AUTOTRÔNICA: como os dispositivos se comunicam

www.mecatronicafacil.com.br

MECATRÔNICA FÁCIL

Ano 4 - nº19 - Novembro-Dezembro/2004
Europa: € 4,30 - Brasil: R$ 10,90

Braço Mecânico





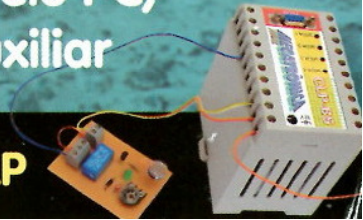
Gerador Eletrostático

Conheça os fenômenos da eletrização

Robô Explorador

Com movimentação controlada pelo PC, câmera de vídeo e lâmpada auxiliar

ISSN 1676-0980



DOMÓTICA: Controle de lâmpada externa com miniCLP



criatividade e inovação

FEBRACE 3

feira brasileira de ciências e engenharia

Atenção estudantes de todo Brasil!

Você tem idéias criativas e quer mostrá-las para o mundo? Inscreva-se já na 3ª Feira Brasileira de Ciências e Engenharia!
Podem participar projetos nas áreas de Exatas, Biológicas e Humanas.
Você pode ganhar computadores, bolsas de estudos e ainda representar o Brasil numa feira internacional nos EUA.

08 a 12 de março 2005
Universidade de São Paulo
USP Campus da capital

***Envio de projetos**
até 19 de novembro de 2004

www.lsi.usp.br/febrace
e-mail febrace@lsi.usp.br
T. (11) 3091 5430

ORGANIZAÇÃO / REALIZAÇÃO

LSI — Universidade de São Paulo Escola Politécnica — USP

APOIO INSTITUCIONAL

FINEP Financiadora de Estudos e Projetos Ministério da Ciência e Tecnologia — CT BRASIL Ministério da Ciência e Tecnologia — Ministério da Educação — BRASIL UM PAÍS DE TODOS Governo Federal — UNESCO — SEBRAE SP — FDE Fundação para o Desenvolvimento da Educação — Secretaria da Educação — Governo do Estado de São Paulo Respeito pelas pessoas

PATROCÍNIO

intel inovação em educação

APOIO CULTURAL

Mecatrônica Fácil — Cultura Fundação Padre Anchieta — TV USP A gente se vê por aqui. — Senac São Paulo Faculdades

APOIO NA REALIZAÇÃO

Ciência Hoje Instituto Ciência Hoje de Educação e Cultura — aProfi Associação Paulista de Professores de Física — CCE — USP CCS Coordenadoria de Comunicação Social Divisão Gráfica — Estação Ciência Universidade de São Paulo

PROJETO GRÁFICO

drops

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

MECATRÔNICA FÁCIL
www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Editor Assistente
Paulo Gomes dos Santos

Conselho Editorial
Márcio José Soares
Newton C. Braga

Redação
Sérgio Vieira

Design Gráfico
Diego Moreno Gomes
Diogo Shiraiwa
Jonas Ribeiro Alves
Renato Paiotti

Circulação
José Luiz Cazarim

Publicidade
Ana Luiza Mukai
Carla de Castro Assis
Melissa Rigo Peixoto
Ricardo Nunes Souza

PARA ANUNCIAR: (11)6195-5339
publicidade@editorasaber.com.br

Colaboradores
Alexandre Guimarães
Givanildo Amorim
José Francci Júnior
Leonardo Rodrigues
Luiz Henrique C. Bernardes
Márcio Mercúrio
Mauro Vianna
Richard A. Weigel
Vera Henriques
Wagner Gomes

Capa:
Fotos: NASA/Divulgação e GM Notícias/Divulgação

Impressão
São Francisco Gráfica e Editora
(16) 632-4151

Distribuição
Brasil: DINAP
Portugal: Logista (tel.: 351 21 926 78 00)

ASSINATURAS
www.mecatronicafacil.com.br
Fone: (11) 6195-5335 / Fax: (11)6198-3366
Atendimento das 8:30 às 17:30 h

MECATRÔNICA FÁCIL é uma publicação bimestral da Editora Saber Ltda., ISSN - 1676-0980. Redação, administração, publicidade e correspondência: R. Jacinto José de Araújo, 315, Tatuapé, CEP: 03087-020, São Paulo, SP, tel./fax: (11) 6195-5333. Edições anteriores (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site www.mecatronicafacil. com.br, ou pelo tel. 6195-5330, ao preço da última edição em banca.

Associado da:
ANER
Associação Nacional dos Editores de Revistas

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

Nesta edição, em que completamos três anos, estamos inaugurando duas novas seções na revista: **"autotrônica"**, cujos artigos, escritos por Alexandre Guimarães, da GM, mostrarão as características e funcionamento dos principais dispositivos mecatrônicos contidos num automóvel. Nesta edição ele trata como estes dispositivos comunicam-se entre si. Nas próximas edições serão abordados temas como o trio-elétrico, air-bag, freio ABS, sistemas de entretenimento e muito mais. Vale a pena conferir. Já na seção **"domótica"** serão abordados temas relacionados à automação residencial e predial. Nesta edição, o já conhecido Márcio Soares, mostra como fazer um controle de lâmpada externa, acionada pela luz.


Givanildo, Wagner, Vera, Márcio (do Profis) e Paulo.

A razão de inserirmos estas seções na revista é que, como agentes de popularização da mecatrônica, não podemos dar aos nossos leitores a falsa idéia de que a mecatrônica é utilizada apenas para construir robôs. Ela tem diversas outras aplicações, as quais pretendemos ir mostrando ao longo das próximas edições.

Outra novidade são os artigos desenvolvidos pelos membros do espaço Profis, formado por professores e estudantes de física do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Este espaço foi criado para estimular a cooperação entre professores e futuros professores na produção de idéias e materiais que auxiliem o ensino de física. E a elaboração de artigos certamente é uma forma de transmitir conhecimentos, uma vez que esta revista é lida por milhares de pessoas em todo o Brasil e Portugal.

E atendendo inúmeros pedidos, trazemos nesta edição um projeto que, ao contrário da maioria dos projetos publicados, que envolveram a utilização de microcontroladores do tipo "embedded", utiliza um microcontrolador PIC. Além de ser uma solução mais barata, auxilia no ensino da programação de microcontroladores. Alertamos, porém, não se tratar de um projeto simples e requer, de quem se disponha a fazê-lo, possuir conhecimentos suficientes para lidar com programação de microcontroladores. Os que ainda não tiverem, sugerimos que tenham paciência, começando por projetos mais simples e busquem mais informações, seja através dos números anteriores da revista, seja através de cursos, livros, etc.

E milhares de leitores já estão recebendo, gratuitamente através do e-mail, o "Informativo Mecatrônica Fácil" com notícias, artigos e diversas informações. Se você ainda não esta entre eles, cadastre-se no *site* da revista (**www.mecatrônicafacil.com.br**).

Paulo Gomes dos Santos

Atendimento ao leitor: www.mecatronicafacil.com.br/contato

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 fecha

Seção do Leitor 3

Robonews 5

Otto Von Guericke 7

Idéia, projeto e fabricação em competições estaduais 8

Educação com diversão 10

Criadores de gênios 12

Programando robôs - 3ªparte 15

Sistema de construção modular Fischertechnik 18

Controle de lâmpada externa com o miniCLP BS 20

Testando com multímetro - 2ªparte 24

Gerador eletrostático 29

Desenhando placas de circuito impresso com o Eagle - 2ª parte 34

Robô Explorador 40

Construindo uma garra para sistemas manipuladores 50

Arquiteturas elétricas e protocolos de comunicação 52

Braço mecânico 58

Níveis de dificuldade

A fim de melhor orientar nossos leitores na realização dos projetos práticos, estamos colocando em alguns artigos a indicação dos "níveis de dificuldades" do projetos. Estes níveis estão relacionados às habilidades com materiais e ferramentas que o leitor já precisa ter desenvolvido para realizar o projeto sem maiores problemas. Procuraremos trazer, ao longo das edições, projetos para todos os níveis. Vale lembrar, que se o leitor não possuir as habilidades necessárias para a realização do projeto, poderá buscar ajuda de alguém mais experiente para auxiliá-lo no aprendizado.

Na tabela abaixo está representada a maioria dos materiais e ferramentas já utilizados nos projetos da Revista. Evidentemente que não colocamos todos, mas com os aqui representados esperamos dar a idéia do nível de habilidades necessário para cada projeto.

A última coluna destina-se a uma avaliação de custos do projeto. É claro que este é um tópico que pode variar muito, pois sempre estimulamos os leitores a utilizarem os materiais que têm à "mão" e não necessariamente os mesmos materiais empregados pelo autor. Esta estimativa será feita baseada nos materiais que o autor do projeto utilizou em seu protótipo.

	MECÂNICA		ELETRÔNICA		INFORMÁTICA	CUSTO DO PROJETO
	materiais	ferramentas	materiais	ferramentas	materiais/ ferramentas	em reais
0	-não necessário	-não necessário	-não necessário	-não necessário	-não necessário	-0 a 20
1	-papel -papelão -isopor -clipes de papel	-tesoura -estilete -cola -régua -alicate -lima	-componentes passivos -resistor -capacitor -pilhas	-alicate de corte -alicate de bico -chave de fenda -ponte de terminais parafusáveis	-sistema operacional -internet -uso geral do computador	-21 a 100
2	-madeira balsa -plástico poliondas -arame -parafusos -porcas	-compasso -furadeira manual -serra manual -cola quente -chave de fenda -ferro de solda	-componentes ativos discretos -diodo -capacitor eletrolítico -transistor -SCR -MOSFET	-ponte de terminais soldáveis -ferro de solda -multímetro	-instalação e uso de programas prontos (executáveis) -portas do PC (serial e paralela)	-101 a 300
3	-madeiras duras -plásticos duros (pequenas quantidades de peças)	-furadeira elétrica	-CIs comuns -(555, 741, 359...) -TTL -CMOS	-fonte -placa de circuito impresso -matriz de contato	-instalação de interpretadores -uso de códigos-fonte previamente fornecidos	-301 a 500
4	-plásticos duros (grandes quantidades de peças) -metais (alumínio, latão, cobre)	-serra elétrica -torno	-CIs programáveis -microcontroladores	-dispositivos gravadores -placa padrão	-compilação -programação -compreensão do funcionamento das portas do PC	-501 a 1000

Seção do Leitor



Robô do leitor

Sou leitor das publicações da Editora Saber desde 1985, acompanhando a revista Saber Eletrônica e também colecionando as revistas Mecatrônica Fácil e Mecatrônica Atual. Tenho formação técnica e estou cursando Engenharia Mecatrônica na FCS (Faculdades Católicas Salesianas). Projetamos e construímos um robô aspirador de nome ASP1- A. Este robô foi construído a partir de materiais recicláveis e também nos valemos das informações contidas nas revistas. Nosso robô executa as seguintes funções: anda para frente e para trás, direciona para direita e esquerda, limpa e aspira pisos cerâmicos e é controlado por joystick. Possui ainda interface para controle pelo PC utilizando porta paralela.

Gostaríamos de publicar nosso robô na Seção do Leitor da revista, se possível. Desde já agradecemos e somos gratos pela qualidade das publicações.

Carlos Augusto Rodrigues
Araçatuba - SP
Graduando em Engenharia de Mecatrônica



Aí está seu robô publicado, Carlos. E o melhor é que você fez o seu próprio robô utilizando as informações contidas nas revistas. O que enfatizamos sempre é que os artigos não têm como único objetivo a construção de um protótipo exatamente igual ao apresentado. Busca-se também dar informações e idéias para que o leitor, conforme for adquirindo mais experiência, possa desenvolver seus próprios robôs.

Robô Rastreador

Eu gostaria de saber como posso comprar a placa de circuito impresso em formato de ovo de páscoa.

Caroline Chaves
Rio de Janeiro - RJ

Não comercializamos a referida placa. Porém, o desenho da mesma é dado em nosso site. Com ele você mesma poderá confeccioná-la ou então, se preferir, poderá contratar os serviços de uma empresa especializada. Nas páginas da revista, onde o artigo foi publicado você encontrará anúncios de empresas especializadas na confecção de circuito impresso e poderá então, solicitar um orçamento, caso não queira preparar sua própria placa.

Na edição nº 12 publicamos um artigo intitulado "Placas de circuito impresso - Aprenda a projetar e confeccionar". Neste artigo são dadas dicas importantes sobre como projetar e confeccionar uma placa de circuito impresso utilizando materiais de baixo custo. A leitura do mesmo poderá ajudá-la a montar sua própria placa.

Robô inteligente

Gostaria de saber se é possível a utilização de um microcontrolador PIC no lugar do Basic Step I. Parabéns pelo artigo e também pela revista, está muito boa.

Wesley Ribeiro da Silva Araújo
Campos dos Goytacazes - RJ

Você poderá utilizar um microcontrolador PIC ou qualquer outro microcontrolador no lugar do Basic Step. Para isso será necessário usar um microcontrolador com um número igual ou maior de I/Os. O maior problema reside na linguagem de programação e no uso de um gravador.

O Basic Step é um microcontrolador do tipo *embedded* e programável em Basic através de um cabo e um compilador especificamente desenvolvido para isso. Já um microcontrolador comum, necessita de conhecimentos na sua linguagem Assembler ou C. E também é necessário um gravador específico para o mesmo.

O *firmware* (programa interpretador de comandos Basic) interno ao Basic Step não é de domínio público e todos os direitos pertencem à empresa que o fabrica. Sendo assim, não há como gravar um PIC como se fosse um Basic Step.

Sabemos porém da existência de alguns compiladores Basic, para uso no PIC.

Existem outros tipos de compiladores e estes podem ser vistos em nosso site no link **www.mecatronicafacil.com.br/artigos/compiladores.htm**

Robô Inteligente-II

Construí o robô inteligente e, quando o ligo, aparentemente tudo funciona, mas os motores descrevem sempre os mesmos movimentos e o servo não faz os movimentos corretos de virar para a esquerda e direita. Quando retiro da placa o sonar, o servo passa a funcionar corretamente, mas os motores continuam descrevendo os mesmos movimentos repetitivos de ir para frente e virar sempre o mesmo motor. O problema aparentemente está no sonar, mas já verifiquei suas ligações e elas estão corretas. Gostaria de algumas dicas para solucionar o problema.

Yuri Cergole Ambrosio
Ubatuba - SP

Verifique se você posicionou corretamente a alavanca do servo, que irá segurar o sonar. A mesma deve apontar sempre para frente e, quando o robô detectar um obstáculo, o mesmo deverá girar livremente para a esquerda e para a direita.

Lembrando que utilizamos um servo Hobbico (pode ser o CS-60 ou CS61). Qualquer outro, mesmo que compatível, deverá ter suas posições "recalibradas" no software.

O problema que nos relatou nos é bastante estranho. Procuramos simular em laboratório vários problemas e o mesmo nunca foi detectado.

Você poderá proceder à troca do L293D e também do sonar para verificação.

A placa publicada está correta. Se você montou o robô de acordo com a placa publicada e sem qualquer alteração, o robô deverá funcionar.

Uma outra dica. No código-fonte falamos sobre a versão correta do TBasic (compilador) e também do *firmware*. Muitos leitores nos relataram problemas com a compilação e também com o funcionamento. Tudo deve estar de acordo com o indicado. Abaixo, você tem as mesmas recomendações feitas no código-fonte:

Compilador utilizado - Tbasic versão 1.0.0.0

Necessário Basic Step 1 firmware 2.6 ou superior

Verifique se as versões que possui, tanto para o compilador quanto para o firmware (demonstrado durante a gravação na barra de status) estão de acordo com o solicitado.



Semáforo inteligente

Há algumas edições tenho percebido que os projetos publicados utilizam soluções não muito baratas e de um mesmo fornecedor. A última edição, por exemplo, sugere um projeto com o novo Basic Step. Será que a Revista não poderia usar o antigo com um conversor AD externo ou ainda utilizar um PIC que além de mais barato, traz novos conhecimentos e mais recursos. A propósito, o sonar do Octa-1 (edição 1) serve no robô inteligente ?

Carlos Yoshito
São Paulo - SP

Temos dado bastante ênfase ao Basic Step 1. Trata-se de um microcontrolador embedded nacional, e muito simples de utilizar. Este microcontrolador ajudou e ajudará ainda muitos leitores leigos no assunto microcontroladores a entrarem nesse fascinante mundo.

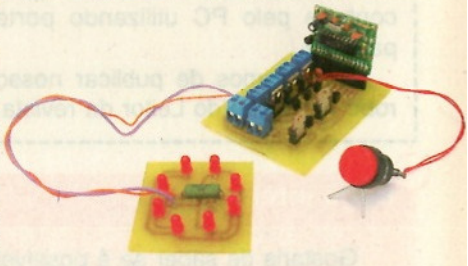
É nossa intenção trazer projetos para nossos leitores com microcontroladores PIC, 8051 e AVR para próximas edições. Porém não deixaremos de mostrar outros projetos com o Basic Step 1, pois temos um número muito grande de iniciantes e que precisam de nossa ajuda.

Sobre sua dica para o artigo, estamos preparando a segunda parte de dois artigos de muito sucesso na revista. Trata-se dos artigos "Como ampliar as portas de um microcontrolador" e "Medidas analógicas". Estes artigos estão sendo montados com microcontroladores da família PIC da Microchip. Esperamos assim, ajudar nossos leitores que se encontram já num nível mais avançado e gostariam de aprender mais sobre microcontroladores.

Também começaremos a publicar projetos interessantes com microcontroladores, demonstrando o uso de periféricos externos e outros.

Sobre o sonar utilizado na edição 1, você poderá utilizá-lo no projeto do robô inteligente, pois não existem muitas diferenças entre os mesmos. Se tiver qualquer dúvida sobre o uso e parâmetros, consulte o fabricante no link **www.tato.ind.br**.

Agradecemos seu contato e sugestões!



ENVIEM SUAS CARTAS PARA

Editora Saber Ltda.
Rua Jacinto José de Araújo, 315
CEP 03087-020 - São Paulo - SP
Ou *no site*:
www.mecatronicafacil.com.br/contato

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

ROBONEWS

Newton C. Braga
Sérgio Vieira

O QUE É QUE A BAHIA TEM?

A 24ª edição do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, realizada na cidade de Salvador (BA), contou uma novidade entre seus 13 eventos: a 1ª Jornada de Robótica Inteligente que tem como objetivo abordar temas em evidência, fomentar a pesquisa dos estudantes de Ciências da Computação e discutir a integração e diferenças regionais.

Entre uma e outra palestra, robôs realizaram várias disputas na RoboCup Brasil 2004 que foi dividida nas categorias: *F-180 Robôs de Pequeno Porte*, *Robôs Simulados*, *RoboCup Jr* e a *2ª Competição IEEE Brasileira de Robôs*, este último subdividido nas categorias: iniciantes e avançado.

O público não queria perder nenhum detalhe, por isso mesmo, antes do início das competições, várias pessoas se aglomeravam para ver os últimos ajustes que as equipes realizavam em seus robôs. Quem assistiu ficou maravilhado ao ver robôs subindo pirâmides, resgatando vítimas de madeira e jogando futebol. Já quem participou mesmo sem ganhar um dos troféus, levou o espírito de equipe, a cordialidade entre competidores e a motivação para o próximo JRI.

Espera-se que no próximo evento as diferenças regionais discutidas este ano diminuam, afinal, apesar do evento ser realizado na Bahia, o estado teve apenas um representante ao passo que o eixo "Rio – São Paulo" apresentou quatro equipes (Unifei, Mauá, Unesp e UFRJ). O Nordeste esteve representado ainda pela Universidade Federal do Rio Grande o Norte.

Rafael Lima Correia
Estudante de Ciência da Computação.
UNIFACS Salvador (BA)



LIMPADOR DE PISCINAS

A fabricante de piscinas e acessórios Sodramar apresentou no mercado nacional o primeiro modelo de robô destinado à limpeza de piscinas. Batizado com o nome Dolphin (golfinho, em inglês), o produto aspira até 700 m² por hora. O robô é capaz de limpar uma piscina semi-olímpica em no máximo 45 minutos, enquanto duas pessoas levariam de 3 a 4 horas, utilizando aspiradores manuais.



Equipado com um software inteligente que grava as dimensões da piscina, o robô só exige manuseio por controle remoto uma vez. Depois de memorizar, ele passa a reconhecer os limites e opera sozinho.

TOSHIBA APRESENTA SEU NOVO ROBÔ-CONCEITO APRIALPHA

O robô redondinho que você vê na foto pode se tornar um aplicativo doméstico para uma torradeira ou um televisor. A idéia da Toshiba é um robô que execute tarefas comuns no lar como, por exemplo, controlar os eletrodomésticos de sua casa, além de fazer o serviço de guarda.

Chamado ApriAlpha, ele funciona como uma interface amigável entre o equipamento e o usuário numa rede doméstica. O ApriAlpha usa a rede sem fio LAN IEEE802.11b para controlar eletrodomésticos através de um servidor que tenha recursos *Bluetooth*.

O pequeno robô pode ainda controlar dispositivos através de infravermelho usando comandos de voz. Por exemplo, você pode mandá-lo para uma sala vizinha com a ordem de ligar seu televisor e ajustar o VCR para um determinado programa.

Além disso, o ApriAlpha funciona como "cão de guarda". Dados sobre a planta de sua casa podem ser inseridos no robô e usados para que ele crie uma rota de vigilância cobrindo determinadas áreas.



A Toshiba brinca com seu projeto que certamente se trata de um vigia que não dorme no serviço, uma vez que usa células a combustível de metanol para sua alimentação direta.

MICROMOTORES DE ALTO TORQUE

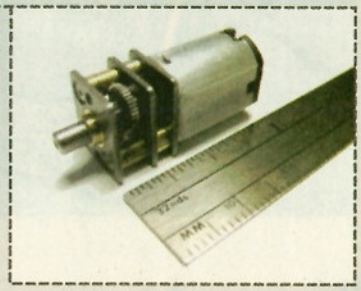
A Sanyo Sales Supplier está apresentando uma nova linha de micromotores de alto torque. A série denominada 12 GN mede apenas 12 mm e é formada por motores com engrenagens redutoras.

As medidas finais são 12 mm x 10 mm x 29 mm dos terminais ao eixo, pesando cada unidade apenas 8,7 g. Os torques partem de 200 mN.m.

O modelo NA1S possui uma taxa de redução de 1:175, enquanto que o NAS2 apresenta uma de 1:134,5.

O Modelo NA3S tem uma taxa de redução de 1:196,6 e o modelo NA4S possui uma de 1:297.

A faixa de rotações sem carga vai de 62 a 246 rpm e a corrente drenada é de 120 mA. Mais informações em: **www.sanyo.com.**



NOME NOVO PARA O SDR 4X II DA SONY

Até então, o nome do robô da Sony era SDR, abreviação de Sony Dream Robô. No entanto, a partir de agora a empresa prefere que ele seja chamado por um nome mais amistoso.

O novo nome parte de "Quest for Curiosity" de onde se chega a QRIO, cuja pronúncia é Curio. Ele caminha usando duas pernas, possuindo recursos para se equilibrar mesmo quando esbarra em obstáculos. E, se ele cai, consegue levantar-se sozinho.

O QRIO é capaz de distinguir vozes e rostos e pode se comunicar com as pessoas, expressando seus sentimentos através de movimentos e de conversação, além do uso de suas luzes.



CRIADO MOTOR ESFÉRICO, CAPAZ DE GIRAR EM QUALQUER DIREÇÃO

Pesquisadores da Universidade Johns Hopkins (Estados Unidos), criaram um motor esférico sem eixos capaz de girar em qualquer direção e sentido. Uma das primeiras aplicações da novidade é para braços de robôs que poderão ter flexibilidade e precisão impossíveis de se atingir com os motores tradicionais. A notícia foi publicada no *site* **www.inovacaotecnologica.com.br**

Para movimentar os braços dos robôs atuais são utilizados motores elétricos especiais, conhecidos como motores de passo. Para simular o movimento de um braço são necessários no mínimo dois motores. O primeiro faz os movimentos do eixo X e o segundo os movimentos do eixo Y. Para se conseguir um movimento no eixo Z, é necessária a construção de uma segunda articulação. Mas um movimento completo em três dimensões exige uma terceira articulação. Ou seja, um braço eficiente exigirá, no mínimo, seis motores. Mas um único motor esférico simula um ombro humano. Desta forma, além da maior precisão atingida, é possível construir-se um braço robótico com a metade do número de motores tradicionais necessários para se conseguir o mesmo movimento.

CONCURSO DE ROBÔS ASIMO

As escolas dos Estados Unidos que conhecem bem o Asimo, o mais avançado robô humanóide, vão participar de um concurso nacional. A competição consiste em formar-se grupos de estudantes que devem fazer um ensaio de pelo menos 1 000 palavras, descrevendo a visão de um futuro que tenha robôs humanóides.

Os ensaios devem cobrir dois temas principais:

1. Como os robôs humanóides podem ser usados para ajudar o conhecimento humano no futuro?

2. Como sua escola pode se beneficiar de uma visita do Asimo. A escola vencedora irá receber uma visita interativa com demonstração de robótica. Nesta apresentação as capacidades do Asimo serão demonstradas.

Mais informações sobre o conteste podem ser obtidas no *site* da Honda: **www.asimo.honda.com/contest.asp**.

ALFAIATE (DRESSMAN) – O ROBÔ QUE PASSA ROUPAS

A finalidade do robô "Dressman" é secar e passar camisas. Basta vestir a figura do robô com a camisa que deve ser seca e passada, que ele infla com ar quente e isso faz com que a camisa se ajuste em seu corpo desaparecendo as dobras.

Depois, um sistema de aquecimento interno faz com que ela seque e fique passada. O dispositivo possui em seu interior diversos elementos de aquecimento (resistências) que aquecem por igual a camisa. Além disso, o sistema que infla o robô dispõe de um filtro de ar que evita a presença de sujeira.

O tempo para se passar uma camisa é selecionado pelo usuário. Esse tempo depende do ajuste da temperatura e pode durar de 4 a 15 minutos. Uma camisa normal de algodão leva de 7 a 8 minutos para ser seca e passada.

O robô que passa roupas mede 173 cm x 36,5 cm x 45 cm e pesa 28 kg. O consumo é de 2150 a 3300 W dependendo do ajuste. Ele foi desenvolvido originalmente pela Siemens e não tem ainda uma previsão de data para que entre em produção.



Otto Von Guericke

Givanildo Amorim
Márcio Mercúrio
Vera Henriques
Wagner Gomes



"Aproximamo-nos de uma era em que, qual novo Prometeu, *o homem domesticará as forças obscuras e poderosas encerradas na matéria, para colocá-las a seu serviço. O raio, diante do qual se curva temeroso o selvagem, moverá máquinas prodigiosas e abrirá as portas para uma riqueza com a qual os alquimistas apenas sonharam*". - Jacob Berzelius, pai da Eletroquímica

Há vários séculos os homens especulam sobre a natureza do trovão e do raio. Na Idade Média, o eclesiástico inglês Bede sugeriu que o raio estava associado à fricção de nuvens e que o som do trovão provinha de seu impacto. Mas, foi graças às experiências de Otto Von Guericke que uma conexão foi feita entre eletricidade e a natureza do raio.

O estudo da Eletrostática começou por volta do século VI a.C., quando o filósofo grego Tales de Mileto descobriu que o âmbar, um certo tipo de resina vegetal, quando atritado com peles de animais, tinha a propriedade de atrair pequenos objetos materiais (temos certeza de que o leitor também suspeitou de que era de natureza elétrica a força que atraia os pedacinhos de papel para o tubo de caneta, depois de atritá-la no cabelo). Em grego, a palavra *elektron* significa âmbar, vindo daí a origem das palavras elétron, elétrico, eletricidade, etc.

William Gilbert (2100 anos depois de Tales!) descobriu que outros tipos de materiais, a exemplo do vidro, apresentavam propriedades similares ao âmbar, quando atritado com outros materiais. Gilbert fez mais alguns estudos sobre eletrostática, mas, vejam só, chegou à conclusão de que era um assunto trivial e abandonou suas pesquisas!

Talvez ainda usássemos lampiões em nossas casas não fosse a invenção da máquina eletrostática de Guericke. Otto Von Guericke nasceu a 20 de novembro de 1602, em uma das mais tradicionais famílias de Magdeburg, Alemanha. Guericke estudou Astronomia e, como um convicto copernicano, preocupou-se com a natureza do espaço.

A idéia que intrigava Guericke era a sugestão de que os corpos celestes reagiam uns aos outros por magnetismo (ele não aceitava a idéia de Gilbert de que a Terra era um grande ímã). Construiu, então, uma bola fundindo minerais para imitar o que julgava ser a real composição da Terra. No final, a esfera continha uma grande quantidade de enxofre (mais tarde ele usou uma esfera de enxofre puro).

Para imitar o movimento de rotação da Terra, ele fixou esta esfera em um eixo horizontal, provido de uma manivela (qualquer semelhança com a máquina que você vai construir não é mera coincidência). Notou então que, freada com uma das mãos do operador (revestida por uma luva), a esfera adquiria, devido ao atrito, propriedades similares às do âmbar, quando atritado.

Assim ele inventou não apenas a primeira máquina elétrica, mas descobriu atração e repulsão elétricas. Sua invenção fez com que ele fosse o primeiro estudioso a criar uma faísca elétrica.

Von Guericke é mais conhecido por sua experiência que comprovou a existência da pressão do ar. Ele se interessava pela possibilidade do espaço vazio e as implicações disso. Guericke fez a primeira bomba de sucção em 1647 e continuou nos anos seguintes trabalhando para transformá-la em uma real bomba de ar.

Em 1650 inventou a bomba de ar que criava um vácuo parcial. Usou sua invenção para estudar o papel do ar na combustão e na respiração. Fez várias experiências muito espetaculares com as suas bombas.

Em 1654, uniu dois hemisférios de cobre, formando uma esfera oca de aproximadamente 35,5 cm de diâmetro. Depois de remover o ar da esfera, dois grupos de oito cavalos não puderam separar os dois hemisférios, embora estes só fossem unidos pelo ar ao seu redor. Assim, a tremenda força da pressão do ar foi demonstrada pela primeira vez.

Temos que ressaltar que as descobertas de Guericke a partir de sua máquina eletrostática foram feitas em um tempo em que muito pouco se sabia sobre eletricidade e, por isso, chamaram a atenção de muitos estudiosos da época. Para se ter uma idéia de como era escasso o conhecimento sobre eletricidade nesse período, era um costume pessoas tocarem sinos nos campanários das igrejas para espantar os raios.

Em 1786 o parlamento de Paris publicou uma lei proibindo tal prática porque, de 386 raios registrados, 103 pessoas haviam sido fulminadas pelas descargas elétricas que desciam pelas cordas molhadas dos sinos.

Depois de Guericke, muitos outros fenômenos elétricos foram descobertos, mas foi somente no século dezenove que Faraday e Maxwell sintetizaram o conhecimento desenvolvido até então, formulando a teoria do Eletromagnetismo na forma como conhecemos hoje. f

Idéia, projeto e fabricação em competições estaduais

(entrevista com Luso Ventura, presidente da SAE Brasil)

Sérgio Vieira



Fotos: SAE Brasil/Divulgação

Competição Baja Cross.

Neste mês de novembro, a SAE Brasil - Sociedade Brasileira de Engenheiros da Mobilidade - estará realizando a 13ª edição do Congresso e Exposição de Tecnologia da Mobilidade. Junto ao evento será inaugurado um novo tipo de competição dirigida a estudantes de todo o país: Fórmula 2004 - competição que envolve o projeto e desenvolvimento de um veículo do tipo fórmula. Ele deverá ser projetado e fabricado por estudantes sem o auxílio direto de profissionais de Engenharia, competidores ou qualquer profissional.

Esse evento irá somar-se a outros do gênero que já são realizados pela entidade. São eles: Competição Baja Cross - projeto e construção de veículos do tipo *baja*; e AeroDesign - projeto e construção de aeromodelos. Em comum nos três eventos está a contribuição para o aprimoramento profissional dos engenheiros que irão projetar nossos meios de locomoção no futuro. O aprendizado obtido nesses eventos, mercado de trabalho e a formação de engenheiros no Brasil foi assunto nessa entrevista que você acompanhará agora com **Luso Ventura**, presidente da SAE Brasil.



Luso Ventura, presidente da SAE Brasil.

Mecatrônica Fácil: Como diretor da SAE Brasil, que campos da engenharia da mobilidade você vê como promissores no Brasil para geração de empregos? Ou seja, a indústria automobilística deve ser a que mais emprega, mas há alguma outra com grande potencial de abrir portas para o mercado de trabalho? Por quê?

Ventura: *Sem dúvida, a indústria automobilística continuará a ser a maior empregadora no campo da mobilidade. A indústria de tratores e a de máquinas agrícolas vêm se firmando como outra grande empregadora no Brasil, em vista do continuado crescimento do agronegócio. Os demais modais de transporte somente se destacarão em termos de crescimento no número de empregos se houver uma definição política e econômica bem clara para sustentá-lo. É o caso dos modais ferroviário e naval.*

MF: Nas competições estudantis desenvolvidas pela SAE Brasil há a participação da mecânica e da eletrônica. Em qual das duas áreas os estudantes quebram mais a cabeça para desenvolver projetos? Qual seria o motivo?

Ventura: *Nas competições há também os aspectos gerencial e econômico do projeto que geram muita dor de cabeça nos estudantes. A eletrônica ainda participa pouco dos veículos. A mecânica ainda é a principal.*

MF: Nessas competições, os estudantes absorvem muitas das tec-

"O objetivo das competições é fazer com que o estudante se envolva nas diferentes etapas de um projeto, trabalhe e sinta a importância da atuação em grupo."

nologias desenvolvidas no ambiente industrial. Será que o movimento contrário também acontece, ou seja, há tecnologias desenvolvidas em competições estudantis que foram absorvidas por indústrias?

Ventura: *Os veículos (e aeronaves!) são bastante simples nas competições; raramente deve haver fluxo competição => indústria. O objetivo das competições não é exatamente esse. É fazer com que o estudante se envolva nas diferentes etapas de um projeto, trabalhe e sinta a importância da atuação em grupo.*

MF: Em geral, há uma distância muito grande entre o que o estudante vê num curso de Engenharia e aquilo com que ele entra em contato na vida profissional?

Ventura: *Qualquer curso universitário prepara o aluno para enfrentar muitos dos desafios profissionais futuros. Se verificarmos em que áreas os formados em Engenharia são aproveitados, vamos entender que a formação é bastante ampla e dá ao profissional grandes possibilidades.*

MF: Que avaliação você faz do ensino no Brasil na área de engenharia que envolve mobilidade (automobilística, naval, aeronáutica, etc.)?

Ventura: *O que ocorre no mercado de trabalho após a Universidade é, sem dúvida, reflexo do ensino no Brasil. Inúmeros profissionais brasileiros fazem carreira internacional em suas empresas e são reconhecidos como extremamente competentes tecnicamente, versáteis e flexíveis. Características valorizadas e não muito comuns no mercado internacional. Os produtos brasileiros também refletem a qualidade dos profissionais que os projetam e produzem.*

MF: Referente à pergunta anterior, há pontos para serem melhorados no ensino da Engenharia?

Ventura: *O ensino evidentemente pode e deve melhorar, acompanhando os avanços da tecnologia e as exigências do mercado. A SAE vem atuando junto com as instituições de ensino com este objetivo, seja nos cursos de graduação, seja nos de pós-graduação.*



Aeronave da FEI desenvolvida para Aerodesign.



Todo grande projeto parte de uma idéia simples



MECATRÔNICA FÁCIL

Leitura ideal para estudantes e professores

Bimestralmente nas bancas

Acesse o site:
www.mecatronicafacil.com.br
e receba por e-mail
GRATUITAMENTE
o Informativo Mecatrônica Fácil
com notícias e artigos completos

Educação com Diversão

Um dos grandes desafios dos educadores é conseguir cativar o interesse dos alunos nos assuntos que são ministrados. Isto vale para alunos de todas as idades, crianças ou adultos, não só em colégios e Universidades, mas também no meio profissional. Neste artigo apresentaremos algumas abordagens para incentivar os alunos a aprender e reter o conhecimento.

Mauro Vianna

Ensinar não é fácil. Na verdade, aprender também não é. Nós vivemos numa época de necessidades de conhecimento cada vez maiores e as fontes de informação são inúmeras. TV, jornais, livros, internet, etc. Os educadores têm a missão não só de passar o conhecimento para os alunos, mas também de fazer com que este conhecimento seja entendido e retido pelos alunos.

Quando falamos de crianças e adolescentes, este desafio é ainda maior, pois nem sempre a importância e a relevância do conhecimento estão claras para eles. Muitas vezes, as matérias são consideradas chatas ou enfadonhas.

APRENDER FAZENDO

Um dos visionários nesta área é o professor do MIT, Seymour Papert (**www.papert.org**). Na década de 60 ele propôs que computadores fossem utilizados como ferramenta de ensino. Na época, isso soava como ficção científica. Mas ao longo dos anos, do seu laboratório saíram idéias em prática hoje como a linguagem Logo e o conceito inicial que, futuramente, tornou-se o Lego Mindstorms.

A linguagem Logo, já abordada em diversas edições nesta Revista, permite que crianças possam ser facilmente introduzidas ao mundo da computação, aprendendo como criar passos básicos para gerar desenhos na tela. Extrapolando o uso da linguagem, podemos controlar robôs no mundo físico utilizando o mesmo conceito.

Já o conceito educacional por trás do Lego Mindstorms é mais profundo: o uso da robótica para ensino. Uma característica importante é que este produto transformou a robótica num brinquedo, desmistificando o conceito. Mais do que isso, foi introduzido o conceito de computação embarcada (microcontolador), motores e outros conceitos mecânicos integrando os mesmos a uma linha de brinquedos já popular entre as crianças.

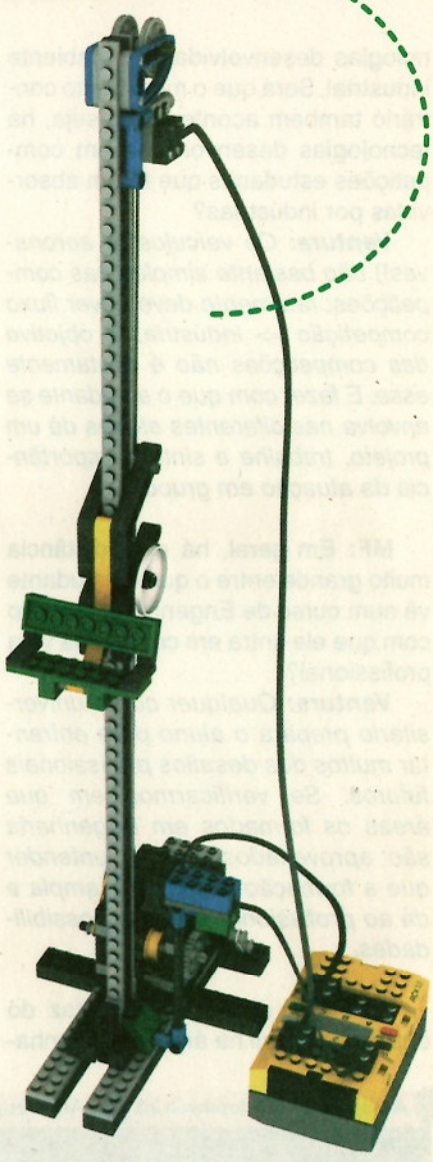
APLICAÇÕES NO ENSINO

As possibilidades para o ensino são diversas. Vamos tomar como exemplo o modelo TurboDrop. Este modelo é uma miniatura do Kabum, aquele brinquedo no qual caímos em queda livre em parques de diversões.

Começando pela montagem, os alunos precisam aprender a trabalhar em equipe. Para que o modelo funcione, várias coisas precisam ser feitas: montagem, programação, testes, cálculos, documentação, etc. Dividir o grupo e especificar a função de cada um é importante para que o trabalho seja bem sucedido.

Uma vez montado, o modelo pode ser usado para estudar Física. Como é um modelo que emprega queda livre, é possível conduzir experiências de Física como, por exemplo, calcular o tempo de queda livre, calcular o trabalho realizado para elevar o carro até o topo, etc.

Porém, o uso da robótica no ensino não está restrito apenas a ciências exatas. Pode-se utilizar outros modelos para incentivar o aprendizado em outras áreas, como Ecologia, Biologia, História, etc. Na verdade, o apelo da robótica serve como atrativo para os alunos se interessarem em conduzir experiências. Manipular objetos físicos, como peças de Lego, facilita a retenção de conhecimento, seja esse obtido de livros ou computadores.



APLICAÇÃO EM EMPRESAS

A aplicação de técnicas de construção não se restringe apenas ao aprendizado de crianças e adoles-

centes. No meio empresarial, muitas vezes, o uso de material físico como material didático ajuda bastante a perceber, de forma simples, a complexidade de problemas do dia-a-dia e a entender melhor como resolvê-los.

Por exemplo, um exercício possível em técnicas de treinamento de grupo utiliza um pequeno modelo (avião, carro, etc.) construído com peças de Lego. Um modelo montado se encontra num local onde um membro do grupo, o observador, pode ver apenas uma vez. Após observar o modelo, ele deve retornar ao grupo e passar as instruções ao resto do grupo, que deverá montá-lo num tempo delimitado. O observador pode apenas instruir, não montar.

Esta tarefa, supostamente simples, se torna um desafio, pois esbarra em dificuldades como a capacidade do observador se expressar, a capacidade do grupo se organizar e de receber instruções, a pressão do limite de tempo e problemas de comunicação. Todas estas dificuldades são comuns no dia-a-dia do trabalho. O uso de material didático permite reproduzir estas situações reais em ambiente de laboratório, fazendo com que as pessoas entendam melhor os problemas e possam se beneficiar das técnicas aprendidas.

Algumas variações destes exercícios promovem competição entre os grupos. Por exemplo, gerando pontuação para quem terminar primeiro. Além de reproduzir a pressão existente no dia-a-dia, é adicionado um toque de diversão, pois o ser humano é naturalmente competitivo e se diverte competindo. Este tipo de atividade é conhecido como *Edutainement* (*Education* + *Entertainement* = Educação + Diversão).

COMPETIÇÕES

No nível universitário há competições que incentivam a criatividade, o aprendizado e o trabalho em equipe. Por exemplo, recentemente foi realizado o ENECA 2004 (**www.eneca.com.br**), Encontro Nacional dos Estudantes de Engenharia de Controle e Automação. Neste evento são promovidas competições como o "desafio inteligente a guerra de robôs". Nesta competição, grupos de diversas universidades se enfrentam com seus robôs construídos em seus laboratórios. Os alunos têm a oportunidade de exercitar seus conhecimentos de eletrônica, eletricidade, programação, mecânica fina e de projetos para construir seus robôs e colocarem a prova na competição.

No nível colegial, uma competição interessante é o First Lego League (**www.firstlegoleague.org**), que chegou ao Brasil e já foi coberto nesta Revista. Neste evento, competidores têm que montar robôs construídos com Lego para executar missões estipuladas pelos organizadores. O clima é de competição e companheirismo.

CONCLUSÃO

Abordar o ensino de forma interativa e divertida é uma maneira interessante de cativar o interesse de alunos de todas as idades. Tornar o aprendizado divertido e acompanhado por uma atividade prazerosa, facilita o aprendizado dos alunos, pois estas atividades incentivam a curiosidade e a retenção do conhecimento.

Você já pensou sobre a importância do aterramento da sua máquina?

Assuntos como este você encontra na revista:

SABER ELETRÔNICA
TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

Mensalmente nas bancas

www.sabereletronica.com.br

Buscando informações para seu aperfeiçoamento profissional em Automação Industrial?

Encontre-as na revista:

MECATRÔNICA Atual
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS E MANUFATURA

Bimestralmente nas bancas

www.mecatronicaatual.com.br

Criadores de gênios

Escolas com excelente infra-estrutura e métodos apropriados de trabalho conseguem envolver alunos e educadores.

Sérgio Vieira



Alunos do Dante conferem dados no PC.

Desde que as primeiras escolas do mundo foram criadas, uma questão sempre costuma intrigar educadores: "Qual a melhor forma de envolver os meus alunos?", ou "Como fazer para que eles entendam o que estou querendo ensinar?", ou ainda "O aproveitamento deles em sala de aula está satisfatório?".

Esta transmissão do conhecimento que está na cabeça de um professor para um aluno, ou fazer com que o aluno, por conta própria, sinta-se estimulado para ir atrás de respostas tem se revelado como um dos maiores desafios da Educação. Várias ferramentas e métodos têm sido utilizados para vencer esses desafios. Uma delas é a Robótica que é aplicada como atividade paralela no ensino fundamental e médio.

"O trabalho em equipe, formular hipóteses, a questão da tentativa e do erro são os principais conceitos que estão por trás da Robótica", acredita a professora Elenice Lobo, que também é coordenadora de Informática do Colégio Santo Américo, localizado na cidade de São Paulo. Segundo ela, o colégio foi um dos primeiros do país a apostar na Robótica como ferramenta de trabalho e, desde 1996, passou a investir em infra-estrutura e materiais ligados à área.

Num espaço de 150 metros quadrados, os estudantes constróem robôs a partir de *kits* ou de sucatas. Uma área do laboratório foi reservada especialmente para guardar restos de impressoras, computadores, CDs velhos, LEDs, rádios, pedaços de madeira e metal. Para orientar os alunos no meio de toda essa tralha, três coordenadores dividem-se entre as tarefas de computação, eletrônica, marcenaria e artes plásticas. Cada um deles procura acompanhar o aluno naquilo que ele queira desenvolver ou conhecer.

"Os alunos de quinta a oitava série são os maiores freqüentadores do laboratório", comenta Gilson Domingues, que os orienta na parte de eletrônica e computação. Seu irmão "Gerson" supervisiona as atividades de artesanato, massas e marcenaria e Cláudio Moisés M. Tiago cuida dos *kits* prontos. Da cabeça dos estudantes já saíram toca-discos, osciladores, projetos com massas e várias animações em flash.

Pelo fato de não terem obrigação com nenhum projeto, Gilson acredita que o conhecimento adquirido pelos estudantes acontece por "osmose",



Gerson e Gilson, os irmãos ajudam na orientação dos alunos do Colégio Santo Américo.



Alunos do Colégio Magno durante a construção de uma grua.

isto é, vai sendo absorvido aos poucos sem imposição. A única exceção nas atividades do laboratório acontece às sextas-feiras dentro do curso introdutório à Eletrônica que recebeu o nome de "Sexta Flexibilizada". Na oportunidade, os alunos interessados começam a receber uma explicação didática sobre transmissão de sinais, programas, fenômenos da energia elétrica, etc.

"Nossa proposta é a de tornar o aluno um solucionador de problemas com idéias criativas e simples. O sistema é deixar o aluno à vontade, sem pressão", comenta o orientador do Santo Américo. Dessa forma, os alunos vão entrando no laboratório e passam a mexer naquilo que mais lhe desperta a atenção. Surgindo dúvidas ou questionamentos, os orientadores entram em ação sugerindo que eles busquem as respostas, formulem teorias e tentem comprová-las.

Para este ano, uma das atividades proposta pelos próprios alunos é a construção de um presépio animatrônico no Natal. Também no final do ano acontece uma competição a partir de *kits* prontos envolvendo várias equipes. A proposta é apresentar o desafio aos estudantes apenas um dia antes da competição. No dia da prova, o aluno precisa construir um veículo e realizar o percurso e as tarefas em menor tempo possível.

Recentemente, o colégio decidiu implantar outra novidade para os alunos: documentar em um diário a construção e descobertas adquiridas em cada projeto. É um hábito que já é praticado pelos orientadores e espera-se que os alunos passem a adquiri-lo.

Deixar o aluno livre para indagar questões e criar projetos também é a linha seguida pelos instrutores do Colégio Magno (São Paulo). Dentro dessa metodologia já foram fabricados várias "engenhocas". Uma delas de maior prestígio no colégio foi um carro alimentado por energia solar e controlado por um *joystick*. O projeto foi tema de várias reportagens na grande imprensa e está em exposição para visitantes no colégio.

Antes de ir serrando ou desmontando coisas, os estudantes do Colégio Magno recebem aulas de mecânica e eletrônica onde são transmitidos alguns conceitos básicos. Já nesta fase começam algumas indagações. "Percebe-se que os alunos têm uma maior dificuldade com a mecânica, na parte de polias, engrenagens e equilíbrio", diz Edson Davi Ferraz, instrutor das aulas de Robótica e Mecatrônica. Edson coordena através da sua empresa Robotec aulas de tecnologia em 22 colégios da capital paulista.

Segundo ele, os instrutores vão orientando os alunos mediante as questões que recebem e procuram interferir só quando convocados. "Procuramos pontuar principalmente nas questões que demoram mais. A geração de hoje quer respostas rápidas e qualquer projeto que demore muito acabando ficando entediante".

A simulação de uma exploração de Marte é outro projeto que está sendo tocado pelos estudantes do Colégio Magno. Um robô controlado via IP (*Internet Protocol*) irá percorrer uma cratera de sete metros de diâmetro instalada na escola. Três câmeras adaptadas no robô enviarão imagens a um centro de controle. A idéia desse projeto é que os alunos vislumbrem o ambiente criado e desenvolvido pela Nasa nos Estados Unidos.

DANTE PRIVILEGIA O TRABALHO EM GRUPO

O Dante Alighieri é outro colégio na cidade de São Paulo que dispõe de uma excelente infra-estrutura para envolver os alunos em atividades ligadas à Robótica, Mecatrônica e tecnologias da informação. As atividades integradas com computadores, *kits*, marcenaria e modelagem iniciaram-se em 2002 e o aproveitamento em sala de aula tem demonstrado que os investimentos na área estão valendo a pena.

"Percebemos que os alunos começaram a fazer *links* da Robótica com as matérias tradicionais em sala de aula", disse Valdenice Minatel Melo de Cerqueira, coordenadora do Departamento de Tecnologia Educacional do Colégio Dante Alighieri.

A metodologia do colégio é o de empregar os professores de Física, Química, Biologia, Matemática e das demais matérias básicas para coordenar as atividades de Robótica com os alunos. O trabalho começa com a definição do que é problema para os alunos e como eles podem ser agentes de intervenção em questões sociais. "Pedimos para eles observarem quais são os problemas que atingem um grande número de pessoas". Depois que uma idéia "pinta" na cabeça do aluno, é discutido qual o objetivo daquele projeto e que contribuições podem dar à sociedade.

A coordenadora informou que com esse método fica mais fácil para explicar aos alunos que cada pessoa possui certas habilidades naturais e que as mesmas podem ser contribuir para melhorar o meio ambiente. Aos alunos cabem descobrir essas características e onde aplicá-las.

O Colégio Dante Alighieri possui nove oficinas de estudo da Robótica onde cada uma parte do princípio de que precisa criar um produto. A



Profª Valdenice: alunos fazem associação com materiais tradicionais

partir da primeira série do Fundamental iniciam-se as atividades com *kits* prontos. Já na terceira série, os alunos começam a ser estimulados a usarem sucata e na oitava ficam bem mais à vontade para encontrarem as melhores soluções. Dois professores ficam encarregados de dirigir grupos de, no máximo, 16 alunos. Não são admitidos trabalhos individuais.

Para montar os projetos, os alunos dispõem de um laboratório com vários computadores e monitores de 17 polegadas instalados numa plataforma inferior, assim a mesa fica livre para a manipulação de peças e ferramentas. Além dos *kits* prontos, os alunos realizam buscas de sucata no almoxarifado do colégio e trabalham com placas de interfaces. Todos os anos, o Dante organiza um evento aberto à comunidade para apresentar os projetos desenvolvidos durante o ano pelos estudantes.

Teleduc - Um dos projetos mais recentes implantado pelo Dante Alighieri está conseguindo despertar os alunos para a importância do registro das experiências obtidas nos projetos, ou seja, escrever um diário de bordo. "É importante mostrar para eles que a Ciência caminha sobre degraus que foram construídos por outras pessoas", comenta a coordenadora de Tecnologia Educacional.

Esse registro de experiências está sendo conseguido através do Teleduc, ambiente livre para criação de cursos e educação via Web. Desenvolvido pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação da Unicamp, o Teleduc é de fácil utilização e tem como elemento central a ferramenta que disponibiliza atividades. De acordo com os desenvolvedores, isto permite que o aprendizado de conceitos em qualquer domínio do conhecimento seja feito a partir da resolução de problemas, com o auxílio de textos, software, *links* na Internet, figuras, etc.

O Grupo de Estudos Experimentais em Tecnologia do Dante é o primeiro a participar da experiência e através do Teleduc estão trocando *e-mails*, conhecendo melhor os colegas de trabalho, indicando *sites*, batendo papo via Web e, é claro, construindo o seu Diário de Bordo. "Eles vão aprendendo que todo trabalho científico começa bem antes", comenta Valdenice Minatel.

MESMO TEMA SOB VÁRIOS ÂNGULOS

No Colégio Bandeirantes (outro da cidade de São Paulo), além de dispor de excelente infra-estrutura, o segredo para que tecnologias auxiliem no rendimento escolar é trabalhar de forma lúdica disciplinas como Física e de Matemática. "Desta forma, permite-se um melhor aprendizado em sala de aula", comenta Sergio Boggio, diretor de Tecnologia Aplicada à Educação do colégio.

Segundo ele, quando se utiliza exemplos do cotidiano de forma interdisciplinar nas aulas gera-se no aluno um natural envolvimento com ferramentas de tecnologia. "Quando trabalhamos, por exemplo, o tema biotecnologia procuramos transportá-lo para a área de línguas com textos de jornais, revistas e Internet". Em Estudos Sociais será abordado o lado histórico, ético, moral e as implicações sociais do tema. Em ciências (Matemática, Biologia, Física e Química) serão trabalhadas as bases científicas. De acordo com o perfil do aluno (biológicas, exatas ou humanas), há um envolvimento maior com alguma disciplina, mas ele não deixa de ver um mesmo tema sob vários pontos de vista.

Projeto social que saiu da lata

Um projeto social desenvolvido pelos alunos do Colégio Santo Américo não poderia ter nome melhor: "Na lata". Segundo Gilson, um dos orientadores do Laboratório de Robótica do colégio, tudo começou na lanchonete da escola entre um cafezinho e outro.

"Ficava observando a quantidade de latas que as cozinheiras utilizam para fazer o leite das crianças. Depois de utilizadas será que essas latas não servem para nada?". Com a interrogativa na cabeça, depois do café, Gilson voltava para o laboratório onde os alunos estavam desenvolvendo placas de controle de baixo custo. Durante um desses cafés teve uma epifania: "Por quê não colocar a placa de baixo custo dentro dessas latas?". Os alunos foram os primeiros a topar a idéia, mas eles queriam mais: "Por quê não agregar isso aos projetos sociais da escola?". Foi a partir daí que surgiu o projeto "Na lata".

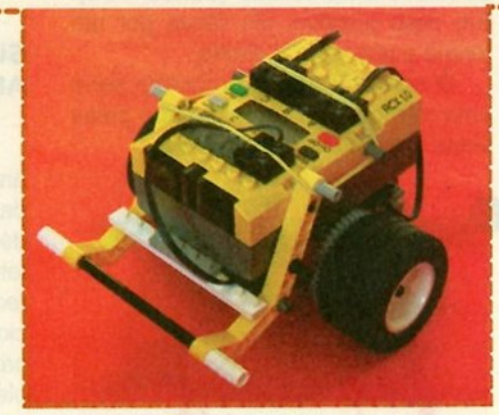
Uma vez por semana, crianças da Favela Paraisópolis entram no laboratório do colégio para aprenderem com alunos da quinta a oitava série como confeccionar e montar placas de circuito impresso. Depois, aprendem também a adaptá-las em latas de leite. "É fascinante ver nossos alunos ensinando outros meninos", comenta Gerson, outro orientador do laboratório.



Placa que será inserida na lata de leite.

As crianças da Favela Paraisópolis estão finalizando a construção das primeiras placas que funcionam em interface com o computador. Além de adquirir conhecimento, espera-se agora que, a partir das latas, seja construídos robôs, carrinhos ou sistemas inteligentes.

Programando Robôs Parte 3



Ao contrário dos computadores, os robôs têm uma grande necessidade de interagir com o mundo real e reagir de acordo. Por isso, a programação de robôs se beneficia bastante de programação multitarefa. Neste artigo, mostraremos como utilizar o recurso multitarefa na programação de robôs, empregando o RCX da Lego e a linguagem NQC.

Mauro Vianna

Até o momento, utilizamos técnicas de programação convencional, ou seja, executando comandos seqüenciais nos nossos programas. Porém, existe uma outra técnica útil para mecatrônica, que é a programação multitarefa. Um programa multitarefa funciona como se fossem vários programas rodando ao mesmo tempo e interagindo entre si. Este recurso é bastante útil para robôs, pois permite que eles possam interagir de uma forma mais fácil aos vários estímulos do ambiente.

MULTITAREFA

O princípio da programação multitarefa é simples. Criam-se duas ou mais tarefas, que são executadas simultaneamente. Cada uma cuida de um aspecto específico do comportamento do robô.

Para compreendermos melhor como funciona, vamos usar um exemplo básico. Suponha um robô simples do tipo "cadeira de rodas" como o apresentado na **figura 1**. Este robô tem dois motores ligados às rodas esquerda e direita, respectivamente. Além disso, ele tem um pára-choque ligado a um sensor de toque para detectar colisões frontais.

1 Robô simples do tipo cadeira de rodas.



Desejamos que este robô ande numa rota quadrada continuamente. Porém se ele colidir com algum obstáculo, queremos que ele recue, gire para a direita para desviar do obstáculo e continue a andar na rota quadrada.

Um programa simples em NQC utilizando multitarefa é apresentado no **quadro 1**.

Todas as tarefas são descritas pelo comando *task*. A sintaxe pode ser vista na **tabela 1**. Existe uma tarefa especial, chamada *main*, que é sempre executada ao chamarmos um programa NQC. No nosso programa, a tarefa *main* inicializa o sensor de toque e dispara a execução paralela de outras duas tarefas: *move_quadrado* e *checa_sensores* através do comando *start*. A partir daí, estas duas tarefas são executadas continuamente.

A tarefa *move_quadrado* é responsável pelo movimento normal do robô, ou seja, mover-se em uma rota quadrada. A tarefa é um *loop* que move o robô para frente por um tempo, depois gira para a direita por um tempo. Ajustando os tempos adequadamente, o robô se moverá num quadrado ou qualquer outro polígono desejado.

Q1 Programa para andar num quadrado e desviar de obstáculos.

```
task main()
{

SetSensor(SENSOR_1,SENSOR_TOUCH);
   start checa_sensores;
   start move_quadrado;
}

task move_quadrado ()
{
  while (true)
  {
    OnFwd(OUT_A+OUT_C);
Wait(100);
    OnRev(OUT_C); Wait(85);
  }
}

task checa_sensores ()
{
  while (true)
  {
    if (SENSOR_1 == 1)
    {
      stop move_quadrado;
      OnRev(OUT_A+OUT_C);
Wait(50);
      OnFwd(OUT_A); Wait(85);
      start move_quadrado;
    }
  }
}
```

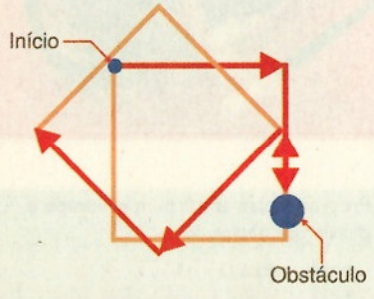
T1 Comandos NQC.

Comando	Sintaxe	Descrição
Task	Task<tarefa> {comandos}	Cria a tarefa e relaciona os comandos a serem executados na mesma
Start	Start<tarefa>	Inicia a execução de uma tarefa
Stop	Stop<tarefa>	Pára a execução de uma tarefa

A tarefa *checa_sensores* é responsável por tratar as colisões. Ela também é um *loop*, onde é verificado se houve uma colisão (Sensor ==1). Em caso positivo, ele recua por um tempo e gira para a direita.

O resultado deste programa seria uma rota como a representada pelas setas "cor de laranja" **figura 2**.

2 Rota do robô.



Embora o uso de multitarefa simplifique a programação, ela traz alguns desafios, pois as tarefas podem disputar alguns recursos não compartilháveis do robô. No nosso exemplo, ambas as tarefas usam os motores que movimentam o robô. Isto é um problema, pois ambas as tarefas podem executar comandos conflitantes como, por exemplo, querer que o robô ande para trás e para frente ao mesmo tempo.

No nosso exemplo, a solução foi priorizar o uso de recursos. A tarefa *checa_sensores* tem prioridade, pois está desviando de obstáculos. Esta prioridade foi implementada através da interrupção da tarefa *move_quadrado* durante o desvio, utilizando o comando *stop*. Após terminar o desvio, a tarefa *move_quadrado* é reinicializada através do comando *start*.

Percebam que esta técnica não se limita a apenas duas tarefas. Podemos criar uma tarefa para cada comportamento desejado do robô. O uso de tarefas executadas em paralelo simplifica a programação, pois implementar vários comportamentos simultaneamente utilizando programação seqüencial envolve lógicas complexas, que tendem a ser ineficientes para robôs, pois estes as executam em tempo real.

Mas, ao se criar várias tarefas, o controle do uso dos recursos críticos (por exemplo, motores) pode se tornar complicado com três ou mais tarefas. Em seguida veremos uma técnica que simplifica esta questão.

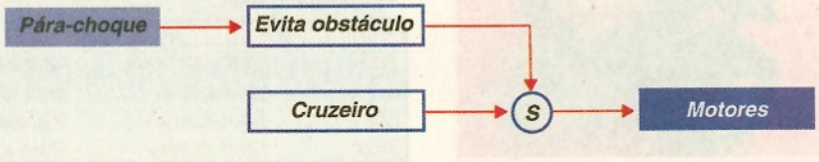
SUBSUMPTION ARCHITECTURE

Um dos grandes pesquisadores na área de robótica é Rodney Brooks da universidade americana MIT. Na década de 80 ele propôs uma arquitetura chamada *Subsumption Architecture*, diferente da abordagem tradicional. O princípio básico é que um programa composto por tarefas simples pode ser mais eficiente do que programas mais complexos. Fazendo uma analogia com o mundo animal, imitar o comportamento de um inseto pode ter mais sucesso do que tentar imitar, por exemplo, a inteligência humana. Mesmo regras simples podem resultar em comportamentos complexos em função do ambiente com o qual o robô interage. Imitar a inteligência humana exigiria computadores e programas muito mais complexos e caros.

A arquitetura proposta por Brooks assume que cada comportamento pode ser disparado por um ou mais estímulos (sensor), que por sua vez utilizará um ou mais recursos. Como o uso de recursos compartilhados é crítico, as tarefas que compartilham os recursos são priorizadas. Isto pode ser representado por uma simbologia apresentada na **figura 3**.

Este diagrama representa o comportamento do robô descrito anteriormente. O comportamento "Cruzeiro" é implementado pela rotina *move_quadrado*, ao passo que o comportamento "Evita obstáculo" é implementado pela rotina *checa_sensores*. Vemos também que "Evita obstáculo" é disparado pelo estímulo "Pára-choque" e tem maior prioridade do que "Cruzeiro" sobre o controle dos motores. Isto é representado pela seta superior acima do Controle (círculo com S).

3 Diagrama do comportamento do robô.



O que é interessante desta simbologia é que podemos representar o comportamento desejado do robô antes de escrevermos uma linha de código! Isto ajuda muito, pois evita erros nos programas, que são muito difíceis de solucionar num ambiente multitarefa em tempo real.

Porém, como podemos passar do diagrama para o programa? O ideal é adotarmos uma arquitetura adequada para o nosso programa. O **quadro 2** apresenta uma versão modificada do programa, mas que adota uma arquitetura de *software* que facilita a implementação da "subsumption architeture".

À primeira vista, este programa parece ser mais complicado do que o primeiro. No entanto, ele está mais preparado para lidar com mais tarefas e usa uma arquitetura mais genérica e estruturada.

O comportamento do robô é regido por duas tarefas: *cruzeiro* e *evitar*. Estas tarefas são bem semelhantes às tarefas anteriores *move_quadrado* e *checa_sensores*, descritas previamente. A rotina *cruzeiro* simplesmente ordena o robô para andar em frente. A rotina *evitar* evita o obstáculo de forma mais aleatória do que a anterior. Porém, a grande mudança é que nenhuma das tarefas comanda os motores diretamente. O que elas fazem é definir o comportamento desejado através das variáveis *comandocruzeiro* e *comandoevitar*.

A prioridade é definida pela tarefa de apoio *arbitro*. Esta tarefa verifica os comandos das tarefas em seqüência e define o comportamento final, armazenado em *comandomotor*. Ao chamar a rotina *controleMotor*, os motores são acionados com o comportamento desejado. Percebam que a verificação dos comandos das tarefas começa pela menos prioritária (*comandocruzeiro*) e termina com a mais prioritária (*comandoevitar*).

Nesta arquitetura, nenhuma tarefa precisa se preocupar com as outras,

Q2 Programa baseado na "Subsumption Architecture".

```
// Comandos de Motor.
#define COMANDO_NULO -1
#define COMANDO_AVANTE 1
#define COMANDO_REVERSO 2
#define COMANDO_ESQUERDA 3
#define COMANDO_DIREITA 4
#define COMANDO_PARADA 5
#define COMANDO_DESLIGA 6

//Sensor
#define SENSOR_PARACHOQUE SENSOR_1

int comandocruzeiro;

task cruzeiro() {
  comandocruzeiro = COMANDO_AVANTE;
  while (true) Wait(100);
}

int comandoevitar;

task evitar() {
  while(true) {
    if (SENSOR_PARACHOQUE ==1) {
      // Desvia do obstáculo.
      comandoevitar = COMANDO_DESLIGA;
      Wait(20);
      comandoevitar = COMANDO_REVERSO;
      Wait(50);
      // vira para esquerda ou direita aleatoriamente.
      if (Random(1) == 0) comandoevitar = COMANDO_ESQUERDA;
      else comandoevitar = COMANDO_DIREITA;
      Wait(Random(200));
      comandoevitar = COMANDO_NULO;
    }
  }
}

int comandomotor;

task arbitro() {
  while(true) {
    if (comandocruzeiro != COMANDO_NULO) comandomotor = comandocruzeiro;
    if (comandoevitar != COMANDO_NULO) comandomotor = comandoevitar;
    controleMotor();
  }
}

sub controleMotor() {
  if (comandomotor == COMANDO_AVANTE)
    OnFwd(OUT_A + OUT_C);
  else if (comandomotor == COMANDO_REVERSO)
    OnRev(OUT_A + OUT_C);
  else if (comandomotor == COMANDO_ESQUERDA) {
    OnRev(OUT_A);
    OnFwd(OUT_C);
  }
  else if (comandomotor == COMANDO_DIREITA) {
    OnFwd(OUT_A);
    OnRev(OUT_C);
  }
  else if (comandomotor == COMANDO_PARADA)
    Off(OUT_A + OUT_C);
  else if (comandomotor == COMANDO_DESLIGA)
    Float(OUT_A + OUT_C);
}

task main() {
  inicializar();

  comandocruzeiro = COMANDO_NULO;
  comandoevitar = COMANDO_NULO;

  start cruzeiro;
  start evitar;

  start arbitro;
}

sub inicializar() {
  SetSensor(SENSOR_PARACHOQUE, SENSOR_TOUCH);
  Fwd(OUT_B);
  SelectDisplay(5);
}
```

ficando a cargo da tarefa *arbitro* definir quem tem a prioridade de controle. Com isso o controle dos recursos sai das tarefas de comportamento, simplificando a programação. Para adicionar mais tarefas, basta criar as tarefas propriamente ditas, suas respectivas variáveis de controle e adicionar o teste na tarefa árbitro.

Um exemplo mais completo pode ser encontrado nos exemplos do livro de Jonathan Knudsen (**www.oreilly.com/catalog/lmstorms/, Robotag.nqc**). Este exemplo representa um robô que brinca de "pega" com outro, dentro de uma arena sem obstáculos cercada por uma linha preta. Ao colidir com o adversário, o robô envia um sinal infravermelho para o outro (te peguei!), que confirma (fui pego!). Este robô tem quatro comportamentos em ordem de prioridade: Fui pego, Evitar, Peguei e Cruzeiro.

CONCLUSÃO

Vimos, neste artigo, dois exemplos de como usar recursos multitarefa na programação de robôs. Os dois exemplos apresentam técnicas de níveis de complexidade e flexibilidade diferentes, conforme a necessidade do leitor.

As técnicas apresentadas aqui usaram o NQC, mas podem ser adaptadas para qualquer ambiente que suporte programação multitarefa. f

Sistema de construção modular Fischertechnik

Luiz Henrique C. Bernardes



Este kit de construção através de blocos tem uma longa história. Tudo começou em 1965 na Alemanha com o fundador Arthur Fischer, que já atuava com a empresa Fischerwerke, fabricante de conectores industriais para o setor automotivo e de construção. Aproveitando toda a experiência com engenharia e materiais, Arthur desenvolveu um sistema de construção modular através de blocos com alta qualidade e precisão.

Desde então centenas de *kits* foram desenvolvidos para todas as idades, que vão desde os 5 anos até adultos profissionais. E desde 1965 todas as partes tem sido compatíveis. As peças de um *kit* de quase 40 anos podem ser utilizadas em um *kit* atual. Isso mostra a preocupação da empresa com a qualidade e o compromisso com os clientes.

O que mais chama a atenção é a maneira como os blocos podem ser encaixados: o pino de um bloco desliza em uma fenda de outro bloco, formando assim uma montagem rígida. A maneira de encaixe é ilustrada na **figura 1**. A robustez do conjunto está em um detalhe construtivo onde o pino tem um corpo metálico que é inserido no bloco de *nylon* de alta qualidade (**figura 2**). Outra particularidade é que podemos encaixar outros blocos nas seis faces de cada bloco (**figura 3**).

Nas montagens que realizamos, essa robustez foi comprovada, onde o modelo construído ficou muito rígido, podendo ser manuseado sem nenhuma preocupação.

1 Encaixando dois blocos.



2 Corpo metálico inserido no bloco de nylon.



3 Encaixando dos seis lados.



Atualmente os *kits* disponíveis estão de acordo com a cinco categorias, divididas por faixa etária:

Júnior (acima de 5 anos): são *kits* fáceis e rápidos de montar. Incentivam a destreza mecânica das crianças.

Universal (acima de 7 anos): são *kits* mais elaborados que propiciam várias formas de entender as tecnologias usadas diariamente.

Profi (acima de 9 anos): são *kits* que utilizam conceitos de robótica, energia solar, pneumática, sensores eletrônicos e sistemas de transmissão com caixa de redução e diferenciais.



Computing (acima de 12 anos): é um *kit* que possui uma interface de controle para ser programada pelo

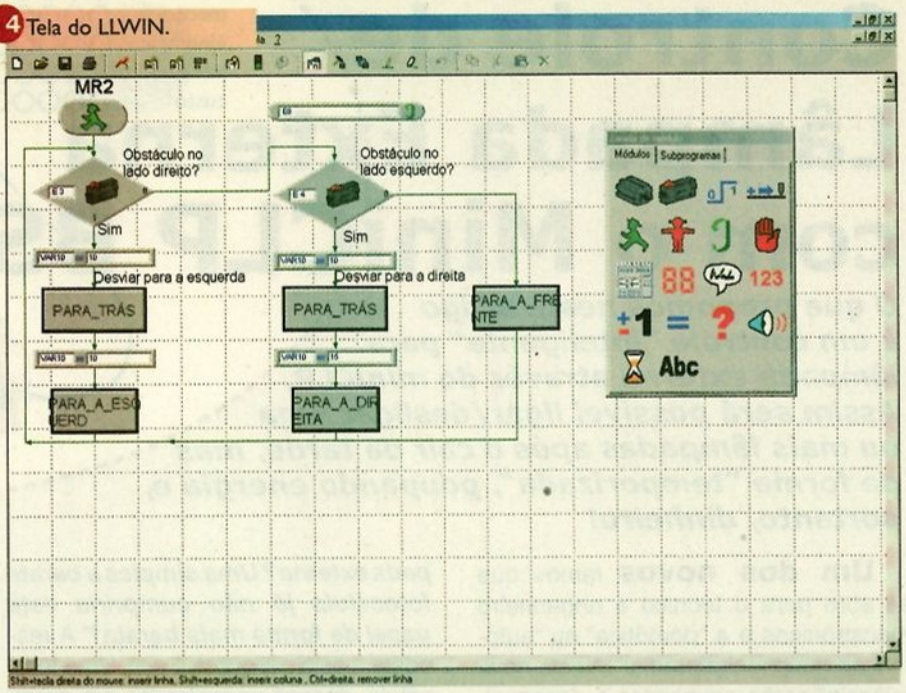
PC. Inclui um *software* que facilita essa programação. Também estão disponíveis todos os comandos (API) para poderem ser empregados por qualquer outro ambiente de programação tal como Visual Basic, Delphi, Java, C++ , Pascal, entre outros.

Industrial/Training (adultos e profissionais): são *kits* indicados para ensino tecnológico e simulações de equipamentos industriais. Podem ser controlados por PLC ou pelo *kit Computing*.

SOFTWARE LLWIN

Cria um ambiente de programação gráfico baseado em blocos lógicos, que podem compor sub-rotinas que podem ser reaproveitadas em outros programas com um simples copiar e colar. A **figura 4** ilustra a tela do ambiente do LLWIN.

4 Tela do LLWIN.



CONCLUSÃO

A Fishertechnik oferece excelentes produtos para o desenvolvimento tecnológico das crianças, adolescentes e adultos. São produtos de alta qualidade e robustos viabilizando o seu uso em ambientes educacionais. No *site* da empresa (**www.fischertechnik.de**) e do distribuidor, aqui no Brasil (**www.nektechnik.com.br**), o leitor pode encontrar toda a documentação e mais informações sobre os *kits* que podem ser de grande utilidade para compreender mais sobre esse sistema de montagem por blocos. f

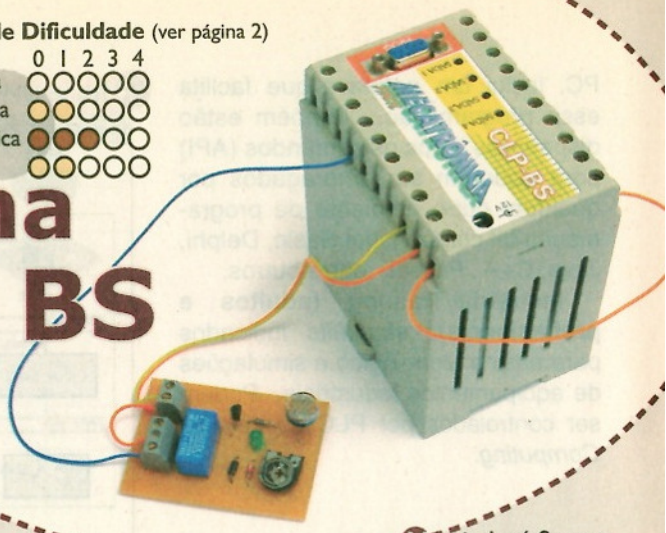
Fonte de informação e referência definitiva para as empresas e profissionais
PC &CIA
Mensalmente nas bancas
www.revistapcecia.com.br

A Eletrônica ao alcance de todos!
ELETRÔNICA TOTAL
Bimestralmente nas bancas
E a cada seis meses, edição
Fora de Série
Com projetos dos leitores
www.eletronicatotal.com.br

Níveis de Dificuldade (ver página 2)

	0	1	2	3	4
mecânica	○	○	○	○	○
eletrônica	○	○	○	○	○
informática	●	●	●	○	○
custo	○	○	○	○	○

Controle de Lâmpada Externa com o MiniCLP BS



O que propomos neste artigo é um controle "inteligente" para lâmpada externa através do miniCLP. Assim será possível ligar/desligar uma ou mais lâmpadas após o cair da tarde, mas de forma "temporizada", poupando energia e, portanto, dinheiro!

Márcio José Soares



Um dos novos ramos que se abre para o técnico e engenheiro mecatrônicos é a "domótica" ou "automação residencial/predial". Nesta nova "ciência" estão envolvidos o desenvolvimento e a aplicação de sistemas de segurança e comodidade em uma residência/edifício.

Atualmente, existem vários estudos sobre "casa inteligente". Segundo esses estudos uma "casa inteligente" deve ter a capacidade de controlar uma série de dispositivos, interligados entre si ou não. Tais dispositivos podem ser:

- Centrais de alarme;
- Portões automáticos;
- Sistemas fechados de TV para segurança;
- Controle de iluminação "natural" ou "artificial";
- Controle de temperatura ambiente;
- Central de telefones internos;
- etc.

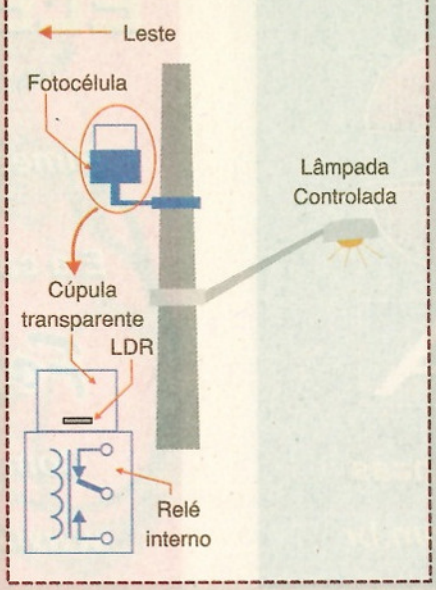
Muitos são os recursos que podem ser agregados ao controle (automação) de uma casa inteligente. Pretendemos, a partir desta edição, trazer aos nossos leitores uma série de idéias e informações sobre o assunto para que este tenha mais esta opção para a criação de dispositivos ligados à área e também possa conhecer mais uma opção quando da escolha de uma futura carreira.

POR QUE UTILIZAR UM CONTROLE INTELIGENTE ?

Muitos leitores devem estar se perguntando: "***Porque devo utilizar o miniCLP no controle de uma lâmpada externa? Uma simples e barata fotocélula já não cumpriria este papel de forma mais barata?***" A resposta a esta pergunta é sim. Uma fotocélula, dessas encontradas em casas de materiais elétricos e até de construção, cumpre bem este papel. Porém, o que ficou barato hoje ficará bastante caro amanhã! Vamos explicar.

Na **figura 1** o leitor tem um exemplo de instalação de uma fotocélula comum, dessas que citamos anteriormente. Elas são instaladas em postes (e até mesmo paredes externas) e sua única função é detectar a falta de luz do sol (no cair da tarde) e através de um relé interno ligar uma lâmpada. Ao amanhecer, com o retorno da luz do sol, a fotocélula desligará o relé e a lâmpada apagará.

1 Aplicação de uma fotocélula comum.



Sendo assim, a fotocélula cumpriu o seu papel. Mas vivemos em um tempo de "***contenção de despesas***". Em muitos ambientes, não há a necessidade de várias ou até mesmo uma única lâmpada ficar acesa a noite/madrugada toda. Basta fazer as contas de quanto se gastaria com uma única lâmpada de 60 W acesa durante um período mínimo de 10 horas (das 19:00 as 5:00).

É claro que esse período irá variar de região para região, podendo ser maior em algumas e menor em outras. E teríamos que considerar também a estação do ano: no inverno, as noites são maiores em relação ao dia, ocorrendo justamente o contrário no verão. Veja os seguintes cálculos:

Uma lâmpada de 60 W acesa durante uma hora gasta:

0,06 kWh (watts transformados em quilowatts)

A mesma lâmpada acesa num período de 10 horas diárias gastará:

0,06 kWh x 10 = 0,6 kWh

E esta lâmpada acesa no período de horas citado, em 30 dias gastará:

0,6 kWh x 30 = 18 kWh/mês

Consulte a conta de energia elétrica que você recebe em sua casa ou a Concessionária responsável da sua região para saber o preço do quilowatt/hora. Ele não é tão barato assim!

Agora, imagine se você precisar de mais lâmpadas acesas para iluminar o local durante a noite! Imagine um jardim com 500 metros quadra-

dos. Inclua o número de lâmpadas extras no cálculo e veja o tamanho da conta a pagar! Como dissemos anteriormente, o barato ficou caro!

Vamos agora pensar que a lâmpada fique acesa num período menor, determinado através de um programa, pois o sistema a ser instalado é "inteligente". A lâmpada acenderá as 19:00 h e apagará a 01:00 h da madrugada (período de seis horas). Refaça os cálculos e encontrará um consumo final de 10,8 kWh. Uma diminuição de 7,2 kWh todo mês na conta.

Faça as contas para o número de lâmpadas necessárias e veja a economia feita! Portanto, os gastos com um circuito inteligente serão pagos no decorrer de alguns meses na conta de energia elétrica.

Esta é nossa proposta. Demonstrar ao leitor como montar um sistema capaz de acender uma lâmpada ao entardecer e apagá-la após um período, economizando alguns reais a cada mês.

O MINICLP BS

O miniCLP-BS é um controlador lógico programável desenvolvido a partir de um microcontrolador "embedded" muito conhecido e utilizado aqui na revista Mecatrônica Fácil, o Basic Step 1 (veja a **figura 2**). As principais características do MiniCLP-BS são:

- 4 entradas opto-acopladas com tensão entre 5 V e 24 V;
- 4 saídas através de relés (contatos NA e NF);
- LEDs indicativos quando da atuação das saídas;
- Gabinete na norma DIN;
- Processamento de até 5000 instruções por segundo;
- Programável na linguagem TBasic (BASIC).

2 MiniCLP BS.



Não entraremos a fundo sobre a montagem do miniCLP BS neste artigo, pois todos os detalhes sobre a mesma já foram demonstrados na edição nº14.

Como conseguir o miniCLP

Para aqueles que não possuem a edição 14, a Saber Marketing comercializa os números já publicados e que não são mais encontrados em bancas de jornal. Consulte **www.sabermarketing.com.br**.

A Tato Equipamentos Eletrônicos comercializa o MiniCLP-BS e é uma opção para aqueles que não desejam montá-lo. Para maiores informações, consulte **www.tato.ind.br**

SENSOR DE LUZ

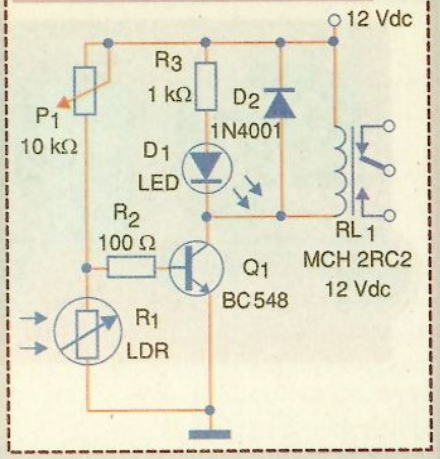
O miniCLP é apenas um controlador lógico, sem qualquer tipo de sensor. Ele é capaz somente de detectar se houve uma mudança (lógica) em suas portas de entrada, alterando suas saídas de acordo com o programa interno. Ainda assim, resta o problema: temos de detectar a presença (ou não) da luz natural para poder passar esta informação ao nosso controlador.

Na **figura 3**, ilustramos o esquema elétrico de um sensor de sombra que será utilizado como "solução" em nossa proposta. Ele emprega apenas componentes discretos em sua montagem. R_1 é um LDR, um resistor que varia sua resistência de acordo com a intensidade de luz que o mesmo recebe. Quanto maior a intensidade luminosa, menor sua resistência. Quanto menor, maior será sua resistência.

Quando a resistência do LDR for baixa (luz do sol presente), o transistor Q_1 não será polarizado (corte). Assim, o relé RL_1 permanece desligado. Porém quando a resistência do LDR aumentar, com o cair da tarde (pôr-do-sol), o transistor será polarizado por P_1 (saturação), ligando RL_1.

O *trimpot* P_1 pode ter valores entre 10 kΩ e 100 kΩ. O mesmo deve ser ajustado para obter o melhor resultado para ligar e desligar o relé. O resistor R_2 ajuda na polarização de base de Q_1. O resistor R_3 e o LED D_1 formam o efeito visual indicando "relé ligado" quando D_1 aceso ou "relé desligado" quando D_1 estiver apagado. O relé utilizado deve ter bobina de alimentação prevista para 12 VDC (tensão fornecida para periféricos externos pelo miniCLP) e resistência não superior a 400 Ω.

3 Circuito elétrico do sensor de luz.



MONTAGEM

Na **figura 4** o leitor tem o *layout* para a confecção do circuito impresso do sensor de luz. O mesmo também poderá ser montado em uma placa padrão, de acordo com a experiência de cada um.

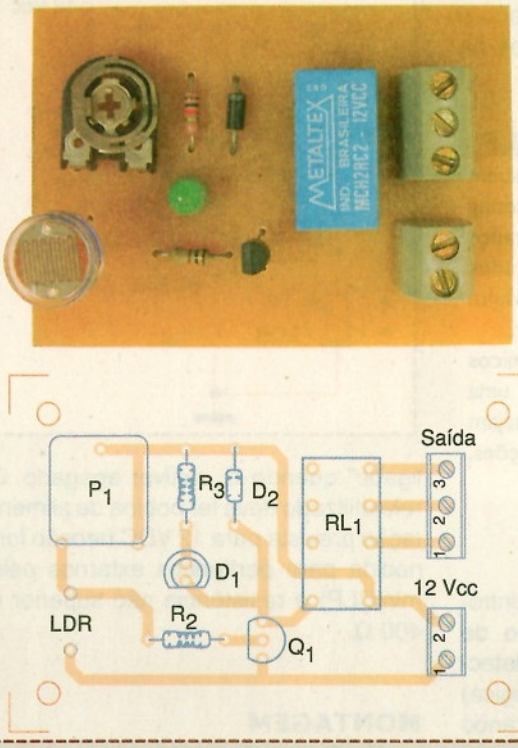
Tenha cuidado ao soldar os componentes polarizados como o diodo D_2, o LED D_1 e o transistor Q_1. Qualquer inversão e seu circuito não funcionará! O LDR é um resistor variável de acordo com a intensidade luminosa e, portanto, não possui polaridade.

Lembre-se apenas de não soldá-lo muito junto à placa. O LED pode ser soldado diretamente na placa, ou ainda com o uso de fios, prevendo que o leitor o instalará de maneira externa (em uma caixa, por exemplo).

Para a entrada de alimentação e saída do relé utilizamos conectores do tipo PTR500 (conectores parafusáveis). Estes conectores facilitam a instalação da fiação na placa e dão um acabamento mais profissional à montagem (essencial caso o leitor esteja pensando em demonstrar o equipamento para um professor, amigo ou vizinho). Caso o leitor não encontre estes conectores em sua cidade, poderá soldar os fios diretamente na placa, sem maiores problemas.

Após a montagem da placa, sugerimos uma revisão na mesma. Apesar da

4 Layout para placa do sensor de luz.



simplicidade da montagem é sempre bom garantir que cada etapa de um projeto foi revista e esteja ok.

Dica

Publicamos dois artigos que podem ajudar os leitores sem experiência na montagem com placas de circuito impresso. O primeiro deles, "**Como usar placas padrão**", publicado na edição nº10, demonstra como trabalhar com este tipo de placa. O segundo artigo, "**Placas de circuito Impresso**" publicado na edição 12, traz informações importantes sobre como projetar e confeccionar placas de circuitos impressos (face simples). Aconselhamos a todos que têm dúvidas sobre uso de placas a leitura destes dois artigos.

O PROGRAMA

Antes de ligar o equipamento, vamos discorrer um pouco sobre o programa. Sim, isso mesmo, programa! Lembra-se no início do artigo quando tratamos sobre "inteligência" no circuito. Essa inteligência é obtida através de um programa que deve ser inserido no miniCLP. Este fará todo o controle do processo, lendo a situação do sensor (luz do sol presente ou não) e ligará a lâmpada, desligando-a após o período pré-determinado.

Na **figura 5** temos o fluxograma do programa. É extremamente aconselhável ao leitor fazer o *download* do programa em nosso *site*, **www.mecatronicafacil.com.br** para acompanhar o que será dito a seguir sobre o mesmo. O programa foi comentado para facilitar a compreensão da lógica utilizada.

O programa inicia as variáveis e configura as direções dos pinos de I/O do Basic Step (microcontrolador usado no Mini-CLP). A partir deste ponto, o programa entra em um "loop" eterno analisando o estado das portas de entradas (a principal para nosso projeto é a porta 1). Quando o sensor de luz detectar o pôr-do-sol, ele ligará o relé e este ligará a entrada do miniCLP. Assim, o programa realiza um desvio para a sub-rotina "**trata1**" e depois para "**tempo**".

Esta última sub-rotina aguarda 3 segundos e lê novamente o estado da porta, para ver se não foi uma indicação errática do sensor de luz (a passagem de uma nuvem escura, por exemplo). Após a nova análise, se o sensor acusar ao programa que a luz do sol não está mais presente, o mesmo entrará em um outro laço para contar um novo tempo equivalente a seis horas. Durante este período a saída do relé 1 será ligada, acendendo a lâmpada.

O leitor mais atento notou que, mesmo durante a contagem do tempo de seis horas, o programa analisa constantemente a porta onde o sensor está ligado. Isso é feito para o caso de uma indicação errática do sensor maior que três segundos, tal como um efeito natural não previsto, uma chuva muito forte com nuvens bastante escuras, um eclipse, etc!

Um outro detalhe importante sobre a contagem do tempo é que a mesma não é feita de forma direta. O Basic Step não possui recursos de relógio. Assim sendo, temos que usar a composição de laços para contar um grande "*delay*". A maneira como isso foi feito está ilustrada nos comentários do programa.

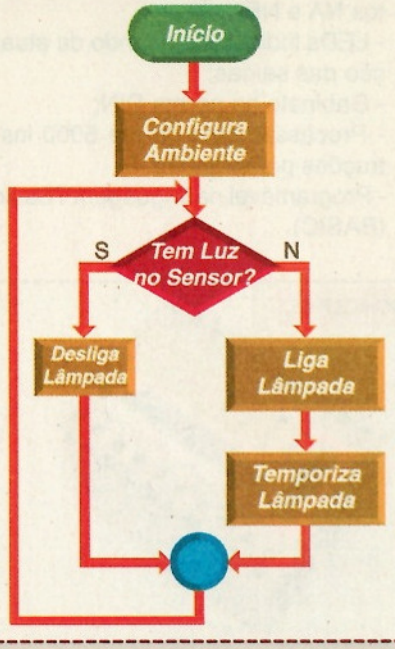
Observação: Para modificar o tempo original altere o número de repetições dos laços. Por exemplo, para temporizar quatro horas, modifique o valor do laço mais externo para contar quatro vezes. O comando ficaria assim: **"for hora = 1 to 4"**

TESTE E USO

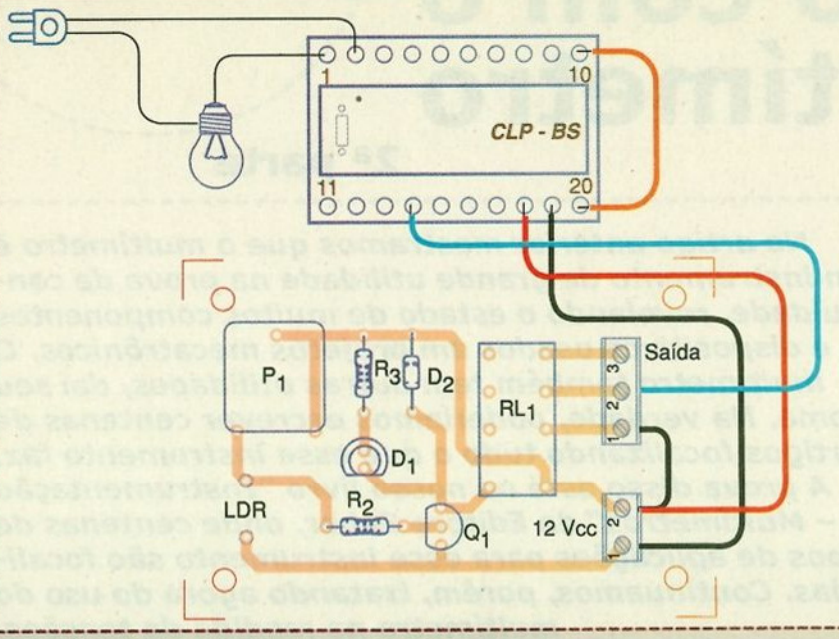
Para testar o circuito basta ligar a placa sensor ao MiniCLP, conforme demonstrado na **figura 6**. Instale o programa fornecido em nosso *site* no miniCLP. Note que retiramos a alimentação para o sensor do próprio mini-CLP. Os pontos de terra interno e externo devem ser conectados quando adotamos este recurso (fio laranja interligando dois pontos no MiniCLP).

Leve o conjunto até próximo a uma janela bem iluminada pela luz do sol. Regule P_1 para que o relé (saída 1) do miniCLP seja desativado. Agora, tampe a luz do Sol com uma das mãos e veja se o mesmo se ativa após um certo período. Se foi este o comportamento observado, o circuito já está pronto para instalação. Caso contrário, recorra a "Ajuda com problemas" inserida mais à frente neste artigo.

5 Fluxograma do programa.



6 Ligação entre o miniCLP e a placa sensor.



Importante

Estaremos considerando que o leitor já trabalhou com o Basic Step em um outro projeto e conhece alguns conceitos envolvidos sobre o mesmo, principalmente no quesito compilação e gravação. Caso isto não se aplique a você sugerimos buscar ajuda junto ao manuais oferecidos pelo fabricante em **www.tato.ind.br** ou ainda nas páginas de nossa revista onde demonstramos o uso do Basic Step (série e outros projetos nos números anteriores).

INSTALAÇÃO

A instalação do circuito não é complexa, porém exige certos cuidados. O principal deles é que o sensor de luz deve ser instalado na parte externa da casa ou prédio, para que receba a luz solar de forma direta. Aconselhamos ao leitor utilizar um gabinete plástico para esta operação, preferencialmente com uma tampa transparente para facilitar a entrada de luz. Alguns fabricantes oferecem vários gabinetes que poderão ser usados com este projeto.

Um outro detalhe importante é posicionar o sensor sempre voltado para o leste, onde o sol nasce. Assim no pôr-do-sol, garantiremos a maior ausência de luz possível no sensor. E lembrando que o sensor jamais deverá receber a luz artificial controlada pelo miniCLP. Se isto acontecer o leitor terá um efeito conhecido como realimentação e a luz acenderá e apagará, de maneira intermitente.

AJUDA COM PROBLEMAS MAIS COMUNS

A seguir listamos algumas dicas que podem ajudar o leitor a analisar sua montagem, caso detecte algum problema.

Meu sensor de luz parece não funcionar!

Possíveis soluções:

- Verifique se a alimentação está presente;
- Cheque se a mesma não foi invertida (polaridade);
- Observe se os componentes polarizados não foram invertidos;
- Teste o sensor na bancada, de forma independente (sem o miniCLP);
- Proceda a troca de componentes importantes como o LDR e Q_1.

O sensor de luz está funcionando, mas a Lâmpada não acende!

Possíveis soluções:

- Verifique se o programa foi instalado corretamente no miniCLP;
- Confira a montagem do miniCLP (use o artigo onde publicamos a montagem para isso);
- Cheque se as ligações "batem" com o demonstrado.

Meu circuito parece funcionar ao contrário! Quando tem luz do sol ele acende a lâmpada, quando não tem ele apaga!

Possíveis soluções:

- Verifique se utilizou os contatos NA no sensor para ligá-lo ao miniCLP;
- Cheque se usou os contatos NA no MiniCLP para ligá-lo a lâmpada.

Esta montagem tem baixo nível de complexidade. Qualquer problema poderá ser sanado se o leitor considerar a análise da montagem em etapas: placa sensor e MiniCLP.

CONCLUSÃO

Neste artigo iniciamos uma série sobre o assunto "Domótica". Muitas serão as idéias e informações a discutir. Gostaríamos muito que nossos leitores participassem enviando suas opiniões a respeito do tema. Uma boa montagem e até a próxima! f

No site

No site: **www.mecatronicafacil.com.br** você tem acesso:
- ao código-fonte do programa;
- layout da placa de circuito impresso.

Lista de materiais:

Lista de Materiais para o Sensor de Luz

Semicondutores

Q_1 – BC548 – transistor de uso geral
D_1 – LED comum verde ou vermelho
D_2 – 1N4001 – diodo retificador para 1 A

Resistores

R_1 – LDR
R_2 – 100 Ω - (marrom, preto, marrom)
R_3 – 1 kΩ - (marrom, preto, vermelho)
P_1 – *trimpot* de 10 kΩ horizontal (* veja texto)

Diversos

RL_1 – MCH2RC2 – 12V ou JX2RC2 (ambos Metaltex) ou compatível.
1 – conector PTR500 para 2 segmentos (opcional)
1 – conector PTR500 para três segmentos (opcional)
- placa para confecção de circuito impresso, solda, fios para ligação, gabinete para instalação, etc.

Testando com o multímetro

2ª parte



No artigo anterior mostramos que o multímetro é um instrumento de grande utilidade na prova de continuidade, revelando o estado de muitos componentes e dispositivos usados em projetos mecatrônicos. O multímetro também tem outras utilidades, daí seu nome. Na verdade, poderíamos escrever centenas de artigos focalizando tudo o que esse instrumento faz. A prova disso está no nosso livro "Instrumentação – Multímetros" da Editora Saber, onde centenas de tipos de aplicações para esse instrumento são focalizadas. Continuamos, porém, tratando agora do uso do multímetro na medida de tensões.

Newton C. Braga

Além da medida de resistências que permite a realização de testes de continuidade em componentes, conforme vimos no artigo anterior, o multímetro também serve para a medida de tensões.

Verificando a tensão em um circuito podemos saber se ele está recebendo alimentação e, com isso, determina a causa de um eventual problema de funcionamento. Um ponto de um circuito sem tensão pode indicar um cabo interrompido ou trilha de circuito impresso danificada, enquanto que um ponto de um circuito com tensão indica que é o componente alimentado que está com problemas.

Como usar o multímetro na medida de tensões é o que veremos a seguir, empregando um multímetro analógico que, além de ser mais fácil de usar, tem seu custo mais acessível.

MEDINDO TENSÕES

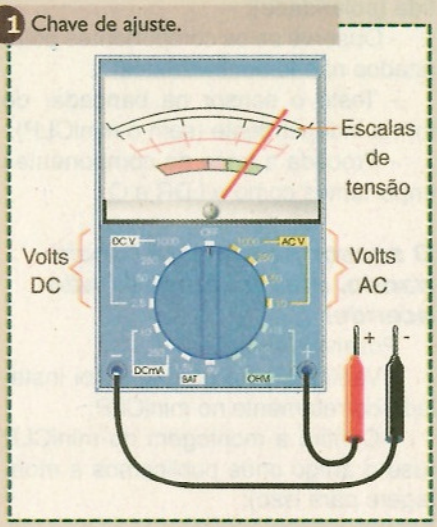
Inicialmente, devemos lembrar que os multímetros podem medir tensões contínuas (DC ou CC) e tensões alternadas (AC ou CA). Essas tensões aparecem em pontos diferentes dos circuitos e são usadas com finalidades diferentes.

Pilhas, baterias e circuitos eletrônicos fornecem tensões contínuas, enquanto que nas tomadas de energia e secundários de transformadores de alimentação encontramos tensões alternadas.

Os multímetros devem ser utilizados de forma diferente com os dois tipos de tensão, havendo para isso a chave de ajuste no painel, conforme mostra a **figura 1**.

Para medir uma tensão devemos ligar o multímetro em paralelo com a fonte de tensão ou com o componente no qual deve ser verificada essa medida. Se a tensão for alternada não será preciso observar a polaridade, mas se for contínua será preciso estar atento a isso, conforme ilustra a **figura 2**.

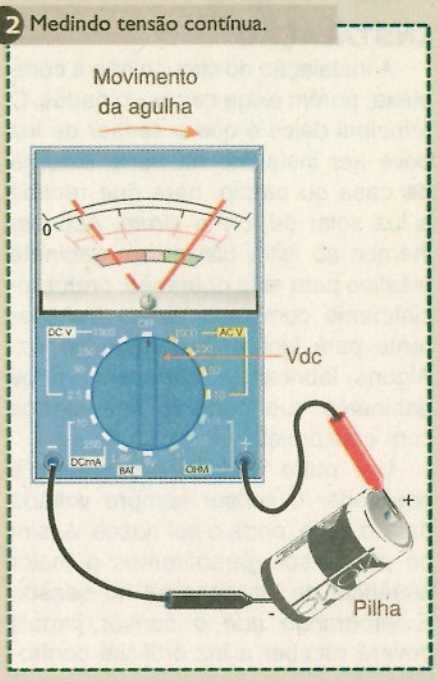
1 Chave de ajuste.



Invertendo-se a polaridade das pontas a agulha tende a se movimentar em direção a valores abaixo de zero. Isso não é conveniente, pois força o mecanismo do mostrador, veja a **figura 3**.

Alguns multímetros mais sofisticados (e caros) possuem uma chavinha no painel que permite inverter a polaridade do instrumento sem precisar inverter as pontas de prova, observe a **figura 4**.

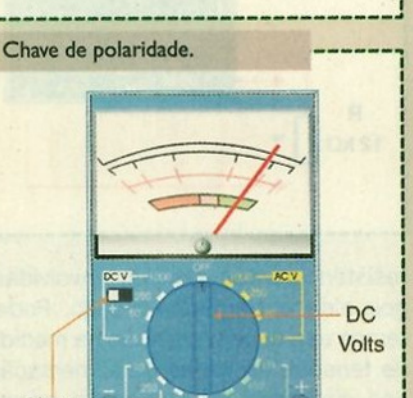
2 Medindo tensão contínua.



3 Invertendo a polaridade.



4 Chave de polaridade.



Para medir uma tensão, antes de conectar o multímetro, é preciso ter uma idéia do valor a ser medido de modo a se escolher uma escala apropriada. Por exemplo, se vamos medir algo que esperamos ser 12 V, escolhemos uma escala que vá um pouco além, por exemplo 15 ou 25 V, de modo que a leitura seja feita num ponto "confortável" da escala.

Se a escala não alcançar a tensão a ser medida, o ponteiro baterá no seu final e isso poderá causar danos ao mecanismo do instrumento, conforme mostra a **figura 5**.

Quando não temos idéia da tensão que vamos encontrar num circuito, começamos colocando a chave seletora na escala de maior valor. Com uma indicação nessa escala, poderemos passar para outra menor, onde a indicação é mais precisa, acompanhe na **figura 6**.

COMPLETE
SUA COLEÇÃO

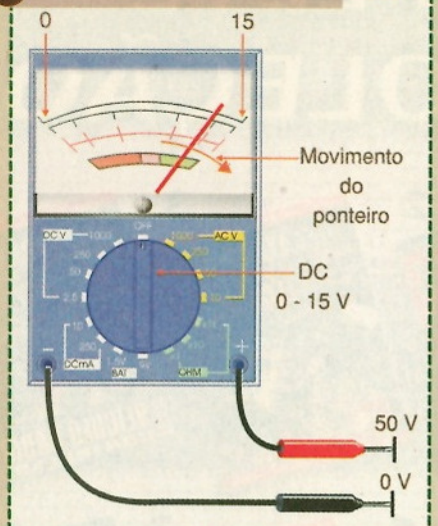


MECATRÔNICA FÁCIL

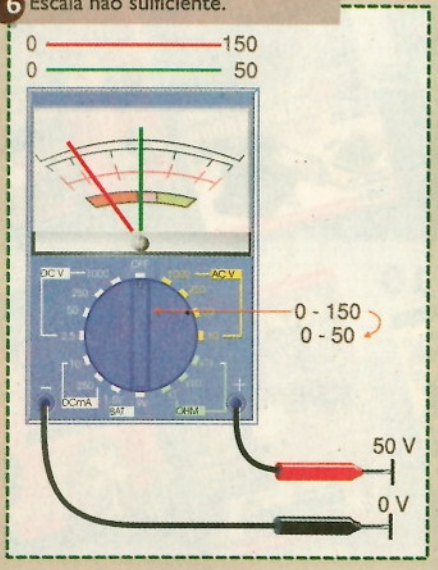
Descubra o universo da Mecatrônica através de fantásticos projetos práticos!

Adquira as edições anteriores da revista "Mecatrônica Fácil" através do site:
www.sabermarketing.com.br
ou pelo telefone: (11) 6195-5330

5 Escala não sulficiente.



6 Escala não sulficiente.



PRECISÃO

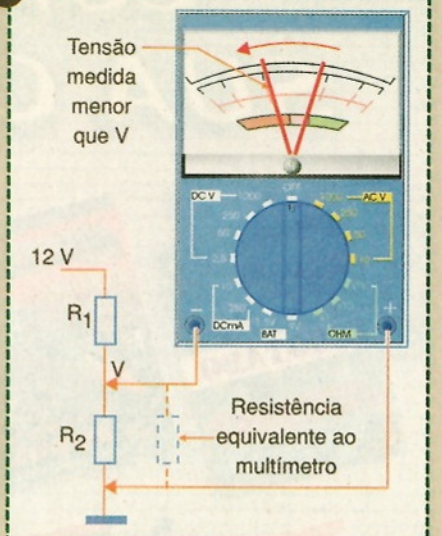
Os multímetros "retiram" a energia que precisam para acionar o indicador do próprio circuito que está sendo testado. Assim, quando ligamos um multímetro a um circuito para medir sua tensão, a sua presença pode "carregar" o circuito causando uma pequena redução na tensão existente naquele ponto, veja as **figuras 7 e 8**.

Isso significa que, dependendo do circuito, a tensão lida pode estar um pouco abaixo (ou muito) da tensão que realmente há naquele ponto.

Quanto menor for a influência do multímetro na tensão do circuito que está sendo analisado, melhor ele é.

A especificação da influência do multímetro na medida de uma tensão é dada na forma de uma resistência por volt. O multímetro se comporta como um resistor ligado em paralelo,

7



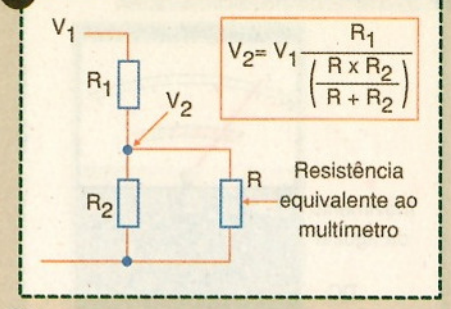
cujo valor depende da escala que está sendo usada, de acordo com a **figura 8**.

Desse modo, um multímetro cuja sensibilidade seja de 1 000 ohms por volt (como os de baixo custo), se comporta como um resistor de 1 000 x 12 = 12 000 ohms quando usamos a escala de 0 a 12 V, e como um resistor de 1 000 x 120 = 120 000 ohms quando empregamos a escala de 0 a 120 V, atente para a **figura 9**.

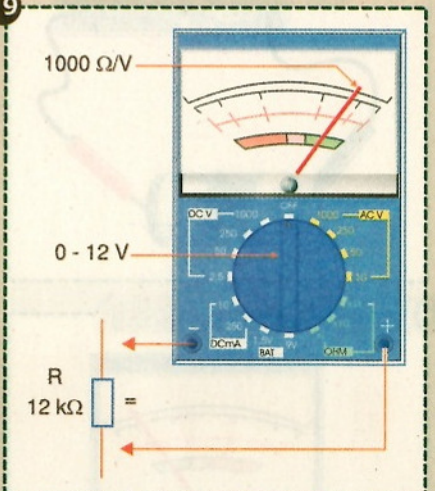
Veja então que, se usarmos esse multímetro para medir os 6 V do circuito da **figura 10**, sobre um resistor de 12 000 ohms, sua presença fará com que a tensão caia, e a medida será de 4 V em lugar de 6 V!

Isso significa que os multímetros de baixo custo com sensibilidade de 1.000 ohms por volt são bons para se medir tensões em locais onde altas

8



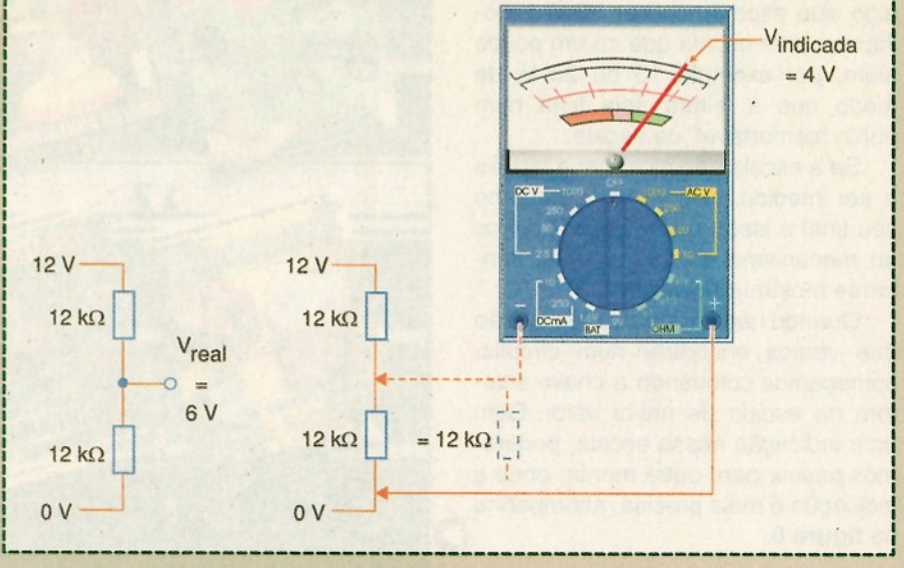
9



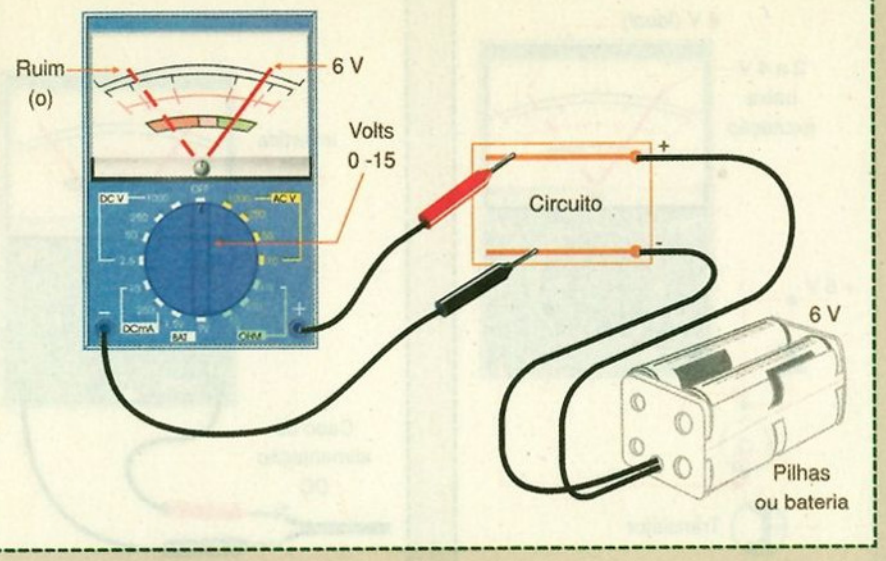
resistências não estejam envolvidas, pois eles "carregam" o circuito. Poderemos usá-lo com precisão na medida de tensões de linhas de alimentação dos circuitos, em cargas de baixas resistências como motores, solenóides, etc.

No entanto, nas bases de transistores amplificadores, em circuitos de baixas potências, nos pinos de controles de operacionais e temporizadores, onde a impedância é alta, já teremos

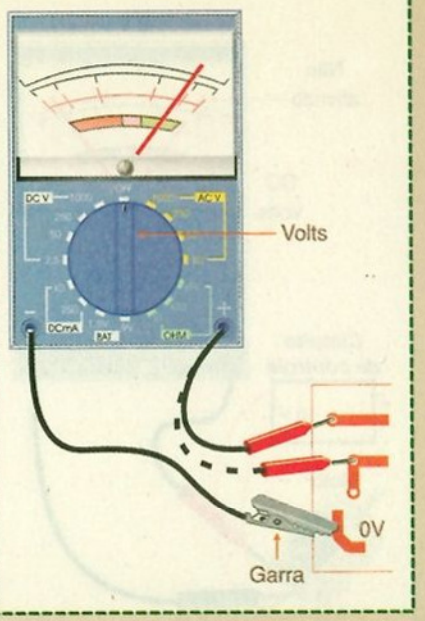
10



11



12



uma leitura imprecisa dos valores das tensões.

Os profissionais de Eletrônica, para poderem ter essas medidas de forma precisa, utilizam multímetros cujas sensibilidades são superiores a 10 000 ohms/volt. Existem tipos eletrônicos, como os digitais, cuja sensibilidade é fixa para todas as escalas, da ordem de 22.000.000 ohms!

Para o leitor, o multímetro de baixo custo de 1.000 ohms por volt é muito bom, desde que ele esteja preparado para saber quais as que são as medidas que podem ser feitas de forma confiável e quais não podem. A seguir damos alguns exemplos.

USANDO O MULTÍMETRO

Damos a seguir algumas medidas importantes de tensão com um multímetro.

TESTE DE ALIMENTAÇÃO

Na **figura 11** mostramos como usar o multímetro para verificar se um circuito está recebendo a alimentação de uma fonte ou de uma bateria.

Escolha a escala apropriada e ligue o circuito. Veja se o valor da tensão que chega aos pontos desejados está de acordo com o esperado. A ponta preta pode ser dotada de uma garra jacaré para facilitar sua conexão a ponto de referência ou terra do circuito, como indica a **figura 12**.

Se, ao ligar a carga a tensão cair para um valor muito baixo, isso pode

MULTÍMETROS

Compre pelo site:

WWW.SABERMARKETING.COM.BR

ou fone (11) 6195-5330



Multímetro Digital ET-10 01

R$25,00

Como Utilizar os Multímetros Digitais

Autor: Serra Flosi

R$29,90





Curso de Instrumentação Eletrônica - Multímetros 1 e 2

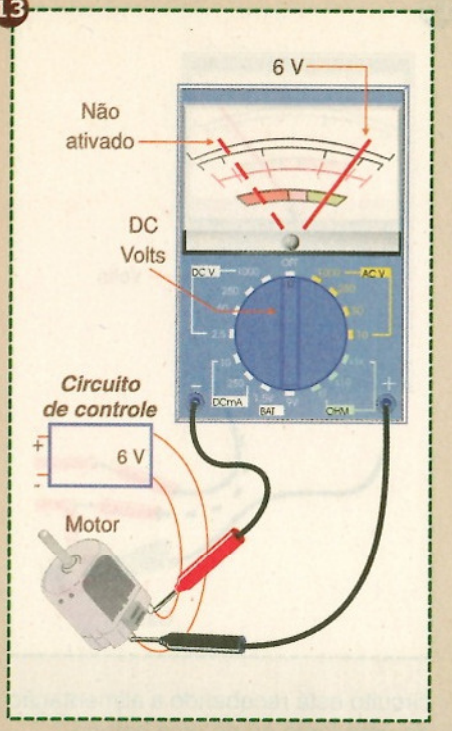
Autor: Newton C. Braga

R$14,90 (cada)

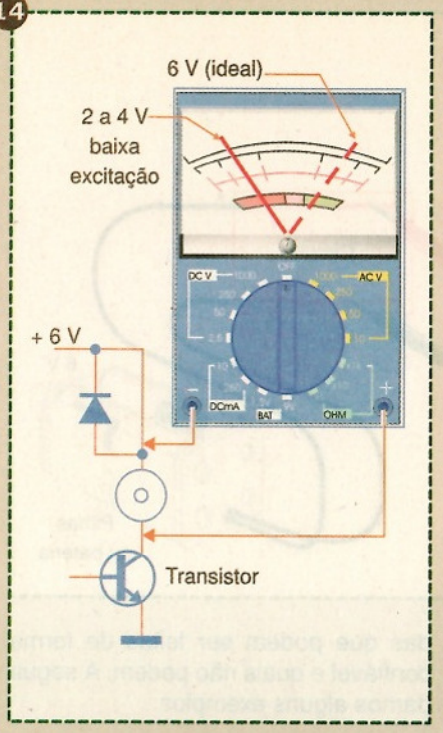
*Nos preços não está incluído o valor do frete que será calculado dependendo da localidade e do tipo de envio (Encomenda ou Sedex)

Preços válidos até 25/11/2004

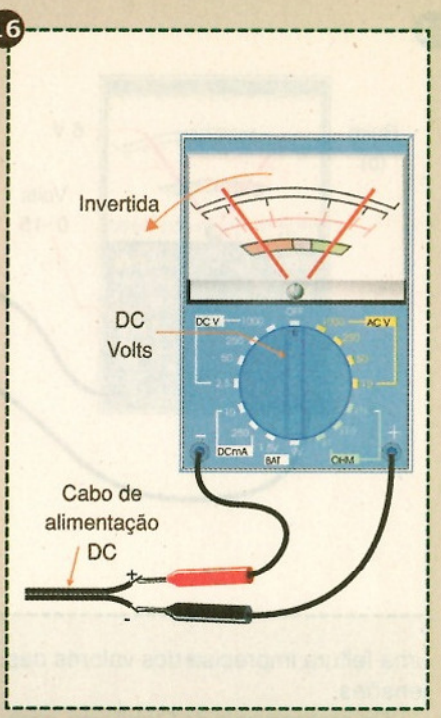
13



14



16



significar que existe algum curto circuito no dispositivo ou circuito alimentado.

VERIFICANDO A TENSÃO SOBRE UMA CARGA

Podemos saber se uma carga está recebendo a tensão correta, operando o multímetro de acordo com a **figura 13**.

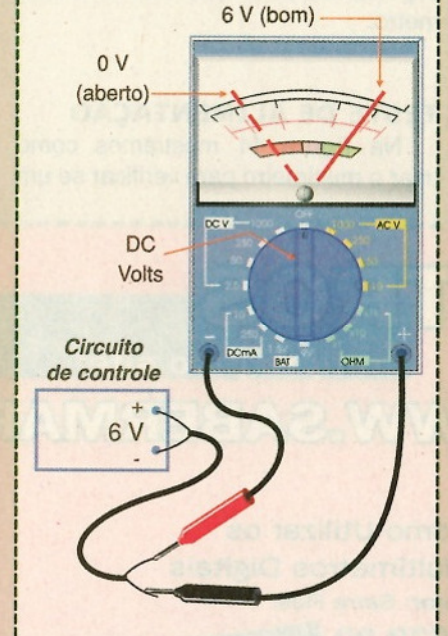
Escolha a escala apropriada e ligue o circuito. A tensão medida é a tensão que a carga recebe. Por exemplo, se um motor de 6 V está recebendo apenas 4 V de um circuito que é alimentado com 6 V, isso pode significar problemas de excitação. O transistor que está excitando o motor pode estar com problemas ou o próprio motor exigir uma corrente maior do que aquela que o transistor pode fornecer, conforme mostra a **figura 14**.

TESTE DE CABO

Além do teste de continuidade de um cabo, descrito no artigo anterior, podemos verificar se tensão está presente na sua extremidade quando ela alimenta algum circuito. A ausência dessa tensão indica que existe interrupção no cabo.

O teste de cabo, com o multímetro na escala apropriada de tensões é feito conforme ilustra a **figura 15**.

15



A tensão aplicada em uma extremidade deve estar presente na outra. Esse procedimento também é importante para se determinar as polaridades dos fios que devem alimentar um circuito, quando não as conhecemos, pois os fios do cabo não têm cores diferenciadas.

VERIFICAÇÃO DE POLARIDADE

A polaridade de linhas de alimentação, de pontos de um circuito ou de fontes de energia como baterias e células sem identificação pode ser determinada com facilidade com a ajuda do multímetro, conforme exibe a **figura 16**.

Se as pontas de prova forem conectadas com a polaridade correta, ou seja, vermelho no positivo e preto no negativo, a indicação de tensão será normal. No entanto, se estiverem invertidas ou se a polaridade não coincidir, a agulha tenderá a se movimentar para valores negativos.

CONCLUSÃO

Todas as medidas e verificações que vimos neste artigo envolvem tensões contínuas. O leitor também poderá usar o multímetro para comprovar a presença de tensões alternadas usando a escala apropriada.

Um cuidado importante é não utilizar nunca a escala de correntes nesta medida. Não se mede a corrente de uma fonte de energia diretamente. Se o multímetro for ligado a uma fonte (pilha, bateria, circuito ou tomada de energia) em uma escala de correntes (mA), ele simplesmente se queimará!

GERADOR ELETROSTÁTICO



Este artigo irá mostrar como construir um gerador eletrostático, projeto muito famoso em feiras de Ciências. É uma máquina muito interessante devido às pequenas faíscas que gera, demonstrando claramente o fenômeno da eletrização por atrito e por indução.

Givanildo Amorim*
Márcio Mercúrio*
Vera Henriques*
Wagner Gomes*

Níveis de Dificuldade (ver página 2)

	0	1	2	3	4
mecânica		●	○	○	○
eletrônica		○	○	○	○
informática		○	○	○	○
custo		○	○	○	○

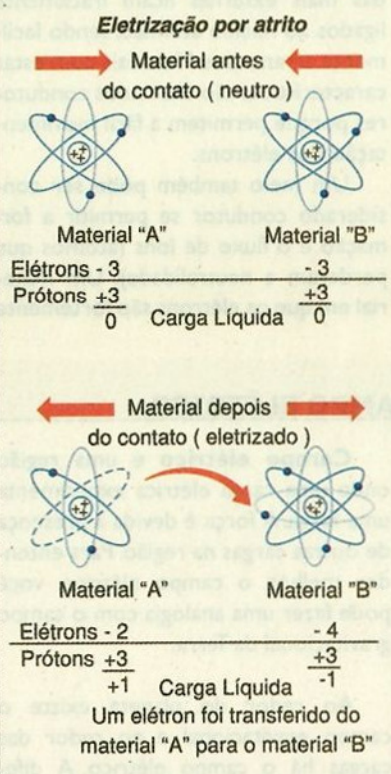
Para entendermos como funciona este gerador é fundamental recordarmos os métodos para eletrizar um corpo. O grande segredo desta máquina está em escolher corretamente os materiais que serão atritados.

ELETRIZAÇÃO POR ATRITO

Quando dois corpos estão em contato, pode ocorrer compartilhamento de elétrons entre os átomos de suas superfícies. Ao serem afastados, alguns átomos de um determinado metal podem reter um ou mais elétrons dos átomos do outro material. Assim, os dois materiais necessitam apenas ter um contato e serem separados para que os elétrons sejam trocados. Isso é o que cria o desequilíbrio da carga líquida entre os objetos (**figura 1**). Entretanto, o efeito é realçado extremamente quando friccionamos os materiais, porque eles se tocam e separam muitas vezes.

Para obter uma boa eletrização, é necessário selecionar os materiais a serem atritados, porque as ligações químicas que vão se estabelecer dependem dos elementos que compõem esses materiais. Isso ocorre porque existem átomos que têm tendência a receber elétrons e outros com tendência a doar elétrons. Como é o caso de enxofre e cobre, por exemplo.

1 Desequilíbrio da carga líquida entre os objetos.



Para facilitar o manuseio dos diversos materiais, foram construídas tabelas que mostram a tendência desses materiais receberem ou doarem elétrons, chamadas **séries triboelétricas** (veja a **tabela 1**).

Materiais que estão mais próximos do extremo mais negativo têm disposição para assumir uma carga elétrica negativa. Os materiais mais próximos ao extremo mais positivo tendem a assumir carga elétrica positiva. Portanto, ao construir seu gerador, você deve escolher dois materiais das duas extremidades da tabela para maximizar a separação das cargas. Por exemplo: atritar teflon com vidro eletriza mais do que se você atritar papel com poliéster.

Em nosso gerador eletrostático, ao girarmos a manivela, atritamos o cano de PVC com o feltro. Dessa forma, o PVC "arranca" os elétrons do feltro ficando com mais elétrons do que prótons e, portanto, com uma carga líquida negativa. Dizemos então que o PVC, que antes era "neutro", agora está eletrizado negativamente.

Esses elétrons vão repelir os elétrons da placa metálica (veja o *box* **"Condutores e isolantes"**) para o lado mais distante do tubo, e no lado próximo ao tubo (devido à fuga dos elétrons), surge uma concentração de cargas positivas (**figura 2**).

T1 Diversas escalas para a medida.

Positivo (+)
Ar
Mãos Humanas
Amianto
Pêlo de Coelho
Vidro
Cabelo Humano
Mica
Nylon
Lã
Chumbo
Pêlo de Gato
Seda
Alumínio
Papel
Algodão
Aço
Madeira
Âmbar
Poliestireno
Bexiga de festa
Enxofre
Ebonite
Níquel, Cobre
Latão, Prata
Ouro,Platina
Enxofre
Poliéster
Celulose
Poliuretano
Polietileno
Polipropileno
Vinil
Silicone
Teflon
Negativo (−)

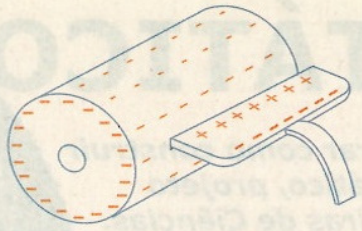
ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO

Se você aproximar um objeto metálico da placa, os elétrons deste metal também serão repelidos, mas agora seu corpo (que é um bom condutor), permitirá que eles fluam para a terra. Você pode perceber que houve separação de cargas, mas não houve contato. Esse tipo de eletrização é chamado eletrização por indução.

A faísca

Mas isto não é tudo. À medida em que você for girando o rolete, a carga líquida no rolete aumenta e, conseqüentemente, mais elétrons são repelidos para a terra, aumentando assim a intensidade do campo elétrico criado pelas cargas (veja o *box* **"Campo elétrico"**). Esta situação permanece até que o campo elétrico atinja um valor alto o suficiente para vencer a rigidez dielétrica do ar (veja o *box* **"Rigidez dielétrica"**).

2 O PVC "arranca" os elétrons do feltro.



Se você utilizar um metal pontiagudo para aproximar da placa, isso será conseguido mais facilmente, pois o campo elétrico é mais intenso em regiões de menor raio. A razão disso é que as cargas se estendem ao máximo sobre a superfície do condutor e a extremidade de uma ponta aguda está o mais longe possível da maior parte da superfície.

RIGIDEZ DIELÉTRICA

A **rigidez dielétrica** corresponde ao maior valor do campo elétrico aplicado a um isolante sem que ele se torne um condutor. Essa rigidez varia de um material para outro.

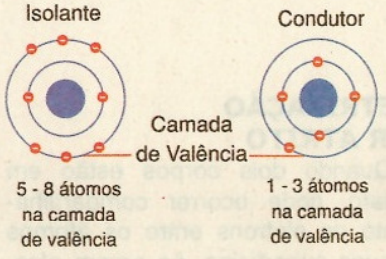
No caso do ar, sua rigidez dielétrica **E** vale cerca de 3×10^6 N/C, assim, quando um campo elétrico no ar ultrapassar esse valor, ele deixa de ser isolante e torna-se condutor.

Algumas cargas da placa na extremidade da ponta podem dar uma densidade de carga significativa e, conseqüentemente, um campo alto. Logo, nesta região de campo com alta intensidade, uma carga solta (um elétron ou um íon) no ar é acelerada pelo campo e a carga atinge velocidade suficiente para golpear outro átomo. Como resultado se produzem mais e mais íons. Temos assim uma

CONDUTORES E ISOLANTES

Em um metal os elétrons das camadas mais externas ficam fracamente ligados ao núcleo atômico, sendo facilmente arrancados. Materiais com estas características são chamados condutores porque permitem a fácil movimentação dos elétrons.

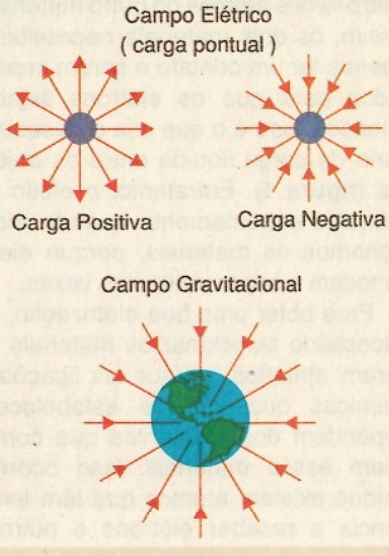
Um meio também pode ser considerado condutor se permitir a formação e o fluxo de íons (átomos que perderam a neutralidade). Um material em que os elétrons são fortemente ligados ao núcleo é chamado isolante, pois não permite uma fácil movimentação dos elétrons.



CAMPO ELÉTRICO

Campo elétrico é uma região onde uma carga elétrica experimenta uma força. A força é devida à presença de outras cargas na região. Para entender melhor o campo elétrico, você pode fazer uma analogia com o campo gravitacional da Terra.

Ao redor do planeta existe o campo gravitacional e ao redor das cargas há o campo elétrico. A diferença é que além de a força elétrica ser muito ser muito maior que a gravitacional, ela pode ser atrativa ou repulsiva enquanto que a força gravitacional é só atrativa.



CUIDADOS COM A MÁQUINA

Todas as atividades do corpo humano são reguladas por impulsos elétricos. Devido a isso, nosso corpo é muito sensível à passagem de corrente elétrica. As correntes elétricas que causam problemas para o corpo humano têm intensidades a partir de 2 mA, para corrente alternada, e 5 mA, para corrente contínua, e o efeito depende também do tempo de duração dessa corrente.

Em geral, os choques na máquina eletrostática não causam problemas, devido à sua curta duração. No entanto, você deverá tomar muito cuidado no caso de desejar utilizar a máquina para carregar capacitores, pois eles podem acumular carga suficiente para produzir correntes capazes de causar desde dores musculares até parada cardíaca.

COMO OCORRE UM RAIO

Há muitas teorias que explicam a formação dos raios. A teoria mais aceita hoje pelos cientistas, é a que explica a formação dos raios a partir da eletrização das nuvens. A eletrização das nuvens ocorreria através do choque entre as partículas de gelo e água nela contidas.

Devido às correntes de convecção dentro da nuvem, partículas de gelo e água sofrem colisões e nestas colisões elas podem perder ou ganhar elétrons, formando íons. Se, devido a fatores como vento e gravidade, as cargas assim formadas se acumularem em extremos opostas da nuvem, a mesma funcionará como um capacitor.

Esse acúmulo de cargas poderá induzir outras na superfície terrestre produzindo um campo elétrico entre a terra e a nuvem. Se essa superfície tiver uma ponta (uma árvore, um pára-raios, ou você) ela facilitará uma descarga produzindo aquilo que conhecemos como raio.



ELAT-INPE/Divulgação

descarga ou uma faísca. É por esse motivo que você deve evitar quinas nas partes metálicas da sua máquina eletrostática.

O fato de a faísca ter surgido significa que o campo elétrico na região ficou tão intenso que venceu a rigidez dielétrica do ar e este, que era isolante tornou-se condutor. Para que isso ocorra é necessário que o campo proporcione uma diferença de potencial de 10.000 V para cada centímetro de ar atravessado pela faísca. Sabendo isto, você poderia estimar a voltagem de um raio que ocorre entre a terra e uma nuvem que esteja a 30.000 metros de altura?

MONTAGEM

Nas páginas seguintes estão ilustradas as principais etapas de construção do gerador, montado com materiais de fácil acesso. A idéia é servir de referência para que o leitor faça o seu gerador com os materiais que tiver a mão e com as informações descritas até aqui. Caso o leitor não possua habilidade no manuseio dos materiais e ferramentas aqui descritos, peça ajuda para alguém mais experiente.

TESTANDO O GERADOR

Após a montagem, a primeira coisa a ser observada é se o tubo de PVC está sendo eletrizado, quando giramos a manivela. Verificamos isso aproximando o braço do tubo enquanto esse gira. Se a eletrização estiver boa perceberemos os pêlos do braço serem atraídos pelo tubo; se isso não ocorrer, o material do feltro poderá estar influenciando, o tubo poderá estar girando sem encostar-se ao feltro, a velocidade de rotação deverá estar muito baixa ou a umidade relativa do ar poderá estar muito alta.

Uma vez que o tubo estiver eletrizado, ajuste o coletor de cargas próximo ao tubo e aproxime um objeto metálico na outra extremidade da chapa. Se surgirem pequenas faíscas, o gerador estará funcionando; se não, a distância entre a chapa e o tubo poderá estar grande ou o material da chapa poderá não ser um bom condutor. De preferência, utilize o cobre.

CONCLUSÃO

Com esta montagem, o leitor poderá gerar pequenas faíscas e comprovar o fenômeno físico da eletrização por atrito e por indução. Além disso, as soluções mecânicas aqui apresentadas, certamente, serão úteis em outras montagens que ele poderá vir a fazer. f

Sobre os autores

Givanildo Amorim, Márcio Mercúrio, Vera Henriques e Wagner Gomes fazem parte do grupo "Experimentando - Eletromagnetismo", do Profis, um espaço de apoio, pesquisa e cooperação de professores e futuros professores de Física, do Instituto de Física da USP. Para mais informações acesse: **www.if.usp.br/profis**

No site

No site: **www.mecatronicafacil.com.br** você pode acessar - vídeo de demonstração de funcionamento.

Eixo e Manivela



Para a base utilize um pedaço de madeira de aproximadamente 3 cm de espessura e aproveite as sobras para os suportes laterais. Para melhorar a sustentação prenda dois pequenos pedaços de madeira em cada um dos suportes, utilizando pregos e cola, e fixe com parafusos.



Suporte do feltro para atrito



Para garantir que o tubo de PVC se mantenha em contato com o feltro durante a rotação, é necessário um dispositivo para manter o feltro pressionado contra o tubo. Esse arranjo é feito com uma pequena tábua retangular com o mesmo comprimento do tubo, parafusos com borboleta e duas molas.



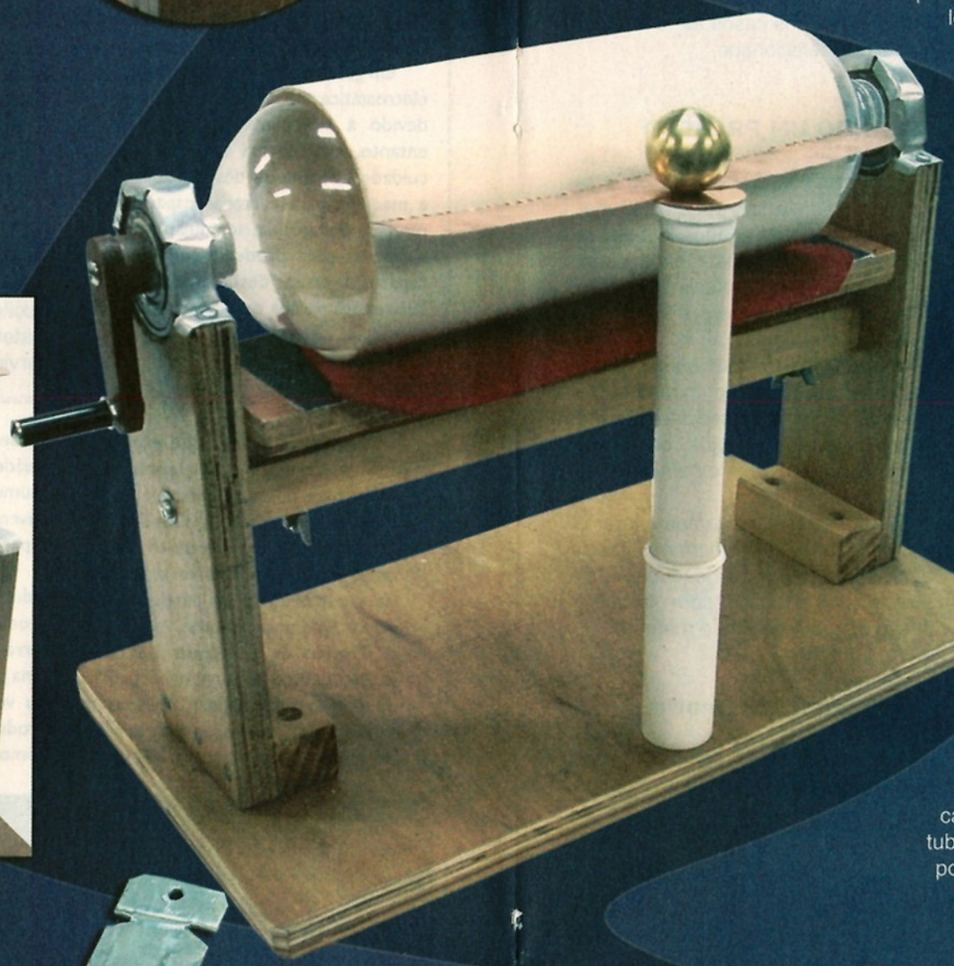
Faça dois furos na tábua e um rebaixo para cada um: na parte superior, o furo deverá ser largo o suficiente para apoiar a cabeça do parafuso, e o diâmetro menor (na parte inferior), deverá deixar o parafuso passar livremente.



Use um cano de PVC de 4 polegadas e duas garrafas PET de 2 litros, escolhidas para entrarem bem justas no cano.

Para diminuir o atrito, adapte rolamentos que se encaixem justos na tampa da garrafa. Para fixar na estrutura de madeira, utilize o rolamento para fazer uma marcação no suporte lateral e então corte a madeira de maneira que o rolamento se encaixe perfeitamente no recorte.







Use outro pedaço de madeira, onde passarão os dois parafusos. Coloque as molas nos parafusos, encaixe-os nos furos, e finalmente rosqueie as borboletas. Dessa forma, conforme soltamos ou apertamos as borboletas, aproximamos ou afastamos o feltro e o tubo de PVC. Um pedaço de lixa deve ser colado à tábua para evitar que o feltro escorregue.

O coletor

Use uma pequena chapa de cobre (de mesmo comprimento do tubo de PVC). Em um dos lados devem ser feitos pequenos cortes com uma tesoura (para melhorar a transferência de cargas). Este lado ficará próximo ao tubo. O outro lado deverá ter suas pontas arredondadas.



Para sustentar a chapa, utilize um tubo de PVC (4 cm), cuja altura deve alcançar a metade do diâmetro do tubo grande. Como suporte, pode-se usar um tubinho vazio de plástico (de vitamina) que se encaixe justo no tubinho de PVC. Na tampa do tubinho fixa-se a chapa de cobre com uma esfera de latão com um parafuso (pode ser um puxador de gaveta).



O tubinho de plástico é fixado na base do gerador com parafuso e arruela.

Para a construção da manivela utilize um pedaço de cabo de vassoura, um pedacinho de madeira, um tubinho de plástico e parafusos com arruelas. Escolha um cabo que se encaixasse justo na boca da garrafa, e o corte de modo que fique 4 cm para fora, aproximadamente. Para fixar na garrafa, basta um pequeno prego para travar o cabo. Fixe o pedacinho de madeira na ponta do cabo e do outro lado coloque um parafuso e um tubinho de plástico, que deve entrar folgado.



Para fixar a parte superior do rolamento no suporte de madeira, use uma chapa metálica fina (1mm), recortando-a de modo que forme uma braçadeira e parafuse no suporte.



Este material pode ser aproveitado de uma lata de alumínio, como as de refrigerante.

Desenhando Placas de Circuito Impresso com o Eagle – Parte 2

Nesta segunda parte iremos explorar o módulo Schematic, responsável pela elaboração do esquema que servirá de base para a criação da placa de circuito impresso.

Richard A. Weigel

O módulo *Schematic* é usado para criação e edição do esquema eletrônico de um projeto. A utilização do esquema na elaboração de uma placa de circuito impresso é necessária para que o programa possa realizar o roteamento automático das trilhas.

Mesmo quem não vá utilizar o modo *autorouter*, com o desenho do esquema fica mais fácil verificar se a placa contém erros como, por exemplo, a falta de uma ligação entre "ilhas" ou até mesmo uma trilha ligada em uma "ilha" errada.

Para ficar mais fácil entender todo o processo de criação de uma placa empregando o *Eagle*, vamos utilizar como base o circuito mostrado na **figura 1**, que é um seqüencial de LEDs.

O CONTROL PANEL

Quando iniciamos o Eagle, somente o *Control Panel* é aberto. A **figura 2** ilustra sua aparência onde a temos uma estrutura que podemos considerar como "pastas", similares ao Windows Explorer. Dentro destas "pastas" temos diversos arquivos que compõem os mais variados parâmetros e bibliotecas utilizados pelo programa.

Podemos explorar o conteúdo destas "pastas" *clicando* duas vezes sobre ela ou apenas no símbolo "+" à sua esquerda. *Clicando* com o botão direito do *mouse* sobre uma "pasta" ou arquivo, é aberto um pequeno menu (*Context Menu*) com mais opções.

Dependendo do item selecionado, no lado direito serão mostrados detalhes e em alguns casos até o conteúdo do item selecionado.

CRIANDO UM PROJETO

Basicamente, o conceito de projeto no *Eagle* é reunir em um só lugar todos os arquivos criados durante a elaboração do esquema e da placa de circuito impresso. Assim, criar um novo projeto nada mais é que criar uma "pasta".

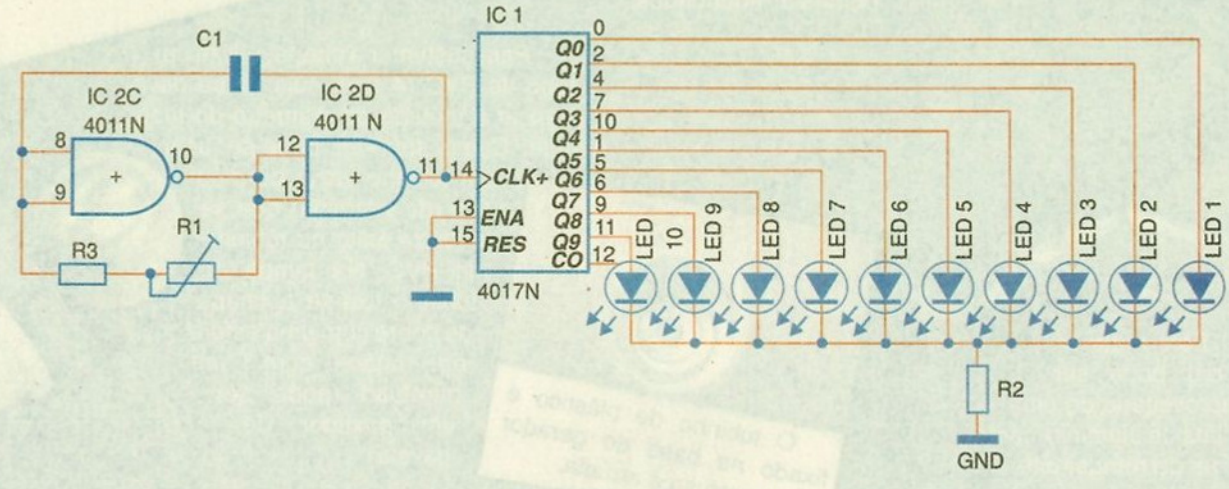
Utilizando o *Context Menu*, *clique* com o botão direito do *mouse* sobre a "pasta" *Projects* e selecione a opção *New Project*. Em seguida, como exibido na **figura 3**, digite o nome do projeto.

Se necessário, podemos alterar o nome do projeto (*Rename*), apagar (*Delete*) ou inserir uma descrição (*Edit Description*) *clicando* com o botão direito do *mouse* sobre o mesmo.

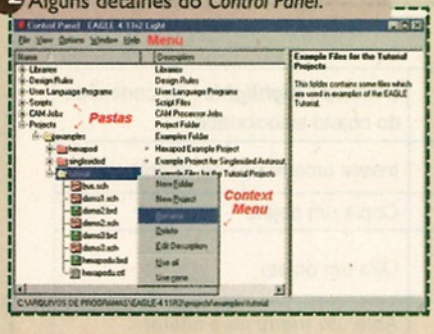
Iniciando o Schematic

Inicie o *Schematic clicando* com o botão direito do *mouse* sobre o projeto

1 Circuito utilizado como exemplo para o projeto.



2 Alguns detalhes do *Control Panel*.



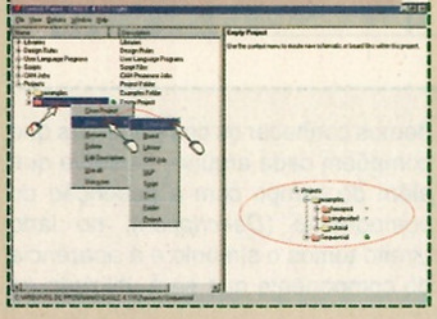
e selecione as opções *New* > *Schematic*.

Caso esta opção não esteja disponível, será necessário "ativar" o projeto. Repare no detalhe mostrado na **figura 4** que existe uma "bolinha" para indicar quando um projeto está ativo. Se esta "bolinha" não estiver na cor verde, indica que o projeto não está ativo. Para ativar ou desativar um projeto, basta *clicar* sobre esta "bolinha".

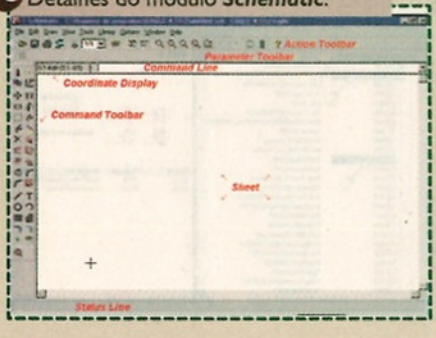
Conhecendo o Schematic

A **figura 5** oferece alguns detalhes deste módulo, onde podemos identificar logo abaixo do menu, uma barra de atalhos com algumas ações do menu (*Action Toolbar*). A descrição destes atalhos está na **tabela 1**, enquanto que na **tabela 2** temos a descrição

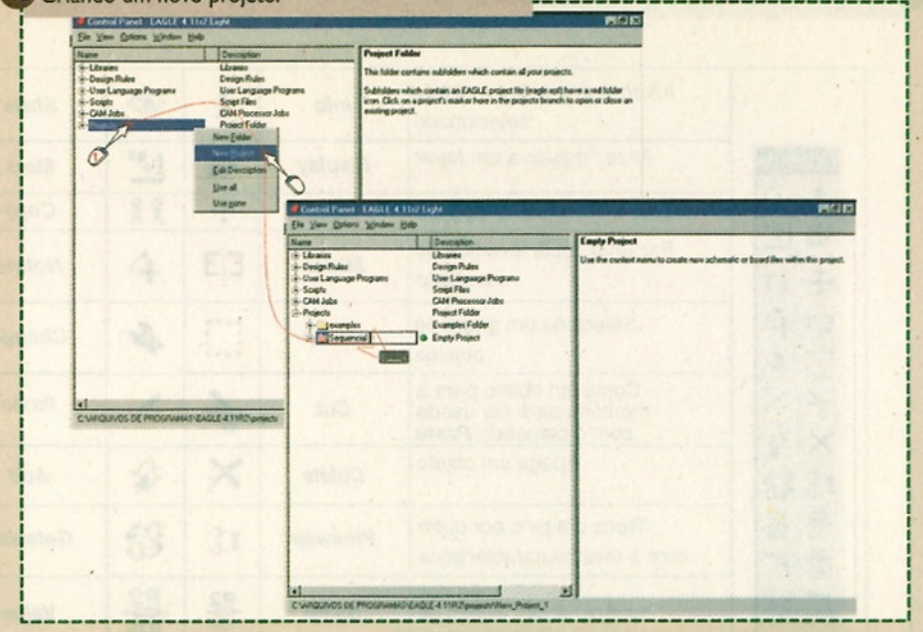
4 Criando um novo esquema. No detalhe, a "bolinha" que indica quando um projeto está ativo ou não.



5 Detalhes do módulo *Schematic*.



3 Criando um novo projeto.



dos comandos agrupados na *Command Toolbar*. Além disto, abaixo da *Action Toolbar* temos a *Parameter Toolbar*, que mostrará os parâmetros disponíveis para o comando utilizado.

A área de trabalho onde iremos desenhar o esquema chama-se *Sheet*. Nela podemos observar uma marca (uma cruz) que é o ponto de referência para as coordenadas mostra-

T1 Descrição dos ícones de atalhos.



	Open	Abre um arquivo de esquema
	Save	Salva o arquivo atual
	Print	Imprime o esquema
	CAM	Inicia o processo CAM (utilizado para industrialização de placas)
	Board	Inicia o módulo ***Board***
1/1	*Sheet*	Seleciona o ***Sheet***. Na versão ***Freeware*** está limitado a 1
	Use	Seleciona uma biblioteca de componentes para uso no projeto
SCR	*Script*	Executa um arquivo com uma seqüência de comandos
ULP	*Run*	Executa o ULP
	Zoom to fit	Amplia o esquema ao tamanho máximo da tela
	Zoom in	Amplia o esquema
	Zoom out	Diminui o esquema
	Redraw	Redesenha a tela
	Zoom select	Seleciona uma área para ser ampliada
	Undo	Desfaz uma ação
	Redo	Refaz uma ação desfeita
STOP	*Stop*	Finaliza a execução de um comando
	Go	Inicia a execução de um comando. Só é necessário em alguns comandos.
?	*Help*	Ajuda (em Inglês) do programa
	Grid	Configura a área de trabalho como um papel milimetrado

T2 Descrição dos principais comandos do ***Schematic***.

	Informações sobre o objeto selecionado	*Info*			*Show*	Destaca (***highlights***) as conexões do objeto selecionado
	Ativa / desativa um ***layer***	*Display*			*Mark*	Insere uma marca de referência
	Move um objeto	*Move*			*Copy*	Copia um objeto
	Faz uma cópia invertida de um objeto	*Mirror*			*Rotate*	Gira um objeto
	Seleciona um grupo de objetos	*Group*			*Change*	Abre um ***menu*** para alterar diversos parâmetros de um objeto
	Copia um objeto para a memória para ser usado com o comando ***Paste***	*Cut*			*Paste*	Insere um objeto selecionado pelo comando ***Cut***
	Apaga um objeto	*Delete*			*Add*	Insere um objeto da biblioteca
	Troca um pino por outro com a mesma característica	*Pinswap*			*Getswap*	Troca um "gate" por outro com a mesma característica
	Identificação dos componentes, linhas ou "barramentos"	*Name*			*Value*	Insere o valor do componente
	Separa o ***Name*** e ***Value*** do componente	*Smash*			*Miter*	Arredonda um ângulo reto
	Transforma uma linha em curva	*Split*			*Invoke*	Adiciona outras partes de um componente
	Desenha uma linha para unir dois componentes	*Wire*			*Text*	Insere um texto
	Desenha um círculo	*Circle*			*Arc*	Desenha um arco
	Desenha um retângulo ou quadrado	*Rect*			*Poligon*	Desenha um polígono
	Insere uma linha tipo "barramento"	*Bus*			*Net*	Desenha uma linha para unir um componente a um "barramento"
	Faz a junção de uma linha	*Junction*			*Label*	Mostra o nome de uma linha ou "barramento"
	Realiza o teste elétrico do esquema (***Eletrical Rule Check***)	*ERC*				

das na *Coordinate Display*, ao lado da *Command Line*. O valor mostrado é onde o cursor do *mouse* se encontra em relação a marca de referência.

No rodapé da janela existe um campo chamado *Status Line* que sempre mostra alguma dica, em inglês, referente à utilização de um comando.

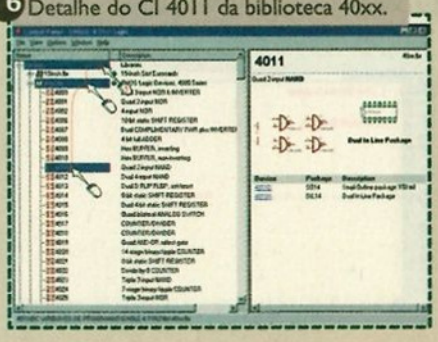
É importante entender que todo o programa funciona a partir de comandos e estes comandos podem ser escritos diretamente na *Command Line* ou serem ativados através dos atalhos da *Command Toolbar*, o que simplifica muito o uso do programa. Com este conceito é possível criar um arquivo (*Script*) com uma série de comandos e desta forma automatizar alguns processos.

A Biblioteca de Componentes

Antes de começar o esquema é necessário um prévio conhecimento das bibliotecas de componentes disponíveis no programa, e a maneira mais fácil para isto é utilizando o *Control Panel*. Expandindo o conteúdo da "pasta" *Libraries*, cada item mostrado é uma biblioteca de uma família ou grupo de componentes.

Expandindo uma destas bibliotecas, como mostrado na **figura 6**, podemos conhecer os componentes que compõem cada arquivo. Observe que além do campo com a descrição do componente (*Description*), no lado direito temos o símbolo e a aparência do componente que será utilizado na

6 Detalhe do CI 4011 da biblioteca 40xx.



placa. Dependendo do componente ainda podemos encontrar diversas opções de *Package* que são as variações de encapsulamentos.

INÍCIO DO PROJETO "SEQÜENCIAL"

A seqüência da **figura 7** orienta como inserir um símbolo (componente) no *Sheet*. *Clicando* no atalho *Add* é aberta uma nova janela onde podemos selecionar o componente. Como já foi mencionado, um componente pode ter diversos tipos de encapsulamentos e neste exemplo temos dois, o DIL e o SOIC, para montagem em superfície (SMD).

Ao selecionar o componente, o símbolo fica "grudado" no cursor do *mouse* e para inseri-lo no *Sheet* basta dar um *clique* com o botão esquerdo do *mouse* no local desejado. Com isto, outro símbolo ficará disponível, caso fosse necessário colocar outro componente igual.

Para voltar à janela de bibliotecas e selecionar outro componente, pressione a tecla <ESC> ou pressione a tecla <ESC> duas vezes para sair deste comando. Também pode ser utilizado o atalho para o comando *Stop*.

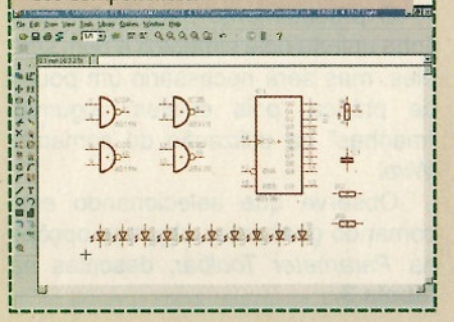
O mais importante nesta etapa é prestar atenção no encapsulamento usado. Procure selecionar o componente pelo tipo de encapsulamento que será utilizado na placa. Lembre-se que um capacitor de 1µF é bem diferente de um capacitor de 1000 µF, apesar de seus símbolos serem iguais. A **figura 8** ilustra o aspecto do esquema após a inserção dos componentes.

ARRUMANDO OS COMPONENTES

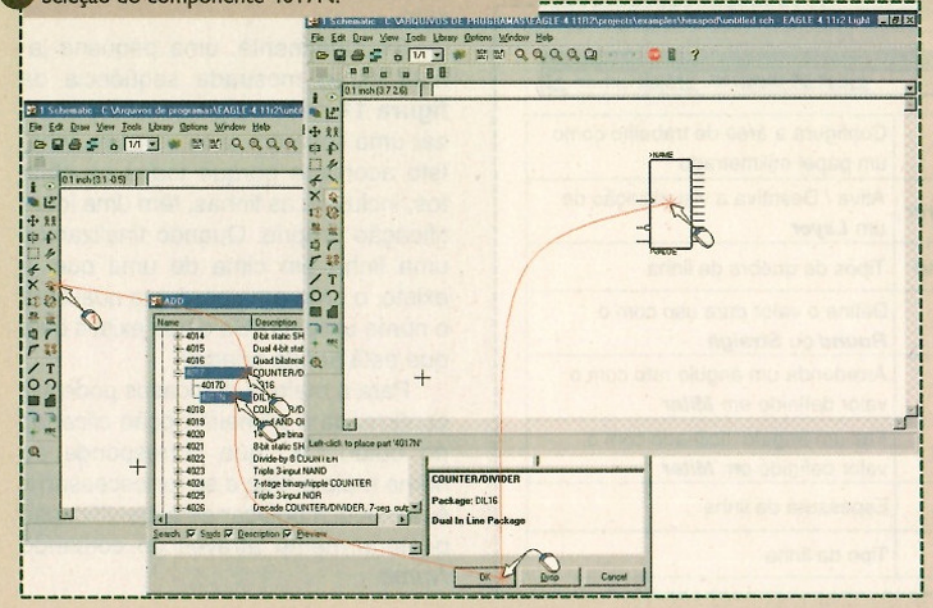
A posição dos componentes no esquema não tem influência nenhuma sobre a placa de circuito impresso, o que importa mesmo são as conexões entre os símbolos, mas devemos nos preocupar em posicioná-los da melhor maneira possível evitando ao máximo, voltas e cruzamentos desnecessários. Com isto, além de garantir um visual "limpo" teremos menos trabalho caso seja necessário mudar um símbolo para outro lugar.

Utilizando o comando *Grid* você pode configurar a área de trabalho de maneira que ela fique com a aparência de um papel milimetrado, como

8 Aspecto do esquema após a inserção dos componentes.



7 Seleção do componente 4017N.



Dicas

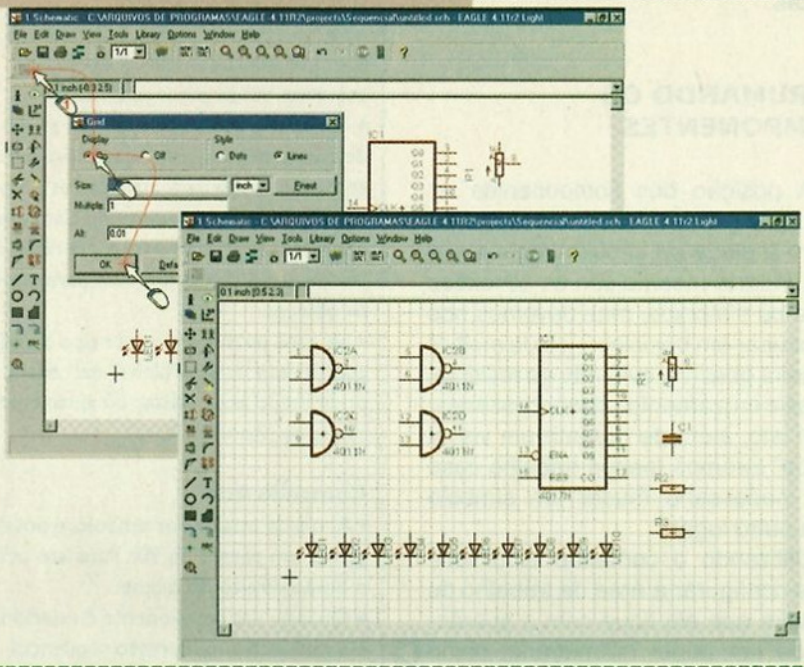
- Use o comando *Delete* para excluir um componente, caso tenha sido inserido um a mais ou errado.
- Se for necessário inserir um componente igual a um que já exista no esquema, utilize o comando *Copy*.
- Também é possível copiar um grupo de componentes, para isto empregue o comando *Group* para assinalar os objetos, depois utilize o comando *Cut* para copiar estes objetos para a memória e finalmente o comando *Paste*, para inserir os objetos.
- Se você possui um *mouse* tipo Scroll, aquele com uma "rodinha" no centro, pode usá-lo para afastar ou aproximar o esquema (Zoom).

Comando Add

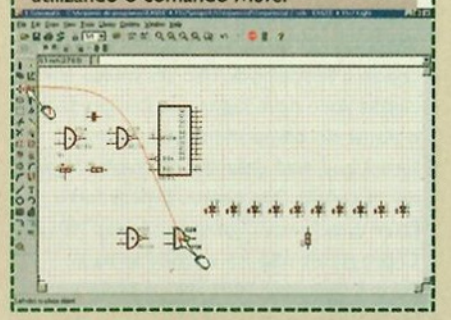
- Antes de inserir um símbolo, é possível girá-lo em passos de 90°. Para isto utilize o botão direito do *mouse*.
- Quando um componente é inserido, ele ganha uma numeração seqüencial tipo R_1, R_2, R_3, etc.
- É possível realizar a busca de um componente utilizando o campo de busca *Search* na janela de bibliotecas, mas dependendo de como o componente foi criado a busca pode não ser muito eficiente. Você deve digitar no campo *Search* o nome do componente da mesma forma que está definido na coluna *Name* ou na coluna *Description*. Experimente fazer uma busca digitando apenas "4017". O programa não irá encontrar nada. Porém digitando "4017N", o programa irá localizar o componente.
- A boa noticia é que este campo aceita o "*" como curinga, desta forma é possível fazer uma busca digitando, por exemplo, "4017*".
- Se as bibliotecas sumiram após um *Search* não se desespere, basta apagar todo o conteúdo do campo *Search* e em seguida pressionar a tecla <ENTER> (o botão OK não serve).
- O botão *Drop* na janela de bibliotecas serve para desabilitar uma biblioteca do projeto. Caso tenha sido pressionado acidentalmente, a biblioteca pode ser novamente incluída empregando-se o processo já descrito através do *Control Panel*, ou pelo módulo *Schematic*, utilizando a seqüência *Library* > *Use* no menu.

exibe a seqüência da **figura 9**. Na **figura 10** temos o esquema após uma arrumação, usando o comando *Move*.

9 Ativando o *Grid*.



10 Esquema após uma pequena arrumação, utilizando o comando *Move*.

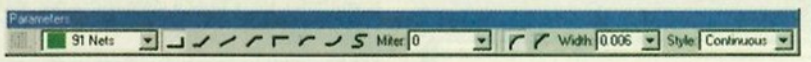


LIGANDO OS COMPONENTES

O procedimento para traçar uma linha unindo dois símbolos é bem simples, mas será necessário um pouco de prática, pois existem algumas "manhas" na utilização do comando *Wire*.

Observe que selecionando este comando ganhamos algumas opções na *Parameter Toolbar*, descritas na **tabela 3**.

T3 Parâmetros do comando ***Wire***.



	Grid	Configura a área de trabalho como um papel milimetrado
91 Nets	***Select Layer***	Ativa / Desativa a visualização de um ***Layer***
	Wire Bend	Tipos de quebra da linha
Miter 0	***Miter***	Define o valor para uso com o ***Round*** ou ***Straigh***
	Round	Arredonda um ângulo reto com o valor definido em ***Miter***
	Straigh	Faz um ângulo inclinado com o valor definido em ***Miter***
Width 0.006	***Width***	Espessura da linha
Style Continuous	***Stile***	Tipo da linha

Dicas

Comando Move

- Apesar de termos o comando *Rotate* para girar um componente, quando estamos utilizando o comando *Move* podemos girá-lo *clicando* com o botão direito do *mouse*, cada *clique* faz com que o símbolo gire 90°.
- Também é possível mover um grupo de componentes ao mesmo tempo. Para isto, utilize o comando *Group* para marcar os símbolos e em seguida utilize o comando *Move*.

Comando Group

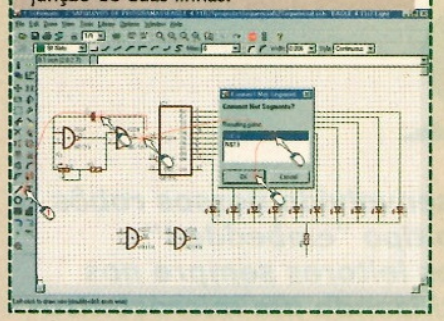
- Use este comando quando for necessário realizar um comando em um grupo de objetos.
- Depois de iniciar o comando, *clique* e mantenha pressionado o botão esquerdo do *mouse* para marcar um grupo de objetos alinhados ou com vários *cliques* ao redor de um grupo de objetos que não estão alinhados.
- Quando temos um grupo selecionado, em alguns comandos temos a opção de *clicar* com o botão esquerdo para exercer o comando somente em um objeto ou com o botão direito nos objetos do grupo. Esta informação aparece na *Status Line*.

Para traçar uma linha, selecione o comando e *clique* na extremidade de conexão do componente. Não é necessário ficar segurando o botão do *mouse* para traçar a linha. Para finalizar, *clique* duas vezes com o botão esquerdo do *mouse* no ponto desejado.

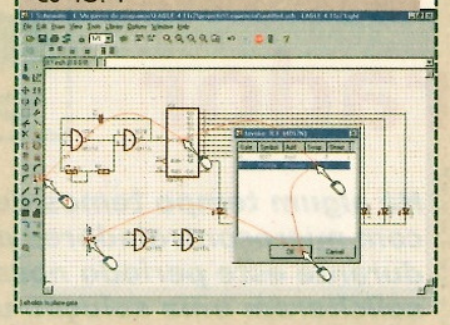
Eventualmente, uma pequena janela como mostrada seqüência da **figura 11** pode surgir ao tentar finalizar uma linha em cima de outra linha. Isto acontece porque todos os objetos, inclusive as linhas, têm uma identificação própria. Quando finalizamos uma linha em cima de uma que já existe, o programa pergunta qual será o nome utilizado. Se o que existia ou o que está sendo criado?

Para a maioria dos casos pode ser confirmada a primeira opção *clicando* no botão OK, que corresponde ao nome mais antigo e se for necessário, é possível modificar esta identificação posteriormente através do comando *Name*.

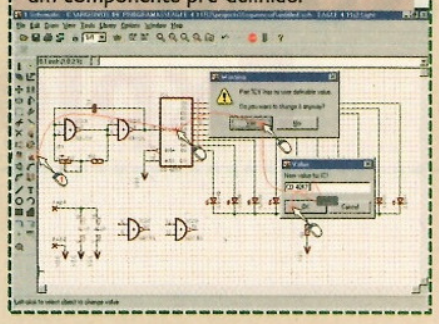
11 Escolha do nome da linha em uma junção de duas linhas.



12 Adicionando os pinos de alimentação do "IC1".



14 Confirmação de mudança de valor de um componente pré-definido.

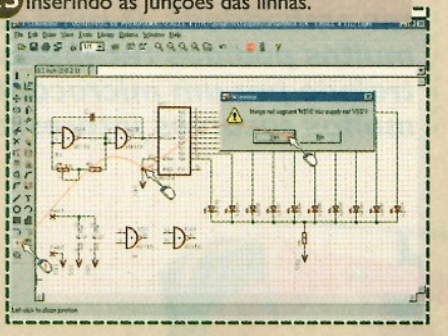


Dicas

Comando Wire

- *Clicando* com o botão direito do *mouse*, é trocado o tipo de quebra da linha (*Wire Bend*).
- Para fazer uma quebra da linha (curva), *clique* com o botão esquerdo no ponto desejado e continue traçando a linha.
- É possível apagar ou mover uma linha utilizando os comandos *Delete* e *Move*.
- Outros parâmetros de uma linha podem ser modificados usando as opções do comando *Change*.
- Dependendo do modo de visualização empregado (Zoom) e de sua "mira", pode acontecer do início ou final da linha não coincidirem com o terminal do símbolo. Caso isto aconteça, na hora da checagem do esquema (comando *ERC*), será mostrada uma mensagem de erro.

13 Inserindo as junções das linhas.



Dicas

- Os valores definidos em *Name* e *Value* serão os mesmos que aparecerão na serigrafia da placa.
- Também é possível modificar a identificação das linhas ou barramentos (*Bus*). Podemos por exemplo, nomear a linha de alimentação positiva como VCC, a negativa com VSS ou GND e assim por diante. Você verá que isto é muito útil quando for necessário fazer uma "blindagem" na placa.
- Para que um nome de uma linha ou barramento seja mostrado no esquema, utilize o comando *Label*.
- Para fazer um "ajuste fino" de *layout* dos itens *Name* e *Value*, use o comando *Smash*.

Comando Smash

- Este comando serve para separar os campos *Name* e *Value* do símbolo. Assim, é possível mover de forma independente cada item.
- Para selecionar um grupo de símbolos, utilize antes o comando *Group* e em seguida o comando *Smash clicando* com o botão direito do *mouse* sobre o grupo.
- Para retornar as posições originais, com o comando ativo, pressione a tecla <Shift> e *clique* sobre o símbolo.

INSERINDO MAIS COMPONENTES

A qualquer momento podem ser inseridos outros componentes no projeto e o leitor mais atento deve ter reparado que ainda não temos os pinos de alimentação dos circuitos integrados. Para inseri-los será necessário utilizar o comando *Invoke*, mostrado na seqüência da **figura 12**.

COLOCANDO AS JUNÇÕES

Após ter traçado as linhas, é necessário colocar as junções onde as linhas devem ser unidas utilizando para isto o comando *Junction*. Eventualmente, uma janela como apresentada na seqüência da **figura 13** pode surgir ao tentar colocar uma junção. Isto acontece quando as linhas têm nomes diferentes. Neste exemplo o programa irá substituir o nome da linha "N$16" por "VSS".

Observe que as junções devem ser colocadas somente onde há um cruzamento de linhas, portanto não é necessária a sua colocação em outros pontos.

IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES

Com o esquema pronto, é necessário verificar a identificação e valores dos componentes.

O comando *Name* permite que seja modificada a identificação do componente (R_1, R_2, R_3, etc.). Apesar do programa fazer esta identificação automaticamente, devemos sempre verificar se não existe nenhuma falha, como, por exemplo, quando excluímos um componente. Imagine que tenham sido inseridos cinco resistores e durante o decorrer do projeto, foi eliminado o resistor R_3. Se outro resistor for incluído, ele automaticamente assumirá o valor vago (R_3), mas se não for incluído nenhum resistor, a seqüência terá um "buraco". Neste caso, será necessário modificar manualmente a identificação dos demais resistores.

O comando *Value* tem uma função bem parecida, porém serve para incluir o valor ou código do componente. Alguns componentes já têm este valor definido na sua biblioteca e quando for necessário modificar este valor, uma mensagem de advertência, como mostra a seqüência da **figura 14**, irá nos alertar sobre este detalhe.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No próximo número iremos explorar o comando *ERC*, responsável pela verificação elétrica do esquema e mais algumas dicas do módulo *Schematic*. Até lá! f

Robô Explorador

Márcio José Soares



Há algum tempo temos desenvolvido nossos robôs com microcontroladores do tipo "embedded" e durante este período nossos leitores sempre nos solicitaram uma solução utilizando um microcontrolador comum (sem os recursos dos microcontroladores embedded). O robô explorador vem atender aos muitos pedidos recebidos. Trata-se de um robô controlado por um microcontrolador PIC16F628A, com muitos recursos interessantes.



Níveis de Dificuldade

	0	1	2	3	4
mecânica	●	●	●	●	●
eletrônica	●	●	●	●	●
informática	●	●	●	●	●
custo	●	●	●	●	○

(veja pág. 02)

O robô explorador possui alguns recursos interessantes, a saber:

- Controle de um pequeno braço manipulador com dois graus de liberdade;
- Controle de um motor através de uma ponte "H" com transistores bipolares;
- Controle de direção;
- Uma câmera PB transmitindo imagens através do canal 12 VHF;
- Controle de uma lâmpada externa auxiliar;
- Dois "bumpers" de colisão;
- Um "buzzer" para sinalização;
- Uma saída extra através de relé (contatos NA e NF presentes);
- Uma entrada digital extra (5 VDC) para uso com sensores IR, som, etc;
- Conexão através do canal serial com velocidade entre 1200 e 19200 bps (alteração via software).

Todos estes recursos são comandados em tempo real por meio do canal serial de um PC (RS-232) através de um programa desenvolvido em linguagem LOGO.

Pelo que o leitor poderá notar, este robô tem muitas possibilidades. Os resultados que podem ser obtidos com ele em feiras e outras apresentações serão excelentes.

SOBRE O MICROCONTROLADOR PIC16F628A

Para alguns leitores, este microcontrolador não é nenhuma novidade. Porém para aqueles que não o conhecem, descreveremos suas principais características:

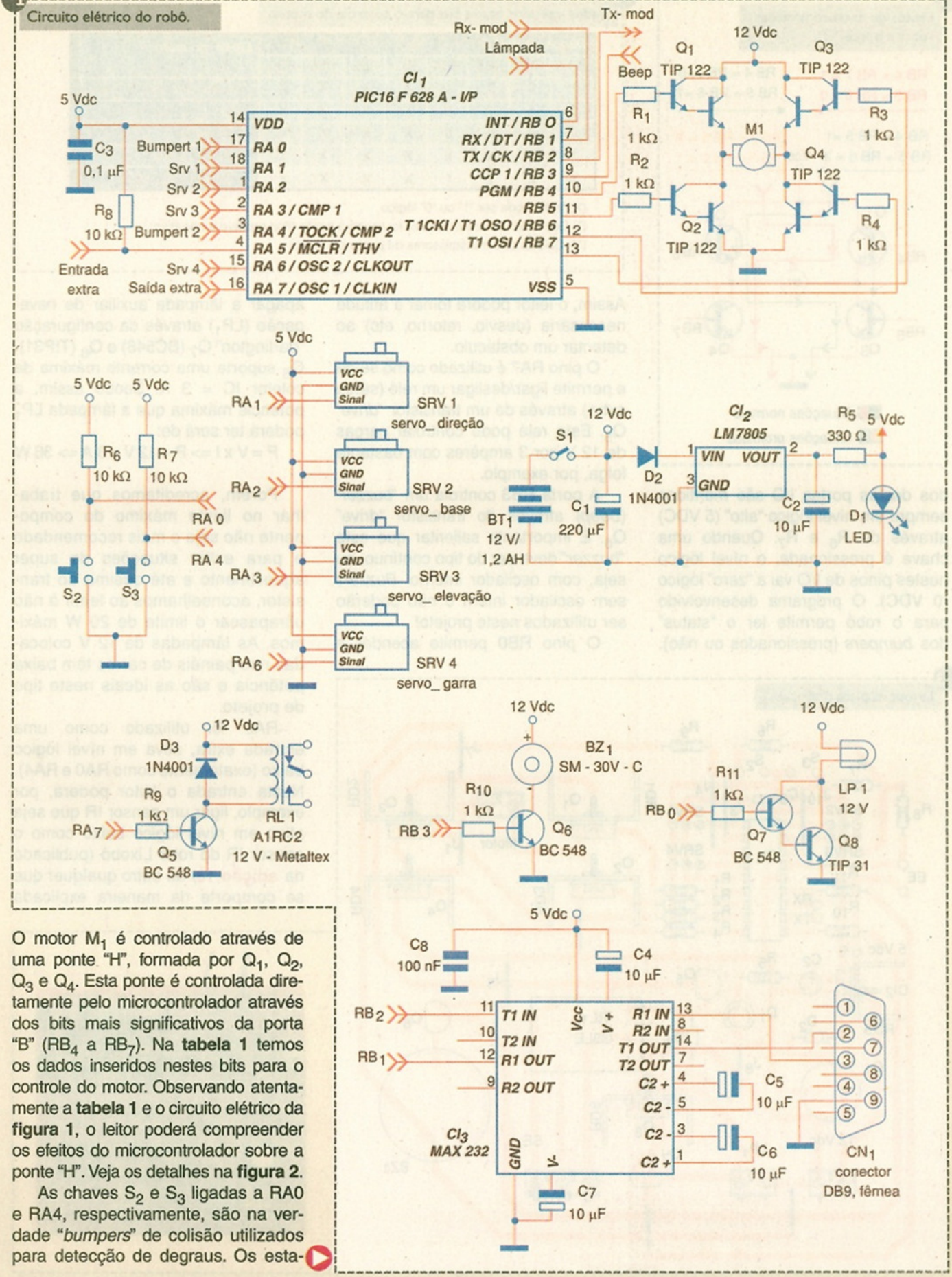
- Memória FLASH de programa com 2 kbytes;
- 224 bytes de RAM;
- 128 de EEPROM;
- 15 pinos de I/O com dreno de corrente na ordem de 20 mA;
- Dois comparadores analógicos;
- Dois "timers" de 8 bits e um de 16 bits;
- Um canal CCP (*Capture*, *Compare* and PWM);
- Um canal USART para comunicação RS-232 ou SPI;
- Várias opções para oscilador inclusive interno a 4 MHz;
- *Watch Dog Timer* (cão de guarda) interno;
- Controle de "Power-on Reset" e "Power-up Timer";
- Proteção de código contra cópias;
- Código de instruções reduzido (35 instruções);
- Encapsulamento DIP com 18 pinos.

Para aqueles que desejam mais informações sobre este microcontrolador, aconselhamos o "download" do "databook" no *site* do fabricante, www.microchip.com.

O CIRCUITO

Na **figura 1** o leitor tem o circuito elétrico do robô explorador. Todo o controle é feito pelo microcontrolador. Os servos SRV_2 a SRV_4 controlam o braço manipulador e o servo SRV_1 a "bequilha" utilizada para controle da direção.

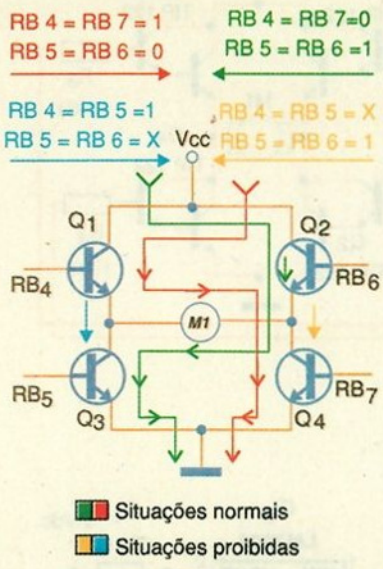
1 Circuito elétrico do robô.



O motor M_1 é controlado através de uma ponte "H", formada por Q_1, Q_2, Q_3 e Q_4. Esta ponte é controlada diretamente pelo microcontrolador através dos bits mais significativos da porta "B" (RB_4 a RB_7). Na **tabela 1** temos os dados inseridos nestes bits para o controle do motor. Observando atentamente a **tabela 1** e o circuito elétrico da **figura 1**, o leitor poderá compreender os efeitos do microcontrolador sobre a ponte "H". Veja os detalhes na **figura 2**.

As chaves S_2 e S_3 ligadas a RA0 e RA4, respectivamente, são na verdade "*bumpers*" de colisão utilizados para detecção de degraus. Os esta-

2 Efeitos do microcontrolador sobre a ponte "H".



T1 Dados inseridos nestes bits para o controle do motor.

Dados no port B								Efeito no motor
RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0	
1	0	0	1	X	X	X	X	*Giro em sentido ante-horário
0	1	1	0	X	X	X	X	*Giro em sentido horário
0	0	0	0	X	X	X	X	Motor parado
1	1	X	X	X	X	X	X	**Situação proibida
X	X	1	1	X	X	X	X	** Situação proibida

(X) Valor pode ser "1" ou "0" lógico
(*) Depende de como o motor foi ligado à ponte (fios positivo e negativo)
(**) Coloca dois transmissores da ponte em curto!

dos destas portas I/O são mantidos sempre em nível lógico "alto" (5 VDC) através de R_6 e R_7. Quando uma chave é pressionada, o nível lógico nestes pinos de I/O vai a "zero" lógico (0 VDC). O programa desenvolvido para o robô permite ler o "status" dos *bumpers* (pressionados ou não). Assim, o leitor poderá tomar a atitude necessária (desvio, retorno, etc) ao detectar um obstáculo.

O pino RA7 é utilizado como saída e permite ligar/desligar um relé (saída extra) através de um transistor *"drive"* Q_5. Este relé pode controlar cargas de 12 V por 3 ampères com bastante folga, por exemplo.

A porta RB3 controla um *"buzzer"* (*beep*) através do transistor "drive" Q_6. É importante salientar que este *"buzzer"* deve ser do tipo contínuo, ou seja, com oscilador interno. *Buzzers* sem oscilador intern o não poderão ser utilizados neste projeto!

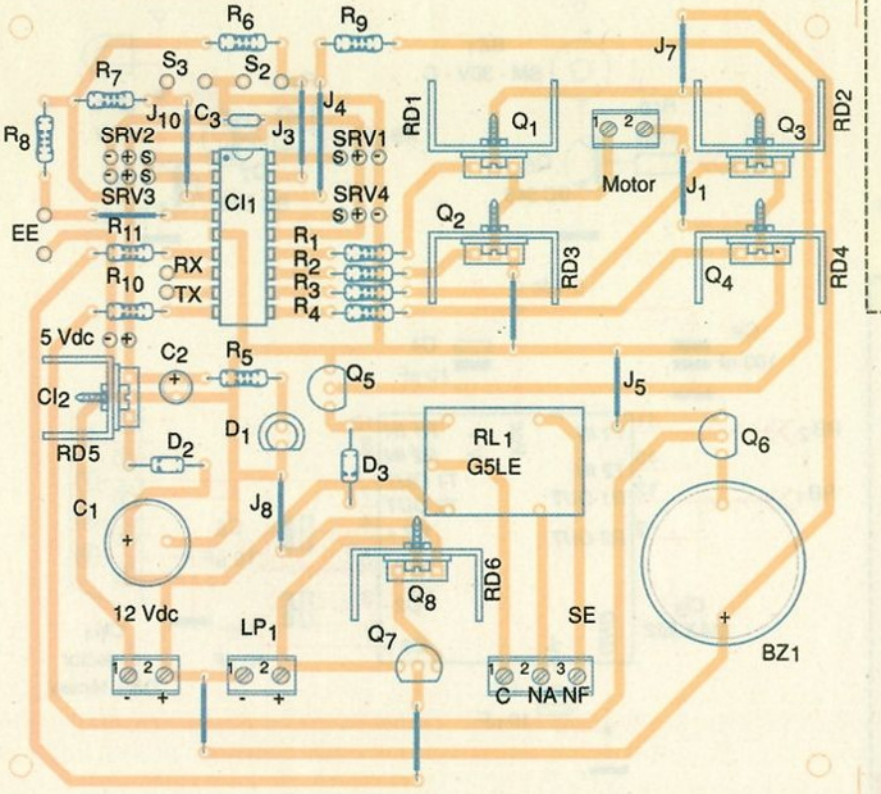
O pino RB0 permite acender e apagar a lâmpada auxiliar de navegação (LP_1) através da configuração "darlington" Q_7 (BC548) e Q_8 (TIP31). Q_8 suporta uma corrente máxima de coletor IC = 3 A. Sendo assim, a potência máxima que a lâmpada LP_1 poderá ter será de:

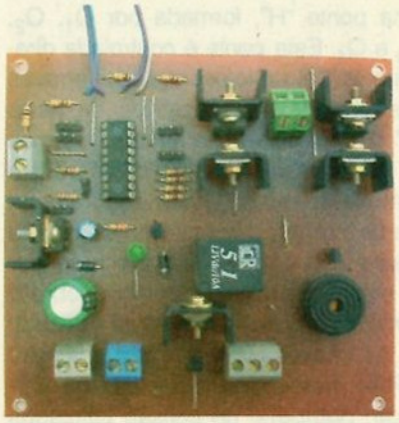
P = V x I => P = 12 V x 3 A => 36 W

Porém, acreditamos que trabalhar no limite máximo do componente não seja o mais recomendado e para evitar situações de super aquecimento e até queima do transistor, aconselhamos ao leitor à não ultrapassar o limite de 20 W máximos. As lâmpadas de 12 V colocadas nos painéis de carros têm baixa potência e são as ideais neste tipo de projeto.

RA5 foi utilizado como uma entrada extra, ativa em nível lógico baixo (exatamente como RA0 e RA4). Nesta entrada o leitor poderá, por exemplo, ligar um sensor IR que seja ativo em nível lógico baixo como o sensor IR do robô Lixobô (publicado na edição 18) ou outro qualquer que se comporte da maneira explicada

3 Layout da placa principal.





(ativo em nível lógico baixo - 0 VDC). Sensores do tipo "coletor aberto" são os mais recomendados para esta entrada.

A entrada e saída extra foram implementadas para permitir ao leitor ligar dispositivos a sua escolha (dentro dos limites estabelecidos), permitindo uma personalização e até a execução de tarefas diferentes das propostas para o robô (não existem limites para a criatividade!)

Todo o circuito é alimentado por uma bateria de 12 VDC GEL com 1,3 Ah. Esta bateria alimentará de forma direta a lâmpada, o relé, o buzzer e o motor. Ela também poderá servir de alimentação para o dispositivo extra de saída (no relé) caso sua alimentação seja compatível com esta tensão.

O circuito prevê ainda um regulador de voltagem para 5 VDC (CI_2). Os capacitores C_1 e C_2 funcionam como filtros para a alimentação. D_2 permite uma proteção "a mais" contra uma possível inversão ao ligar a bateria. R_5 e D_1 formam a indicação visual da presença da alimentação (5 VDC).

Temos ainda CI_3 no circuito. Trata-se de um MAX232 (ou qualquer outro compatível). Este CI adapta os níveis de tensão da norma RS-232 para os níveis TTL (0 e 5 VDC) do microcontrolador. É através deste CI que o cérebro (microcontrolador) do Robô Explorador se comunicará com o PC (canal serial).

O leitor deve ter notado a ausência do cristal de oscilação, muito comum aos microcontroladores. O PIC16F628A possui um oscilador R/C interno com boa precisão. Optamos por usá-lo e assim conseguimos a liberação de mais dois pinos de I/O.

Importante

Tenha muito cuidado ao ligar uma placa à outra. Caso os fios que levam a alimentação à placa de comunicação sejam invertidos, o CI_3 se danificará irremediavelmente. Cuidado! Observe atentamente as figuras e fotos deste artigo para conectar corretamente ambas as placas. Os fios de comunicação também merecem cuidado, mas sua inversão não provocará a queima de qualquer um dos CIs, mas impedirá a comunicação entre o robô e o PC. Tenha cuidado neste item também!

MONTAGEM ELETRÔNICA

Nas **figuras 3** e **4** o leitor encontra nossa sugestão para a confecção dos circuitos impressos para a placa principal (cérebro) e placa de comunicação, respectivamente, do nosso robô. Aconselhamos o uso de soquetes para todos os CIs (exceto CI_2), principalmente para o microcontrolador.

Tenha muito cuidado ao soldar os componentes polarizados como capacitores eletrolíticos, diodos e LEDs, transistores, reguladores de voltagem (CI_2), *buzzer* e outros. Qualquer inversão poderá ser fatal para o componente e/ou impedir o funcionamento do robô.

Os transistores Q_1 a Q_4 e também Q_8 necessitam de radiadores de calor, pois dissipam uma certa potência. A mesma recomendação é válida para o regulador de voltagem CI_2.

Para os servos aconselhamos o uso de uma barra de pinos para a sua fácil inserção na placa. Caso o leitor tenha dificuldade em encontrá-las em sua cidade, poderá cortar o conector original dos servos e soldar diretamente os fios na placa. Lembre-se apenas de que o comprimento dos fios que controlam o braço manipulador deve ser tal que permita o livre movimento deste.

A ligação entre a placa principal e a placa de comunicação (alimentação e comunicação) também pode ser feita com barra de pinos. Na falta desta, os fios poderão ser soldados diretamente na placa.

Para a ligação da lâmpada, do motor, da saída e entrada extra e a entrada da alimentação utilizamos em nosso protótipo conectores do tipo parafusável, também conhecidos como conectores PTR500. Estes conectores ajudam muito nas conexões e facilitam qualquer montagem e desmontagem (se necessário). Seu uso é opcional.

Importante

Chamamos a atenção do leitor para o nível de complexidade desta montagem eletrônica. Ela envolve um microcontrolador PIC e será necessário algum conhecimento prévio no uso destes (compilação de programas, gravação e outras) para o sucesso da montagem. Não recomendamos esta montagem para leitores iniciantes e/ou sem a experiência adequada no mundo dos microcontroladores. Em nossas páginas existem outros projetos interessantes e em outras edições é possível encontrar robôs mais simples que este. **É aconselhável dar um passo por vez!**

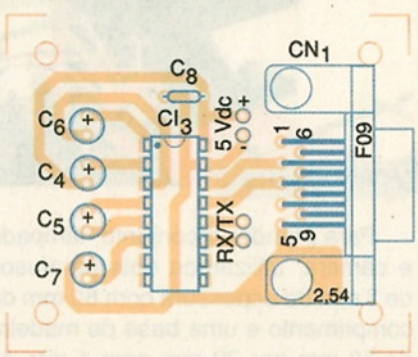
O CABO DE COMUNICAÇÃO

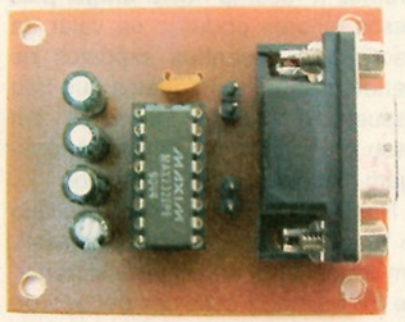
A montagem do cabo de comunicação é bem simples. O leitor irá utilizar alguns metros de cabo do tipo "manga" com pelo menos quatro vias e dois conectores DB09 (uma macho e outro fêmea).

A norma RS-232 determina que um cabo de comunicação serial deva ter no máximo 15 metros para uma comunicação segura. Porém, se o leitor utilizar um cabo blindado de boa qualidade e soldar as pontas da malha na carcaça dos conectores em ambos os lados, esta distância poderá chegar a 30 metros.

Não recomendamos o uso de cabos utilizados na montagem de redes ou ainda os tipo "flat". No primeiro caso, estes cabos não são

4 Layout da placa de comunicação.

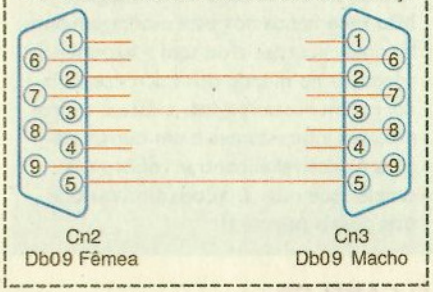




flexíveis e podem prejudicar os movimentos do seu robô. No segundo caso, as interferências irradiadas pelo cabo podem prejudicar a comunicação.

Monte o cabo conforme a **figura 5** de acordo com a metragem passada. Se notar qualquer problema na comunicação, diminua o cabo para um comprimento seguro.

5 Cabo de comunicação.



Importante

Após realizar toda a montagem eletrônica, aconselhamos uma boa verificação para ter certeza que todas as ligações foram feitas corretamente! É melhor perder um certo tempo verificando tudo, do que ver todo o trabalho se perder por um erro qualquer!

MONTAGEM MECÂNICA

A montagem mecânica deste robô não é das mais simples, mas também não é das mais complexas. Ela exigirá do leitor alguma experiência com serras, furadeiras elétricas, colas e outros. Caso o leitor não tenha experiência na utilização destes materiais, peça ajuda para alguém mais experiente.

A montagem do manipulador deste robô já foi descrita no artigo **"Robô Manipulador RM-1"** publicado na **edição nº7**, e sendo assim não abordaremos a mesma neste artigo, pois nossos leitores poderão se valer da descrição e desenhos expostos no referido artigo. Para aqueles que não possuem a revista, inserimos em nosso *site* o material referente à montagem mecânica do manipulador.

Nosso protótipo foi desenvolvido em madeira (manipulador e chassi), com exceção da plataforma superior, que foi montada com um pedaço de acrílico de 3 mm aproveitado de uma prancheta escolar, adquirida em papelarias e lojas do ramo. Porém o leitor poderá utilizar o material que achar mais conveniente. Em nosso *site*, ele encontrará todas as medidas das peças devidamente cotadas, tanto para o manipulador como para o chassi do robô.

Nas **figuras 6** e **7** demonstramos como fixamos a lâmpada e a câmera de vídeo ao manipulador. Acreditamos ser esta a solução mais interessante, pois assim é possível guiar o robô, com o manipulador voltado para frente e também ao operar o braço ver o que estamos "manipulando". O "case" utilizado para abrigar a lâmpada é uma caixa de sinalização (caixa para estrobo) da Patola, código SI-1V. A câmera usada foi adquirida junto a Tato Equipamentos Eletrônicos, porém qualquer câmera com saída RCA, empregada em circuito interno de segurança, poderá ser usada neste robô (**figura 8**).



6 Lâmpada em seu "case".



7 Câmera de vídeo.

Para prender o conjunto "lâmpada e câmera" utilizamos dois parafusos de 3 mm de espessura com 60 mm de comprimento e uma base de madeira de 50 mm por 30 mm com 4 mm de espessura. Veja a **figura 9**.

8 Câmera PB para segurança.





9 Peças utilizadas para prender a caixa da lâmpada.

O *link* de comunicação para a câmera (**figura 10**) foi instalado na plataforma superior (base de acrílico) do robô. Preferimos retirar o equipamento de sua caixa para realizar a sua instalação (**figura 11**).

10 Vídeo link.



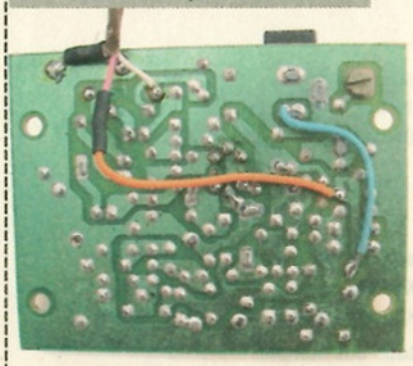


11 Vídeo link fora da caixa.

Este recurso só é aconselhável, caso o leitor tenha alguma experiência em eletrônica. E lembre-se que isto pode remover a "garantia" do equipamento. Sendo assim, os leitores que preferirem poderão simplesmente montar o equipamento dentro de sua caixa em seus robôs e apenas realizar as ligações à câmera e bateria do robô, conforme o manual de instruções fornecido pelo fabricante do vídeo link.

Caso o leitor opte por remover o vídeo link de sua caixa, poderá ligá-lo à câmera usando os próprios conectores fornecidos com ambas ou ainda soldar os fios de maneira direta. Para isso, basta remover os conectores e promover as emendas necessárias. A chave "H-H" (liga/desliga) do "Vídeo Link" também pode ser removida. Veja a **figura 12**. Ela detalha as ligações feitas por baixo da placa para a ligação da câmera e também para a retirada da chave.

12 Parte de baixo da placa do vídeo link.

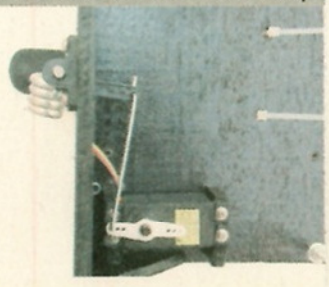


O sistema de direção do robô foi feito com uma bequilha dianteira para aeromodelos. A mesma é facilmente encontrada em lojas de aeromodelismo. A ligação entre a bequilha e o servo SRV_1 foi feita através de um arame de aço com 2 mm de espessura, dobrado em forma de "Z". A **figura 13** ilustra esta conexão.

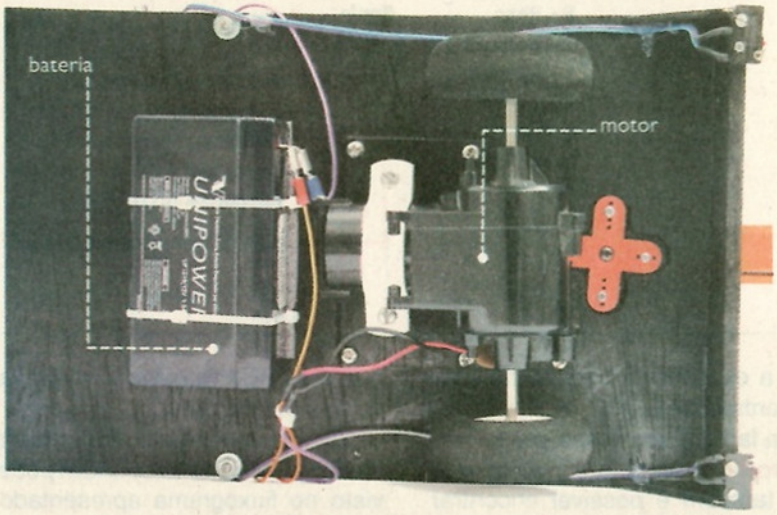
A bateria foi presa à base do robô com o auxílio de cintas plásticas (**figura 14**), porém o leitor poderá realizar sua fixação de outra maneira. Na mesma figura o leitor observa que utilizamos conectores para a ligação da bateria ao circuito (fios). Isso é extremamente recomendável, pois a bateria é do tipo recarregável (o carregador pode ser adquirido na loja, junto com a bateria ou mesmo montado pelo leitor). Assim, fica bem mais fácil realizar a carga da bateria.

O motor colocado em nosso protótipo foi aproveitado de um brinquedo fora de uso (**figura 14**). Ele deve ser, preferencialmente, do tipo com rodas em ambas as pontas do eixo. A fixação deste motor irá variar de caso para caso e o leitor terá de estudar o tipo de motor que tem em mãos para proceder a sua fixação da melhor maneira possível. Em nosso caso recorremos a uma braçadeira comercial de ¾ de polegada.

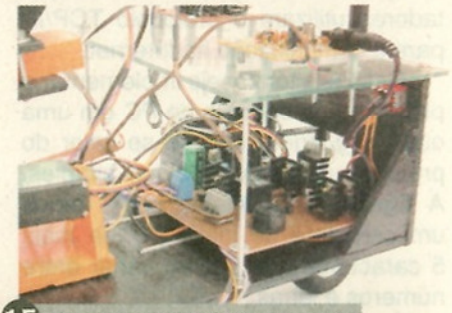
13 Conexão entre a bequilha e o servo SRV_1.



14 Montagem e conectores de ligação da bateria.



A fixação da plataforma superior foi feita com dois pedaços de haste "roscada" de 3 mm de espessura com 12 cm de comprimento na parte frontal. A parte traseira foi fixada na extensão superior do chassi utilizando parafusos de madeira. Veja a **figura 15**.



15 Instalação da plataforma superior.

As montagens das chaves S_2 e S_3 (*bumpers* de colisão) foram feitas na parte frontal inferior do chassi (**figura 16**). As mesmas ajudarão a detectar obstáculos abaixo da linha de visão da câmera, como pequenos degraus e ou saliências no terreno.

16 Instalação dos bumpers.



Importante

A montagem mecânica de qualquer robô é bastante peculiar. Tudo depende do material, ferramentas e recursos disponíveis. O mais importante é o leitor ter em mente que a montagem não precisa ser exatamente a sugerida no nosso protótipo. Cada um pode realizar uma montagem diferente, considerando apenas os conceitos gerais envolvidos e levando em conta os recursos disponíveis.

O PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO

Sempre que pensamos em comunicação entre um dispositivo de "controle" e um dispositivo "controlado" é preciso entender sobre o protocolo de comunicação utilizado. Um protocolo de comunicação define o que o "elemento receptor" deve fazer com os dados recebidos do "elemento transmissor". Atualmente estamos cercados por inúmeros equipamentos que utilizam protocolos para a sua comunicação. Por exemplo, nossos computadores utilizam o protocolo TCP/IP para a comunicação na Internet.

Caso o leitor deseje implementar o programa de controle no PC em uma outra linguagem, deverá se valer do protocolo utilizado. Ele é bem simples. A **figura 17** o detalha bem. Temos um caractere de início ("E") e mais 5 caracteres que podem variar entre números e letras.

É bom o leitor ter em mente que estes caracteres são tratados no formato ASCII, tanto no robô (programa ROBO_EXPLORADOR.ASM) como também no PC (programa ROBO_EXPLORADOR.LGO).

Importante

Programas feitos na linguagem assembler são um pouco mais difíceis de serem interpretados, se comparados a outras linguagens. Para o entendimento do programa assembler do robô será necessário alguma experiência com a linguagem assembler Microchip®. Caso o leitor não a tenha, aconselhamos o estudo das instruções detalhadas na **edição nº8**.

A PROGRAMAÇÃO (SOFTWARE DE CONTROLE)

São dois os programas necessários para o uso do Robô Explorador. O primeiro deles é o ROBO_EXPLORADOR.ASM. Este programa deve ser gravado no microcontrolador PIC16F628A (atenção para o sufixo "A"!!!).

É necessário um gravador para a linha de microcontroladores PIC da Microchip®. Na **edição nº13** publicamos um gravador que poderá ser empregado para esta tarefa. Seu uso também foi descrito na referida edição e não trataremos disso nesta edição. Consideraremos que o leitor que se propôs a montar o Robô Explorador já tem a experiência necessária com microcontroladores PIC.

Para facilitar, em nosso site (**www.mecatronicafacil.com.br**) além dos fontes também é possível encontrar o código HEX (arquivo para gravação no microcontrolador).

O funcionamento do programa ROBO_EXPLORADOR.ASM pode ser visto no fluxograma apresentado na

17 Protocolo de comunicação.

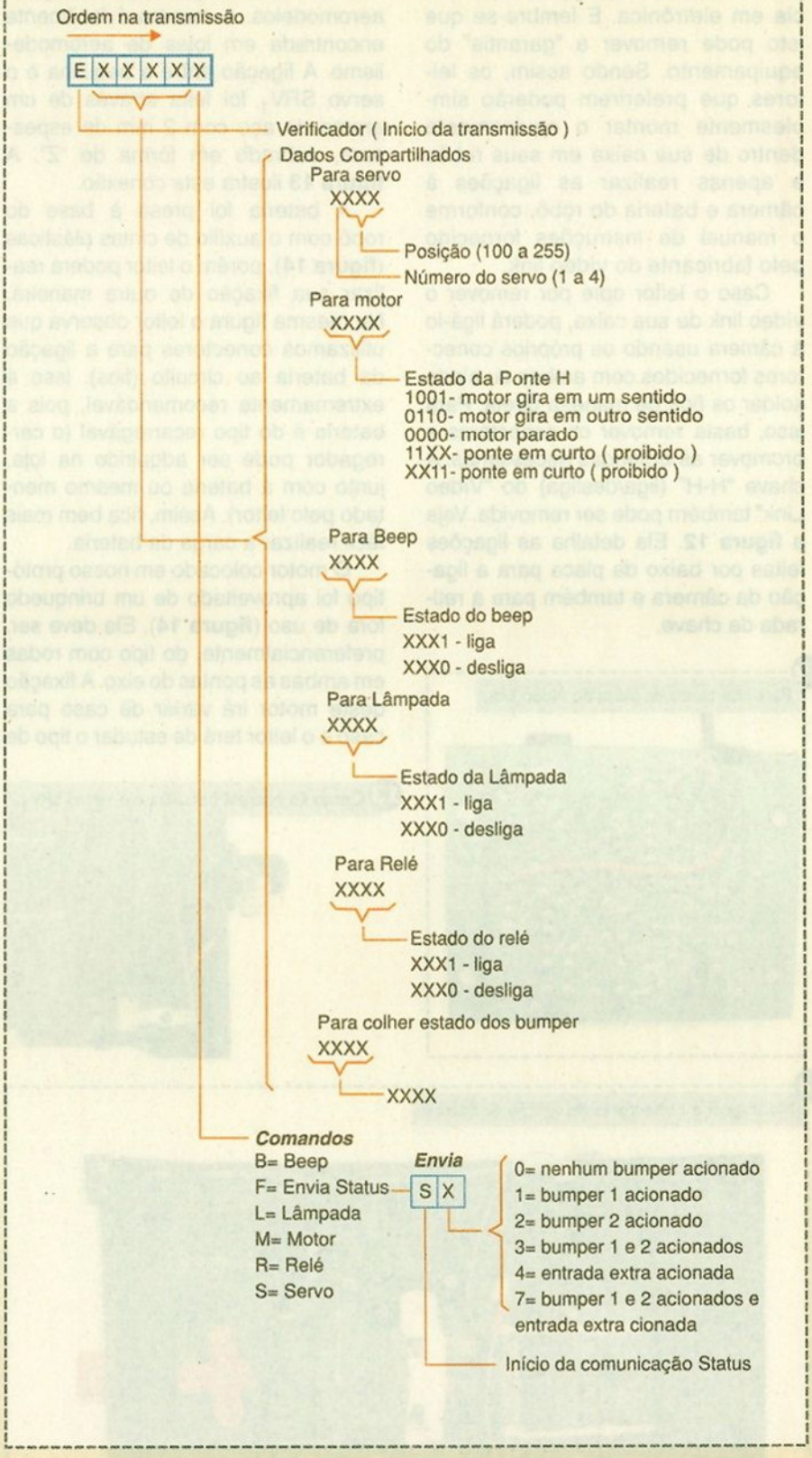


figura 18. Para ajudar ainda mais a compreensão do programa, o mesmo foi ricamente comentado.

O funcionamento do programa é bem simples. Primeiramente, ele define as variáveis de memória que serão utilizadas. Após isto, é determinado como serão configurados os pinos de I/O e os vários registradores de controle dos periféricos (conversores analógicos, USART, etc.). Feitas as devidas configurações, o programa limpa os pinos de controle do buzzer, lâmpada, motor e saída extra (todos desligados), e "seta" os valores iniciais para os servos.

Após o processo de "inicialização", o programa entrará em um "loop" para o tratamento dos servos. Os dados recebidos pela USART serão tratados por interrupção, facilitando bastante o controle. Assim, não é preciso checar o canal serial para verificar se chegou algum dado.

Quando um dado é recebido, ele compara com os caracteres previamente estabelecidos no protocolo de comunicação. Se os mesmos forem válidos, ele os armazena em variáveis e segue até que o comando esteja completo (número de caracteres recebidos). Uma vez recebido o comando, uma ação é feita:

- Ligar o motor em um sentido ou outro, ou ainda desligá-lo;
- Mudar o valor de posicionamento de um servo qualquer;
- Acender ou apagar a lâmpada auxiliar;
- Ligar ou desligar o *buzzer*;
- Ligar ou desligar o relé (saída extra);
- Ler o estado atual dos *bumpers* e da entrada extra e enviar ao PC.

O *clock* adotado para o PIC é interno de 4 MHz. Assim, temos a execução de uma instrução a cada 1 µs (0,000001 segundos). Essa velocidade é suficiente para tratar todo o protocolo e controlar o robô de maneira bastante eficiente.

Um detalhe importante sobre o robô é a velocidade da comunicação serial adotada. Ela é de 2400 bps (*bits* por segundo). O leitor poderá alterar este valor, inserido dentro do registrador SPBRG, conforme a **tabela 2**. Lembrando apenas que estes valores são válidos apenas para o modo de comunicação "assíncrono", considerando a velocidade "setada" em modo "high" através do bit BRGH do registrador TXSTA e o microcontrolador operando com *clock* de 4MHz (interno ou externo).

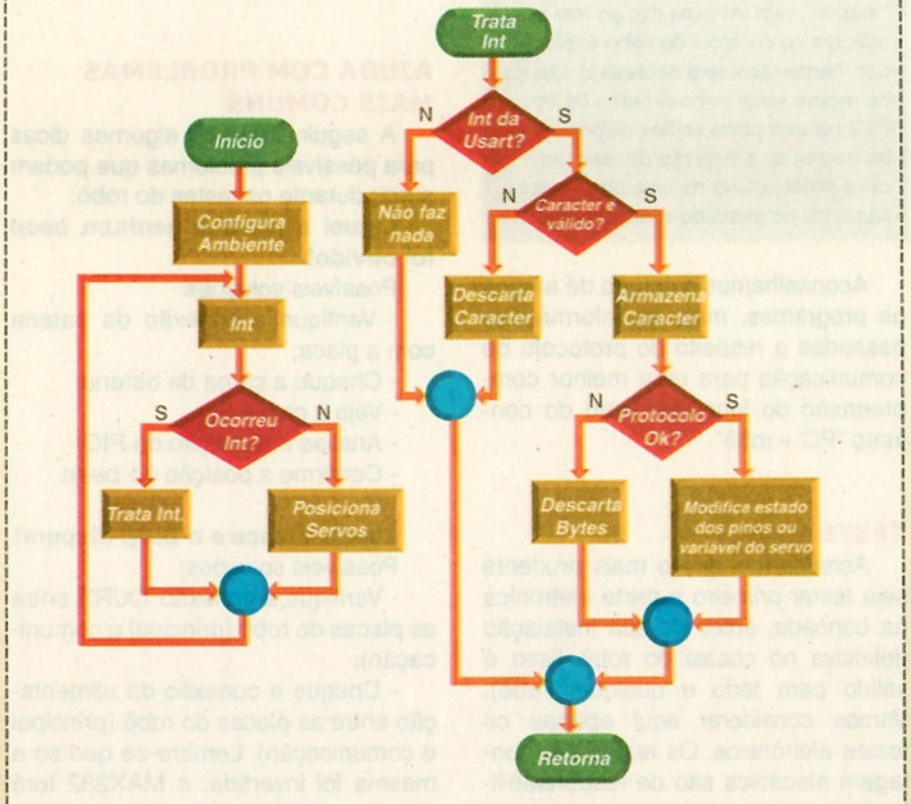
T2 Correspondência de valores.

Velocidade em bps	Valor em SPBRG (notação Hexadecimal)
1200	CFH
2400	67H
9600	19H
19200	0CH

O outro programa, a que nos referimos anteriormente, é o ROBO_EXPLORADOR.LGO. Este programa foi desenvolvido na linguagem LOGO e servirá para o controle do robô através do PC. Para executá-lo é necessário ter o Super LOGO instalado na máquina. Este programa pode ser obtido gratuitamente no site www.nied.unicamp.br.

A linguagem LOGO é muito utilizada no mundo todo, principalmente

18 Fluxograma do programa ROBO_EXPLORADOR.ASM.



ROBÓTICA É NA SYMPHONY
Fast Basic 8K
- RS-232
- 6 ADs
- 16 MHz (MIPs)
Vários modelos de PICs já gravados
Symphony
Robótica Educacional
www.symphony.com.br
Fone: (11) 3966-7222

por professores. Ela é bem fácil de usar e muito intuitiva e poderosa. A Revista já utilizou este programa para o controle de outros robôs e publicou também uma série demonstrando seu uso e os vários recursos presentes na mesma. É extremamente aconselhável para o leitor que não conhece a linguagem, a aquisição dos exemplares com a série, na medida do possível, para que possa tirar o máximo proveito da linguagem, caso deseje fazer alguma alteração no programa original.

O programa Super LOGO foi desenvolvido para ser usado com o sistema operacional Windows 95/98/Me. Seu comportamento no Windows XP/2000 pode apresentar problemas. Isso porque o WinXP/2000 restringe o acesso as portas I/O do PC. Em nosso site é possível encontrar dicas e um programa que permite liberar as portas do PC. Veja o link www.mecatronicafacil.com.br/downloads/logo_instr.htm.

O funcionamento do programa está detalhado no fluxograma apresentado na **figura 19**. O programa também foi ricamente comentado para uma melhor compreensão do funcionamento do mesmo.

Seu funcionamento é bem simples. O programa abre o canal de comunicação serial do PC com endereço 3F8H (COM1). Caso o leitor não tenha esta porta liberada, terá de alterar o programa para operar com uma outra qualquer que esteja livre.

Após a abertura da porta (caso algo saia errado, o programa LOGO emitirá um aviso) a tela de controle será formada. Ela possui botões para realizar todos os comandos do tipo "on/off" (lâmpada, *buzzer*, relé e motor) e barras de rolagem para posicionar os servos. Neste último caso, um botão "Enviar" deve ser pressionado para a atualização da posição dos servos no robô. Para os outros casos isso é feito de forma automática.

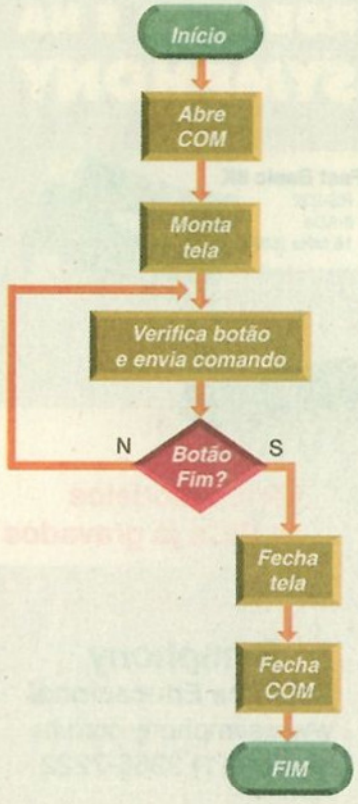
Na tela do programa também existem "Labels" com o estado atual dos *bumpers* (chaves S_2 e S_3 do robô) e também da entrada extra. Para saber sobre o seu estado, use o botão "Ler status".

Importante

Alguns microcomputadores possuem apenas uma única porta serial e se a mesma já estiver sendo utilizada pelo "mouse", esta máquina não poderá ser utilizada no controle do robô explorador. Nesse caso, será necessário a troca do mouse serial por um outro do tipo PS/2 (se esta porta estiver disponível no micro) ou a inserção de mais um canal serial através de uma placa extra adquirida no mercado especializado.

Aconselhamos o estudo de ambos os programas, mais as informações passadas a respeito do protocolo de comunicação para uma melhor compreensão do funcionamento do conjunto "PC + robô".

19 Fluxograma do programa ROBO_EXPLORADOR.LGO.



TESTE E USO

Acreditamos que o mais prudente seja testar primeiro a parte eletrônica na bancada, antes da sua instalação definitiva no chassi do robô (isso é válido para todo e qualquer robô). Vamos considerar aqui apenas os testes eletrônicos. Os testes de montagem mecânica são de responsabilidade do leitor, pois cada montagem é um caso específico.

Após todo o *"checkup"* eletrônico, ligue a placa principal. Ela deverá emitir um beep por um segundo e logo em seguida cessá-lo. Caso algo pareça errado, recorra a "Ajuda com problemas" presente neste artigo.

Com tudo ok, após o "beep" os servos são centralizados. Conecte o cabo de comunicação (cordão umbilical) e rode o programa no Super LOGO. Se não houver nenhum problema com a porta serial do micro, a tela do programa irá abrir.

Utilize os botões presentes na tela do programa ROBO_EXPLORADOR.LGO para controlar as saídas digitais como: *buzzer*, lâmpada, relé e motor. Verifique se tudo está funcionando.

Cheque o posicionamento dos servos. Atue sobre as barras de rolagem e *clique* no botão enviar. Os servos deverão modificar seu posicionamento.

Após este *"check"* eletrônico e confirmado o funcionamento do mesmo, o leitor já poderá realizar a montagem das placas no chassi e realizar as "ligações" mecânicas. Confirme o curso dos servos, o sentido de rotação do motor, etc.

Se tudo estiver ok, então o seu robô explorador está pronto para o uso!

AJUDA COM PROBLEMAS MAIS COMUNS

A seguir, listamos algumas dicas para possíveis problemas que podem surgir durante os testes do robô:

Liguei a placa e nenhum *beep* foi ouvido!

Possíveis soluções:

- Verifique a conexão da bateria com a placa;
- Cheque a carga da bateria;
- Veja a chave S_1;
- Analise a gravação do PIC;
- Confirme a posição do *beep*.

Liguei a placa e o *beep* dispara!

Possíveis soluções:

- Verifique a conexão TX/RX entre as placas do robô (principal e comunicação);
- Cheque a conexão da alimentação entre as placas do robô (principal e comunicação). Lembre-se que se a mesma foi invertida, o MAX232 terá de ser trocado antes de prosseguir com os testes.

Liguei a placa e é possível ouvir o *beep* durante 1 segundo, mas os servos não atuam!

Possíveis soluções:

- Verifique a ligação dos servos. Veja as figuras que ilustram o *lay-out* de circuito impresso, além das fotos aqui publicadas para ligá-los corretamente.

Liguei a placa principal e tudo parece estar bem, o *beep* é ouvido, os servos se posicionam, mas não consigo qualquer comunicação!

Possíveis soluções:

- Verifique se o cabo foi montado corretamente. São apenas três fios, mas qualquer inversão irá impedir o funcionamento do robô;
- Cheque se está utilizando o cabo correto. Os testes só são válidos se feitos com o cabo indicado neste artigo;
- Observe se não há rompimento no cabo ou qualquer outro problema como solda fria nos conectores;
- Veja o setup do PC para a porta serial.

A lâmpada parece não acender!

Possíveis soluções:

- Verifique se a ligação à placa principal (polaridade) está correta;
- Cheque se a mesma não está queimada;
- Verifique se a mesma tem a tensão indicada (12 VDC);
- Teste os transistores Q_7 e Q_8.

O relé não funciona!

Possíveis soluções:

- Verifique se o mesmo foi ligado corretamente;
- Cheque se a tensão da bobina é a indicada (12 VDC);
- Teste o transistor Q_5.

Tudo está ok, menos o beep!

Possíveis soluções:

- Verifique a ligação (polaridade) do mesmo na placa;
- Cheque se o mesmo é do tipo contínuo (com oscilador interno), conforme o solicitado. Outros tipos não poderão ser utilizados neste projeto!
- Teste o transistor Q_6.

O motor parece não funcionar!

Possíveis soluções:

- Verifique as ligações do mesmo;
- Cheque se a relação de redução está de acordo com o peso do robô;
- Teste os transistores Q_1, Q_2, Q_3 e Q_4.

CONCLUSÃO

Esta foi a nossa segunda montagem utilizando um microcontrolador PIC (a primeira foi feita na **edição nº13**). Acreditamos ser esta a mais complexa até o momento. Sua complexidade e os avisos dados no artigo não devem desestimular os menos experientes. Pelo contrário, esta montagem é um desafio tanto para os mais experientes quanto para os menos experientes. Aconselhamos apenas para os "menos experientes" que busquem a ajuda de pessoas (amigos ou professores) com mais experiência para ajudá-los.

Esperamos ter contribuído com todos aqueles que buscavam por um projeto um pouco mais "complexo" e que agregasse informações sobre o microcontrolador PIC. Boa montagem e até a próxima!

Importante

Lembramos mais uma vez que esta montagem é um pouco mais complexa que as publicadas até o momento. Quanto maior o nível de complexidade de um projeto, maior deve ser o nível de atenção na montagem, testes e principalmente na busca de um possível problema!

Lista de material:

Semicondutores

C_{I1} - PIC16F628A-I/P - microcontrolador Microchip® (Atenção ao código como um todo!!!)
C_{I2} - LM7805 - regulador de voltagem para 5VDC positivos
C_{I3} - MAX232 - drive para comunicação RS-232
Q_1-Q_4 - TIP112 - transistor darlington "NPN" de potência
Q_5 - Q_7 - BC548 - transistor NPN de uso geral
Q_8 - TIP31C - transistor NPN de média potência
D_2, D_3 - 1N4001 - diodo retificador
D_1 - Led comum (redondo, vermelho)

Resistores

R_1 - R_4 - 1 kΩ (marron, preto, vermelho)
R_5 - 330 Ω (laranja, laranja, marrom)
R_6 - R_7 - R_8 - 10 kΩ (marron, preto, laranja)
R_9 - R_{10} - R_{11} - 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)

Capacitores

C_1 - 220 µFx25V - capacitor eletrolítico
C_2 - 10 µFx16V - capacitor eletrolítico
C_3, C_8 - 100 nF (0,1 µF) - capacitor cerâmico
C_4 - C_5 - C_6 - C_7 - 10 µFx25V - capacitor eletrolítico

Diversos

SRV_1 - SRV_4 - CS-61 ou CS-60 - servos Hobbico, ou ainda qualquer compatível Futaba
M_1 - motor com caixa de redução com eixo central (rodas em ambas as pontas do eixo)
S_1 - Chave liga/desliga com 4 pólos x posições (tipo "H-H")
S_2, S_3 - chave tipo "push-button" com alavanca (utilizada em alarmes)
RL_1 - A1RC2-12V - relé Metaltex ou compatível (bobina 12V - 100 Ω - dois contatos reversíveis)
BZ_1 - SM-30V-C - Buzzer com oscilador interno de 12V a 30V
LP_1 - lâmpada 12V - 10W máximos
CN_1 - conector DB09 fêmea tipo "solda placa"
CN_2 - conector DB09 macho tipo "solda fio"
CN_3 - conector DB09 fêmea tipo "solda fio"
BT_1 - bateria 12V/1,2Ah GEL (selada)

Diversos

- soquetes para os CIs (veja *layout* de placa), barra de pinos, conectores PTR500 (opcionais), caixa Patola (veja texto), "cases" para conectores DB09 (para cabo), 15 a 30 metros de cabo manga com 4 vias e malha, 5 radiadores de calor para encapsulamento TO-220, fios para ligação, conectores para ligação com a bateria, solda, placas de circuito impresso virgem face simples (veja figuras para tamanho), material para chassi (veja texto), etc.

Site

No *site* da revista (www.mecatronicafacil.com.br)
- Layout das placas;
- Códigos-fonte;
- Vídeos de demonstração de funcionamento;
- Instruções para vantagem mecânica do braço;
- Medidas das principais peças.

Trabalhando com Plásticos

Construindo uma garra para sistemas manipuladores

José Francci Júnior



Vamos rever a construção do modelo mais simples de garra em chapa de plástico e acionado por servomotor, a exemplo do que foi utilizado no robô manipulador RM-1 (publicado na Mecatrônica Fácil nº7), como mostra a figura 1.

MATERIAIS E FERRAMENTAS

A construção é feita com as já tradicionais chapas de plástico poliestireno de 1 e 2 mm de espessura e as ferramentas necessárias são os estiletes, serras, furadeiras manuais e brocas, chaves de fenda, alicates comuns e de corte, etc., ou seja, aquilo que já utilizamos ao longo dos nossos vários artigos publicados na revista.

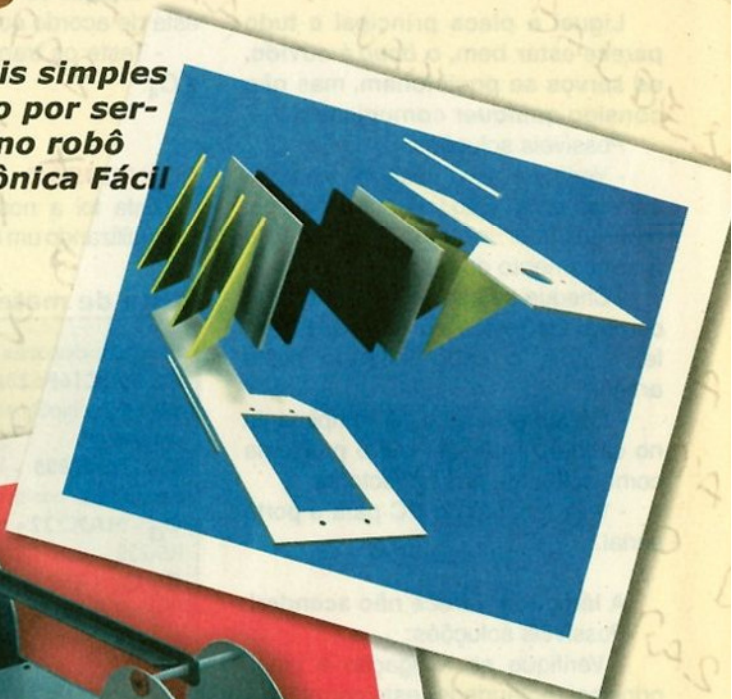




Figura 1 - Garra construída para o projeto RM-1.



Figura 2 - Servomotor Hobbico Standard Sport Servo CS-60.

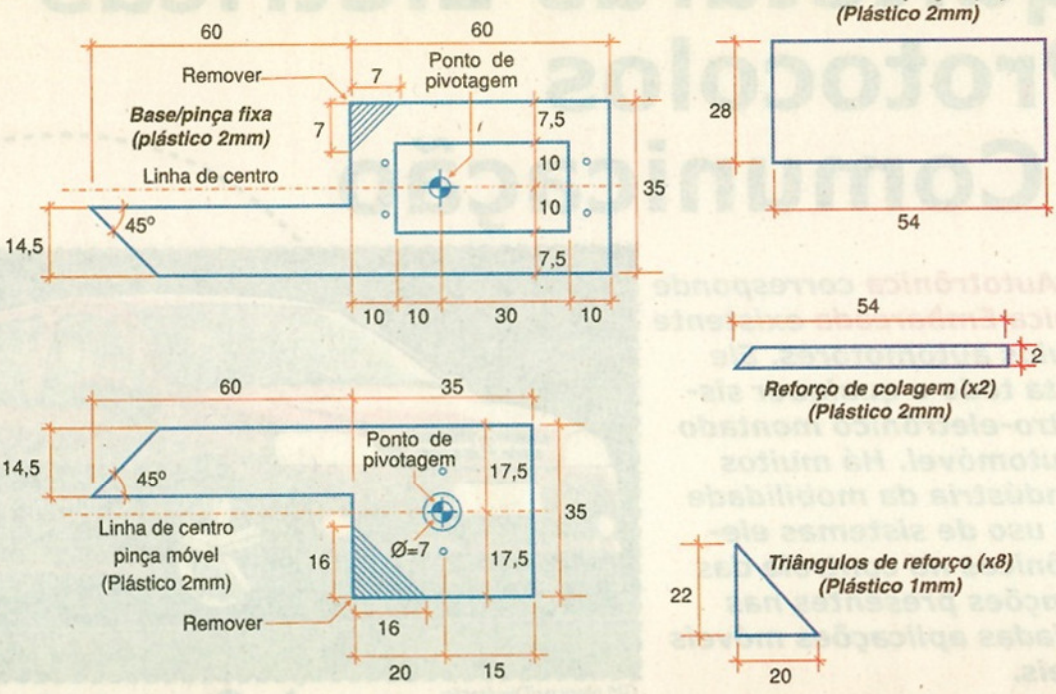
ACIONAMENTO E DIMENSIONAMENTO

Os leitores devem notar que o nosso projeto é meramente experimental, não sendo considerados os esforços mínimos/máximos a que a peça será submetida ou deverá suportar. Portanto, o principal a ser considerado no dimensionamento é o acionador.

O projeto do robô manipulador usou, em sua versão de plástico, servomotores de modelismo da marca Hobbico modelo CS-60 como acionadores de movimento, o mesmo tipo que vamos empregar agora em nossa revisão (**figura 2**).

O sistema de garra com duas pinças, uma fixa e a outra móvel, é o mais simples possível e o nosso projeto se desenvolve com a pinça fixa servindo também de base para a instalação do servomotor e a pinça móvel fixada diretamente no eixo do mesmo, com abertura máxima em torno de 90º. O desenho das peças (**figura 3**) deve servir de referência, podendo os leitores redimensionar ou estilizar o projeto de acordo com as necessidades.

3 Planta das peças da garra experimental.



MONTAGEM

O protótipo foi montado sem pintura para melhor visualização das peças, sendo as brancas de plástico de 2 mm de espessura e as amarelas com 1 mm (veja **figuras 4, 5 e 6**).

Os leitores devem observar que a montagem é simples e é dada especial atenção aos reforços estruturais para evitar torções e deformações no acionamento, pois o plástico é bem flexível. Vejam mais detalhes construtivos na vista explodida.



Figura 4 - Peças que compõem a garra.



Figura 5 - A garra montada com a pinça aberta. Notem a borracha na parte interna para melhor "pega".



Figura 6 - A garra fechada.

No site

Acesse o site **www.mecatronicafacil.com.br**:

- Veja mais fotos da montagem

Arquiteturas Elétricas e Protocolos de Comunicação

O termo Autotrônica corresponde à Eletrônica Embarcada existente nos veículos automotores. Ele representa todo e qualquer sistema eletro-eletrônico montado em um automóvel. Há muitos anos, a indústria da mobilidade tem feito uso de sistemas eletro-eletrônicos no controle das várias funções presentes nas mais variadas aplicações móveis disponíveis.



GM Notícias/Divulgação

Alexandre de A. Guimarães*

O compartilhamento das informações disponíveis em cada componente do sistema tem sido fundamental para o conveniente funcionamento das aplicações. Nesse sentido, a utilização de sistemas eletro-eletrônicos interligados, compartilhando informações entre si, além de facilitar o projeto do veículo, tem viabilizado a execução de inúmeras tarefas que, de outra maneira, só seria possível com a aplicação de sensores e atuadores redundantes e de excessiva quantidade de cabeamento elétrico.

Sistemas desenvolvidos dentro desse contexto têm sido disponibilizados pelos mais variados fornecedores de sistemas eletro-eletrônicos, dando a impressão aos usuários da aplicação final de que as funções são totalmente integradas, muitas vezes deixando a sensação de existência de uma única unidade de controle inteligente – uma espécie de cérebro.

Ao estudarmos a aplicação da Autotrônica, temos que, obrigatoriamente, ter em mente dois conceitos fundamentais: **arquiteturas elétricas** e **protocolos de comunicação**.

Este artigo apresenta os principais conceitos relacionados às arquiteturas elétricas e aos protocolos de comunicação empregados atualmente nas aplicações automotivas.

ARQUITETURAS ELÉTRICAS

As formas como os diversos sistemas de controle são implementados e interconectados em uma aplicação embarcada são chamadas de **arquiteturas eletro-eletrônicas** (ou simplesmente **arquiteturas elétricas**).

As arquiteturas elétricas podem ser divididas em três grandes grupos: **arquitetura centralizada, arquitetura semidistribuída** e **arquitetura distribuída**. Trataremos dos dois grupos principais: das arquiteturas centralizada e distribuída.

Arquitetura Centralizada

Quando analisamos determinadas aplicações, encontramos uma única ECU responsável por receber todos os sinais de entrada (como sensores e chaves de comando), processá-los e comandar as respectivas saídas de controle do sistema (como válvulas e relés). **O que é uma ECU?**

ECU é a abreviação de *Electronic Control Unit* (Unidade Eletrônica de Controle) e, fisicamente, nada mais é que um módulo eletrônico responsável por realizar um determinado controle. No caso da arquitetura centralizada, uma única ECU é responsável por todo o tipo de controle existente no sistema.

Como vantagens desta arquitetura podemos destacar a simplicidade do *hardware* utilizado na implementação do sistema e o fato de que todos os dados de entrada estarão disponíveis à ECU durante toda a operação do sistema, não sendo crítica a lógica de varredura e coleta de informações de cada um dos sensores componentes.

Como desvantagens podemos destacar a grande quantidade de cabeamento requerido para conectar os sensores e atuadores à ECU e a limitação das possibilidades de expansão do sistema, uma vez que qualquer alteração na ECU significará a modificação de seu *hardware* e/ou *software*.

A **figura 1** mostra um veículo cuja arquitetura elétrica é fundamentada no conceito centralizado. Perceba que são ilustrados quatro módulos principais: o ECM (módulo de controle do motor); o BCM (módulo de controle da carroçaria); o IPC (instrumentos do painel) e o rádio.

Neste exemplo, o BCM recebe, de forma discreta, os sinais de entrada (interruptores de comando) dos respectivos sistemas e, após trabalhar com essas informações, atua, também de forma discreta, nas saídas (lâmpadas e motores elétricos). O BCM centraliza o controle desses sistemas, sendo totalmente independente dos demais módulos existentes no veículo. Da mesma forma, o ECM, o rádio e o IPC, recebem seus sinais de entrada, processam cada um deles e atuam sobre as respectivas saídas.

Para realizar os controles dentro deste conceito de arquitetura, note que nenhum protocolo de comunicação é necessário. Basta que as ECUs possuam portas de entrada e saída discretas e um algoritmo interno de controle, muitas vezes de concepção simples.

Arquitetura Distribuída

Há a possibilidade de utilizar, em um mesmo sistema de controle, várias ECUs interligadas, dividindo entre elas a execução das diversas funções existentes no veículo.

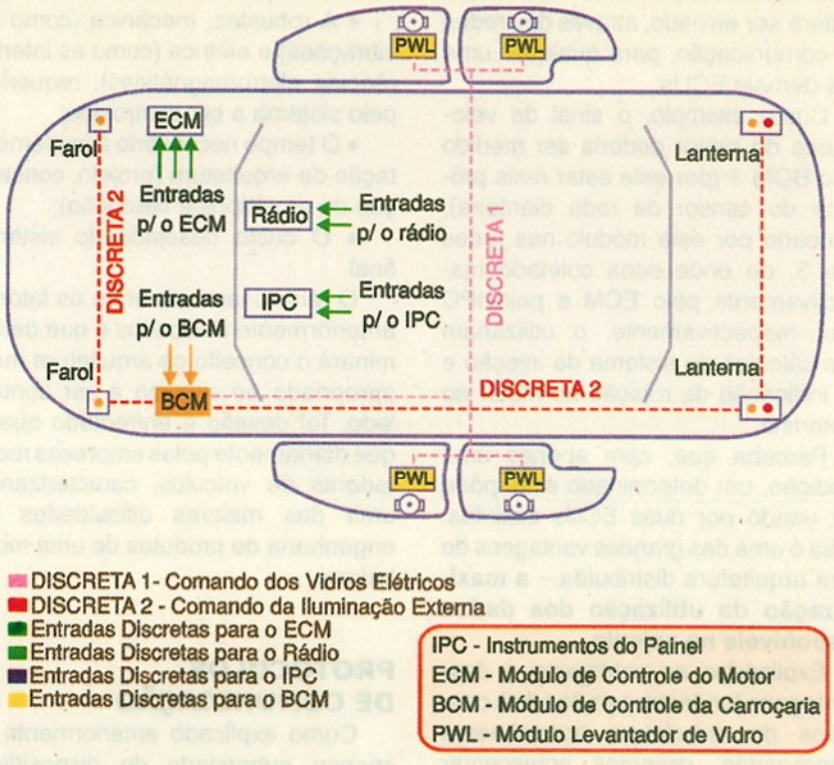
Como vantagens desta arquitetura podemos destacar a quantidade reduzida de cabeamento do sistema; o menor tempo de manufatura do veículo (exatamente pela menor quantidade de cabeamento necessário); a maior robustez do sistema de controle, por termos reduzido as possibilidades de quebra de um dos circuitos ou o aparecimento de mau contato; permite a ampliação do sistema com significativa facilidade e possibilita a modularização do projeto do sistema e da execução dos testes de validação, aumentando a confiabilidade da implementação e reduzindo os prazos envolvidos no desenvolvimento.

Como desvantagem (ainda assim relativa) podemos destacar o fato de obrigar ao uso de um meio de comunicação entre as ECUs, meio este comumente chamado de **protocolo de comunicação**.

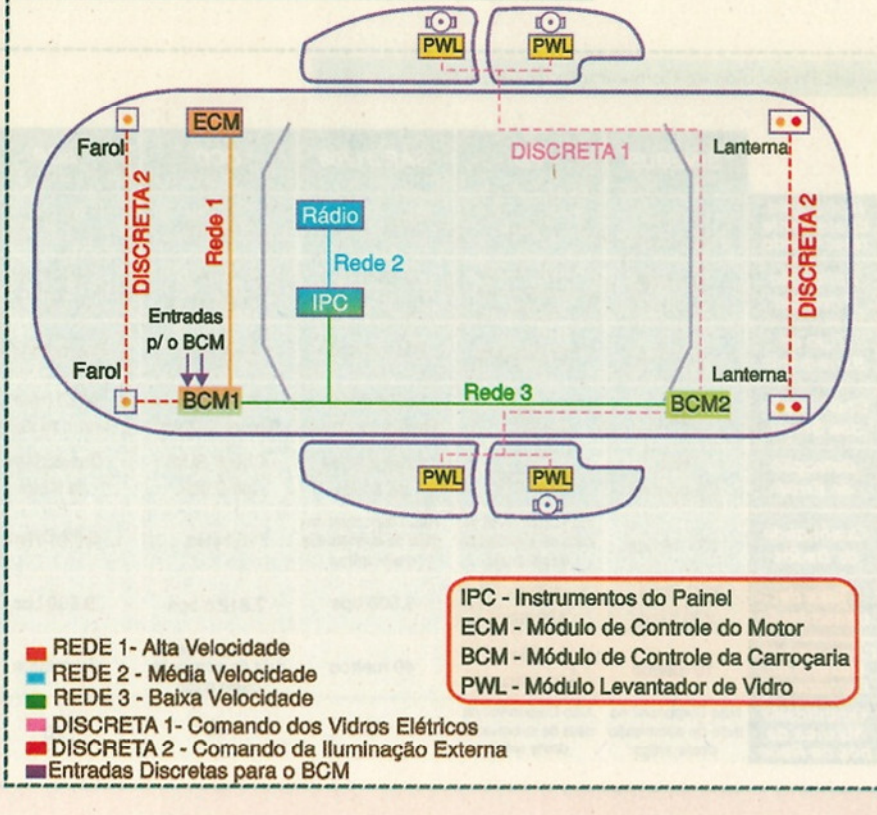
A **figura 2** exibe um veículo cuja arquitetura elétrica é fundamentada no conceito distribuído. Perceba que são ilustrados neste exemplo, os mesmos módulos considerados na figura anterior. Entretanto, neste caso, as ECUs estão interconectadas por três **redes de comunicação de dados** diferentes:

- **REDE 1**: Responsável pela troca de dados entre o ECM e o BCM 1;
- **REDE 2**: Responsável pela comunicação entre o Rádio e o IPC;
- **REDE 3**: Responsável pela interconexão dos BCMs 1 e 2 e o IPC.

1 Arquitetura elétrica fundamentada no conceito centralizado.



2 Arquitetura elétrica fundamentada no conceito distribuído.



Neste conceito de arquitetura, um sinal recebido por uma das ECUs poderá ser enviado, através das redes de comunicação, para qualquer uma das demais ECUs.

Como exemplo, o sinal de velocidade do motor poderia ser medido pelo BCM 1 (por este estar mais próximo do sensor da roda dianteira), colocado por este módulo nas redes 1 e 3, de onde seria coletado respectivamente pelo ECM e pelo IPC que, respectivamente, o utilizariam nos cálculos do sistema de injeção e na indicação da rotação do motor ao motorista.

Perceba que, com apenas uma medição, um determinado sinal pôde ser usado por duas ECUs distintas. Essa é uma das grandes vantagens de uma arquitetura distribuída – **a maximização da utilização dos dados disponíveis no veículo**.

Explicadas as vantagens e desvantagens fundamentais dos dois conceitos de arquitetura normalmente empregados, devemos acrescentar que a decisão de escolha de uma delas para uma dada aplicação móvel depende da ponderação de diversos fatores. Dentre eles podemos destacar:

- A complexidade do sistema a ser controlado (quantidade de variáveis de entrada e saída e o tamanho físico do sistema);
- A robustez, mecânica (como às vibrações) e elétrica (como às interferências eletromagnéticas), requerida pelo sistema a ser controlado;
- O tempo necessário à implementação da arquitetura (projeto, construção de protótipos e validação);
- O custo desejado do sistema final.

O relacionamento entre os fatores anteriormente colocados é que determinará o conceito de arquitetura mais apropriado ao sistema a ser controlado. Tal desafio é enfrentado quase que diariamente pelas empresas montadoras de veículos, caracterizando uma das maiores dificuldades da engenharia de produtos de uma montadora.

PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO

Como explicado anteriormente, a imensa quantidade de dispositivos inteligentes, por uma questão de otimização dos recursos disponíveis na implementação, devem compartilhar, da melhor maneira possível, os dados disponíveis na aplicação. Este compartilhamento é gerenciado através dos chamados **protocolos de comunicação**. Mesmo em veículos comercializados nos chamados países emergentes, como é o caso do Brasil, é comum a utilização de uma arquitetura elétrica fundamentada em um ou mais barramentos de dados (sinônimo do termo "protocolos de comunicação").

A seguir são apresentados alguns protocolos existentes e algumas de suas características principais. As tabelas foram divididas em "3" grupos, seguindo os critérios utilizados pela SAE (*Society of Automotive Engineers*).

Classe A (tabela 1): Protocolos de comunicação com taxa de transmissão de até 10 kbps, relacionados às funções de conforto de um veículo (trio elétrico, por exemplo).

Classe B (tabela 2): Protocolos de comunicação com taxa de transmissão de 10 kbps a 125 kbps, geralmente relacionados ao controle dos sistemas de entretenimento de um veículo (sistema de som e navegação, por exemplo).

Classe C (tabela 3): Protocolos com taxa de transmissão de 125 kbps a 1 kMbps, geralmente relacionados ao controle dos sistemas de segurança de um veículo (sistema de controle do motor e freios ABS, por exemplo).

T1 Alguns Protocolos de Comunicação da Classe A.

	SINEBUS	PC	SAE J1708	CCD	ACP	BEAII	LIN
Instituição diretamente relacionada	Delco Electronics	Philips	SAE / TMC	Chrysler	Ford	Toyota	Motorola
Aplicação Principal	Sistemas de Audio	Comunicação entre Display e Rádios	Controle e Diagnóstico	Controle e Diagnóstico	Sistemas de Áudio	Controle e Diagnóstico	Sensores e Atuadores Inteligentes
Tipo de Barramento	Fio Único	Par trançado	Par trançado	Fio Único	Par trançado	Fio Único	Fio Único
Codificação dos Sinais	SAM	AM	NRZ (Non Return to Zero)	NRZ (Non Return to Zero)	NRZ (Non Return to Zero)	NRZ (Non Return to Zero)	NRZ (Non Return to Zero)
Detecção de Erros	Não Disponível	Bit ACK	Check SUM de 8 bits	Check SUM de 8 bits	Check SUM de 8 bits	CRC de 8 bits	Check SUM de 8 bits
Quantidade de Dados	10 - 18 bits	Não Disponível na data de submissão deste artigo	Não Disponível na data de submissão deste artigo	5 bytes	6-12 Bytes	1-11 Bytes	8 Bytes
Taxa de transmissão	66,6 Kbps - 200 Kbps	1 Kbps - 100 Kbps	9.600 bps	7.812,5 bps	9.600 bps	10 Kbps	20 Kbps
Comprimento Máximo do Barramento	10 metros	Não Especificado	40 metros	Não Disponível na data de submissão deste artigo	40 metros	Não Disponível na data de submissão deste artigo	40 metros
Quantidade Máxima de nós na Rede	Não Disponível na data de submissão deste artigo	Não Disponível na data de submissão deste artigo	20	10	20	20	16

T2 Alguns Protocolos de Comunicação da Classe B.

	CAN 2.0 ISO 11898 & ISO 11519-2	CAN 2.0 SAE J1939	J1850 Class 2	J1850 SCP	J1850 PCI
Instituição diretamente relacionada	SAE & ISO	SAE	GM	Ford	Chrysler
Aplicação Principal	Controle e Diagnóstico	Controle e Diagnóstico	Controle e Diagnóstico	Controle e Diagnóstico	Controle e Diagnóstico
Tipo de Barramento	Par trançado	Par trançado	Fio único	Par trançado	Fio Único
Codificação dos Sinais	NRZ (Non- Return to Zero)	NRZ (Non- Return to Zero)	VPW	PWM	VPW
Detecção de Erros	CRC	CRC	CRC	CRC	CRC
Quantidade de Dados	0 - 8 Bytes	8 Bytes	0 - 8 Bytes	0 - 8 Bytes	0 - 10 Bytes
Taxa de transmissão	10 Kbps - 1 Mbps	250 Kbps	10,4 Kbps	41,6 Kbps	10,4 Kbps
Comprimento Máximo do Barramento	40 Metros (p/ 1 Mbps)	40 Metros (p/ 1 Mbps)	35 metros	35 metros	35 metros
Quantidade Máxima de nós na Rede	32	32	32	32	32

T3 Alguns Protocolos de Comunicação da Classe C.

	CAN 2.0 ISO 11898 & ISO 11519-2	CAN 2.0 SAE J1939
Instituição diretamente relacionada	SAE & ISO	SAE
Aplicação Principal	Controle e Diagnóstico	Controle e Diagnóstico
Tipo de Barramento	Par trançado	Par trançado
Codificação dos Sinais	NRZ (Non- Return to Zero)	NRZ (Non- Return to Zero)
Detecção de Erros	CRC	CRC
Quantidade de Dados	0 - 8 Bytes	8 Bytes
Taxa de transmissão	10 Kbps - 1 Mbps	250 Kbps
Comprimento Máximo do Barramento	40 Metros (p/ 1 Mbps)	40 Metros (p/ 1 Mbps)
Quantidade Máxima de nós na Rede	32	32

Além destas "3" classes de protocolos, existem ainda classes relacionadas a sistemas específicos, como por exemplo:

- **Sistemas *Mobile Media***: Protocolos utilizados na implementação do conceito *PC-on-wheels* ou "computador sobre rodas".
- ***Safety Bus***: Protocolos usados em sistemas de AirBag.
- **Sistemas *by wire***: Protocolos empregados em aplicações onde sistemas eletromecânicos substituíram os sistemas puramente mecânicos (direção, freio e aceleração entre outros).
- **Sistemas de diagnóstico**: Protocolos utilizados nos sistemas de diagnóstico do veículo.

Destaque: O Protocolo CAN Bus

Pelo material apresentado anteriormente, percebemos que para cada aplicação existe uma série de protocolos disponíveis, validados e com tecnologia conhecida. Ainda assim, o autor considera o **CAN Bus** (Barramento *Controller Area Network*) o protocolo com a maior variedade de configurações possíveis, sendo capaz de cobrir a grande maioria das necessidades relacionadas à troca de dados dos veículos automotivos atualmente existentes e em desenvolvimento. Este é o protocolo mais utilizado atualmente pelas montadoras de veículos.

O CAN é um **protocolo de comunicação serial síncrono**. O sincronismo entre os módulos conectados à rede é feito em relação ao início de cada mensagem lançada ao barramento (evento que ocorre em intervalos de tempo conhecidos e regulares). Trabalha baseado no conceito **multimestre**, onde todos os módulos podem se tornar mestre em determinado momento e escravo em outro, além de suas mensagens serem enviadas em regime ***multicast***, caracterizado pelo envio de toda e qualquer mensagem para todos os módulos existentes na rede.

Outro ponto forte deste protocolo é o fato de ser fundamentado no conceito **CSMA/CD *with* NDA** (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection with Non-Destructive Arbitration*). Isto significa que todos os módulos verificam o estado do bar-

ramento, analisando se outro módulo está (ou não) enviando mensagens com maior prioridade. Caso isto seja percebido, o módulo cuja mensagem tiver menor prioridade cessará sua transmissão e o de maior prioridade continuará enviando sua mensagem deste ponto, sem ter que reiniciá-la.

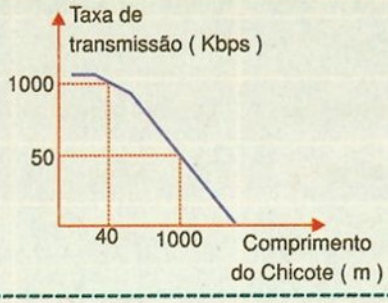
Para tanto, o protocolo usa uma **arbitragem *bit* a *bit* não destrutiva (NDA)**. Podemos exemplificar esta situação, analisando o comportamento de dois módulos enviando, ao mesmo tempo, mensagens diferentes. Após enviar um *bit*, cada módulo analisa o barramento e verifica se outro módulo na rede o sobrescreveu (vale acrescentar que um *bit* dominante sobrescreve eletricamente um recessivo). Um módulo interromperá imediatamente sua transmissão, caso perceba que existe outro módulo transmitindo uma mensagem com prioridade maior (quando seu *bit* recessivo é sobrescrito por um dominante). Este módulo, com maior prioridade, continuará normalmente sua transmissão.

Outro conceito bastante interessante é o **NRZ** (*Non Return to Zero*), onde cada *bit* (0 ou 1) é transmitido por um valor de tensão específico e constante, sem a necessidade de um valor intermediário de tensão para que a transição de um *bit* para outro ocorra.

A **velocidade de transmissão dos dados** é inversamente proporcional ao comprimento do barramento. A maior taxa de transmissão especificada é de 1Mbps considerando-se um barramento de 40 metros. A **figura 3** representa a relação entre o comprimento da rede (barramento) e a taxa de transmissão dos dados.

Considerando-se os fios elétricos como o meio de transmissão dos dados, existem três formas de constituir um barramento CAN, dependentes diretamente da quantidade de fios utilizada. Há redes baseadas em 1, 2 e 4 fios. As redes com 2 e 4 fios trabalham com os sinais de dados **CAN_H (CAN *High*)** e **CAN_L (CAN *Low*)**. No caso dos barramentos com 4 fios, além dos sinais de dados, um fio com o V_{cc} (alimentação) e outro com o GND (referência) fazem parte do barramento, levando a alimentação às duas terminações ativas da rede. As redes com apenas 1 fio têm este, o fio

3 Relação entre o comprimento da rede (barramento) e a taxa de transmissão dos dados.



de dados, chamado exclusivamente de linha CAN.

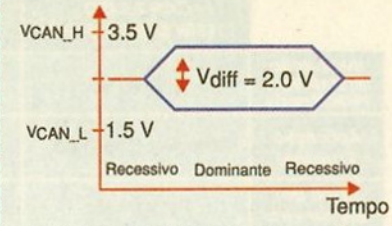
Considerando o CAN fundamentado em 2 e 4 fios, seus condutores elétricos devem ser trançados e não blindados. Os dados enviados através da rede devem ser interpretados pela análise da diferença de potencial entre os fios CAN_H e CAN_L. Por isso, o barramento CAN é classificado como **par trançado diferencial**. Este conceito atenua fortemente os efeitos causados por interferências eletromagnéticas, uma vez que qualquer ação sobre um dos fios será sentida também pelo outro, causando flutuação em ambos os sinais para o mesmo sentido e com a mesma intensidade. Como o que vale para os módulos que recebem as mensagens é a diferença de potencial entre os condutores CAN_H e CAN_L (e esta permanecerá inalterada), a comunicação não é prejudicada.

No CAN, os dados não são representados por bits em nível "0" ou nível "1". São representados por ***bits* dominantes** e ***bits* recessivos**, criados em função da condição presente nos fios CAN_H e CAN_L. A **figura 4** ilustra os níveis de tensão em uma rede CAN, assim como os *bits* dominantes e recessivos.

Existem dois formatos de mensagens no protocolo CAN:

CAN 2.0A: Mensagens com identificador de 11 *bits*. É possível ter até

4 Níveis de tensão em uma rede CAN



2048 mensagens em uma rede constituída sob este formato, o que pode caracterizar uma limitação em determinadas aplicações. A **figura 5** apresenta o quadro de mensagem do CAN 2.0A.

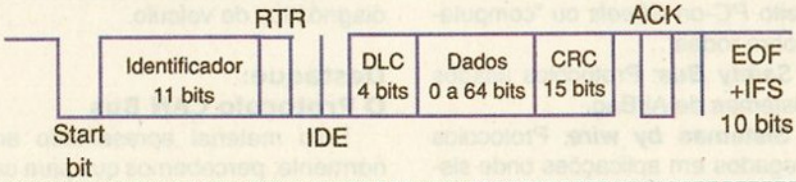
CAN 2.0B: Mensagens com identificador de 29 bits (11+18). É possível ter, aproximadamente, 537 milhões de mensagens em uma rede constituída sob este formato. Percebemos, então, que a limitação em virtude da quantidade de mensagens não mais existe. Por outro lado, o que pode ser observado em alguns casos é que, os 18 *bits* adicionais no identificador aumentam o tempo de transmissão de cada mensagem, o que pode caracterizar um problema em determinadas aplicações que trabalhem em tempo-real (problema conhecido como *overhead*). A **figura 6** apresenta o quadro de mensagem do formato CAN 2.0B.

Barramento é o termo técnico que representa os condutores elétricos das linhas de comunicação e a forma como eles são montados. Apesar de parecer simples, o ato de interligar os módulos requer bastante atenção.

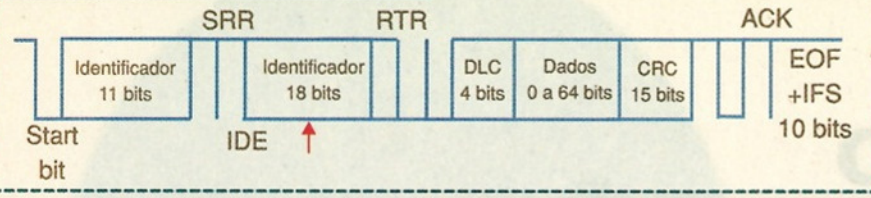
Sobre o cabeamento necessário, considerando-se uma aplicação CAN de dois fios, deve-se utilizar par trançado onde a secção transversal de cada um dos fios deve ser de no mínimo 0,35 mm².

As duas terminações (resistores de aproximadamente 120 ohms), do ponto de vista teórico, podem ser instaladas nas extremidades do chicote, diretamente entre os fios de dados

5 Quadro de mensagem do CAN 2.0A.



6 Quadro de mensagem do formato CAN 2.0B.

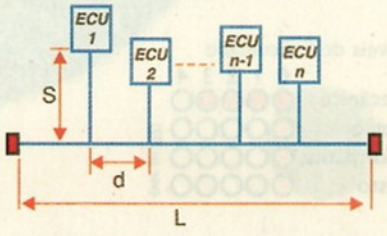


CAN_H e CAN_L. Do ponto de vista prático, isto é extremamente complexo. O que deve ser feito é adicionar as terminações nas duas ECUs (Unidades Eletrônicas de Controle) conectadas aos extremos da rede. Se as ECUs forem montadas dependendo dos opcionais do veículo, deve-se procurar instalar as terminações nas ECUs que sempre estarão presentes nele (veículo). As terminações são mandatórias numa rede CAN.

No momento de projetar o roteamento do barramento, algumas regras em relação ao comprimento dos chicotes devem ser observadas. O sincronismo das operações das ECUs no CAN é fundamentado no tempo de propagação física das mensagens no barramento. Assim, as relações dos comprimentos de determinados intervalos do chicote no barramento são fundamentais ao bom funcionamento da rede.

A **figura 7** mostra um diagrama que ilustra as medidas que devem ser observadas no desenvolvimento do chicote.

7 Diagrama que ilustra as medidas que devem ser observadas no desenvolvimento do chicote.



Onde: S (Máximo comprimento da ramificação) = 0,3 m
d (Máxima distância entre ramificações) = 0,1 m
L (Máximo comprimento da rede a 1 Mbps) =40 m

Obs: O valor da distância "d" deve ser aleatório.

Destacamos que, após o barramento ser montado, caso seja necessário qualquer retrabalho no mesmo, é aconselhável a troca do chicote elétrico danificado. Emendas poderão alterar a impedância característica da rede e com isso afetar o seu funcionamento.

Estas foram algumas informações técnicas de um dos protocolos de comunicação mais utilizados atualmente em aplicações automotivas.

CONCLUSÕES

Este artigo trouxe informações básicas sobre o tema Autotrônica. Elas acompanharão por muitos anos os profissionais que decidirem seguir a carreira de Autotrônicos. Além disso, o bom entendimento das próximas partes desta matéria sobre Eletrônica Embarcada dependerá deste conhecimento. f

Mais informações

*Alexandre de Almeida Guimarães é Mestre em Sistemas Digitais pela Escola Politécnica da USP e Líder de Projetos na Engenharia Eletro-Eletrônica da GM do Brasil.

SILICOM INTERNET PROVIDER
SOLUÇÕES PARA INTERNET

Hospede seu web-site com quem realmente entende do assunto !

Hospedagem apenas R$ 19,90*

300 MB de espaço em disco, 40 contas POP3
ASP.NET, PHP, MySQL, 40 Gb de tráfego mensal

SILICOM
INTERNET PROVIDER

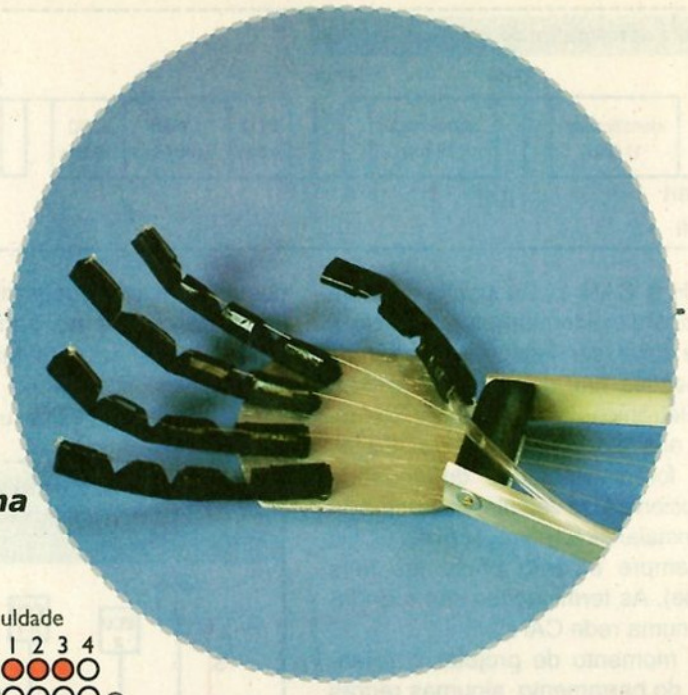
www.silicom.com.br - (11) 6198-2526 - info@silicom.com.br

*Consulte sobre a promoção

Dispositivos Animatrônicos

Braço mecânico

Leonardo Rodrigues



Após a explanação dos conceitos teóricos sobre braços, pernas e dedos animatrônicos da edição anterior, no presente artigo teremos um exemplo prático de construção de uma extensão de braço.

Níveis de Dificuldade

	0	1	2	3	4
mecânica	●	●	●	●	○
eletrônica	○	○	○	○	○
informática	○	○	○	○	○
custo	○	○	○	○	○

(ver pág. 02)

Na edição anterior, o leitor pôde observar que existem diversas formas de fazer dispositivos animatrônicos para braços, pernas e dedos. Assim, neste artigo, para sedimentar os princípios explicados, teremos como atividade prática a construção de uma extensão de braço, conforme mostrada no exemplo da **figura 10** do artigo anterior (**Mecatrônica Fácil nº 18**).

O projeto é bastante simples, pois não envolve técnicas nem materiais especiais, sendo de fácil acesso para o leitor assíduo da revista Mecatrônica Fácil.

MONTAGEM

Os materiais utilizados nesta montagem podem ser encontrados facilmente pelo leitor. No endereço: **www.mecatronicafacil.com.br/downloads** é possível encontrar os desenhos das peças e suas medidas a fim de auxiliar na construção.

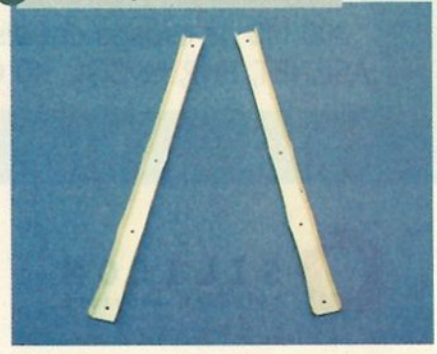
A primeira etapa é fazer a palma da mão (**figura 1**). Para isto, pode ser utilizada uma pequena chapa de compensado de 4 mm, ou mesmo madeira balsa, de acordo com os diagramas de construção. Corte-a no tamanho indicado e faça também os furos que servirão para fixar no punho do braço.

O próximo passo é cortar as hastes laterais que fornecem a sustentação ao braço. Para isto, utilizaremos canaletas para fios, usualmente vendidas em lojas de materiais de construção. Estas canaletas são feitas de plástico e o leitor deverá aproveitar somente a parte "lisa", ou seja, aquela sem o sulco que serve para prender fios. Na **figura 2**, você pode observar as canaletas já cortadas e furadas com os furos que servirão para fixá-las.

1 Palma da mão.



2 Canaletas já cortadas e furadas.



Na **figura 3** temos outra parte integrante que sustenta a estrutura da mão. São cilindros de madeira aproveitados de um cabo velho de vassoura. Corte-os nos tamanhos indicados e faça os furos com uma furadeira nos dois primeiros, conforme o indicado no diagrama de construção. Caso não tenha habilidade no manuseio de uma furadeira, ou de qualquer outra ferramenta utilizada neste artigo, peça ajuda para alguém mais experiente.

3 Cilindros de madeira aproveitados de um cabo velho de vassoura.



Em seguida, corte as fatias plásticas que servem para fornecer o meio elástico que ajudará no retorno dos dedos. Para isto, utilize uma garrafa plástica de refrigerante e corte-as no sentido do maior comprimento da mesma (**figuras 4** e **5**).

Para construir os dedos, utilize hastes de madeira balsa, pois podem

4 Cortando uma garrafa plástica.



5 Tiras de plástico.



ser cortadas facilmente com estilete (**figura 6**).

Na **figura 7**, o leitor pode observar os dedos já cortados no tamanho e forma indicados pelo diagrama de construção. Repare que eles são cortados praticamente em ângulos de 45 graus para que possam ser dobrados como um dedo real.

Cole com supercola os componentes de cada dedo sobre uma fatia plástica já cortada anteriormente (**figura 8**), de forma que a fatia fique no dorso do dedo. Ao fazê-lo, procure colar como se os dedos estivessem encurvados, pois isto garante um melhor movimento dos dedos.

Em seguida, cole pequenas partes de mangueira de borracha sobre cada secção do dedo. Corte-as do tamanho de cada secção do dedo, exceto para a base do polegar. Elas servirão para conduzir o fio que puxará o dedo e o fará se curvar. Estas mangueiras de borracha podem ser compradas em lojas que vendem produtos para aquários.

Na **figura 9**, o leitor pode ver a construção do polegar. Repare que na sua base a mangueira se prolonga. Procure deixar cerca de 45 cm de mangueira saindo da base do polegar, pois servirá posteriormente para permitir a movimentação deste dedo. Para os demais dedos esta extensão da mangueira na base não é necessária.

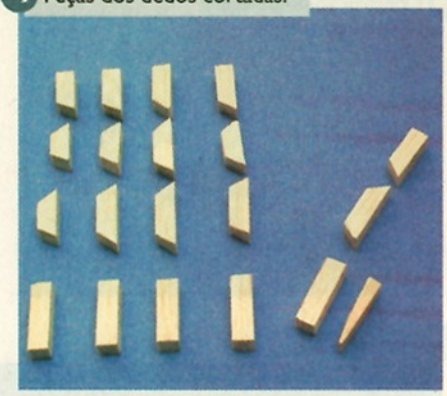
Veja também que foi feito um reforço com fita isolante, para garantir uma melhor fixação de cada secção do dedo com a parte de mangueira e a fita plástica no dorso dos dedos.

Na **figura 10**, observe a montagem do polegar. Cole com supercola a cunha na palma da mão no local indicado pelo diagrama de construção e sobre esta cunha cole a base do polegar. Esta cunha serve para que o polegar fique numa posição mais anatômica.

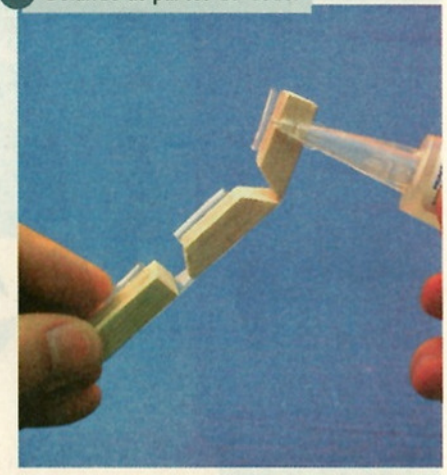
Veja na **figura 11** a mão já montada com todos os dedos. Todos eles podem ser colados com supercola no local indicado pelo diagrama de construção.

Fixe com parafusos a palma da mão e as duas hastes plásticas sobre os cilindros de madeira. Na **figura 12** você

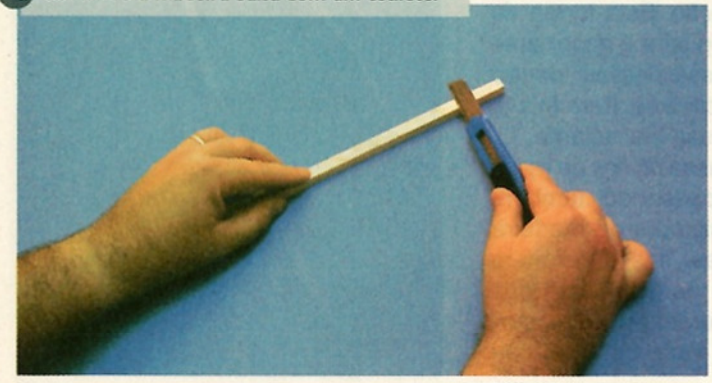
7 Peças dos dedos cortadas.



8 Colando as partes do dedo.

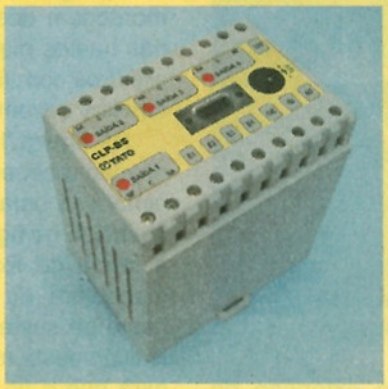


6 Cortando a madeira balsa com um estilete.



TATO
Equipamentos Eletrônicos
Transformando idéias em realidade

Tudo para microcontroladores BASIC Step e acessórios em um só lugar.



CLP-BS
Finalmente um CLP que você pode pagar e programar sem ter que perder meses em cursos

4 entradas digitais
4 saídas com relê
1 canal A/D



Novo BASIC Step 1
Com conversor analógico/digital de 10 bits

Rua Ipurinas,164 - São Paulo - SP
Tel(11) 5506-5335 - www.tato.ind.br

9 Construção do polegar.



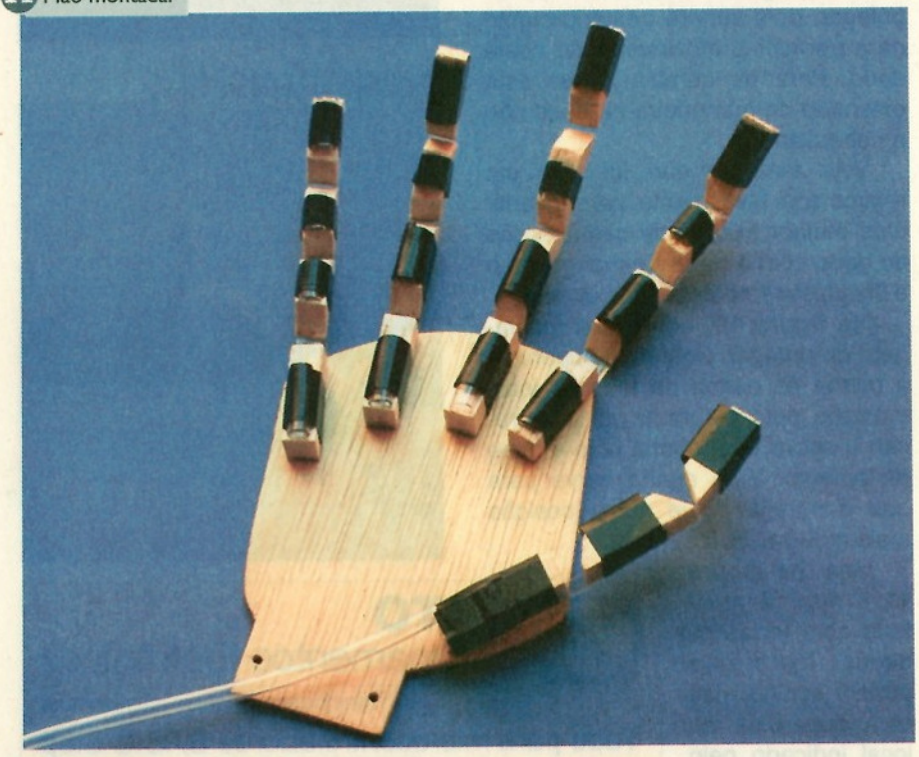
10 Montagem do polegar.



13 Utilizando arruelas.



11 Mão montada.



14 Detalhe da fixação da mão.



15 Os furos para a passagem dos fios devem ficar alinhados.





12 Palma da mão fixada ao braço.

pode observar que a extensão de braço já começa a "pegar forma".

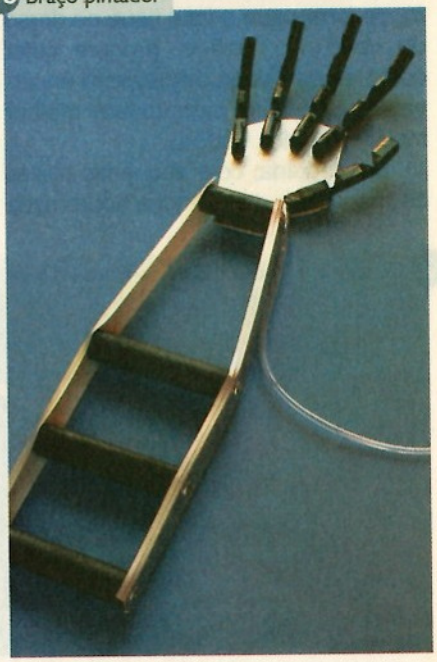
Um detalhe importante é que a fixação das hastes plásticas nos cilindros de madeira seja feita com parafusos e arruelas para garantir uma melhor fixação (**figura 13**). Veja também na **figura 14** o dorso da mão e sua fixação no punho, sendo que, neste caso, não há necessidade de arruelas.

Na **figura 15** temos o aspecto da montagem dos cilindros de madeira nas hastes plásticas. Repare que os cilindros com furos para a passagem dos fios devem ficar alinhados.

Na **figura 16** veja que a extensão da mão recebeu um acabamento com pintura só para ficar com um aspecto melhor. E na **figura 17** repare também a forma de fixação da extensão da mangueira da base do polegar na haste de sustentação. Esta forma de fixação desta mangueira é importante para que o fio possa deslizar dentro dela com maior facilidade. Para fixá-la na haste plástica, use fita isolante.

Em seguida, passe os fios de *nylon* em cada dedo passando também pelos furos dos cilindros de madeira (**figura 18**). Estes fios funcionam como se fossem os "tendões" dos dedos e que, ao serem puxados, curvarão os dedos. Para os fios, use

16 Braço pintado.



linha de pesca comum, sendo de 0,70 mm uma boa espessura.

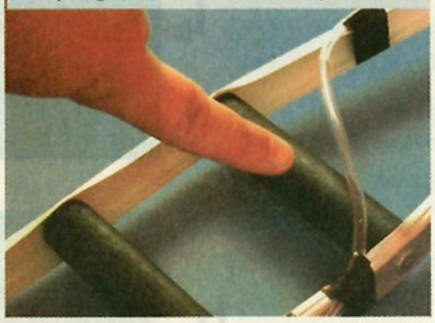
Faça um nó grande na extremidade do fio de *nylon* que está na ponta do dedo. Isto permitirá que o fio ao ser puxado, curve o dedo (**figura 19**).

Na **figura 20** veja as argolas que permitirão colocar seus dedos e, dessa forma, puxar os cabos que acionam os dedos da extensão da mão. Estas argolas são aquelas comuns de chaveiros.

Veja na **figura 21** a forma de colocação das argolas. Após o cilindro de madeira com furos, fixe as argolas com nós, uma para cada dedo. Faça o mesmo para o fio dentro da mangueira e que aciona o polegar.

Na **figura 22** o leitor pode observar a extensão de braço já pronta e na **figura 23** a forma de manejá-la.

17 Fixação da extensão da mangueira da base do polegar na haste de sustentação.



18 Fios de nylon.



19 Fixação da extremidade do fio de nylon.



20 Utilizando argolas comuns de chaveiros.



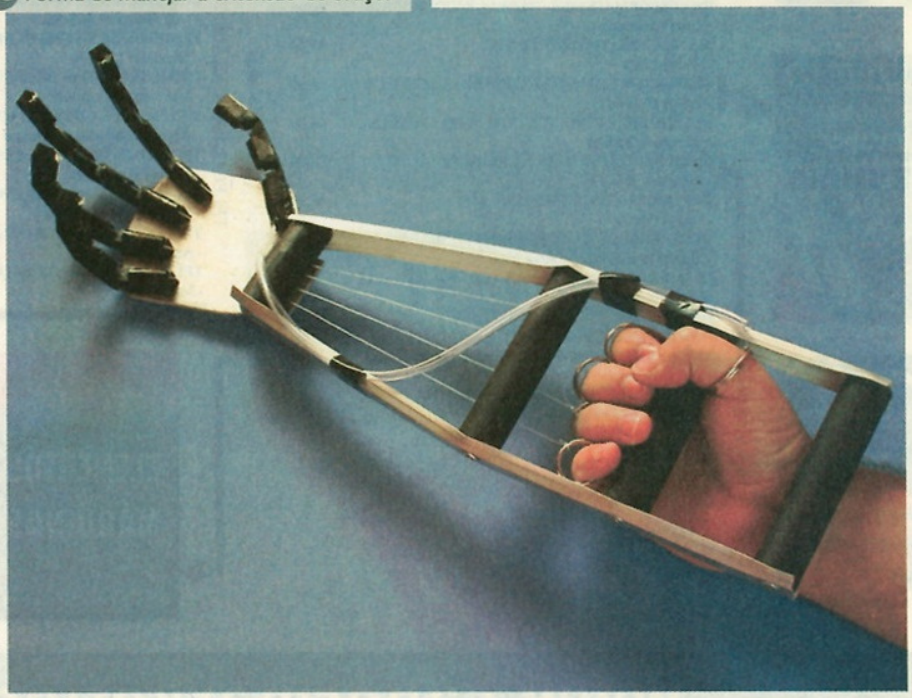
21 Colocação das argolas.



22 Extensão de braço pronta.



23 Forma de manejar a extensão de braço.



CONCLUSÃO

O projeto é bastante simples e de baixo custo, com materiais de fácil acesso. Entretanto, é um importante treino para a construção de um dispositivo animatrônico tão interessante e utilizado como é caso de mãos mecânicas/animatrônicas.

No *site* da Revista, o leitor poderá comprovar um vídeo simples mostrando a extensão de braço em funcionamento. Sucesso na sua montagem e até a próxima edição!

Lista de materiais

- compensado de 4 mm de espessura ou madeira balsa em espessura próxima.
- canaleta plástica para fios.
- cabo de vassoura de madeira.
- haste de madeira balsa de 1 cm de lado.
- mangueira de aquário.
- linha de nylon de pesca.
- diversos: argolas de chaveiro, fita isolante, parafusos e arruelas.

No site

Acesse o *site* www.mecatronicafacil.com.br:
- Medida das peças utilizadas;
- Vídeo de demonstração do funcionamento

LITERATURA TÉCNICA

SABER MARKETING













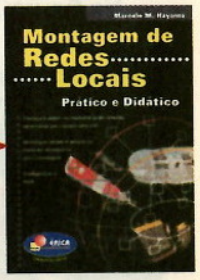
TÍTULO / AUTOR	R$ c/desc.	
AUTOMAÇÃO APLICADA - PLC - João Marcelo Georgini	52,20	AUTOMAÇÃO
AUTOMAÇÃO E CONTROLE DISCRETO - Silveira / Santos	55,80	
AUTOMAÇÃO ELETROPNEUMÁTICA - Bonacorso / Noll	39,60	
AUTOMAÇÃO HIDRÁULICA - ED. REV. ATUAL. - Arivelto Bustamante Fialho	63,00	
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL - ED. REV. ATUAL. - Ferdinando Natale	54,90	
AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA - Arivelto Bustamante Fialho	68,40	
ANALISE DE CIRCUITOS EM CC - Romulo O. Albuquerque	43,20	
CIRCUITO EM CORRENTE ALTERNADA - Romulo O. Albuquerque	54,90	
CIRCUITO EM CORRENTE CONTINUA - Lourenço / Cruz / Salomão	62,10	
CIRCUITOS DIGITAIS - ESTUDE E USE - Lourenço / Cruz / Salomão	68,40	
CIRCUITOS ELÉTRICOS - COR CONT E COR ALT - Otávio Markus	66,60	
DISPOSITIVO SEM. DIODOS E TRANSISTORES - Marques / Cruz / Salomão	73,80	
DISPOSITIVO SEM. TIRISTORES E USE - José Luiz A. de Almeida	39,60	
ELEMENTOS DE ELETRÔNICA DIGITAL - Capuano / Idoeta	80,10	ELETRÔNICA
ELETRICIDADE CIRCUITOS EM CORR ALTERNADA - Otávio Markus	54,00	
ELETRICIDADE CIRCUITOS EM CORR CONTÍNUA - Marco / Markus	48,60	
ELETROMAGNETISMO FUNDAMENTOS E APLIC - William Cesar Mariano	48,60	
ELETRÔNICA : ELETRICIDADE - COR CONTINUA - José Aiub / Enio Filoni	43,20	
LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE / ELETRÔNICA - Capuano / Maria Marino	68,40	
PRATICANDO ELETRICIDADE - Eduardo Cruz	48,60	
SISTEMAS ANALÓGICOS CIRCUITOS C/ DIODOS - Otávio Markus	68,40	
TEORIA E DESEN. PROJ. DE CIRCUTOS ELETR. - Cipelli / Markus / Sandrini	80,10	
A CONVERSAÇÃO DA ENERGIA - Luiz Donizete Clementino	39,60	
CADERNO DE ATIVIDADE INST. ELÉTR. PRÉDIAIS - Cavalin / Cervelin	esgot.	
CENTRAIS E APROVEITAM. HIDRELÉTRICOS - Gilio A. Simone	54,90	
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS - Cavalin / Cervelin	78,30	
MÁQUINAS DE CORRENTE CONTÍNUA - Gilio A. Simone	40,50	
MÁQUINAS DE INDUÇÃO TRIFÁSICAS - Gilio A. Simone	40,50	
PROJETOS DE INSTALAÇÕES ELÉTR PREDIAIS - Lima	62,10	
TRANSFORMADORES - TEORIA E EXERCICIOS - Gilio A. Simone	esgot.	
MANUAL PRÁTICO DO SEU PC - Valter Lima	39,60	HARDWARE
MONTAGEM E MANUT E CONFIG. COMPUT. - Edson D'Avila	54,90	
MONTANDO E CONF PCS COM INTELIGÊNCIA - Renato R. Paixão	68,40	
MONTE SEU PC COM INTELIGÊNCIA - Renato R. Paixão	88,20	
INICIANDO NO VISUAL BASIC 6.0 - José R. Varela	88,20	
CNC PROGR. DE COMANDOS NUMÉRICOS - Sidnei Domingues da Silva	68,40	MECÂNICA
ELEMENTOS DE MÁQUINAS - ED.VER. ATUALIZ - Sarkis Melconian	75,60	
ELEMENTOS FINITOS - Avelino Alves Filho	78,30	
MECÂNICA TÉCNICA E RESIST DOS MATÉRIAS - Sarkis Melconian	77,40	
USINAGEM EM ALTÍSSIMAS VELOCIDADES - Sandvik / Diversos	46,80	

OFERTA! 10% de desconto

TÍTULO / AUTOR	R$ c/desc.	
CONECTANDO O PIC - RECURSOS AVANÇADOS - David / Nicolas	82,80	MICROCONTROLADOR
DESBRAVANDO O PIC - AMPL. E ATUALIZADO - David J. de Souza	59,40	
LABORATÓRIO MICROCONTROLADORES 8051 - Denys Emílio C. Nicolosi	45,90	
MICROCONTROLADOR 8051 - DETALHADO - Denys Emílio C. Nicolosi	54,90	
MICROCONTROLADORES HC908Q - Fábio Pereira	64,80	
MICROCONTROLADORES PIC - PROG EM C - Fábio Pereira	74,70	
MICROCONTROLADORES PIC - TÉCNICAS AVAN. - Fábio Pereira	74,70	
GERENCIAMENTO DE REDES COM WINDOWS XP - Francisco Carlos Baddini	54,00	REDES
MONTAGEM DE REDES LOCAIS - Marcelo M. Hayama	29,70	
PROJETOS PARA REDES METROPOLITANAS - Gasparini / Barrella	esgot.	
PROTOCOLOS E APLICAÇÕES P/ REDES COMP - Claude Falbriard	50,40	
REDES "CISCO CCNA" - FAÇA CERTIFICAÇÃO - Lindeberg B. de Sousa	71,10	
REDES BANDA LARGA - Milano / Falbriard	61,20	
REDES DE COMPUTADORES DA ETHERNET - Moraes / Cirone	68,40	
REDES DE COMPUTADORES DADOS E VOZ - Lindeberg B. de Sousa	89,10	
TCP/IP BÁSICO & CONECTIVIDADE EM REDES - Lindeberg B. de Sousa	32,40	
TELECOMUNICAÇÕES - CABEAMENTO ESTRUT - Soares / Silva / Boscato	65,70	
TRABALHANDO EM REDES - Fabiano Marques Vieira	58,50	
VPN - IMPLEM. SOLUÇÕES C/ WINDOWS 2000 - Eduardo Bellincanta Ortiz	65,70	
VPN - IMPLEM. SOLUÇÕES COM LINUX - Ortiz / Ed'Wilson	43,20	
ESTUDO DIRIGIDO DE RED HAT LINUX 7.1 - José A. Manzano	52,20	SISTEMAS OPERACIONAIS
ESTUDO DIRIGIDO DE WINDOWS XP - João / André Manzano	45,90	
SISTEMAS OPERACIONAIS - FUNDAMENTOS - Pedro L. Côrtes	48,60	
WINDOWS 2000 SERVER - Francisco Carlos Baddini	75,60	
WINDOWS 2003 SERVER - ADM. DE REDES - Marco Aurélio S. Thompson	78,30	
WINDOWS SERVER 2003 - IMPLE E ADM. - Francisco Carlos Baddini	78,30	
COMUNICAÇÕES MÓVEIS - TECN . E APLICAÇÕES - Paulo Sérgio M. Bernal	45,90	TELECOMUNICAÇÃO
COMUNICAÇÕES ÒPTICAS - José Antonio J. Ribeiro	97,20	
PROJETOS DE SISTEMAS DE RÁDIO - Sanches / Miyoshi	109,80	
PROPAGAÇÃO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS - José Antonio J. Ribeiro	85,50	
SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES - Marcelo Sampaio de Alencar	66,60	
TELECOMUNICAÇÕES - CONVERGÊNCIA DE REDES - Vicente Soares Neto	54,90	
TELECOMUNICAÇÕES - EVOLUÇÃO & REVOLUÇÃO - Antonio Martins Ferrari	68,40	
TELECOMUNICAÇÕES - TRANSMISSÃO E RECEP - Alcides T. Gomes	73,80	
TELEFONIA E CAB DE DADOS - Valter Lima	47,70	

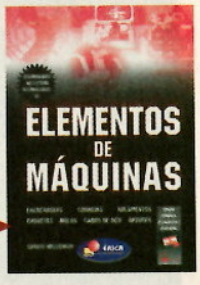














REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

Preços válidos até 25/11/2004

www.sabermarketing.com.br

ou compre pelo telefone **(11) 6195-5330**

LITERATURA TÉCNICA

QUE NÃO PODE FALTAR EM SUA BIBLIOTECA



Montagem, Configuração e Manutenção de Computadores - I
R$ 22,90



CURSO BÁSICO DE ELETRÔNICA
Newton C. Braga
R$ 13,90



Montagem, Configuração e Manutenção de Computadores - II
R$ 22,90



A INFOERA
João Antonio Zuffo
R$ 25,00



CURSO BÁSICO DE TELEFONIA
Pedro Medoe
R$ 13,90



CURSO BÁSICO DE ELETRÔNICA DIGITAL
Newton C. Braga
R$ 16,50



CABEAMENTO DE REDES
Pedro Medoe
R$ 16,50



CURSO DE INSTRUMENTAÇÃO
MULTÍMETROS - I
Newton C. Braga
R$ 14,90



ELETRÔNICA PARA ELETRICISTAS
Newton C. Braga
R$ 14,90



CIRCUITOS & SOLUÇÕES - VOL. 01
Newton C. Braga
R$ 15,90



CURSO DE INSTRUMENTAÇÃO
MULTÍMETROS - II
Newton C. Braga
R$ 14,90



INSTALAÇÕES ELÉTRICAS SEM MISTÉRIOS
Newton C. Braga
R$ 15,90



CIRCUITOS & SOLUÇÕES - VOL. 02
Newton C. Braga
R$ 15,90



REPARO E MANUTENÇÃO DE MONITORES
Newton C. Braga
R$ 13,90



MANUTENÇÃO DE COMPUTADORES
Newton C. Braga
R$ 16,90



CIRCUITOS & SOLUÇÕES - VOL. 03
Newton C. Braga
R$ 16,90



MECATRÔNICA INDUSTRIAL
Alexandre Capelli
R$ 15,90









TÍTULO / AUTOR	R$
A COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA - Ara Kouyoumdjian / Roland Calvas	33,00
ATERRAMENTOS ELÉTRICOS - Silvério Visacro Filho	34,00
ENERGIA EÓLICA - Ricardo Aldabó	33,00
ENERGIA SOLAR - Ricardo Aldabó	33,00

TÍTULO / AUTOR	R$
ESQUEMATECA - TEC. DO CONTROLE E AUT. IND. - Schneider Eletric	60,00
GERENCIAMENTO DE PROJETOS - Ricardo Aldabó	28,00
QUALIDADE NA ENERGIA ELÉTRICA - Ricardo Aldabó	44,00
SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO - Paulo Ludmer	49,00
TECNOLOGIA DA USINAGEM DOS MATERIAIS - Anselmo D. / Francisco C. / Nivaldo L.	46,00

PEDIDOS

SABER MARKETING DIRETO
www.sabermarketing.com.br
ou pelo telefone (11) 6195-5330

REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL
Preços válidos até 25/11/2004

www.sabermarketing.com.br

Nova loja virtual!

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 FM, de carro ou aparelho de som.



R$ 49,50

Matriz de contatos PRONT-O-LABOR

A ferramenta indispensável para protótipos.

PL-551M: 2 barramentos, 550 pontos.....**R$ 21,70**
PL-551: 2 barramentos, 2 bornes, 550 pontos.....**R$ 24,70**
PL-552: 4 barramentos, 3 bornes, 1 100 pontos.....**R$ 43,80**
PL-553: 6 barramentos, 3 bornes, 1 650 pontos.....**R$ 69,80**



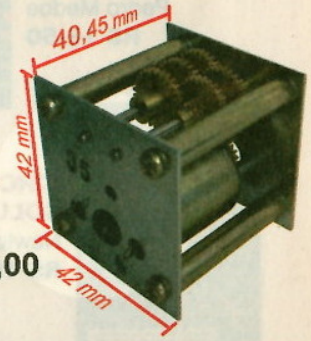
R$ 24,70

Ponta Redutora de Alta Tensão R$ 55,00

KV3020 - Para multímetros com sensibilidade 20 KW/VDC.
KV3030 - Para multímetros c/ sensib. 30 KW/VDC e digitais.
As pontas redutoras são utilizadas em conjunto com multímetros para aferir, medir e localizar defeitos em altas tensões entre 1000 V DC a 30 KV-DC, como: foco, MAT, "Chupeta" do cinescópio, linha automotiva, industrial etc

Mini caixa de redução

Para movimentar antenas internas, cortinas, robôs e objetos leves em geral. Alimentação 6 V, 35 rpm (sem carga), torque de 1,2 kgf.cm e potência de 1,8 W



R$ 54,00

Monte seu próprio robô S-CARGO OWI-936K

O S-Cargo é um robô que altera sua direção através de comandos sonoros.
Não acompanha baterias



R$ 308,00

Conjunto CK-10

Para confecção de placas de circuito impresso

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

R$ 42,00



Mini-Furadeira R$ 45,00

Furadeira indicada para: Circuito impresso, Artesanato, Gravações etc.
12 V - 12 000 RPM
Acompanha 1 broca
Broca avulsa:.....**R$ 2,70**



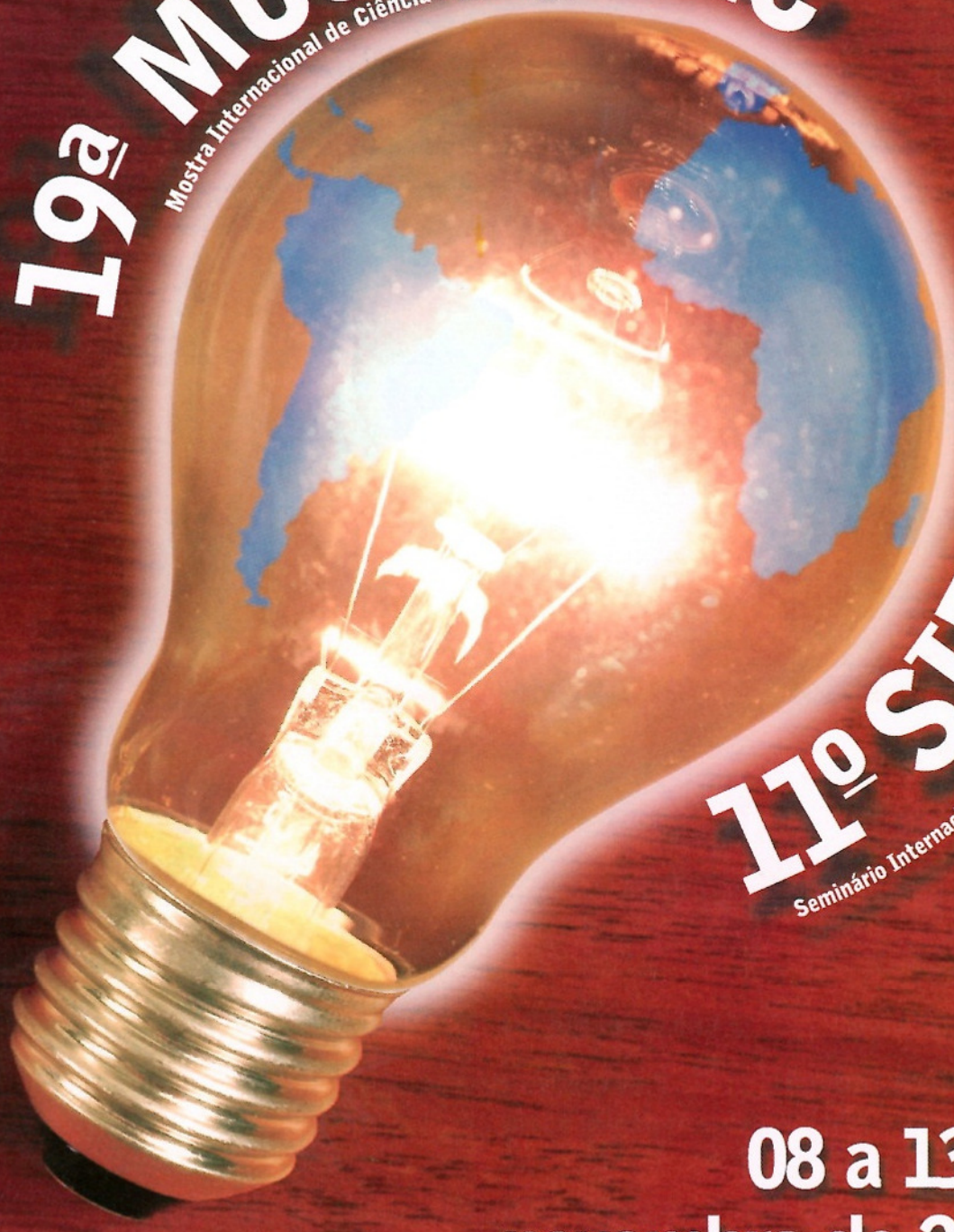
*Nos preços não está incluído o valor do frete que será calculado dependendo da localidade e do tipo de envio (Encomenda ou Sedex)
Preços válidos até 25/11/2004

+ de 260 livros técnicos
Kits - Produtos - Revistas

Compre pelo site www.sabermarketing.com.br
ou fone (11) 6195-5330

19ª MOSTRATEC

Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia



11º SIET

Seminário Internacional de Educação Tecnológica

Ilustração do aluno Leonardo Arnold, do Curso de Eletrônica da Fundação Liberato

08 a 13 de novembro de 2004

Visitação pública: 09 a 12 de novembro - Horário: 14h às 21h

FUNDAÇÃO LIBERATO - NOVO HAMBURGO - RS - BRASIL

FUNDAÇÃO LIBERATO

Informações: www.liberato.com.br
mostratec@liberato.com.br

Governo do Rio Grande do Sul
ESTADO QUE TRABALHA UNIDO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO

Promoção especial Kit de Robótica LEGO® Mindstorms Educacional



A Divisão Educacional da LEGO® está oferecendo aos professores e alunos a oportunidade de aquisição da maleta de Robótica em condições especiais.
Com este conjunto de Robótica você poderá desenvolver projetos automatizados e também se preparar para campeonatos de robótica!

Preço promocional
para professores e alunos*

DE: ~~R$ 1.644,00~~

POR: **R$ 999,00**

ou **3x R$ 333,00**



Promoção válida enquanto durarem nossos estoques.

Inclui:

- Bloco programável
- 2 sensores de luz
- 2 motores com redução
- 2 sensores de toque

* requer comprovação de vínculo como professor ou aluno em uma instituição de ensino

Mais de 800 peças incluindo engrenagens, diferencial, junta universal, entre outras.

Grátis

Programa ROBOLAB Single License (baseado no LAB VIEW)
Manual ROBOLAB em português
Revista de introdução a Robótica Educacional



EDAcom TECNOLOGIA

LEGO educational division

Ligue já ou envie-nos e-mail

11 4221-4355

vendas@edacom.com.br

Participe:

I Conferência: Aplicações da Robótica Educacional no Processo de Ensino Aprendizagem em nível médio e Superior

Visite o site, conheça o evento a faça a sua inscrição: www.somai.com.br