera é a que dá visão para o operador coordenar a principal função do robô: apanhar um objeto. Ela está instalada ao lado da garra e locomove-se junto com ela. Todas as três câmeras possuem sistema de iluminação fria.

A estabilidade do MK1 é garantida pelas esteiras emborrachadas que são acionadas por 12 eixos, sendo seis de cada lado.

A garra é do tipo pantográfica, com as faces de contato com o objeto sempre paralelas, montada em eixos retificados e ajustados em mini-rolamentos , pois não se permite folgas ou vibrações durante o manuseio de explosivos. A pressão da garra é ajustável e uma das características inteligentes do robô é a sensibilidade.

Quando a garra se fecha, segurando um objeto, a pressão de fechamento é suficiente apenas para segurar o objeto e não esmagá-lo, mesmo que seja delicado como a mão de uma pessoa, uma bomba ou um ovo. O braço articulado com quatro graus de liberdade pode içar um objeto de até 8 kg e arrastar objetos com mais de 20 kg.

A alimentação elétrica é garantida por uma bateria de 24 V, que pode fornecer até 16 Ah. Os motores são DC com contatos de metal precioso e reduções planetárias, o que permite ao robô atingir velocidades de até 16 metros por minuto. A unidade central do robô é composta por quatro microcontroladores Atmel-AVR.

O MK1 também pode dar tiro

Bem, na verdade, não é um tiro como o da arma de fogo. É um tiro que tem por objetivo desmantelar bombas, por isso, atua como neutralizador de uma ação que poderá ocorrer. Para que esse tiro aconteça é preciso acoplar ao robô um canhão que funciona com cartucho especial e uma carga de água.

O tiro que sai pelo canhão é de água, mas pode perfurar alumínio, ferro e madeira. Uma câmera acoplada próxima ao canhão e dois conjuntos de mira a *laser*, auxiliam o operador no perfeito posicionamento e tiro. Vale lembrar que o braço manipulador é fabricado com alumínio especial, com conexões baseadas em rolamentos especiais e redutores do tipo coroa e sem fim. Esse conjunto é suficientemente resistente para agüentar o "tranco" do disparo do canhão.

OUTROS ROBÔS DO GATE

O Vanguard não é o primeiro robô do GATE para operações de desarmamento e reconhecimento de bombas. O Grupo já trabalha com um **robô** fabricado pela Israel Military Industries (IMI), a mesma que fabrica tanques de guerra e aviões para o exército de Israel.

Em breve, um terceiro robô também fará parte das missões do GATE. Diferente dos dois existentes, esse será um robô de reconhecimento e assalto, para uso como observador antes da entrada da equipe em locais de difícil acesso, locais dominados e em rebeliões ou ocorrências com reféns.

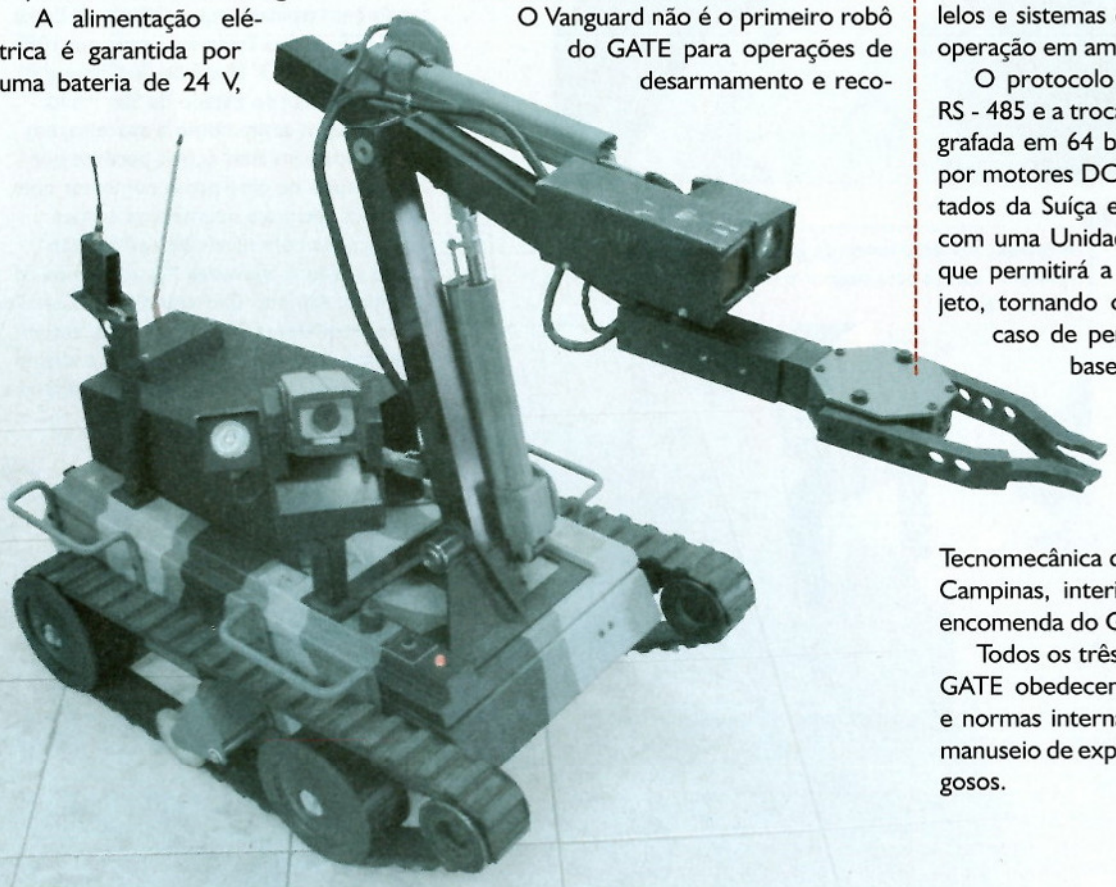
Exemplos de uso deste robô são os veículos transportados por tropas americanas na Guerra do Iraque que, controlados remotamente, são enviados antes da tropa para reconhecer o terreno e verificar a existência de armadilhas, inimigos escondidos e também as condições de um determinado ambiente. Esse terceiro robô será mais utilizado por outras equipes táticas do GATE, inclusive a renomada equipe de negociação.

Medindo apenas 15 cm de altura e pesando mais de 40 kg, este robusto novo membro da família *high-tech* da Polícia de São Paulo, será equipado com sistema híbrido de controle (rádio e cabo), podendo-se optar pelo mais adequado a cada operação. A eletrônica baseada em microcontroladores paralelos e sistemas de reserva permitirá a operação em ambientes muito críticos.

O protocolo de comunicação será RS - 485 e a troca de dados será criptografada em 64 bits. A tração será feita por motores DC de alto torque importados da Suíça e poderá ser equipado com uma Unidade de Medida Inercial, que permitirá a memorização do trajeto, tornando o robô autônomo em caso de perda de contato com a base.

A grande novidade é que esse robô está sendo fabricado por uma empresa brasileira, a Tecnomecânica do Brasil, com sede em Campinas, interior de São Paulo, sob encomenda do GATE.

Todos os três robôs adquiridos pelo GATE obedecem a rigorosos padrões e normas internacionais para robôs de manuseio de explosivos e artefatos perigosos.



criatividade e inovação
FEBRACE
feira brasileira de ciências e engenharia

FEBRACE ATINGE OBJETIVO DE ORGANIZADORES



Sérgio Vieira

Noventa projetos estudantis, 68 escolas participantes e mais de 3 mil visitantes. Esses foram os números da primeira edição da FEBRACE – Feira Brasileira de Ciências e Engenharia – (patrocinada pela Intel) que reuniu projetos de Norte a Sul do Brasil nas áreas de Exatas, Humanas e Biológicas. Segundo Roseli de Deus Lopes, coordenadora geral da FEBRACE e professora do Departamento de Engenharia Eletrônica da Escola Politécnica de São Paulo (Poli), a FEBRACE superou as expectativas em todos os sentidos. "Não tínhamos a certeza do que seria montado nos estandes. Quando vimos os *banners* explicativos, os protótipos e os processos utilizados, ficamos muito felizes", comenta. Roseli disse que o principal objetivo da FEBRACE foi atingido: provocar no estudante a criatividade para desenvolver um projeto. Por esse motivo, o principal peso na avaliação dos trabalhos, que estarão sendo expostos nos Estados Unidos, foi o processo utilizado pelo aluno para chegar a um objetivo e não a aplicação propriamente dita de cada projeto.

Segundo esse ponto de vista, saíram perdendo os robôs que concorreram na categoria Engenharia montados a partir de peças de Lego. Os avaliadores levaram em consideração que, muitas vezes, os alunos podem ficar limitados ao potencial de montagem de peças prontas. "Na vida profissional, o estudante terá que oferecer uma solução que atenda as reais necessidades de uma empresa, em vez de apresentar um produto que atenda a todas as necessidades" disse Roseli.

Os nove estudantes finalistas, divididos em quatro trabalhos individuais e dois trabalhos em grupo, estarão representando o Brasil na Feira Internacional de Ciência e Engenharia (ISEF) que acontecerá no início do mês de maio, em Cleveland, Estados Unidos. A ISEF deverá reunir, em 2003, cerca de 1.200 estudantes de 40 países, mais de 50% dos participantes serão dos Estados Unidos. O evento vem sendo realizado há 54 anos e, geralmente, recebe a visita de vários cientistas ganhadores do Prêmio Nobel de Ciências.

A seguir, apresentamos ao leitor alguns trabalhos que foram apresentados e que estão envolvidos diretamente com a área de Mecatrônica. Os vencedores da FEBRACE, na categoria projetos individuais, e que estarão seguindo, em maio deste ano, para os Estados Unidos são: Daniel Führ, da *Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha* (Novo Hamburgo, RS), com o projeto *Sisdoctor*; Tamíris Pereira da Costa Neves, da *Escola Estadual Pedro José Neto* (Araraquara, SP) com o *projeto A Caixa Genética*; Pablo Tinoco da Silva, do *Colégio de Aplicação Emmanuel Leontsinis (Rio de Janeiro, RJ)*, com o projeto *Orientador para Deficientes Visuais;* Luis Fernando Prudente Silva da *EMEF - Prof. José Ferraz de Campos* (São Paulo, SP) com o projeto *Algumas propagandas de cerveja veiculadas no meio televisivo analisando a questão ética.*

Nos projetos em grupo, os vencedores foram: os irmãos Wellington, Denys e Nickson Cezar Cabral, do Colégio Estadual Jd. Europa (Goiânia, GO), com o projeto *CEREC - Centro Específico de Reciclagem e Educação Comunitária.* Também foi premiado o *Robô-Peixe*, criado por Francisco Selles de Almeida Júnior e Nei Alcântara Júnior da Escola Técnica de Eletrônica (Ipaussu, SP). Este projeto você acompanha com mais detalhes na página seguinte.



Roseli de Deus Lopes
Coordeenadora Geral
da FEBRACE

ENGENHARIAS FEBRACE 2003

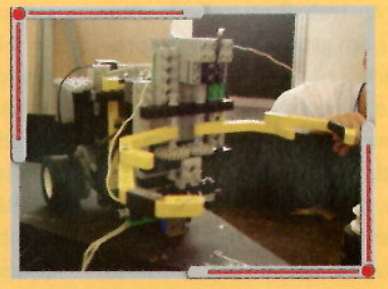
Robô-Peixe

Gastando R$ 410,00 e vários meses de trabalho, Francisco Selles de Almeida Júnior e Nei Alcântara Júnior, da Escola Técnica de Eletrônica (Ipaussu, SP), desenvolveram uma espécie de andróide de peixe que pode ser um grande aliado na luta pela preservação ambiental. Controlado remotamente, o Robô-Peixe coleta amostras de espécies pela boca para futuras pesquisas. Todo o material para sua construção é proveniente de sucatas e materiais alternativos.

O software desenvolvido pelos alunos envia informações para a parte mecânica executar as funções de nadar, colher amostras e entregá-las em um determinado local.



Robô-Desentopo



O objetivo desse robô é retirar pequenos detritos de tubulações para evitar entupimentos. Quando se depara com detritos que não pode carregar, o robô envia um sinal para o centro operacional de controle avisando da sua posição, que fica sabendo o ponto exato para a perfuração de um esgoto. O Robô-Desentopo é de autoria de André Mello, Flávio Zamperlini e Guilherme Favaro, estudantes do Colégio Dante Alighieri.

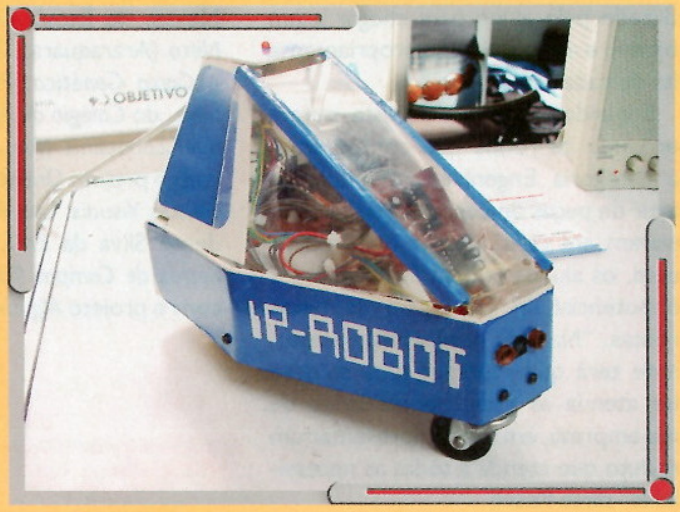
IP-Robot

A incorporação com o protocolo de comunicação TCP/IP é a principal novidade desse robô. O protótipo da máquina serviu para demonstrar a interação entre dispositivos mecânicos e a Internet. De acordo com Radamés da Silva e José Oswaldo Filho, o trabalho mais demorado do projeto consistiu em montar a parte de software do protótipo. "Mostramos que é possível acionar qualquer dispositivo de uma casa através da Internet", disse Radamés. O projeto teve custo de R$ 30,00 e levou três meses para ficar pronto.

Robô-Labirinto

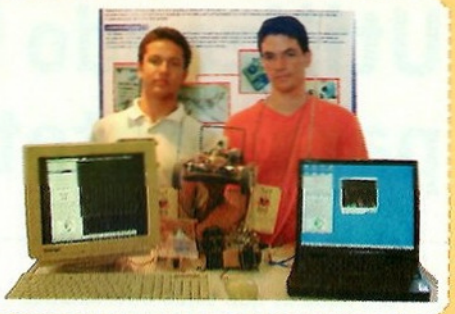
Como o próprio nome diz, é um robô que foi projetado para encontrar a saída de labirintos. Três sensores, emissores de luz, o auxiliam no seu deslocamento. De acordo com seus criadores Danilo de Oliveira, Alberto Shintani e Leonardo Rafful, estudantes do Centro Cultural Itaim, a idéia foi desenvolver um robô para substituir o homem em locais pequenos como dutos de ar e soterramentos.





Robô-Antibomba

Preocupados com a onda de violência que assola o país, Diocleciano Dantas e Ayrton Cavalcanti de Andrade (Grupo Gênesis de Ensino) criaram um robô capaz de desarmar bombas através de um alicate acoplado à frente do "veículo". Além do movimento para o corte, o alicate também faz os movimentos de subida e descida. Podendo ser controlado via Internet ou rádio, o robô-antibomba teve custo de R$ 600,00 para a montagem. Uma microcâmera transmite aos operadores todo o campo visual do robô. Os comandos do robô podem ser acionados pelo teclado do PC ou pelo *joystick* adaptado.



Robô-Aquático

Também chamado de "Resgate Aquático", esse robô controla o movimento de uma ponte móvel para salvamento de motoristas presos em ruas alagadas. O trabalho foi desenvolvido em 2002 pelos alunos Luis Felipe Amadio, Diogo de Oliveira e Henry Hirschsfeld, do Colégio Dante Alighieri. O robô navegaria pelos rios Tietê e Pinheiros até encontrar um local de alagamento. A máquina abriria, então, uma espécie de extensão, que ligaria uma margem à outra e permitiria aos motoristas o acesso a vias não alagadas.



Robô-Semáforo

Em vez de um guarda de trânsito, um robô poderia realizar as funções de um semáforo para orientar o trânsito em dias de blecaute.

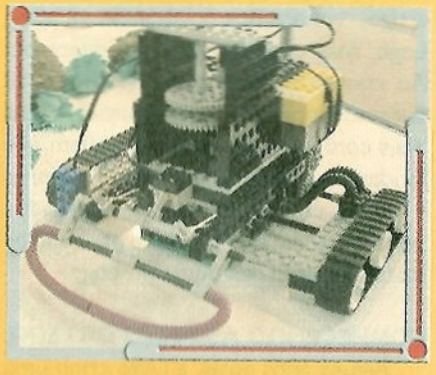
O projeto foi desenvolvido com *kits* de montagem pelos alunos Marcelo Hosoido, Marcelo Barbosa e Evandro Buccini, todos, estudantes do Colégio Dante Alighieri.



Robô-Perfuratriz

Com o objetivo de pesquisar recursos minerais, o Robô-Perfuratriz percorre terrenos pré-determinados e possui sistema de perfuração e sucção para armazenar pequenas quantidades de água ou petróleo.

Foi feito a partir de *kits* de montagem pelos alunos da unidade do SESI de Santa Catarina e pode locomover-se em terrenos acidentados.



Robô para alfabetização

Com certeza, esse foi um dos projetos que mais chamaram a atenção durante a FEBRACE. Trata-se de um exemplo prático de como áreas distintas como Linguagem e Engenharia podem interagir em prol do desenvolvimento da sociedade. O projeto é de autoria de Alexandre Kae Wu Navarro, aluno do Colégio Pio XII (São Paulo, SP) e, sendo indicado para crianças ou adultos analfabetos que estão iniciando o processo de alfabetização. A pessoa escreve uma palavra no computador e aciona a opção "falar" para que o robô pronuncie a palavra escrita. Alexandre teve o trabalho de pronunciar e gravar cada sílaba do nosso alfabeto para que ficassem registradas na memória do software. "A pessoa vai se sentindo estimulada para escrever palavras novas para que o computador pronuncie", comentou o inventor. Alexandre foi um dos escolhidos pela Intel Internacional para ganhar um certificado, além de R$ 680, 00 como reconhecimento pelo projeto.



Utilizando LEGO para prototipagem

Mauro Viana

Para aqueles que estão interessados em uma forma simples de se aventurar em mecatrônica, os *kits* da LEGO são interessantes por permitir montagens sem a necessidade de soldagem, colagem, etc. Ao contrário do que se pensa, o potencial de modelos é vasto em função da grande variedade de peças disponíveis.

Nesta revista já foram abordadas diversas técnicas de montagem do corpo de robôs, passando por plastimodelismo, uso de caixas plásticas prontas, trabalho com madeira, etc. Alguns artigos abordaram inclusive a utilização de kits da Lego para montagem. Neste artigo, voltaremos a abordar o tema Lego, mas com um enfoque diferente. Ao contrário de abordar o kit em si, daremos enfoque em algumas peças mais comuns e como estas podem utilizadas para montar estruturas maiores e robustas. Os conceitos abordados podem até ser extrapolados para outros materiais além das peças de Lego.

CONHECENDO AS PEÇAS DA LEGO

Alguns anos atrás, a Lego criou uma linha de *kits* voltada para o público adolescente denominada Technic. Essa linha tinha um enfoque em mecânica e continha peças básicas para montagem de estruturas. Alguns exemplos de peças são as vigas, placas, rebites, eixos, motores, engrenagens, etc.

Mais tarde, a Lego se aventurou em *kits* com o tema de robótica, culminando no atual *Robotics Invention Set*. Este *kit* se baseia nas mesmas peças da linha Technic, porém com o advento do RCX, que nada mais que um microcontrolador compatível com as demais peças Lego do ponto de vista mecânico e elétrico. Apesar desse microcontrolador ter apenas três saídas (motores) e 3 entradas (sensores), a facilidade de programação é enorme, pois a mesma é feita através do PC e transferida para o RCX por infravermelho. Ou seja, é uma solução completa de mecânica, eletrônica e de software. Tudo sem cola, soldagem, etc.

Mais do que isso: um vasto público de adultos aderiu ao "brinquedo" e outros ambientes de programação e extensões de hardware foram criados.

NOSSO ROBÔ

Para sairmos um pouco da idéia de veículos, nosso modelo adotado é semelhante a um braço mecânico simples. Na verdade, lembra mais um guindaste em miniatura. Apesar de simples, este modelo nos permite ver algumas técnicas de montagem interessantes, que podem ser reutilizadas em outros modelos futuros.

Para criar o nosso guindaste, três movimentos se tornam necessários: rotação da base, elevação do braço e controle da garra. Para efeito de simplificação, nosso guindaste não tem a capacidade de estender o braço. Este modelo, apesar de simples, permite aprendermos diversas técnicas como montagem de quadros, caixas de redução, uso de elásticos (ou molas), etc. Essas técnicas não se restringem apenas a peças de Lego, mas podem ser estendidas para qualquer técnica baseada em componentes pré-montados, como aqueles encontrados em outros jogos de armar e alguns componentes básicos utilizados em modelismo.



Mais informações:

International Lego users group network

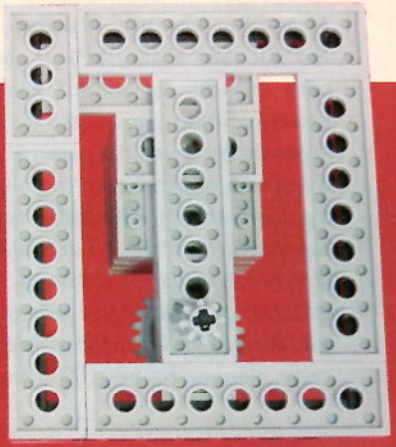
www.lugnet.com



Rotor

O rotor também é um quadro, porém montado com uma técnica diferente. Ao invés de montar vigas de forma transversal, foi utilizada uma abordagem mais tradicional, empregando placas para fixar as vigas nos sentidos norte e sul. Esta estrutura, apesar de não ser tão rígida quanto a da base, é bem adequada para nossas necessidades.

Em cima do quadro, foi montado um motor com uma pequena engrenagem (8 dentes). Essa engrenagem se conecta a outra (24 dentes) do tipo coroa montada num eixo vertical. Esse eixo se liga a outra engrenagem (8) conectada a engrenagem maior da base (40 dentes). Sendo assim, a redução total com relação ao motor é (8/24)x(8/40) = 1/15. A relação de redução depende do objetivo desejado. Quanto mais redução, menos velocidade e mais torque se obtém, mas em geral também acaba gerando mais atrito, conforme se usam mais engrenagens.



Garra

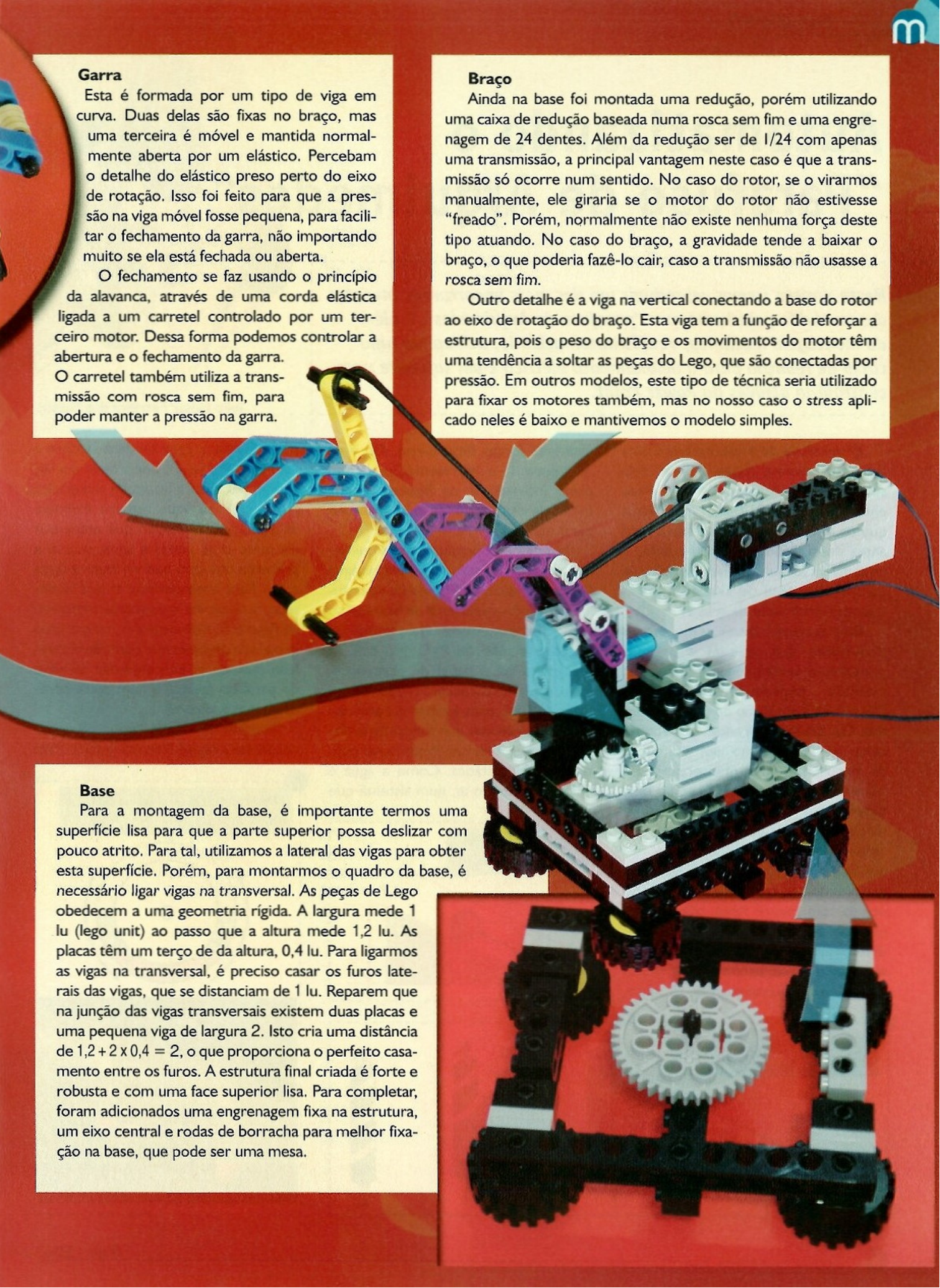
Esta é formada por um tipo de viga em curva. Duas delas são fixas no braço, mas uma terceira é móvel e mantida normalmente aberta por um elástico. Percebam o detalhe do elástico preso perto do eixo de rotação. Isso foi feito para que a pressão na viga móvel fosse pequena, para facilitar o fechamento da garra, não importando muito se ela está fechada ou aberta.

O fechamento se faz usando o princípio da alavanca, através de uma corda elástica ligada a um carretel controlado por um terceiro motor. Dessa forma podemos controlar a abertura e o fechamento da garra.
O carretel também utiliza a transmissão com rosca sem fim, para poder manter a pressão na garra.

Braço

Ainda na base foi montada uma redução, porém utilizando uma caixa de redução baseada numa rosca sem fim e uma engrenagem de 24 dentes. Além da redução ser de 1/24 com apenas uma transmissão, a principal vantagem neste caso é que a transmissão só ocorre num sentido. No caso do rotor, se o virarmos manualmente, ele giraria se o motor do rotor não estivesse "freado". Porém, normalmente não existe nenhuma força deste tipo atuando. No caso do braço, a gravidade tende a baixar o braço, o que poderia fazê-lo cair, caso a transmissão não usasse a rosca sem fim.

Outro detalhe é a viga na vertical conectando a base do rotor ao eixo de rotação do braço. Esta viga tem a função de reforçar a estrutura, pois o peso do braço e os movimentos do motor têm uma tendência a soltar as peças do Lego, que são conectadas por pressão. Em outros modelos, este tipo de técnica seria utilizado para fixar os motores também, mas no nosso caso o *stress* aplicado neles é baixo e mantivemos o modelo simples.



Base

Para a montagem da base, é importante termos uma superfície lisa para que a parte superior possa deslizar com pouco atrito. Para tal, utilizamos a lateral das vigas para obter esta superfície. Porém, para montarmos o quadro da base, é necessário ligar vigas na transversal. As peças de Lego obedecem a uma geometria rígida. A largura mede 1 lu (lego unit) ao passo que a altura mede 1,2 lu. As placas têm um terço de da altura, 0,4 lu. Para ligarmos as vigas na transversal, é preciso casar os furos laterais das vigas, que se distanciam de 1 lu. Reparem que na junção das vigas transversais existem duas placas e uma pequena viga de largura 2. Isto cria uma distância de $1,2 + 2 \times 0,4 = 2$, o que proporciona o perfeito casamento entre os furos. A estrutura final criada é forte e robusta e com uma face superior lisa. Para completar, foram adicionados uma engrenagem fixa na estrutura, um eixo central e rodas de borracha para melhor fixação na base, que pode ser uma mesa.

Automatizando o "Parafuso de Arquimedes"



Neste projeto iremos reproduzir um dos mais importantes inventos desenvolvido pelo homem: o "parafuso de Arquimedes". E além da montagem mecânica, vamos automatizá-lo, utilizando uma caixa de redução para o acionamento elétrico e um software para controlá-lo através do Power Point.

Julio Cesar Ferreira dos Passos

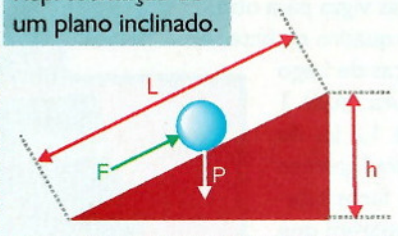
O parafuso de Arquimedes é uma invenção bastante antiga. Apesar dela ser atribuída a Arquimedes, que viveu entre 287 a.C. e 212 a.C., é provável que os egípcios já a conhecessem bem antes desta época. Por outro lado, é uma invenção que até hoje é utilizada para o transporte de inúmeros materiais, principalmente de grãos.

Este parafuso, assim como outros dispositivos que utilizam o mesmo princípio, é constituído por um plano inclinado disposto helicoidalmente ("enrolado") em torno de um eixo central. Os "planos inclinados" são conhecidos na Física como um dos tipos de máquinas simples, que servem para "diminuir" a força necessária para uma determinada ação. Porém esta diminuição não sai de "graça", o que "ganhamos" em força, "perdemos" em distância, ou seja, o plano inclinado permite que se eleve um determinado objeto com menor força, porém será necessário que este percorra uma distância maior ao longo do plano do que se ele fosse elevado, para a mesma altura, verticalmente (desprezando, é claro, eventuais forças dissipativas). Observe na **figura 1**, a representação de um plano inclinado e, na **figura 2**, uma forma de visualizar o plano inclinado no parafuso.

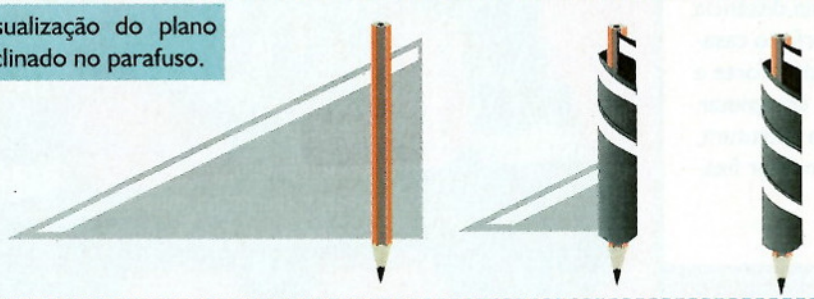
No caso do parafuso de Arquimedes, este tem a finalidade de elevar água (ou outro líquido). O nosso foi construído utilizando-se material de fácil acesso como madeira, mangueira plástica de chuveiro e tubo de PVC. No caso, a mangueira faz o papel de plano inclinado, a qual foi enrolada ao redor de um cano de PVC para formar o parafuso. Para compreender seu funcionamento, é preciso lembrar um importante conceito de hidrostática. Como a água é mais densa que o ar, num sistema que os contenha, a água tenderá sempre a "descer". Por isso, é importante que ao girar o parafuso a ponta da mangueira (embaixo) não fique sempre embaixo da água, pois é preciso que entre por ela tanto o ar, como a água, pois é a presença dos dois que vai fazer a água subir. Para entendermos o que acontece, acompanhe o esquema mostrado na **figura 3**. Este desenho mostra uma parte da mangueira que compõe o parafuso num corte perpendicular ao eixo do parafuso (acima) e num corte paralelo ao eixo (abaixo).

Imagine uma certa "bolsa de água" ocupando a região B da mangueira. Para

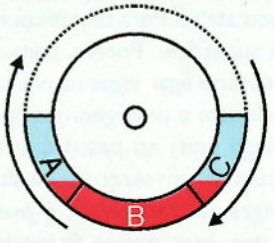
1 Representação de um plano inclinado.

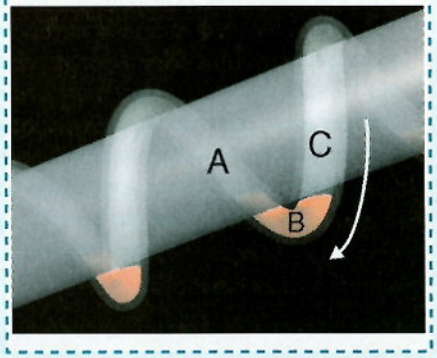


2 Visualização do plano inclinado no parafuso.



3 Movimento de uma bolsa de água no parafuso.

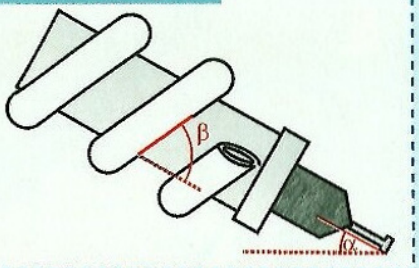




que isto ocorra, neste instante é preciso que as regiões A e C, estejam mais altas. Num instante posterior, após um giro do parafuso, a região A sobe forçando a bolsa de água ir para a região C, que se olharmos no corte transversal, aparentemente está descendo, mas se olharmos no corte paralelo veremos que a região C é uma região mais alta no parafuso.

É este movimento que faz com que as sucessivas bolsas de água subam. É muito importante que a construção do parafuso seja feita de maneira tal que isso aconteça. Observe que o ângulo do eixo do parafuso em relação ao chão a deve ser menor do que o ângulo de um trecho reto da mangueira em relação ao eixo do parafuso b (**figura 4**).

4 Relação de ângulos.



MONTAGEM ELETRÔNICA

A **figura 5** ilustra o circuito eletrônico do parafuso. Os programas ligam e desligam o D0 (pino 2 do conector DB25 da impressora). O pino 19 do conector DB25 será usado como terra para todo circuito.

Neste circuito, um resistor deve ser ligado em paralelo com o pino 2 do DB25 (D0) e outro resistor será ligado na base do transistor. O emissor do transistor deve ser ligado no pino 19 do DB25 (terra), enquanto que o coletor do transistor será conectado em um dos pólos da bobina do relé. Em paralelo com o relé ligamos um diodo de modo que ele impeça o retorno da corrente.

Os outros pólos da bobina do relé devem ser ligados no pólo positivo da bateria. Para controlar o movimento do parafuso iremos utilizar o contato normalmente aberto do relé (NA).

Para identificação do contato normalmente aberto do relé, utilizaremos um multímetro em sua escala de resistência, colocando o positivo nos contatos e negativo no pólo central do relé como mostra a **figura 6**.

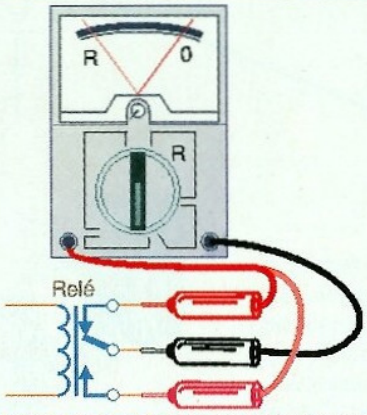
O negativo da bateria e o fio preto do motor (caixa de redução) devem ser aterrados no pino 19 do DB25.

Explicando o funcionamento do circuito

Quando acionamos o comando liga no PowerPoint, uma tensão de 5 V sai do DB25 causando uma corrente que passa pelo resistor e atinge a base do transistor. Com isso, o transistor atua como uma chave fazendo com que a corrente passe por ele, fechando o circuito.

Fechando o circuito, a corrente da bateria flui sobre a bobina do relé. A bobina, por sua vez, cria um campo eletromagnético que atrai a armadura do relé deixando fluir a corrente para acionar o parafuso.

6 Identificando os contatos do relé.



CONCLUSÃO

O princípio do parafuso de Arquimedes passou a ser aplicado em mecanismos de transporte de inúmeros outros materiais, transformando-se no mais tradicional processo de elevação de grãos. Mostrou grande utilidade na remoção de terra durante as operações de escavação e, em tamanhos menores, também para levar os alimentos até o triturador, nas máquinas de moer. Com isso, dizemos que o parafuso de Arquimedes foi um dos grandes inventos já presenciados pelo homem.

Veja nas páginas seguintes a montagem mecânica.

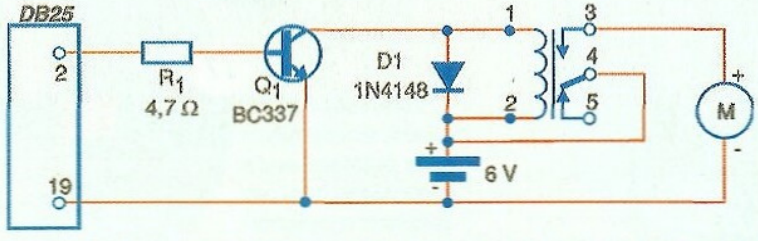
Software

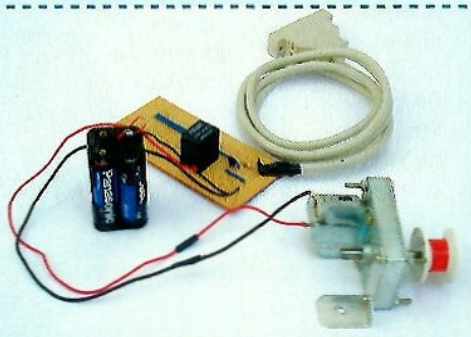
No *site* da revista (**www.mecatronicafacil.com.br**) está disponível para *download* um arquivo de PowerPoint com apresentação de uma breve biografia sobre Arquimedes e uma rápida explicação sobre este invento, que é o foco principal deste artigo. Além das informações, será possível controlar o parafuso através da própria apresentação. Dá para impressionar em qualquer feira de ciências!

Observações Importantes

- A mangueira não deve estar totalmente imersa, pois necessita de ar para que ocorra o seu funcionamento correto.
- A distância de uma mangueira para outra deve ser igual.
- Quanto menos inclinação houver mais liquido será transportado.
- Muito cuidado no manuseio das ferramentas!

5 Esquema elétrico e montagem do circuito.

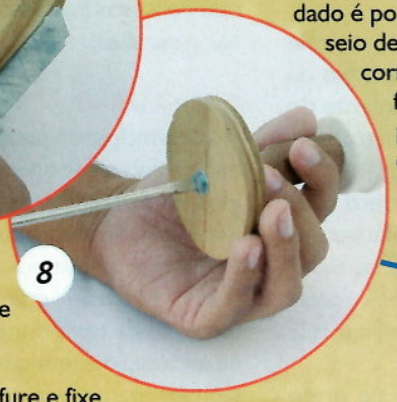




No site da revista (www.mecatronicafacil.com.br) está disponível a lista de materiais.



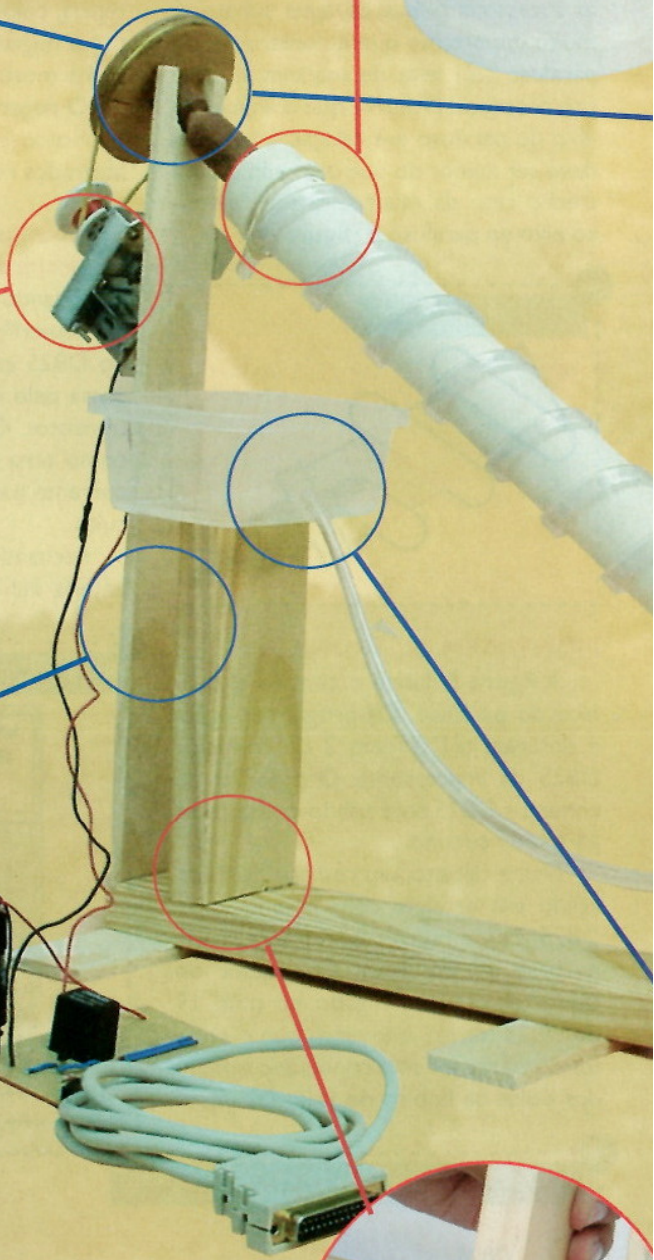
7 Para a confecção da polia, corte um círculo de madeira de 8 cm de diâmetro por 1 cm de espessura, utilizando uma serra ou serrote (lembre-se que todo o cuidado é pouco no manuseio de ferramentas cortantes). Para se fazer o sulco da polia utilize o estilete.



8 Escave 0,5 cm de modo que o elástico não escape com facilidade da polia. Após ter concluído a polia, fure e fixe a mesma no cabo de madeira da outra tampa.

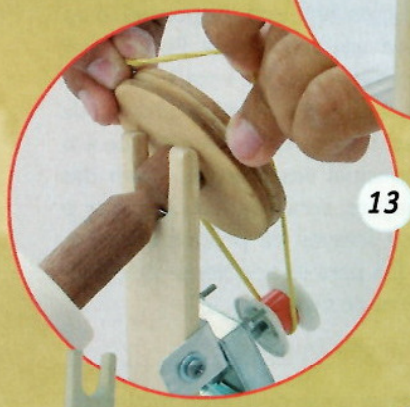
Para o eixo central do parafuso utilize um cano de PVC com suas respectivas tampas. 1





12 Fixe o motor de redução de modo que sua polia fique alinhada com a polia maior, evitando assim que o elástico escape.





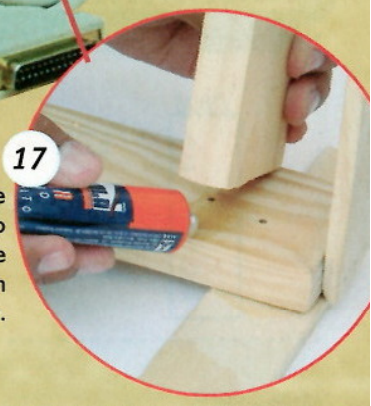
13 Colocando o elástico.

11 A base que irá ficar no chão deverá ter aproximadamente 37cm. Com os dois pedaços a mão, pregue-os de modo que formem um ângulo de 90 graus entre si.

A montagem da base é feita com madeiras de pequeno porte. Com o serrote ou serra corte um pedaço de 39 cm de comprimento - este será o pilar que irá sustentar o eixo central do parafuso. Com o estilete ou serra, faça um "V" em uma das pontas da madeira.



10



17 Fixe, com cola de madeira, um pequeno pilar próximo ao de sustentação para um pequeno recipiente.

Fure as tampas com parafuso auto-atarraxante de modo que o furo fique bem centralizado.

Com um serrote ou serra corte dois pedaços de cabo de vassoura. Cada pedaço deve ter aproximadamente 5 cm de comprimento.

3

Fure os pedaços de cabo de vassoura com um parafuso auto-atarraxante de modo que elas possam ser fixadas nas tampas do tubo com parafusos.

4

5

Pedaço de cabo que sustentará a polia.

16

Com o ferro de solda faça um pequeno furo em ambos os recipientes para acoplar a mangueira. A intenção é fazer com que a água removida retorne para o recipiente através da mangueira.

15

Este pequeno pedaço de PVC deverá ser fixado com cola no fundo do recipiente.

14

Pode-se utilizar qualquer tipo de recipiente, desde que seja de tamanho compatível com o projeto. O recipiente que irá conter o liquido deve ter um pequeno pedaço de cano de PVC com um pequeno furo, para encaixar o eixo central do parafuso.

Para concluir o eixo central de nosso parafuso elétrico, enrole a mangueira de chuveiro no cano e a fixe-a com elástico.

9

18

Fixe o recipiente com cola de madeira.

6

O pedaço de cabo que irá ficar submerso na água deve possuir um prego em sua ponta para poder fixar o eixo do parafuso.

Arquimedes

Paulo G. dos Santos



"Chamem Arquimedes! Tragam-no depressa!" - Era Híeron II, soberano de Siracusa, quem o chamava para resolver problemas que nenhum outro poderia resolver.

Arquimedes nasceu no ano de 287 a.C. na cidade de Siracusa, na Sicília. Filho do astrônomo Fídias, desde pequeno foi apresentado à astronomia, que lhe despertou o interesse pela matemática e, mais especificamente, pela geometria. Ainda jovem, foi para o Egito estudar em Alexandria, berço de grandes pensadores e local onde se encontrava a mais famosa biblioteca de todos os tempos.

Ao retornar a Siracusa, tornou-se uma personalidade muito famosa, não por ser um parente distante do rei, mas pelos seus feitos grandiosos. Na verdade, chegavam a ser verdadeiros espetáculos. Imagine uma multidão curiosa observando, numa praia, um navio encalhado sendo levantado por um único homem, já em avançada idade, através de um aparelho feito da combinação de vários troncos de madeira. Ou ainda, retirando de uma estalagem um outro navio carregado de homens, utilizando apenas um sistema de roldanas.

Apesar dos trabalhos conhecidos de Arquimedes serem essencialmente práticos, ele dava mais valor aos seus trabalhos teóricos. Escreveu diversos tratados sobre geometria, tanto plana como espacial, onde se destacam seus trabalhos sobre cônicas, e também a famosa "espiral de Arquimedes". Além disso, desenvolveu um método para trabalhar com números muito grandes e esteve muito próximo de descobrir o cálculo integral.

De todos os seus feitos, o mais famoso foi o episódio da coroa. A fim de agradar os deuses, Híeron II pediu a um joalheiro para que fizesse uma coroa, para a qual, forneceu uma certa quantidade de ouro. Ao receber do joalheiro, o projeto concluído, desconfiou que este o tentara enganar misturando prata à liga da coroa, ficando com parte do ouro para si. Imediatamente chamou Arquimedes, que já estava cansado de tantos pedidos, na maioria das vezes absurdos. O principal "nó" desse problema era a impossibilidade de se medir o volume da coroa, dada a complexidade do seu desenho. E foi na famosa "banheira" que Arquimedes percebeu que ao submergir uma parte do seu corpo, o nível de água subia e, de repente, percebeu a importância do que acabara de descobrir e gritou "Heureca, heureca" (Achei, achei). O fato de ele ter saído correndo sem roupas pelas ruas não tem comprovação. É mais provável que o povo da época tenha feito brincadeiras a respeito desse episódio, como ainda se costuma fazer com muitos cientistas.

Arquimedes descobriu que o volume da coroa era o mesmo que o volume de água por ela deslocada quando submergida. E foi ainda mais longe, descobriu que todo corpo, quando mergulhado em um fluído, sofre uma força de baixo para cima e esta força tem o mesmo valor que o peso do fluído deslocado.

Assim, Arquimedes descobriu não só que o joalheiro havia enganado o rei, misturando prata à liga da coroa, como determinou a quantidade exata de prata utilizada. E como recompensa, Arquimedes pediu que fosse poupada a vida do joalheiro, pois, sem ele, não teria acontecido uma das maiores descobertas da Física.

É importante citar também a importância de Arquimedes durante as guerras Púnicas, travadas entre Roma e Cartago pela soberania do Mediterrâneo. Uma das medidas tomadas por Arquimedes, que assumiu a coordenação da defesa de Siracusa, foi a construção de algumas "máquinas de guerra". Algumas delas foram os lendários "espelhos de Arquimedes", que serviam para concentrar os raios solares num determinado ponto que, ao contrário do que pensam muitos historiadores, não teriam sido utilizados para incendiar os navios romanos, mas sim para queimar e cegar os soldados que se aproximassem das muralhas. Além disso, construiu catapultas de precisão infalível e gigantescas alavancas com ganchos de ferro capazes de levantar navios para que, em seguida, caíssem e despencassem no mar.

Roma teve muito trabalho, mas finalmente tomou Siracusa em 212 a.C. Há muitas versões sobre morte de Arquimedes. Numa delas, um soldado romano, encarregado de levar Arquimedes à presença dos generais, o encontrou concentrado em alguns desenhos. Como Arquimedes não lhe deu atenção, o soldado se sentiu desafiado e o matou ali mesmo. Em outra versão, um soldado romano foi à casa de Arquimedes já com a intenção de matá-lo. Lá o encontrando, disse-lhe a que veio e Arquimedes respondeu-lhe que primeiro o deixasse terminar o que estava fazendo, pois não gostava de deixar nada por fazer. Numa terceira versão, um grupo de soldados encontrou Arquimedes carregando uma arca repleta de instrumentos e manuscritos que pretendia mostrar ao general romano e, suspeitando que ele estivesse escondendo alguma coisa de valor, ordenaram-lhe que entregasse a arca. Como Arquimedes se recusou, foi morto.

No ano seguinte da morte de Arquimedes, Roma dominaria a própria Grécia e a antiga cultura grega chegaria ao fim. O domínio romano não levou adiante os estudos iniciados, não só por Arquimedes como também por todos os outros pensadores gregos, mergulhando o mundo numa era onde a força era mais valorizada do que a cultura.

Microcontroladores PIC – Parte 5



Controle de motores de passo com PIC

Márcio José Soares

Nas últimas edições o leitor aprendeu como controlar diversos dispositivos utilizados na mecatrônica e micro-robótica como: chaves, LEDs, motores DC (PWM) e servos. Nesta edição, o leitor aprenderá o controle de um outro dispositivo, também muito usado: o motor de passo. Abordaremos ainda os "compiladores" para o PIC.

COMPILADORES

Atualmente, a Microchip (**www.microchip.com**) vem se destacando no mercado de microcontroladores, pois oferece uma gama muito grande desses. Há microcontroladores para pequenos, médios e grandes projetos com aproveitamento tanto pela indústria quanto pelo *hobista* e estudante.

Isso atraiu a atenção de desenvolvedores que criaram muitos dispositivos tais como gravadores e emuladores para o microcontrolador. Também foram criados muitos microcontroladores tipo "Embedded" a partir do PIC (assunto abordado na revista Mecatrônica Fácil nº 9). E, como não poderia deixar de ser feito, muitos compiladores nas mais variadas linguagens foram desenvolvidos para facilitar o trabalho com os microcontroladores Microchip. No *site* da revista (**www.mecatronicafacil.com.br**), listamos alguns "links" de compiladores para o microcontrolador PIC encontrados na WEB.

COMPILADORES "C"

Os compiladores "C", sem dúvida alguma, detêm grande atenção por parte dos desenvolvedores. Isso é devido a sua "portabilidade", que garante uma maior velocidade no desenvolvimento e um maior aproveitamento de rotinas e sub-rotinas. Muitos desenvolvedores utilizam "bibliotecas" próprias, montadas a partir de rotinas e sub-rotinas específicas, para um melhor aproveitamento do código-fonte e também para uma maior agilidade no desenvolvimento do trabalho (hora/homem).

Os pontos positivos são muitos, porém existem também pontos negativos. A maioria dos compiladores da linguagem "C" para linha Microchip devem ser registrados, ou seja, não são distribuídos gratuitamente. Exceto, é claro, algumas versões para testes (*demo*), sempre com algumas limitações. O outro ponto negativo é o tamanho do código HEX final gerado, sempre maior que o desenvolvido pelo compilador "Assembler". A velocidade de execução do programa também é inferior. É fato comprovado que um código gerado em "Assembler" é mais enxuto e rápido do que o criado em "C". Porém, estas desvantagens somem quando falamos em trabalhos profissionais. E nesses casos, a geração do código-fonte em linguagem "C" é sempre a indicada, pois para uma equipe de trabalho uma linguagem "universal" é sempre melhor que uma proprietária.

Nesta edição indicaremos apenas alguns compiladores que poderão servir de referência futura aos leitores que tiverem maior interesse em se aprofundar no assunto. Nossa série continuará sendo feita a partir do compilador "Assembler" da Microchip, uma vez que este é distribuído gratuitamente e também para evitar que o foco da série seja deslocado para a aprendizagem de uma linguagem específica ao invés de tratarmos apenas do ponto de maior interesse: o microcontrolador.

COMPILADORES "BASIC"

Os compiladores "BASIC" formam uma segunda opção para o desenvolvedor, que não se sente muito à vontade com compiladores "C" ou "Assembler". A linguagem oferece facilidade no aprendizado e a maioria dos compiladores possui bons recursos para lidar com os microcontroladores da família Microchip. Muitos microcontroladores "Embedded" com PIC utilizam a linguagem "BASIC" e isso pode ser levado em conta na hora de escolher um compilador, já que a linguagem desses é parecida à dos compiladores para PIC. Ou seja, muitas vezes um mesmo código gerado para um "Basic

Step" ou "Basic Stamp" é facilmente adaptado para o PIC.

Todavia, existem alguns pontos negativos. O mais contundente sem dúvida alguma é a velocidade final proporcionada ao código. Em sua maioria ela é baixa, mas nada que afete o desenvolvimento de aplicações para fins pessoais ou didáticos. Um outro ponto que merece destaque é o tamanho do código gerado, que também é grande, não permitindo assim muitas linhas de programa.

COMPILADORES "PASCAL"

Muitos desenvolvedores em linguagem Delphi se sentirão à vontade com compiladores Pascal, visto que o Delphi origina-se da linguagem Pascal. Na Internet existem muitos compiladores da linguagem "PASCAL" para microcontroladores, especificamente desenvolvidos para trabalhar com processamentos de oito bits (*microPascal*).

A velocidade do código final gerado em sua maioria é boa, aproximando-se muito da conseguida com compiladores "C". Uma outra vantagem é que a linguagem "Pascal" é de "alto nível" favorecendo a interpretação do código e também sua portabilidade.

Para todos os compiladores apresentados aqui, os fabricantes procuram fornecer exemplos (*Applications Notes*), manuais para "download" e muitas outras informações que podem ser obtidas através dos endereços (*links*) apresentados.

Existem muitos outros compiladores das linguagens aqui citadas na Internet, assim como outros tipos de compiladores para outras linguagens. Uma busca pela WEB é sempre recomendável. Utilize palavras chaves como "PIC C compiler", "PIC Basic compiler" e muitas outras (preferencialmente em língua inglesa).

CONTROLE DE MOTOR DE PASSO

Como prática nesta edição, veremos como controlar um motor de passo simples, tipo unipolar (não é necessário inverter a polaridade para girar nos dois sentidos) com seis ou cinco fios, duas bobinas independentes. Na **figura 1** o leitor tem um exemplo do referido motor.

Os motores de passo são amplamente difundidos no mundo da eletrônica / mecatrônica / micro-robótica. Sua precisão, aliada a sua força (torque) fazem desse motor um excelente "posicionador". Eles estão presentes em impressoras, pequenos CNCs, mesas "XY", etc. Por essas e muitas outras razões, os motores de passo também são utilizados em pequenos e médios robôs. Na revista Mecatrônica Fácil nº 9, abordamos um robô (o ADR-2) que utilizava dois motores de passo para se locomover com precisão em uma sala.

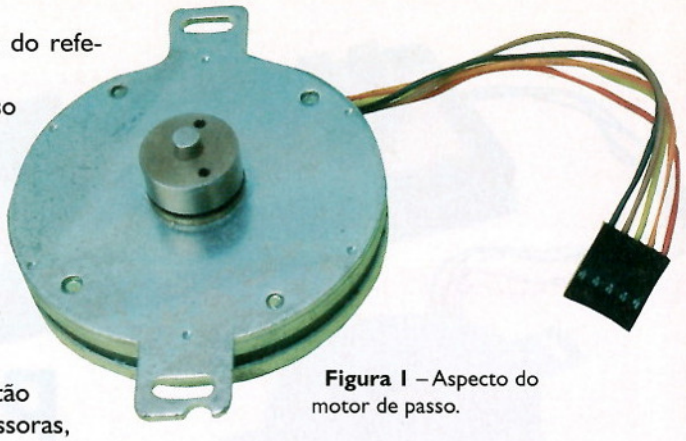


Figura 1 – Aspecto do motor de passo.

Para operar um motor de passo, temos que "ligar" e "desligar" suas bobinas em uma seqüência correta. A freqüência com que essas bobinas são "chaveadas" (liga/desliga) determinará a velocidade de giro do motor. Para fazê-lo girar em sentido contrário deveremos inverter a seqüência de chaveamento. Veja a **tabela 1**, nela descrevemos a seqüência para operar um motor de passo de seis fios (duas bobinas independentes).

T1 Seqüência de operação de um motor de passo de seis fios.

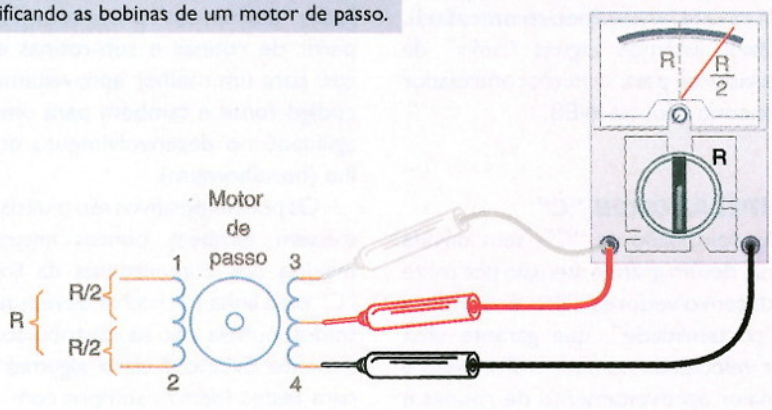
	Seqüência de Passos				
	1	2	3	4	...1...
Bobina 1	1	1	0	0	1
Bobina 2	0	0	1	1	0
Bobina 3	1	0	0	1	1
Bobina 4	0	1	1	0	0

Os valores iguais a "1" equivalem à bobina ligada e os valores iguais a "0" correspondente à bobina desligada. A análise da tabela é feita do "passo 1" para o "passo 4". A partir desse ponto a operação é repetida para manter o motor em funcionamento. Lembrando que a maioria dos motores necessitam de mais de 70 passos para uma volta completa, quanto mais passos para uma volta o motor exigir, mais preciso o mesmo será.

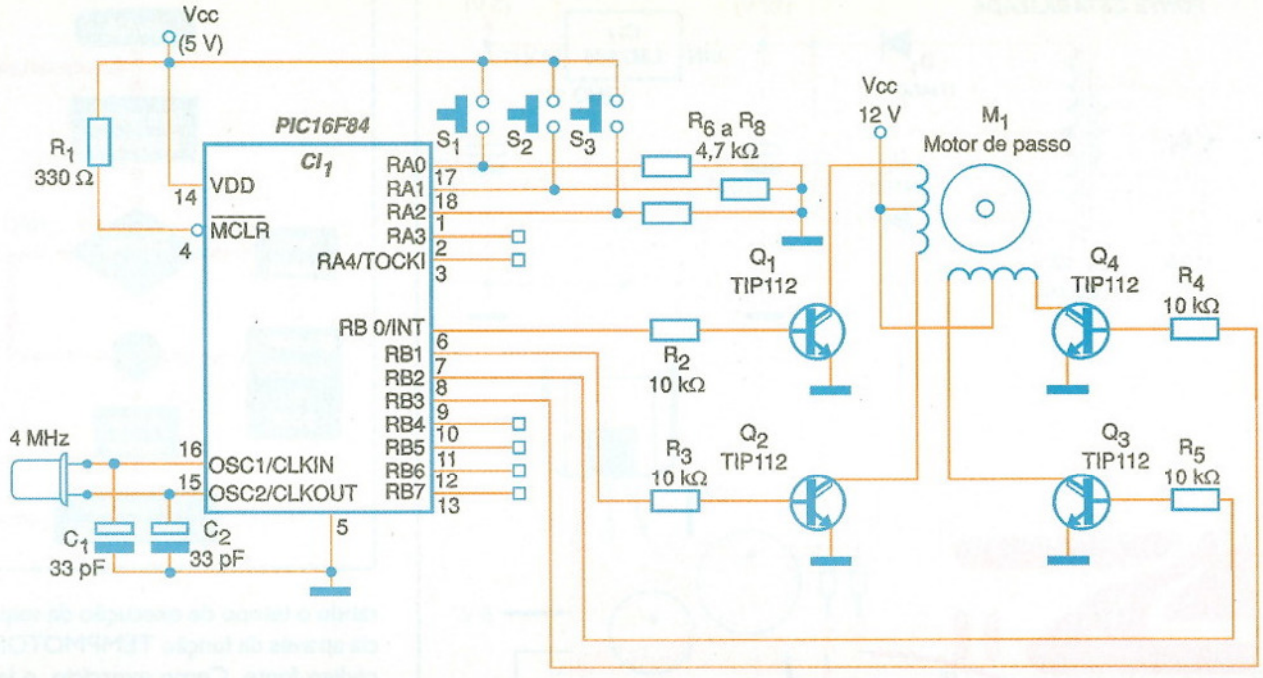
Para fazer o motor girar em sentido contrário, devemos fazer a análise inversa na tabela. O primeiro passo passa a ser o de número "4" e o último o de número "1". Essa operação é repetida até conseguirmos o número de voltas desejado.

Infelizmente não existe uma padronização entre os fabricantes de motores de passo, que nos permita através de um código de cores identificar as ligações de suas bobinas internamente. Para isso é necessário que o leitor de posse de um multímetro, na posição de leitura de resistências, faça uma análise de seu motor. A **figura 2** demonstra como isso é feito.

2 Identificando as bobinas de um motor de passo.



3 Circuito elétrico.



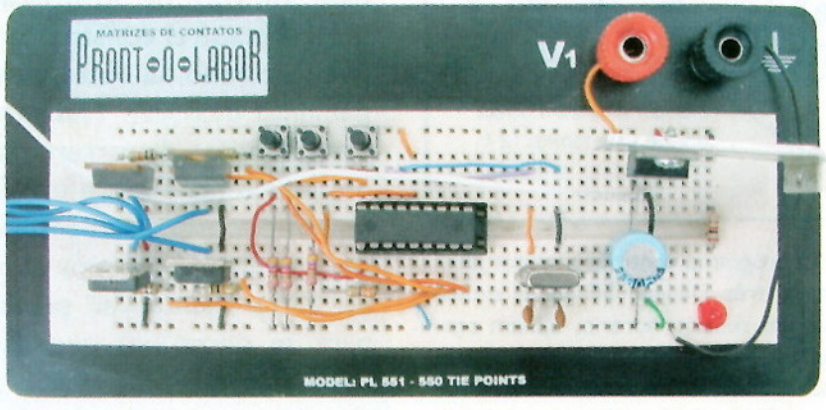
O CIRCUITO

Na **figura 3**, o leitor tem o circuito do exemplo prático proposto. Nosso protótipo foi montado em uma matriz de contato ("pront-o-board"), conforme ilustra a **figura 4**. Porém, o leitor que não possuir essa ferramenta poderá montar o circuito em uma placa do tipo padrão (universal) ou mesmo construir uma placa de circuito impresso. Em ambos os casos o uso de um soquete para evitar soldar o PIC é altamente recomendável.

Para alimentar o circuito o leitor poderá montar uma fonte com alimentação de 12 V para os motores e 5 V para o PIC, conforme mostra a **figura 5**, ou utilizar um suporte para oito pilhas (ou dois suportes para quatro pilhas associados em série) médias para os motores e um suporte de quatro pilhas pequenas com um diodo 1N4001 associado em série com elas para alimentar o PIC, veja a **figura 6**.

Apesar de podermos realizar os testes com pilhas, o uso das mesmas em circuitos que utilizem motores de passo não é recomendado, pois o consumo destes é grande. Caso o leitor escolha essa opção, deve ter em mente que isso só poderá ser feito para testes e não para circuito futuros (robôs, braços mecânicos, etc).

4 Montagem em "pront-o-board".



Para o leitor que utilizar a alimentação do circuito através de pilhas é muito importante que o número delas seja exatamente o solicitado, oito pilhas médias para os motores e quatro pilhas pequenas para o PIC, e que o diodo esteja presente conforme descrito. As quatro pilhas pequenas fornecerão 6 V e o diodo causará uma queda de tensão de 0,7 V. Assim teremos 5,3 V máximos na saída, alimentação essa dentro da faixa do PIC. A associação das 8 pilhas em série gerará uma tensão igual a 12 V, tensão da maioria dos motores de passo. Não observar essas recomendações pode significar o "fim" do microcontrolador e/ou um insucesso no projeto.

O PROGRAMA

Para compreender melhor o funcionamento do programa, o leitor deve observar o fluxograma apresentado na **figura 7**.

Com todo o circuito montado e o SMA preso à base, podemos iniciar nossos testes. Insira a pilha no suporte. Se o leitor estiver usando um suporte de duas pilhas, deverá providenciar um "curto" no lugar de uma das pilhas (qualquer uma). Veja a **figura 19**.

Pressione a chave para que a alavanca se eleve até que o SMA se retraia 5 mm. Não ultrapasse esse limite! Use o ponto "B" como referência. Solte a chave e aguarde o retorno natural da alavanca até a base.

O leitor notará que apesar do SMA ter-se contraído apenas 5 mm, a alavanca elevou-se 10 vezes isso, 50 mm! Isso porque a distância entre os pontos A e C é 10 vezes maior que a distância entre os pontos A e B. Temos então a proporção de 10:1. Porém, a força exigida também é 10 vezes maior. Sendo assim, para cargas maiores, o ponto B deve se aproximar do ponto C, porém a distância percorrida pela alavanca será menor. Para cargas menores, o ponto B pode ficar mais próximo do ponto A, com maior distância percorrida pela alavanca.

Fica claro então que apesar da pouca contração do SMA (para evitar danificar a fibra), é possível, utilizando-se recursos da Física, aplicar maior ou menor força e realizar tarefas diversificadas.

CÁLCULOS

Após a montagem e conclusão da experiência o leitor poderá, agora, com o auxílio do que será apresentado, compreender melhor o que foi realizado. É importante que o leitor leia atentamente e compreenda o que será demonstrado para que no futuro possa calcular seus próprios projetos com sucesso.

Escolhemos para nossa experiência o Flexinol 150. Esta escolha deve-se ao fato deste SMA ser considerado um elemento intermediário na família, podendo assim ser aplicado em diversas experiências. Na **tabela 3** o leitor encontrará os cálculos realizados para esta experiência.

T3

Calculo da resistência do fio	Calculo da tensão para operação	Calculo da potência
Resistência linear do Flexinol 150 = 50 Ohms/metro 10 cm = 0,1m Regra de três 1,0 m----------50 ohms 0,1 m----------x ohms x = (50 x 0,1) / 1 = 5 Então: 0,1m Flexinol 150 = 5 ohms	Corrente recomendada para o Flexinol 150 = 400 mA -> 0,4 A Resistência= 5 ohms Corrente = 0,4 A V = R x I => V = 0,4 x 5 = 2 V Voltagem de uma pilha = 1,5 V Selecionaremos apenas uma pilha, para não exceder a voltagem máxima calculada.	$P = V \times I$ ou $P = R \times I^2$ Corrente = 0,4 A Tensão = 1,5 V P = V x I => P = 1,5 x 0,4 = 0,6 W Potência máxima recomendada= 0,8 W Então, potência = 0,6W dentro dos limites.

CONCLUSÃO

Nesta primeira abordagem o leitor recebeu as informações necessárias à compreensão da operação e uso dos SMAs. Recomendamos que o leitor, dentro do possível, estude o presente material. Nas próximas edições traremos mais alguns pequenos projetos e informações sobre SMAs. Até lá e boa leitura!

19 Curto adotado para substituir uma pilha.



Lista de Materiais

10 cm - de Flexinol 150 (SMA)

1 - suporte para uma pilha pequena ou um suporte para duas pilhas pequenas (apenas uma será utilizada)

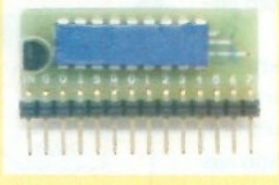
1 - chave "push-button" tipo normalmente aberta

Diversos:

Fio fino encapado e flexível para ligação (23-24 AWG), conectores (veja texto), tachinhas (percevejos), grampos de papel, papelão, cola, fita adesiva, pilha pequena, etc.

TATO
Equipamentos Eletrônicos
Transformando idéias em realidade

Tudo para microcontroladores BASIC Step em um só lugar.





"Músculo Eletrônico"

Novo BASIC Step 1
Agora menor e
2 vezes mais rápido

Kit de desenvolvimento para BASIC Step 1 de baixo custo



Rua Ipurinas,165 - São Paulo - SP
Tel(11) 5506-5335 - Fax(11) 5506-2328
www.tato.ind.br

Lista de materiais para o exercício

Semicondutores

1 – PIC16F84A-4/P – microcontrolador Microchip
4 – TIP112 – transistores darlington NPN

Resistores (1/8 ou 1/4W; 5%)

1 – 330 Ω – laranja, laranja, marrom
3 – 4,7 k Ω – amarelo, violeta, vermelho
4 – 10 k Ω – marrom, preto, laranja

Capacitores

2 – 33 pF – capacitor cerâmico

Diversos

1 – cristal 4 MHz
1 – motor de passo unipolar, 4 bobinas, 6 ou 5 fios – bobinas 12 V (veja texto)
3 – chaves "push-buttons" normalmente abertas
1 – fonte de alimentação (veja texto)
1 – suporte para 4 pilhas pequenas (veja texto)
2 – suportes para 4 pilhas médias (veja texto)

Matriz de contato (*pront-o-board*), fios para ligação, etc

Lista de materiais para fonte

Semicondutores

1 – 7805 – regulador de voltagem
4 – 1N4001 – diodo retificador
1 – LED – tipo comum, vermelho e redondo

Resistores (1/8 ou 1/4W; 5%)

1 – 330 Ω – laranja, laranja, marrom

Capacitores

1 – 1000 μFx25V – eletrolítico
1 – 330 nF (0,33μF) – poliéster
1 – 100 nF (0,1μF) – poliéster

Diversos

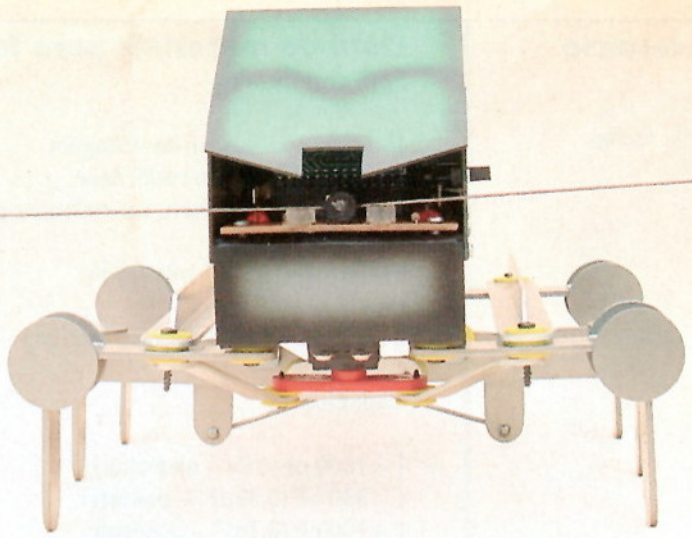
1 – Transformador 12+12V x 1000 mA (1A)

Placa para montagem, chave liga/desliga, rabicho, gabinete, cabos para ligação, *plugs* tipo "banana" (vermelho e preto), fios, etc.



Márcio José Soares

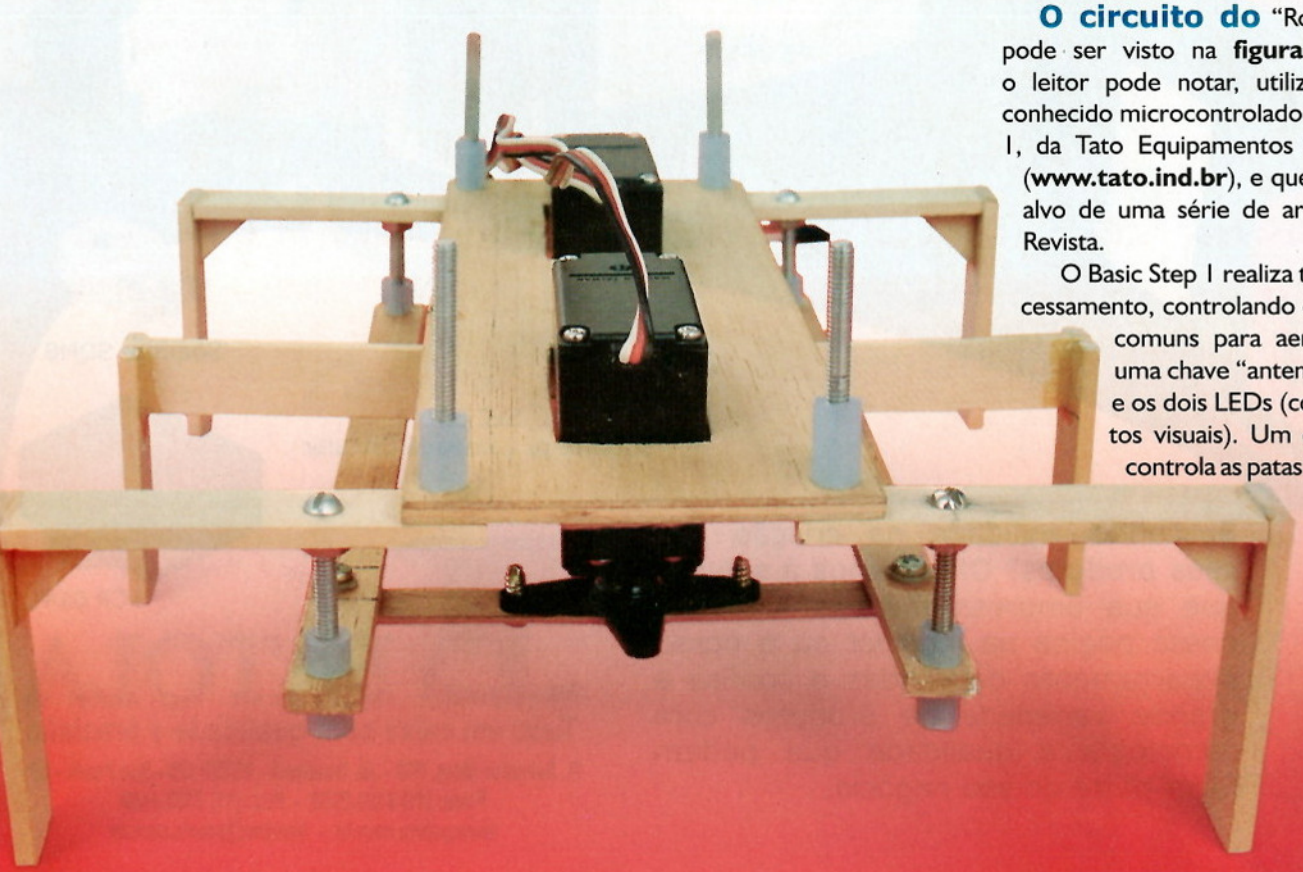




Robô Inseto



Os insetos sempre despertaram algum tipo de reação nos seres humanos: curiosidade, medo, repulsa, etc. O fato é que estes "pequenos" seres são objetos de estudos por parte de muitos biólogos e também por "cientistas mecatrônicos". Estes últimos pesquisam principalmente sua locomoção, e sua maneira de reconhecer o ambiente (sensores), entre outras. O robô que propomos neste artigo é relativamente simples de ser construído e poderá ajudar o leitor a compreender melhor os meios de locomoção sem "rodas" possíveis na Robótica.



O circuito do "Robô Inseto" pode ser visto na **figura 1**. Como o leitor pode notar, utilizamos o já conhecido microcontrolador Basic Step 1, da Tato Equipamentos Eletrônicos (**www.tato.ind.br**), e que também é alvo de uma série de artigos nesta Revista.

O Basic Step 1 realiza todo o processamento, controlando dois servos comuns para aeromodelos, uma chave "antena" (sensor) e os dois LEDs (complementos visuais). Um dos servos controla as patas "externas"

FERRAMENTAS NECESSÁRIAS

Para trabalhar com SMAs não é necessário que o leitor possua ferramentas somente encontradas em sofisticados laboratórios de pesquisa como a NASA. Ferramentas e materiais simples encontrados dentro da casa do leitor, podem e deverão ser utilizados. Listaremos os principais.

As ferramentas básicas como tesouras, estiletes, alicates de bico e corte, pinças, chaves de fenda tipo relojoeiro, entre outras, vistas na **figura 7**, permitem o manuseio do fio.

Materiais como fios (finos e encapados), clipes de papel, fitas adesivas, colas, pequenos massores (pode-se utilizar moedas de vários tamanhos), tachinhas, madeira, acrílico, papelão, grampos de papel, entre outros, permitirão construir qualquer experimento didático (**figura 8**).

Entre as ferramentas avançadas, podemos destacar o ferro de solda, placas de circuito padrão, fontes de alimentação, componentes eletrônicos, a matriz de contato (*pront-o-board*), multímetros, etc. Porém, o leitor não deve se preocupar em ter todas a mão, pois não trabalharemos no início com estas. Elas serão utilizadas posteriormente em futuros projetos e nenhuma delas foge ao que o estudante / *hobista* em mecatrônica tem em sua bancada (**figura 9**).

DICAS DE USO

A principal dica de uso sobre SMAs é que elas não podem, de forma alguma, serem soldadas. Lembram-se quando falamos sobre a maneira de atuação? Aplicar um ferro de solda a um SMA o danificará irremediavelmente. Para prendê-los e ligá-los aos circuitos utilizaremos materiais simples como parafusos, grampos, porcas, etc., que formarão pequenos conectores que serão demonstrados em momento oportuno.

Limite máximo de carga - Não devemos exigir de um SMA mais que sua capacidade de carga. Isso diminui sua vida útil. Procure respeitar os dados passados nas **tabelas 1** e **2**.

Limite máximo do "Peso de Recuperação" - Um peso excessivo pode causar o "stress" do fio, diminuindo sua vida útil além da capacidade de carga.

Temperatura máxima de trabalho do fio - Não devemos aplicar uma corrente maior que a permitida no fio e o tempo que esta corrente é aplicada também deve ser controlado. Geralmente, ele não deve ser maior que o necessário para que o movimento "programado" seja executado.

Limite de "parada" - Normalmente os projetos com SMA são feitos de maneira que o fio (ou fibra) realize um movimento até um ponto máximo determinado. Exceder este ponto pode danificar o fio, pois ele realizará uma força maior neste ponto.

Persistência e paciência - Estas duas palavras devem ser utilizadas sempre pelo leitor quando se tratar de SMAs. Muitas técnicas, ferramentas e projetos podem parecer em um primeiro momento um pouco difíceis de se lidar. Mantenha a calma acima de tudo, afinal você está lidando com uma novidade! É necessário que o leitor leia atentamente o material (artigo), procurando sempre eliminar suas dúvidas. Se necessário leia várias vezes. A cada leitura, pontos obscuros lhe parecerão mais claros.

MÉTODOS DE CONTROLE E ALIMENTAÇÃO

Podemos controlar SMAs de várias formas, vistas na **figura 10**:

- Através de circuito manuais, geralmente construídos com chaves tipo liga/desliga e "push-buttons";
- Através de circuitos lógicos;
- Através de microcontroladores (Basic STEP, PICs, etc);
- Através de nosso PC (computador).

As formas de alimentação para os SMAs também são variadas (**figura 11**). Em princípio utilizaremos pilhas, mas em breve falaremos sobre uma fonte de corrente, apropriada para o controle de SMAs de vários diâmetros e de fácil construção.

PROJETO PRÁTICO

Como primeiro projeto prático, faremos uma pequena experiência com um pedaço de 10 cm de Flexinol 150. Esta experiência visa demonstrar como proceder e realizar os cálculos necessários no uso do SMA. Aconselhamos que

7 Ferramentas básicas.



8 Materiais intermediários.



solda, furadeira, estiletes, etc. Caso o leitor não possua experiência com algumas das ferramentas a serem empregadas, é recomendável pedir ajuda a alguém mais experiente. Evite acidentes !!!

Montagem eletrônica

Para montar a placa que conterá os componentes, o leitor poderá optar pelo uso de uma placa padrão ou utilizar o "lay-out", disponível para *download* no *site* da revista (**www.mecatronicafacil.com.br**). A placa não permite gravar o *Basic Step*. Esta operação deve ser feita fora da placa.

O tamanho da placa foi dimensionado para ter exatamente o tamanho da base do robô inseto. Tome muito cuidado ao soldar os LEDs, pois estes componentes são polarizados. Para a montagem do *Basic Step*, é altamente recomendável o uso de um suporte. Este pode ser construído a partir de um soquete de CIs de 28 pinos, aproveitando somente um de seus lados. Os servos podem ser soldados diretamente na placa, porém o uso de terminais tipo "barra de pinos" evitará cortar os terminais dos mesmos.

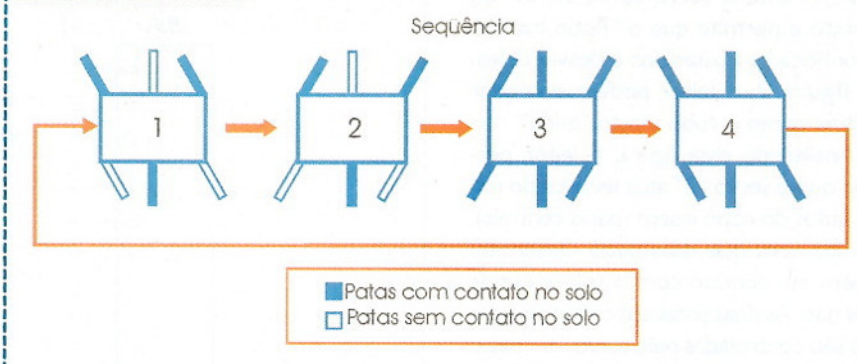
A chave "antena" foi montada a partir de um mini "push-button" e um pedaço de arame de aço de 34 cm de comprimento com 2 mm de espessura. Para segurar o arame utilizamos um pedaço de plástico com um furo no meio colada ao ponto móvel do botão (chave). Também empregamos dois pequenos pedaços de "cola quente", cortadas com estilete, para dar melhor apoio ao conjunto. Observe a **figura 5**.

Insira o *Basic Step* 1 na placa (**figura 6**). Cuidado para não colocá-lo invertido!!! Para fixar o suporte de pilhas, chave liga-desliga e a bateria à placa, o leitor poderá utilizar fita dupla face, cola quente, arame ou o material que melhor lhe convier. No nosso protótipo usamos fita dupla face. Veja a **figura 7**.

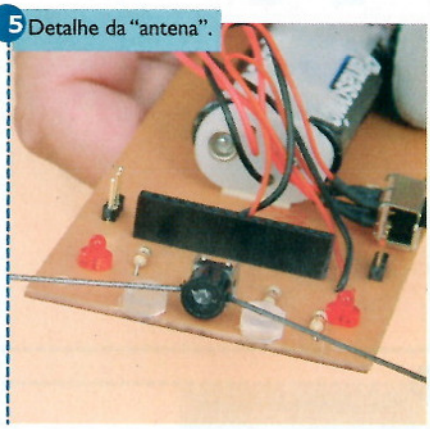
Montagem mecânica

Para a montagem mecânica, será preciso alguns retalhos de madeira e parafusos. Na lista de componentes o leitor poderá ver a lista necessária para tal.

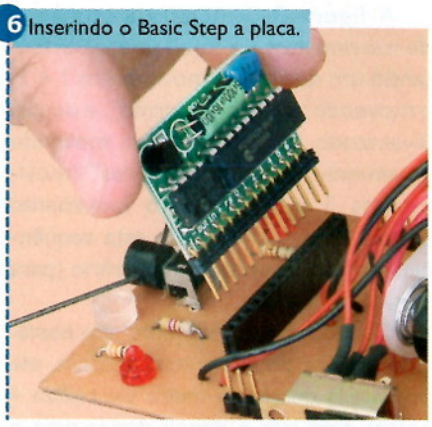
4 Desvio do robô inseto.



5 Detalhe da "antena".



6 Inserindo o Basic Step a placa.



A base do robô foi montada em compensado de 4 mm de espessura. As furações são para servos comuns para aeromodelos. O servo "1", que controla as patas "externas", fica a frente, e o servo "2", que controla as patas "centrais", fica atrás. Foram utilizados quatro pequenos pedaços de madeira com 20 mm de comprimento e 5 milímetros quadrados para apoiar os servos e permitir que os mesmos ficassem na altura correta de operação. Outros quatro pedaços de madeira com 15 mm de comprimento e 5 milímetros quadrados foram usados para construção do suporte das patas centrais. Todas as furações na base possuem 1/8 de polegada de diâmetro. Para a colagem das peças empregue, preferencialmente, cola tipo epóxi para uma melhor resistência mecânica. Na falta deste tipo de cola, a cola branca ou o cianocrilato (Super Bonder) podem ser utilizados.

Mais informações:

- No site da revista (**www.mecatronicafacil.com.br**) você encontra os desenhos das partes mecânicas para facilitar a montagem.

Construção das patas

Precisamos de 4 patas externas e 2 patas centrais. Estas foram feitas em madeira com 3 mm de espessura e 12 mm de largura. Todos os furos nas patas têm 1/8 de polegada de diâmetro, exceto os que deverão ser feitos nas patas centrais para fixação dos arames de controle, que devem ter a espessura do arame a ser utilizado. Aqui também é recomendável o uso da cola tipo epóxi para uma melhor resistência mecânica.

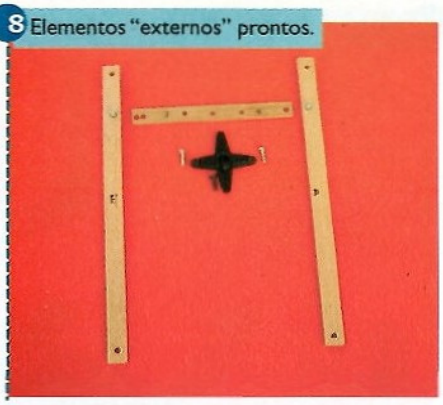
Construção dos elementos de "transmissão"

Chamamos de elementos de "transmissão" todos os elementos necessários à transferência dos movimentos dos servos às patas. Foram utilizados dois pedaços de madeira de 175 x 10 x 3 milímetros (comprimento, largura e espessura) para ligar as patas "externas" dianteiras e traseiras e um pedaço de madeira de 93 x 10 x 3 milímetros (comprimento, largura e espessura) para ligar o servo "1" às patas "externas". Este último elemento deverá ser parafusado em um *link* de servo, geralmente fornecido com o

7 Prendendo pilhas, chave e bateria a placa.



8 Elementos "externos" prontos.



9 Elementos "centrais" prontos.

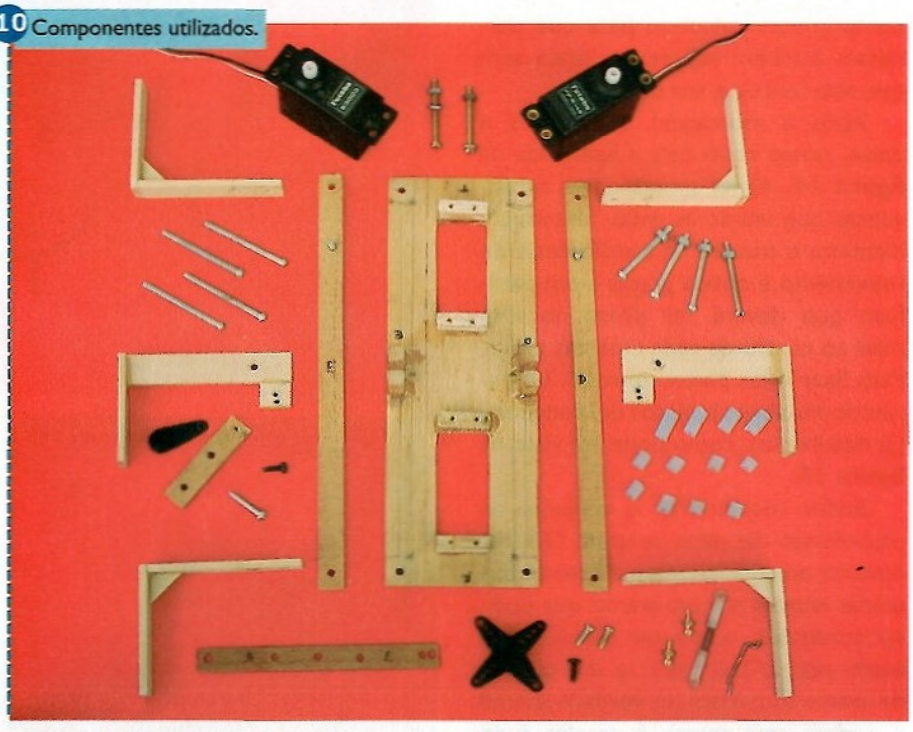


mesmo. Na **figura 8** o leitor poderá vê-las prontas.

Para o elemento central foram utilizados: 1 pedaço de madeira com 40 x 10 x 3 milímetros (comprimento, largura e espessura) que também deverá ser parafusado em um *link* de servo e 2 pedaços de arame de aço com 2 mm de espessura. O leitor poderá substituir os arames por peças de aeromodelos conhecidas como "ball link" e arame de rosca.

Em nosso protótipo, apesar de mostrarmos em nosso esquema o desenho dos dois arames, utilizamos um arame para transmissão do movimento e um conjunto de peças para aeromodelos (2 ball *link's* e um arame com rosca). Esperamos assim demonstrar o uso de vários tipos de componentes e as várias opções possíveis em uma única montagem. As peças prontas podem ser vistas na **figura 9**.

10 Componentes utilizados.



Montagem do conjunto

Na **figura 10** podemos ver todos os componentes utilizados nesta montagem. Lembramos mais uma vez que na lista de componentes o leitor encontrará a relação de material necessário para esta montagem.

Comece a montagem final parafusando os servos (**figura 11**). Depois utilize parafusos para prender as pernas centrais. Neste ponto é altamente recomendável o uso de arruelas metálicas entre as patas centrais e o suporte de madeira. Isso ajudará na redução do atrito entre as peças. Veja a **figura 12**.

Depois, você já poderá prender as patas "externas". Lembre-se de prender primeiro os parafusos que servirão de ponto de apoio para os elementos de controle externos. Estes parafusos são presos com porcas e devem ficar bem apertados. Eles ficam voltados para baixo.

11 Parafusando os servos.



12 Montando as patas centrais.



Para montar as pernas à base também utilizaremos parafusos. Porém estes ficarão voltados para cima e serão posteriormente fixados com a ajuda de um pedaço de mangueira de silicone, borracha ou mesmo plástico e servirão também para apoiar a placa de controle (veja a **figura 13**). O uso de arruelas entre a base e as patas externas também é recomendável para facilitar os movimentos.

A "mangueira" deve ter seu diâmetro interno menor que o diâmetro dos parafusos utilizados para que prendam sob pressão. Ela poderá ser facilmente encontrada em lojas de modelismo, lojas para aquários, farmácias, etc. Estes pedaços de mangueira deverão ter seu

13 Montando as patas externas.



14 Servos e patas montados.



comprimento calculado para que permitam também suportar a placa sem que esta encoste nos servos.

Após a montagem dos servos e patas, nosso robô terá a aparência da **figura 14**. Agora montaremos as alavancas que unirão as patas "externas": dianteira e traseira. A transferência de movimento é obtida graças a um parafuso que deverá ser preso no furo mais ao centro de cada uma das peças. Para fixar estas partes ao robô, utilizaremos pequenos pedaços de mangueira (já detalhadas), como pode ser visto na **figura 15**.

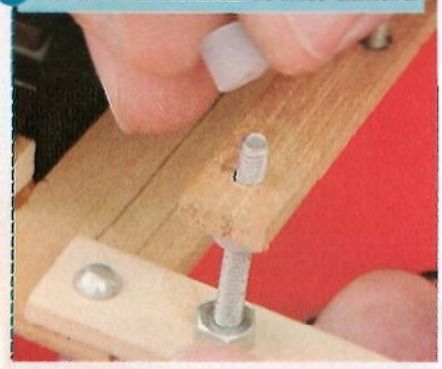
Então, montaremos o conjunto de transmissão das patas centrais. O leitor deve ter notado que as patas centrais são unidas entre si por um arame, que pode ser construído, ou por um conjunto formado por 2 "ball link's" e um pedaço de arame com rosca (na verdade apenas o pedaço com rosca). A escolha é do leitor. Na **figura 16** o leitor pode verificar a montagem do "arame" de união entre as patas centrais.

A partir deste momento, precisamos unir os servos de controle às patas através das alavancas de controle e transferência (conjunto de transmissão). Começaremos pelo servo central. Uniremos a alavanca montada para este às patas com um arame que transferirá o movimento a elas, conforme a **figura 17**. Prenda a alavanca ao servo com um parafuso (**figura 18**). Na **figura 19** o leitor tem um detalhe deste conjunto devidamente montado.

Agora, prenderemos a alavanca de movimento externo às alavancas de transmissão dianteira e traseira (**figura 20**). Prenda a alavanca ao servo com um parafuso (**figura 21**). Na **figura 22** o leitor tem uma vista da parte inferior do conjunto devidamente montado e na **figura 23** temos o robô apoiado em suas "patas" devidamente pintado.

É importante para o sucesso desta montagem que os parafusos e mangueiras utilizadas não façam pressão demasiada sobre as patas. Assim, evitamos que os servos sejam sobrecarregados demais durante sua operação. Tenha em mente que é necessário que as peças fiquem firmes, mas não exerçam pressão entre as mesmas.

15 Montando as alavancas de união dianteira.



16 Montando o arame de união das patas centrais.



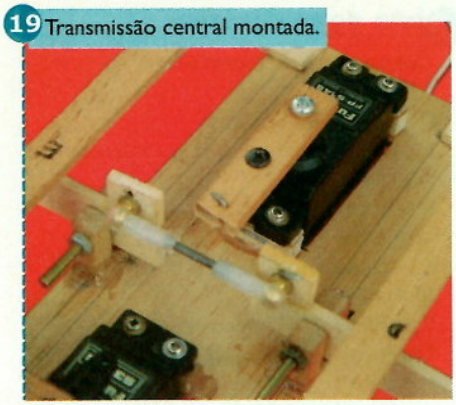
17 Montando a alavanca de transmissão externa.



18 Prendendo a alavanca ao servo de controle externo.



19 Transmissão central montada.



20 Montando a alavanca de transmissão externa.



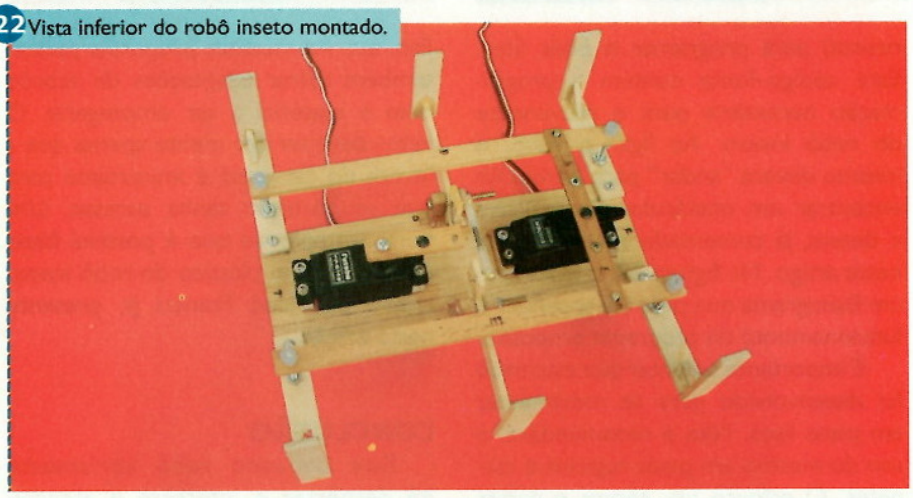
21 Prendendo a alavanca ao servo de controle externo.



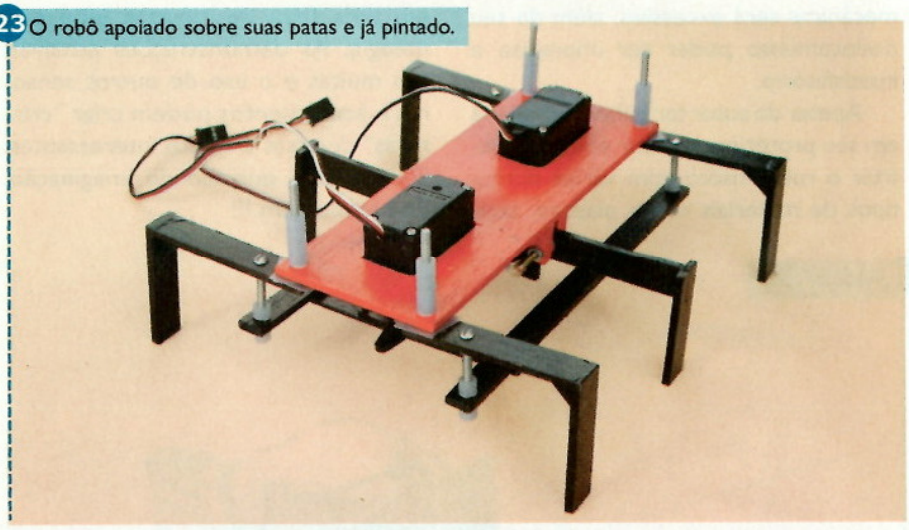
União da parte mecânica e eletrônica

Podemo agora unir as partes mecânica e eletrônica. Para isso, precisamos ligar os servos à placa, conforme a **figura 24**. Depois disso, inserimos a placa de controle ao nosso conjunto mecânico (**figura 25**), fixando-a com pequenos pedaços de mangueira de silicone (**figura 26**). Os fios podem ser presos com o uso de uma cinta plástica para um melhor acabamento e para evitar que os mesmos se enrosquem em obstáculos e/ou nas próprias "patas" do robô. Veja as **figura 27** e **28**.

22 Vista inferior do robô inseto montado.



23 O robô apoiado sobre suas patas e já pintado.



TESTE E USO

A placa do Robô Inseto não permite gravar o *Basic Step*. Esta operação deve ser feita na *Placa Step* Lab ou em um "pront-o-board", de acordo com o que já é feito pelo leitor no uso de seu *Basic Step* em sua bancada.

Com nosso robô pronto e montado poderemos agora proceder nossos testes. Programe o *Basic Step* com o código- fonte I (disponível para *download* no *site* da revista) e insira-o novamente na placa. Ligue a chave S_2 (as pilhas e bateria devem estar instaladas). Este pequeno programa serve apenas para centralizar os servos. Isso auxiliará no posicionamento correto dos mesmos. As "patas" dos robôs tanto "externas" como centrais devem ficar "centralizadas". As patas "externas" não devem ficar nem à frente nem atrás em nenhum dos lados. Ambas as patas centrais devem ficar apoiadas no chão. Realize todos os ajustes necessários.

Feitos os ajustes, utilize o código-fonte 2 (também disponível no site da

24 Ligando os servos a placa.



25 Montando a placa sobre conjunto mecânico.



26 Fixando a placa.



27 Prendendo os fios com uma cinta plástica.



revista) para programar o *Basic Step*. Este código-fonte contém a programação necessária para o movimento do robô inseto. Ao ligar o robô, o mesmo deverá "andar" para frente. Ao encontrar um obstáculo, ele realizará o desvio, já comentado anteriormente neste artigo. Na **figura 29**, o leitor tem um fluxograma que permite entender o funcionamento do programa proposto.

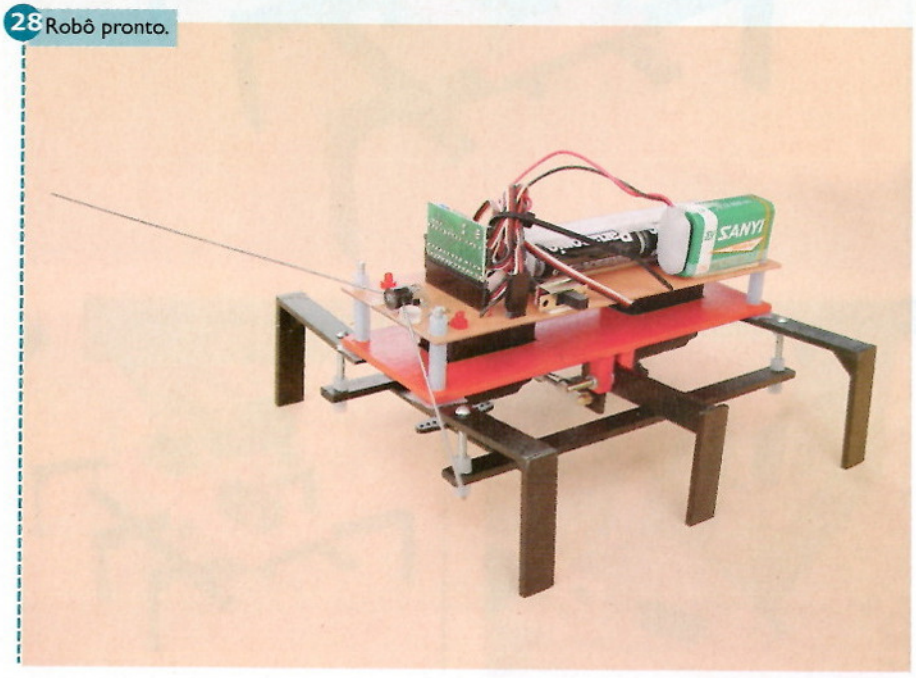
É importante salientar que este robô foi desenvolvido para se movimentar em pisos lisos. Não é recomendável o uso do mesmo em pisos rugosos e carpetes. O esforço nos servos e partes mecânicas será excessivo, além do seu deslocamento poder ser impreciso e insatisfatório.

Apesar do autor ter utilizado madeira em seu protótipo, o leitor poderá construir o robô inseto com vários outros tipos de materiais como plástico, acrílico, etc. As medidas propostas podem também sofrer adaptações de acordo com o material a ser empregado. O leitor deve ter em mente apenas que a leveza do conjunto é importante para que seu projeto tenha sucesso. Um bom exemplo do que é possível fazer é a versão em plástico do robô inseto criado por José Francci Jr, presente nesta edição.

CONCLUSÃO

Este pequeno robô certamente irá despertar o interesse e atenção em uma feira de ciências e/ou tecnologia. As demonstrações possíveis são muitas e o uso de outros sensores e acabamentos podem criar "criaturas" diversas e muito interessantes. Tudo é uma questão de imaginação. Boa montagem !!!

28 Robô pronto.



Lista de materiais:

Componentes Eletrônicos
CI_1 – Basic Step I
D_1, D_2 – LEDs comuns
R_1, R_3 – resistores 330Ω (laranja, laranja, marrom)
R_2 – resistor 4 KΩ (amarelo, violeta, vermelho)
S_1 – chave "push-button" normalmente aberta
S_2 – chave "H-H" pequena
Diversos - placa circuito impresso 175x60 mm, suporte CI 28 pinos, barra de pinos, 1 suporte de p/ 4 pilhas, 1 clipe de bateria, cinta plástica, cola quente, solda, etc.

Peças e partes mecânicas
1 – pedaço de madeira compensada com 175 x 60 x 4 milímetros (comprimento, largura e espessura)
1 – pedaço de madeira marfim, cedro ou compensada com 1200 x 12 x 3 milímetros (comprimento, largura e espessura)
1 – pedaço de madeira marfim, cedro ou compensada com 1000 x 10 x 3 milímetros (comprimento, largura e espessura)
4 – parafusos 1/8 de polegada com 35 mm de comprimento
4 – parafusos 1/8 de polegada com 40 mm de comprimento
4 – porcas para parafuso de 1/8 de polegada
8 – arruelas comuns para parafusos de 1/8 de polegada
200 - milímetros de mangueira (ver texto)
340 - milímetros de arame de aço com 2 mm de espessura para antena
100 – milímetros de arame de aço com 2 mm de espessura para transmissão central
Opcionais - 2 "ball links" e 1 arame com rosca usado em aeromodelismo. Tinta plástica para pintura, cola epóxi, etc.

29 Fluxograma do programa.



A estrutura de plástico do Robô Inseto

José Francci Júnior



No projeto do "Robô Inseto" nos deparamos com a construção de um mecanismo complexo com inúmeras peças móveis e com dois servomotores para acioná-las. Projetos como esse e o Robô Manipulador (veja Mecatrônica Fácil ano 2, nº 7) chegam aos limites do que se pode obter com o plástico estireno e as ferramentas manuais. Os esforços e as tolerâncias implícitas exigem muitos testes e ajustes até tudo funcionar a contento.

Muitas vezes peças inteiras precisam ser reconstruídas ou redimensionadas, pois afinal, estamos construindo protótipos e, como tais, eles se prestam a experimentos e ensaios até a evolução do sistema definitivo para executar um determinado trabalho ou função integrando eletrônica, informática e mecânica.

A construção do Robô Inseto de plástico seguiu os mesmos padrões de soluções mecânicas do projeto original criado pelo autor, Márcio José Soares, com seu protótipo de madeira e acessórios de aeromodelismo, inclusive com as mesmas dimensões básicas, dando aos leitores uma interessante base de comparação entre os diferentes métodos construtivos empregados.

As chapas de plástico estireno de 1 e 2 mm foram empregadas na construção, o que já é tradicional em nossos projetos. Notem os leitores que utilizamos para a fixação das "pernas" e barras de ligação alguns parafusos retirados de caixas de fitas de videocassete velhas. Esses parafusos têm a rosca dimensionada especificamente para fixação em plástico. São excelentes e de fácil obtenção.

Os vários pontos de pivotagem das peças móveis foram reforçados com pequenos anéis de metal cortados de antenas velhas, servindo de embuchamento e evitando o desgaste prematuro do plástico, o que aumentaria a "folga" prejudicando o ajuste e o movimento dos conjuntos mecânicos.

Uma grande quantidade de arruelas de plástico precisou ser confeccionada, elas foram fixadas a um parafuso após o corte e "torneadas" em uma furadeira elétrica, padronizando a medida e refinando o acabamento. Vejamos as **figuras 1 a 15** a seguir, para maiores detalhes.

1 Chassi do robô inseto em construção.

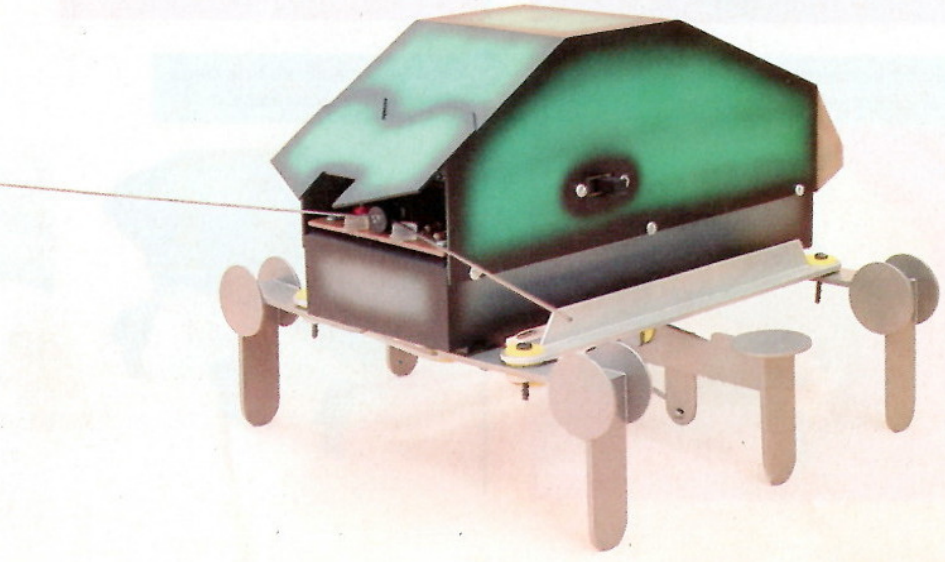


2 Parte inferior do chassi, notem os encaixes dos servomotores e os mancais das pernas.

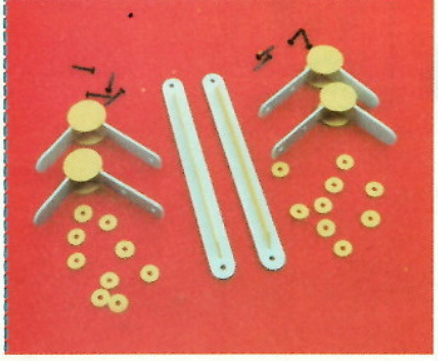


3 As partes que compõem as pernas medianas.

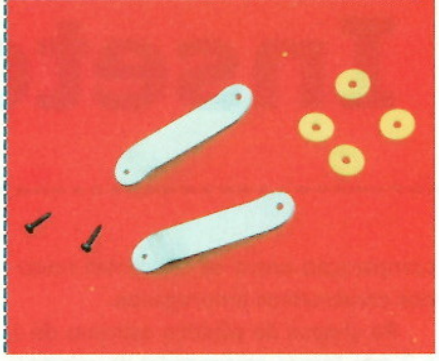




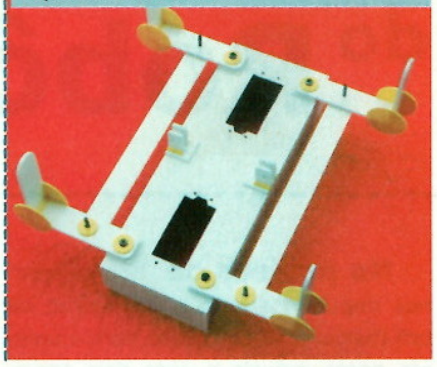
4 As patas anteriores e posteriores com as hastes que as interligam.



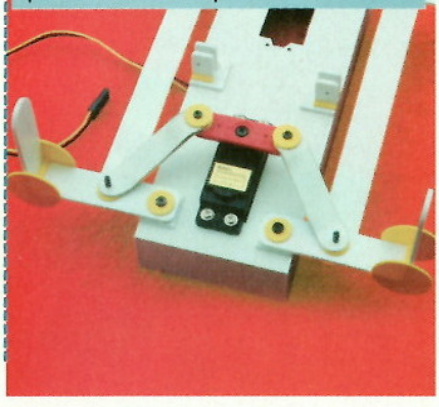
5 Braços acionadores das pernas anteriores e posteriores.



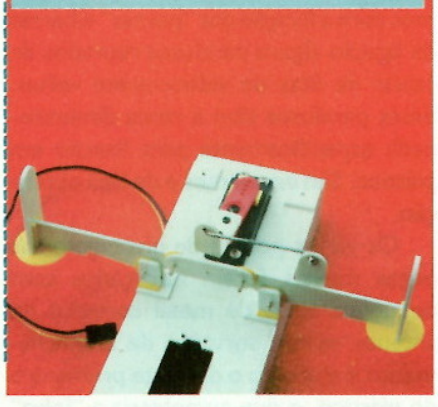
6 Detalhe da instalação das pernas interiores e posteriores no chassi.



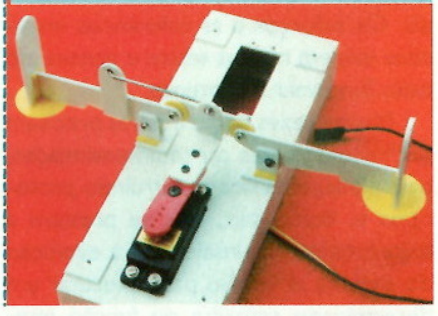
7 O servomotor e o sistema completo das pernas anteriores e posteriores no chassi.



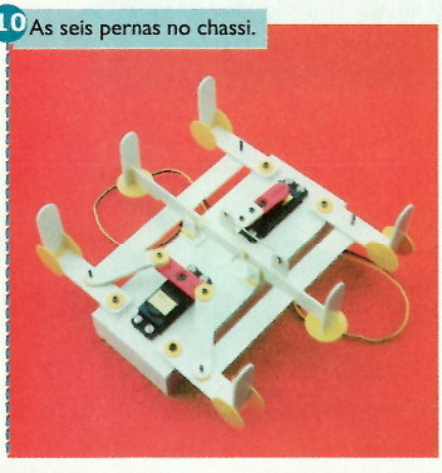
8 Detalhe da instalação das pernas medianas no chassi.



9 O servomotor e o sistema completo das pernas medianas no chassi. Notem que posteriormente houve modificação neste sistema com a introdução de mais uma haste metálica.



10 As seis pernas no chassi.



11 Detalhe da colocação dos servomotores no chassi.



12 A carcaça em forma de "besouro".



13 Vista interna da carcaça.



14 Robô Inseto completo sem pintura e sem os componentes eletrônicos.



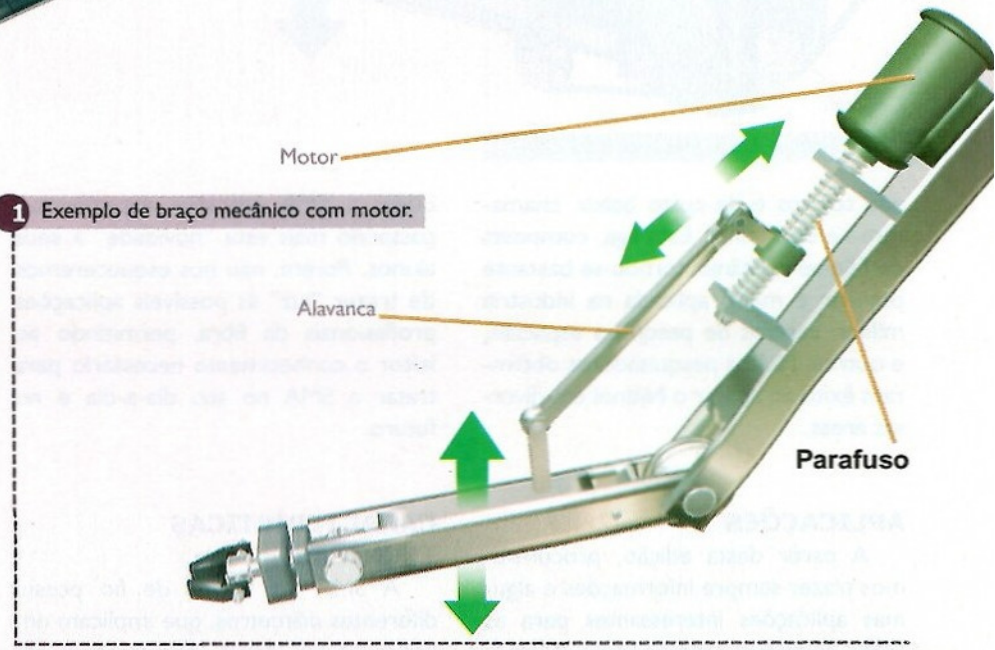
15 Robô Inseto acabado mas ainda desprovido da eletrônica.



SMA Muscle Wire

Márcio José Soares





1 Exemplo de braço mecânico com motor.

Sempre que falamos em dispositivos para movimentar nossos "pequenos" projetos mecatrônicos, pensamos logo em motores DC, motores de passo, pequenos solenóides, etc., tudo associado a caixas de redução, engrenagens, parafusos sem fim, e muitos outros. Às vezes estas associações parecem muito complicadas e nos perguntamos: "Existe alguma coisa que possa substituir tudo isso?". A resposta é sim. O músculo eletrônico!

O leitor deve estar confuso. Mas tudo o que realizamos na mecatrônica, principalmente na área da robótica, visa "imitar" com certa perfeição o homem. Um braço mecânico com suas articulações "tenta", com certas limitações, alcançar o número de movimentos possíveis de um braço humano. Afinal, para que servem os robôs senão para substituir o homem em tarefas árduas e às vezes perigosas, liberando-o para tarefas mais prazeirosas como, por exemplo, "pensar".

As limitações impostas aos braços mecatrônicos ou manipuladores estão diretamente relacionadas com os dispositivos utilizados para executar os movimentos (veja a **figura 1**), onde apresentamos um pequeno exemplo de articulação robótica.

O motor recebe energia elétrica, transforma-a em energia mecânica que é transferida a um parafuso sem fim. Este, por sua vez, atua através de uma alavanca no braço. Assim podemos levantar e abaixar o mesmo. Tudo parece simples, mas temos pouca mobilidade (ligada diretamente ao tamanho do parafuso), baixa velocidade (depende do tamanho do parafuso e da velocidade do motor) e claramente um desperdício de energia, pois durante a transformação de energia elétrica em mecânica, dependendo da carga do braço, teremos perda de parte da energia aplicada em forma de calor.

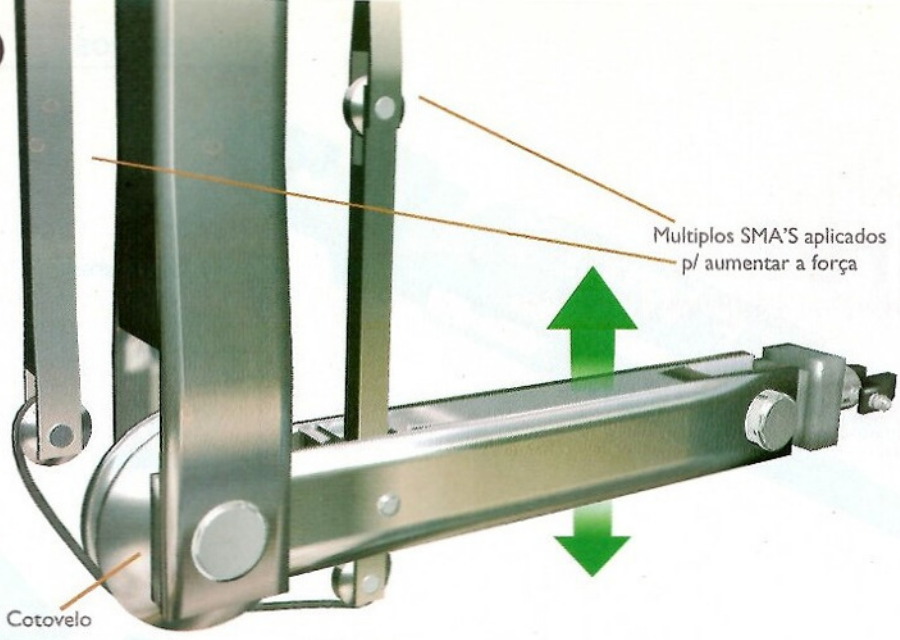
Agora pense em um braço com um "Músculo Eletrônico". Use a **figura 2** como orientação do que será exposto. Através de "estímulos elétricos" aplicados ao músculo podemos contrai-lo ou relaxá-lo, posicionando o braço no ponto desejado. Não temos mais a necessidade de um motor, parafuso sem fim, alavancas, etc. Fica claro que a perda de energia é muito menor, já que temos perda de energia sempre que precisamos transformá-la.

O que acabamos de demonstrar é possível e existe. O nome é SMA - *Shape Memory Alloy* (Liga com Memória de Forma).

O QUE É SMA

SMA ou músculo eletrônico são ligas desenvolvidas em laboratório, capazes de transformar calor em movimento mecânico. Em 1932, o pesquisador sueco Arne Olander observou a habilidade de contração em certas ligas de ouro e cádmio (Au-Cd). Em 1950, pesquisadores da Universidade Columbia, de Nova York, utilizaram raios-X para pesquisar e explicar as mudanças ocorridas nessas ligas. A partir daí, muitos pesquisadores procuraram por outras ligas que pudessem apresentar propriedades iguais, mas que fossem mais baratas que as caras ligas primeiramente estudadas.

Em 1963, os pesquisadores do laboratório "US Naval Ordenance" desenvolveram uma liga SMA com metais



2 Exemplo de braço mecânico com SMA.

não tóxicos e de custo baixo: chamaram-na de Nitinol. Esta liga, composta de Níquel e Titânio, tornou-se bastante popular e muito aplicada na indústria militar, centros de pesquisas espaciais, e outros. Muitos pesquisadores obtiveram êxito ao aplicar o Nitinol em diversas áreas.

APLICAÇÕES

A partir desta edição, procuraremos trazer sempre informações e algumas aplicações interessantes para as SMAs. Demonstraremos como utilizá-la na prática, já que esta fibra em forma de fio pode ser adquirida no Brasil através da Tato Equipamentos Eletrônicos (**www.tato.ind.br**).

As aplicações profissionais e didáticas são infinitas. Procuraremos sempre falar das aplicações didáticas da fibra, permitindo assim que professores de Física, Eletrônica ou outras áreas apliquem a SMA em suas experiências, passando mais esta "novidade" a seus alunos. Porém, não nos esqueceremos de trazer "luz" às possíveis aplicações profissionais da fibra, permitindo ao leitor o conhecimento necessário para tratar a SMA no seu dia-a-dia e no futuro.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A SMA em forma de fio possui diferentes diâmetros, que implicam em variações de força, temperatura de uso, máxima variação de comprimento, entre outras, e desrespeitar algumas das "regras" impostas pode, irremediavelmente, danificar a fibra.

Na **tabela 1** o leitor tem dados importantes da fibra como resistência, corrente típica de aplicação, peso de deformação e outras. Na **figura 3** mostramos um exemplo do fio SMA 150 mícron (Flexinol 150) em cartela para distribuição.

Com as informações contidas na **tabela 1** podemos dimensionar o trabalho de um pequeno pedaço de fio. Porém, atenção às unidades presentes na tabela. Por exemplo, a resistência linear é dada em metros e para calcularmos a resistência de um pedaço de fio de 10 cm teríamos que dividi-la por 10. Os outros dados são fixos e não variam com o tamanho adotado para o fio.

Podemos transformar o peso de deformação (máxima carga a trabalhar) em newtons usando a fórmula:

$$F = m.g$$

Com F em newtons (N), m em quilogramas e g a constante da aceleração da gravidade na Terra igual aproximadamdamente a 9,8 m/s^2. Para simplificar, basta multiplicar a massa em gramas por 0,0098 e teremos a força resultante em newtons.

Dependendo do projeto, a força exercida por um único pedaço de fio SMA pode ser insuficiente para o trabalho. Mas é possível associá-los em paralelo, formando um "cabo" (não devemos trançar os fios) onde temos a somató-

3 Flexinol 150.



T1 Características das SMAs.

Nome do Fio	Diâmetro (mícron)*	Resistência Linear (ohms/metro)	Corrente Típica (mA)	Peso de deformação (gramas)	Peso de recuperação (gramas)	Ciclos de operação (ciclos/minuto)
Flexinol 025	25	1770	20	2	7	55
Flexinol 037	37	860	30	4	20	52
Flexinol 050	50	510	50	8	35	46
Flexinol 100	100	150	180	28	150	33
Flexinol 150	150	50	400	62	330	20
Flexinol 250	250	20	1000	172	930	9
Flexinol 300	300	13	1750	245	1250	7
Flexinol 375	375	8	2750	393	2000	4

* Um milímetro equivale a 1000 mícrons

ria de forças, conforme ilustra a **tabela 2**, sendo necessário observar a potência total exigida. Utilize as fórmulas:

- Tensão

$$V = R.I$$

- Potência

$$P = R.I^2 \text{ ou } P = V.I$$

- Resistência equivalente

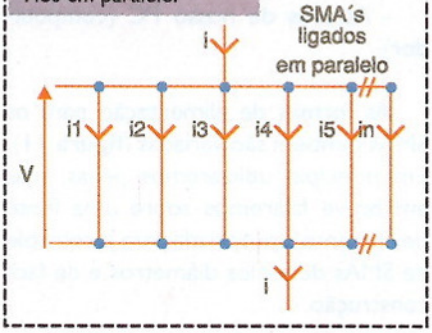
$$\frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots \frac{1}{R_n}$$

Assim é possível calcular a tensão e potência requeridas para atuação, além da corrente. Vale salientar que a tensão em um circuito paralelo será a mesma em todas as malhas (fios) e a corrente será dividida nos nós de entrada e somada nos nós de saída. Veja a **figura 4**.

T2 Forças e potências necessárias.

Nome do fio	Comprimento do fio (cm)	Quantidade de fios em paralelo	Força total em Newtons (N)	Total carga (gramas)	Potência requerida (W)
Flexinol 50	10	10	3,43	350	1
Flexinol 50	10	50	17,2	1750	6
Flexinol 50	10	100	34,3	3500	13
Flexinol 50	10	250	85,8	8750	32
Flexinol 100	10	10	14,7	1500	5
Flexinol 100	10	50	73,5	7500	24
Flexinol 100	10	100	147,0	15000	49
Flexinol 100	10	250	367,5	37500	122
Flexinol 150	10	10	32,3	3300	8
Flexinol 150	10	50	161,7	16500	40
Flexinol 150	10	100	323,4	33000	80
Flexinol 150	10	250	808,5	82000	200
Flexinol 250	10	10	91,1	9300	20
Flexinol 250	10	50	455,7	46500	100
Flexinol 250	10	100	911,4	93000	200
Flexinol 250	10	250	2278,5	232500	500

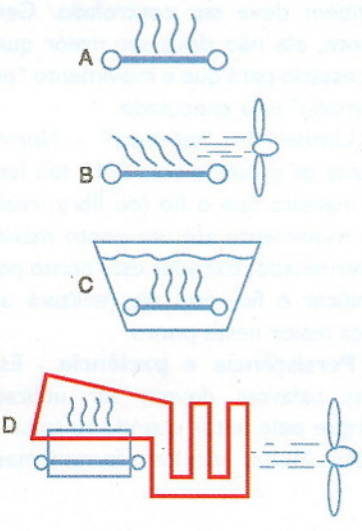
4 Fios em paralelo.



Um outro ponto importante está no tipo de atuação das fibras SMA, que é feita através do calor gerado pela corrente que atravessa o fio. Ou seja, ao ser atravessada por uma corrente, estas fibras aquecem-se e contraem-se. Quando não existe mais corrente aplicada, as fibras tendem a retornar a situação de temperatura ambiente (25° C). A velocidade de retorno pode parecer lenta e dependendo da aplicação a solução é melhorar a refrigeração. Na **figura 5**, temos alguns exemplos típicos de aplicação para aumentar a velocidade de relaxação das fibras (fio).

Em A, temos o método tradicional que deixa a fibra resfriar-se em temperatura ambiente. Um outro método (B) aplica um pequeno "fan" (ventilador) para acelerar o processo. Em C, o método utilizado é a refrigeração líquida. Porém neste método é necessário isolar o SMA da água para evitar curto-circuito, já que a água conduz corrente elétrica. E, finalmente, em D temos um método mais avançado de refrigeração que poderá contar com radiadores de calor, gases refrigerantes e outros aparatos.

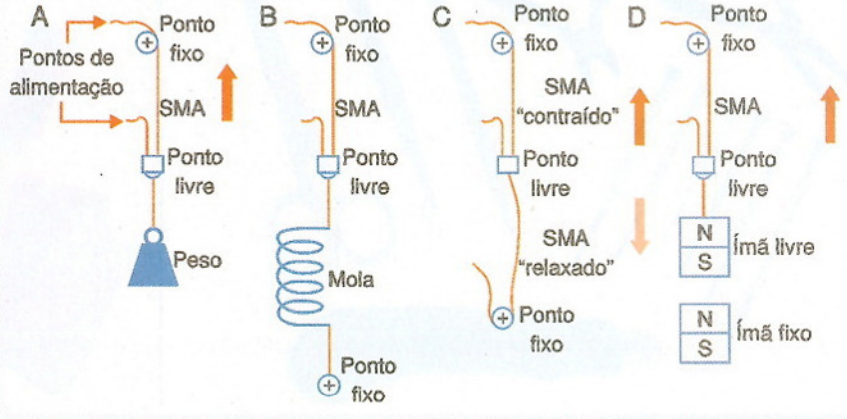
5 Métodos de refrigeração.



Um outro método, mais simples, que ajudará a fibra a retornar a sua posição inicial é usar a força da gravidade, molas, ímãs, etc. A **figura 6** explica como isso pode ser feito. Contudo, o leitor deve estar atento ao "Peso de Recuperação" dado em gramas, presente na tabela 1.

Existem muitos outros métodos de refrigeração e retorno. Devemos apenas ter atenção às especificações dadas nas tabelas aqui expostas para que o SMA não sofra esforço extra, o que poderia danificá-lo. Se o leitor seguir atentamente as informações dadas até aqui, poderá utilizar SMAs com sucesso sem o risco de danificar a fibra (fio).

6 Outros métodos para recuperar a posição inicial.



FERRAMENTAS NECESSÁRIAS

Para trabalhar com SMAs não é necessário que o leitor possua ferramentas somente encontradas em sofisticados laboratórios de pesquisa como a NASA. Ferramentas e materiais simples encontrados dentro da casa do leitor, podem e deverão ser utilizados. Listaremos os principais.

As ferramentas básicas como tesouras, estiletes, alicates de bico e corte, pinças, chaves de fenda tipo relojoeiro, entre outras, vistas na **figura 7**, permitem o manuseio do fio.

Materiais como fios (finos e encapados), clipes de papel, fitas adesivas, colas, pequenos massores (pode-se utilizar moedas de vários tamanhos), tachinhas, madeira, acrílico, papelão, grampos de papel, entre outros, permitirão construir qualquer experimento didático (**figura 8**).

Entre as ferramentas avançadas, podemos destacar o ferro de solda, placas de circuito padrão, fontes de alimentação, componentes eletrônicos, a matriz de contato (*pront-o-board*), multímetros, etc. Porém, o leitor não deve se preocupar em ter todas a mão, pois não trabalharemos no início com estas. Elas serão utilizadas posteriormente em futuros projetos e nenhuma delas foge ao que o estudante / *hobista* em mecatrônica tem em sua bancada (**figura 9**).

DICAS DE USO

A principal dica de uso sobre SMAs é que elas não podem, de forma alguma, serem soldadas. Lembram-se quando falamos sobre a maneira de atuação? Aplicar um ferro de solda a um SMA o danificará irremediavelmente. Para prendê-los e ligá-los aos circuitos utilizaremos materiais simples como parafusos, grampos, porcas, etc., que formarão pequenos conectores que serão demonstrados em momento oportuno.

Limite máximo de carga - Não devemos exigir de um SMA mais que sua capacidade de carga. Isso diminui sua vida útil. Procure respeitar os dados passados nas **tabelas 1** e **2**.

Limite máximo do "Peso de Recuperação" - Um peso excessivo pode causar o "stress" do fio, diminuindo sua vida útil além da capacidade de carga.

Temperatura máxima de trabalho do fio - Não devemos aplicar uma corrente maior que a permitida no fio e o tempo que esta corrente é aplicada também deve ser controlado. Geralmente, ele não deve ser maior que o necessário para que o movimento "programado" seja executado.

Limite de "parada" - Normalmente os projetos com SMA são feitos de maneira que o fio (ou fibra) realize um movimento até um ponto máximo determinado. Exceder este ponto pode danificar o fio, pois ele realizará uma força maior neste ponto.

Persistência e paciência - Estas duas palavras devem ser utilizadas sempre pelo leitor quando se tratar de SMAs. Muitas técnicas, ferramentas e projetos podem parecer em um primeiro momento um pouco difíceis de se lidar. Mantenha a calma acima de tudo, afinal você está lidando com uma novidade! É necessário que o leitor leia atentamente o material (artigo), procurando sempre eliminar suas dúvidas. Se necessário leia várias vezes. A cada leitura, pontos obscuros lhe parecerão mais claros.

MÉTODOS DE CONTROLE E ALIMENTAÇÃO

Podemos controlar SMAs de várias formas, vistas na **figura 10**:

- Através de circuito manuais, geralmente construídos com chaves tipo liga/desliga e "push-buttons";
- Através de circuitos lógicos;
- Através de microcontroladores (Basic STEP, PICs, etc);
- Através de nosso PC (computador).

As formas de alimentação para os SMAs também são variadas (**figura 11**). Em princípio utilizaremos pilhas, mas em breve falaremos sobre uma fonte de corrente, apropriada para o controle de SMAs de vários diâmetros e de fácil construção.

PROJETO PRÁTICO

Como primeiro projeto prático, faremos uma pequena experiência com um pedaço de 10 cm de Flexinol 150. Esta experiência visa demonstrar como proceder e realizar os cálculos necessários no uso do SMA. Aconselhamos que

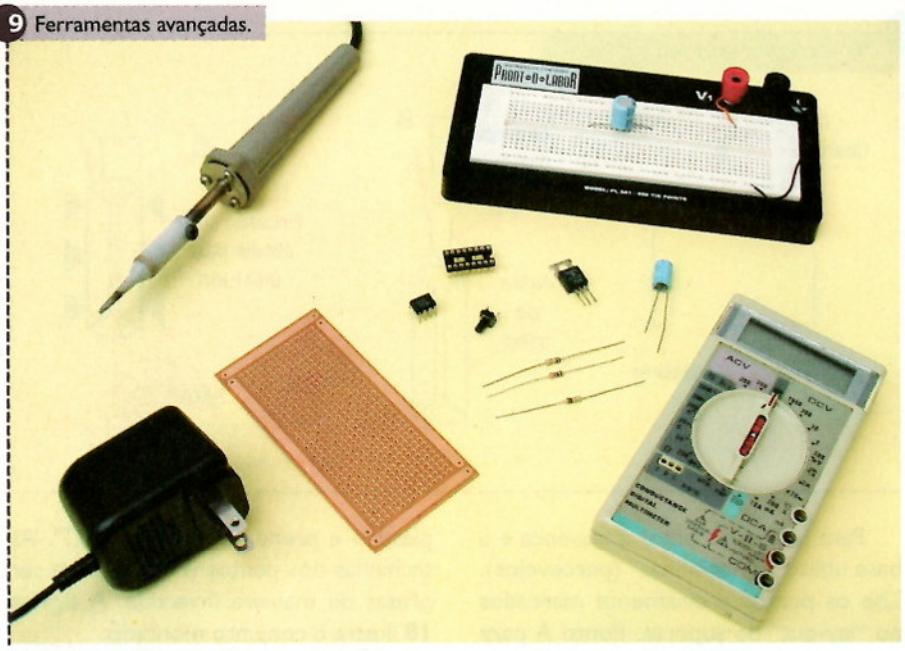
7 Ferramentas básicas.



8 Materiais intermediários.



9 Ferramentas avançadas.



o leitor leia o passo-a-passo antes de começar a realizar o experimento.

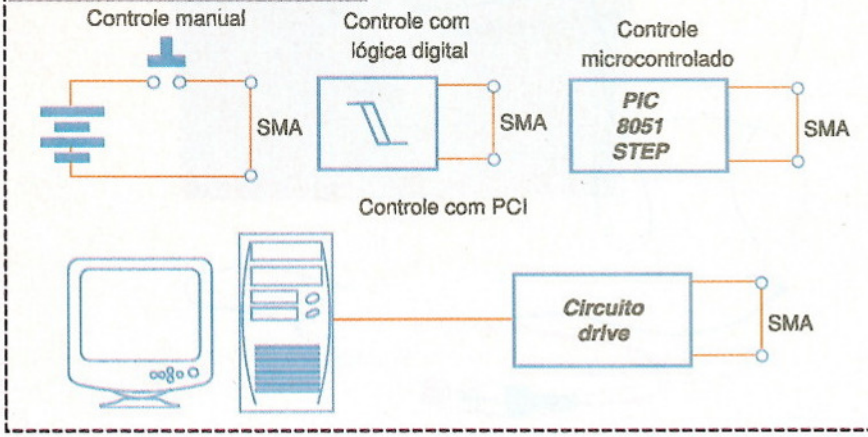
Na **figura 12** o leitor tem o esquema do circuito elétrico que será usado nesta primeira experiência. Nele, o leitor tem um novo símbolo, ainda não utilizado em nossos projetos. Ele representa o SMA. Note que o circuito é composto apenas por um suporte de duas pilhas pequenas tipo AA (usando apenas uma única pilha), uma chave tipo "push-button" normalmente aberta e um pedaço de 10 cm de Flexinol 150 (SMA).

No site da revista (**www.mecatronicafacil.com.br**), temos o *lay-out* de um pequeno suporte que foi construído em papelão. Corte a base, o apoio e a alavanca. Para unir o apoio ao centro da base utilize cola branca ou mesmo fita adesiva. A alavanca deve ser fixada à coluna com o uso de "tachinhas" ou "percevejos". Certifique-se de que a alavanca movimenta-se com liberdade, sem estar presa a nada. Veja na **figura 13** o suporte montado.

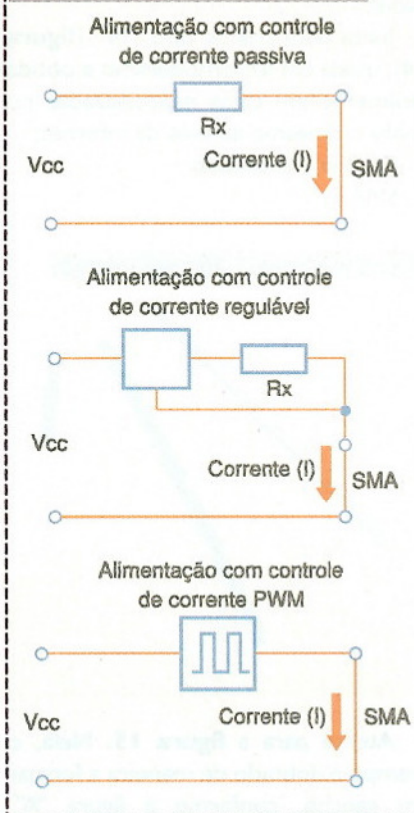
O SMA será preso em dois pontos. No topo da coluna e em um dos pontos marcados da alavanca (ponto B). Para prender o SMA ao fio que realizará o contato siga o que descreveremos a seguir.

Como foi dito anteriormente, o SMA se contrai devido ao calor gerado pela corrente elétrica que atravessa a fibra. Sendo assim, não é possível soldar a SMA em conectores, placas, e outras. O método mais utilizado é prender a SMA a conectores apropriados ou mesmo aos "adaptados". No mercado existem muitos conectores para fios, em diversos tamanhos e tipos. A adaptação que descreveremos foi a que proporcionou melhor resultado em nossos testes. Serão necessários os seguintes materiais:

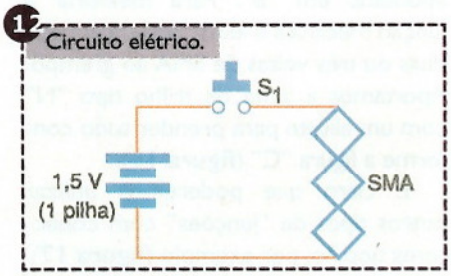
10 Formas de controle para SMAs.



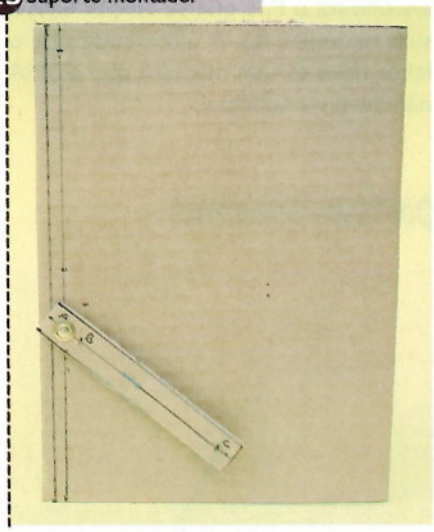
11 Formas de alimentação para SMA's.



12 Circuito elétrico.



13 Suporte montado.



- Grampos para grampeador de papel;
- Junta para trilhos tipo "N" (**figura 14**), usada em ferromodelismo e obtida facilmente em casas especializadas no *hobby* ou mesmo através da Internet;
- Fio fino e encapado;
- SMA.

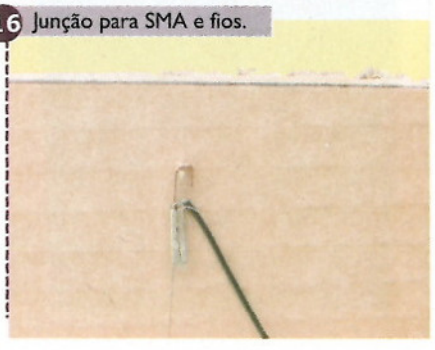
14 Junta para férreo modelismo tipo "N".



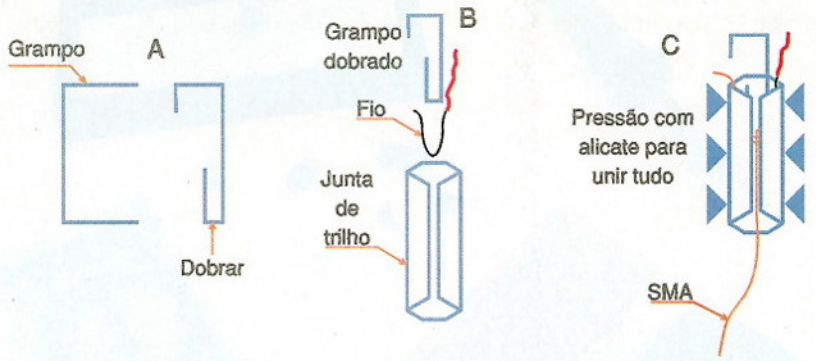
Atente para a **figura 15**. Nela, o grampo é dobrado de maneira a formar um gancho, conforme a figura "A". Desencapamos a ponta de um fio fino, inserimos este fio, juntamente com o grampo dobrado em um dos lados da junta e do outro lado o SMA, conforme apontado em "B". Para melhorar a junção mecânica o leitor poderá enrolar duas ou três voltas de SMA ao grampo. Apertamos a junta de trilho tipo "N" com um alicate para prender tudo conforme a figura "C" (**figura 16**).

É claro que poderemos utilizar outros tipos de "junções" com conectores tipo fio, por exemplo (**figura 17**). Muitas são as possibilidades. Cada um encontrará o tipo que se adapta mais a suas necessidades. A única coisa que o leitor deve ter em mente é que o SMA não deve ser soldado!

16 Junção para SMA e fios.

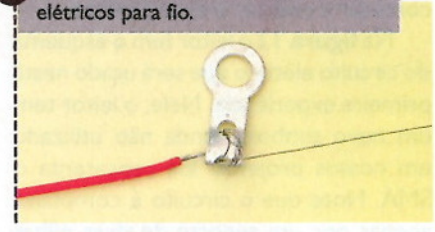


15 Formas de controle para SMAs.

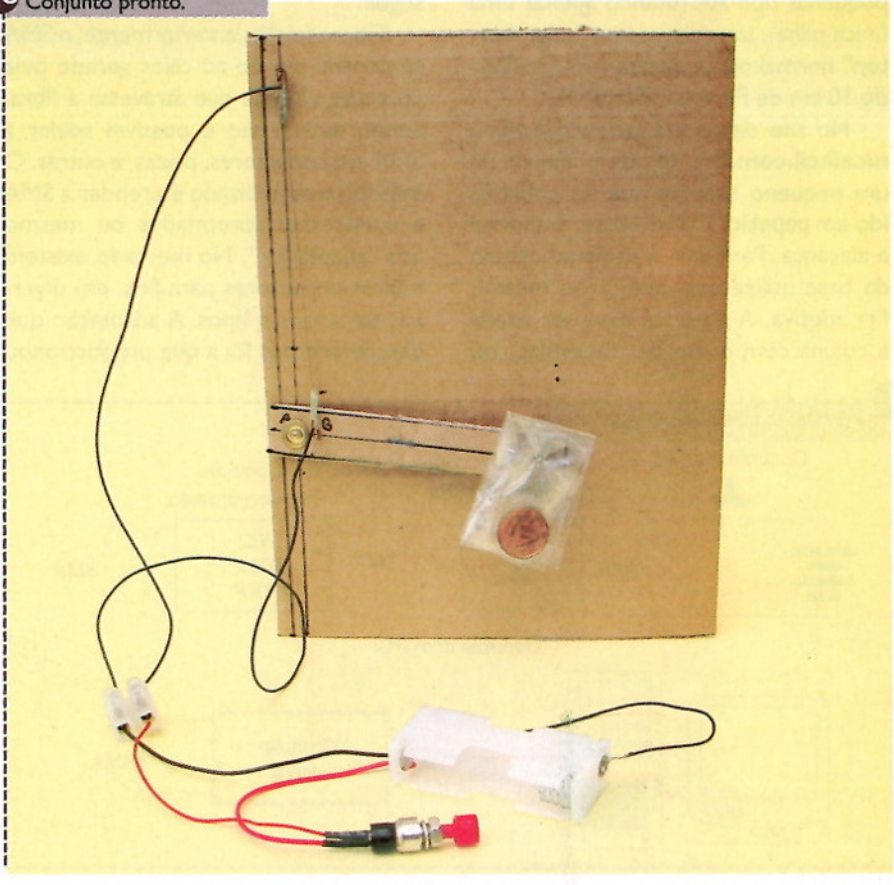


Para fixar o conector à alavanca e à base utilize as "tachinhas" (percevejos). Use os pontos previamente marcados no "lay-out" do suporte. Ponto A para prender a alavanca a base, ponto B para prender o SMA e ponto C para prender o peso de recuperação, que poderá ser uma moeda de um centavo de Real (não utilize maior). Se não tiver, não há necessidade, apenas a tachinha já surtirá um bom resultado. Para prender a moeda utilize fita adesiva ou mesmo coloque-a dentro de um pequeno saco plástico e prenda-o ao ponto "C". As tachinhas dos pontos B e C devem ser presas de maneira invertida. A **figura 18** ilustra o conjunto montado.

17 Junção para SMA feito com conectores elétricos para fio.



18 Conjunto pronto.



Com todo o circuito montado e o SMA preso à base, podemos iniciar nossos testes. Insira a pilha no suporte. Se o leitor estiver usando um suporte de duas pilhas, deverá providenciar um "curto" no lugar de uma das pilhas (qualquer uma). Veja a **figura 19**.

Pressione a chave para que a alavanca se eleve até que o SMA se retraia 5 mm. Não ultrapasse esse limite! Use o ponto "B" como referência. Solte a chave e aguarde o retorno natural da alavanca até a base.

O leitor notará que apesar do SMA ter-se contraído apenas 5 mm, a alavanca elevou-se 10 vezes isso, 50 mm! Isso porque a distância entre os pontos A e C é 10 vezes maior que a distância entre os pontos A e B. Temos então a proporção de 10:1. Porém, a força exigida também é 10 vezes maior. Sendo assim, para cargas maiores, o ponto B deve se aproximar do ponto C, porém a distância percorrida pela alavanca será menor. Para cargas menores, o ponto B pode ficar mais próximo do ponto A, com maior distância percorrida pela alavanca.

Fica claro então que apesar da pouca contração do SMA (para evitar danificar a fibra), é possível, utilizando-se recursos da Física, aplicar maior ou menor força e realizar tarefas diversificadas.

CÁLCULOS

Após a montagem e conclusão da experiência o leitor poderá, agora, com o auxílio do que será apresentado, compreender melhor o que foi realizado. É importante que o leitor leia atentamente e compreenda o que será demonstrado para que no futuro possa calcular seus próprios projetos com sucesso.

Escolhemos para nossa experiência o Flexinol 150. Esta escolha deve-se ao fato deste SMA ser considerado um elemento intermediário na família, podendo assim ser aplicado em diversas experiências. Na **tabela 3** o leitor encontrará os cálculos realizados para esta experiência.

T3

Calculo da resistência do fio	Calculo da tensão para operação	Calculo da potência
Resistência linear do Flexinol 150 = 50 Ohms/metro 10 cm = 0,1m Regra de três 1,0 m----------50 ohms 0,1 m----------x ohms x = (50 x 0,1) / 1 = 5 Então: 0,1m Flexinol 150 = 5 ohms	Corrente recomendada para o Flexinol 150 = 400 mA -> 0,4 A Resistência= 5 ohms Corrente = 0,4 A V = R x I => V = 0,4 x 5 = 2 V Voltagem de uma pilha = 1,5 V Selecionaremos apenas uma pilha, para não exceder a voltagem máxima calculada.	P = V x I ou P = R x I^2 Corrente = 0,4 A Tensão = 1,5 V P = V x I => P = 1,5 x 0,4 = 0,6 W Potência máxima recomendada= 0,8 W Então, potência = 0,6W dentro dos limites.

CONCLUSÃO

Nesta primeira abordagem o leitor recebeu as informações necessárias à compreensão da operação e uso dos SMAs. Recomendamos que o leitor, dentro do possível, estude o presente material. Nas próximas edições traremos mais alguns pequenos projetos e informações sobre SMAs. Até lá e boa leitura!

19 Curto adotado para substituir uma pilha.



Lista de Materiais

10 cm - de Flexinol 150 (SMA)

1 - suporte para uma pilha pequena ou um suporte para duas pilhas pequenas (apenas uma será utilizada)

1 - chave "push-button" tipo normalmente aberta

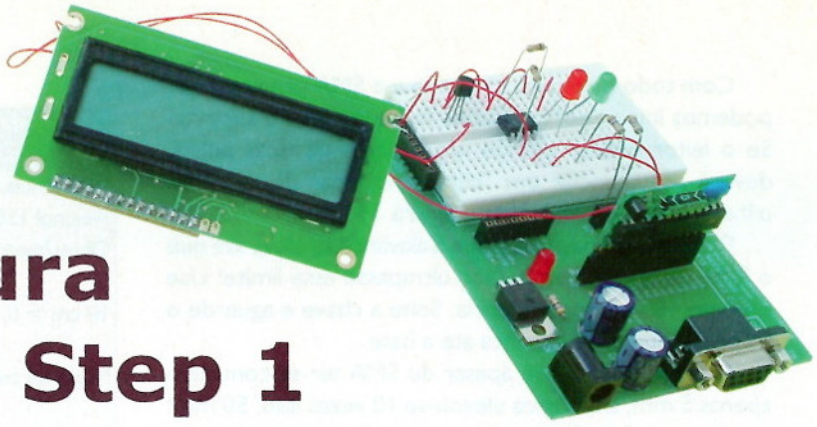
Diversos:

Fio fino encapado e flexível para ligação (23-24 AWG), conectores (veja texto), tachinhas (percevejos), grampos de papel, papelão, cola, fita adesiva, pilha pequena, etc.



Basic Step - parte final

Controlador de temperatura com o BASIC Step 1



Octávio Nogueira

O BASIC Step 1 é extremamente versátil e poderoso. Por mais que nos aprofundemos nele, nunca veremos todas as suas funções e possibilidades pois ele nos leva a usar o que temos de mais precioso, a nossa imaginação.

Ao longo das últimas edições, foram apresentados todos os principais comandos da linguagem do BASIC Step1 e, a exemplo daqueles famosos bloquinhos de encaixar, os comandos também podem ser combinados para executar qualquer função.

Esta é a parte final desta série, mas isto não quer dizer que vocês não irão mais ver artigos que utilizam o BASIC Step, pelo contrário, muitas montagens irão utilizá-lo e vocês terão muitas surpresas nos próximos meses.

Como último artigo iremos descrever um simples controle de temperatura com as seguintes características:

- Indicação de temperatura com *display* de cristal líquido;
- limite máximo de temperatura;
- limite mínimo de temperatura.

Este controlador de temperatura, apesar de simples, pode ser utilizado nas mais diversas aplicações tais como: controle de banhos químicos na indústria, controle de estufas, controle de refrigeradores, etc.

A sua grande vantagem é que ele pode ser ajustado para um uso específico, já que estamos programando com uma linguagem acessível, sem falar no seu preço baixo. Ele tem condições de concorrer com controladores do mercado custando pelo menos dez vezes mais.

Os seus principais componentes são o microcontrolador BASIC Step 1, um sensor de temperatura TMP e um conversor analógico/digital ADC3.

O funcionamento do controlador é o seguinte: o programa funciona em um ciclo onde diversas funções são realizadas. Estas funções podem ser divididas em etapas para facilitar o entendimento do programa:

1. O sensor de temperatura é lido e o valor da temperatura é armazenado em uma variável para uso posterior;
2. O valor da temperatura é mostrado no *display*;
3. A temperatura é comparada com o limite máximo e, se estiver acima, a saída de temperatura muito alta é acionada;
4. A temperatura é comparada com o limite mínimo e, se estiver abaixo, a saída de temperatura baixa é acionada;
5. Volta ao passo nº1.

Dividir o programa em etapas torna mais fácil o seu entendimento e qualquer mudança que desejemos fazer.

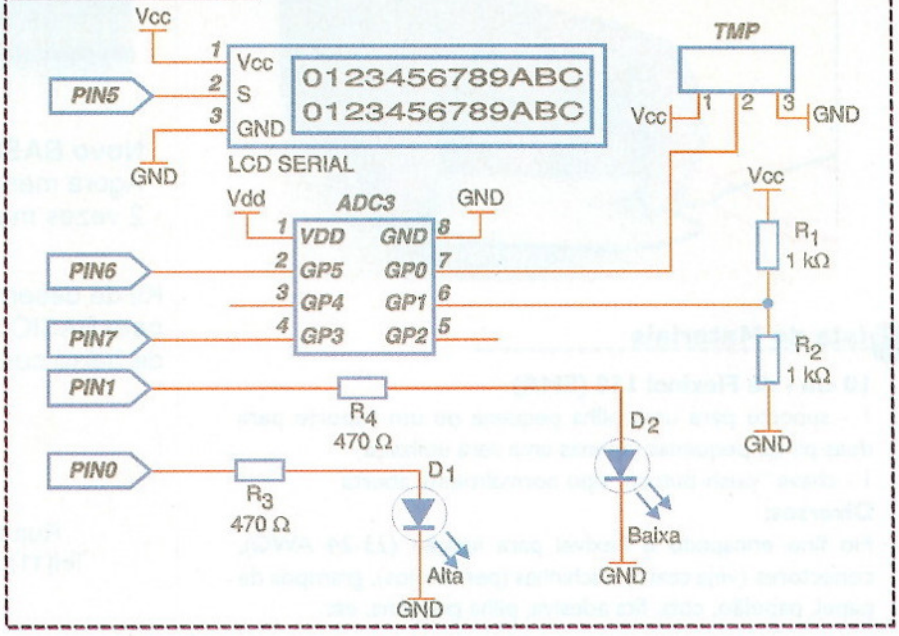
Neste exemplo, as saídas de temperatura alta e baixa acionam apenas um LED indicador, mas nada impede que elas acionem um aquecedor ou um ventilador para as saídas de temperatura baixa e alta, respectivamente.

No *site* da revista (www.mecatronicafacil.com.br) está disponível o código-fonte do programa descrito acima. O programa completo utiliza somente 76 *bytes* dos 256 disponíveis para ele. Dessa forma, ainda existe muito espaço para acrescentar novas funções tais como um alarme sonoro, etc.

Na **figura 1** vemos o esquema elétrico desta montagem. Ela é um pouco mais complexa que as anteriores, mas com atenção pode-se montá-la sem problemas.

Como sempre todo o material necessário para esta montagem pode ser adquirido no site www.tato.ind.br.

1 Esquema elétrico.



Utilizando comandos de BITMAPS



Esse artigo mostra como fazer um sistema de automação de fila semelhante aos utilizados em clínicas médicas e bancos. Ao mesmo tempo apresenta os recursos que podemos utilizar com os comandos de bitmaps do LOGO.

Luiz Henrique C. Bernardes



Nos artigos anteriores desta série, utilizamos os comandos de Windows do Super LOGO que criavam janelas, estáticos e outros controles. Mas, nessas janelas não se podem adicionar figuras e desenhos devido à limitação do próprio Super LOGO. Agora, vamos mostrar como utilizar a janela gráfica do LOGO para adicionar figuras em *bitmap* (arquivos com extensão BMP). Para que tenhamos um objetivo prático, vamos utilizar esses comandos em um projeto de sistema de automação de fila, muito utilizado em clínicas médicas e bancos dos grandes centros urbanos.

O nosso sistema é de inúmeros usuários para um único atendente ou caixa, conforme mostra a **figura 1**.

O funcionamento é bem simples: o usuário quando entra, recebe uma ficha com um número seqüencial e fica aguardando a sua vez na sala de espera. O atendente pressiona um botão que incrementa o número da ficha de chamada e faz com que seja mostrada no monitor a ficha que está sendo chamada.

O circuito do nosso projeto também é simples: basta um botão e um conector DB25 macho. A **figura 2** ilustra o esquema elétrico da montagem.

Para mostrar os números no monitor, vamos utilizar figuras que irão representá-los. Visualmente, escolhemos números de *display* de sete segmentos. Para isso criamos 10 arquivos (digito0.bmp a digito9.bmp), sendo um para cada dígito (**figura 3**). Para criar esses arquivos utilizamos o "Paint" do Windows. Se o leitor desejar, poderá fazer o *download* desses arquivos no *site* da Mecatrônica Fácil (www.mecatronicafacil.com.br) clicando sobre o botão de *downloads*.

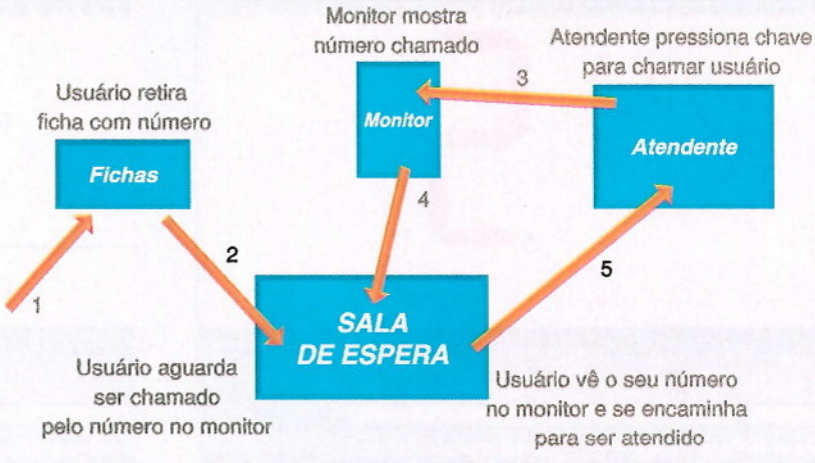
Entre no programa do Super Logo e pressione a tecla de "restaura janela gráfica" na janela de comandos. Com isso, a tartaruga irá ficar no meio da tela gráfica.

Através do comando "carreguebitmap <arquivo>" podemos inserir *bitmaps* na janela gráfica do Super LOGO. Então, coloque os arquivos digito0.bmp a digito9.bpm no diretório "C: \LOGO" e execute o comando na janela de comandos e pressione a tecla de enter:

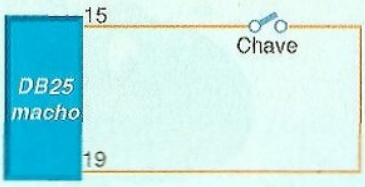
```
carreguebitmap "C\\LOGO\\DIGITO5.BMP
```

Observe que você terá o mesmo resultado exibido na **figura 4**, onde mostra o dígito 5 no centro da tela. Você pode fazer o mesmo procedimento para os outros arquivos para certificar-se que todos os números serão mostrados. Lembre-se de usar duas barras invertidas em vez de uma única barra. Isso se deve à sintaxe do LOGO.

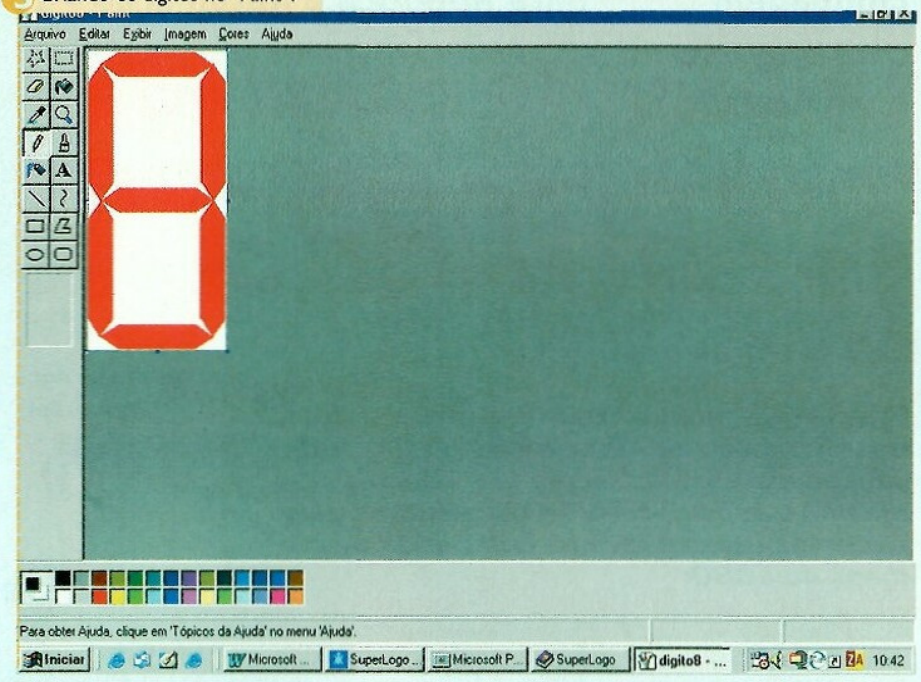
1 Esquema de um sistema onde um operador atende inúmeras pessoas.



2 Esquema elétrico da montagem.



3 Criando os dígitos no "Paint".



Você deve ter notado que os arquivos são colocados na tela em função da posição da tartaruga, sempre no canto inferior esquerdo da figura (**figura 5**). A posição do centro da tela equivale a 0,0, para o lado direito e para cima os valores de posicionamento são positivos , já para a esquerda e para baixo os valores são negativos .

Ótimo, já conseguimos mostrar um dígito na tela e fazê-lo variar de 0 a 9. Por enquanto é muito trabalhoso, por isso vamos criar uma matriz para colocar todos os nomes dos nossos arquivos. Com isso podemos associar um número ao nome do arquivo, tornando mais fácil seu manuseio em um programa.

Essa matriz terá dez elementos, indexados de 0 a 9, e o conteúdo de cada elemento será o nome do arquivo. Podemos tratar essa matriz como uma variável com 10 elementos. Na área de *downloads* do *site* da revista, você encontrará disponível, o código-fonte deste programa (codigofonte1.txt), que irá criar uma matriz chamada "digito" .

Agora, na janela de comandos execute o prodedimento "display" para carregar a matriz e depois o procedimento "mostre_digito 5" . Note que o dígito 5 irá aparecer. Faço o mesmo comando para os números de 0 a 9. A novidade interessante é criar um procedimento com entrada de dados.

Na linha "aprenda mostra_digito :numero", o ":numero" é uma variável que funciona como um parâmetro para o nosso procedimento. Em outras palavras, podemos criar procedimentos que funcionam diferentemente de acordo com os parâmetros (pode ser mais que um) de entrada.

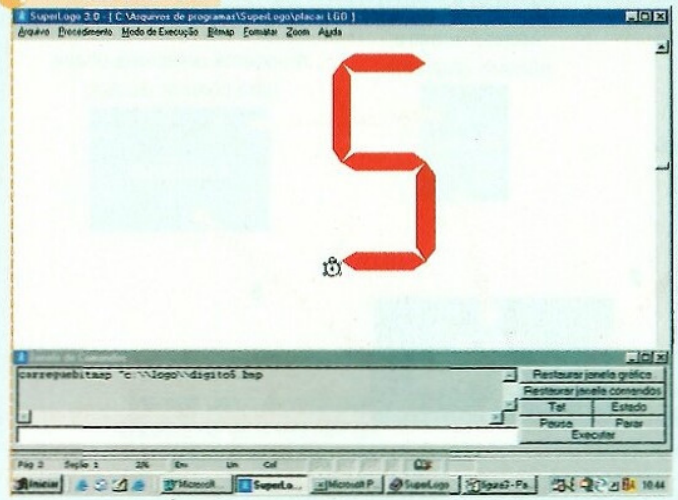
Excelente! Já andamos mais alguns passos, então vamos carregar o segundo código-fonte (codigofonte2.txt, também disponível no *site* da revista) no diretório C:\LOGO, além dos arquivos BMP dos dígitos e também um arquivo BMP do Logotipo da SABER (saber.bmp) . Em seguida, conecte o circuito (**figura 2**) e execute o procedimento "display", e irá aparecer a tela conforme apresenta a **figura 6**.

Pressione a chave e veja que o número é incrementado e fica piscando.

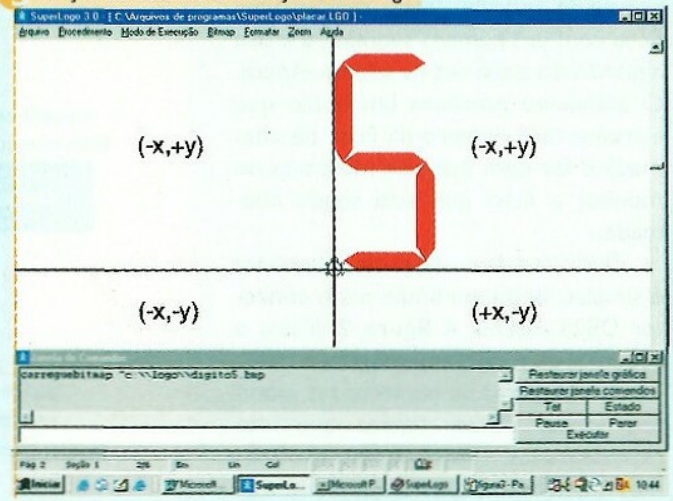
Vamos analisar o programa junto com o fluxograma (**figura 7**) e entender os procedimentos.

Neste programa, utilizamos uma variável **"contador"** que irá representar o número que iremos mostrar no *display*. Esse contador é inicializado com 0 e depois incrementado de 1 quando

4 Inserindo o número.



5 Posição do desenho em relação à tartaruga.



acionada a chave. Note que temos um limitador de 100, ou seja, iremos contar de 0 a 99.

Outra observação importante é que desmembramos o contador em unidade e dezena para mostrar no *display* (veja os procedimentos **"mostra_unidade"** e **"mostra_dezena"**). Para desmembrar, utilizamos o resultado inteiro da divisão do contador por 10 como dezena e o resto da divisão por 10 como unidade.

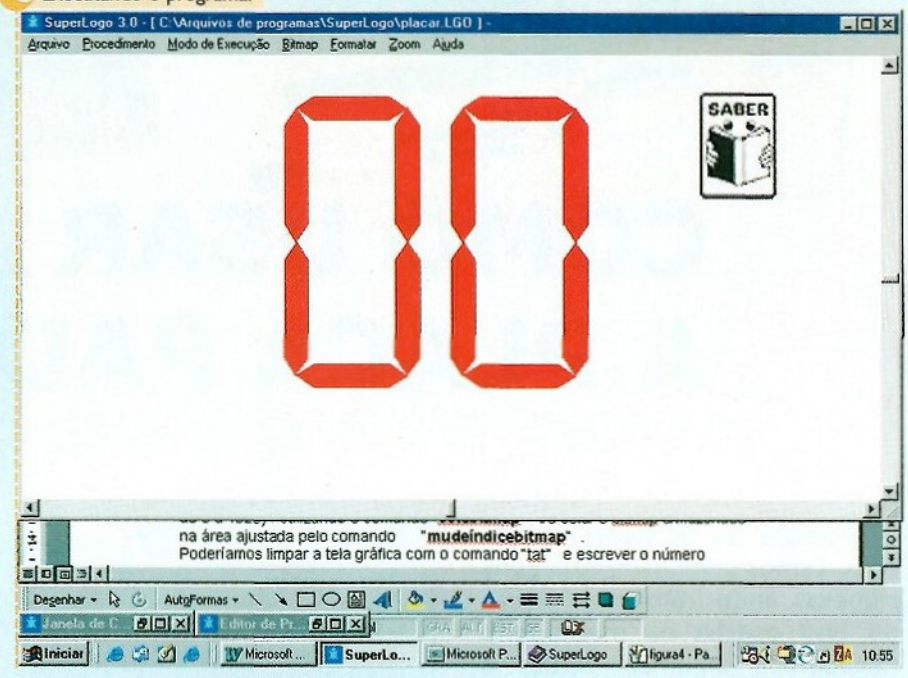
O procedimento **"mostra_numero"** irá posicionar corretamente a tartaruga com o comando **"mudeposicão"** e chamar os procedimentos **"mostra_unidade"** e **"mostra_dezena"**.

Para não mostrar a tartaruga utilizamos o comando **"dt"** (desapareçatat → desapareça tartaruga) e para minimizar a janela de comandos usamos o comando **"mudeestadojanela [Janela de Comandos] 6**, onde **"6"**, significa minimizar janela. Note que no final do programa utilizaremos o mesmo comando, só que com o valor **"1"**, que significa restaurar a janela.

Para fazer o número piscar, utilizamos o procedimento **"pisca"**. Ele tem um recurso interessante de recortar e colar *bitmap*. O comando **"recortebitmap"** irá recortar uma certa área (especificada no comando) para uma área de memória LOGO especificada pelo comando **"mudeíndicebitmap"** (podemos ter 1024 áreas de 0 a 1023). O comando "colebitmap" irá colar o *bitmap* armazenado na área ajustada pelo comando "mudeíndicebitmap".

Poderíamos limpar a tela gráfica com o comando **"tat"** e escrever o número novamente, mas isso demoraria um certo tempo. Utilizando os comando de recortar e colar *bitmap*, podemos fazer animações mais rápidas mudando rapidamente os bitmaps. Outro recurso interessante que empregamos, para fazer o programa entrar em loop, foi utilizar o comando **"enquanto [:flag_fim = 1] [ve_chave]"**. Isso significa que será executado o procedimento **"ve_chave"** enquanto a variável **"flag_fim"** estiver com o valor 1. Essa variável será alterada somente se for pressionada alguma tecla com a janela gráfica ativada (em foco) devido ao comando **"ativetecla"**.

6 Executando o programa.



Como desafio ao leitor, sugerimos que mude o programa para contar de 0 a 999 (portanto utilizando três dígitos) e toda vez que o contador for alterado que seja tocado um som para sinalizar ao usuário (você se recorda do comando toquewave?). Bons projetos e até a próxima edição!

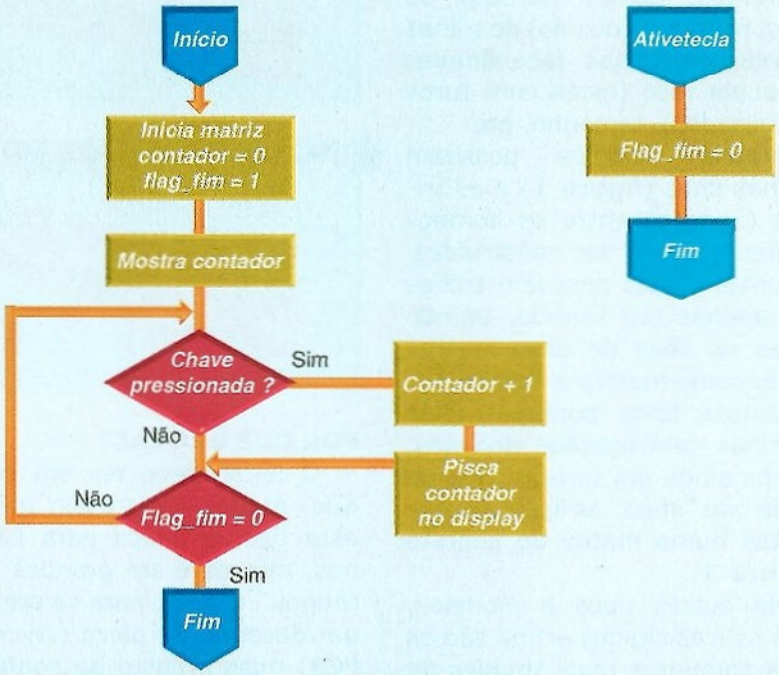
Mais informações:

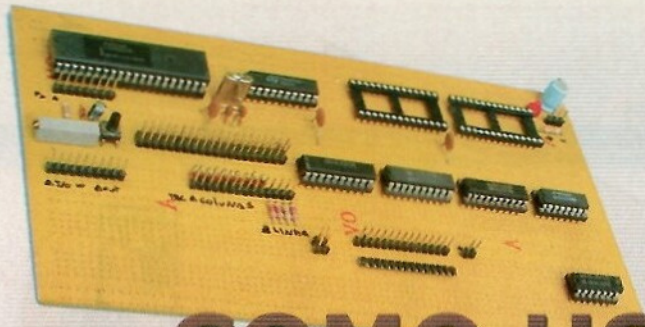
- **Download do software "Super LOGO"**
www.nied.unicamp.br

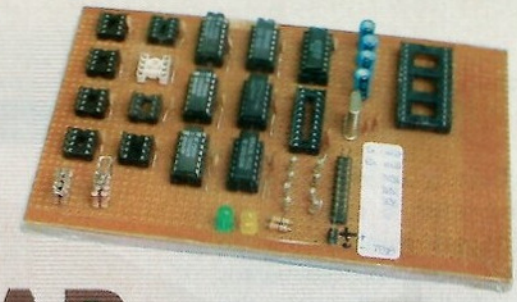
- **Downloads dos arquivos utilizados neste artigo**
www.mecatronicafacil.com.br/downloads

- **Fórum de discussão**
www.editorasaber.com.br/forum_edsaber

7 Fluxograma.







COMO USAR A PLACA PADRÃO

Márcio José Soares



Desde as primeiras edições, temos demonstrado alguns projetos onde utilizamos placas do tipo padrão na montagem. Recebemos algumas cartas e e-mails, com dúvidas sobre o uso deste tipo de placa. Neste artigo esclareceremos estas dúvidas, mostrando os "macetes" necessários e também auxiliando na escolha da placa certa para cada projeto.

Existem atualmente no mercado muitos tipos de placa padrão, ou placa de protótipo como alguns preferem chamá-la. Estas placas possuem características diferentes, como: número de ilhas, presença (ou não) de trilhas ligando estas ilhas, face simples ou dupla face (estas com furos metalizados), tamanho, etc.

Alguns modelos possuem apenas ilhas (**figura 1**) e as trilhas (ligações entre os componentes) devem ser construídas. Algumas placas possuem trilhas em apenas um sentido, unindo todas as ilhas de uma mesma linha, como mostra a **figura 2**.

Outros tipos possuem ilhas e trilhas com ligações diversas. Temos ainda um terceiro tipo de placa que "imita" as ligações presentes numa matriz de contato (**figura 3**).

Há outros tipos e modelos, mas os três citados acima são os mais comuns e mais simples de se encontrar no mercado especializado.

1 Placa padrão apenas com ilhas.



2 Placa padrão com trilha unindo linhas.



3 Placa padrão tipo "matriz de contato".



POR QUE USÁ-LAS?

O leitor deve ter em mente que muitas empresas utilizam este tipo de placa para pequenos, médios e até grandes "protótipos". O custo para se preparar um desenho da placa (*layout* ou PCB) mais o custo da confecção de uma única placa para testes pode, muitas vezes, encarecer o projeto. E vivemos em um momento (que às vezes parece eterno!) de contenção de despesas. Conhecer e saber utilizar este tipo de placa pode muitas vezes, fazer a diferença entre candidatos a uma vaga de emprego.

Empregar este tipo de placa é uma questão de análise. Verifique o tipo de projeto, a velocidade necessária para se preparar um protótipo, o ambiente onde o protótipo será testado, custos, etc. O leitor verificará que em se tratando de protótipos, as placas tipo padrão são uma escolha razoável e às vezes lógica.

VANTAGENS E DESVANTAGENS

As vantagens oferecidas por placas tipo padrão são:

➲ **Velocidade de montagem**. Estando uma vez familiarizado com as técnicas necessárias, um projeto pode ser montado e testado em poucas horas. Em placas de circuito impresso, temos que somar o tempo para desenvolvimento do "layout" (PCB), que depende da complexidade da mesma, mais o tempo de confecção da placa que dependerá ainda do tipo de técnica utilizada (quando confeccionada internamente) ou mesmo de uma empresa terceirizada contratada para realizar o serviço (mais custos!).

➲ **Não existe limite de complexidade** para montagens em

placa tipo padrão. Pequenos, médios e complexos circuitos digitais e analógicos podem ser "transferidos" para placas tipo padrão.

Como nem tudo "são flores", existem também desvantagens na aplicação deste tipo de placa. São elas:

➲ **EMI** ("Eletromagnetic Interference" - Interferência Eletromagnética). Projetos digitais com uso de microcontroladores podem sofrer interferências em ambientes muito ruidosos geralmente compostos por muitas máquinas elétricas, solenóides, etc. (ambiente industrial).

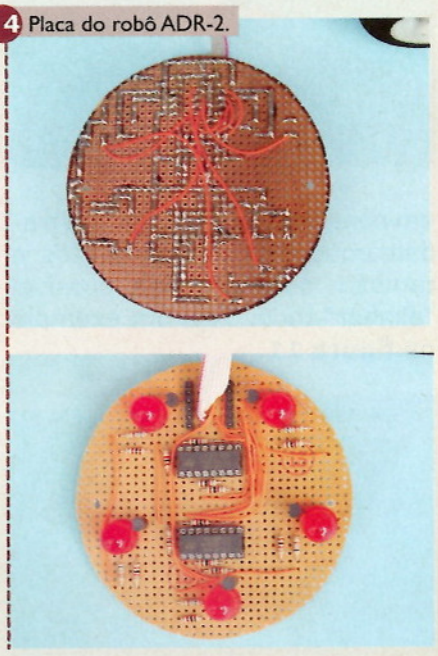
Problemas com EMI afetam, na realidade, qualquer tipo de montagem (padrão, circuito impresso, ponte de terminais, etc.). Portanto, é necessário conhecer bem o ambiente de testes. Assim, podemos contornar problemas futuros com nossos protótipos empregando técnicas de controle da EMI.

➲ **Tamanho**. Uma placa de circuito impresso, pode ser até 70% menor que uma placa padrão, porém devemos lembrar que estamos falando de protótipos e não de circuitos finais. Geralmente, nos protótipos industriais, trabalhamos com componentes em encapsulamento tipo DIP. As placas de produção utilizarão componentes SMD (montagem de superfície).

➲ **Manutenção**. Dependendo da quantidade dos componentes presente na placa, o tipo de montagem escolhida e outras, a manutenção (troca de componentes) pode se tornar difícil.

As placas padrão podem e devem ser utilizadas em protótipos e projetos que não serão reproduzidos mais que uma vez. Não devemos usar este tipo de placa para "produção" (industrialização). Na **figura 4**, vemos o exemplo da placa montada para o robô ADR-2 (publicado da edição nº 8). A escolha por este tipo de placa foi feita levando em consideração a simplicidade do circuito, o "design" exigido pela mesma, além da necessidade da montagem de apenas um único protótipo.

4 Placa do robô ADR-2.



TÉCNICAS

Muitas são as técnicas empregadas para se construir um circuito em uma placa padrão. Exemplificaremos apenas as mais conhecidas. Porém, é necessário que o leitor tenha em mente que para se montar um projeto com este tipo de placa é necessário ter todos os componentes da montagem em mãos. Somente assim, é possível calcular o "espaço" necessário e também qual a melhor disposição para os componentes. Esta análise é feita considerando o gabinete do protótipo (se ele existir), os tipos de componentes escolhidos (existem componentes com disposições diferentes para seus pinos), etc.

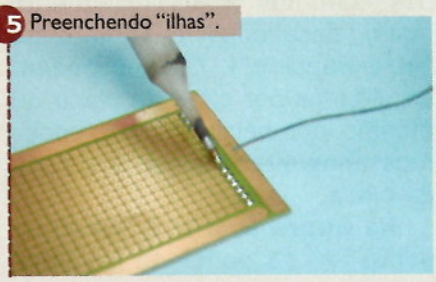
Um outro ponto fundamental é conhecer bem os componentes. Componentes como capacitores eletrolíticos, diodos, transistores, CIs e outros possuem polarização. Aqui, como na montagem de placas de circuito impresso confeccionadas, os cuidados são os mesmos. E caso o leitor não saiba como identificar os pinos de um determinado componente deve recorrer aos "Data Book's".

Todos os fabricantes de componentes, atualmente, distribuem gratuitamente através da Internet os "Data Book's" (manuais descritivos) de seus componentes através de seus respectivos "sites". Grandes lojas com páginas na Internet também o fazem. Um exemplo é a Farnell Componentes. Através do endereço **http://uk1.farnell.com/Welcome/welcome-frame-unregistered.jhtml** é possível obter informações de muitos componentes comercializados por este distribuidor. É necessário realizar o cadastro (gratuito). Todos os manuais estão em língua inglesa.

MONTAGEM DE TRILHA COM SOLDA

Esta técnica pode ser utilizada em placas com apenas "ilhas" e também em placas com trilhas em um único sentido. Primeiramente, colocamos solda nas ilhas por onde a trilha "passará" de maneira a preenchê-las (**figura 5**). Depois, realizamos a ligação das ilhas preenchendo o espaço entre estas com solda (**figura 6**). É necessário que a primeira ligação resfrie-se por completo para realizar a próxima. A **figura 7** ilustra uma trilha já pronta. Um ponto importante nesta técnica é que as trilhas devem ser feitas sempre se orientando por

5 Preenchendo "ilhas".



6 Ligando as "ilhas".



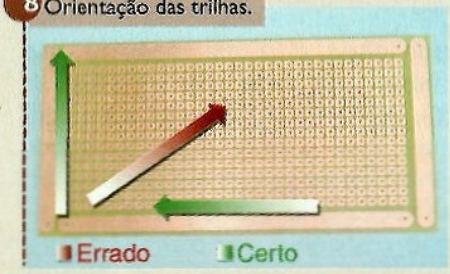
7 Trilha pronta.



eixos imaginários "X" e "Y". Não devemos traçar trilhas na diagonal. A **figura 8** exemplifica isto.

Também é necessário ter em mente que não devemos exagerar na quantidade de solda aplicada, assim como também no tempo de contato entre o ferro de solda e a placa. Como nas placas de circuito impresso, as ilhas podem se soltar.

8 Orientação das trilhas.



MONTAGEM COM USO DE FIO

Esta técnica é utilizada com qualquer tipo de placa. Ela consiste em ligar os pontos desejados com fios preferencialmente finos, encapados e rijos (tipo "wire-wapping"). Os fios podem ser ligados por cima da placa ou mesmo por baixo. Assim, podemos aproveitar melhor o espaço da placa.

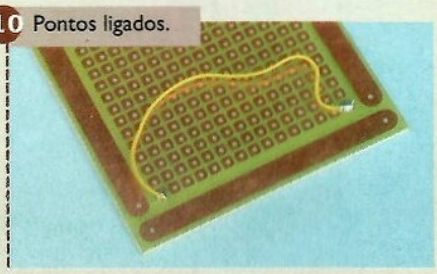
Na **figura 9**, o fio é ligado ao ponto "A" (a ponta do fio deve estar previamente desencapada). O comprimento do fio é então preparado para além de proporcionar a ligação ao ponto "B" (**figura 10**), poder também ter uma pequena "folga" para que o trabalho com outros pontos seja facilitado, caso precisemos levar para um lado, ou para outro a ligação feita. Isto deve ser levado

9 Ligando um ponto.

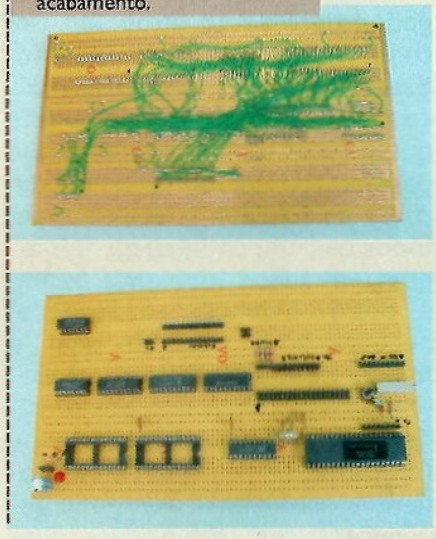


em consideração sempre que trabalhamos com muitos pontos e também para que seja possível "alinhar" tudo. Veja um exemplo na **figura 11**.

10 Pontos ligados.



11 Fios "arrumados" para melhor acabamento.



CORTE DE TRILHA

Muitas vezes, quando lidamos com placas com trilhas, precisamos "desconectar" parte da trilha para evitar o contato de pontos. Depois de planejado o *layout*, ou seja, a disposição dos componentes, devemos verificar quais pontos não devem ser conectados e se existe alguma trilha realizando esta conexão indesejável. De posse de um estilete, realizamos o corte da trilha conforme exibem as **figuras 12 e 13**. Esta operação exige cuidado, pois não devemos cortar nada além do previsto, inclusive outras trilhas e nosso dedo!

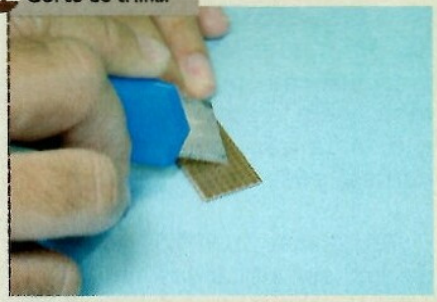
MISTURANDO TUDO

O leitor pode e verá que, às vezes se faz necessário o uso de mais de uma técnica para montagem de uma placa. Geralmente, placas medianas exigem isso. As ligações mais longas são feitas com fio e as mais curtas com trilhas feitas com solda.

ACABAMENTO E PROTEÇÃO

Em alguns casos acontece da placa montada ser utilizada fora de gabinetes e outros. Isso é muito comum em pequenos gravadores de microcontroladores, placas de teste onde precisamos colher sinais em pontos diversos, e muitas outras. Nestas situações, estando todos os testes de ligações aprovados, o leitor poderá providenciar uma proteção para as ligações, principalmente as feitas por baixo da placa. Esta proteção pode ser feita com espuma de poliestireno (bandejas de carne!), Isopor, plástico, etc. A **figura 14** demonstra uma placa montada e protegida.

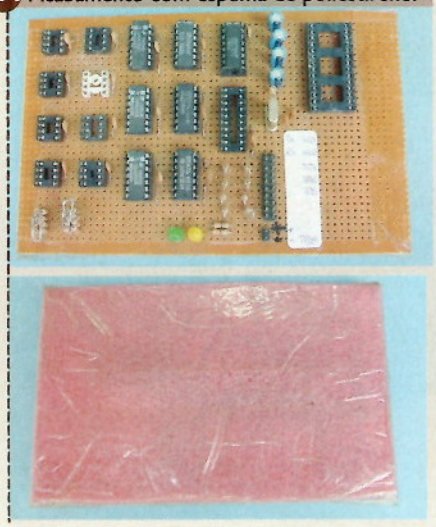
12 Corte de trilha.



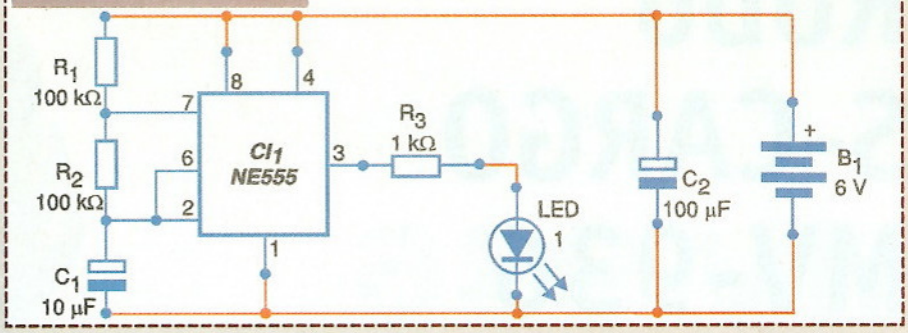
13 Trilha interrompida.



14 Acabamento com espuma de poliestireno.



15 Esquema elétrico.



PACIÊNCIA E PERSEVERANÇA

Toda "novidade" requer paciência no seu aprendizado. Muitas vezes, as primeiras tentativas não são bem sucedidas. É necessário perseverança. O leitor notará que a cada tentativa, seu trabalho ficará cada vez melhor, as técnicas lhe parecerão automatizadas e as dificuldades iniciais serão eliminadas.

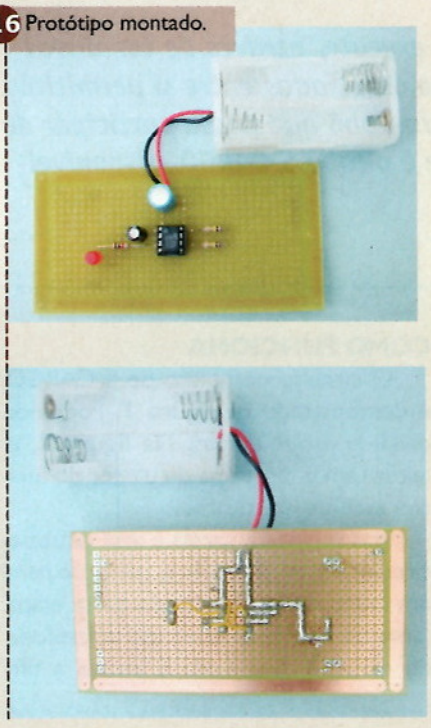
E para praticar, o leitor poderá utilizar o esquema fornecido na **figura 15**. Trata-se de um pequeno pisca-pisca com o integrado NE555 que poderá, depois de montado, ser utilizado como "alegoria" em um robô qualquer.

No site da revista, estão disponibilizados a pinagem e aspectos dos componentes para facilitar a montagem.

A **figura 16** apresenta nosso protótipo com vista superior (lado dos componentes) e vista inferior (lado da solda). O leitor poderá usar esta figura como exemplo para uma melhor orientação. Note que utilizamos um suporte de circuito integrado para o NE555. Assim, evitamos queimá-lo com o excesso de calor. Um outro ponto a ser cuidado é o distanciamento dado aos componentes. A placa poderia ficar mais compacta, mas acreditamos que isso prejudicaria o entendimento das ligações.

Após a montagem verifique todas as ligações realizadas, orientando-se pelo esquema elétrico. Isso pode ser feito com um teste de continuidade como o apresentado na **figura 17**. Com todas as ligações checadas e confirmadas, é hora do teste final. Insira as pilhas no soquete e verifique o funcionamento do circuito. O LED deverá piscar, em uma freqüência de aproximadamente 1,5 Hz (período de 0,67 s).

16 Protótipo montado.



CONCLUSÃO

O mercado de trabalho hoje é muito competitivo. Muitas vezes, a diferença entre dois candidatos a uma vaga de emprego pode ser medida pelo conhecimento de cada um. É importante que mesmo sem gostar de trabalhar com placa "X" ou "Y", o leitor saiba e domine as técnicas aqui apresentadas. Isso pode ajudar na sua "empregabilidade futura". Pratique sempre que puder e boas montagens!

Lista de Materiais

Semicondutores

CI_1 - NE555 ou equivalente
LED_1 LED comum redondo vermelho

Resistores

(todos 1/8 W)R_1, R_2 - 100 kΩ (marrom, preto, amarelo)R_3 - 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)

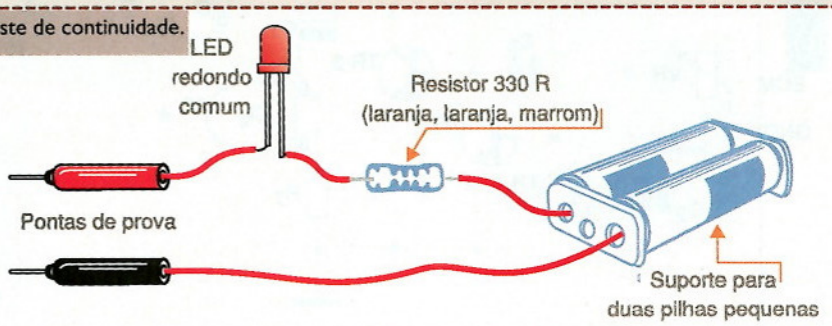
Capacitores

C_1 - 10 µF x 16V (eletrolítico)C_2 - 100 µF x 16V (eletrolítico)

Diversos

Placa padrão 10 cm x 10 cm (mínimo) para montagem- Fio fino e encapado tipo *wire-wrapping*- Ferro de solda e solda- etc.

17 Teste de continuidade.



Robô S-CARGO MV-936



Já pensou em montar um robô que execute, através de comandos sonoros, três tarefas diferentes, que associadas entre si permitirão o controle total de direção deste? Um robô que possa participar de provas de obstáculos e outras? Este é o robô S-CARGO, disponível através da Saber Publicidade.

Márcio José Soares

O S-CARGO é uma excelente maneira para conhecer o mundo da micro-robótica. Ele pode ser montado por estudantes, *hobistas* e professores. Os usos e objetivos podem ir desde o simples prazer de uma montagem até mesmo a aplicação de conceitos mecânicos e eletrônicos em sala de aula, auxiliando na aprendizagem de técnicas importantes necessárias em Mecânica e também em Eletrônica.

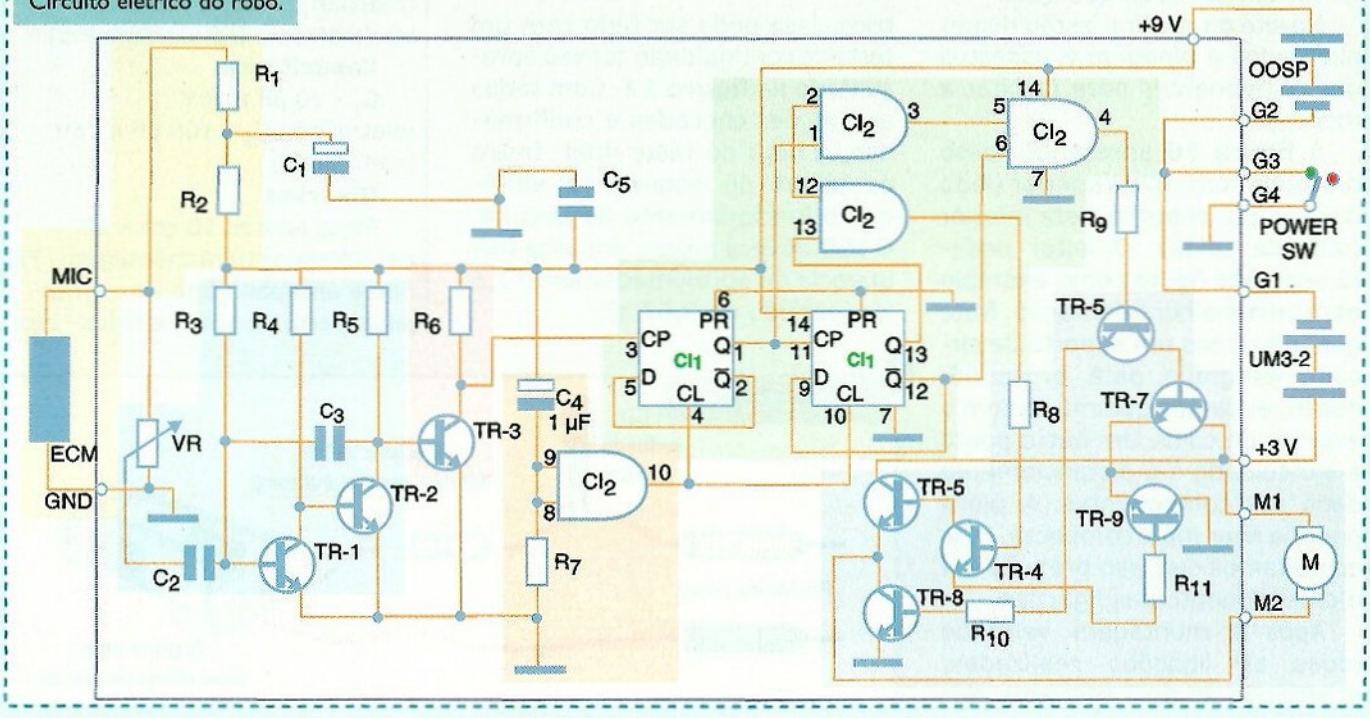
COMO FUNCIONA

O circuito completo do S-CARGO é demonstrado na **figura 1**. Podemos dividi-lo em 4 etapas. Na **figura 2**, o leitor tem o diagrama de blocos do funcionamento do mesmo.

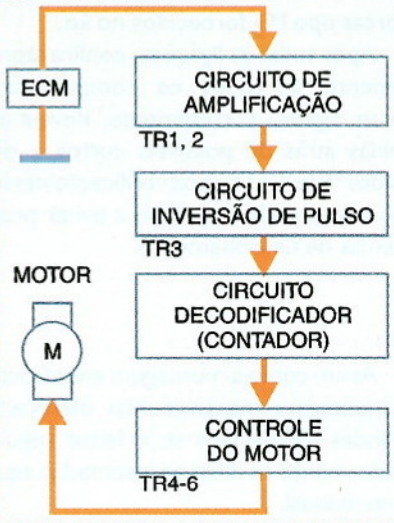
Nas regiões amarela e azul temos o circuito de amplificação e aplicação para um único pulso. A entrada desta etapa (amarelo) é feita com um microfone de eletreto. Sua saída é levada a um circuito amplificador (azul). Ao mesmo tempo em que o circuito amplifica o sinal, ele cria um único pulso quadrado para a próxima etapa.

Assim, na próxima etapa (regiões rosa e verde) temos o circuito responsável pela inversão do pulso formado apenas pelo transistor TR-3 (rosa). A saída desse circuito é entregue a um contador binário de 2 bits, implementado com 2 *flip-flops* tipo "D" (verde).

1 Circuito elétrico do robô.



2 Diagrama de blocos.



Esse contador, a cada pulso de entrada é incrementado de 0 a 3, voltando a zero no final de sua contagem conforme demonstrado na **tabela 1**.

Tabela 1 – Incremento dos pulsos.

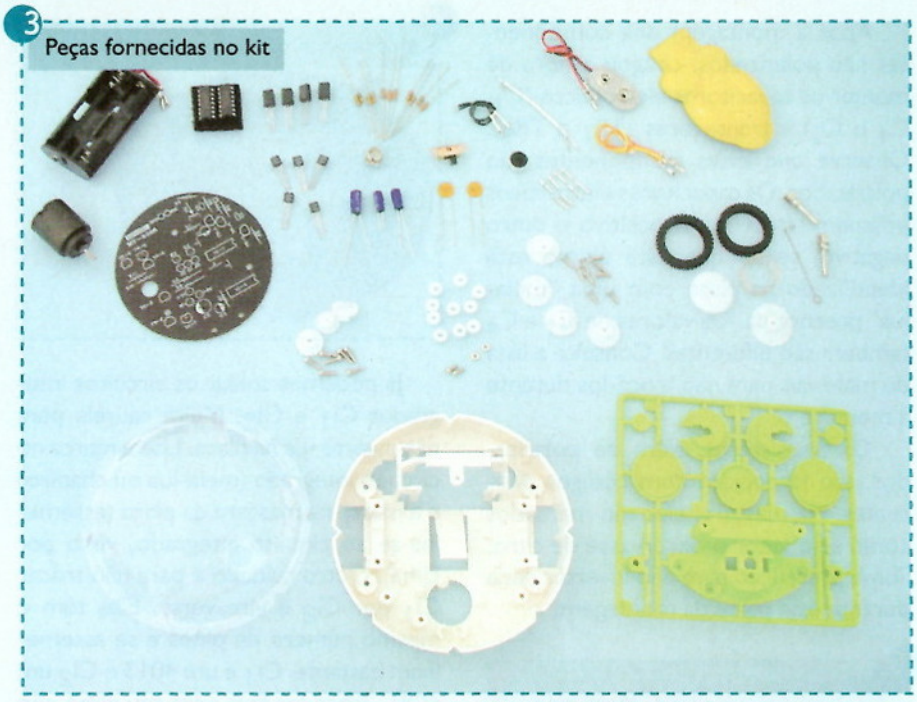
PULSO DE ENTRADA	A	B	C	D
⎍	H	H	L	H
⎍	L	H	L	L
⎍	H	L	H	L
⎍	L	L	L	L
⎍	H	H	L	H

Após a etapa decodificadora (contador), temos então a aplicação dos níveis lógicos C e D da **tabela 1** no circuito de controle do motor (*drive*). Na região lilás o leitor tem o esquema do mesmo, e demonstraremos o sentido da corrente elétrica no motor em situações diferentes.

Se a saída C do circuito contador for igual a "1" lógico (+Vcc), e D igual a "0" lógico (terra), os transistores TR-6, TR-4 e TR-9 entrarão em condução girando o motor em um sentido. Já se os valores se inverterem em C e D, os transistores TR-7, TR-5 e TR-8 entrarão em condução, girando agora o motor em sentido contrário. Quando ambas as entradas forem iguais ao nível lógico "1", nenhum transistor conduzirá, mantendo o motor parado.

Uma última etapa (região laranja), mas muito importante, é a etapa para "resetar" o contador sempre que o robô for ligado. Assim teremos certeza que nosso contador começará pelo zero.

3 Peças fornecidas no kit



MONTAGEM

Para montagem, o leitor irá precisar de algumas ferramentas:

- Alicate de bico
- Alicate de corte
- Chave tipo Phillips nº2 e nº3
- Martelo pequeno ou alicate universal
- Estilete
- Limas finas
- Ferro de solda 30 ou 40W
- Solda.

Montagem eletrônica

A montagem eletrônica não oferece muitas dificuldades. O leitor deverá tomar apenas certos cuidados com relação aos componentes polarizados tais como capacitores eletrolíticos, transistores, circuitos integrados, etc. Porém a placa fornecida junto ao *kit* (**figura 4**) ajudará nesta tarefa, pois todos os componentes estão identificados na "mascara" do lado dos componentes assim como sua correta posição.

Comece soldando os componentes não polarizados (**figura 5**): resistores (R_1 a R_{11}), capacitores cerâmicos (C_2 e C_3) e o *trimpot* (VR). Veja seus respectivos valores na lista de materiais. Tenha muita cautela ao soldar os resistores.

Use a lista de componentes como referência para não trocar um resistor por outro, o que poderia fazer com que seu robô não funcionasse corretamente.

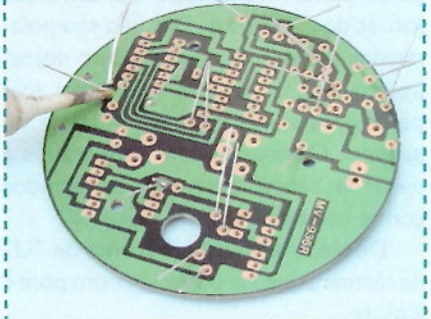
Mais informações:

Caso o leitor não tenha experiência com o "ferro de solda", o mesmo poderá consultar o *site* www.mecatronicafacil.com.br, onde encontrará uma excelente matéria, ricamente ilustrada, com dicas e informações importantes sobre o assunto.

4 Placa do *kit* e sua máscara.



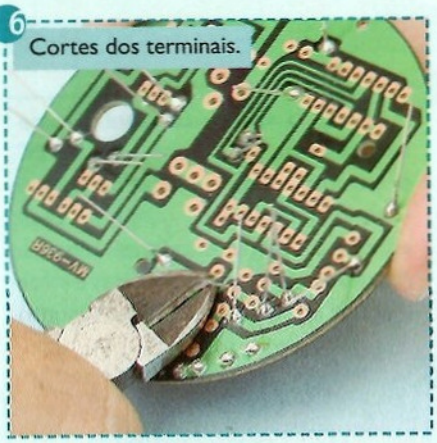
5 Soldando os resistores.



Após a montagem dos componentes não polarizados, chegou a hora de montar os capacitores eletrolíticos (C_1, C_4 e C_5) e transistores (TR_1 a TR_9). Observe que esses componentes são polarizados. Os capacitores eletrolíticos possuem um terminal positivo e outro negativo, sendo que este último está identificado na placa com uma "meia-lua" preenchida. Os valores de C_1 e C_4 também são diferentes. Consulte a lista de materiais para não trocá-los durante a montagem.

Os transistores, além de polarizados, são fornecidos com códigos diferentes. Na máscara, eles são marcados como se o leitor o observasse de cima. Tome precaução para não inverter nada durante esta parte da montagem.

6 Cortes dos terminais.

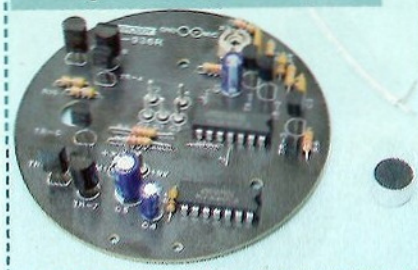


Corte as sobras dos terminais na parte inferior da placa (**figura 6**). *Nesta tarefa o leitor deverá ter muito cuidado. Procure virar a placa para o lado contrário de seu rosto. O corte, dependendo do alicate utilizado, pode fazer o terminal ser disparado em grande velocidade, e se a placa estiver voltada para o rosto, um acidente grave poderá ocorrer. Se o leitor não se sentir seguro nessa tarefa, peça a ajuda de uma pessoa mais experiente.*

Na placa existem marcações como M1, M2, G1, G2, G3, G4, +3V e +9V. Estes pontos receberão os terminais fornecidos com o *kit*. Eles não são polarizados e todos são iguais. Além destes pontos, o leitor encontrará outros três pontos marcados com "J". Trata-se de *jumpers*. O leitor poderá prepará-los a partir das sobras dos terminais cortados com o uso de um alicate de bico.

Dobre o terminal em forma de "U" de maneira que ele possa ligar um ponto a outro.

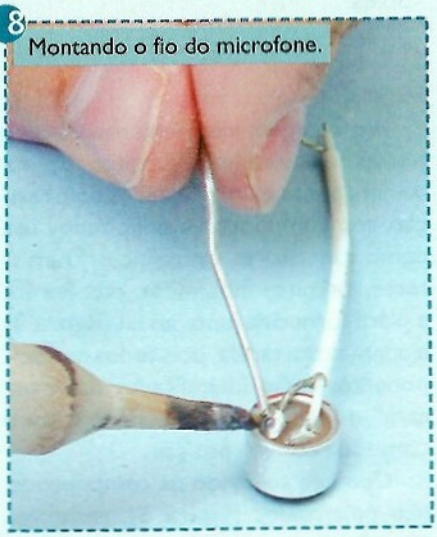
7 Montagem dos circuitos integrados.



Já podemos soldar os circuitos integrados CI_1 e CI_2. Muita cautela para não invertê-los na placa. Use a marca no circuito integrado (meia-lua ou chanfro) e a marca na máscara da placa (assemelha-se ao circuito integrado, visto por cima). Outro cuidado é para não trocar CI_1 por CI_2 e vice-versa. Eles têm o mesmo número de pinos e se assemelham bastante. CI_1 é um 4013 e CI_2 um 4081. Trocá-los fará com seu robô não funcione. Tenha atenção neste ponto (**figura 7**).

Monte o microfone conforme a **figura 8**. A malha do fio vai ligada ao terminal do microfone que se conecta à carcaça do mesmo. Monte também os fios pretos à chave de liga/desliga do robô (**figura 9**). Solde o fio do microfone a placa. A parte interna branca deverá ser ligada no furo com a legenda MIC e a malha na legenda GND. Parafuse a chave utilizando os parafusos com porcas tipo M_3 fornecidos no *kit*.

8 Montando o fio do microfone.



9 Montando os fios na chave liga/desliga.



Após todas as ligações, confira atentamente se todos os componentes foram ligados corretamente. Reveja as soldas atrás de possíveis curtos e ou soldas "frias". Uma boa verificação nesse momento poderá ajudá-lo a evitar problemas de funcionamento.

Montagem mecânica

Assim como a montagem eletrônica, a montagem mecânica não oferecerá grandes dificuldades se o leitor seguir atentamente as dicas apresentadas aqui e no manual.

10 Destacando as peças.



Comece por destacar usando o alicate de corte nas peças plásticas, conforme demonstrado na **figura 10**. Com o auxílio de uma lima fina, retire as rebarbas que ficaram após o corte (**figura 11**).

11 Removendo as rebarbas.



Iniciaremos montando o conjunto do motor. O leitor deverá unir a peça C ao motor, mantendo a mola fornecida no *kit* entre eles (**figura 12**).

Agora, deverá inserir três pinhões na peça C. Também será utilizada uma

12 Unindo o motor a peça C.



engrenagem pequena. Ela é única e pode ser facilmente identificada no conjunto de engrenagens. Essa peça será ligada ao eixo do motor e deverá entrar sob pressão. Para isso, o leitor deverá virar todo o conjunto de ponta cabeça, tomando cuidado para que as peças não caiam. Apóie a engrenagem em uma superfície lisa e com o auxílio de um martelo ou um alicate universal, bata no eixo do motor para que a peça possa encaixar-se. Durante esta operação, o eixo deverá estar o mais reto possível em relação ao furo da engrenagem, evitando que o encaixe fique torto, o que poderia impedir o giro livre das engrenagens. A **figura 13** exibe o conjunto pronto.

Então, podemos inserir o motor em sua base conforme demonstrado na **figura 14**.

Após a montagem do motor, podemos partir para a montagem do conjunto

13 Conjunto do motor pronto.



14 Inserindo o motor a base.



eixo-roda. O eixo deve ser passado pela peça B e preso a uma coroa com dentes em 90°. Esses conjuntos são de fácil identificação, pois foram fornecidos apenas dois pares. Aqui, também, o leitor utilizará um martelo ou alicate universal para prender a engrenagem ao eixo. Apóie a engrenagem em uma superfície lisa, centralize o melhor possível o conjunto e bata levemente para a peça encaixar-se.

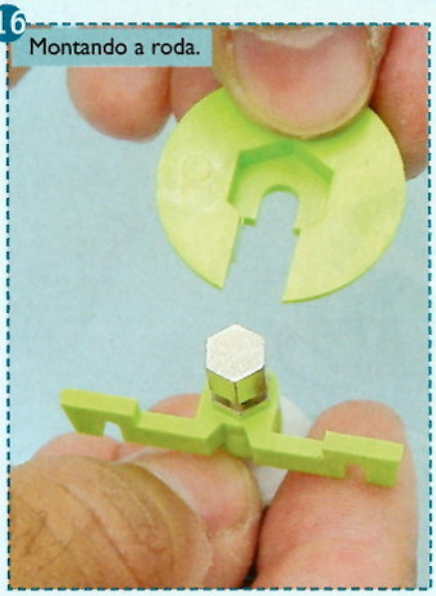
Lembre-se que deve haver uma pequena folga para que tudo gire livremente e sem atritos. Na **figura 15** o leitor tem a peça já montada.

A montagem final da roda pode ser vista na seqüência das **figuras 16 a 18**.

15 Conjunto do eixo pronto.



16 Montando a roda.



17 Finalizando a roda.



18 Colocando a parte de borracha.



Agora vamos preparar a base. Comece inserindo os pinhões e, em seguida, monte nas engrenagens grandes e no final as engrenagens médias. Após a montagem o conjunto deverá ficar como mostra a **figura 19**.

19 Base preparada.



Parafuse a base do motor à base do robô tomando precaução para que nenhuma peça se desloque nesse momento.

Monte os eixos com as rodas à base (**figura 20**). Ligue o fio amarelo e o fio laranja ao motor. Os conectores possuem lado correto para a ligação (**figura 21**).

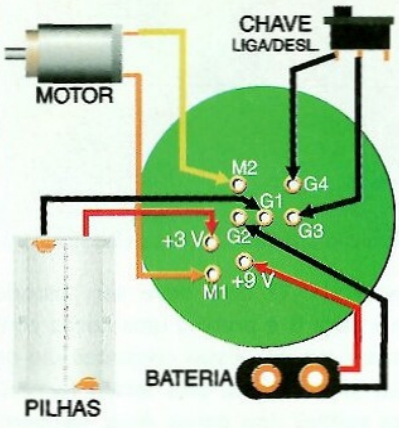
20 Montando o conjunto eixo/roda a base do robô.



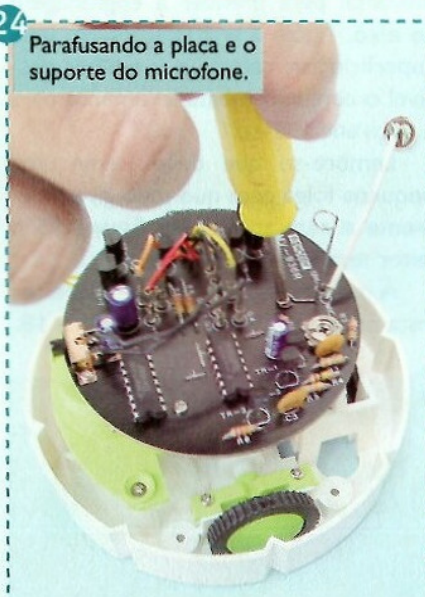
21 Ligando os fios ao motor.



23 Esquema de ligação para fiação.



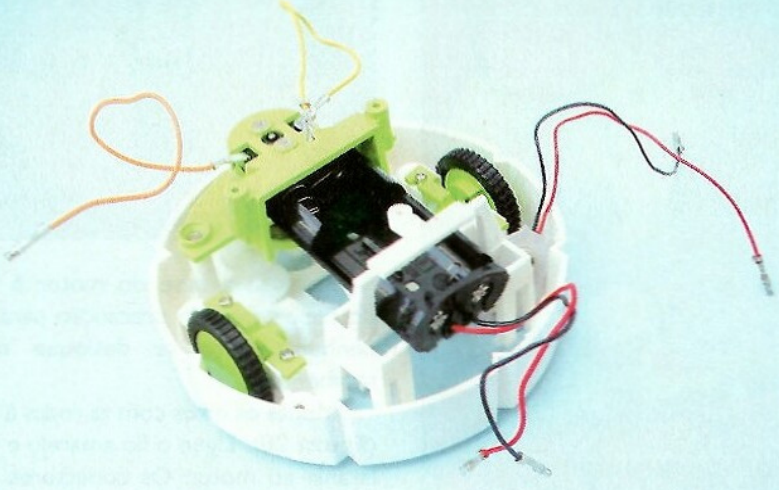
24 Parafusando a placa e o suporte do microfone.



MONTAGEM FINAL

No momento em que temos a base e placa montadas, podemos unir as partes. Coloque o suporte de pilhas e o clipe para bateria de 9 V na base do robô (**figura 22**). Passe os fios pelo furo na placa e ligue-os na mesma, tomando cuidado para não inverter nada. A **figura 23** poderá orientá-lo melhor com relação as ligações.

22 Inserindo o suporte de pilhas e clipe de bateria.



Parafuse a placa e o suporte do *microfone* à base do robô (**figura 24**). Parafuse a cúpula do robô (**figura 25**), insira as pilhas e bateria. A bateria será presa por encaixes presentes no chassi do robô e será responsável por prender o suporte de pilhas. O robô montado e pronto para os testes pode ser visto na abertura desta matéria.

25 Parafusando a cúpula do robô.

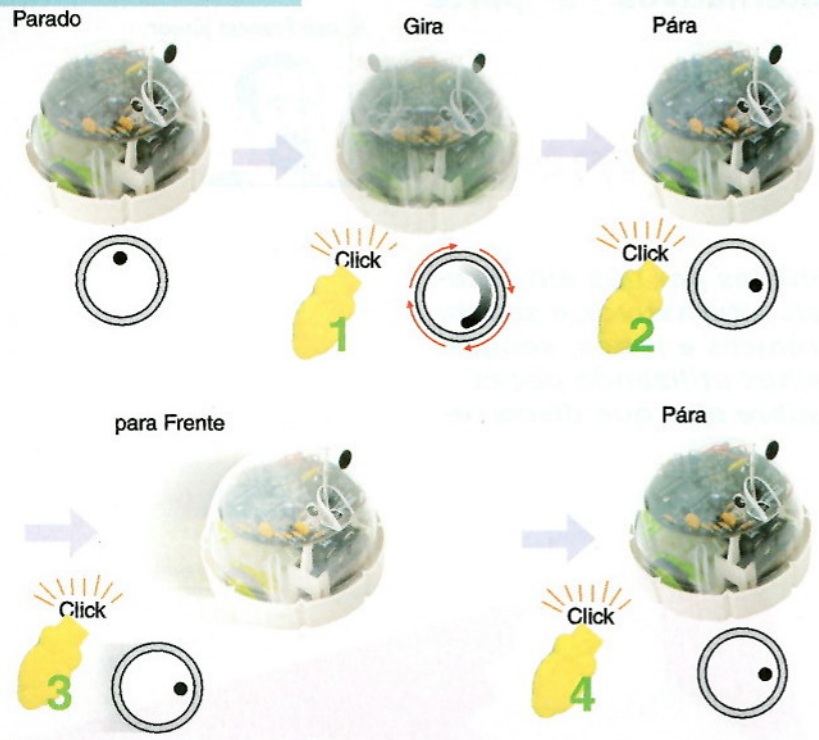


PROVA E USO

Para testar o circuito, insira as pilhas e bateria. Ligue o robô e use o "SNAP" fornecido com o *kit*. Uma dica importante é a seguinte: ao apertar o SNAP, não o solte. Se isso acontecer, você terá dois pulsos e o robô executará os passos de maneira muito rápida e até imperceptível. Lembre-se também que o S-CARGO pode ser controlado pelo estalar dos dedos, bater de palmas ou até mesmo dos pés.

Um *clique* fará com que seu robô ande para frente. Um outro *clique* fará com ele pare. Mais um *clique* o colocará em giro, e um outro fará com ele pare novamente. Esta é a seqüência de controle de seu robô. Ela, apesar de

Movimento do S-CARGO.



No *site* www.mecatronicafacil.com.br, estão disponibilizadas mais fotos para auxiliar na montagem.

muito simples, permite que você o posicione em vários pontos de uma sala com muita facilidade.

IDÉIA PARA PROVA

O leitor poderá criar várias provas entre amigos. Uma delas e muito interessante consiste em criar um campo com obstáculos com uma entrada e uma saída. A idéia é chegar ao outro lado sem tocar em nada. Poderá ainda estabelecer regras como uma pontuação negativa para cada obstáculo. Assim, o leitor poderá convidar os amigos para um desafio, vencendo aquele que chegar ao outro lado com um valor próximo ou igual a zero.

CONCLUSÃO

Como pudemos ver nesta matéria, é possível aprender mesmo com a montagem de um *kit* comercial. Após executá-la, as habilidades "mecatrônicas" do leitor estarão, sem dúvida alguma, mais desenvolvidas e prontas para os próximos desafios. Boa montagem e diversão!!

MONTE SEU PRÓPRIO ROBÔ

MECHA-MEDUSA MV-949



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

19 robôs em estoque - Não acompanha baterias

S-CARGO OWI-936K



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

28 robôs em estoque - Não acompanha baterias

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

Trabalhando com Materiais Alternativos - 5ª parte

Trabalhando com bandejas termoformadas

José Francci Júnior



Nas várias competições acompanhadas por nós em escolas, onde os alunos usam materiais alternativos e sucata na construção de veículos mecatrônicos e robôs, sempre se faz presente um ou mais trabalhos utilizando peças de bandejas termoformadas e é sobre elas que discorreremos neste artigo.

Elas são largamente utilizadas em supermercados para acondicionamento de vários tipos de alimentos, principalmente frutas e frios. O importante inicialmente é distinguir de que material são feitas, a saber, existem dois tipos: moldadas com poliestireno expandido (isopor – vide Mecatrônica Fácil – Ano 2 – Nº 8) ou polipropileno expandido (ou outros plásticos flexíveis semelhantes) e a diferença é que as de isopor ao serem dobradas se partem devido à maior rigidez desse material enquanto as outras não (**figura 1**).



Figura 1 - Materiais e ferramentas.



Figura 2 - Cortando o material.



Figura 3 - Colando o material.

CORTANDO A BANDEJA

Em geral, vamos cortar as bordas fora para a utilização da parte central restante na forma de chapas medindo em torno de 12 cm x 18 cm com espessuras que variam entre 2 mm a 5 mm, excelentes para a execução de bases e chassis ou coberturas, sendo muito leves e resistentes.

O corte é feito com estilete de uso comum ou uma faca bem afiada. (**figura 2**).

Polícia High-tech

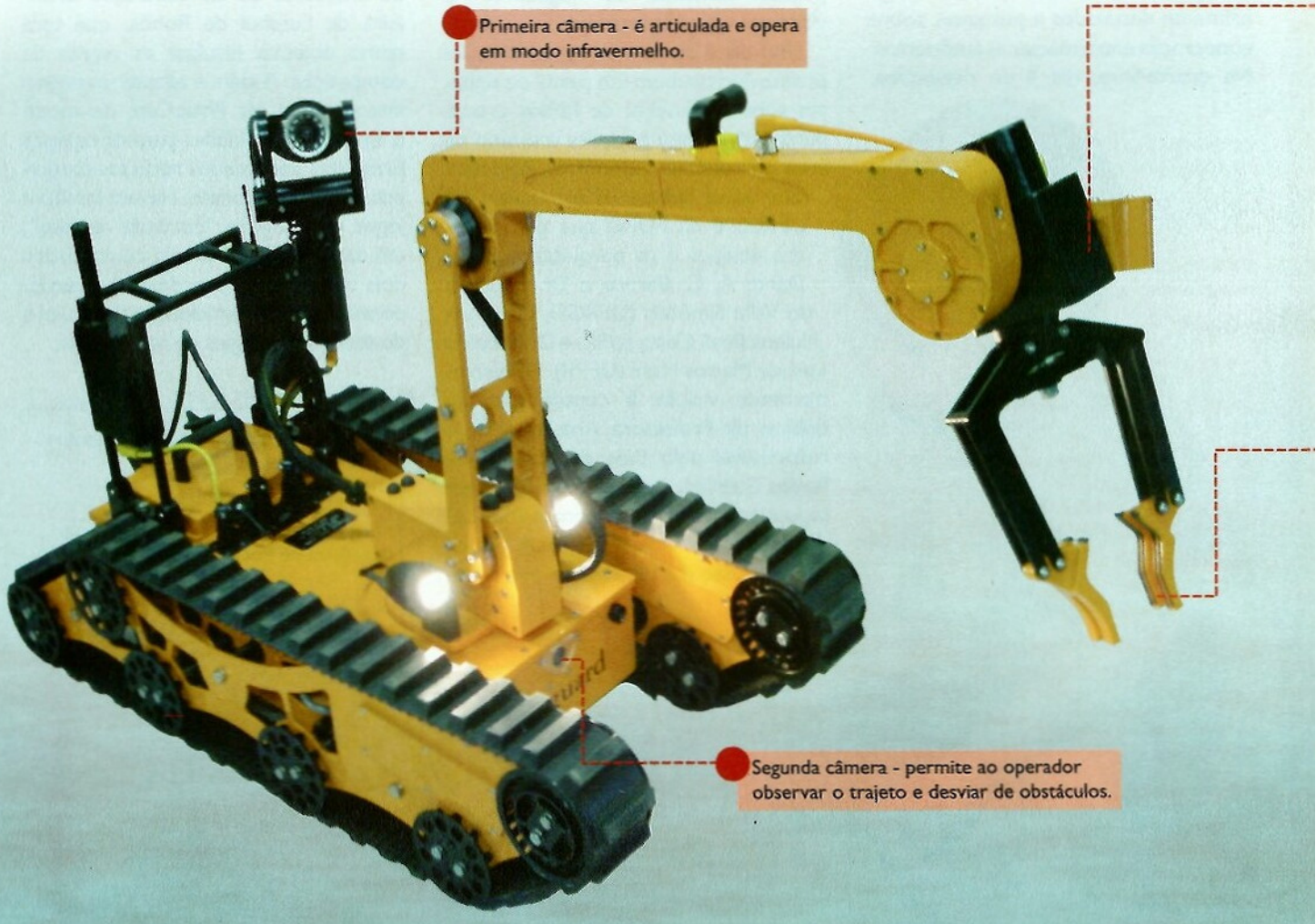
Sérgio Vieira
Wilson Roberto dos Santos

Robôs são os novos companheiros do grupo de elite da Polícia Militar de São Paulo para combater o crime.

Ainda sem nome de batismo, um robô da série Vanguard é o mais novo aliado do Esquadrão de Bombas do GATE - Grupo de Ações Táticas Especiais da Polícia Militar do Estado de São Paulo.

Pintado na cor laranja, o que não o deixa passar despercebido, pesando 48 kg e medindo 80 cm de altura, o Vanguard MK1 é fabricado pela empresa canadense EOD e distribuído no Brasil com exclusividade pela G-Tech, empresa especializada em consultoria e fornecimento de materiais bélicos e táticos. Este novo robô vai auxiliar o GATE na desativação de bombas, recolhimento de artefatos ou qualquer outra missão que envolva material potencialmente

Vanguard MK1





ELETRÔNICA BÁSICA PARA MECATRÔNICA - parte final

CIRCUITOS INTELIGENTES



A finalidade básica de um robô, conforme as definições mais comuns, é a de realizar tarefas que os humanos fazem. Para conseguir isso, além de possuírem órgãos sensoriais e efetores apropriados, os robôs também devem ter algum grau de inteligência. Assim, em nossos dias, já ouvimos falar com muita freqüência em inteligência artificial, redes neurais e outros recursos que, uma vez implementados em robôs, podem dotá-los de um comportamento que, em princípio, nos permite associar algum grau de inteligência. Para entender como isso pode ser feito, inclusive de formas muito simples em robôs experimentais de baixo custo, precisamos antes de tudo definir o que é inteligência e que podemos usar circuitos eletrônicos para reproduzi-la. Esse é justamente o assunto do décimo artigo desta série.

Newton C. Braga

Em artigo publicado nas primeiras edições desta revista, onde discorremos sobre a "Biônica", mostramos como a ciência pode imitar a vida, criando órgãos artificiais que se baseiam totalmente no comportamento dos órgãos vivos e que podem até ser usados na sua substituição. Será que podemos ir além e pensar na possibilidade de a tecnologia também substituir a inteligência e até mesmo a vida?

Quando nos referimos às simples partes que realizam funções mecânicas em um ser vivo como pernas, braços, ou ainda sensores comuns como de luz, sons, etc., não temos muitas implicações de ordem filosófica. No entanto, quando adentramos no que se denomina "vida" e no que se denomina "inteligência", as coisas se complicam. Os conflitos no sentido de se aceitar que máquinas construídas pelo próprio homem possam ter esses atributos são inevitáveis.

Evidentemente que, para a ciência, tudo pode ser reduzido, em última análise, a teorias e fórmulas e isso também é válido para a vida e para a inteligência. Isso significa, por conseguinte, que se pudermos equacionar vida e inteligência, nada impede que essas características sejam agregadas a máquinas como automatismos, robôs e muito mais.

Isso já está acontecendo atualmente, e o uso da palavra "inteligente" para certos equipamentos vem sendo empregado com certa freqüência, embora as pessoas ainda não tenham tomado consciência do verdadeiro significado desse atributo.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Não podemos dizer se uma máquina é (ou não) inteligente ou se o que vamos agregar a um circuito é (ou não) inteligência, se não soubermos definir exatamente o que é inteligência.

Definir inteligência é algo bastante complexo, não obstante, sua presença em um ser vivo ou em um robô seja algo que podemos perceber até intuitivamente.

Conseqüentemente, aquilo que definimos como inteligência natural pode ser associado a três habilidades:

- Aprender com a experiência;
- Tomar decisões lógicas baseadas na experiência;
- Gerar emoções.

É claro que se tomarmos por base esses três itens nos depararemos com algumas dificuldades adicionais como, por exemplo, definir o que são "emoções".

O Teste de Turing

Alan Turing foi quem primeiramente imaginou um teste para saber se uma máquina é (ou não) dotada de inteligência. O teste de Turing é simples de entender:

Se colocarmos uma pessoa para testar uma máquina que se encontra em um local distante de modo que elas se comuniquem sem que a primeira saiba quem está do outro lado, a máquina será considerada inteligente se a pessoa não conseguir discernir, com certeza, se a que está do outro lado é uma máquina ou uma pessoa.

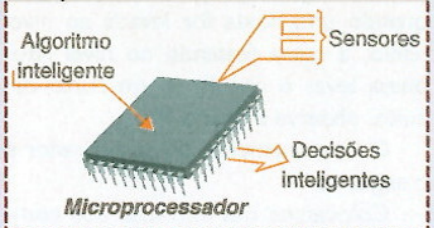
Inteligência por software

Basicamente, existem duas formas de se implementar inteligência em uma máquina: por software e por hardware.

Por software, o que fazemos é utilizar algum tipo de processador que possa ser programado com algoritmos inteligentes, ou seja, que dotem a máquina a ser controlada por ele de atributos que caracterizam a inteligência artificial, tais como a capacidade de aprendizado, tomada de decisões, etc. (**figura 1**).

Há diversos tipos de programas que podem ser empregados com essa finalidade e muitos deles são de uso relativamente simples como os que utilizam lógica difusa ou lógica Fuzzy.

1 Esquema para implementação de inteligência por software.



Inteligência por hardware

Por outro lado, a inteligência por hardware usa circuitos que podem aprender independentemente de programação. Tais circuitos podem "se adaptar" ao tipo de estímulo enviado por sensores e modificar seu comportamento. Todavia, quando tratamos de robótica e mecatrônica em um nível mais simples, podemos ser mais abrangentes nas definições de inteligência artificial.

Assim, qualquer tipo de circuito, mesmo que tenha um simples sensor que atue sobre um mecanismo de mudança de direção, já pode ser considerado um recurso "inteligente". Através dele, o robô ou veículo é capaz de reagir diante de situações detectadas pelo sensor, mudando sua direção, o que não deixa de ser um comportamento inteligente, embora ainda em um nível "de ameba", conforme ilustra a **figura 2**.

Mas, se agregarmos diversos dispositivos sensores a um robô ou quaisquer automatismos e os interligarmos de uma forma que combine as suas informações resultando em comportamentos complexos, o que podemos chamar de "inteligência" se torna mais evidente.

Mais ainda, se o comportamento do circuito puder mudar com o tempo, ou de acordo com os estímulos enviados, teremos agregado um requisito muito importante para que a definição de inteligência seja válida: o aprendizado.

É possível fazer tudo isso com circuitos simples? É o que veremos.

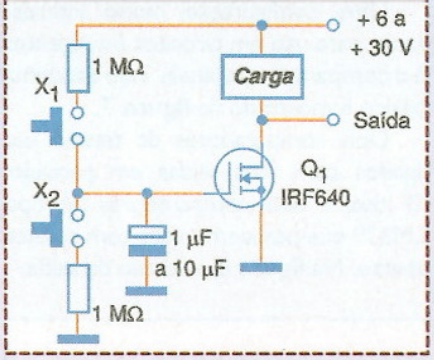
CIRCUITOS PRÁTICOS

Damos, a seguir, uma série de circuitos simples que podem ser usados para agregar "inteligência" a um projeto. Esses circuitos podem ser combinados de diversas formas ou usados em conjunto com outros projetos que o próprio leitor criar, baseado nas configurações dos artigos anteriores desta série. Tudo depende da imaginação de cada um.

a) Circuito que aprende

Na **figura 3** temos um circuito muito simples com dois sensores, que "aprende" e "esquece", retendo informações por um intervalo de tempo que depende apenas da qualidade do capacitor usado.

3 Circuito que aprende.



A idéia básica adotada nesse circuito é a de que o ponto em que um transistor conduz pode ser alterado de modo que ele seja mais facilmente disparado (ou não) em função de informação prévia retida pelo uso. Um capacitor retém essa informação sob a forma de uma carga, sendo que o circuito funciona da seguinte forma:

Quando ligado pela primeira vez, o capacitor se encontra completamente descarregado, de modo que para chegar ao limiar da condução acionando a carga, o pulso do sensor X_1 precisa ser mais demorado. É necessário carregar o capacitor pelo menos até a tensão de condução do transistor.

Quando o sensor é desligado, o capacitor retém sua carga por algum tempo, durante o qual a carga será acionada.

Quando a carga desliga, o capacitor ainda retém certa carga, ou seja, "memoriza" o acionamento anterior.

Isso quer dizer que o pulso seguinte do sensor (para seu acionamento) pode ser mais curto. O circuito terá "aprendido" a responder ao estímulo.

O sensor X_2 serve para fazer o circuito "esquecer" o que aprendeu, pois ele descarrega o capacitor.

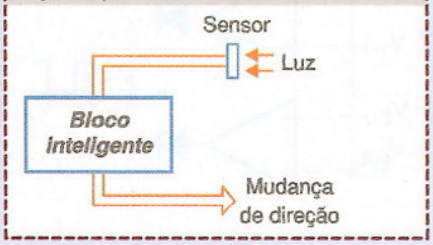
Como a resistência de entrada de um MOSFET de potência é extremamente elevada, se usarmos um capacitor de poliéster de boa qualidade entre 470 nF e 2,2 µF, é possível o circuito reter as informações por intervalos de várias dezenas de minutos.

b) Outro circuito de memória capacitiva

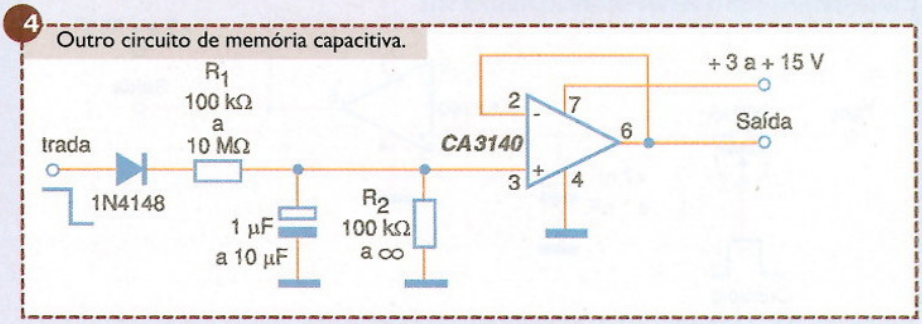
O circuito da **figura 4** fornece uma tensão de saída que é o resultado da integração dos pulsos aplicados em sua entrada. Em outras palavras, esse circuito memoriza a quantidade de pulsos de entrada, "esquecendo-a" vagarosamente com o tempo.

Com um bom capacitor de poliéster, que apresente mínimas fugas, o circuito pode memorizar a quantidade de pulsos aplicados em sua entrada por intervalos de tempo que chegam a algumas dezenas de minutos. A velocidade com que os pulsos são armazenados depende apenas do valor do resistor de entrada que, em conjunto com o capacitor, determina a constante de tempo do

2 Esquema para implementação de inteligência por hardware.



4 Outro circuito de memória capacitiva.



circuito. A resistência de entrada extremamente alta do amplificador operacional usado impede que o capacitor se descarregue rapidamente, retendo assim sua carga, que é a informação. Podemos utilizar esse circuito para controlar diretamente uma carga de alta corrente, interfaceando-o com um regulador de tensão LM350, veja a **figura 5.**

O circuito integrado LM350 pode controlar cargas de até 3 ampères. A tensão em sua saída depende dos pulsos integrados pelo circuito de aprendizado. O resistor R_2 determina o tempo de retenção da informação ou memorização, podendo ser eliminado. Quanto menor esse resistor, mais rapidamente o circuito "esquece" a quantidade de pulsos aplicados em sua entrada.

c) Circuito de amostragem e retenção

Um outro circuito que pode ser usado como uma espécie de memória para aprendizados em projetos inteligentes é o circuito de amostragem e retenção ou "sample & hold", se adotarmos seu nome em inglês.

Na **figura 6** temos um exemplo de circuito de amostragem e retenção empregando um amplificador operacional e um transistor de efeito de campo de junção (JFET).

O circuito funciona da seguinte maneira: quando se aplica um pulso de controle na comporta do transistor, ele se satura e deixa passar a tensão que se encontra na entrada para o capacitor. O capacitor se carrega com essa tensão, "memorizando-a". Quando o pulso de controle desaparece, o capacitor se mantém com a tensão memorizada, mesmo que a tensão de entrada varie. A tensão memorizada aparece então na saída do amplificador operacional, pronta para ser usada como referência em um circuito qualquer de acionamento ou de controle de algum dispositivo. Obviamente, o capacitor usado deve apresentar uma fuga muito pequena.

Esse tipo de circuito é muito utilizado na digitalização de sinais analógicos por amostragem, onde a freqüência dos pulsos de controle determina a velocidade do processo de amostragem.

d) Comparador de janela

Uma configuração muito interessante para uso em circuitos inteligentes é o comparador de janela, cujo esquema básico é mostrado na **figura 7**.

Dois comparadores de tensão são ligados com suas saídas em paralelo. O ideal é usar comparadores do tipo LM339 que possuem saídas com coletor aberto. Na **figura 8,** a tensão de saída.

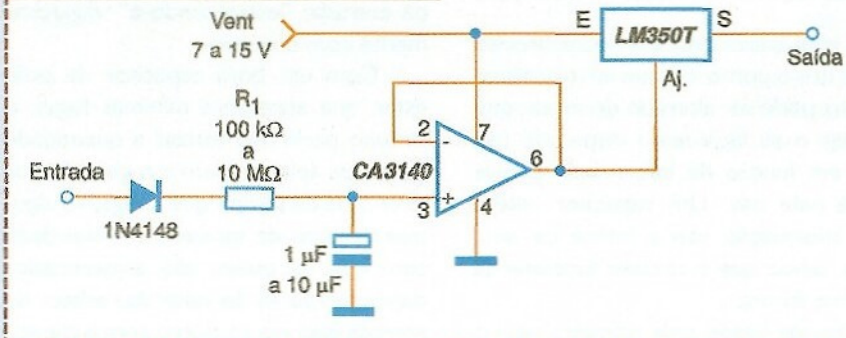
Outros tipos de comparadores podem exigir o uso de diodos para que, quando uma saída for levada ao nível baixo, a outra (estando no nível alto) possa levar o circuito a um curto-circuito, observe a **figura 9.**

O funcionamento do comparador é o seguinte:

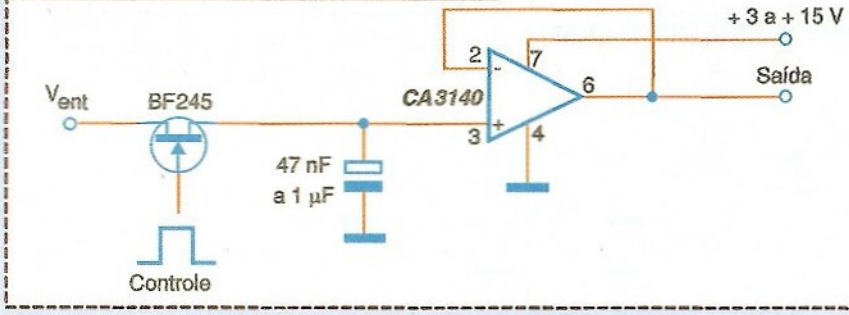
Colocamos nas entradas dos comparadores as tensões de referência V_1 e V_2 que determinarão os pontos em que eles mudam de estado. Quando a tensão de entrada se encontra abaixo de V_1, o comparador (I) tem sua saída saturada e com isso a saída do conjunto é baixa. Quando a tensão de entrada se encontra acima de V_2, o comparador (II) é que tem sua saída saturada e da mesma forma a saída do circuito se mantém no nível baixo.

Por outro lado, se a tensão de entrada estiver entre V_1 e V_2, as saídas

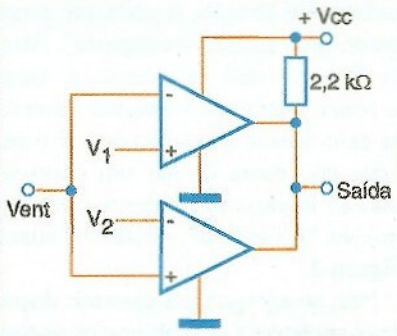
5 Controlando uma carga de alta corrente.



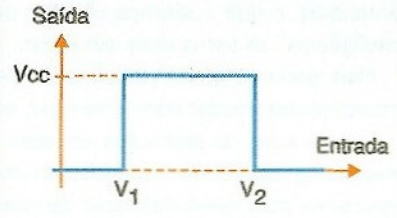
6 Exemplo de circuito de amostragem e retenção.



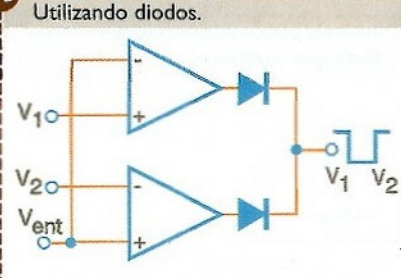
7 Esquema básico de um comparador de janela.



8 Utilizando comparadores do tipo LM339.



9 Utilizando diodos.

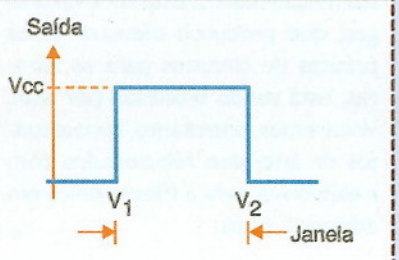


dos dois comparadores se mantêm no corte, e com isso o resistor de saída se encarrega de manter a saída do circuito no nível alto. Assim, conforme exibe a **figura 10**, quando a tensão de entrada está entre V_1 e V_2, temos uma "janela" de tensões altas de saída.

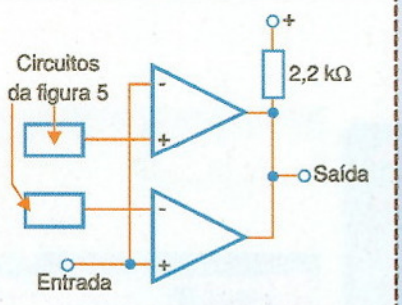
É possível usar esse circuito de modo a agregar inteligência a um projeto de diversas formas. Uma delas é pela ligação dos circuitos de referência inteligentes com capacitor que vimos na sua entrada para fornecer tensões que variam de acordo com o aprendizado, observe a **figura 11**.

Usando esses circuitos, a largura e posição da janela numa faixa de tensões pode ser variada, veja a **figura 12**.

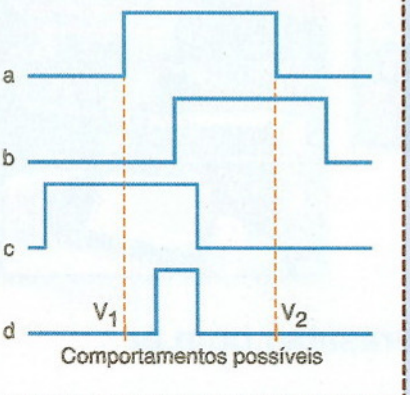
10 "Janela" de tensões altas de saída.



11 Combinando circuitos de referência inteligentes.



12 Variando a largura e posição da janela.



Um robô pode começar a operar com uma curva de sensibilidade de um sensor estreita, determinada por V_1 e V_2, e depois essa curva pode ir se alargando com a diminuição de V_1 e o aumento de V_2.

O robô pode ainda ser ensinado a procurar o "escuro" ou "claro" (usando um LDR como sensor), deslocando-se a curva de resposta do circuito para o lado de V_1 ou V_2.

Uma outra maneira de usar um comparador de janela de "forma inteligente" é ilustrada na **figura 13**.

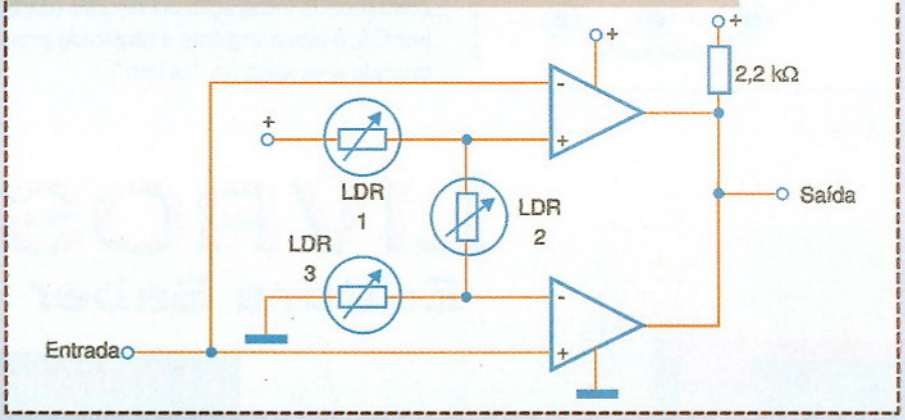
Colocamos LDRs para formar um divisor resistivo de referência de tensão de modo que a posição de V_1 e V_2 e a largura da faixa dependem da intensidade da luz que incide nos sensores. O circuito poderá ser utilizado para se projetar um robô que tenha comportamentos diferentes em função da luz ambiente, ou da iluminação de um alvo que ele deva procurar.

e) Aprendizado Digital

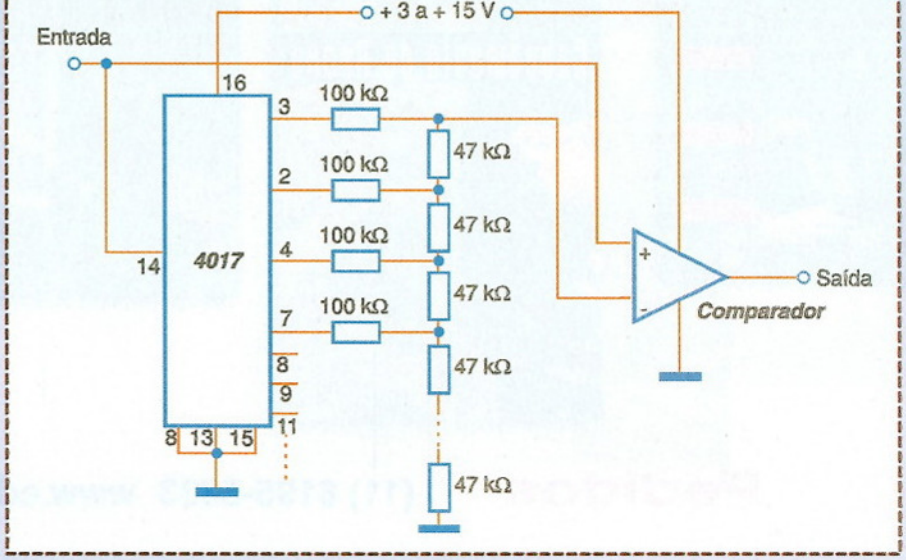
Uma forma interessante de se agregar um circuito de aprendizado digital é exibida na **figura 14.** Nesse circuito, a tensão de referência, que pode ser usada para determinar o ponto de atuação de sensores, depende do número de pulsos memorizados por um contador digital.

O contador pode ser feito com base em um circuito integrado CMOS 4017 que dá 10 posições de "memorização" ou aprendizado, mas nada impede que sejam empregados contadores com maior número de posições. Esse circuito também possibilita que se planeje o escalonamento do aprendizado através dos valores dos resistores. Seu funcionamento é o seguinte: à medida que o número de pulsos aplicados ao circuito aumenta, cresce também a tensão de referência. Se for usado um contador regressivo, a tensão de referên-

13 Outra maneira de utilizar um comparador de janela de forma "inteligente".



14 Exemplo de circuito de aprendizado digital.



cia irá diminuir quando os pulsos forem contados.

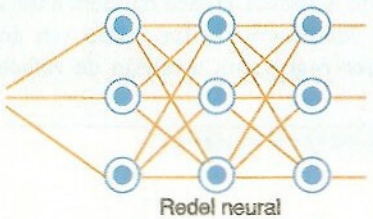
f) Neurônio Eletrônico

Uma possibilidade muito interessante para aqueles que gostam de lidar com inteligência artificial é pensar em montar uma "rede neural".

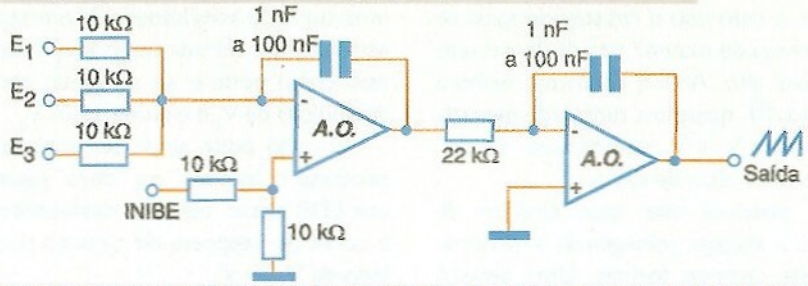
Essa rede nada mais é do que um conjunto de circuitos que imitam neurônios e que são associados segundo um padrão que imita a organização dessas células nos seres vivos, conforme mostra a **figura 15**.

Embora existam circuitos integrados que já possuam neurônios eletrônicos integrados, eles não são fáceis de obter nem simples de se trabalhar. Uma alternativa mais simples de se fazer experimentos com neurônios consiste em montar essa configuração com componentes comuns.

15 Padrão de organização que imita o dos neurônios.



16 Configuração de um neurônio do tipo "integra-e-dispara".



Na **figura 16** temos a configuração de um neurônio do tipo "integra-e-dispara", que é formado por dois amplificadores operacionais comuns.

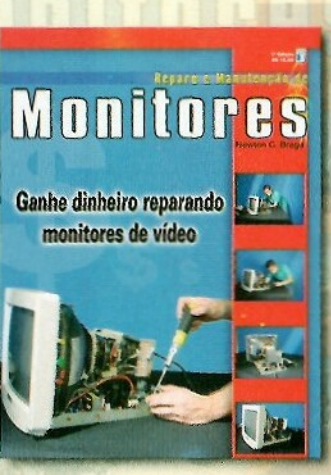
Os pulsos de entrada são aplicados aos "dendritos" e, além disso, há uma entrada de inibição que pode ser usada para "paralisar" o neurônio. Quando os pulsos atingem um certo valor determinado pela constante de integração do circuito (dada por C_1), o bloco seguinte é disparado produzindo uma saída no "axônio".

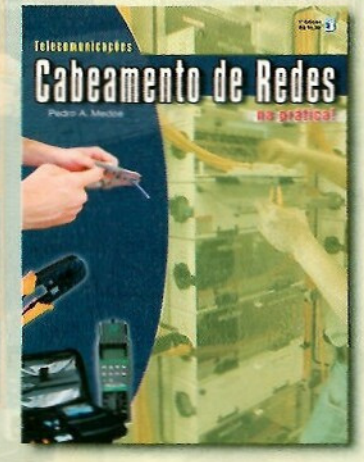
Um pequeno "cérebro" de robô pode ser implementado empregando-se alguns blocos como este.

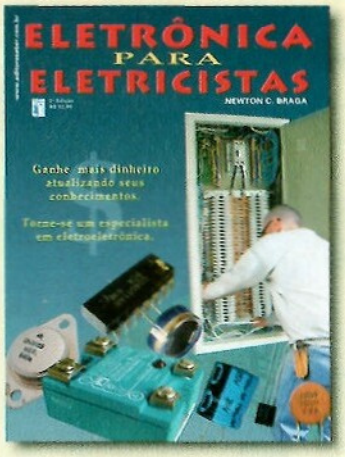
CONCLUSÃO

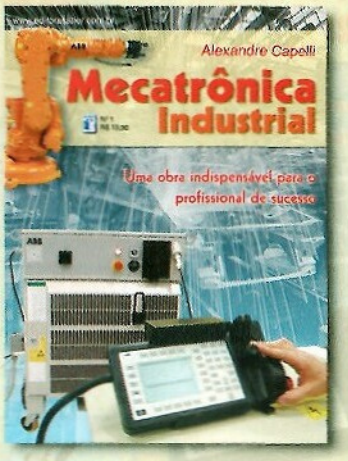
O que vimos até o momento é apenas uma pequena mostra de como podemos implementar muitas coisas eletrônicas em projetos mecatrônicos. Esta série de artigos, que procurou oferecer idéias práticas de circuitos para os leitores, está sendo finalizada por aqui. Voltaremos, entretanto, com assuntos de interesse relacionados com a eletrônica para a Mecatrônica em edições futuras. •

LIVROS
Editora Saber





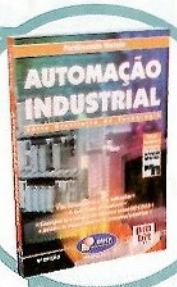




Pedidos: (11) 6195-5333 www.editorasaber.com.br

SABER MARKETING DIRETO

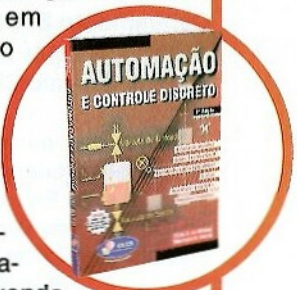
Automação Industrial



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$ 54,00



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.

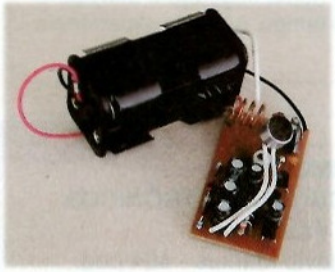
Mini-Furadeira

R$ 38,00



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

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

Conjunto CK-3

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

R$ 35,00



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$ 42,00

Pedido mínimo de R$ 25,00 - preços válidos até 10/07/2003

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

LITERATURA TÉCNICA

R$ 60,00

Redes de Alta Velocidade
Cabeamento Estruturado
Autores: Vicente Soares Neto, Adelson de Paula Silva e Mário Boscato C. Júnior - 304 pág.

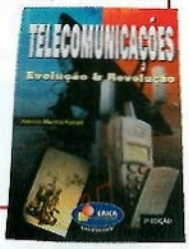
As redes de alta velocidade somente poderão ter sucesso quando, suportadas pela tecnologia de Cabeamento Estruturado. Este livro, pela sua própria concepção, não tem por objetivo um caráter conclusivo, mas sim possibilitar aos profissionais da área, estudantes e professores uma linha de aprendizado básico e sistemático sobre o assunto. Na sua essência, o livro abrange de forma atual a teoria básica para o Cabeamento Estruturado, os pontos relativos ao planejamento e projeto, bem como os cuidados que devem ser tomados quanto à instalação, operação e manutenção desses sistemas.



R$ 64,00

Telecomunicações
Evolução e Revolução
Autor: Antonio Martins Ferrari - 328 pág.

O principal objetivo do autor com este livro é ampliar os conhecimentos dos leitores sobre Telecomunicações, tornando acessíveis os principais conceitos e idéias. Parte de um breve resumo da evolução histórica das telecomunicações e se desenvolve agregando progressivamente ingredientes com maiores detalhes. Abrange: Telegrafia, Telex, Telefonia, Rede Telefônica, Tráfego, Central Comutadora, Sistemas Eletromecânicos e Híbridos, Ambiente de Rede, Evolução do SPC, Multiplexação, Tarifação, Projeto de Rotas Ópticas, Telefonia Móvel, Telefones sem fio, ISDN e Internet, Comunicações Empresariais, Terminais Telefônicos, CATV entre outros.



R$ 51,00

MONTAGEM, MANUTENÇÃO E CONFIGURAÇÃO DE COMPUTADORES PESSOAIS
Autor: Edson D'Avila - 240 pág.

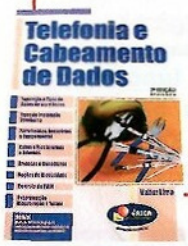


Este livro contém informações detalhadas sobre montagem de computadores pessoais. Destina-se aos leitores que se interessam pela Informática. É um ingresso para o fascinante mundo do Hardware dos Computadores Pessoais. Seja um integrador. Monte seu computador de forma personalizada e sob medida. As informações estão baseadas nos melhores produtos de informática. Ilustrações com detalhes irão ajudar no trabalho de montagem, configuração e manutenção. Escrito numa linguagem simples e objetiva, permite que o leitor trabalhe com computadores pessoais em pouco tempo. Anos de experiência profissional são apresentados de forma clara e objetiva.

R$ 44,00

TELEFONIA E CABEAMENTO DE DADOS
Autor: Valter Lima - 216 pág.

Existe diferença entre os cabos de uma rede ponto a ponto e de uma rede cliente servidor? Como ligar uma extensão de um ramal ou linha telefônica? Como contar os pares de um cabo telefônico e identificar uma linha entre as várias instaladas em um edifício residencial ou comercial? Quais são os acessórios e ferramentas do instalador de redes telefônicas e de computadores, e como utilizá-los? Estes são apenas alguns dos temas tratados nesse livro, o qual abrange desde os princípios básicos de telefonia fixa até a instalação e programação de uma central telefônica de PABX, além de técnicas de manutenção e dos principais tópicos e dicas para instalação de uma rede de dados e conexão a Internet.

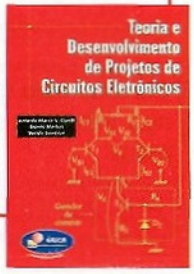


R$ 71,00

TEORIA E DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE CIRCUITOS ELETRÔNICOS
Autores: Antônio Marco Vicari Cipelli, Waldir João Sandrini e Otávio Markus - 464 pág.

Este livro apresenta os principais dispositivos eletrônicos discretos e integrados, desde os seus princípios de funcionamento até suas principais especificações técnicas. Dentre eles, estão os diodos (zener e retificadores controlado e não controlado), transistores (bipolar, FET E UJT), sensores (PTC, NTC e LDR), reguladores de tensão, amplificador operacional, temporizador e amplificador integrado.

Para cada dispositivo, são apresentadas as suas principais aplicações e métodos de projeto dos circuitos que os empregam, principalmente as diversas configurações de fonte de alimentação e amplificadores transistorizados.



PEDIDOS

SABER MARKETING DIRETO

Disque e Compre **(11) 6195-5330**
ou no site www.sabermarketing.com.br

Preços válidos até 10/07/2003



REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

LITERATURA TÉCNICA

R$ 63,00

LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE E ELETRÔNICA
Autores: Francisco Gabriel Capuano e Maria Aparecida Mendes Mariano - 312 pág.



Este livro aborda as principais teorias, experiências e projetos necessários para o aprendizado de Eletricidade e Eletrônica Básica. Apresenta uma seqüência evolutiva de experiências, utilizando equipamentos e componentes facilmente encontrados, possibilitando, assim, a aprendizagem com o desenvolvimento prático dos assuntos abordados. Além disso, o livro mostra o uso de equipamentos indispensáveis às atividades práticas referentes à área, tais como: o multímetro, o osciloscópio e o gerador de funções. Possui exemplos resolvidos e exercícios propostos, essenciais para a complementação dos conhecimentos, proporcionando uma melhor assimilação conceitual.

Nas experiências pertinentes ao campo da Eletrônica, o livro possibilita o entendimento e desenvolvimento de circuitos de grande aplicabilidade prática, tais como: ampilificadores de pequenos sinais e fontes estabilizadas de tensão e corrente.

R$ 71,00

ELEMENTOS DE ELETRÔNICA DIGITAL
Autores: Francisco Gabriel Capuano e Ivan Valeije Idoeta - 552 Pág.



Esta Atualização do "Elementos de Eletrônica Digital" objetiva principalmente atender às recentes inovações tecnológicas dessa área. Continuando com uma abordagem didática, simples e objetiva, e com uma apresentação dos conceitos adequada à atual realidade de ensino, aborda: Sistemas de Numeração; Funções e Portas Lógicas; Álgebra de Boole e Simplificação de Circuitos Lógicos; Circuitos Combinacionais; Flip-Flops, Registradores e Contadores; Conversores; Famílias de Circuitos Lógicos. Possui exercícios revolvidos, propostos, reformulados, além de suas respostas.

R$ 53,00

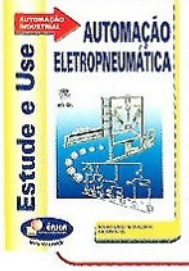
APLICAÇÕES PRÁTICAS DO MICROCONTROLADOR 8051
Autor: Vidal Pereira da Silva Jr. - 300 Pág.



O 8051, microcomputador de um só *chip*, é estudado de forma completa, desde uma introdução acessível aos iniciantes de área até exemplos completos de hardware e software com teclados, LCD, saída para impressora, conversão A/D e D/A e outros, com ênfase nos programas escritos em *assembler* e em "C".

R$ 39,00

AUTOMAÇÃO ELETROPNEUMÁTICA
Autores: Nelson Gauze Bonacorso e Valdir Noll - 160 Pág.

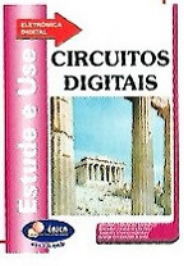


Este livro é indicado aos alunos técnicos e universitários, e aos profissionais que atuam na área de Automação Industrial.

O Livro fornece subsídios teóricos e práticos, descrevendo todos os elementos dos processos eletropneumáticos, proporcionando a capacidade de entender, dar manutenção e projetar sistemas automatizados. Inclui o método seqüencial, utilizado para o projeto dos sistemas de automação em processos eletropneumáticos.

R$ 63,00

CIRCUITOS DIGITAIS
Autores: Antônio Carlos de Lourenço, Eduardo Cesar Alves Cruz, Sabrina Rodero Ferreira e Salomão Choueri Júnior - 344 Pág.



Em uma abordagem prática e didática, o livro propõe iniciar os estudantes em Eletrônica, Informática Industrial, Eletroeletrônica e Eletrotécnica na área da Eletrônica Digital. Começando com os sistemas numéricos e a lógica, o estudante entra no mundo dos circuitos combinacionais e seqüenciais, desenvolvendo projetos de circuitos dedicados e de aplicações práticas aumentando, gradativamente, seu potencial de análise lógica e criatividade, dando os subsídios necessários para o estudo dos microprocessadores e computadores.



REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

PEDIDOS
SABER MARKETING DIRETO
Disque e Compre **(11) 6195-5330**
ou no site www.sabermarketing.com.br

Preços válidos até 10/07/2003

Controle de motores de passo com PIC

Aprenda a controlar motores de passo com o microcontrolador PIC. Conheça também alguns compiladores para linguagem "C", "PASCAL" e "BASIC" disponíveis na Internet.

Robô inseto

Neste número, você aprenderá como montar um robô que utiliza "patas" para "andar". O robô inseto, como foi chamado, permitirá um aprendizado sobre um outro meio de locomoção possível na Robótica. Como já é comum, apresentaremos duas versões: uma feita com material alternativo (sucata) e outra em plástico.

Automatizando o "Parafuso de Arquimedes"

Conheça o princípio de funcionamento e como construí-lo para "abafar" na sua feira de ciências.

Utilizando LEGO para prototipagem

Aprenda a construir um braço mecânico com LEGO e saiba como utilizar estes *kits* para prototipar robôs.

Como usar uma placa-padrão

Este artigo esclarece uma série de dúvidas que os leitores tiveram na construção de projetos que utilizam este tipo de placa.

FEBRACE atinge objetivo de organizadores

Veja alguns dos projetos que agitaram a Feira Brasileira de Ciências e Engenharia e a contribuição desta para a formação de novos talentos.

SMA – Músculos Eletrônicos

Conheça o músculo eletrônico e veja como ele pode substituir os motores DC, de passo, solenóides, etc.

Trabalhando com bandejas termoformadas

Não jogue fora suas bandejas de frios! Utilize-as para a construção de chassis e outras peças mecânicas.

Circuitos inteligentes

Conheça alguns tipos de circuitos inteligentes capazes de "aprender" e veja como utilizá-los.

Controlador de temperatura com o Basic Step

Veja como fazer um controlador com limites mínimo e máximo de temperatura e com indicação num *display* de cristal líquido.

Robô S-CARGO MV-936

Aprenda a construir o *kit* de um robô controlado pelo som e veja várias dicas que servem também para outras montagens.

Utilizando comandos de bitmaps

Faça um sistema de automação de fila semelhante aos utilizados em clínicas médicas e bancos.

Polícia High-Tech

Conheça o Vanguard MK1, o novo reforço da polícia de São Paulo.