www.mecatronicafacil.com.br

Ano 4 - nº22 - Maio-Junho/2005 - Europa: € 4,30 - Brasil: R$ 11,90

SABER

MECATRÔNICA FÁCIL



STAR WARS

Seria possível construir o R2-D2 com as tecnologias que existem atualmente?

5 Projetos Práticos Completos:



Placa de Interface

entre PC e dispositivos mecatrônicos



Robô controlado pelo som

obedece seu "estalar de dedos"

Motor Iônico

empregado na propulsão de naves espaciais



Barco de baixo custo

que se movimenta com um "motor térmico"



Veículo Autônomo

feito com sucata e controlado pelo PC

ISSN 1676-0980

20ª MOSTRATEC
Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia

12º SIET
Seminário Internacional de Educação Tecnológica

FUNDAÇÃO LIBERATO - NOVO HAMBURGO-RS-BRASIL



Ilustração do aluno Rogério Fernando de Oliveira do curso de Eletrônica da Fundação Liberato

07 a 12 de novembro de 2005

Visitação pública
08 a 11 de novembro

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

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

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
Luiz Henrique C. Bernardes
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
André Zanferrari
Carla de Castro Assis
Melissa Rigo Peixoto
Ricardo Nunes Souza

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

Colaboradores
Alexandre de A. Guimarães
Gerson Rodrigues
Gilson Rodrigues
José Alberto N. Cocota Jr.
Mauro Vianna
Richard A. Weigel

Capa
Foto: R2D2 - Fox Filmes do Brasil/Divulgação

Impressão
São Francisco Gráfica e Editora
(16) 2101-4151

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.

TECNOLOGIA AO ALCANCE DE TODOS


Gerson, Gilson e Paulo.

É importante saber tecnologia nos dias de hoje? Uma questão como essa chega a soar ridícula de tão óbvia que é a resposta. Sim, é extremamente importante saber sobre tecnologia, independente da área em que estudamos ou trabalhamos. Isto por que a tecnologia está presente (com uma intensidade cada vez maior) no nosso dia a dia, queiramos ou não. Ao contrário do que muitos podem pensar, ela não está presente apenas nas naves espaciais ou em poderosos microscópios, mas também na maioria dos equipamentos que utilizamos, como computadores, televisores, rádios, telefones, fornos, automóveis, canetas, abridores de lata, alimentos, tintas, papéis, enfim, em praticamente tudo o que fazemos está presente a tecnologia visando facilitar nossas tarefas. Portanto, ela não se restringe apenas aos cientistas e engenheiros, mas também aos médicos, historiadores, padeiros, professores, biólogos, artistas, etc.

E nada melhor do que conhecer a tecnologia construindo-a com as nossas próprias mãos! Montando equipamentos que podem até parecer simples brinquedos, mas que têm por trás conceitos importantes que nos faz entender melhor essa tecnologia que está à nossa volta para que possamos de fato "utilizá-la" ao nosso favor e não sermos meros "escravos" dela. Com objetivos semelhantes, o LSI promoveu este ano a 3ª edição da Febrace, que mais uma vez trouxe projetos de todo o país nas diversas áreas do conhecimento. E o que foi muito gratificante para nós foi perceber que muitos alunos utilizaram idéias e conceitos abordados na revista para desenvolverem seus projetos com muita criatividade, como pode ser visto na matéria preparada para essa edição.


José Alberto.

Quando colocamos projetos na revista, nosso principal objetivo não é apenas que o leitor "reproduza" cada projeto e sim que compreenda o seu conceito para que, com as idéias fornecidas, desenvolva o seu próprio projeto. Sendo assim, trouxemos nesta edição cinco projetos práticos, de diferentes níveis de dificuldades para atender desde o iniciante até o mais experiente. Projetos de autoria dos já conhecidos Márcio Soares (Audiobô), Luiz Henrique (Barco *Pop-Pop*) e Newton Braga (Motor Iônico) e dos novos colaboradores José Alberto (VMA-1) e dos irmãos Gerson e Gilson Domingues, instrutores de robótica do Colégio Santo Américo e responsáveis pelo desenvolvimento de uma interface experimental batizada de "NaLata" devido ao seu "encapsulamento" ser feito a partir do aproveitamento de uma lata.

O importante é que cada leitor tenha a consciência de que degrau está o seu conhecimento e busque realizar os projetos adequados. Os níveis de dificuldades apresentados em cada artigo servem para auxiliar o leitor nessa decisão. Nosso desafio é atender tanto os que estão começando a nos acompanhar agora como os que nos acompanham desde o primeiro número. Lembrando aos primeiros que é possível adquirir os números anteriores através da Saber Marketing (**www.sabermarketing.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 fechamento.

Seção do Leitor 4

A Robótica aplicada no chão-de-fábrica 5

São Carlos desenvolve robô flexível 6

Febrace 2005: estudantes mostram maior criatividade 8

EUA apresentam a tendência na automação residencial 12

Princípio da alavanca 15

Robô Audiobô 18

Motor iônico 24

O R2-D2 poderia existir de verdade? 31

Montando barcos *Pop-pop* 34

Veículo mecatrônico autônomo 1 38

NaLata - Interface paralela experimental 44

Construa um amplificador animatrônico 49

Desenhando placas de circuito impresso com o Eagle - parte 5 52

Dispositivos autotrônicos adicionais 56

Conheça os transistores de efeito de campo (FETs) 60

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

www.sabermarketing.com.br

Nova loja virtual!

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



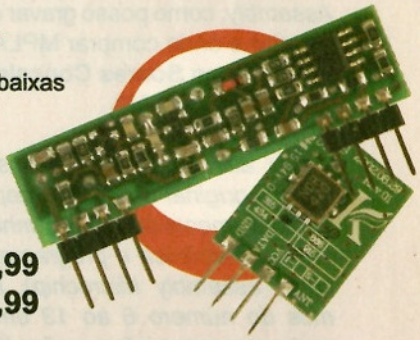
Matriz de contatos PRONT-O-LABOR
A ferramenta indispensável para protótipos.

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

Módulos híbridos de RF
Ideal para links de dados de baixas velocidades, controle remoto de portões, alarmes, automatismos, telemetria, áreas de segurança, etc.



Transmissor - R$ 14,99
Receptor - R$ 14,99

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

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

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



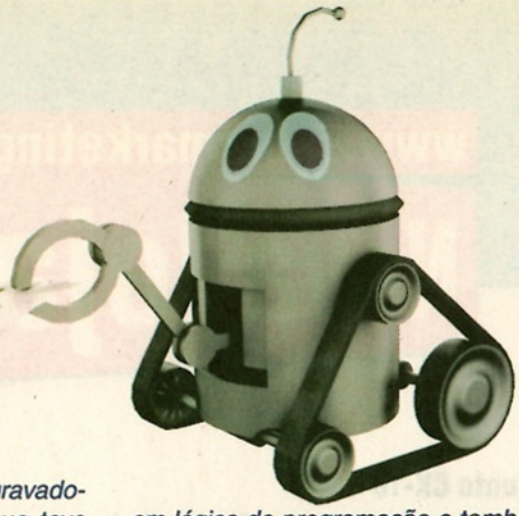
R$ 56,00

*Nos preços não está incluido o valor do frete que será calculado dependendo da localidade e do tipo de envio (Encomenda ou Sedex)
Preços válidos até 25/05/2005

+ de 260 livros técnicos
Kits - Produtos - Revistas

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

Seção do Leitor



Robô ADR-3 (edição nº21)

Gostaria de saber quais comandos eu posso acrescentar ao robô com a ampliação do teclado, se posso acrescentar mais dois motores ao circuito, ampliando suas saídas e usando o mesmo integrado que foi utilizado para ampliar as saídas dos LEDs ou do teclado, e que outras aplicações eu posso fazer no circuito. Gostaria de saber também mais sobre a linguagem *Assembly*, como posso gravar o microtrolador e onde comprar MPLAB.

Genilson Soares Conceição
Açailândia - MA

As alterações e/ou inclusões no projeto original do ADR-3 dependerá exclusivamente dos seus conhecimentos em eletrônica e programação (no caso, assembly Microchip). Publicamos do número 6 ao 13 uma série onde passamos informações bem práticas de como controlar, com o microcontrolador PIC, dispositivos como: LEDs, relés, teclados matriciais, displays de sete segmentos, displays LCD (cristal liquido), motores DC, servos de aeromodelo, motores de passo, etc. Também demonstramos como montar dois tipos de gravadores, sendo o PROGPICII o que teve maior sucesso entre nossos leitores.

*Aconselhamos sempre aos nossos leitores que completem sua coleção, pois há muita informação em nossas revistas. A Saber Marketing (**www.sabermarketing.com.br**) comercializa os números que já não se encontram mais em bancas de jornais e também livros focados exclusivamente nos microcontroladores PIC, que também poderão ajudá-lo no seu aprendizado.*

*O MPLAB pode ser obtido gratuitamente no site **www.microchip.com***



Controle para casa inteligente através do LOGO (edição nº 21)

Eu gostaria de saber se posso integrar dois sistemas: o sensor de nível publicado na edição nº 20 e o sistema de controle para casa inteligente através do LOGO publicado na edição nº 21, em um só sistema de supervisão e um único PC. Caso positivo, quais as alterações necessárias para a integração desses dois sistemas.

Andre Luiz Albuquerque Silva
Cuiabá - MT

É totalmente possível a integração dos sistemas. O uso destes sistemas em um mesmo PC também é viável, pois o autor dos projetos (Márcio José Soares) os utiliza desta maneira. Note que o circuito do sensor de nível é ligado à porta paralela do PC e o circuito do controle para casa inteligente à porta serial. Basta "juntar" ambos os programas de controle, desenvolvidos na linguagem LOGO.

Alertamos que para tal serão necessários alguns conhecimentos em lógica de programação e também na linguagem LOGO. Porém, nada impede que você desenvolva um novo programa em uma outra linguagem qualquer, para o controle de ambos os circuitos.



Gostaria de saber se há alguma forma de compilar (gerar o arquivo ".exe") os exemplos feitos através do LOGO para acessar tanto a porta paralela quanto a serial.

Leandro
Olímpia - SP

Infelizmente não existem compiladores para a linguagem LOGO. Ela é ainda interpretada e necessita do seu "interpretador" para rodar. Existem comandos na linguagem que permitem "esconder" as telas de comandos, gráficas e outras. Isso pode ajudar a "melhorar" a aparência visual de um programa qualquer. Veja no help do interpretador para saber mais a respeito.

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.

A Robótica aplicada no chão-de-fábrica

(entrevista com José Luiz Rubinato, gerente geral da Yaskawa Elétrico do Brasil)

Sérgio Vieira



A Robótica é uma das áreas que mais fascinam os estudantes quando se deparam com o fantástico mundo da Automação Industrial. Para fazer parte dela é necessário empenho em estudos, atenção a doutrinas de empresas fabricantes de robôs, suprir necessidades de usuários de robôs e, acima de tudo, estar ligado nas tendências de mercado.

As atenções devem ser redobradas se o estudante for trabalhar em uma empresa que, além de robôs, fornece também sistemas completos para o controle de movimentos em chão-de- fábrica. É o caso da Yaskawa Elétrico do Brasil, empresa que trabalha com a marca de robôs "Motoman" e tem 30 anos de atuação no Brasil.

Além de equipamentos integrados às células robóticas como os servo acionamentos, controles numéricos, controladores de movimento, inversores de freqüência, módulos de I/O, controladores de posição, softwares de controle e painéis completos para automação. Segundo o gerente, a própria palavra "mecatrônica" foi criada pela Yaskawa no Japão.

Veja nesta entrevista com o gerente geral da Yaskawa Elétrico do Brasil, José Luiz Rubinato, qual o perfil de funcionário requisitado pela empresa. Ele também aborda as deficiências dos estagiários, cursos extracurriculares e as opções de trabalho dentro da empresa.

Mecatrônica Fácil: Qual a filosofia da Yaskawa para contratar técnicos ou engenheiros? Vale a pena investir em pessoal sem experiência?

Rubinato: *A Yaskawa tem por princípio formar a própria mão-de-obra. Temos preferência por estudantes que tenham saído do SENAI e isso vale para qualquer área da Yaskawa. Trazemos as pessoas e vamos estudando a possibilidade de efetivação.*

MF: Se passar no prazo de experiência e for efetivado, o que acontece depois?

Rubinato: *O estudante pode trabalhar nas áreas de projetos, assistência técnica, reparos, etc. A única exceção é na área de vendas, onde preferimos investir em mão-de-obra já experiente. Para esse setor é preciso ter pessoas que, além de formadas, tenham uma certa bagagem para dar apoio necessário aos nossos clientes.*

MF: Caso o estudante queira fazer algo extracurricular fora do inglês, o que você recomendaria?

Rubinato: *Vemos que alguns estudantes têm resultado interessantes quando possuem conhecimentos prévios de CLP, inversores de freqüência e softwares de AutoCad. Mais especificamente sobre AutoCad, é importante ter algum conhecimento porque essa ferramenta é usada na Yaskawa para o desenho de células robóticas, painéis de controle e sistemas automatizados. Se eu fosse assistente em alguma área acadêmica recomendaria dar maior ênfase nos cursos para a parte de assistência técnica e manutenção.*

MF: Além dos conhecimentos técnicos, existem algumas aptidões na personalidade dos candidatos que são aproveitados pela Yaskawa?

Rubinato: *Se o candidato for trabalhar, por exemplo, na área de vendas é necessário que ele também saiba ouvir muito, ter ética profissional, ser persistente, ser perspicaz e ter muito dinamismo. Já para o profissional que vai trabalhar internamente, o perfil procurado é o de pessoas com espírito de liderança e com espírito desafiador.*

MF: A Mecatrônica Fácil tem uma proposta de divulgar projetos de automação onde prevaleça o aspecto lúdico. Tenta ensinar montagens através de brincadeiras e módulos de controle. Isso tem algum valor dentro da Yaskawa?

Rubinato: *Com certeza. Há pessoas que saem de cursos técnicos sem saber a diferença entre um encoder e um servomecanismo. No momento que ele está aprendendo, por exemplo, a construir uma fonte de bancada, está tendo contato com o princípio de funcionamento desse equipamento e isso é muito importante.*

MF: O pessoal que sai de escolas profissionalizantes mostra alguma deficiência de conhecimento na parte eletrônica ou mecânica?

Rubinato: *O que mais falta são as técnicas de manutenção. Muitos não sabem que com apenas um multímetro pode-se reparar ou verificar um inversor de freqüência. Não sabem quais são os procedimentos para reparar um inversor de freqüência.*

Penso também que os cursos deviam focar mais a parte mecânica. Por incrível que pareça, há estudantes estagiários que não sabem a diferença entre torque, velocidade e potência. Eles sentem dificuldade, por exemplo, quando vão dimensionar um inversor de freqüência. Muitos não sabem que os parâmetros mecânicos são importantes.

Por natureza, o jovem gosta de ficar mexendo com a eletrônica e a computação, mas esquece que o embasamento mecânico é importantíssimo.

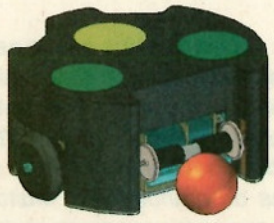
São Carlos desenvolve robô flexível

Sérgio Vieira

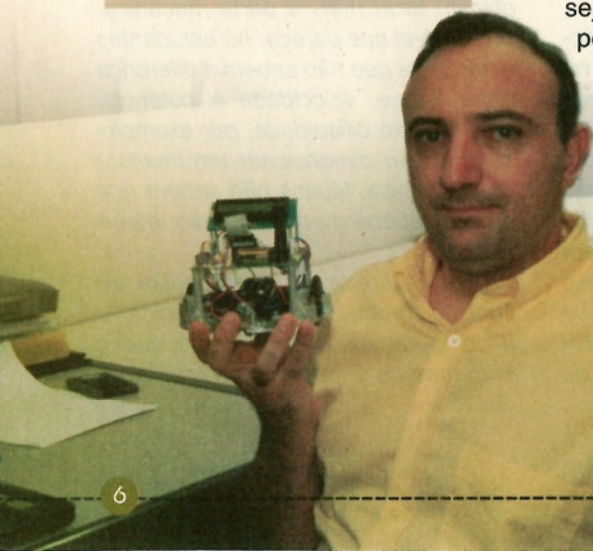
Um robô nacional, ainda sem nome, está tomando vida na cidade de São Carlos, situada a 230 km a Noroeste de São Paulo. Ele poderia muito bem ser chamado de "Frank" (nome reduzido de Frankstein) devido às diferentes partes possíveis para a sua montagem, mas o seu nome de batismo ainda está sendo discutido pelas 25 pessoas que formam a "Cientistas Associados", empresa incubada na Fundação ParqTec.

Na verdade, quando o projeto estiver concluído, o robô não terá uma "cara" definida porque os Cientistas Associados estão passando a maior parte do tempo desenvolvendo os módulos possíveis para que escolas ou amantes da Robótica possam montar o seu próprio robô.

Projeto de um robô jogador de futebol.



Policastro segura o protótipo da primeira versão do robô da empresa.



Logo, haverá robôs com garra, com reconhecimento de voz, imagem, integrado a celular, com câmeras, etc, ou um único robô com todas essas funções integradas. "O coração do robô é a placa-mãe junto com o microcontrolador MSP 430 que é fabricado pela Texas Instruments. A partir da placa, o mesmo robô poderá ser montado de diversas formas", adianta Cláudio Adriano Policastro, coordenador do projeto.

O aspecto tecnológico é um dos itens que chamam a atenção no desenvolvimento desse robô. Junto com o microcontrolador, ele terá um *software* adequado para programação, enquanto que todos os módulos estão sendo planejados pelos próprios pesquisadores da empresa. Além disso, o *software* de programação será embutido no DSP via rádio. É algo novo na robótica brasileira.

"Nossa preocupação foi o de montar uma interface muito amigável. A pessoa faz a programação apenas arrastando ícones", disse Policastro. A equipe de *design* e mecânica está desenvolvendo o módulo "garra" com dois graus de liberdade, enquanto que a equipe de eletrônica e química está estudando o uso de baterias "verdes" que não agridam o meio ambiente. No final do projeto, os pesquisadores esperam poder atender a qualquer cliente que queira iniciar ou aprimorar seus estudos na Robótica, seja através de um robô completo ou por partes.

Mas os Cientistas Associados não querem criar apenas *kits* robóticos. Os planos, na verdade, são um pouco mais audaciosos. Policastro, que participou de diversas competições envolvendo robôs, também está desenvolvendo com a sua equipe toda a infra-estrutura necessária para organizar "Futebol de Robôs". Os planos são para montar uma seleção paulista, bem como vender as partes que envolvem essas competições (sistema de visão, kits robóticos, câmera e estratégias de ação).

Esta é a segunda versão do robô desenvolvida pelos Cientistas e recebeu R$ 300 mil da Fapesp - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Em um prazo de 24 meses, ele será estruturado sob a ótica da pedagogia, sociologia, eletrônica, mecânica, *design*, química, ciências da computação, entre outras áreas do conhecimento.

Linhas de ação - A Cientistas Associados é uma empresa que está bem além da venda de kits robóticos. Os pesquisadores também prestam serviços para outras empresas na área de sistemas robóticos; divulgam a empresa e sistemas tecnológicos através do projeto social "Robô na Escola"; criaram o "Comitê de Clientes" para ouvir sugestões daqueles que desejam comprar ou compravam robôs da empresa; desenvolvem robôs de segurança; e prestam consultoria para empresas que queiram obter financiamento para pesquisas via Governos estadual, federal ou municipal.

Projeto de um campo.



Mais informações

- Cientistas Associados:
www.cientistasassociados.com.br



nanotec

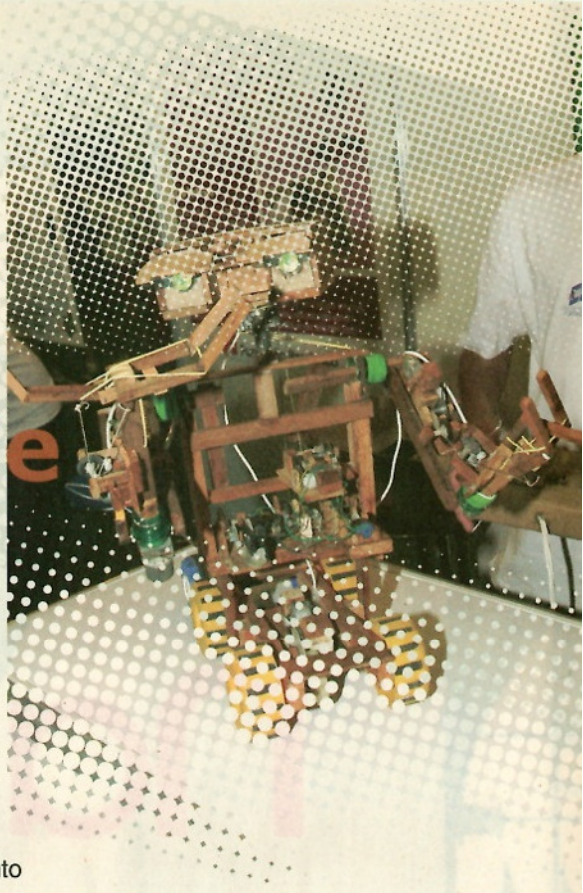
EXPO 2005

EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL
DE PROJETOS, PRODUTOS E
MATERIAIS NANOTECNOLÓGICOS

ITM Expo • São Paulo, 5 a 8 de julho/ 2005

www.nanotecexpo.com.br
Informações:
(55 11) 3812 2115

Febrace 2005: estudantes mostram maior criatividade



Sérgio Vieira

Quem visita a Febrace - Feira Brasileira de Ciências - desde 2003 percebe uma nítida evolução dos projetos apresentados por estudantes de todo o país. Principalmente na área de engenharia, estudantes estão deixando de lado os "*kits* de montagem" para se dedicarem à construção total de seus robôs, máquinas e sistemas de automação.

Essa é uma ótima notícia para a Educação no país. Afinal de contas, quando esses estudantes estiverem no mercado de trabalho estarão questionando mais ao invés de utilizarem idéias preconcebidas. Estarão mais atentos à busca de novas soluções para velhos problemas, mais dispostos a implementar o uso e construção de novos materiais e mais aptos para investigar novas causas e efeitos.

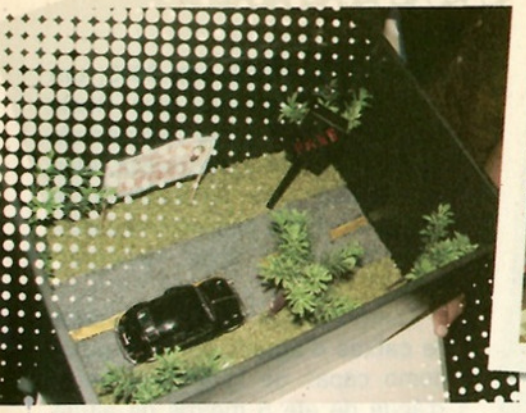
Nos 201 projetos de 22 estados brasileiros apresentados neste ano de 2005 percebe-se um maior cuidado dos estudantes na elaboração e, principalmente, na finalização do projeto. Apenas alguns apresentaram o projeto ainda em fase de desenvolvimento e outros tiveram problemas para manter o trabalho intacto durante a viagem até São Paulo. Porém, na maioria, os trabalhos estavam conforme pede o regulamento da Feira.

Uma das novidades na edição 2005 da Feira foi a presença maior de patrocinadores e apoios governamentais. Além da Intel também patrocinaram o evento o Banco do Brasil, os Correios e a Caixa Econômica Federal. A Editora Saber mais uma vez marcou presença no evento com a distribuição de exemplares das revistas "Mecatrônica Fácil" e "Eletrônica Total" aos visitantes. Também foi entregue o **"Prêmio Especial Mecatrônica Fácil"**, além de assinaturas e matrizes de contato (veja quadro no final da matéria).

ENGENHARIA E APLICAÇÕES INTERESSANTES

A área de engenharia na Febrace continua reunindo a maior parte dos projetos. Dos 201 trabalhos apresentados, 68 pertencem à área de engenharia seguida por 35 de ciências exatas e da terra, 31 de ciências biológicas, 26 de ciências humanas, 18 de ciências







de ciências humanas, 18 de ciências de saúde, 15 de ciências sociais aplicadas e 8 de ciências agrárias.

Dentro do grande número de projetos inscritos, os itens que mais chamam a atenção são os conceitos apresentados na Mecatrônica Fácil (ou em alguma outra literatura) e aplicados de forma diferenciada ou com algumas inovações.

Foi o que fizeram os alunos do Grupo Educacional Universitário de Londrina (PR) com o projeto **"Luz ao toque de um Fósforo"**. O nome do projeto foi para explicar a tecnologia com sensor de luz e circuito simples desenvolvido pelos estudantes para iluminar placas de trânsito em locais ermos. "A tecnologia é conhecida, mas pensamos numa forma diferente de implementá-la", comentou um dos estudantes. Na estrada, a luz dos faróis de veículos iria iluminar uma árvore dotada com o sensor de luz. O sensor se comunica com a placa iluminando-a para orientar os motoristas.

"Pensamos em auxiliar as pessoas com dificuldades especiais para tomar o ônibus", comentam os alunos da Escola Técnica Everardo Passos de São José dos Campos (SP), outros que usaram muita criatividade para implementar tecnologias já conhecidas. Eles desenvolveram um **painel** para ficar instalado no ponto de ônibus a fim de ajudar pessoas com deficiência auditiva e visual. Quando o ônibus se aproxima a uma certa distância do ponto, ele envia para o ponto as informações sobre número da linha, destino e principais locais de seu itinerário. O painel instalado no ponto de ônibus publica as mensagens na forma escrita e falada. Os estudantes tiveram ainda o cuidado de planejar um piso especial para auxiliar os deficientes visuais.

Já os estudantes do Centro Educacional de Pedreira (SP) quiseram saber se a robótica pode estimular as crianças a coordenarem mentalmente seus movimentos corporais. Para isso verificaram o comportamento de uma criança brincando o **"Jogo da Velha"** com um adulto. Depois, construíram uma máquina para fazer a mesma função do adulto. Verificaram que a criança tem mais paciência e desenvolve melhor o raciocínio jogando com uma máquina.

Repensar questões sociais sob a ótica das tecnologias de engenharia também foi a tônica de boa parte dos trabalhos de engenharia. Foi o que fizeram alunos do Colégio Santo Américo, da cidade de São Paulo, com a **"Recicleta"**. Como ela, eles pensaram em resolver o problema de lixo acumulado nas ruas estreitas de uma favela próxima ao colégio.

A Recicleta é um tipo de carrinho feito a partir do quadro e pneus de uma bicicleta. O condutor deposita o lixo no baú instalado no veículo e tem a ajuda de um motor para aliviar o peso da carga. Novidade tecnológica no equipamento praticamente não existe, mas a aplicação "bolada" pelos estudantes, com certeza, merece uma nota 10.

Os estudantes também estão cada vez mais interessados em unir as tecnologias de engenharia com as questões ambientais. Prova disso foi o projeto desenvolvido pelos alunos do Colégio Bom Jesus Santo Antônio de Blumenau (SC). Eles testaram um modelo matemático para estimar a vazão do Rio Ribeirão da Velha, bem como a condutibilidade e a qualidade.

Nicolai Vehman, do Colégio Dante Alighieri, também sensibilizou-se com uma questão ambiental para desenvolver o seu trabalho. Ele acredita que a escassez de água no mundo é uma questão que deve ser levada rapidamente ao consumo doméstico. Para isso, ele inventou um **hidrômetro "pré-pago"** onde o consumidor paga antecipadamente o quanto vai usar de água. Assim que os créditos comprados terminam, a concessionária bloqueia o fornecimento de água.











recebeu como prêmio em 2003, um kit de desenvolvimento para Basic Step. Com este kit, junto com demais conceitos abordados na revista, eles desenvolveram um animatrônico a partir de materiais alternativos capaz de se movimentar, "falar", "enxergar" e "ouvir".

Outro exemplo é o **"Limpador de caixas d'água"**, um robô autônomo capaz de lavar uma caixa d'água de até 5 metros de altura sem a presença ou controle do ser humano. Este projeto foi inspirado

É preciso repensar o computador

Diversas pesquisas já comprovaram que as pessoas não utilizam nem 10% dos recursos disponíveis de um computador. Entendê-lo e conhecer seu sistema de funcionamento talvez seja um dos primeiros passos para resolver a chave desse mistério. E que tal se procurássemos aplicar o que fôssemos entendendo através da arte? Já pensou em um circuito onde LEDs fossem explicando os "zeros" e "uns"?

Pois esse foi o caminho idealizado por **Etienne Delacroix**, professor de origem belga que levou para a Febrace as várias formas de entender e construir sistemas computacionais. "Precisamos repensar a forma de ver um computador para entendê-lo e desbravá-lo", comenta Delacroix, que já apresentou sua arte na capital paraguaia e agora vê no Brasil a chance de ensinar essa nova forma de apresentar o computador.

O mais interessante na sua filosofia de trabalho é que tudo é feito a partir de restos de computador, impressoras e demais sistemas inteligentes. Tudo que lhe chega às mãos possui uma serventia nos diversos sistemas que são construídos. Uma das suas discípulas, Luciana Rocha, enxergou nos "lixos" de informática uma forma barata e viável de embelezar mulheres. Ela começou a construir bijuterias a partir de diodos, LEDs, capacitores e outros componentes de eletrônica que certamente iriam apenas poluir o meio ambiente. Nas orelhas, pescoços e pulsos de mulheres, eles ganharam uma nova aplicação.



Os projetos dessa terceira edição da Febrace mostraram que vale muito mais a pena pensar em aplicações novas e simples para tecnologias conhecidas que ficar quebrando a cabeça no invento de uma "máquina mirabolante". Muitas vezes, vale muito mais a pena pensar em soluções simples. Geralmente, elas são as mais viáveis de serem implementadas.

MECATRÔNICA FÁCIL SERVIU DE INSPIRAÇÃO PARA DIVERSOS PROJETOS

Diversos participantes da Febrace, principalmente os das áreas de ciências exatas e engenharia, são leitores assíduos da Revista e encontraram a solução de uma série de desafios nas informações trazidas na revista.

O primeiro ponto a ser levantado diz respeito aos equipamentos eletrônicos. Em relação às primeiras edições da feira, cresceu o número de projetos que utilizaram os microcontroladores Basic Step e PIC para dar "inteligência" a eles e também os módulos de radiofreqüência da Telecontrolli, câmeras e vídeo-links para controle a distância. Equipamentos como estes foram amplamente trabalhados nos artigos da revista, além de outros dispositivos com sensores de luz e ultrassom.

Um bom exemplo disso foi o **"Robô Animatrônico"**, do colégio Ávila, em Minaçu, Goiás, cuja equipe

Prêmio Mecatrônica Fácil



Um robô "show de bola" e muito inovador foi o ganhador do "Prêmio Especial Mecatrônica Fácil". Werley Batista Lima, estudante da Escola Estadual Iza Morais Freitas (Itamarati de Minas - MG), desenvolveu um robô sem gastar nenhum centavo a partir de vários peças de informática que estavam no lixo e muita madeira.

O **"Robô Erre Cifrão Zero"** foi o que mais refletiu o espírito da Revista Mecatrônica Fácil em toda a Febrace 2005 e mostra que, com criatividade, é possível realizar construções fantásticas. Werley levou para casa uma assinatura da Revista Mecatrônica Fácil, uma da Revista Eletrônica Total, uma matriz de contatos e um kit de montagem de robô.

A Editora Saber premiou ainda outros 18 trabalhos com assinaturas das Revistas Mecatrônica Fácil e Eletrônica Total e com matrizes de contatos.

no projeto "Robô PIC", publicado na edição nº13 e utiliza, portanto, o microcontrolador PIC 16F84. E o melhor de tudo é que não se trata de uma mera reprodução do projeto da revista, pois os estudantes foram muito além do exposto nela dando uma nova aplicação para a idéia, que é justamente o objetivo dos projetos apresentados na revista.



Até mesmo na área de ciências biológicas os conceitos mecatrônicos estavam presentes. No projeto **"Síntese Proteica"**, do Instituto Madre Mazarello (São Paulo,SP), utilizando materiais antenativos, os alunos fizeram uma maquete para reproduzir a síntese proteica através de movimentos e luzes. E o interessante é que todo o controle foi feito através da placa AVR-Symphony, dispositivo também já mencionado na revista.

www.mecatronicafacil.com.br

Veja no *site* da revista uma galeria de fotos do evento.

Mais informações

Acesse mais informações e lista dos projetos premiados no site da FEBRACE (www.lsi.usp.br/febrace).

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

EUA apresenta a tendência na automação residencial



O conceito de Casa Inteligente ou Automação Residencial está cada vez mais em evidência. O EHX - Eletronic Home Expo - realizada na Flórida (EUA), mostrou um pouco do que vem por aí.



Realizada em Orlando, Flórida (EUA) entre os dias 23 e 26 de fevereiro, a EHX (*Eletronic Home Expo*) mostrou alguns dos equipamentos utilizados para automação residencial e entretenimento. Estiveram presentes empresas como *Crestron, Elan, Russound, Lutron, Da-Lite, Somfy e Display Devices* que são consagradas nos EUA e que poderão, em breve, surgir com mais força aqui no Brasil.

Vale lembrar que "Automação Residencial" é uma disciplina que faz parte de alguns cursos de Mecatrônica, principalmente, na área de ensino técnico. Alguns apelidaram a área no Brasil de "Domótica", mas nos EUA o nome empregado é *Eletronic Home* (Casa Eletrônica), ou *Home Automation* (Automação Residencial).

Geralmente, o conceito de "Automação Residencial" abrange:

- Controle e distribuição de áudio;
- Controle e distribuição de vídeo;
- Controle de iluminação;
- Controle de temperatura ambiente;
- Monitoração de ambientes;
- Controle de Acesso.

Em cada um destes itens, o integrador de sistemas residenciais (profissional responsável em projetar e integrar os sistemas) junto com o construtor e arquiteto serão responsáveis pela segurança, conforto e horas de entretenimento (*home theater*) para a família.

Acompanhado de *Alex Paula*, representante da *ZoneOne* (de New York, EUA) ficou mais fácil de entender porque este mercado cresce cada vez mais em todo o mundo. No Brasil, esse mercado também está em franca expansão, prova disso é a criação, desde o ano 2000, da AURISIDE (Associação Brasileira de Automação Residencial).

A Automação Residencial proporciona o bem estar e facilidades de entretenimento para uma família, mas podemos encontrar os mesmos equipamentos e conceitos em prédios, industrias, escritórios e onde mais a imaginação nos levar. Com um controle remoto na mão é possível controlar e supervisionar toda uma residência e, se for necessário, o mesmo controle pode ser feito via telefone ou Internet.

Iluminação

O controle da iluminação é um dos itens mais empregados dentro da Automação Residencial. No lugar do tradicional interruptor de luz é possível empregar um *Keypad* ou algo mais sofisticado como um *Touchpanel*, que é uma tela de LCD gráfica sensível ao toque. Podemos ligar, desligar ou variar a intensidade de luz de um ambiente (*dimmer*) a partir de qualquer outro cômodo da casa. Neste tipo de automação, podemos ter, por exemplo, uma programação para apagar toda a iluminação da casa, muito útil quando temos que sair às pressas e não queremos deixar nenhuma luz acesa.

Áudio

Com a distribuição e controle de áudio, temos a possibilidade de expandir um som ambiente para a casa toda ou com o requinte de se escutar, por exemplo, um clássico na sala de jantar e quem sabe um "sambi-

nha" no banheiro. Ambientes externos também tem seu charme, onde podemos encontrar alto-falantes disfarçados de pedras, ficando assim quase invisíveis.

Falando em invisibilidade, em alguns ambientes, o uso de caixas acústicas ou mesmo alto-falantes embutidos pode não agradar muito a arquitetos, ou mesmo serem "inaceitáveis" para os donos da casa, neste caso, existe a possibilidade de se utilizar um *Invisible Speakers* (alto-falante invisível). Se você tiver curiosidade em ver como fica um, basta olhar para uma parede vazia, pois é isto mesmo que você irá encontrar em um ambiente equipado com este modelo.

A praticidade não fica resumida ao controle e distribuição do som. Existem equipamentos onde podemos centralizar toda a coleção de CDs. Conhecido como *music server* (servidor de música) e assim acessar qualquer música disponível no servidor. Para inserir um novo álbum no equipamento basta inserir o CD que o sistema irá gravá-lo em sua memória (*hard disk*). Com este equipamento podemos praticamente dispensar o tradicional *CD-Player*, onde temos o incômodo de levantar para trocar o CD.



Parecem pedras, mas são alto-falantes disfarçados.

Vídeo

A distribuição e controle de vídeo segue o mesmo sistema empregado no áudio, onde podemos ter a sua distribuição, por muitos metros através de um cabo tipo CAT5, o mesmo utilizado em rede de computadores. Também temos a possibilidade de ver programações diferentes em cada monitor (TV, LCD, Plasma ou Projetor) da residência e uma das tendências neste segmento é o *vídeo server* (servidor de vídeo), lançado pela *Kaleidescape* há pouco tempo, e que tem o mesmo princípio de funcionamento do servidor de música.

Mecanismos e cinema em casa

Quando pensamos em automação, sempre temos a idéia de mecanismos, e em uma casa inteligente podemos encontrar diversos destes mecanismos. É o caso da abertura e fechamentos de portas, movimentos de câmera, acionamento de cortinas, telas de projeção, projetores e até monitores de plasma.



Mecanismo para um monitor de plasma.

Com o uso de processadores, também conhecidos como *brains* (cérebros), podemos criar diversas *scenes* e é onde vemos todo o potencial do profissional nesta área, responsável principalmente pela programação dos equipamentos.

Imagine uma programação chamada "cinema". Ao acionarmos este comando, as luzes da sala, serão ajustadas a um nível bem baixo, as cortinas serão fechadas e automaticamente uma tela de projeção será baixada junto com o projetor, que até então estavam escondidos no teto.

Se durante a "sessão de cinema" chegar uma visita, basta selecionarmos a opção "convidados" que fará o recolhimento da tela e do projetor, abrirá as cortinas e aumentará a iluminação de toda a casa, lembrando que podemos ver antes quem é a visita através da própria tela de projeção (*picture in picture*).

Temperatura

O conceito de controle de temperatura de ambiente é bem fácil de entender, mas sua implementação deve ser prevista durante a construção ou reforma da casa, pois envolve grandes equipamentos e diversos dutos, que na maioria dos casos (apartamentos, por exemplo) ficam um pouco mais complicados.

Com a facilidade de morarmos em um país tropical, na maioria das regiões não temos que nos preocupar



Sistema de cortinas elétricas

com um sistema de aquecimento, mas a refrigeração segue os mesmos princípios utilizados nos EUA onde temos um controle centralizado com os parâmetros definidos para cada ambiente.

Através do sistema de temperatura integrado podemos comandar de forma remota a temperatura ambiente de qualquer lugar da casa. O controle também pode fazer parte de uma *scene*, onde a programação "dormir" só irá ativar os sistemas de climatização nos quartos.

Segurança

Este tópico também tem suas vantagens ao ser integrada ao projeto de automação, já que podemos ver o que se passa do lado de fora através de qualquer ponto da casa que disponha de uma TV, ou mesmo de um *touchpanel,* sem contar a possibilidade de controle de acessos através de fechaduras elétricas, similares às existentes para "porteiro eletrônico".

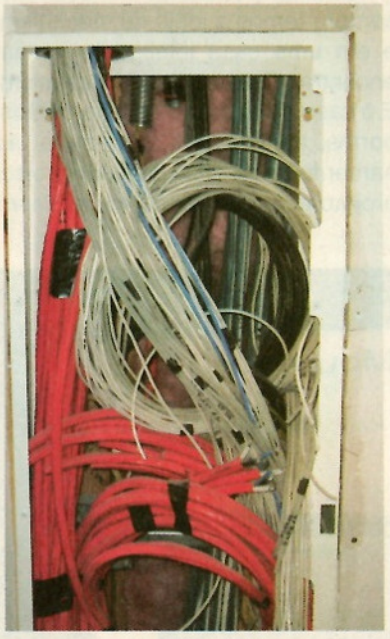
Em casos de emergência aciona-se de qualquer local da casa uma programação de "pânico", que fará uma discagem automática com uma mensagem gravada, disponível no servidor de música, explicando ao atendente que há uma situação de emergência neste endereço.

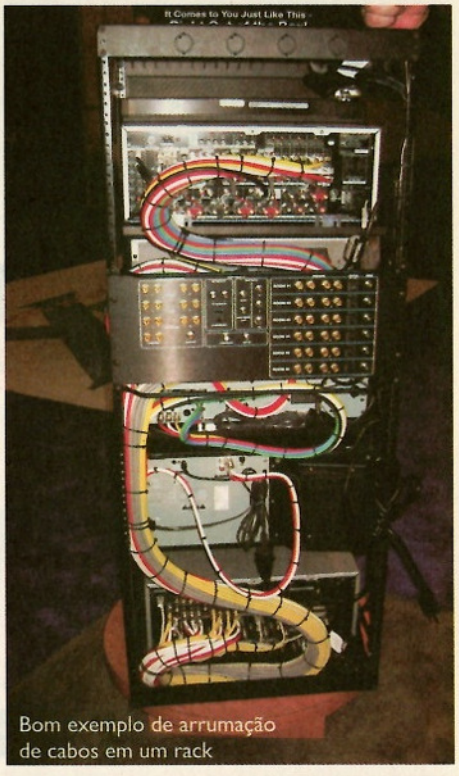
Alex Paula apresentou alguns de seus projetos em execução e outros já finalizados. Uma das coisas que mais chama a atenção é a grande quantidade de cabos utilizados em um projeto, uma vez que todos os equipamentos ficam centralizados em um *rack*, inclusive os controles de iluminação da casa. É fácil imaginar a quantidade de cabos envolvidos, e se não houver um controle e organização no projeto, achar um determinado cabo é uma tarefa bem trabalhosa.

Ele também comentou diversos de seus projetos que fazem uso intenso de automação, dentre eles, um dos mais curiosos e trabalhosos foi o pedido de um cliente que solicitou que de dentro do seu automóvel, ao acionar a abertura do portão, uma seqüência de luzes e música acompanhasse o trajeto do automóvel até a entrada da residência. Não é necessário dizer que era uma boa distância.

Com idéias deste tipo, podemos comprovar que sempre haverá a necessidade de profissionais capacitados e atualizados para este mercado, pois, o que é excêntrico para uns, para outros é pura comodidade. f

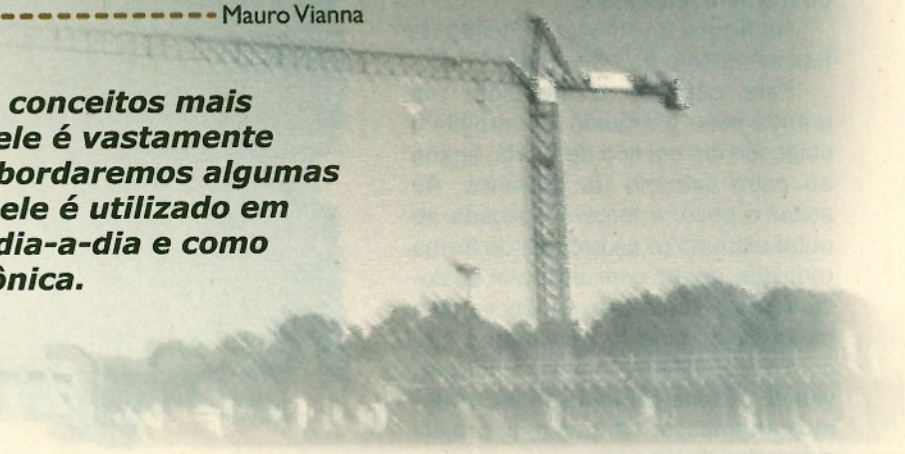

Câmeras de vigilância da Panasonic.


Diversos cabos vindos de vários pontos de uma residencia, organizados em "coils" e aguardando a proximo etapa, onde serão colocados os terminais e arrumados em um painel de acabamento.


Bom exemplo de arrumação de cabos em um rack

Princípio da Alavanca

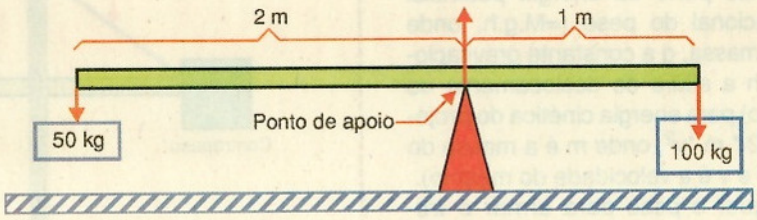
Mauro Vianna



O princípio da alavanca é um dos conceitos mais antigos da Física. Mesmo assim, ele é vastamente utilizado até hoje. Neste artigo abordaremos algumas aplicações deste princípio, como ele é utilizado em equipamentos comuns no nosso dia-a-dia e como podemos empregá-lo em Mecatrônica.

Todos já devem ter ouvido falar do "princípio da alavanca". Basicamente, ele é mencionado quando queremos mover algo pesado. A alavanca está presente por aí a nossa volta. Às vezes bem visível, às vezes escondida de forma sutil em máquinas do nosso dia-a-dia.

1 Princípio da alavanca.



PRINCÍPIO BÁSICO

Uma alavanca básica é apresentada na **figura 1**. Nesta figura, vemos o exemplo de uma alavanca formada pela barra (verde), de 3 metros. O ponto de apoio (triângulo laranja) está posicionado de forma a termos a barra dividida em duas partes: 2 metros para a esquerda e 1 metro para a direita. Nas extremidades esquerda e direita temos dois pesos de 50 kg e 100 kg, respectivamente.

O torque aplicado com relação ao ponto de apoio é proporcional a F x d, onde F é a força aplicada e d é a distância entre o ponto de apoio e o ponto de aplicação da força. Neste caso, temos do lado esquerdo uma aplicação de 50 kg x 2 m (=100kg.m) no sentido anti-horário e do lado direito temos 100 kg x 1 m (=100kg.m) no sentido horário. Ou seja, no exemplo citado nossa alavanca está equilibrada.

Mas o que isso significa e para que serve?

Bom, se a alavanca acima fosse uma gangorra, significa que uma pessoa pesando 50 kg poderia erguer ou abaixar um peso de 100 kg apenas se deslocando ao longo do lado esquerdo da gangorra. Ou seja, com uma alavanca adequada, podemos converter força (ou torque) em uma força maior ou menor. O efeito é semelhante ao de "amplificarmos" a força.

Se aplicarmos o princípio inverso, poderemos usar uma grande força para aplicar uma menor, mas gerando um grande deslocamento.

Uma terceira aplicação seria o equilíbrio de forças, reduzindo assim o torque necessário para o acionamento de máquinas.

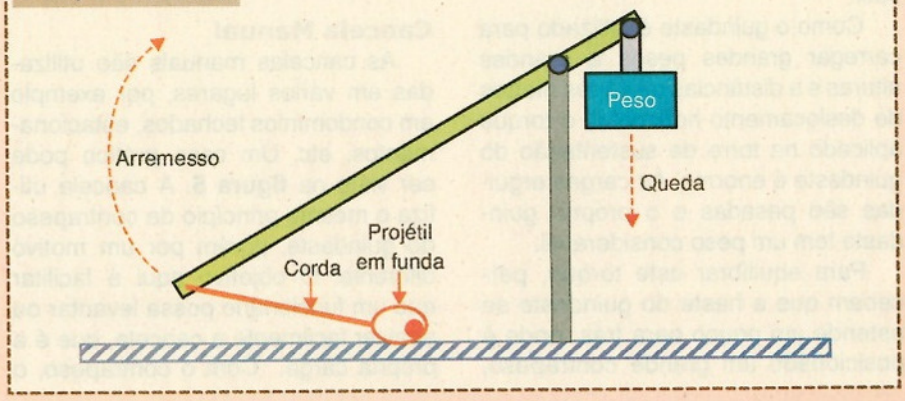
Estes conceitos ficarão mais claros nos exemplos a seguir.

EXEMPLOS DO MUNDO REAL

Trebuchet

Um exemplo bem antigo da aplicação da alavanca é uma antiga máquina de guerra utilizada no passado, o *trebuchet*. Este tipo de máquina de guerra era utilizado de forma equivalente às catapultas, ou seja, para arremessar projéteis a longa distância. Porém, o *trebuchet*, em geral, tinha um alcance maior

2 Princípio do *trebuchet*.



com projéteis menores. E, ao contrário da catapulta, a propulsão era baseada em alavanca, não em corda ou madeira tensionada.

Na **figura 2** vemos o princípio de funcionamento do *trebuchet*.

Para carregar a máquina, um grande peso é erguido e o projétil é colocado em um tipo de funda, ligada ao outro extremo da alavanca. Ao soltar o peso, a força é aplicada ao outro extremo (o do projétil) de forma reduzida, porém com um maior deslocamento e, como conseqüência, com maior velocidade. O resultado é que com um grande peso caindo por gravidade de uma pequena altura, podemos arremessar um pequeno projétil a grandes distâncias.

Do ponto de vista da Física, o que ocorre aqui é simplesmente a conservação de energia. Estamos transformando parte da energia potencial gravitacional do peso (=M.g.h, onde M é a massa, g a constante gravitacional e h a altura de deslocamento do mesmo) para energia cinética do projétil (=1/2 * m *v^2, onde m é a massa do projétil e v é a velocidade do mesmo).

Erguer o peso para armar o *trebuchet* não é uma tarefa difícil, pois a mesma alavanca usada para disparar o projétil também serve para erguer o peso.

Guindaste de Construção

O guindaste de construção é outro bom exemplo do uso da alavanca. Estes guindastes podem ser vistos nas construções de grandes edifícios. Um exemplo deles é mostrado na **figura 3**.

Neste tipo de equipamento, a alavanca pode não parecer clara, pois a mesma não é móvel, como no *trebuchet* e na gangorra. Mas, o princípio está presente de uma forma mais sutil.

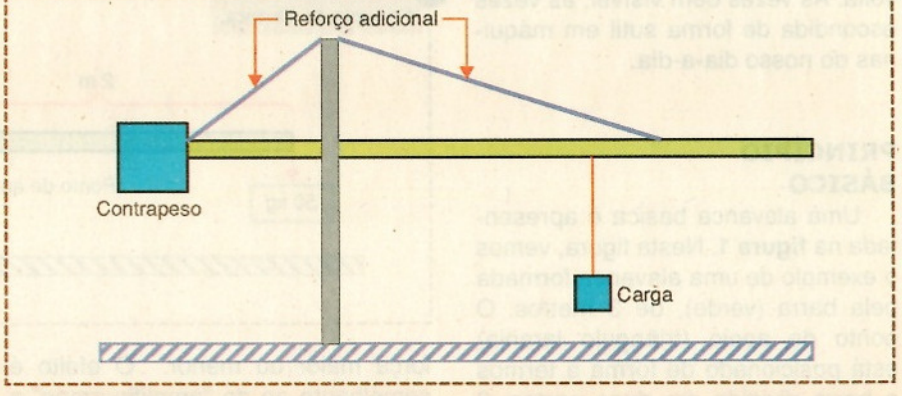
Como o guindaste é utilizado para carregar grandes pesos a grandes alturas e a distâncias de vários metros de deslocamento horizontal, o torque aplicado na torre de sustentação do guindaste é enorme. As cargas erguidas são pesadas e o próprio guindaste tem um peso considerável.

Para equilibrar este torque, percebam que a haste do guindaste se estende um pouco para trás, onde é posicionado um grande contrapeso, em geral de blocos de concreto. Este contrapeso reduz drasticamente o torque aplicado na base do guindaste, permitindo que a base possa ser uma torre relativamente estreita, o que é essencial para o uso em pátios de construção.

3 Guindaste de construção.



4 Diagrama esquemático do guindaste como alavanca.



Porém, a contrapartida é que a torre e as hastes do guindaste têm que sustentar um peso bastante elevado. Para isso o guindaste utiliza as hastes como reforço estrutural adicional.

Observe o diagrama na **figura 4**.

Cancela Manual

As cancelas manuais são utilizadas em vários lugares, por exemplo em condomínios fechados, estacionamentos, etc. Um caso prático pode ser visto na **figura 5**. A cancela utiliza o mesmo princípio de contrapeso do guindaste, porém por um motivo diferente. O objetivo aqui é facilitar que um funcionário possa levantar ou abaixar facilmente a cancela, que é a própria carga. Com o contrapeso, o esforço para erguer a cancela é bastante reduzido, além de evitar estresse mecânico devido a movimentos bruscos da mesma na subida ou descida.

APLICAÇÕES NA ROBÓTICA E MECÂNICA

Até agora vimos alguns exemplos da alavanca em equipamentos. Mas, como podemos usar a alavanca na Robótica? A resposta mais adequada para esta pergunta seria: sempre que houver a necessidade de transferir força ou movimento de um ponto para outro. Vamos ver alguns exemplos, apresentados com montagens em Lego.

Suspensão

Em veículos mecatrônicos, às vezes existe a necessidade de utilizar suspensão para amortecer impactos em terrenos irregulares, como nos veículos automotivos. Porém, nos veículos automotivos há uma vasta variedade



5 Cancela manual.

de amortecedores na forma de molas e cilindros a gás, hidráulicos, etc. Para veículos mecatrônicos, embora seja possível encontrar dispositivos parecidos, principalmente molas, nem sempre é fácil encontrar um deles, ainda mais um que seja adequado.

Uma sugestão é empregar a alavanca para substituir a necessidade de contração de uma mola para a extensão, que pode ser também aplicado com uma mola esticada, mas pode ser atendido com um dispositivo mais simples e flexível: o elástico!

Um modelo em Lego com este conceito pode ser observado na **figura 6**.

6 Suspensão com alavanca.



Neste caso, temos um garfo funcionando como alavanca. Do lado esquerdo temos o elástico esticado puxando o garfo para cima. Do lado direito, temos a roda suportando parte do peso do veículo também empurrando o garfo para cima, mas no sentido contrário ao do elástico. Desta forma, podemos ajustar a nossa "suspensão" variando o ponto de aplicação da tensão do elástico e a tensão do mesmo, o que pode ser feito esticando o mesmo ou usando mais de um elástico, se necessário.

Pernas

Ao criarmos robôs andadores, podemos também usar o princípio da alavanca. Em geral, utilizamos motores como acionadores, que tipicamente apresentam alto torque e movimento circular de curta distância. As pernas de robôs apresentam movimentos que não são necessariamente lineares, mas que em geral precisam ter uma grande excursão, ou seja, mover uma grande distância.

Na **figura 7** podemos ver uma aplicação um pouco distorcida da alavanca para implementar um robô andador de seis pernas.



7 Pernas.

Cada perna deste robô pode ser encarada como uma alavanca, onde temos dois pontos de carga do mesmo lado do ponto de apoio. Um é o próprio chão, o segundo é o ponto de tração do motor, que executa um movimento circular. O ponto de apoio, neste caso, tem uma certa mobilidade para permitir que a perna execute o movimento desejado.

Neste robô de seis pernas temos dois conjuntos de três pernas (brancas e pretas) que se movem sincronicamente, fornecendo sempre pelo menos três pontos de apoio para o robô em um dado instante.

Braço Robótico

Ao acionarmos um braço robótico, devemos lembrar que o próprio braço tem um peso considerável, composto pela estrutura, motores e eventuais cargas que o mesmo tenha que carregar. Visto que o acionamento deste braço será feito por motores, engrenagens, polias, etc., é importante reduzir o estresse nestes dispositivos. Além de evitar desgaste e danos por estresse, é possível conseguir também redução no consumo de energia dos acionadores.

Sendo assim, o uso de contrapesos é recomendado para tentar manter um equilíbrio do conjunto mecânico. O contrapeso pode estar implícito na própria montagem do braço, mas quando isso não for possível, ele pode ser adicionado. Na **figura 8** temos um modelo básico de braço equilibrado com contrapeso.

8 Braço robótico com contrapeso.



CONCLUSÃO

Vimos neste artigo que o "princípio da alavanca", apesar de ser bastante antigo, é muito útil e está presente em diversas máquinas do cotidiano. Vimos também que ele pode ser aplicado na Mecatrônica para ajudar na montagem mecânica, permitindo dispositivos equilibrados e transferência de energia para realizarmos os movimentos desejados nas nossas criações.

Porém, as aplicações não se limitam às apresentadas neste artigo. É recomendado ao leitor que exercite sua criatividade e que pesquise à vontade. Analisando máquinas e dispositivos mecânicos existentes hoje em carros e outros equipamentos, o leitor irá perceber como a alavanca está presente em mais lugares do que aparenta. f

www.mecatronicafacil.com.br

Veja no site da revista vídeos de demonstração de funcionamento.

Mais informações

Trebuchet - www.trebuchet.com
O *site* traz inclusive pequenos modelos à venda e dicas de montagem para os interessados. *Site* em inglês.

Guindaste de construção - www.pre-engineering.com/resources/cranes/cranes.htm. *Site* em inglês.

Robô Audiobô

Márcio José Soares





O robô a ser apresentado neste artigo tem sua montagem tanto eletrônica como mecânica bem simples, sendo recomendado ao nosso leitor iniciante e também ao mais experiente. O robô pode ser aproveitado em feiras e mostras em escolas/faculdades e também para diversão por parte daqueles que desejam apenas uma montagem simples e sem o uso de microcontroladores.

Níveis de Dificuldade

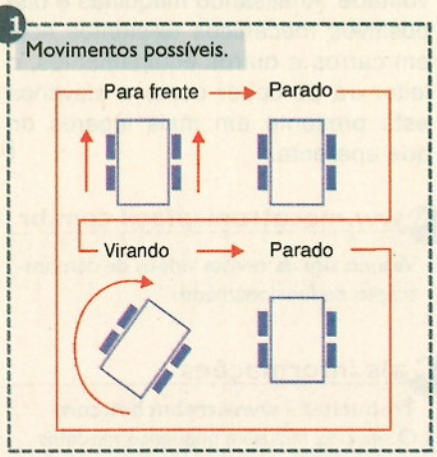
	0	1	2	3	4
mecânica	●	●	●	●	○
eletrônica	●	●	●	●	○
informática	○	○	○	○	○
custo	●	●	○	○	○

O que o robô é capaz de fazer?

Esta deve ser a primeira pergunta do leitor, antes de qualquer montagem, seja ela robótica ou outra. Assim, fica garantido que os objetivos serão alcançados.

O Audiobô é um robô capaz de responder ao "bater de palmas" ou a um outro som "curto" qualquer, como o "estalar dos dedos", para seu controle. Ele realiza seus movimentos de acordo com uma seqüência lógica. Veja a **figura 1**.

1 Movimentos possíveis.



A cada "sinal" (som emitido) recebido, o robô modifica seu "estado interno" e executa um determinado movimento. Assim é possível movimentar o robô à frente, fazê-lo parar, executar um desvio (com o giro do mesmo), pará-lo novamente e depois seguir em frente novamente.

O controle deste robô utiliza lógica digital discreta CMOS empregando contadores (máquinas de estado). Sendo assim, este robô torna-se um forte candidato para uma mostra ou feira em escolas visando demonstrar os conceitos aprendidos em disciplinas como "lógica digital", "circuitos lógicos", entre outras do gênero.

Para aqueles que desejam apenas uma montagem simples, de um robô capaz de "interagir" com o usuário de uma forma também simples, a montagem é igualmente indicada.

O CIRCUITO

O circuito do Audiobô, presente na **figura 2**, foi dividido em três partes. Estas estão destacadas no circuito por cores:

1) Amarelo - Circuito de *Clock* - Disparo (entrada de som)

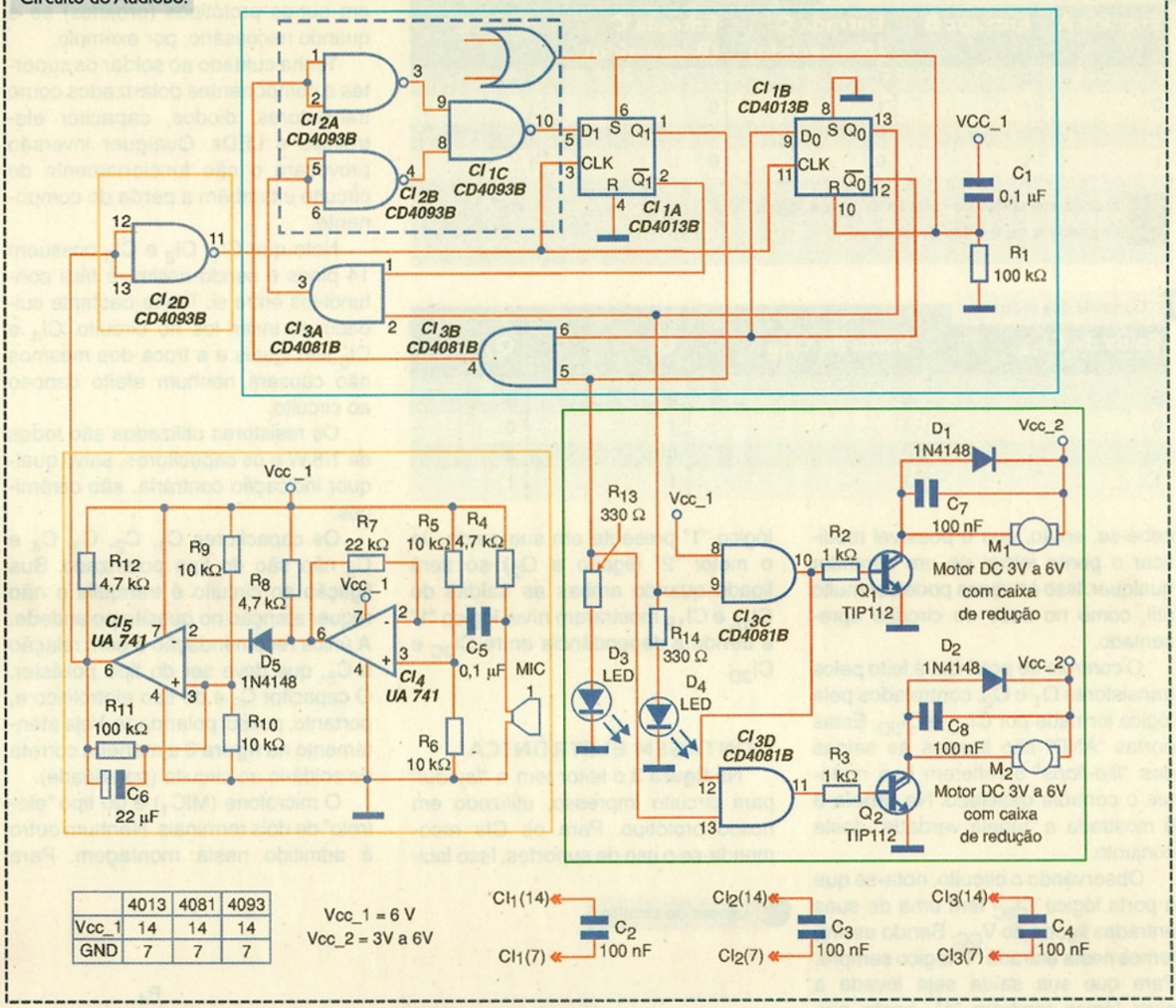
2) Azul - Contador (*flip-flops* e portas lógicas adicionais)

3) Verde - Controle de potência (motores)

O circuito de *"clock"* (disparo) é um velho conhecido dos nossos leitores. Ele foi utilizado no robô Lixobô - **edição nº 17**. Esta parte do circuito é formada por CI_4 e CI_5 (amplificadores operacionais). A função básica de CI_4 é amplificar o sinal vindo do microfone. Esta amplificação tem um ganho baixo para evitar que o robô mude seu "estado" erroneamente (disparo errático) devido a ruídos. CI_5 opera como um comparador. Sempre que o sinal de saída de CI_4 for menor que 2,5 V teremos na saída de CI_5 também zero volts.

Na saída do circuito de *clock* aplicou-se uma porta lógica o tipo "Schimitt Triger" (CI_{2D}) para evitar contagens erradas por parte dos flip-flops, já que o sinal do sensor tem subida e descida um tanto lentas.

2 Circuito do Audiobô.



	4013	4081	4093
Vcc_1	14	14	14
GND	7	7	7

Vcc_1 = 6 V
Vcc_2 = 3V a 6V

Essa "lentidão" foi adotada para evitar que o contador receba um trem de pulsos ao invés de apenas um único pulso. A porta lógica aplicada é uma "NAND" (Não "E") de duas entradas. Com a configuração adotada ela passa a trabalhar como uma inversora "NOT" (Não), ajustando o sinal de forma adequada a entrada de *clock* para CI_1 (*clock* na borda de subida do sinal).

O contador do Robô Audiobô possui apenas quatro estados possíveis, com valores de "0" a "3". Assim foi preciso apenas um contador de dois *bits* e, conseqüentemente, dois *"flip-flops"*. Os valores e os "efeitos" no robô foram arranjados conforme a **tabela 1**.

A cada sinal do circuito de "clock" (disparo), o circuito contador realiza uma contagem conforme a seqüência da **tabela 1**. O contador é formado por CI_1, um duplo *"flip-flop"* do tipo "D" (CD4013) e por partes de CI_2 (CI_{2A}, CI_{2B} e CI_{2C}) um CI com quatro portas "NAND" (Não "E") *Schmitt Trigger* e CI_3 (CI_{3A} e CI_{3B}) um CI com quatro portas "AND" ("E"). Todos estes CIs são CMOS.

T1 Valores e efeitos no robô.

Valores (em binário)	Efeito
00	robô parado
01	robô virando
10	robô parado
11	robô se movendo para frente

O bloco formado por CI_{2A}, CI_{2B} e CI_{2C} forma uma porta lógica "OR" (OU) de duas entradas e uma saída. Utilizando este tipo de associação, economizou-se mais um CI no circuito. Na **tabela 2**, o leitor tem a "tabela verdade" desta implementação.

O capacitor C_1 e o resitor R_1 formam o circuito para *set/reset* dos *"flip-flops"*. O primeiro *"flip-flop"* (CI_{1A}) é *setado* ("1" lógico presente em sua saída) e o outro (CI_{1B}) é *"resetado"* ("0" lógico presente em sua saída) durante o *"start-up"* (ligar) do circuito. Observando a **tabela 1**, fica fácil entender o porque disso. Dessa forma o "contador" inicia sua contagem em "2" ("10" binário). Ao primeiro sinal sonoro (disparo de *clock*) o robô se movimenta à frente, e depois segue a seqüência informada na tabela. Per-

T2 Porta OR montada com portas NAND.

Entrada A	Entrada B	Entrada C (A invertido)	Entrada C (B invertido)	Saída C
0	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	1	0	0	1

Entradas e saídas de relevância para a lógica "OU"
Entradas e saídas dos inversores

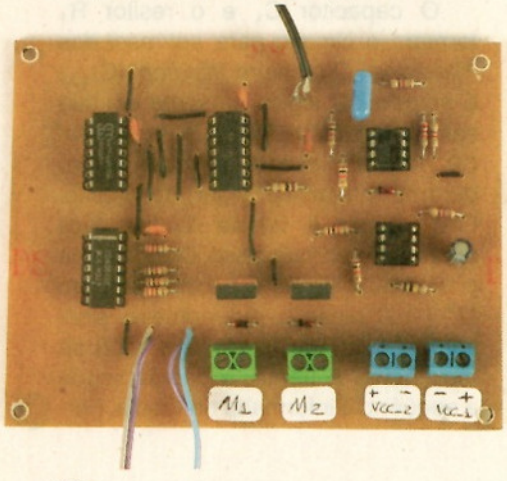
T3 Controle dos motores.

Saída de CI_{1A}	Saída de CI_{1B}	Q_1	Q_2
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	1	1

Percebe-se, então, que é possível modificar o ponto inicial de um contador qualquer. Isso às vezes pode ser muito útil, como no caso do circuito apresentado.

O controle de potência é feito pelos transistores Q_1 e Q_2, controlados pela lógica formada por CI_{3C} e CI_{3D}. Estas portas "AND" são ligadas às saídas dos *"flip-flops"* e refletem nos motores o controle desejado. Na **tabela 3** é mostrada a "tabela verdade" deste conjunto.

Observando o circuito, nota-se que a porta lógica CI_{3C} tem uma de suas entradas ligada ao V_{CC}. Sendo assim, temos nesta entrada "1" lógico sempre. Para que sua saída seja levada a nível lógico também "1", basta que sua outra entrada receba nível lógico "1". Esta entrada está ligada ao CI_{1B}. Revendo a **tabela 3**, percebe-se que isso é feito para os números "1" e "3". Ou seja, o motor "1" (ligado a Q_1) é ligado sempre que CI_{1B} tiver nível lógico "1" presente em sua saída. Já o motor "2" (ligado a Q_2) só será ligado quando ambas as saídas de CI_{1A} e CI_{1B} mostraram nível lógico "1" e devido a dependência entre CI_{3C} e CI_{3D}.



MONTAGEM ELETRÔNICA

Na **figura 3** o leitor tem o *"lay-out"* para circuito impresso, utilizado em nosso protótipo. Para os CIs recomenda-se o uso de suportes. Isso facilita a troca e/ou reutilização dos CIs em outros protótipos (projetos) se e quando necessário, por exemplo.

Tenha cuidado ao soldar os suportes e componentes polarizados como transistores, diodos, capacitor eletrolítico e LEDs. Qualquer inversão provocará o não funcionamento do circuito e também a perda do componente.

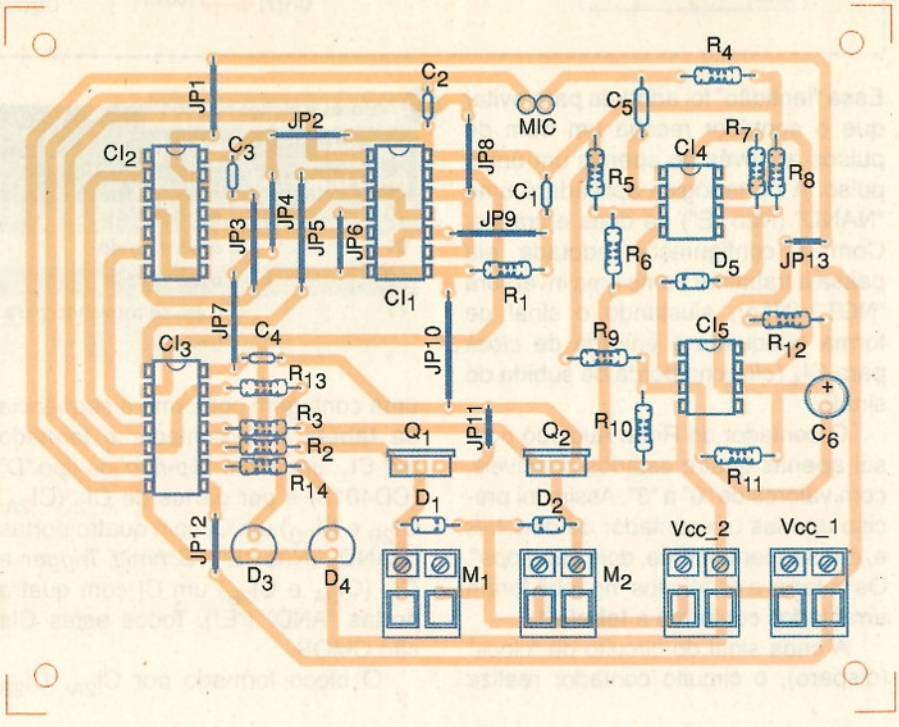
Note que CI_1, CI_2 e CI_3 possuem 14 pinos e sendo assim, é fácil confundi-los entre si. Tenha bastante cuidado ao inseri-los no circuito. CI_4 e CI_5 são iguais e a troca dos mesmos não causará nenhum efeito danoso ao circuito.

Os resistores utilizados são todos de 1/8 W e os capacitores, salvo qualquer indicação contrária, são cerâmicos.

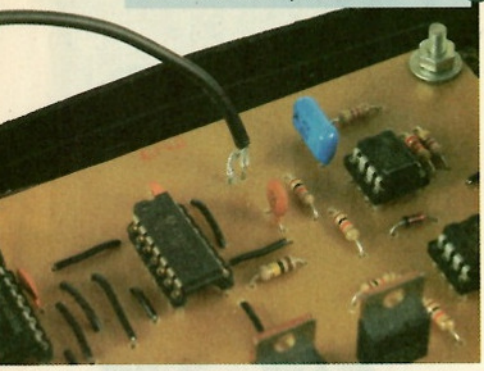
Os capacitores C_1, C_2, C_3, C_4 e C_5 não são do tipo polarizado. Sua ligação ao circuito é tranqüila e não requer atenção no quesito polaridade. A única recomendação é com relação a C_5, que deve ser do tipo poliéster. O capacitor C_6 é do tipo eletrolítico e, portanto, possui polaridade. Veja atentamente na **figura 3** a maneira correta de soldá-lo ao circuito (polaridade).

O microfone (MIC_1) é do tipo "eletreto" de dois terminais. Nenhum outro é admitido nesta montagem. Para

3 Lay-out do circuito.



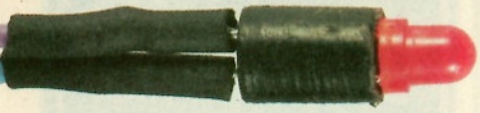
Detalhe do cabo para o microfone. 4



ligá-lo ao circuito utilize um cabo com malha mono para áudio. Evite cabos paralelos ou qualquer outro tipo ao indicado. Lembre-se que trata-se de uma etapa de áudio e a captação de ruídos pode inviabilizar o uso do circuito. A malha do cabo deve ser ligada ao ponto de "massa" (terra) do microfone (ponto ligado a carcaça) e ao "terra" da placa, conforme indicado no circuito e na **figura 3**. O comprimento deste cabo não deve ultrapassar 20 cm. Observe o detalhe do cabo na **figura 4**.

Os LEDs, dependendo da montagem, necessitarão de cabos de extensão para a montagem dos mesmos no chassi. Para esse cabo, qualquer fio fino e maleável pode ser utilizado. Evite cabos rijos neste tipo de montagem. Repare na **figura 5**.

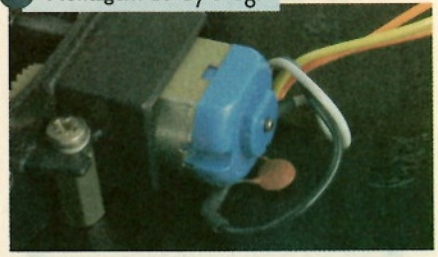
Os capacitores C_7 e C_8 não estão presentes na placa, pois os mesmos foram soldados diretamente sobre



5 Detalhe do cabo para os LEDs.



6 Montagem de C_7 e C_8.



os terminais dos motores, conforme **figura 6**.

A chave S_1 foi ligada de maneira a interligar os cabos pretos ("-") de cada um dos suportes de pilha utilizados no circuito para Vcc_1 e Vcc_2. Na **figura 7** o leitor tem os detalhes para esta ligação.

Motores com alto consumo de corrente farão os transistores Q_1 e Q_2 aquecerem e, neste caso, é recomendado o uso de radiadores de calor para os transistores. É claro que se este for o caso, muito provavelmente o leitor deverá substituir as pilhas utilizadas na alimentação destes por uma bateria recarregável com um fator "Ah" adequado ao consumo dos motores e ao tempo de operação desejada.

MONTAGEM MECÂNICA

A montagem mecânica de nosso protótipo foi feita com um pedaço de plástico retirado de uma "prancheta" fora de uso, com 190 mm x 140 mm (comprimento x largura) e 3 mm de espessura.

O *"case"* superior foi aproveitado de um pote de sorvete reaproveitado. A tampa do mesmo foi parafusada à base plástica. Na parte superior foram feitos três furos para a montagem do microfone e dos LEDs. Os LEDs devem ser montados no chassi de forma que seja possível visualizar os valores binários informados na **tabela 1**. Isso ajuda no efeito visual e também na compreensão do estado atual do robô (comando executado). Para isso, D_3 deve ficar sempre a esquerda de D_4.

Um outro detalhe sobre a montagem diz respeito ao microfone. Este deve, preferencialmente ficar no topo do chassi construído. Desta forma a captação do sinal será

CIRCUITOS IMPRESSOS

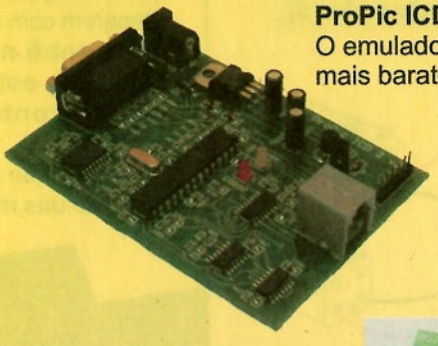
Furação e contorno CNC
Placas vincadas, estampadas ou fresadas
Linha de corrosão automatizada
Departamento técnico a sua disposição
Fotoplotagem a laser
Hot Air Levelling



16 anos

Excelentes prazos de entrega
PABX: (11) 6192-2144
Recebemos seu arquivo via e-mail
circuitoimpresso@tec-ci.com.br
TEC-CI CIRCUITOS IMPRESSOS LTDA.
www.tec-ci.com.br
Rua Vilela, 588 - Tatuapé - CEP 03314-000 - SP - SP

TATO
Equipamentos Eletrônicos
Transformando idéias em realidade
Tudo para microcontroladores BASIC Step e acessórios em um só lugar.
Temos também PICs, ATMEL, gravadores, emuladores e compiladores.



ProPic ICD 2
O emulador para PIC mais barato do mercado



BASIC Step 1
Com conversor analógico/digital de 10 bits

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

facilitada. A chave S_1 foi montada na parte inferior do robô. Na **figura 8** o leitor pode ver alguns detalhes do nosso protótipo.

Os motores utilizados foram retirados de brinquedos fora de uso. Preferimos adotar a alimentação separada para os motores, para evitar interferência no circuito de controle e também devido ao fato dos motores requererem alimentação de 3 VDC.

O uso de motores e caixas de redução deste tipo permite um sensível barateamento na montagem, mantendo uma boa qualidade na mesma. Caso o leitor prefira, poderá utilizar caixas de redução específicas para montagens robóticas como as comercializadas pela Saber Marketing (**www.sabermarketing.com.br**).

Importante

O leitor deve ter em mente que a montagem mecânica não precisa seguir exatamente o demonstrado no artigo (medidas, peças, etc). Tudo vai depender do material que cada um tem em mãos. Medidas, posição de furos, etc, são itens relativos e próprios de cada montagem. Preferimos deixar nosso leitor livre para realizar sua própria montagem, detalhando apenas os itens mais relevantes nesta montagem.

TESTE E USO

Antes de iniciar os testes, como é de praxe, recomenda-se uma minuciosa revisão em todas as ligações, placa, soldas, etc. É preferível perder alguns minutos em um *"check-up"* da montagem a perder horas tentando entender porque o circuito não funciona.

Para testar o robô, basta inserir as pilhas nos suportes e ligar a chave S_1. Se tudo correu bem o LED "D_3" deverá acender com D_4 apagado. Se o leitor disponibilizou corretamente os LEDs, o número binário "10" poderá ser lido nos LEDs ("1" para LED aceso e "0" para o LED apagado). Neste "estado" o robô permanecerá parado.

Estale os dedos ou bata palmas uma vez para o "estado" dos LEDs mudar para "11" (ambos acesos). Os motores M_1 e M_2 deverão ligar e o robô deverá se movimentar para frente (ajuste as ligações dos mesmos à placa, caso perceba alguma troca nos sentidos dos mesmos).

Com mais um "estímulo" (bater de palmas ou estalar dos dedos) o robô deverá novamente parar. Ambos os LEDs estarão agora apagados, indicando o valor "00" no contador (estado). Outro estímulo e o valor "01" poderá ser visto nos LEDs e apenas M_1 será ligado. Isso faz com que o robô gire sobre um circulo, com centro em M_2 (motor parado). Este é o movimento que faz o robô virar. Com mais um estimulo, os LEDs voltam ao estado inicial "10" e um novo ciclo pode ser iniciado.

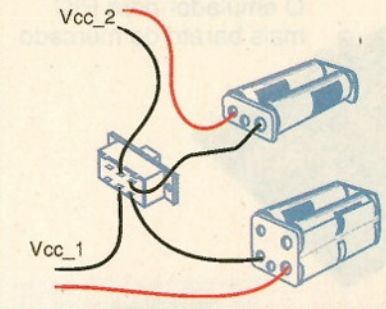
AJUDA COM PROBLEMAS

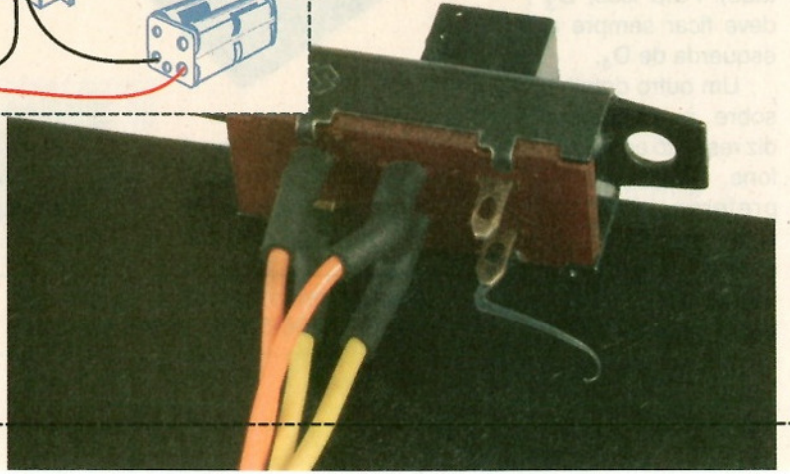
A seguir, listamos algumas dicas que poderão ajudar nossos leitores, caso se deparem com algum problema:

Meu robô não funciona. Bato palmas, estalo os dedos e nada acontece! Ele não se mexe!

- Verifique a alimentação (pilhas e posição das mesmas).

7 Detalhes para a ligação da chave S_1.







8 Vista geral do robô.



- Cheque a ligação dos suportes de pilha ao circuito.

- Verifique se não trocou CI_1, CI_2 e CI_3 entre eles. Qualquer troca e o circuito não funcionará.

- Confirme se o microfone MIC1 foi corretamente ligado. (O microfone é polarizado! Veja o texto).

- Cheque toda a montagem e a confecção da placa. Procure por trilhas e ilhas desconectadas, soldas frias, etc.

Meu robô funciona mas parece doido, não anda para frente e gira no próprio eixo!

- Inverta a posição dos fios de M_1 ou M_2. Os fios a serem invertidos serão aqueles do motor que gira ao contrário do movimento desejado.

Meu robô, ao girar, faz o movimento para trás!

- Esse efeito é obtido pela troca das ligações entre M_1 e M_2. Ele não afeta o funcionamento do robô. Para corrigir troque as ligações entre M_1 e M_2, inclusive a fiação (positivo com negativo) de cada um. Neste caso, a traseira do seu robô agora será a frente, e a frente a parte traseira.

SUGESTÕES DE USO

O leitor poderá, como sugestão de uso, promover competições entre dois ou mais robôs. Construa uma pista com obstáculos. Cada participante deverá desviar dos obstáculos sem tocá-los. Ganha quem chegar ao final da pista no menor tempo.

Uma outra dica para a mesma competição é iniciar a prova com uma pontuação fixa qualquer e descontar pontos ao tocar um obstáculo. A cada toque um valor é descontado da pontuação inicial. Ganha aquele que chegar no final com o maior número de pontos e, portanto, o que tiver o menor número de toque nos obstáculos.

Outra competição interessante seria "juntar" ambas as dicas e promover uma prova considerando o menor tempo e a maior pontuação obtida (menor número de descontos na pontuação inicial).

CONCLUSÃO

O robô apresentado neste artigo é bem simples, mas como foi dito pode ser utilizado de várias maneiras, indo desde uma demonstração da aplicação de circuitos lógicos ao seu uso por simples prazer e diversão. O mais importante é perceber que é possível construir um robô simples, usando circuito lógicos de baixo custo. Esperamos que esta montagem possa ser usufruída por muitos. Boa montagem e até a próxima!

www.mecatronicafacil.com.br

Veja no *site* da revista:
- Vídeo de demonstração;
- Layout da placa de circuito impresso.

Lista de material:

Semicondutores

CI_1 - CD4013B - duplo flip-flop tipo "D" - CMOS
CI_2 - CD4093B - quatro portas "NAND" Schmitt Trigger - CMOS
CI_3 - CD4081B - quatro portas "AND" - CMOS
CI_4, CI_5 - CA741 - amplificador operacional
Q_1, Q_2 - TIP112 - transistor NPN Darlington de média potência
D_1, D_2, D_5 - 1N4148 - diodo de sinal
D_3, D_4 - LED redondo comum - Ø = 5 mm

Resistores (1/8W)

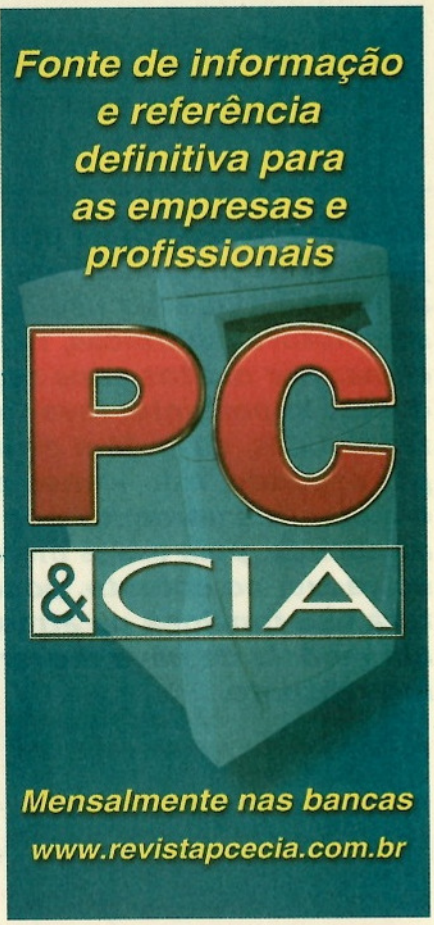
R_1, R_{11} - 100 kΩ - (marrom, preto, amarelo)
R_2, R_3 - 1 kΩ - (marrom, preto, vermelho)
R_4, R_8, R_{12} - 4,7 kΩ - (amarelo, violeta, vermelho)
R_5, R_6, R_9, R_{10} - 10 kΩ - (marrom, preto, laranja)
R_7 - 22 kΩ - (vermelho, vermelho, laranja)
R_{13}, R_{14} - 330Ω - (laranja, laranja, marrom)

Capacitores

C_1, C_2, C_3 - 100 nF - cerâmico
C_4, C_7, C_8 - 100 nF - cerâmico
C_5 - 0,1 µF - poliéster
C_6 - 22 µF/16V - eletrolítico

Diversos

S_1 - chave "H-H" dupla
MIC_1 - microfone de eletreto de dois terminais
3 - suportes para CI de 14 pinos
2 - suportes para CI de 8 pinos
2 - motores de 3VDC a 6VDC com caixa de redução (veja texto)
placa para a montagem, 15 cm de fio blindado mono, fios para ligação dos LEDs, peças para o chassi, solda, etc.

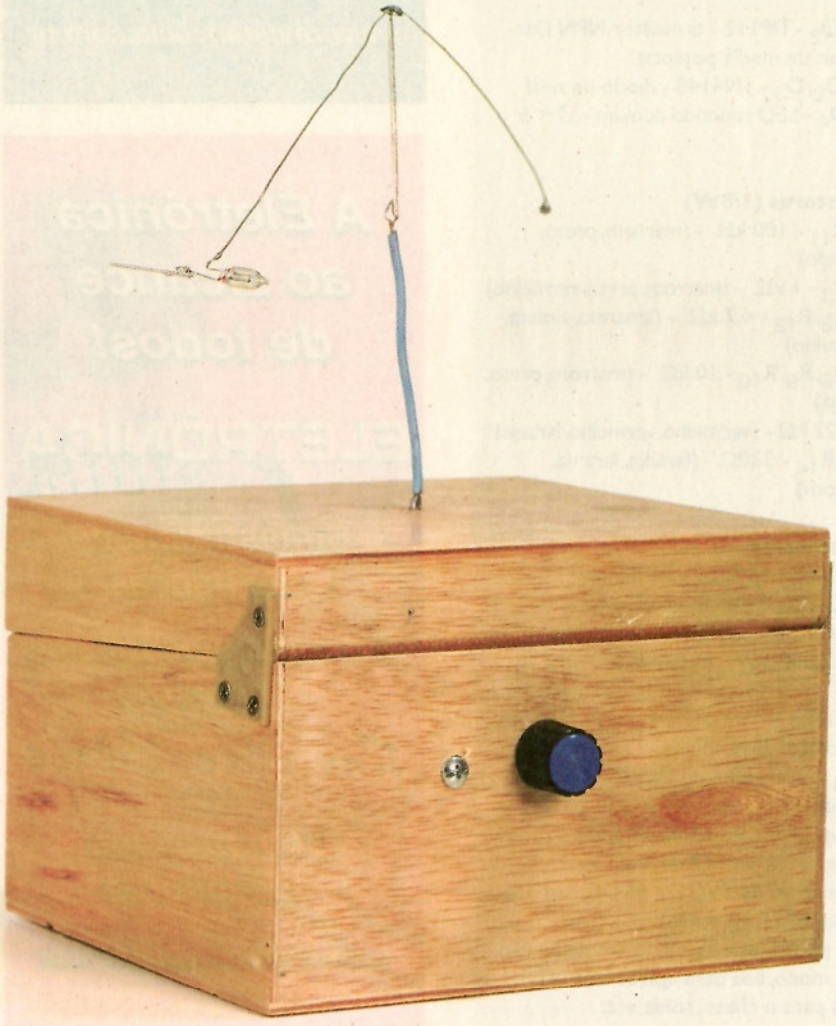




Motor Iônico

Newton C. Braga

Uma das formas mais promissoras (e já usada na prática) de propulsão de naves espaciais de longo alcance é a que faz uso de motores iônicos. Não são motores químicos, nem nucleares, podendo funcionar por muitos anos seguidos e, além disso, o que é mais importante: levar uma nave a velocidades fantásticas, da ordem de milhares de quilômetros por segundo. Não vamos ensinar o leitor a montar o motor "de verdade" que possa levar um foguete ao espaço, pois esses motores só funcionam bem no vácuo, no entanto, podemos montar uma miniatura que funciona na atmosfera e que pode fazer um modelo de nave mover-se de uma forma muito interessante.



Níveis de Dificuldade

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

Cuidado!

ATENÇÃO: o circuito elétrico deste projeto opera em altas tensões. Se você não tem experiência com esse tipo de montagem, peça ajuda a alguém experiente.

Como o circuito trabalha com tensões muito elevadas, que podem chegar aos 20000 volts ou mais, recomendamos que os leitores tenham o máximo de cuidado no seu uso, não tocando nunca em partes vivas quando em funcionamento, principalmente na nave e no motor.

A NASA já emprega motores iônicos para posicionar satélites em órbitas ou ainda fazer mudanças de trajetórias, uma vez que os tipos que existem atualmente são de pequena potência. Entretanto, as pesquisas prometem elevar a potência desses motores a ponto deles poderem ser usados em naves maiores que possam explorar regiões até mesmo fora do sistema solar.

O que vamos propor neste artigo é a montagem de um motor iônico em miniatura, que propulsiona uma pequena nave de modelo, fazendo-a girar num suporte. Trata-se de um excelente projeto decorativo, didático e até mesmo experimental, se o leitor deseja fazer pesquisas aumentando a capacidade de propulsão deste tipo de motor.

Para que o leitor saiba exatamente o que vamos montar, devemos partir do princípio de funcionamento dos motores iônicos.

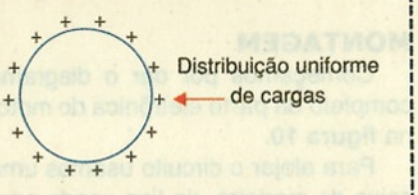
MOTORES IÔNICOS

Existem dois tipos de motores iônicos, ambos baseados no conhecido "efeito das pontas" e amplamente estudados nos cursos de Eletrostática.

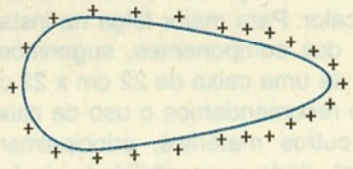
Quando carregamos uma esfera condutora, conforme mostra a **figura 1**, as cargas elétricas tendem a se distribuir na sua superfície de maneira uniforme. O campo elétrico produzido pelas cargas não tem uma intensidade linear. Se a densidade das cargas dobrar, a intensidade do campo ficará multiplicada por 4. Essa não linearidade, somada ao efeito pelicular (as cargas ficam na superfície do corpo) fazem com que as cargas se acumulem nas regiões pontiagudas, ou seja, de maior curvatura.

Assim, se o corpo carregado for alongado, ou seja, tiver uma região de maior curvatura, a ação do campo elétrico criado pelas próprias cargas fará com que elas tenham uma concentração maior justamente nas regiões de pontas, veja a **figura 2**.

1 Distribuição de cargas num corpo esférico.



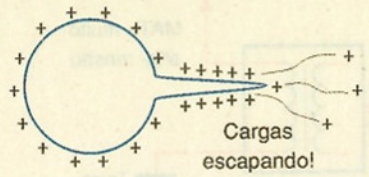
2 Concentração maior de cargas nas regiões de pontas.



Nessas regiões as forças de repulsão entre as cargas são muito maiores, o que significa um fenômeno adicional se a curvatura ou ponta do objeto for muito aguda. Existe um limite para a capacidade de retenção das cargas pelo objeto. Se houver uma concentração excessiva dessas cargas, ou seja, o potencial for muito elevado e, conseqüentemente a força de repulsão, as cargas poderão escapar, conforme ilustra a **figura 3**.

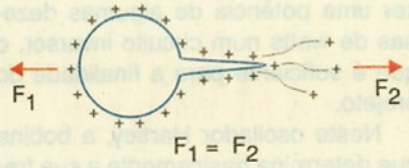
Se o objeto estiver no ar (na atmosfera) as cargas que escapam ionizam o ar ambiente, e os íons criados (por

3 Cargas "escapando".



terem a mesma polaridade das cargas acumuladas na ponta) são repelidos. Surge então uma força de repulsão que, em contrapartida, gera uma força reativa que tende a empurrar o corpo carregado para o lado oposto, observe a **figura 4**.

4 Corpo carregado sendo empurrado.

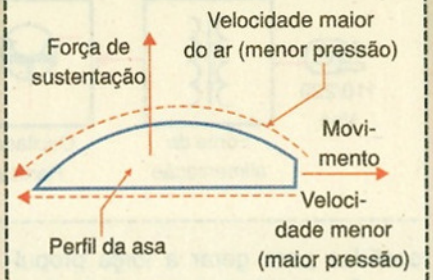


Cria-se então um fluxo de íons que, lançado numa direção, empurra o corpo carregado na direção oposta. Esse é precisamente o princípio de funcionamento de um motor iônico de plasma, que é justamente o que vamos montar. As cargas ionizam o ar nas proximidades do eletrodo pontiagudo, levando-o a um estado de condução, ou seja, de plasma. Os íons são produzidos e repelidos, gerando a força de propulsão.

Um outro tipo de motor iônico muito interessante, que o leitor pode desenvolver a partir do mesmo circuito é o E.H.D. ou *Electro-Fluid-Dynamics*. Esse tipo de motor, de acordo com a **figura 5**, lembra muito o princípio segundo o qual se obtém a sustentação de um avião baseado no perfil da asa.

Carregando-se um corpo condutor de formato alongado, as cargas se distribuem de tal maneira que tendem a carregar o ar em sua volta por indução, aparecendo assim uma força que o movimenta. Forma-se então em torno do corpo uma região com valores diferentes de pressão capaz de movimentar o ar e gerar assim a força propulsora. Na **figura 6** ilustramos o

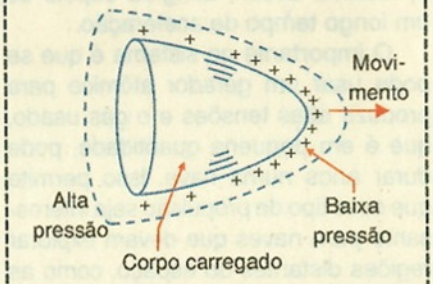
5 Princípio segundo o qual se obtém a sustentação de um avião baseado no perfil da asa.



que ocorre em um modelo que faz uso este tipo de motor.

Veja que a diferença em relação ao motor de plasma é que não temos

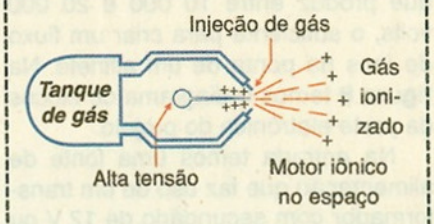
6 Esquema do E.H.D.



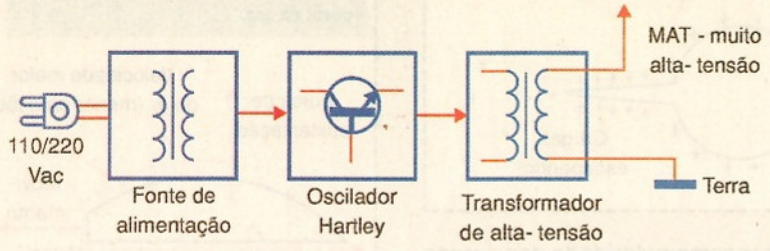
a ionização. A simples presença das cargas no corpo cria a força propulsora sem a ionização. Para este tipo de motor, o problema maior está na sua operação no espaço onde não existe ar. No vácuo, como não existe nenhum gás para fornecer os íons que devem ser expelidos, o que se faz é injetar na ponta carregada uma pequena quantidade de gás, atente para a **figura 7**.

Veja que o gás não é o combustível neste caso (nada queima). O gás apenas fornece os íons que serão

7 Injetando na ponta carregada uma pequena quantidade de gás.



8 Diagrama de blocos da parte eletrônica do projeto.



repelidos para gerar a força propulsora. A velocidade com que os íons são repelidos num foguete que use esse princípio é enorme. Pode chegar a mais de 80 000 km/s, ou seja, 1/3 da velocidade da luz! Todavia, a força propulsora obtida é muito pequena, o que significa que na prática um motor iônico tem uma velocidade teórica de no máximo uns 100 000 km/h e, mesmo assim, atingida depois de um longo tempo de aceleração.

O importante no sistema é que se pode usar um gerador atômico para produzir altas tensões e o gás usado, que é em pequena quantidade, pode durar anos numa nave. Isso permite que esse tipo de propulsão seja interessante para naves que devam explorar regiões distantes do espaço, como as fronteiras do sistema solar, onde uma viagem demora dezenas de anos.

A NASA tem diversos projetos desse tipo em andamento. Embora propulsão iônica seja viável para aplicações no espaço, na atmosfera a resistência do ar e a pequena força obtida impedem que ela tenha ainda uma aplicação prática importante. Apenas objetos de poucos gramas podem ser movimentados, mesmo utilizando tensões da ordem de dezenas de milhares de volts, como ocorre com nosso protótipo.

COMO FUNCIONA

Nosso motor iônico aproveita o efeito das pontas. Temos um circuito gerador de muito alta tensão (MAT) que produz entre 10 000 e 20 000 volts, o suficiente para criar um fluxo de íons na ponta de um alfinete. Na **figura 8** temos o diagrama de blocos da parte eletrônica do projeto.

Na entrada temos uma fonte de alimentação que faz uso de um transformador com secundário de 12 V ou 13,2 V com corrente de 3 A ou mais. A tensão do secundário do transformador é retificada e filtrada, obtendo-se assim a tensão contínua necessária à alimentação do circuito inversor. O circuito inversor consiste de um oscilador *Hartley* com um transistor de alta tensão e alta potência do tipo MJ15003. Este transistor pode fornecer uma potência de algumas dezenas de watts num circuito inversor, o que é suficiente para a finalidade do projeto.

Neste oscilador Hartley, a bobina que determina basicamente a sua freqüência de operação é o enrolamento primário de um transformador de alta tensão do tipo *"fly-back"* encontrado em monitores e televisores comuns. A freqüência, entretanto, pode ser sensivelmente alterada pelo circuito de realimentação em que usamos um potenciômetro para esta finalidade.

Dessa forma, é possível ajustar no potenciômetro a freqüência que resulte no melhor rendimento na produção de alta tensão e, portanto, na força do motor. Podemos dizer que esse potenciômetro atua como uma espécie de acelerador para o motor. Dada a corrente elevada que circula neste ponto do circuito, tanto o transistor precisa de um bom radiador de calor como o resistor de realimentação e o próprio potenciômetro devem ser tipos de fio.

A alta tensão obtida no transformador de saída horizontal ou *fly-back* é aplicada ao motor propriamente dito (que nada mais é do que um eletrodo pontiagudo fixado na nave em miniatura), conforme mostra a **figura 9**. Usamos no nosso protótipo, uma pequena lâmpada néon para simular a nave, pois a alta tensão faz com que o gás no seu interior se ionize e, com isso, ela acende com uma luz alaranjada. Uma possibilidade interessante consiste em se obter miniaturas de naves espaciais como a *Enterprise* (Jornada nas Estrelas) ou o *Pod Race* (Guerra nas Estrelas) e outras. Evidentemente, como a força propulsora obtida é muito baixa, a miniatura da nave deve ser extremamente leve para se conseguir seu movimento.

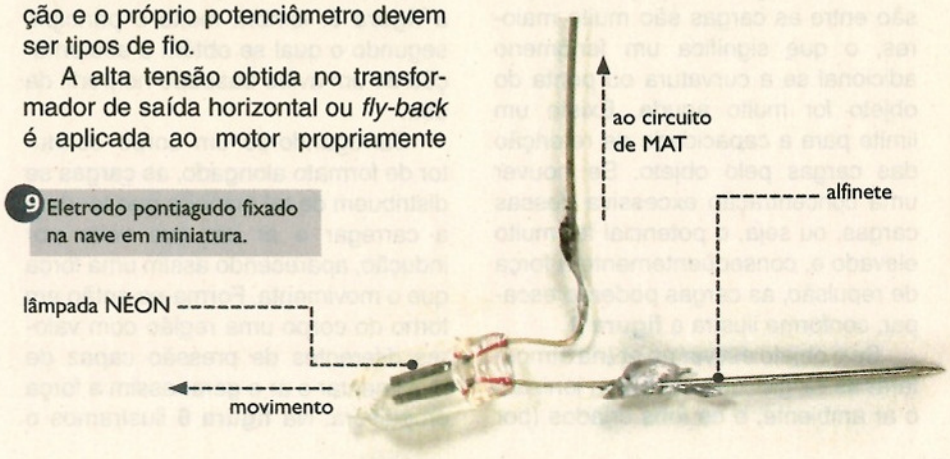
Justamente para reduzir ao máximo o atrito é que a suspensão de todo o sistema em que temos a nave e o motor iônico, é feita na ponta de um alfinete ou agulha (tudo de forma muito bem equilibrada), conforme detalharemos na parte construtiva.

MONTAGEM

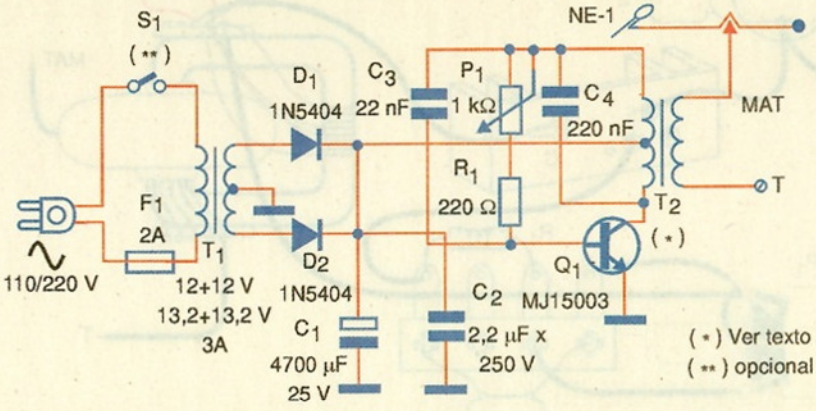
Começamos por dar o diagrama completo da parte eletrônica do motor na **figura 10**.

Para alojar o circuito usamos uma caixa de madeira, do tipo usado para guardar fichas em escritórios com dimensões a partir de 18 cm x 18 cm. Vai influir muito nas dimensões mínimas da caixa, o tamanho do transformador e do *fly-back*, além do radiador de calor. Para maior folga na instalação dos componentes, sugerimos o uso de uma caixa de 22 cm x 22 cm. Não recomendamos o uso de caixas de outros materiais, principalmente metal, dada a possibilidade de fuga das altas tensões geradas.

9 Eletrodo pontiagudo fixado na nave em miniatura.



10 Diagrama de blocos da parte eletrônica do projeto.



Além disso, existe a questão da segurança: lembramos que o circuito opera com tensões de dezenas de milhares de volts. Se bem que a corrente seja muito baixa, os choques são bastante desagradáveis caso alguém toque em alguma parte viva do circuito.

Como os poucos componentes usados são grandes, exceto dois capacitores e um resistor, não há necessidade de fazer placa de circuito impresso. Os pequenos componentes são soldados numa ponte de terminais isolados.

O transformador de saída horizontal (TSH) usado ou fly-Back (T_2) foi aproveitado de um televisor antigo fora de uso. Esse tipo de componente ainda pode ser encontrado com relativa facilidade nas lojas de componentes eletrônicos. Deve ser escolhido um tipo que não seja blindado e que, portanto, permita o acesso a parte inferior do núcleo de ferrite onde deve ser enrolado o primário do transformador.

Conforme exibe a **figura 11**, esse primário consiste em 10 + 10 a 14 + 14 espiras de fio comum rígido fino (22 a 26). Observe que, feita a tomada central, o enrolamento deve continuar no mesmo sentido.

Em muitos transformadores desse tipo existem terminais laterais que não são usados (não existe nenhuma ligação para as bobinas) e que, portanto, podem ser usados para



11 Enrolamento do primário.

soldar as pontas desse enrolamento. O número exato de voltas deve ser obtido experimentalmente em função das características do transformador. Se o leitor notar baixo rendimento do circuito, deverá eventualmente alterar o número de espiras. Na **figura 12** apresentamos o aspecto da montagem.

O capacitor eletrolítico deve ter uma tensão de trabalho de pelo menos 25 V e os demais capacitores são de poliéster para 200 V ou mais. O resistor e o potenciômetro são de fio (os de carbono não servem dada a corrente intensa do circuito, e eles queimariam). O leitor irá notar que esses componentes trabalham aquecidos. Isso é normal. O transistor de potência deve ser montado num bom radiador de calor. Prefira um tipo que tenha furos de fixação para prendê-lo à caixa. Caso contrário, ele pode ser colado. Tome cuidado para não inverter as ligações dos terminais de base (B) e emissor (E).

A saída de alta tensão do *fly-back* vai ao eletrodo de apoio da nave com o motor. Esse eletrodo nada mais é do que um pedaço de fio rígido com uma agulha comum soldada na ponta. Um ponto importante na preparação do eletrodo é que no local da soldagem a solda deve ser redonda e lisa. Não podem ficar pontas, pois conforme sabemos, elas irão causar fugas de cargas reduzindo assim o rendimento do motor, conforme ilustra a **figura 13**.

Outro ponto importante a ser observado é que a ligação do fio de alta tensão ao eletrodo não deve encostar a nenhum ponto do circuito internamente, conforme mostra a **figura 14**. Além de causar perda de rendimento, isso pode provocar ainda a queima de componentes.

O fio terra é ligado ao terminal do *fly-back* que vai ao ponto mais interno do enrolamento, veja a **figura 15**.

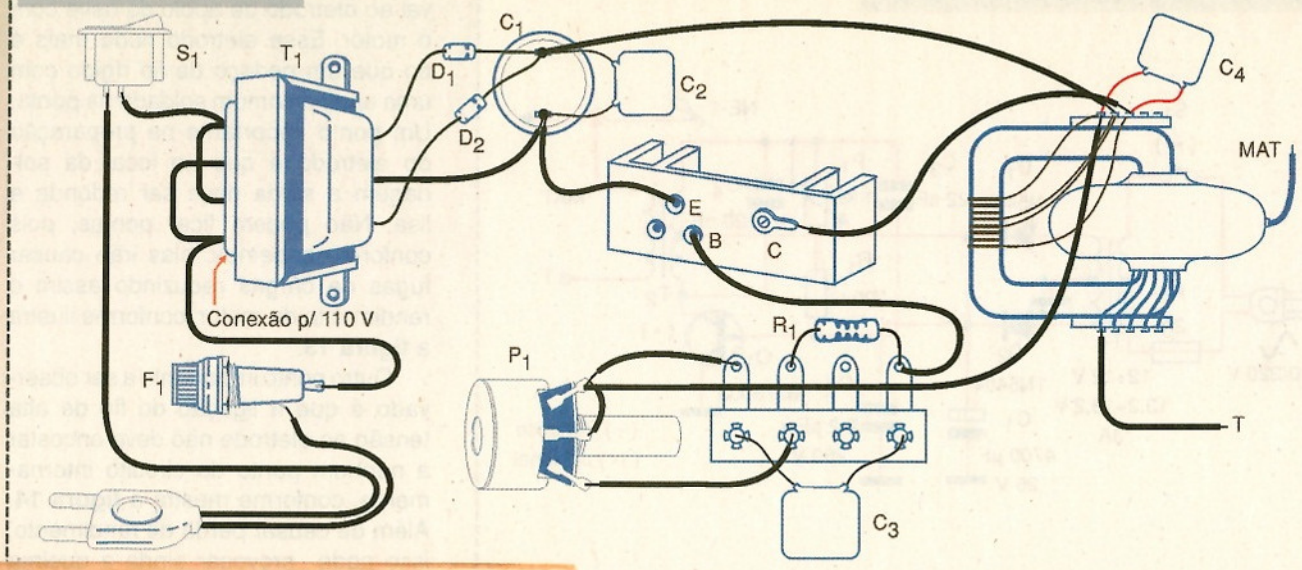
A NAVE E O MOTOR

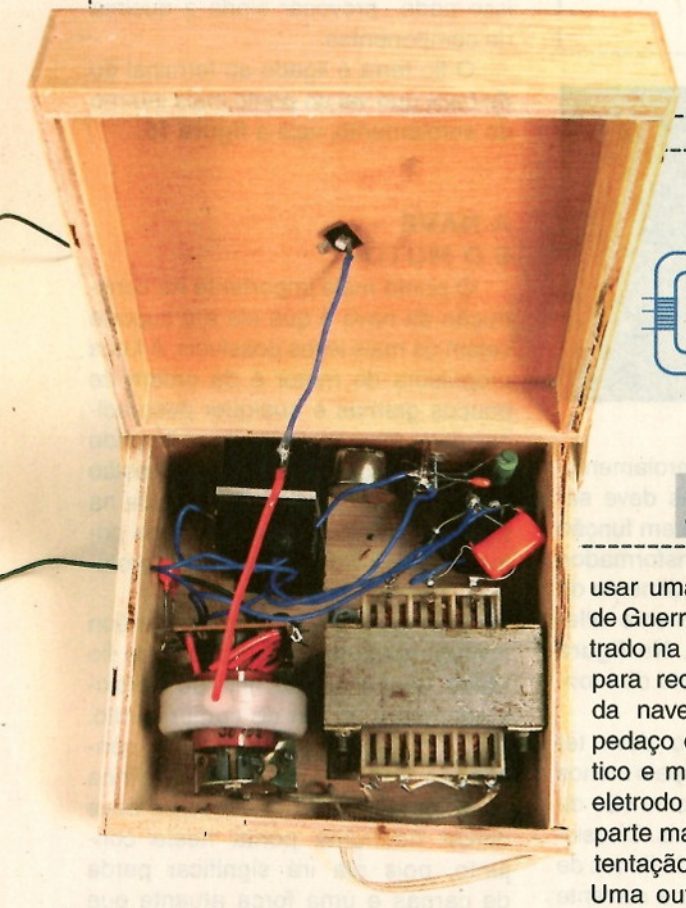
O ponto mais importante na construção da nave é que ela e o suporte sejam os mais leves possíveis. A força propulsora do motor é da ordem de poucos gramas e qualquer peso adicional ou mesmo ponto de atrito pode impedir o movimento. Uma sugestão simples de montagem é a exibida na **figura 16** e que adotamos como primeira possibilidade no nosso protótipo.

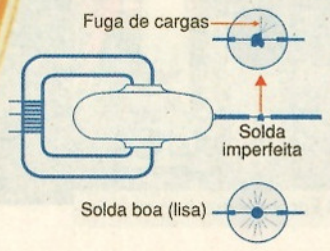
Usamos uma lâmpada néon comum soldada a um pedaço de fio rígido desencapado fino de aproximadamente 35 cm de comprimento. Na outra extremidade, como contrapeso, colocaremos uma bolinha de solda. Observe que não se deve deixar nenhuma ponta neste conjunto, pois ela irá significar perda de cargas e uma força atuante que poderá ser contrária ao movimento do motor.

O "motor" propriamente dito é um alfinete soldado num dos terminais da lâmpada néon. Quando em funcionamento, o leitor irá observar que a lâmpada néon acende pela ação da alta tensão e no escuro, é possível ver que a ponta do alfinete emite uma leve luz azulada como conseqüência dos íons que estão sendo emitidos.

12 Ligação dos componentes.

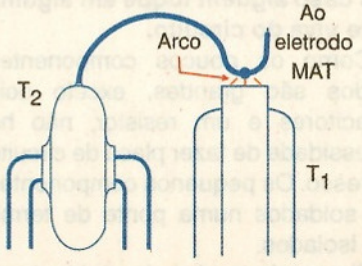




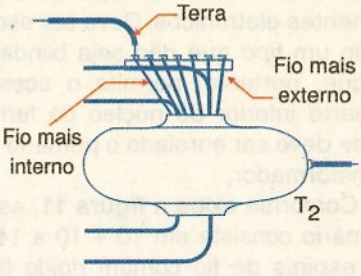


No local da soldagem: a solda deve ser redonda e lisa. 13

14 A ligação do fio de alta tensão ao eletrodo não deve encostar-se a nenhum ponto do circuito internamente.



15 Ligação do fio terra.



O apoio foi feito com uma pequena arruela soldada no centro do fio. Essa arruela forma a região rebaixada onde a ponta da agulha do terminal de alta tensão vai ser apoiada, observe a **figura 17**. É importante que o conjunto do motor e apoio possam girar livremente com um mínimo de atrito.

Outras possibilidades de construção existem, mas sempre devem ser as mais leves possíveis. Podemos usar uma miniatura do *Pod Race* de Guerra nas Estrelas, como mostrado na **figura 18**. No nosso caso, para reduzir ao máximo o peso da nave tivemos de cortar um pedaço da parte traseira de plástico e mesmo assim, usamos um eletrodo adicional de propulsão na parte mais longa da haste de sustentação.

Uma outra possibilidade que dá um efeito visual muito bom é o uso de uma lâmpada de xenônio de flash como nave, de acordo com a **figura 19**. Em funcionamento, essa lâmpada acende com luz azulada, com um efeito visual muito bom para a nave.

É claro que o leitor criativo poderá desenvolver sua própria nave com diversos outros formatos e materiais, inclusive criando motores EHD.

TESTE E USO

O fio terra não precisa ser ligado em nenhum lugar. Basta deixá-lo solto e esticado.

Inicialmente vamos fazer os testes de funcionamento sem a nave apoiada

DEEP SPACE 1

O motor iônico na prática



Lançada em outubro de 1998, a *"Deep Space 1"* talvez seja a comprovação prática mais importante de que os motores iônicos realmente podem ser usados no espaço.

Usando um motor iônico de xenônio, depois de 670 dias de operação no espaço, consumindo 90% de seu combustível, ela enviou imagens de asteróides, estrelas e em setembro de 2001 passou a apenas 2 171 quilômetros do núcleo do cometa *Borreley* a 300 milhões de quilômetros da Terra.

O princípio de funcionamento do motor dessa nave é exatamente o mesmo do nosso "Motor Iônico experimental", com pequenas diferenças que permitem sua operação no espaço.

O combustível usado na nave é o gás xenônio que, possuindo átomos 4 vezes mais pesados que os que formam em média o ar atmosférico, possibilitam a obtenção de uma boa propulsão.

Lembre-se de que a força necessária para repelir um íon tem em sua contrapartida a força que impulsiona a nave. Assim, usando íons mais pesados, pode-se obter maior empuxo para o motor.

Quando em funcionamento, elétrons são emitidos por um catodo batendo de encontro com os átomos de xenônio dentro de uma câmara de propulsão. O resultado é que os átomos se transformam em íons, aparecendo então uma força de repulsão elétrica que tende a expulsá-los em alta velocidade.

Com uma tensão de 1280 volts, a força faz com que os íons sejam expulsos a uma velocidade que alcança 100 000 quilômetros por hora.

Operando em plena potência, o motor da *Deep Space 1* consome 2 500 watts e gera um empuxo de 1/50 de libra. Pode parecer pouco, mas um motor desse tipo pode operar durante meses ou mesmo anos e tem uma eficiência 10 vezes maior que um motor comum.

Motores assim (pela sua baixa potência) são ideais para missões longas, por exemplo, na exploração do espaço profundo (como o próprio nome da nave sugere) onde durante meses ou anos é necessária uma força propulsora que seja capaz de livrar uma nave da atração do Sol, possibilitando sua ida até sistemas estelares próximos.

Em novembro do ano passado um novo tipo de motor iônico foi testado pela NASA. Fazendo parte do projeto *Prometheus*, o novo motor tem capacidades revolucionárias de propulsão permitindo a realização de missões até fora do sistema solar.

O teste foi feito numa câmara de vácuo operando com níveis de potência de 12 kW e velocidades equivalentes de exaustão, chegando a valores entre 60 000 e 80 000 metros por segundo. O sistema propulsor foi projetado para missões com duração de 7 a 10 anos.

Esse novo motor também opera com xenônio carregado a um potencial de 6000 volts, produzindo um excelente empuxo para a nave espacial.

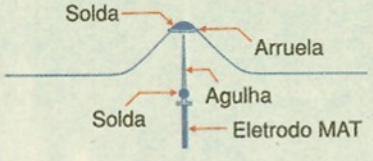


Motor iônico NSTAR usada na *Deep Space 1*, capaz de alcancar uma velocidade de 4,5 km/s tem 30 cm de diâmetro e pesa 8,3 kg

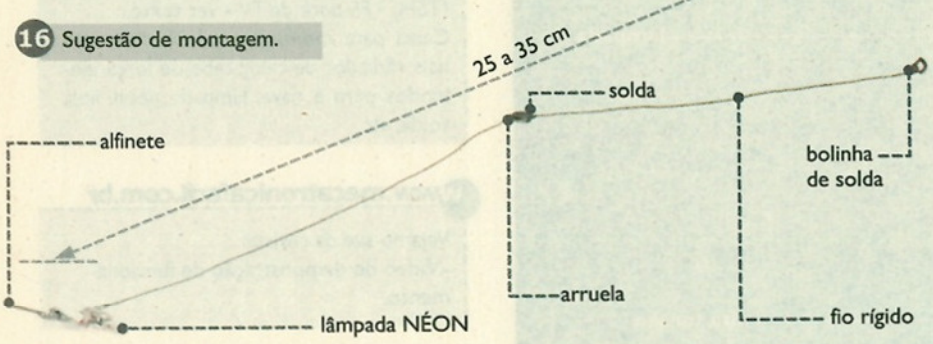
na agulha. Ligando o aparelho à rede de energia, poderemos ouvir o som característico da produção de alta tensão. Aproximando uma lâmpada fluorescente do eletrodo de alta tensão, ela deverá acender, conforme mostra a **figura 20**.

Comprovada a produção da alta tensão, desligue o aparelho e apóie a nave em condição de funcionamento. Ligando o aparelho, você deverá ouvir o som característico da produção de alta tensão e a lâmpada néon deverá acender. Ajustando-se o potenciômetro deve-se conseguir a posição em que temos a maior propulsão e a nave comece a se mover. Se o movimento for muito lento, reduza o peso

17 Apoio foi feito com uma pequena arruela soldada no centro do fio.



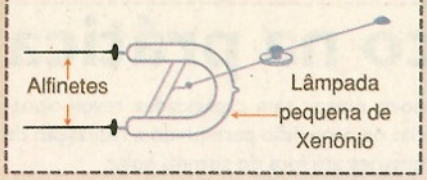
16 Sugestão de montagem.





18 Miniatura do Pod Race.

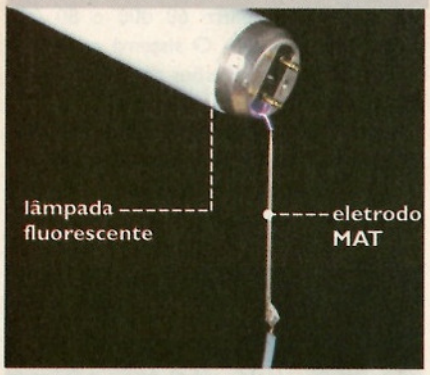
19 Usando uma lâmpada de xenônio de *flash* como nave.



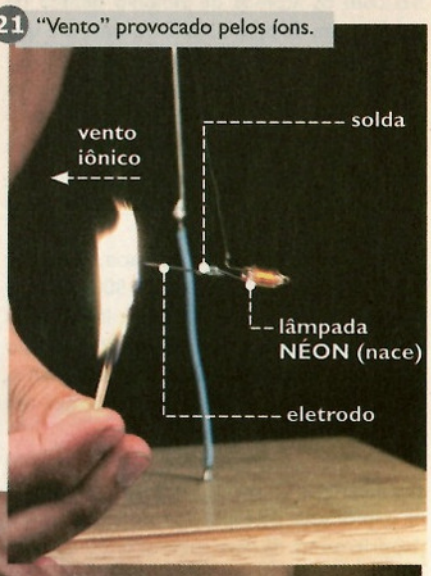
da nave, altere o valor de C_3 ou altere o número de espiras de T_2.

Comprovado o funcionamento, é só utilizar o seu motor iônico em demonstrações. Não o deixe por muito tempo ligado para evitar o superaquecimento dos componentes. Se houver aquecimento excessivo, aumente o valor de R_1 ou ainda o dissipador de calor do transistor.

20 Aproximando uma lâmpada fluorescente do eletrodo de alta tensão.

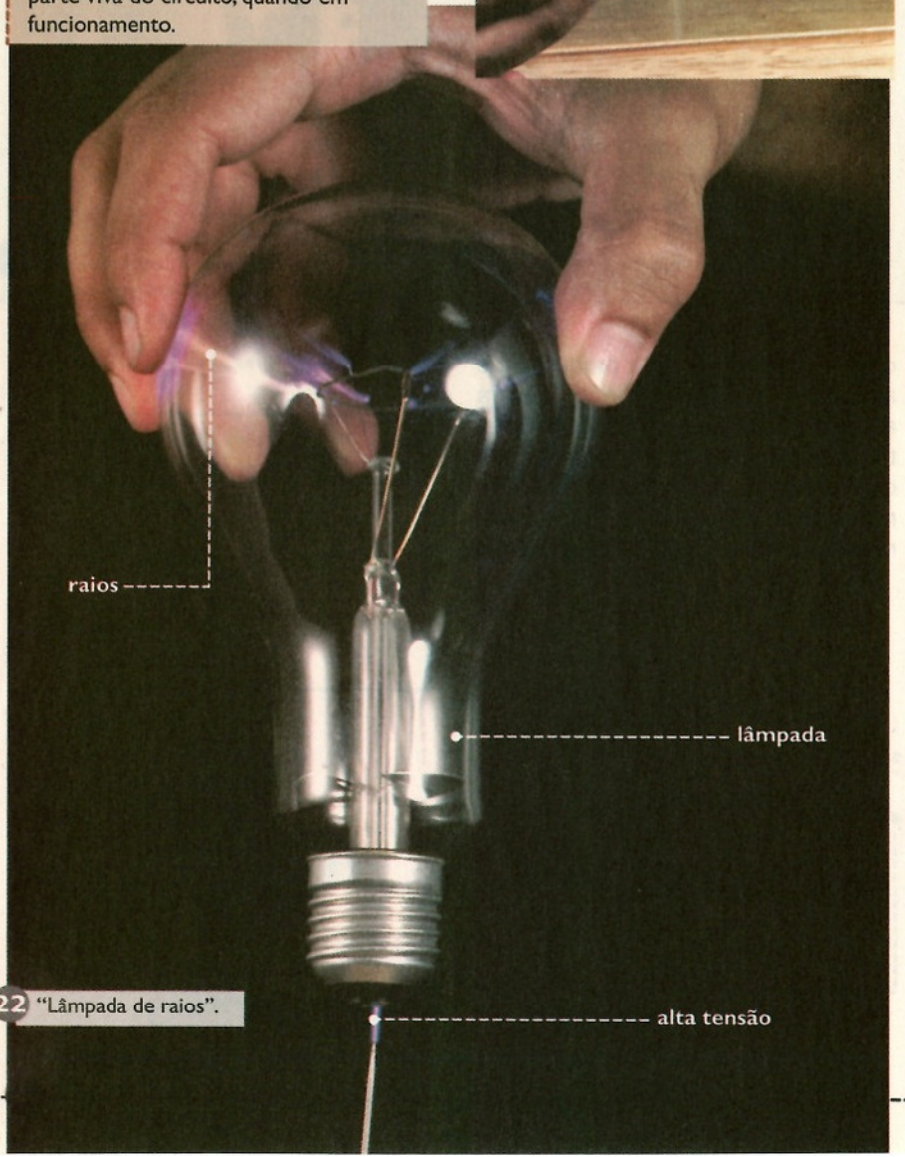


21 "Vento" provocado pelos íons.



Cuidado!

Não toque na nave ou em nenhuma parte viva do circuito, quando em funcionamento.



22 "Lâmpada de raios".

DEMONSTRAÇÕES INTERESSANTES

A alta tensão gerada pelo circuito e o fluxo de íons permitem a realização de algumas demonstrações interessantes que podem ser aproveitadas em eventos, feiras e até mesmo em aulas.

Uma primeira demonstração é feita com uma vela, o que permite observar o fluxo de íons que sai da ponta do eletrodo do motor. Aproximando um fósforo ou vela acesa, conforme mostra a **figura 21**, o "vento" provocado pelos íons que escapam deforma a chama.

Uma segunda possibilidade consiste em usar a fonte como "lâmpada de raios", veja a **figura 22**.

As lâmpadas incandescentes de boa potência, acima de 150 W, são cheias de gases inertes, pois o vácuo as tornaria frágeis e sujeitas a implosões. Quando aplicamos uma alta tensão num dos pólos apenas dessas lâmpadas, o gás em seu interior ioniza-se formando um fluxo de cargas que se dirigem para o vidro (escapando para o exterior).

Lista de material:

Semicondutores:
Q_1 - MJ15003
D_1, D_2 - 1N5402 ou 1N5404 - diodos retificadores de silício

Resistores:
R_1 - 220 Ω x 5 W - fio
P_1 - 1 kΩ - potenciômetro de fio

Capacitores:
C_1 - 4 700 µF x 25 V - eletrolítico
C_2 - 2,2 µF x 250 V - poliéster
C_3 - 22 nF a 470 nF x 200 V - poliéster
C_4 - 220 nF x 200 V - poliéster

Diversos:
T_1 - Transformador com enrolamento primário conforme a rede local e secundário de 12 + 12 V ou 13,2 + 13,2 V x 3 A ou mais.
T_2 - Transformador de saída horizontal (TSH) - *Fly-back* de TV - ver texto
Caixa para montagem, ponte de terminais, radiador de calor, cabo de força, eletrodos para a nave, lâmpada néon, fios, solda, etc.

www.mecatronicafacil.com.br

Veja no *site* da revista:
- Vídeo de demonstração de funcionamento.

O R2-D2 PODERIA EXISTIR DE VERDADE?

Sérgio Vieira

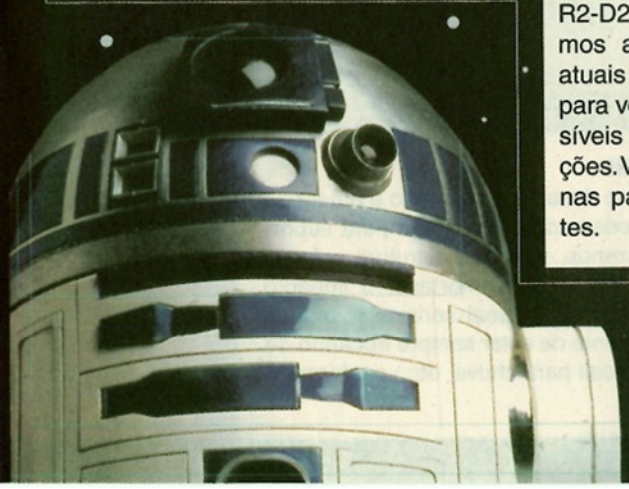


Quem é que não se apaixonou por aquele simpático robozinho que mede quase um metro de altura e vive ajudando o jovem Luke Skywalker na sua jornada para combater as forças do império nos episódios do filme "Guerra nas Estrelas"? Desde a primeira trilogia da saga, R2-D2 passou a ser um dos principais personagens do filme devido à sua inteligência, destreza e valentia, e olha, que valentia tem esse robozinho, heim?! Neste mês de maio quando entra em cartaz mais um episódio da série, lá está o danado de novo decifrando códigos, andando em qualquer terreno, tomando decisões e, por vezes, até agüentando tiros de naves.

Para quem é apaixonado por Robótica e Mecatrônica, já teve ter pensado pelo menos uma vez na vida: "Como seria bom ter um robozinho assim!". Alguns *hobbistas* até já tentaram montá-lo "na raça", entretanto, a complexidade desse robô apresentado em "Guerra das Estrelas" revela que não deve ser nada fácil juntar e programar vários equipamentos e sistemas. Será que o R2-D2 poderia existir de verdade?

A resposta é não, ou melhor, em se tratando de tecnologia e, após o ver o Asimo da Honda jogar bola da TV, a resposta ideal seria: não por enquanto. Apesar de apresentar várias semelhanças com o Asimo, o robô R2-D2 possui algumas funções pra lá de avançadas: O R2 reconhece quem é do mal e quem é do bem; carrega um arsenal de ferramentas para fazer consertos; sabe detectar qual a ferramenta correta para cada tipo de problema; pilota aeronaves; decifra qualquer código de fechaduras de portas; "escaneia" áreas em busca de perigos; voa com foguetes anti-gravidade; enfim, apesar de não ser humanóide, se esse robozinho existisse de verdade, provavelmente, teria o dobro de recursos do Ásimo.

Mas, o que impede a existência desse robô? Talvez o principal problema para criar uma "unidade R2-D2" esteja no fato de unir toda a habilidade apresentada no filme em uma armadura de apenas 96 centímetros de altura. Para chegar próximo a um R2-D2, com a tecnologia atual, seria necessária a construção de um complexo sistema integrado de informática com mecânica, eletroimã com computadores, visão artificial com acionamento ferramentas simples como alicates e chaves de fenda, mapas para a identificação e condução de naves, montagem de robôs, etc. Para facilitar a compreensão, selecionamos dez habilidades do R2-D2 e investigamos as tecnologias atuais disponíveis para verificar as possíveis implementações. Veja o resultado nas páginas seguintes.











Aqui está o verdadeiro R2-D2

Se o R2 ainda não existe de fato, como são feitas aquelas cenas do filme? Como ele anda? Como aciona compartimentos? Desde o primeiro "Guerra nas Estrelas" (1977), um homem vem atuando como R2-D2. Isso mesmo. Existe um homem dentro daquele robozinho. Pouquíssimas pessoas o conhecem no mundo, talvez essa seja a primeira vez que ele esteja sendo apresentado no Brasil. Com vocês: Kenny Baker, homem-anão nascido no dia 24 de agosto de 1934, em Birminghan, Reino Unido.

Baker era um DJ (*disk-jockey*) na *Mecca Organization* antes de se juntar ao circo de Billy Smart como palhaço e auxiliar de animador. Baker percorreu o país por nove anos com shows de patinação no gelo. Em 1977 foi convidado pela primeira vez para atuar em "Guerra nas Estrelas". Atuou em todas os filmes da série e em 1978, vestido no personagem R2-D2, deixou suas pegadas na calçada da fama em Hollywood.





robótica

O R2-D2



1 INDICADOR DE IDONEIDADE DE PESSOAS

É incrível como o R2 consegue fazer distinções do caráter das pessoas. Reconhecer alguém é algo que o Ásimo (robô da Honda apresentado na edição passada) e outros robôs do Japão já conseguem fazer, agora, saber se fulano é do "bem" ou é do "mal" é demais, não é? Por esse motivo, nesse campo não há explicações técnicas para falar das atitudes de julgamento nesse robô. Quando ele conversa com alguém de bem, emite luzes tênues e sons tranqüilos. Mas quando está agitado com a presença de estranhos, R2 gira a cabeça 360º e emite freneticamente todo tipo de luz e som.

2 SUPORTAR TIROS

Em missões ao lado de Luke Skywalker, R2 agüentou alguns disparos de naves inimigas (e veja que foram armas a *laser*). Como esse tipo de arma ainda encontra-se em desenvolvimento, o que R2 teria que agüentar seria tiros de armas que variam de calibre 38 ao fuzil AR-15. Em empresas especializadas em blindagem encontramos apenas a cobertura até o impacto de carabina (calibre 30). Por isso, R2 teria que usar uma blindagem militar, mas aí também teríamos que incluir a possibilidade de ataque de armas como a bazuca de calibre 66 usada como anti-tanque.

3 INTERFACE COM COMPUTADORES

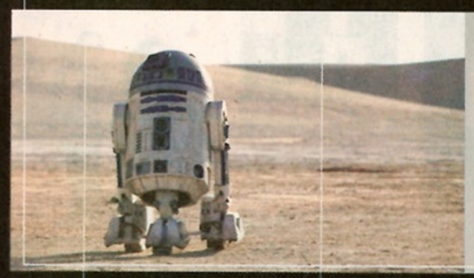
A principal característica do R2 é a sua interface com computadores. Para desvendar senhas de portas, ele teria que ter um complicadíssimo decifrador interno levando-se em consideração que é possível criar uma senha usando não só letras e números, mas também símbolos e posição dos mesmos.

O sistema computacional teria ainda que suportar e responder com rapidez às várias operações de R2. Tudo dentro daqueles 96 centímetros de corpo. Atualmente, alguns dos computadores mais rápidos do mundo são capazes de realizar 70,72 trilhões de cálculos por segundo e possuem mais de 30 mil processadores. Entretanto, ocupam uma área equivalente a duas quadras de basquete e chegam a pesar o equivalente a 17 elefantes adultos. Só o sistema de ar condicionado é o suficiente para refrigerar 756 casas.

4 PILOTAR AERONAVES

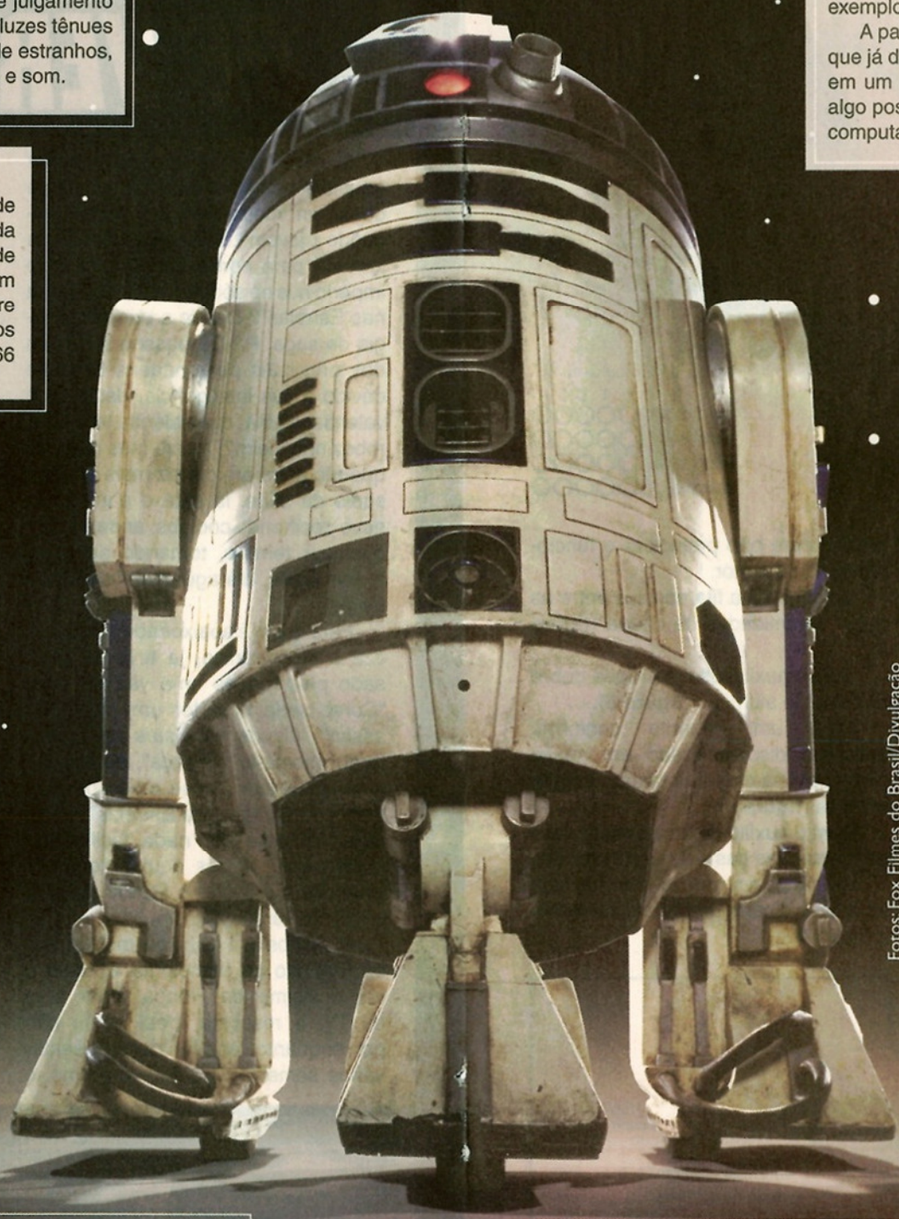
Piloto automático é algo totalmente normal e aplicável já há muitos anos na aviação militar, comercial e civil. O problema aí reside no fato de que cada sistema é particular para cada caso, logo, um piloto automático desenvolvido para um helicóptero, dificilmente será adaptável para um Air-Bus.

Mas R2 no seu mundo consegue pilotar todas as aeronaves. De forma incrível, ele consegue reconhecer em cada aeronave a variação da estabilização longitudinal, rolamento, estabilização lateral (inclinação), variação da estabilização lateral, guinada, captura de proa e variação da captura de proa. Essa habilidade está longe de virar realidade.



5 ANDAR EM QUALQUER TERRENO

Ele já foi visto andando no deserto, no pântano e em áreas rochosas. Poderia utilizar rodas com liga de aço para suportar essa diversidade de terrenos, mas sua estrutura sofreria sérios danos com a trepidação. Para amortecer o impacto contra os mais diversos terrenos, o ideal seria usar pneus. Nesse caso teria o inconveniente de estar sempre trocando de pneus (liso, com cravo, especial para chuva, etc.) conforme o terreno e situação.



Fotos: Fox Filmes do Brasil/Divulgação

6 RECEPTADOR PRIMÁRIO DE FOTO E OLHO RADAR

Através do olho instalado bem no alto da cabeça, R2 faz o escaneamento de áreas em busca de inimigos e memoriza locais importantes. É por este olho que ele "enxerga". Detectar invasores, tudo bem, afinal de contas, com o desenvolvimentos de sensores de presença e movimento é fácil implementá-los em um robô. O problema é que com tanta gente em volta da princesa Leia, por exemplo, R2 sabe quem é bom e quem é mau.

A parte de escaneamento de lugares é interessante porque existem equipamentos no mercado que já desempenham esse tipo de serviço. Você pode escanear, por exemplo, uma ponte e jogá-la em um programa de CAD. Junto ao escaneamento, R2 também possui um radar incorporado, algo possível de ser implantado. A habilidade de escanear um local e guardar na memória de um computador é algo que já empregado por empresas de levantamento topográfico.

7 RODAS MAGNETIZADAS

Essa parte do R2 é totalmente possível, desde que seja aplicada a tecnologia de "eletroimã", processo pelo qual se aplica energia elétrica em um metal a fim de produzir um campo magnético. Em um dos filmes, ele prende-se à sua nave para apagar um incêndio. Deve-se considerar, entretanto, se rodas magnetizadas agüentariam o peso de um robô de 96 centímetros em pleno vôo espacial.

8 MECÂNICA DE PRIMEIRA LINHA

Outra habilidade de R2 é a capacidade de saber a ferramenta certa para cada tipo de problema mecânico. Nesse ponto, ele teria que estar adaptado com câmeras para visão artificial para "fotografar" o equipamento mecânico danificado à sua frente. Em seguida, um processador interno teria que ser capaz de acionar a ferramenta correta para realizar o conserto. Nesse ponto, a tecnologia de "visão artificial" está bastante desenvolvida, mas R2 teria que estar estocado com todo o tipo de problema mecânico e ferramenta possíveis, além de um mestrado na área de Engenharia Mecânica. Com grande facilidade, ele inclusive reparou defeitos mecânicos em naves e já montou o seu amigo C-3PO.



9 FOGUETES ANTI-GRAVIDADE

Há várias formas de uma máquina levantar vôo (motor, turbina, hélice, gases para impulso, etc.), mas o criador de R2 escolheu a forma mais difícil para o robozinho realizar a tarefa: foguetes "anti-gravidade". Na prática, existem só pesquisas sobre o assunto, nada de concreto. A tecnologia baseia-se na possibilidade de um dispositivo reduzir gradativamente a massa de um equipamento ao ponto de não sofrer mais a força de atração gerada pela Terra. Em um nível suficiente esse equipamento iria flutuar. Em um planeta sem atmosfera, talvez nem seja necessário anular totalmente a gravidade, mas não é o caso da Terra.



10 PROCESSAMENTO DE IMAGENS

Uma das atuações mais clássicas de R2 foi a projeção holográfica da princesa Leia ao jovem Luke Skywalker. Nesse campo, a tecnologia desenvolveu-se muito e já é possível encontrar vários *kits* na Internet oferecendo projetos de imagens holográficas. As empresas fabricantes garantem inclusive que o comprador pode produzir animações igualzinhas às do "Star Wars". Pelo menos essa parte do R2 já existe de verdade.

Montando barcos Pop-pop

Luiz Henrique C. Bernardes





Muito popular no inicio do século passado, esse tipo de barco com motor de propulsão de jato d'água fez a alegria de muitas gerações. O objetivo deste artigo é resgatar essa alegria e o prazer de ver uma montagem em funcionamento, tudo isso utilizando materiais de baixo custo.

Níveis de Dificuldade

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

Que tal montar um brinquedo que se movimenta sem energia elétrica, solar ou atômica? Sim, esse barquinho se movimenta através de um motor térmico de pulso de jato d'água. Tudo começou com o inventor inglês Thomas Piot que, em 1891, patenteou o motor de pulso de jato d'água. Este motor nada mais era do que um tubo em espiral com as saídas para traz do barco (**figura 1**).

A popularidade desses barcos se espalhou rapidamente em vários países. Em 1916 o americano Charles McHugh patenteou um sistema com diafragma especifico para uso em brinquedos. O nome *"Pop-Pop"*, se originou nos idos de 1920, também chamado de *"Toc-Toc"*, *"Put-Put"*, *"Phut-Phut"* e *"Puet-Puet"*. O declínio começou depois da Segunda Guerra Mundial , onde os motores elétricos, pilhas e plásticos proporcionaram a montagem de brinquedos mais sofisticados, mas ainda hoje vários modelos são fabricados artesanalmente na Índia .

1 Motor de pulso de jato d'água.



COMO FUNCIONA?

Para iniciar temos que colocar água dentro do motor, depois acender o fogo que irá ferver a água que está dentro da espiral (ou diafragma). Com isso, será gerado vapor que irá se expandir e gerar um pulso de água, fazendo com que o barco se locomova para frente. Com a expulsão da água, será criado um vácuo que fará com que novamente entre água dentro da espiral (ou diafragma) e o ciclo se repetirá constantemente. Veja a **figura 2** o processo de funcionamento.

MONTAGEM DO BARCO COM MOTOR DE DIAFRAGMA

Antes de começar, veja o box de **segurança**. Para fazer o motor, corte uma lata de refrigerante (**figura 3**) de modo que fique como uma folha de alumínio. Cuidado para não amassar a folha para não prejudicar o funcionamento do motor.

Coloque uma fita adesiva entre as duas extremidades da chapa (**figura 4**).

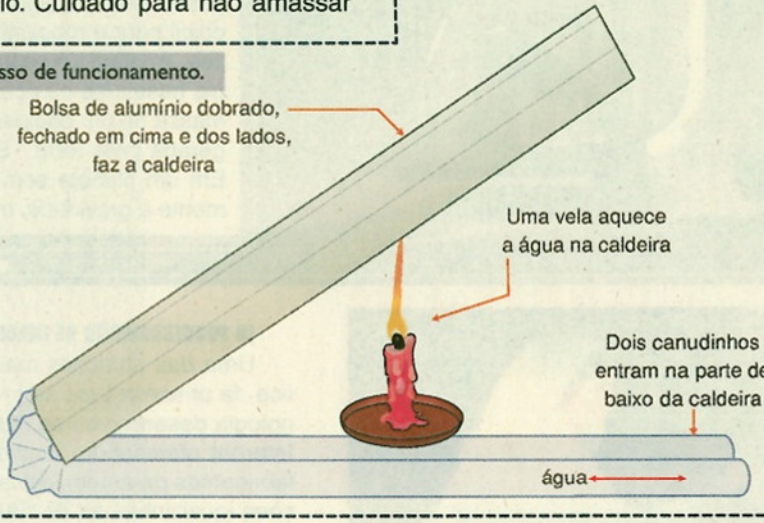
Com o auxilio de uma régua dobre a chapa de alumínio (**figura 5**).

Faça um gabarito conforme esquema disponibilizado em nosso site e cole na chapa dobrada com fita adesiva (**figura 6**).

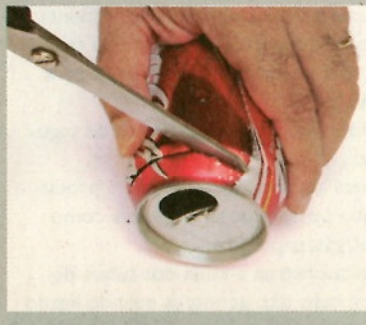
Com o auxílio de uma caneta, faça as marcações das dobras (**figura 7**).

Utilizando a régua novamente, faça as dobras e corte as laterais conforme a **figura 8**.

2 Processo de funcionamento.











3 Cortando a lata.

Ainda com a régua, amasse as laterais de tal maneira que feche a chapa (**figura 9**), cuidado para não vincar demais o alumínio que pode provocar a quebra na dobra. Dessa maneira, formamos um "bolso" de alumínio com uma abertura e três laterais fechadas que será o nosso "motor".

Pegue dois canudinhos de refrigerantes flexíveis e corte conforme ilustra a **figura 10**.

Com cuidado insira os canudinhos dentro da abertura do motor conforme ilustra a **figura 11**.

4 Colando a fita adesiva.



5 Dobrando a fita adesiva.



6 Colando o gabarito.



7 Fazendo a marcação das dobras.



8 Cortando a lateral.



9 Fechando a chapa.



10 Cortando os canudinhos.



11 Inserindo os canudinhos.



12 Colando o motor numa garrafa.



13 Preparando a cola.



Para fazer a forma convexa, utilize uma garrafa de refrigerante de 2 litros colando o motor com o auxilio de fitas adesivas nas laterais (**figura 12**).

Prepare a cola Araldite (**figura 13**) e passe nas emendas das laterais do nosso motor, não esqueça dos cantos superiores (**figura 14**). O importante aqui não é a quantidade, mas sim conseguir selar o nosso motor. Para que a cola entre nas chapas de maneira mais eficiente, faça alguns movimentos de retirar e colocar os canudos dentro do motor (**figura 15**). Espere

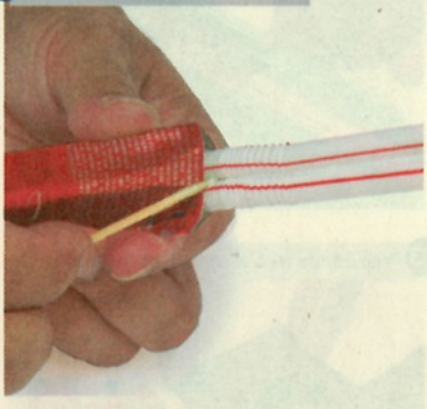
14 Passando a cola.



15 Fazendo movimentos com os canudinhos.



16 Selando a abertura do motor.



17 Passando silicone.



18 Testando a vedação.



19 Cortando a bandeja.



20 Pedaço de papelão com vela.



21 Prendendo o motor e suporte de vela.



secar completamente (no mínimo 2 horas).

Em seguida cole os canudos no motor e sele a abertura (**figura 16**). Feito isso utilize silicone de construção para completar a selagem do motor e deixá-lo em um ângulo de 30 graus em relação aos canudinhos.

Passe silicone também em cima da Araldite, nas laterais (**figura 17**). Depois de totalmente seco, faça o teste (**figura 18**) para ver se o motor esta totalmente selado, se não corrija as falhas com silicone.

Para fazer o barco, utilize uma daquelas bandejas de isopor utilizadas em supermercados, faça um corte de 40 mm x 15 mm para passagem dos canudos (**figura 19**).

Corte um pedaço de papelão e, na ponta, coloque um pedaço de vela (**figura 20**).

Agora, com o auxilio de um elástico, prenda o motor e o suporte de vela (**figura 21**) para finalizar a montagem.

COLOCANDO O BARCO PARA FUNCIONAR

É muito simples, basta encher o motor com água para que saia todo o ar (**figura 22**). Aí, com os dedos feche

Segurança:

Manusear chapas metálicas e ferramentas de corte exige um cuidado muito grande para evitar cortes nas mãos. Mexer com fogo exige muita atenção para evitar acidentes de grandes proporções. Portanto sempre tenha em mente a segurança, pois o prazer de fazer um barco e vê-lo funcionar não tem preço, mas sofrer um acidente por descuido ou negligência não vale a pena. Caso você tenha dúvidas, dificuldades ou receio em manusear chapas metálicas, ferramentas de corte e fogo, tenha sempre ao seu lado uma pessoa mais experiente para auxiliá-lo.

- Utilize sempre equipamentos de segurança.
- Nunca acenda fogo próximo a produtos que possam pegar fogo, tais como álcool, gás, papel, jornais, etc.
- Nunca obstrua a saída dos tubos do motor, caso isso aconteça quando ligado (fogo aceso) o sistema poderá explodir e causar acidentes.
- Nunca ligue (acender o fogo) o motor do barco sem ter certeza que o mesmo está carregado de água.
- Nunca coloque a mão no motor, pois o mesmo pode causar queimadura, se estiver quente. E mesmo que não esteja, a fuligem que se acumula nele é tóxica. Portanto, se sujar a mão lave-a imediatamente.
- Nunca deixe crianças pequenas manusearem ou ficarem próximas ao barco em funcionamento, elas ficam fascinadas com o funcionamento e querem pegar o barco, podendo queimar-se ou cortar-se nas chapas.

No mais, aproveite muito e tenha ótimas recordações do seu barco utilizando-o sempre com muita segurança.

22 Enchendo o motor com água.



as duas saídas do motor e coloque o barco na água para que as saídas fiquem debaixo d'água e, só então, retire os dedos das saídas. Com cuidado, acenda a vela e, em menos de um minuto, o seu barco estará andando. Note que o barco gera o famoso barulho *"pop-pop"*.

Caso não funcione, verifique se todos os procedimentos foram realizados e tenha certeza que foi colocada água no motor. Caso ainda surjam dúvidas, utilize o fórum da revista (**www.mecatronicafacil.com.br**).

CONCLUSÃO

Esperamos com este artigo resgatar esse fantástico brinquedo tecnológico e proporcionar aos leitores momentos de lazer com baixo investimento na montagem. Então, mãos a obra, tenha muita diversão e não se esqueça de nos enviar os resultados de suas montagens.

Mais informações:

Pesquisando na Internet o assunto *"pop-pop"* o leitor irá encontrar várias fontes de pesquisas; atentamos ao site: **www.nmia.com/~vrbass/pop-pop** que tem excelentes informações e descreve a montagem de um barco com motor de espiral. Sobre o outro, com motor de diafragma, recomendamos o site: **www.sciencetoymaker.org/boat/index.htm**

www.mecatronicafacil.com.br

Veja no *site* da Mecatrônica Fácil:
- Filme do barco em operação;
- Gabaritos para corte e dobra do motor e do casco.

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**.

Veículo Mecatrônico Autônomo 1

José Alberto N. Cocota Jr.

Níveis de Dificuldade

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

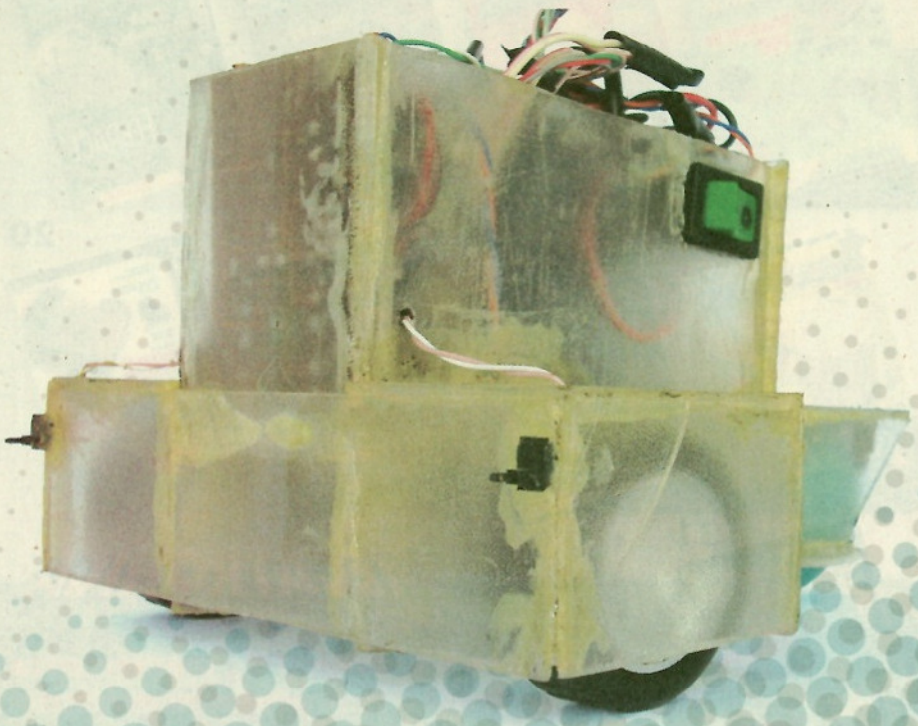
Robôs móveis são veículos capazes de realizar múltiplas tarefas. Nos últimos anos têm sido aplicados nas mais diversas áreas, por exemplo: manuseio de materiais perigosos, combate a incêndios e calamidades, resgates, transporte de cargas em fábricas, exploração espacial, agricultura, etc. A tendência é que o uso de robôs móveis se expanda nos próximos anos em áreas como a mineração, transporte de cargas, agricultura e assistência a portadores de deficiências.

Na década de 80, o desenvolvimento da tecnologia dos microprocessadores impulsionou o estudo de robôs móveis, possibilitando a utilização de um grande poder computacional embarcado. Nesta primeira geração de robôs móveis, buscou-se o poder de processar e combinar os sinais de vários sensores ("fusão sensorial") para a construção de um modelo (por exemplo, um mapa) do ambiente de trabalho dos robôs.

Esta primeira geração foi caracterizada pela busca de mapas geométricos do ambiente e sistemas de planejamento no controle dos robôs móveis. Já a segunda geração de robôs móveis foi influenciada pelos campos da Biologia, Neurologia, e estudos dos comportamentos humano, animal e suas relações com o ambiente. O projeto dos sistemas dos robôs enfatizava a relação direta entre estímulo (percepção do ambiente externo pelos sensores dos robôs) e resposta (ações dos robôs).

Como resultado, surgiram programas mais simples de serem executados, que buscavam representar os comportamentos desejados no robô, simplificando seu processamento interno. Defensores desta corrente alegam que a sofisticação do robô autônomo deve "emergir" da interação do mesmo com o ambiente, e não de programas de modelagem e planejamento complexos, ou de sofisticados e imensos banco de dados implementados em suas unidades de processamento.

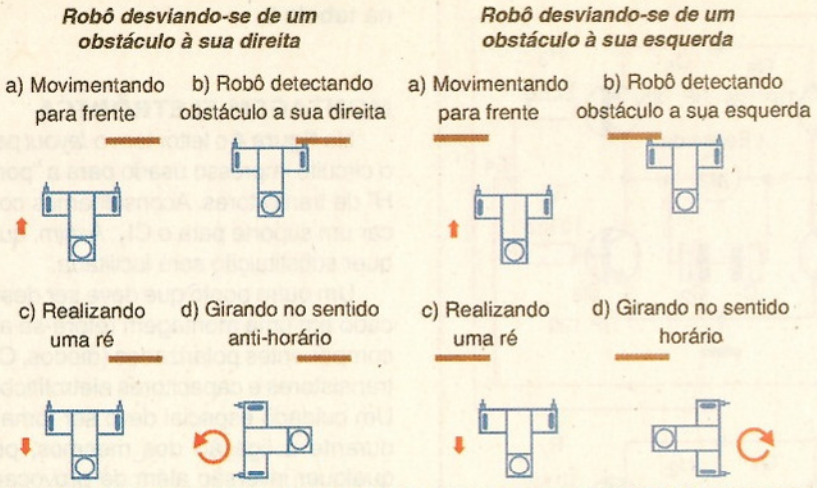
Devido a todo este avanço na área de Robótica, hoje é possível encontrar *"kits"* para montagem de robôs anunciados em diversos periódicos disponíveis no mercado. Embora haja a oferta, em grande parte dos casos, esses *"kits"* não são acessíveis à maioria dos estudantes e "hobistas". Não só pelo preço dos materiais eletrônicos utilizados, mas também pelas peças mecânicas que, muitas vezes, somente são encontradas em grandes centros urbanos. Em função dessas dificuldades, muitos leitores perdem a oportunidade de adquirir conhecimentos em eletrônica, microprocessadores e mecânica.



NOSSA PROPOSTA

Neste artigo, propõe-se a construção de um robô econômico, funcional e de fácil implementação. Sua montagem é viável para qualquer estudante ou "hobista" que deseje fazer

1 Movimento do VMA-1.



um robô autônomo, e possibilita ao leitor aprender conceitos básicos de Robótica, tais como: enviar e receber *bits* pela porta paralela do PC, controlar o sentido de um motor de corrente contínua (CC) e sua velocidade por modulação de pulsos (PWM).

Nosso robô caracteriza-se como sendo um robô de segunda geração, devido à simplicidade da mecânica, eletrônica e programação empregadas. O **Veículo Mecatrônico Autônomo (VMA) - 1** foi construído com materiais de fácil obtenção e de baixo custo, assim como alguns de seus componentes eletrônicos e mecânicos que podem ser aproveitados de aparelhos fora de uso. A união de todos estes fatores possibilita uma fácil "inserção" do leitor no mundo da Robótica de uma forma simples e econômica.

COMO O ROBÔ FUNCIONA

O funcionamento do VMA-1 é bem simples. Ao ser ligado, ele deve mover-se em uma direção fixa (à frente) e, se encontrar um obstáculo, desviar-se. Veja a **figura 1**.

Como o leitor pode perceber, temos a aplicação de uma lógica bem simples que permite ao robô tomar a "decisão" para qual lado deve seguir. Este lado sempre será oposto ao lado do obstáculo detectado.

O robô é capaz de desviar de obstáculos graças às duas chaves tácteis colocadas em sua parte frontal, observe a **figura 2**, que lhe permite detectar os objetos que surgem em sua frente sendo impulsionado por dois motores CC independentes, acionados por "ponte H" de transistores. Ele é capaz do mais incríveis e perfeitos movimentos, podendo ser controlado por um PC, utilizando um programa escrito em LOGO, por meio de uma simples conexão à saída da impressora (porta paralela) do micro.

Embora a lógica implementada seja bem simples, outros algoritmos podem ser implementados, alterando as funções, tempos e procedimentos, dependendo apenas das necessidades e da criatividade do leitor.

O CIRCUITO

Na **figura 3** temos o circuito elétrico do robô. Sua simplicidade é grande, pois seu circuito eletrônico não conta com microcontroladores, nem mesmo *"drivers"*. Ele é composto por transistores, resistores, capacitores, chaves tácteis, motores CC e um circuito integrado (CI) SN74LS07 utilizado como *"buffer"* para proteger o PC.

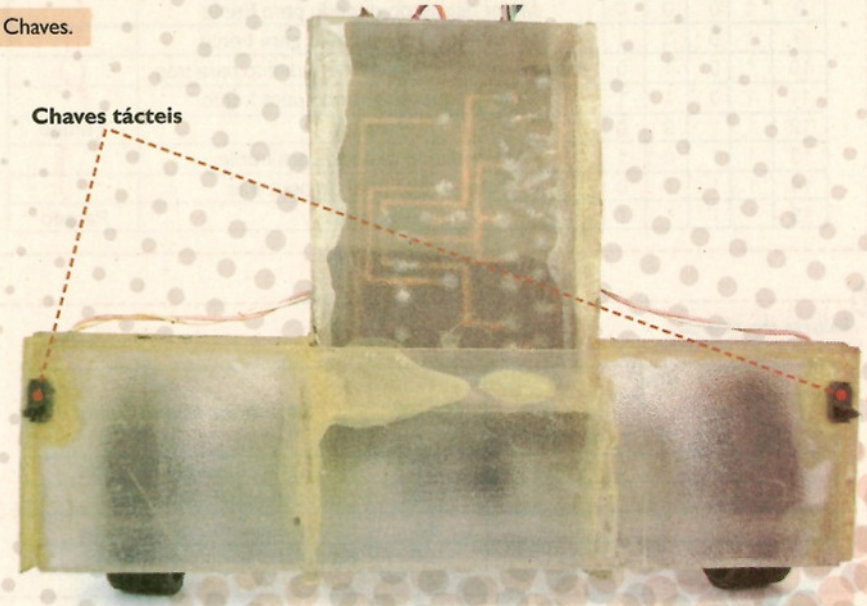
O diodo *zener* D_1 foi empregado em conjunto ao resistor R_1 para baixar a tensão de alimentação do CI_1 de 6 volts para perto de 5 volts. Isso por que este *zener* limita a sua tensão em 5,1 volts, e a tensão excedente é dissipada em forma de calor no resistor R_1. A omissão desta ligação poderá provocar a queima do CI_1.

A "ponte H" de transistores permite o acionamento do motor nos dois sentidos de rotação. Basicamente, o motor será acionado por uma diferença de potencial (ddp) presente em seus terminais, gerada a partir de sinais enviados pela porta paralela. Quando E_1=E_2, os transistores Q_1 e Q_2 ou Q_3 e Q_4 estarão cortados, não havendo, portanto ddp sobre o motor, que permanecerá parado. Quando E1=0b (0 volts) e E2=1b (5 volts), o motor girará em um sentido e, quando E1=1b (5 volts) e E2=0b (0 volts), irá girar no sentido contrário. Veja a **tabela 1**.

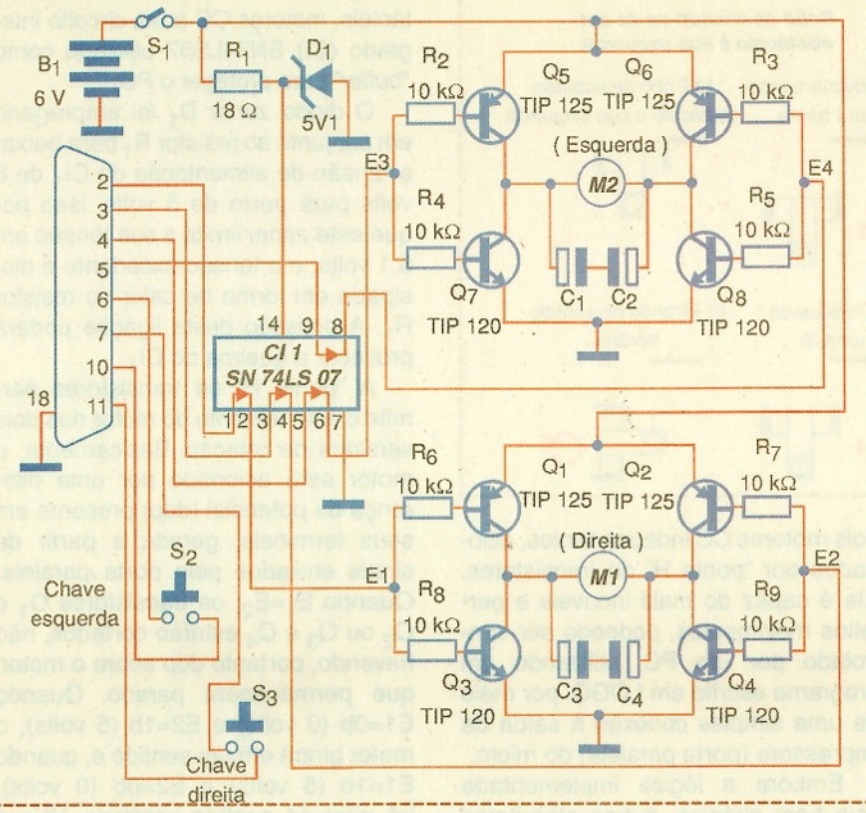
Por convenção, interessa-nos os movimentos horário, anti-horário, para frente e para trás, que correspondem aos respectivos valores decimais: 10, 5, 9 e 6.

As chaves tácteis S_2 e S_3 foram utilizadas para a detecção de obstáculos. As mesmas podem ser substituídas por chaves de tipo *bumpers* para colisão. Os valores decimais lidos cor-

2 Chaves.



3 Circuito eletrônico.



T1 Rotação dos motores.

DEC	BITs				Comportamento dos Motores	Movimento do robô
	D3	D2	D1	D0		
0	0	0	0	0	Parados	Parado
1	0	0	0	1	Motor direito girando para frente	
2	0	0	1	0	Motor direito girando para trás	
3	0	0	1	1	Parados	Parado
4	0	1	0	0	Motor esquerdo girando para trás	
5	0	1	0	1	Motor esquerdo para trás e direito para frente	
6	0	1	1	0	Motor esquerdo e direito para trás	
7	0	1	1	1	Motor esquerdo girando para trás	
8	1	0	0	0	Motor esquerdo girando para frente	
9	1	0	0	1	Motor esquerdo e direito para frente	
10	1	0	1	0	Motor esquerdo para frente e direito para trás	
11	1	0	1	1	Motor esquerdo girando para frente	
12	1	1	0	0	Parados	Parado
13	1	1	0	1	Motor direito girando para frente	
14	1	1	1	0	Motor direito girando para trás	
15	1	1	1	1	Parados	Parado

T2 Valores das chaves.

BITs		Decimal	Situação das Chaves Táteis
Pino 10 (Chave Esq.)	Pino 11 (Chave Dir.)		
0	0	126	Nenhuma chave pressionada
0	1	254	Chave direita pressionada
1	0	62	Chave esquerda pressionada
1	1	190	As duas chaves pressionadas

respondentes às chaves tácteis, pressionadas ou não, são apresentados na **tabela 2.**

MONTAGEM ELETRÔNICA

Na **figura 4** o leitor tem o *layout* para o circuito impresso usado para a "ponte H" de transistores. Aconselhamos colocar um suporte para o CI_1. Assim, qualquer substituição será facilitada.

Um outro ponto que deve ser destacado em uma montagem refere-se aos componentes polarizados (diodos, CIs, transistores e capacitores eletrolíticos). Um cuidado especial deve ser tomado durante a ligação dos mesmos, pois qualquer inversão além de provocar o não funcionamento do circuito, também poderá provocar a queima do componente, acarretando em sua perda.

O par de capacitores eletrolíticos colocados em paralelo aos terminais dos motores, pode ser substituído por um capacitor despolarizado de mesmo valor. Estes capacitores foram usados como filtros.

Para iniciantes em confecção de placas de circuito impresso, aconselhamos utilizar uma placa universal para fixação do CI_1. Devido à presença de furos igualmente espaçados nesta placa, torna-se mais fácil a fixação e soldagem dos pinos do CI. Deste modo, evitaremos furos errôneos e possíveis curtos devido à proximidade dos terminais do CI.

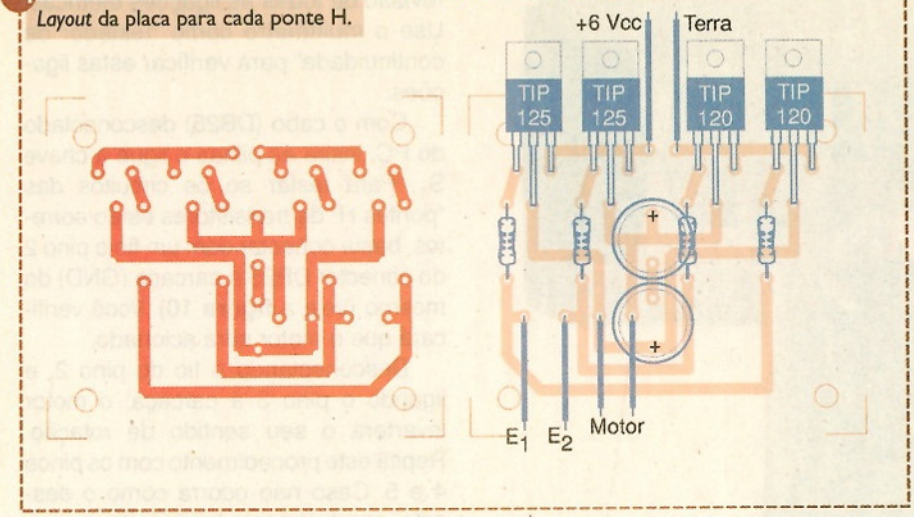
Após o término da montagem eletrônica, verifique todas as ligações, as posições dos componentes (principalmente os polarizados), se não faltam trilhas, ou se há qualquer ligação errada.

OBTENDO COMPONENTES MECÂNICOS E ELÉTRICOS DE FORMA ALTERNATIVA

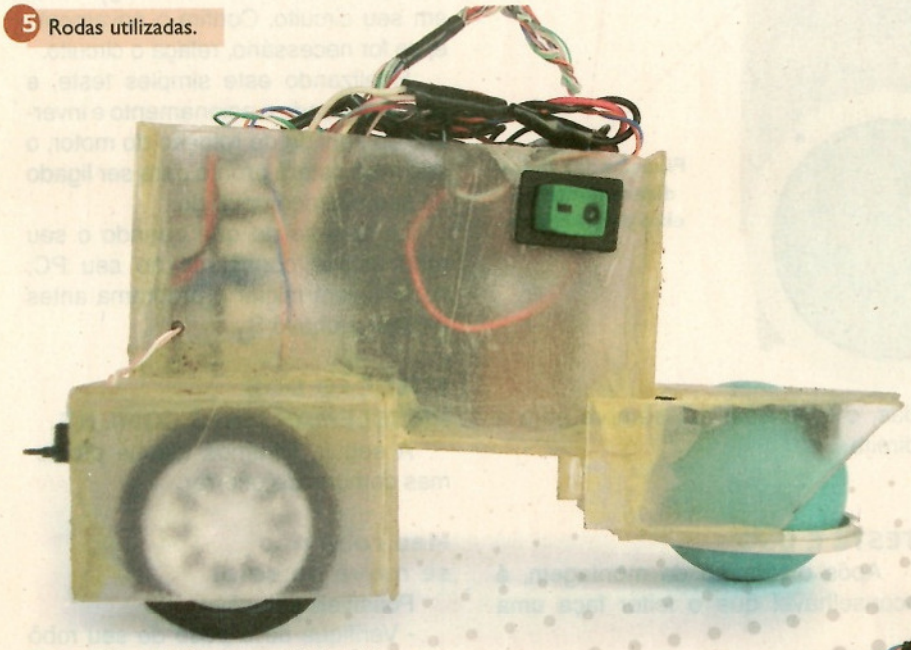
Para a montagem mecânica de nosso protótipo utilizamos uma placa de *box* de banheiro na construção de seu chassi. A placa de *box* veio em substituição à placa acrílica ou outro material que seja leve.

Conforme mostra a **figura 5**, as rodinhas foram obtidas de um carrinho de brinquedo adquirido em lojas populares (de R$ 1,99) ou mesmo aproveitadas de brinquedos fora de uso. O único cuidado que se deve conside-

4 *Layout* da placa para cada ponte H.



5 Rodas utilizadas.



rar ao se escolher a rodinha, é que a mesma tenha o eixo de igual espessura que o eixo do motor de modo a se ajustar nele. Uma gota de cola ajudará a prender bem esta roda de modo que ela não patine quando o motor girar.

Em relação à roda livre, optou-se pela substituição da mesma por uma esfera. Esta esfera foi obtida de um *mouse* em desuso, assim como suas bases superior e inferior de apoio para fixação da mesma no corpo do robô. A vantagem de utilizar uma esfera é sua maior liberdade para movimento em relação à roda livre. Veja a **figura 6**.

Os dois motores CC de 12 volts empregados foram retirados de aparelhos de videocassete danificados. As rodas do robô foram fixadas diretamente ao eixo destes motores, buscando deste modo facilitar a montagem mecânica e reduzir o custo final do projeto. Observe a **figura 7**. Entretanto, o leitor poderá decidir em utilizar ou não uma caixa de redução, visando desta maneira reduzir o esforço do motor e, conseqüentemente, seu consumo. Como forma alternativa de baixo custo, o leitor poderá montar sua caixa de redução e adaptá-la ao motor usando engrenagens ou polias de aparelhos fora de uso.

As chaves tácteis utilizadas foram aproveitadas de leitores de CD-ROMs danificados. Neste mesmo aparelho você poderá encontrar chaves óticas e engrenagens. Uma outra opção são leitores de disquetes.

Em nosso *site* (**www.mecatronicafacil.com.br**) o leitor encontrará todas as medidas de nosso robô, assim como desenhos de algumas peças para uma fácil reprodução, inclusive, alguns vídeos.

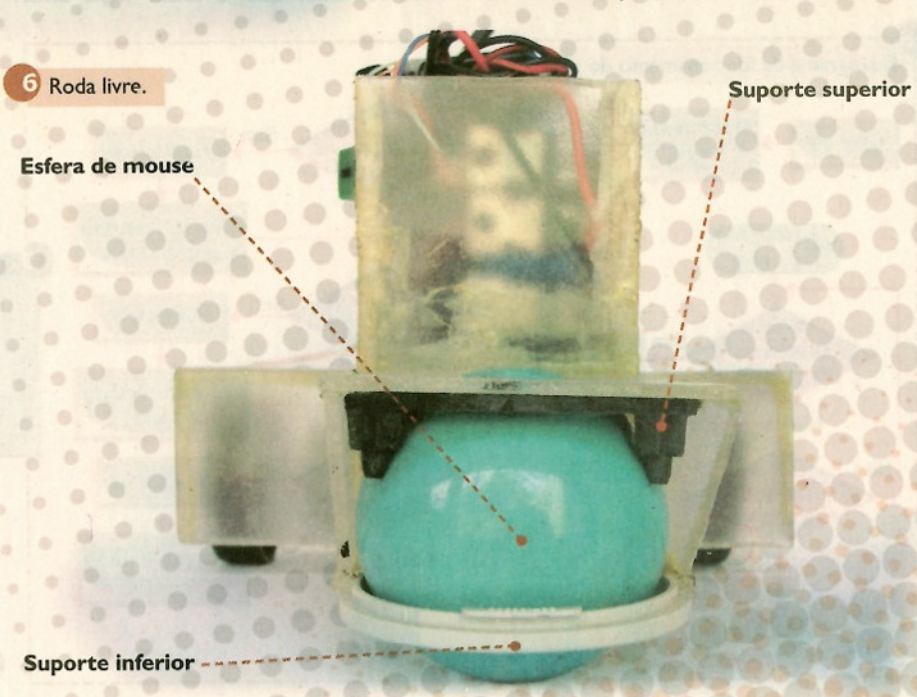
O PROGRAMA

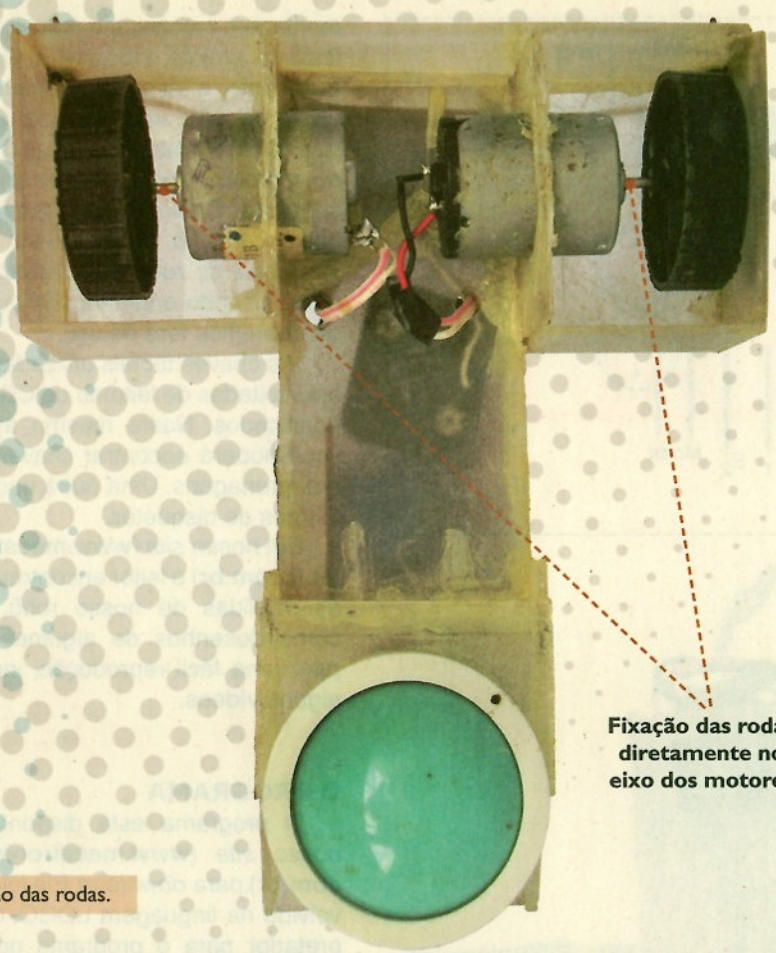
O programa está disponível em nosso *site* (**www.mecatronicafacil.com.br**) para *download*. Ele foi desenvolvido na linguagem LOGO. O interpretador para o programa pode ser obtido gratuitamente no *site* do Nied (**www.nied.unicamp.br**).

Já o funcionamento do programa está descrito no fluxograma representado pela **figura 8**.

Ao executar o programa "VMA1", o mesmo aparecerá na tela de con-

6 Roda livre.





7 Fixação das rodas.

trole conforme a **figura 9**. Portanto, é só pressionar o botão EXECUTA para que o robô comece a se movimentar. Quando um obstáculo é detectado, ele realiza uma ré e sua manobra para desviar imediatamente. Caso ambas as chaves tácteis estejam pressionadas, o robô desviará sempre para a direita.

TESTE E USO

Após o término da montagem, é aconselhável que o leitor faça uma revisão de todas as ligações elétricas. Use o multímetro como "testador de continuidade" para verificar estas ligações.

Com o cabo (DB25) desconectado do PC, insira as pilhas e ligue a chave S_1. Para testar se os circuitos das "pontes H" de transistores estão corretos, basta conectar com um fio o pino 2 do conector DB25 à carcaça (GND) do mesmo (veja a **figura 10**). Você verificará que o motor será acionado.

Desconectando o fio do pino 2, e ligando o pino 3 à carcaça, o motor inverterá o seu sentido de rotação. Repita este procedimento com os pinos 4 e 5. Caso não ocorra como o descrito, possivelmente haverá algum erro em seu circuito. Confira-o novamente e, se for necessário, refaça o circuito.

Realizando este simples teste, e sendo checado o acionamento e inversão do sentido de rotação do motor, o seu robô estará pronto para ser ligado ao seu microcomputador.

Lembre-se de que quando o seu robô estiver conectado ao seu PC, você deverá iniciar o programa antes de ligar a chave S_1.

SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS MAIS COMUNS

A seguir, listamos alguns problemas comuns de ocorrer:

Meu robô não se move no solo!

Possíveis soluções:

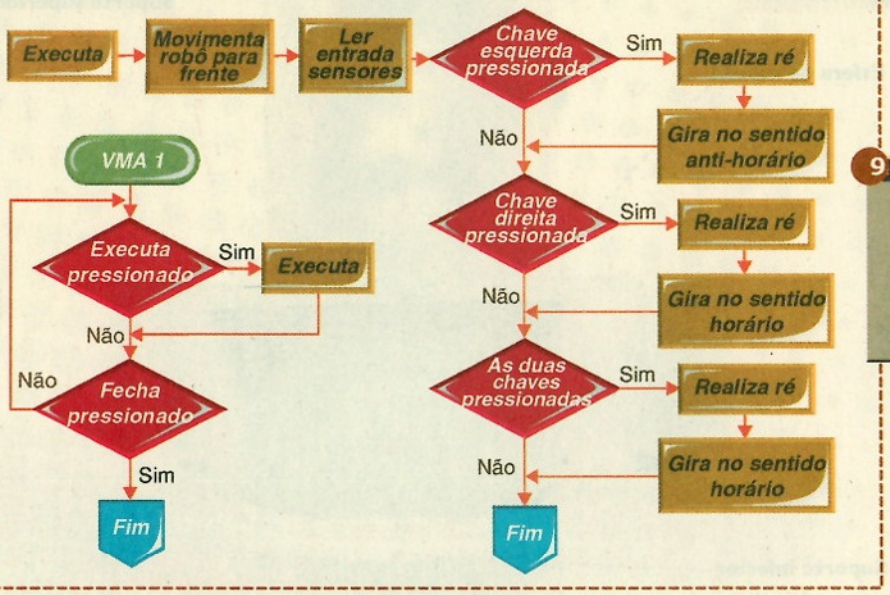
- Verifique se o peso de seu robô está sendo superior ao suportado pelos motores. Lembre-se que neste projeto não há caixa de redução.
- Observe se as pilhas utilizadas estão com baixa carga.

Meu robô movimenta-se para trás ao invés de para frente!

Possível solução:

- Cheque as ligações dos terminais dos

8 Fluxograma de funcionamento do programa.



9





10 Teste de acionamento do motor.

motores, ou as ligações dos dados de saída do PC. Possivelmente estarão invertidas. Para solucionar este problema de modo rápido e fácil, basta trocar no programa as linhas de códigos relacionadas à ré pelas linhas referentes ao movimento para frente, e vice-versa.

Meu robô realiza a manobra de desviar do obstáculo de forma invertida!

Possíveis soluções:

- Verifique as ligações dos terminais dos motores, ou as ligações dos dados de saída do PC. Possivelmente estarão invertidas. Para solucionar este problema de modo rápido e fácil, basta trocar no programa as linhas de códigos relacionadas ao giro horário pelas linhas relacionadas ao giro anti-horário e vice-versa.
- As ligações das chaves tácteis que enviam os sinais aos pinos de leitura da porta paralela podem estar invertidas. Basta trocar os códigos dos procedimentos referentes às chaves pressionadas.

Meu robô se movimenta de lado, ao invés de movimentar-se em linha reta!

Possíveis soluções:

- Verifique o alinhamento do motor em relação ao chassi do robô.
- Cheque a fixação da roda ao eixo do motor. A roda poderá estar com folga em relação ao eixo do motor.
- Os dois motores poderão ter diferenças de velocidade de rotação. Através da modulação de pulsos, poderá se chegar a valores próximos de rotação, reduzindo assim a diferença entre os dois motores.

CONCLUSÃO

Neste artigo, o leitor constatou que é possível construir robôs autônomos de baixo custo, bastando para isto criatividade e simplicidade no projeto. Robôs móveis, como o apresentado, podem ser utilizados em disciplinas introdutórias de Robótica, ou até mesmo em competições entre alunos. Esperamos que de alguma maneira os dados aqui divulgados possam ajudar a todos. Boa sorte e até a próxima!

www.mecatronicafacil.com.br

Veja no *site* da revista.
- Código-fonte do programa;
- Medidas principais do protótipo;
- Vídeos de demonstração de funcionamento;
- *Layout* da placa de circuito impresso.

Lista de material:

CI_1 - SN 74LS 07;
S_1 - Chave "on/off";
S_2 e S_3 - Chave táctil;
R_1 - 18Ω - 1/8 W;
R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8 e R_9 - 10 kΩ - 1/8 W;
D_1 - Diodo zener 5V1 - 1/2 W;
Q_1, Q_2, Q_5 e Q_6 - Transistores TIP 125 - PNP
Q_3, Q_4, Q_7 e Q_8 - Transistores TIP120 - NPN
C_1, C_2, C_3 e C_4 - Capacitores eletrolíticos 220 µF x 16 V
M_1 e M_2 - Motores CC

Suporte para CI de 14 vias, suporte para bateria de 6 V (4 pilhas), conector DB25 macho e placa de circuito impresso virgem para montagem.

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

NaLata
Interface Paralela Experimental



Esta montagem foi mencionada na edição nº 19 da Revista. Pode ser usada para controlar dispositivos mecatrônicos com o computador através da porta paralela.

Gerson Domingues
Gilson Domingues

Dispõe de oito saídas para ligação de motores e lâmpadas e sua montagem custa uma pequena fração das similares industrializadas encontradas no mercado. É um projeto ideal para estudantes ou *hobbistas* iniciantes porque:

- Custa pouco (seus componentes podem ser adquiridos em qualquer loja do ramo ou encontrados em sucata de equipamentos eletrônicos);
- Sua montagem é fácil;
- Pode ser controlada com o uso de linguagens simples, como o Super Logo.

Com a interface acoplada a um PC, o leitor poderá controlar vários projetos como robôs, maquetes robotizadas, manipuladores, sistemas de automação doméstica ou veicular, entre outros.

UM POUCO DA HISTÓRIA

Desde fevereiro de 2003, o Colégio Santo Américo iniciou um projeto voluntário com alguns alunos que se propuseram a ensinar Robótica a um grupo de adolescentes do Centro Profissionalizante de Paraisópolis, mantido pelas Obras Sociais do Mosteiro São Geraldo de São Paulo. Sentimos, então, a necessidade de pesquisar soluções de baixo custo que nos permitissem prosseguir com o projeto e ampliá-lo. Assim surgiu a interface artesanal *NaLata*. Em um primeiro momento, os alunos aprenderam a montá-la para, em seguida, usá-la em projetos idealizados por eles.

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

O circuito é composto de oito módulos idênticos, um para cada saída. Cada módulo possui três etapas: painel, foto-acoplamento e controle de potência (**figura 1**).

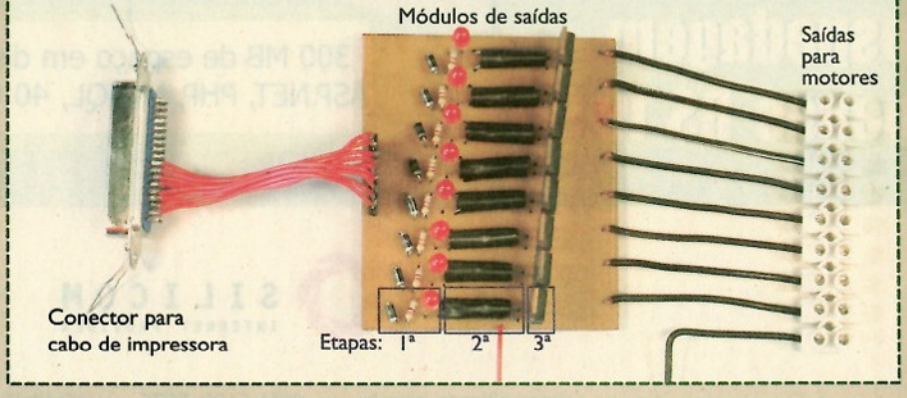
Primeira etapa
Painel

A função do painel da interface é informar ao usuário, por meio de luzes, quando as saídas estão ativas. Cada saída corresponde a um *bit*; a porta paralela controla oito *bits*. Quando o estado do *bit* é 0, a tensão fornecida no pino do conector DB25 é 0 volts. Quando o estado do *bit* é 1, a tensão do pino é 5 volts positivos, suficiente para acender o LED.

Segunda etapa
Foto-acoplamento

Atua como uma ponte entre as outras duas etapas. Como o nome sugere, a ligação é feita apenas através de sinais luminosos, o que garante isolamento elétrico de segurança. É composta de um LED e um LDR. O LED dessa etapa é ligado em paralelo ao LED do painel e os dois se acendem simultaneamente quando a saída é acionada. A resistência elétrica que o LDR exerce sofre variação, conforme o estado do LED; quando

1 Etapas dos módulos.

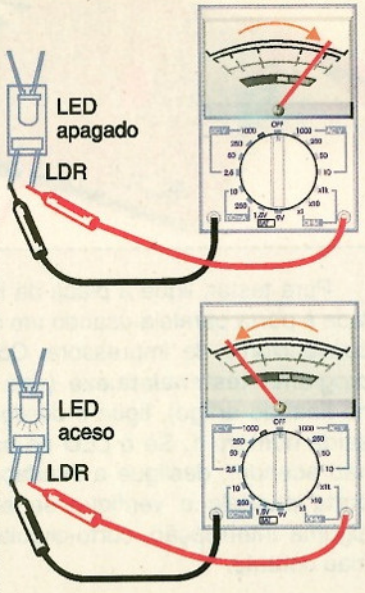


está aceso é mínima e quando está apagado é grande (**figura 2**).

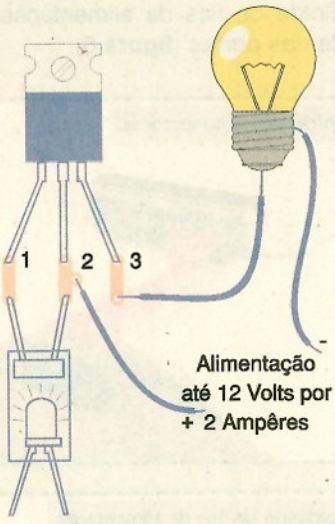
Assim sendo, a função do foto-acoplamento é converter o sinal elétrico em luminoso (acende e apaga o LED) e o sinal luminoso em elétrico novamente (mudança da resistência). Essa estratégia garante que não ocorram danos à porta paralela do computador em casos de acidente na etapa de potência, como curtos-circuitos ou sobrecargas.

Os dois componentes são acondicionados em uma cápsula vedada para que não haja influência da luz do meio externo no funcionamento do circuito.

2 Foto-acoplamento.



3 Etapa de potência.



Terceira etapa
Controle de potência

Aciona o dispositivo ligado à interface conforme o sinal recebido do foto-acoplador. O transistor é seu único componente. Recebe no coletor (pino 2) o pólo positivo da fonte de alimentação, o emissor (pino 3) é ligado ao dispositivo controlado e a base (pino 1) é ligada a um dos terminais do LDR. O dispositivo ligado à fonte de alimentação permanece desligado. Quando o LDR é iluminado, sua resistência cai e passa a haver condução de corrente para a base do transistor que, excitado, aciona o dispositivo (**figura 3**).

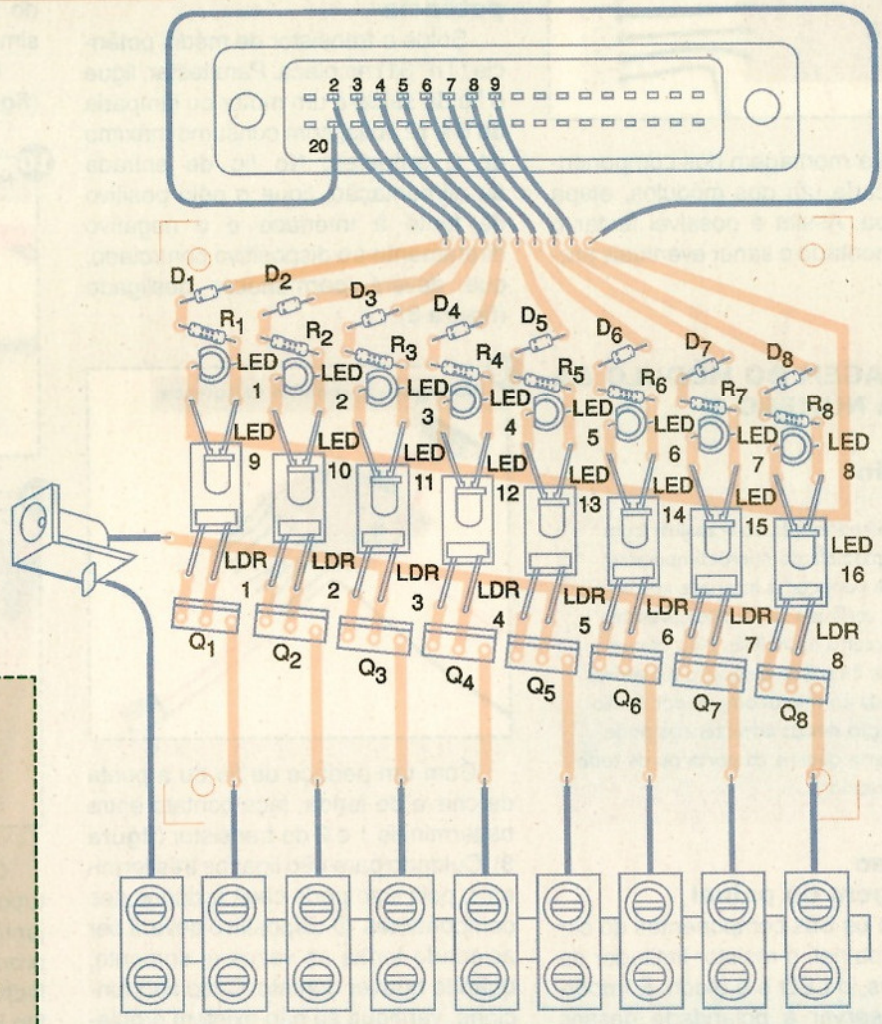
SEQÜÊNCIA DE FUNCIONAMENTO

Quando o *software* aciona a porta paralela ligando uma ou mais saídas, os LEDs do painel e do foto-acoplamento se acendem. O LDR iluminado pelo LED deixa de exercer resistência, conduzindo corrente para o coletor do transistor, que aciona o dispositivo ligado ao seu emissor.

MONTAGEM

A **figura 4** representa o *layout* sugerido para montagem em placa de circuito impresso.

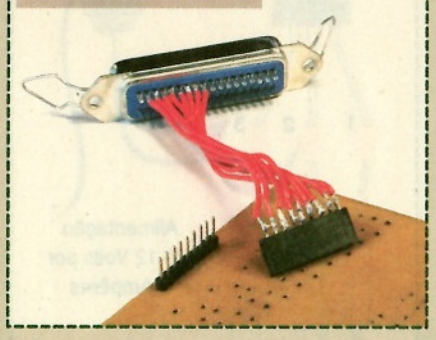
4 *Layout* sugerido em PCI.



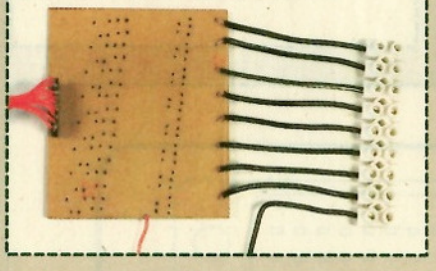
Comece soldando os conectores macho na placa e os fios ao conector fêmea e ao conector Centronix (**figura 5**).

Solde os fios da alimentação e da saída das portas (**figura 6**).

5 Soldando os conectores.



6 Soldando os fios de alimentação.



Faça a montagem dos componentes de cada um dos módulos, etapa por etapa. Assim é possível testar o trecho montado e sanar eventuais problemas.

MONTAGEM DO MÓDULO DA SAÍDA NÚMERO 1

Atenção

Cuidado redobrado ao trabalhar com a porta paralela do microcomputador. Antes de conectar a interface ao computador, verifique se ela não apresenta curto-circuito nas trilhas. Não efetue soldas na interface enquanto ela estiver conectada ao microcomputador. A não observação destas advertências pode ocasionar a queima da porta ou de todo o computador!

1º passo
Montagem do painel

Solde os três componentes do circuito do painel: o resistor limitador de 470 ohms, o LED e o diodo. É importante observar a polaridade desses dois últimos (**figura 7**).

7 Montagem do painel.

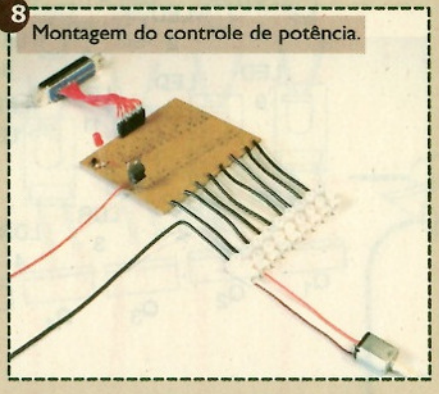


Para testar, ligue a placa da interface à porta paralela usando um cabo convencional de impressora. Com o programa **testenalata.exe** (veja *box* no final do artigo), ligue e desligue a saída número 1. Se o LED do painel não acender, desligue a interface da porta paralela e verifique se existe alguma interrupção, curto-circuito ou mau contato.

2º passo
Montagem do controle de potência

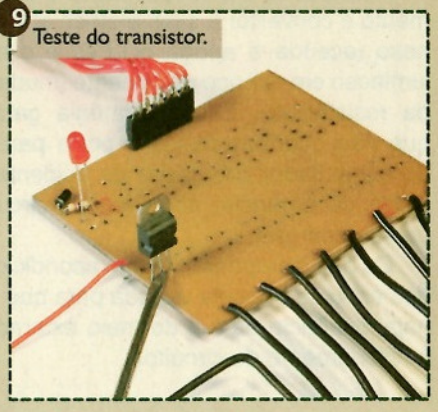
Solde o transistor de média potência (TIP 31) na placa. Para testar, ligue o fio da saída a um motor ou lâmpada de 6 a 12 volts, com consumo máximo de 2 amperes. No fio de entrada da alimentação, ligue o pólo positivo da fonte à interface e o negativo diretamente ao dispositivo controlado, que deverá permanecer desligado (**figura 8**).

8 Montagem do controle de potência.



Com um pedaço de fio ou a ponta da chave de fenda, faça contato entre os terminais 1 e 2 do transistor (**figura 9**). Cuidado para não ligar os três terminais, pois isso pode causar danos nos componentes. O dispositivo deverá ser acionado todas as vezes e, somente, quando houver contato. Caso não funcione, verifique se não existem problemas na montagem ou se a polaridade da fonte não está invertida ou, então, substitua o transistor.

9 Teste do transistor.

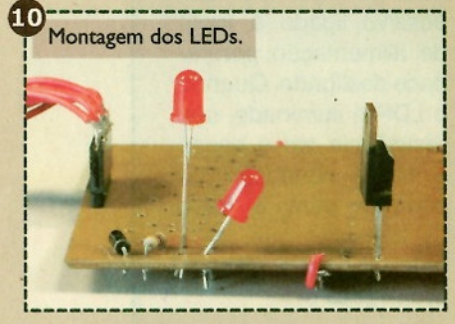


3º passo
Montagem do foto-acoplamento

Esta etapa completa a construção do módulo. Primeiramente, solde o LED e repita o procedimento de testes do painel. Ao acionar a saída pelo *software*, os LEDs do painel e do foto-acoplamento devem acender simultaneamente (**figura 10**).

Faça a cápsula com fita isolante (**figura 11**).

10 Montagem dos LEDs.



11 Cápsula com fita isolante.



Observe que o comprimento do tubo deve ser mínimo para que o conjunto caiba na placa. Com a cápsula pronta, dobre o terminal do LDR e feche essa extremidade do tubo com fita isolante. Dobre o conjunto e solde os terminais do LDR (**figura 12**).

12 Soldando o LDR.



Prenda a extremidade do LED com um pedaço de fita isolante para que fique firmemente fechada. A vedação do sistema deve ser bem feita para que a luz ambiente não interfira no acionamento do dispositivo (**figura 13**).

13 Vedação do sistema.



Para testar, o motor e a fonte de alimentação devem estar ligados com a mesma configuração do teste de potência. Com a interface ligada à porta paralela, o motor deverá ser ligado somente quando a saída for acionada e o LED do painel se acender. Caso contrário, verifique a soldagem dos terminais do LDR.

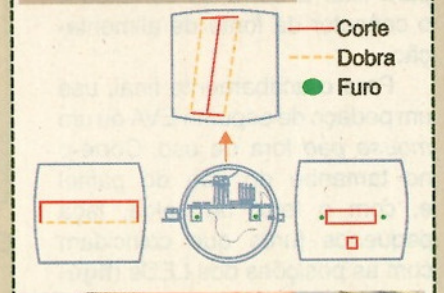
Repita cada um destes passos para montar os módulos das demais saídas.

ACONDICIONAMENTO

Use caixas prontas ou improvise com materiais alternativos. *Tupperware* para alimentos é uma solução bem barata, mas para economizar ainda mais, utilize latas de leite em pó (400 ou 500 gramas). Assim, sua interface terá o charme e o apelo ecológico que só uma autêntica *NaLata* pode ter. A placa foi projetada para caber com folga nessas latas.

Em primeiro lugar, faça as marcações com caneta para retroprojetor conforme o esquema mostrado na **figura 14**.

14 Esquema de furação da lata.





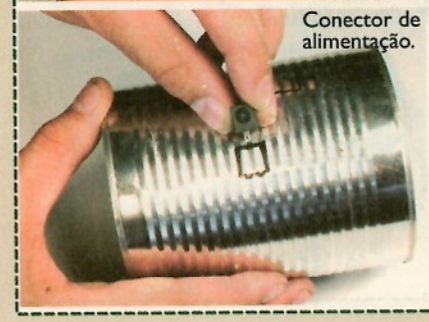
Painel.



Conector Centronix.



Barra de contato para as saídas.



Conector de alimentação.

Corte e dobra

Atenção

Muito cuidado ao usar instrumentos cortantes e ferro de solda. Peça a ajuda de alguém mais experiente sempre que trabalhar com ferramentas perigosas.

A lata pode ser cortada com tesoura convencional. Faça o acesso para lâmina com uma furadeira elétrica ou corte com estilete (**figura 15**). Para cortar com estilete, regule e trave a lâmina de forma a deixar apenas uma pequena ponta aparente (**figura 16**). Segure a lata com uma flanela em uma das mãos e, com a outra, corte-a com o estilete. Faça um movimento de rotação, tendo o punho firmemente apoiado sobre a mesa. Assim é possível aplicar força com um grande controle, evitando acidentes (**figura 17**). Para fazer as dobras, use alicate (**figura 18**). A aparência final da lata está ilustrada na **figura 19**.

15 Cortando a lata.



16 Ajustando o estilete.



17 Manuseio do estilete durante o corte.



18 Dobrando com o alicate.



19 Aparência final.

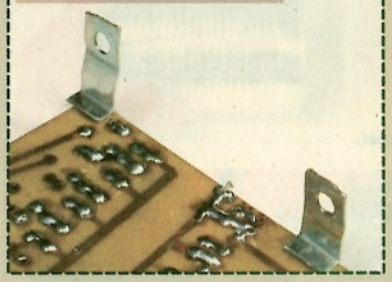


Com a lata preparada, é hora de fixar a placa em seu interior. Adquira pequenos suportes em forma de "L" (de metal ou plástico) em lojas de material de construção (**figura 20**). Caso não encontre, improvise usando a braçadeira metálica, que deverá ser cortada e dobrada (**figura 21**).

Para prendê-las na placa, use cola epóxi (Araldite) ou parafusos com porcas. Prenda a placa na lata com parafusos e porcas. Da mesma maneira, fixe o conector Centronix. Use cola epóxi para fixar a barra de contatos e o conector da fonte de alimentação.

Para o acabamento final, use um pedaço de espuma EVA ou um *mouse pad* fora de uso. Corte-o no tamanho do vão do painel e, com o ferro de solda, faça pequenos furos que coincidam com as posições dos LEDs (**figuras 22 e 23**). Cuide para que os furos fiquem bem justos garantindo, assim, a boa fixação da peça em seu lugar (**figura 24**).

20 Suporte em forma de "L"..



21 Abraçadeira.



22 Fazendo furos com o ferro de solda.



23 LEDs encaixados.



24 Placa acondicionada.



CONCLUSÃO

Com a interface devidamente montada e testada, o leitor poderá fazer experiências acionando motores e lâmpadas e também construir projetos simples controlados com Super Logo.

Nas próximas edições abordaremos o uso de outras linguagens para o controle da porta paralela, exemplos de projetos utilizando a interface e soluções para ampliar suas possibilidades de aplicações, tais como um sistema de inversão de polaridade para motores, além de dispositivos de entrada analógica e digital para ligação de sensores. f

www.mecatronicafacil.com.br

No *site* da Revista é possível fazer o *download* do arquivo testenalata.exe e do layout da placa de circuito impresso.

Lista de Material:

8 transistores de média potência TIP 31
16 LEDs de mesma cor
8 LDRs
8 diodos 1N4004
8 resistores de 470 Ω
1 Conector 36 pinos Centronix macho (para conectar a um cabo de impressora convencional)
1 cabo de impressora
1 Conector em barra com 9 bornes
1 Conector DIP macho (com 9 contatos)
1 Conector DIP fêmea (com 9 contatos)
1 Conector Jack fêmea J-4 para ligar em fonte de alimentação.

Materiais diversos
Fios finos, placa de circuito impresso, solda, lata de leite em pó, parafusos, abraçadeiras para fixação e cola epóxi (Araldite).

Equipamentos
Furador de placa de CI, estilete, ferro de solda, alicate de bico e alicate chato e flanela.

Como usar matrizes de contatos

Construa um Amplificador Animatrônico

Newton C. Braga

Níveis de Dificuldade

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

Muitos projetos de Mecatrônica, incluindo os animatrônicos, podem ser dotados de um efeito especial de voz agregado por um amplificador e um microfone remoto. A montagem desse amplificador é muito simples para quem tiver uma matriz de contatos. Dando prosseguimento a nossa série de projetos em matrizes de contatos, que ensinamos a usar nas duas edições anteriores, apresentamos um simples amplificador animatrônico que pode ser acrescentado aos seus projetos de Robótica e Mecatrônica.

A idéia básica deste projeto é transferir o som de um microfone remoto para um alto-falante que esteja embutido no projeto animatrônico, como mostra a **figura 1**.

Se o projeto for uma cabeça falante, por exemplo, uma pessoa poderá ficar num quarto adjacente e falar por ela, ao mesmo tempo em que aciona o sistema do mecanismo que movimenta sua boca.

Indo além disso, dois amplificadores iguais ao descrito neste artigo (que podem ser montados numa mesma matriz) permitem que a pessoa que esteja no quarto adjacente ouça o que se fala junto ao animatrônico, conforme ilustra a **figura 2**.

O circuito é bastante simples, tendo por base o CI LM386 (muito comum e barato) e sua alimentação vem de 4 pilhas comuns ou de uma fonte de 6 V.

O microfone de eletreto garante excelente sensibilidade para o circuito.

COMO FUNCIONA

O circuito integrado LM386 consiste em um amplificador completo cujo ganho pode ser determinado por um capacitor de realimentação externo.

No nosso caso, para termos um bom ganho (permitindo usar microfones de eletreto), usamos um capacitor de 10 µF, o que proporciona um ganho de tensão de 200 vezes.

Com uma tensão de alimentação de 6 V teremos uma potência de saída de 300 mW, o que corresponde à potência de um rádio transistorizado comum, suficiente para que um animatrônico fale e possa ser ouvido nas suas circunvizinhanças.

Com uma alimentação de 9 V, o circuito fornece uma potência de 700 mW. Este circuito tem uma boa sensibilidade de entrada e, por isso, um controle de volume lhe é agregado.

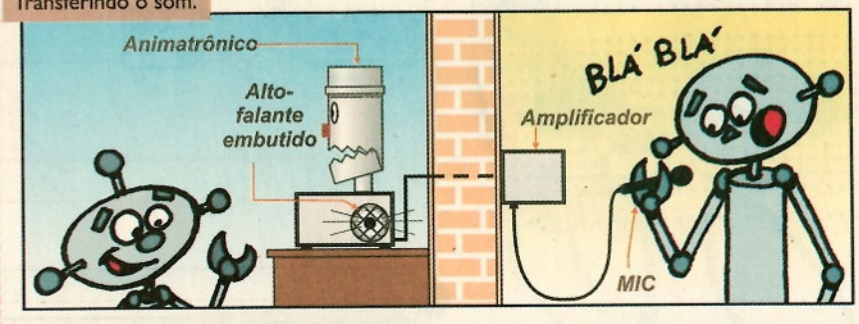
O sinal do microfone de eletreto é aplicado a esse potenciômetro, passando por um capacitor. Esse capacitor isola o circuito de polarização do microfone, formado pelo resistor R_1.

Visto que o circuito é sensível, o cabo para o microfone deve ser blindado, o que evitará a captação de zumbidos principalmente se for usada fonte em lugar de pilhas.

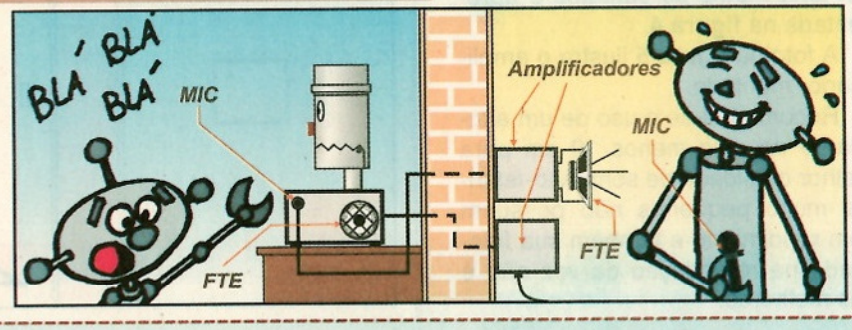
MONTAGEM

Na **figura 3** temos o diagrama completo do amplificador animatrônico, observando-se o reduzido número de componentes utilizados.

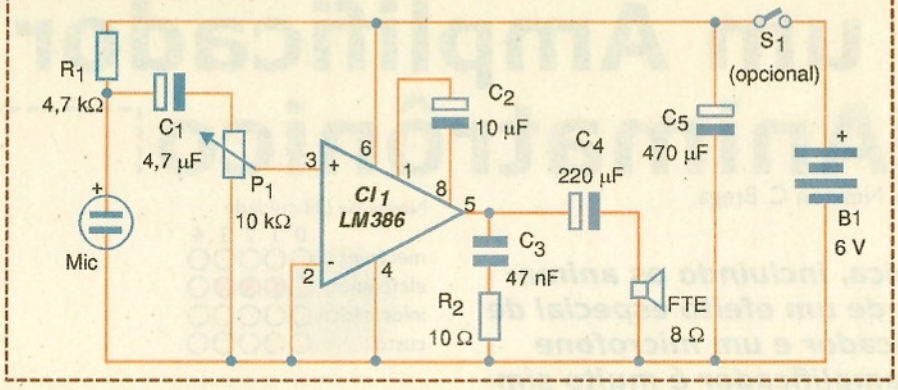
1 Transferindo o som.



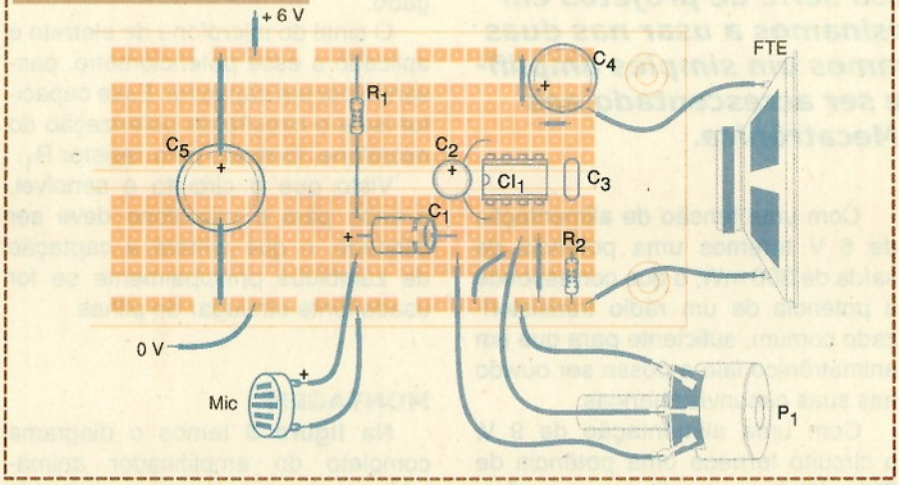
2 Ouvindo o que se fala junto ao animatrônico.



3 Diagrama do amplificador.



4 Disposição dos componentes.



Na montagem, observe a posição do circuito integrado e a polaridade tanto das pilhas como dos capacitores eletrolíticos. Também é importante observar a polaridade da ligação do microfone de eletreto, pois, se ele for invertido, o circuito não funciona.

O potenciômetro e o alto-falante são ligados à matriz de contatos por pedaços de fios rígidos que devem ser previamente soldados em seus terminais.

O circuito integrado empregado deve ser o LM38N-1 apenas. Existem LM386 com outros sufixos que não funcionam nesta montagem, pois a pinagem e as características mudam.

O cabo do microfone deve ter no máximo 5 metros de comprimento.

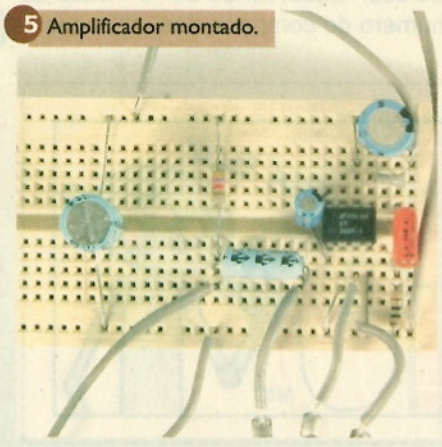
Os capacitores eletrolíticos devem ter tensões mínimas de trabalho de 6 V.

TESTE E USO

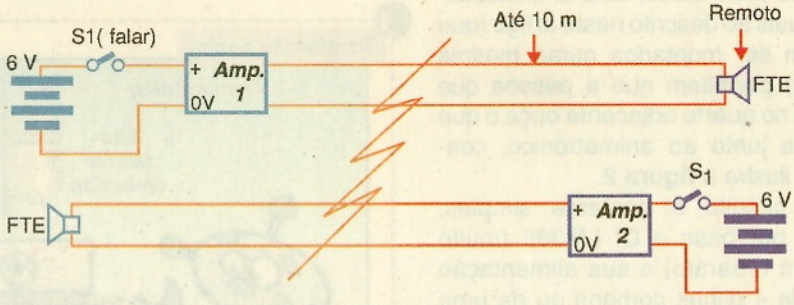
Para testar, afaste o microfone do alto-falante, ligue sua alimentação e fale. Sua voz deve sair clara e sem distorções.

Comprovado o funcionamento, basta instalar o circuito no animatrônico e usá-lo.

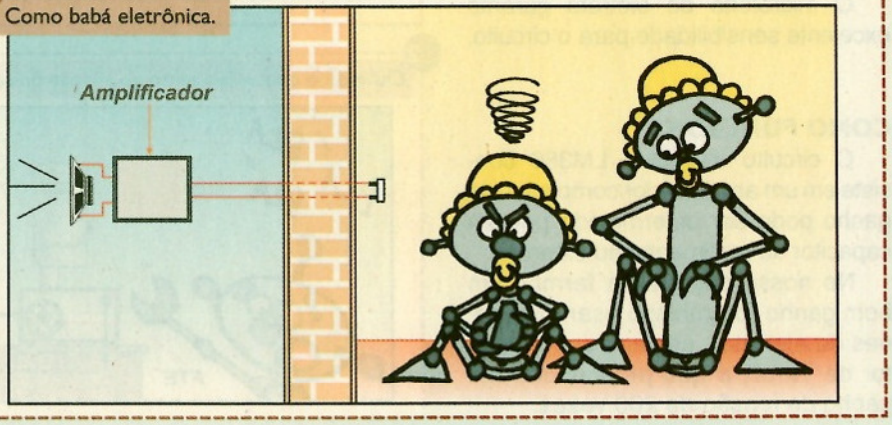
5 Amplificador montado.



6 Como intercomunicador.



7 Como babá eletrônica.



A disposição dos componentes em uma matriz de contatos é apresentada na **figura 4**.

A foto da **figura 5** ilustra o amplificador montado.

Recomenda-se o uso de um alto-falante de pelo menos 10 cm para melhor qualidade de som. Alto-falantes muito pequenos não possuem bom rendimento e também sua fidelidade na reprodução da voz não é das melhores.

O circuito também pode ser utilizado como um intercomunicador, ou ainda monitor de som ou babá eletrônica.

Como intercomunicador, basta montar duas unidades e instalá-las em caixinhas, veja a **figura 6**.

Para usar basta pressionar o botão "falar", quando quiser que sua voz seja ouvida na estação remota.

Na **figura 7** mostramos como usar uma unidade como babá eletrônica, monitorando o som de um quarto em que se encontrem pessoas brincando.

Para um trabalho de espionagem, será interessante esconder o microfone e colocar fones de baixa impedância no receptor.

O circuito também pode ser empregado como um "ouvido eletrônico" para um robô. Neste caso, o microfone será instalado no robô ou animatrônico, com o cabo indo até o amplificador remoto.

Não se recomenda montar o alto-falante longe do amplificador, pois as perdas que ocorrem no cabo podem reduzir bastante seu rendimento. Opte sempre por ligar o microfone distante, usando cabo blindado para que não ocorra a captação de zumbidos.

Outras aplicações deste circuito em Mecatrônica incluem a amplificação de sinais de sirenes e efeitos sonoros.

A grande vantagem deste projeto está no fato dele ter um consumo bastante baixo e poder ser alimentado por pilhas comuns. f

Lista de materiais

CI_1 - LM386N-1 - circuito integrado, amplificador operacional
R_1 - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
R_2 - 10Ω x 1/8 W - resistor - marrom, preto, preto
P_1 - 10 kΩ - potenciômetro lin ou log
C_1 - 4,7 µF - capacitor eletrolítico
C_2 - 10 µF - capacitor eletrolítico
C_3 - 47 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
C_4 - 220 µF - capacitor eletrolítico
C_5 - 470 µF - capacitor eletrolítico
B_1 - 6 V - 4 pilhas pequenas
FTE - 8Ω x 10 cm - alto-falante

Diversos:
Matriz de contatos, suporte de pilhas, cabo blindado (até 5 metros), fios, etc.

Matrizes de CONTATOS



>>> PL551M
2 barramentos, com 550 pontos.
R$ 21,70



>>> PL551
2 barramentos, 2 bornes, com 550 pontos.
R$ 24,70

PL552
4 barramentos, 3 bornes, com 1.100 pontos.
<<<
R$ 43,80



PL553
6 barramentos, 3 bornes, com 1.650 pontos.
>> R$ 69,80



*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 25/05/2005

Compre pelo Site ou por telefone (11) 6195-5330
WWW.SABERMARKETING.COM.BR

Desenhando Placas de Circuito Impresso com o Eagle – Parte 5

Vamos agora, conhecer e utilizar o módulo Library, que é uma espécie de banco de dados com todos os componentes utilizados nos módulos Schematic e Board.

Richard A. Weigel

Para quem procurou um componente na biblioteca e não encontrou, ou se encontrou e não gostou muito da sua aparência, vejamos como criar ou personalizar uma biblioteca de componentes utilizando o módulo *Library*.

CONHECENDO O LIBRARY

O *Library* é na verdade composto por três "submódulos" diferentes, isto porque na criação de um componente temos três etapas distintas.

A primeira etapa consiste na geração do símbolo do componente (*Symbol*), que será usado pelo módulo *Schematic*; em seguida deve ser criado o *layout* do componente de acordo com o tipo de encapsulamento (*Package*) para ser utilizado no módulo *Board*; e na terceira etapa é feita uma espécie de união entre o símbolo e o encapsulamento, resultando assim no componente ou dispositivo (*Device*).

CRIANDO UMA NOVA BIBLIOTECA

Utilizando o menu do *Control Panel*, inicie o módulo *Library* seguindo a seqüência *File* > *New* > *Library*, como mostra a **figura 1**.

Na *Action Toolbar* existem os mesmos atalhos dos outros módulos. As novidades são os atalhos para os "submódulos" *Device*, *Package* e o *Symbol*. Na *Command Toolbar*, inicialmente, temos apenas o comando *Edit*, mas novos comandos serão disponibilizados dependendo da etapa que será executada.

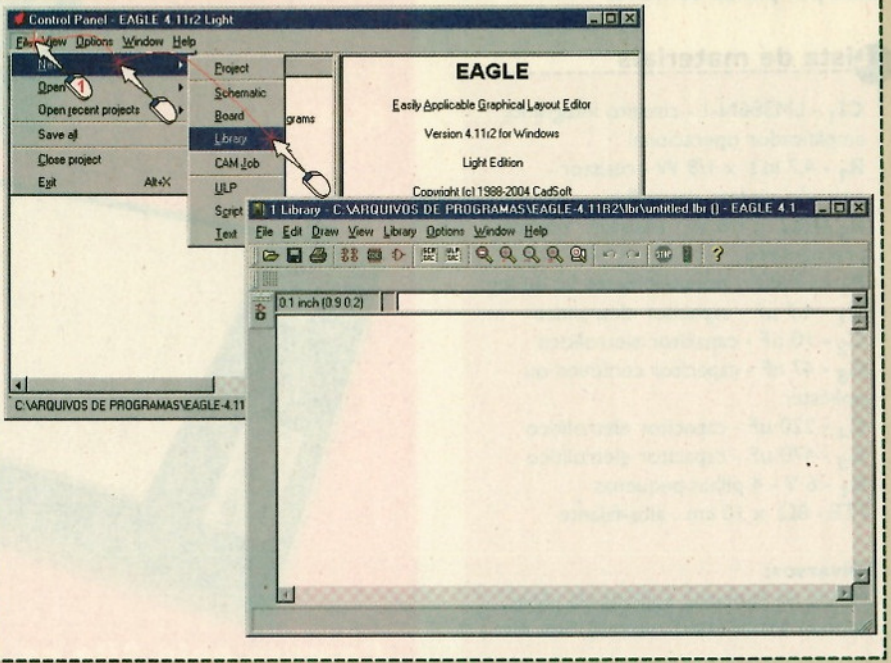
Como nos outros módulos, temos a *Parameter Toolbar* com parâmetros de um comando, a *Command Line* para digitar um comando manualmente e a *Status Line* com informações do comando usado.

CRIANDO UM SÍMBOLO

Nesta etapa será criado apenas o símbolo do componente utilizado no módulo *Schematic*. Uma vez iniciado o módulo *Library*, clique no atalho *Symbol*. Uma janela solicitará que seja digitado o nome para o novo símbolo.

Iremos criar o símbolo para um capacitor polarizado, portanto o nome pode ser qualquer coisa que seja fácil a sua identificação posteriormente. Observe, porém que não é possível escrever um nome que contenha espaços e para evitar escrever algo como "CAPACITORPOLARIZADO" podemos empregar o caractere

1 Iniciando o módulo *Library*.



Algumas dicas

• Se for necessário alterar o nome de um símbolo, utilize o comando *Rename* ou a seqüência *Library* > *Rename* no menu. Em seguida digite o novo nome.
• Para excluir um símbolo, utilize o comando *Remove* ou a seqüência *Library* > *Remove* no menu. Em seguida digite o nome do símbolo a ser excluído.

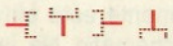
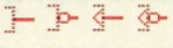
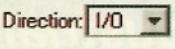
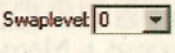
underline (_) e assim separar um nome do outro, ficando mais fácil a sua leitura. Esta seqüência pode ser acompanhada na **figura 2**.

Após este procedimento, a *Command Toolbar* irá mostrar todos os comandos necessários para a criação do símbolo. Todos estes comandos já são conhecidos, exceto o *Pin* que é responsável pelas características do terminal que o componente terá. Na **tabela 1** temos a descrição dos seus parâmetros.

Procure desenhar o símbolo tendo o cuidado em manter a referência, que agora aparece no meio da área de trabalho, no centro do desenho. Esta "cruz" não será impressa nos símbolos, mas sempre estará presente e podemos considerar que é uma espécie de "porta de entrada" do símbolo, quando formos manipulá-lo no *Schematic*.

T1 Descrição dos parâmetros do comando *Pin*.



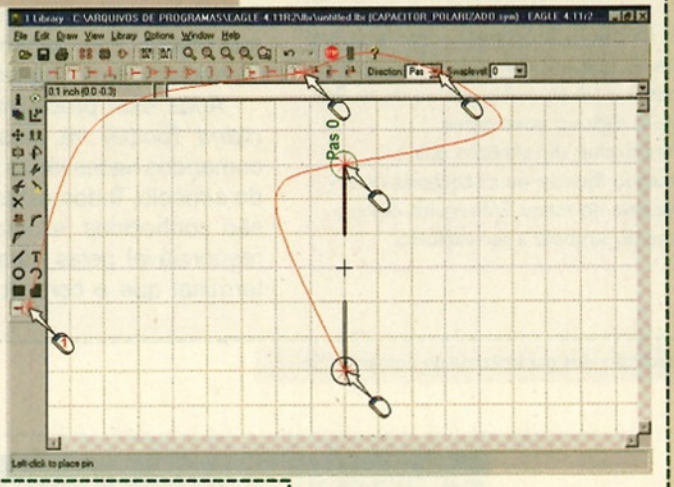
	Grid	Configura a área de trabalho como um papel milimetrado.
	***Orientation***	Seleciona a direção do pino no desenho. Observe que com o uso do comando *Pin*, o cursor fica diferente e o mais importante é identificar que o circulo em uma das extremidades do novo cursor indica o final do terminal, ou seja, o local onde deve haver a conexão com outro componente no esquema. Você também pode clicar com o botão direito do mouse para girar o pino.
	***Function***	Para os componentes passivos, tipo, capacitores, resistores, diodos, transistores entre outros, normalmente a função do pino será do tipo *None*. As outras opções são utilizadas geralmente para circuitos integrados, onde temos as opções de inversores (Dot) *Clocks* (Clk) e *Clock* inversores (DotClk)
	***Length***	Temos quatro tamanhos de pinos fixos. Os tamanhos são dados em polegadas (0", 0.1", 0.2" e 0.3"). Para fazer um pino com outras medidas, utilize o tamanho "0" e trace uma linha com o comando *Wire* até o corpo do símbolo.
	***Visible***	Este parâmetro permite que sejam mostrados ou não os nomes e numerações dos pinos. Normalmente para um componente passivo utilizamos a opção Off e para um circuito integrado, a opção Both.
	***Direction***	Este parâmetro é muito importante para a utilização do comando ERC. Aqui é determinado que tipo de sinal elétrico é aplicado a este pino. As opções são: NC Pino não conectado. *In* Pino de entrada. *Out* Pino de saída. I/O Pino de entrada e saída. OC Pino tipo "Coletor Aberto". Hiz Pino de saída com alta impedância. Pas Pino de uso geral (componentes passivos). Pwr Pino de entrada para alimentação. Sup Pino de terra (GND).
	***Swaplevel***	Sua função é permitir que o pino de um componente possa ser trocado por outro pino. Por exemplo, em um circuito podemos inverter sem problemas os terminais de um resistor, já um diodo não é possível fazer esta inversão. Para os componentes que não permitem o *Swaplevel* a configuração deve ser "0", aos que permitem, pode ser qualquer valor entre "1" e "255". Isto quer dizer que pode haver um componente que tenha até 255 pinos intercambiáveis. O *Swaplevel* é muito útil em circuitos integrados de portas lógicas, onde podemos trocar os pinos que tenham o mesmo *Swaplevel* e com isto evitar algumas voltas desnecessárias na hora fazer o roteamento da placa no módulo *Board*.

Na seqüência exibida na **figura 3** temos o procedimento para inserção dos pinos do capacitor. O parâmetro *Direction* deve ser "*Pas*" e como este componente tem polaridade, o *Swaplevel* deve ser mantido em "0".

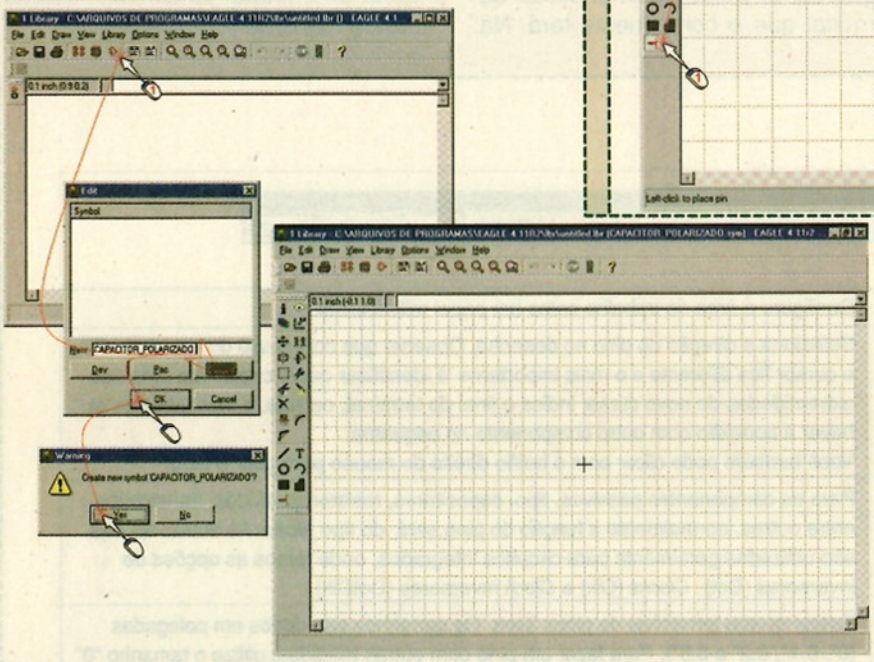
Para desenhar com maiores detalhes o símbolo, foi necessário alterar o valor do *Grid*, mas observe que ele só deve ser alterado após a colocação dos pinos, sob o risco de não conseguirmos conectar facilmente este símbolo a outro no *Schematic*. Na janela de configuração do *Grid*, foi usado o valor "0.025", digitado no campo *Size*, como ilustra a seqüência da **figura 4**.

Em seguida foi utilizado o comando *Wire* para desenhar os dois retângulos e o comando *Rect* para preencher um deles.

3 Colocação dos terminais.



2 Criando um novo símbolo.



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?

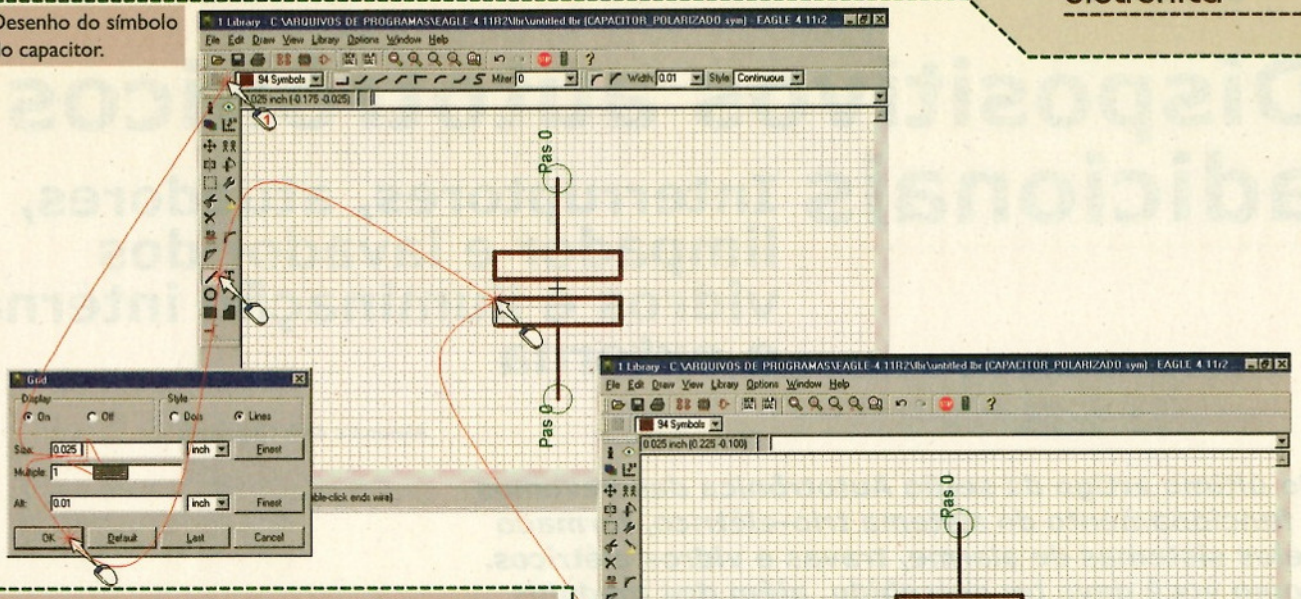
Encontre-as na revista:

MECATRÔNICA Atual
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS E MANUFATURA

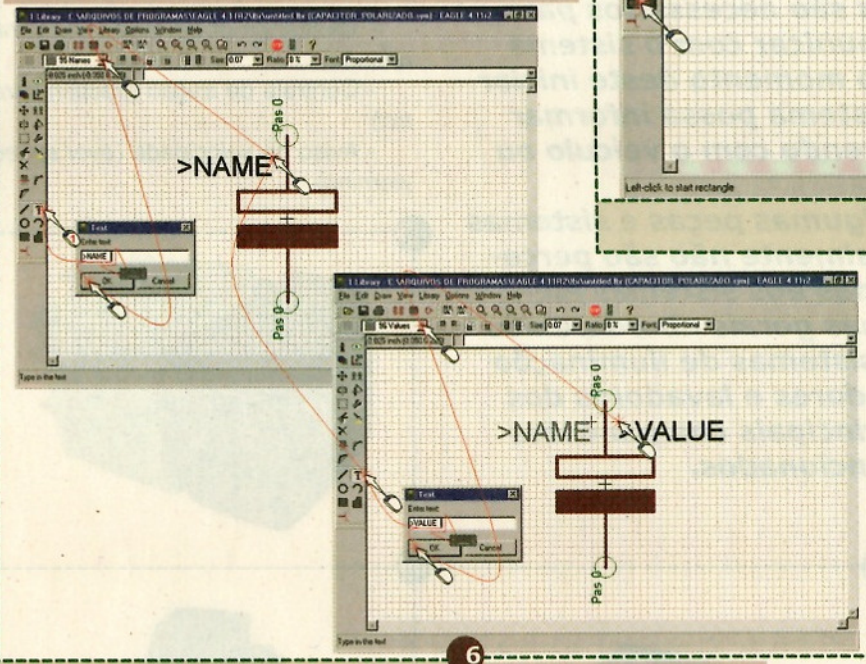
Bimestralmente nas bancas

www.mecatronicaatual.com.br

4 Desenho do símbolo do capacitor.



5 Colocação do texto ">NAME" e ">VALUE", que garantem a identificação e valor do componente no esquema.



os nomes nos pinos que, apesar de não aparecerem no símbolo, serão úteis mais adiante. Para isto, use o comando *Name* digitando "+" para o terminal positivo e "-" para o terminal negativo.

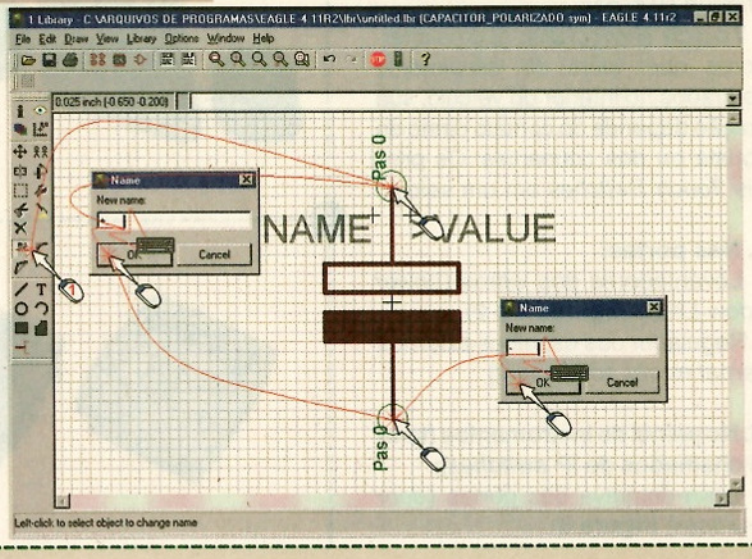
Na próxima edição

Veja como criar um encapsulamento e como juntar essas informações para criar um componente completo para sua biblioteca.

O próximo passo, mostrado na seqüência da **figura 5**, em principio não fará muito sentido, mas é muito importante que seja feito desta forma, pois irá garantir a identificação automática do componente (C_1, C_2, C_3, etc.) e o seu valor (1 µF, 10 µF, etc.). Utilizando o comando *Text* digite o texto ">NAME" e antes de clicar na área de trabalho, selecione a opção "*95 Names*" no *Select Layer*. O mesmo procedimento deve ser feito no campo onde estará o valor do componente, porém o texto digitado deve ser ">VALUE" e o *Select Layer* deve ser "96 *Values*".

Na ultima etapa, vista na seqüência da **figura 6**, devem ser colocados

6 Definindo os pinos "+" e "-".



Dispositivos autotrônicos adicionais

Interruptores, atuadores, limpador e lavador dos vidros e iluminação interna e externa

Alexandre de A. Guimarães

No último artigo da seção Autotrônica descrevemos o funcionamento do sistema trio-elétrico, formado pelos sistemas de alarme, travas e vidros elétricos. Como você deve ter percebido, além dos módulos eletrônicos utilizados no controle destes sistemas, alguns dispositivos adicionais são necessários para que o motorista possa se comunicar com o sistema e vice-versa; ou informando o momento deste iniciar seu trabalho ou para que o sistema possa informar ao motorista o que está ocorrendo com o veículo ou executar suas tarefas.

Neste artigo trataremos de algumas peças e sistemas muito interessantes, que geralmente não são percebidas ou são pouco relacionadas aos sistemas eletrônicos dos veículos. Em linhas gerais abordaremos os interruptores, atuadores, sistemas de iluminação externa e interna e dos limpadores e lavadores dos vidros. Apresentaremos os principais componentes em cada um dos sistemas mencionados.

Os interruptores são chamados de *switches* (abreviação: Sw ou SW) pelos engenheiros de produto das montadoras. Existem duas classes de *switches*: os *touch switches* e os *hidden switches*.

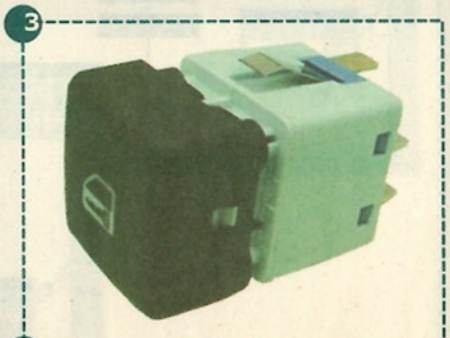
A - *Touch Switches*: são os interruptores que, além de visualmente encontrados no interior do veículo, sua operação depende do contato direto do motorista ou dos ocupantes. Os principais *Touch Switches* em um veículo são:

i. Nas portas:

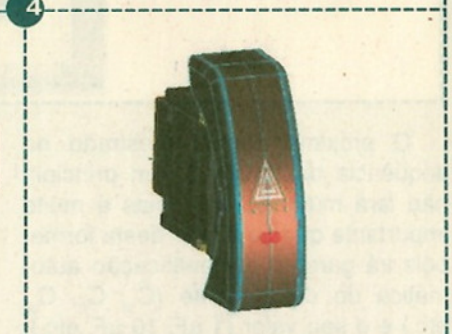
- Levantadores dos vidros (*power Window Lifter*) (**figuras 1** e **2**).
- Regulador dos espelhos externos (*external mirror adjustment*)

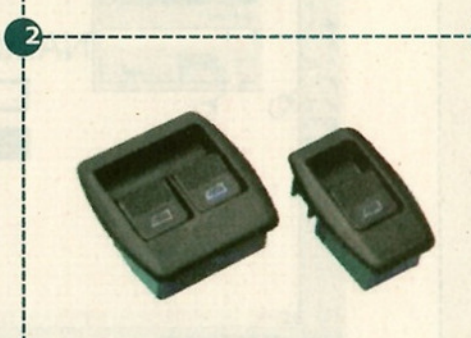
ii. No painel de instrumentos (também chamados de IP *switches*):

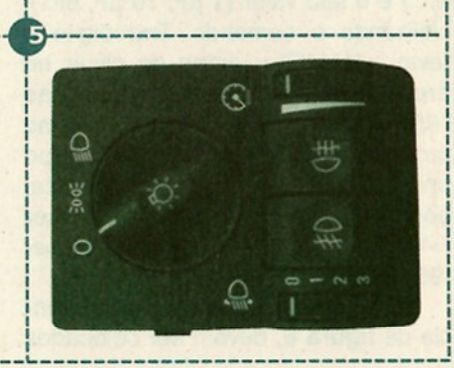
- Trava-destrava das portas (*door lock-unlock*) (**figura 3**).
- Destranca porta malas (*lid trunk release*)
- Controle de tração (*traction control*)
- Aviso de velocidade (*over speed warning*)









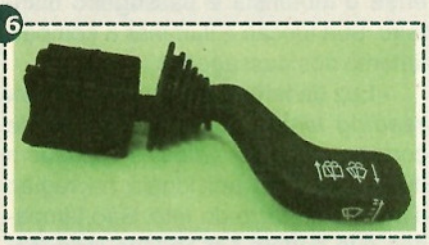


- Aquecimento dos bancos (*heating seat*)
- Pisca-alerta (*hazard switch*) (**figura 4**);
- Interruptor de luzes (*light switch*) (**figura 5**).

iii. Na Coluna de Direção

- Chave de seta (*turn signal switch*);
- Alavanca do Limpador e lavador (*Wiper and Washer Switch*) (**figura 6**).

6



B - *Hidden Switches:* são os interruptores que não ficam aparentes aos ocupantes do veículo e que são acionados indiretamente pelo motorista (ao se fechar uma das portas ou capô, por exemplo):

i. No **compartimento do motor** temos o Interruptor do capô (*hood Sw*), utilizado para acionar a lâmpada que ilumina o compartimento do motor e o sistema de alarme (quando disponíveis).

ii. No **porta-malas** encontramos o interruptor de abertura do porta-malas (*trunk Sw*), utilizado para acionar a lâmpada que ilumina o porta-malas e o sistema de alarme (quando disponível).

iii. Na **pedaleira** temos o interruptor de freio (*stop lamp Sw*) e o de Embreagem (*clutch Sw*). São interruptores montados em cada um dos pedais e que avisam ao sistema de controle do motor e da carroçaria a situação de atuação de cada pedal. (**figura 7**).

7



iv. No **console central** temos os interruptores de freio de mão (*handbrake Sw*) e de marcha-ré (*reverse gear Sw*), responsáveis por indicar o status destes sistemas.

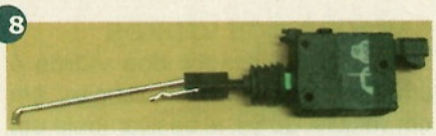
v. Na **Coluna de Direção** temos o interruptor de ignição (*Ignition Sw*), responsável por comandar a alimentação de todo o veículo; da energização dos acessórios à partida do motor.

ATUADORES

Os **atuadores**, conhecidos como *actuators* pelos autotrônicos, são dispositivos eletromecânicos que respondem mecanicamente aos estímulos elétricos gerados pelos módulos eletrônicos. Vejamos os principais atuadores de um veículo:

i. Destranca porta-malas ou *lid trunk release actuator*: Responsável pela abertura remota do porta-malas (ao comando do interruptor destranca porta-malas e controlado pelo módulo de controle das travas elétricas). (**figura 8**).

8



ii. Portinhola de combustível ou *fuel filler actuator*: responsável pelo travamento da tampa de acesso ao bocal de abastecimento.

iii. Travas das portas ou *latches*: estes dispositivos já foram descritos no artigo anterior.

iv. espelhos elétricos externos ou *external rear view mirrors*: são os espelhos externos cujo ajuste de posição é realizados eletricamente através de interruptores localizados, geralmente, na porta do motorista.

v. Espelhos externos escamoteáveis ou *foldable mirrors*: são os espelhos que podem ser articulados / dobrados / virados para uma posição paralela ao veículo.

LIMPADOR DOS VIDROS

O sistema limpador dos vidros é um dos sistemas eletromecânicos mais complexos em um veículo. A sua concepção e desenvolvimento devem garantir, além da correta funcionalidade e durabilidade, o atendimento à legislação. Vamos então a algumas informações sobre este sistema:

- **Funcionalidade:** o sistema limpador do vidro é um dos itens de segurança de um veículo. Além disso, o resultado final do seu trabalho não deve chamar a atenção do motorista. Caso isto ocorra, certamente é porquê o mesmo não está operando corretamente, geralmente com problemas de trepidação, ruído ou até mesmo ineficiência na limpeza. Quando você utiliza o seu carro sob fortes chuvas e não percebe que o mesmo tem um limpador de pára-brisa, fique contente. Isto significa que ele está funcionando de forma apropriada.

- **Durabilidade:** o sistema deve ser capaz de resistir às constantes variações de temperatura, pressão e umidade a que é sujeitado. Nada deve interferir em sua performance e aparência. Perceba então a dificuldade em se especificar os materiais a serem utilizados. Temos em um sistema limpador dos vidros diversas peças plásticas, metálicas e borracha. Estes componentes devem resistir ao trabalho pesado e às condições climáticas; inclusive aos efeitos dos ráios solares, fortemente carregados com fótons de ultravioleta (UV) e que são extremamente nocivos aos materiais plásticos e às borrachas.

- **Legislação:** o sistema deve atender alguns requisitos legais, não só no Brasil mas em todos os mercados do mundo. Basicamente, são requisitos relacionados à área de varredura (de limpeza) e de funcionamento em altas velocidades (geralmente acima de 120 km/h). A necessidade de atender os requisitos legais é que leva o engenheiro a escolher um ou outro sistema limpador (dentre os 3 citados a seguir), os materiais utilizados, e a relação mecânica entre os braços / palhetas e o mecanismo / motor do sistema.

- **Limpador do pára-brisa ou *front wiper system* ou *windshield wiper*:** Existem basicamente 3 tipos de limpadores de pára-brisa.

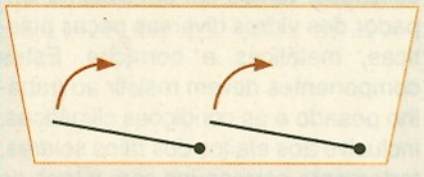
- **Palheta única:** como o próprio nome diz, uma única palheta é utilizada para a limpeza, sendo normalmente instalada no eixo central do vidro dianteiro. O veículo Uno usa este conceito de limpador dianteiro. (**figura 9**).

9



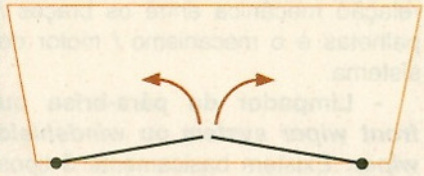
· **Duas palhetas com movimento Convencional:** este é o sistema mais comum entre os diversos veículos existentes. Dois braços, com uma palheta cada, realizam o trabalho de limpeza girando, ambas, no mesmo sentido, horário ou anti-horário. As palhetas não precisam ser necessariamente do mesmo tamanho. Como exemplo de veículos que utilizam este conceito temos o Celta, Corsa, Astra, Vectra e S10 (**figura 10**).

10



· **Duas palhetas com movimento *Butterfly*:** este sistema trabalha com duas palhetas, girando em sentidos contrários, para fora do vidro. É o sistema mais complexo e mais caro, utilizado somente quando os dois sistemas anteriores não são capazes de atender aos requisitos legais. Como exemplos de veículos que utilizam este sistema podemos destacar a Zafira, o Classe A e a Meriva. (**figura 11**).

11



- **Limpador do vidro vigia (traseiro) ou *rear wiper system*:** Este sistema é utilizado em veículos *hatch-back*, em função do ângulo do vidro traseiro não facilitar sua autolimpeza durante a movimentação do veículo. Em alguns mercados, como por exemplo no Japão, é obrigatória a utilização do limpador traseiro mesmo em veículos sedan (ou *notch-back*). Apesar de não ser obrigatório no Brasil, quando este sistema é instalado no veículo, o seu funcionamento, especialmente a área de varredura, deve atender alguns critérios descritos na lei. O sistema consiste basicamente em um motor elétrico, com um braço e uma palheta.

- **Sensor de chuva ou *rain sensor*:** Alguns veículos de luxo têm utilizado este sistema de conforto. Trabalhando em conjunto com a alavanca do limpador, ele aciona automaticamente as palhetas dianteiras quando uma certa quantidade de água for detectada pelo sensor, instalado no próprio pára-brisa. Seu funcionamento é simples, baseado em princípios de concentração e dispersão de luz sobre uma fotocélula, conectada à uma pequena central eletrônica de controle.

LAVADOR DOS VIDROS

O sistema **lavador dos vidros** é um dos sistemas mais simples em um veículo. Consiste basicamente em um reservatório de água, com capacidade variável de um veículo para o outro (geralmente de 1,5l a 3,0l d`água), alguns metros de mangueira, os esguichos e a bomba elétrica.

Alguns sistemas trabalham com 1, 2 ou 3 esguichos, quantidade diretamente relacionada à funcionalidade do sistema e ao *Design* do veículo. Existem também 2 tipos de esguichos, os simples e os do tipo *spray*.

Alguns sistemas lavadores carregam ainda algumas válvulas de retenção de água, para que sempre exista líquido no circuito das mangueiras. Sistemas de veículos de luxo contam ainda com um sensor de nível d`água, que indica ao computador de bordo o momento de reabastecer o sistema.

ILUMINAÇÃO INTERNA

O sistema responsável pela **iluminação interna** de um veículo possui uma série de componentes. São basicamente lâmpadas instaladas dentro de peças de aparência atraente e com, eventualmente, alguns comandos incorporados. Quanto mais luxuoso for um veículo, maior é a quantidade de dispositivos de iluminação interna disponíveis. Vamos a alguns exemplos:

- **Luz de cortesia ou *courtesy lamp*:** é o componente de iluminação mais simples em um veículo, estando disponível em 100% dos carros. Trata-se de uma lâmpada instalada na parte dianteira do fôrro do teto, entre o motorista e passageiro dianteiro. Sua função é iluminar o compartimento dos passageiros.

- **Luz de leitura dianteira ou *front reading lamps*:** em adição à luz de cortesia, alguns veículos possuem duas lâmpadas adicionais na região dianteira do fôrro do teto. São lâmpadas que podem ser ligadas independentemente e facilitam a leitura e o manuseio de objetos dentro do veículo.

- **Luz de leitura na região das portas:** possuem a mesma função das luzes de leitura dianteiras, só que são instaladas na região das alças de apoio localizadas em cada uma das portas.

- **Luz de leitura traseira ou *rear reading lamps*:** possuem a mesma função das luzes de leitura dianteiras, só que são instaladas na parte traseira do fôrro do teto.

- **Luz do Porta-Luvas ou *Glove Box Lamp*:** é uma pequena lâmpada que facilita a procura de objetos dentro do compartimento porta-luvas.

- **Luz do porta-malas ou *lid trunk lamp*:** é uma pequena lâmpada que facilita a procura de objetos dentro do compartimento porta-malas.

- **Conceito fibra ótica:** alguns veículos têm utilizado fibras óticas para a iluminação de componentes e partes do ambiente interno. Conectadas à uma única fonte de luz, as fibras óticas são capazes de conduzir luz a toda e qualquer parte do veículo, sendo facilmente manuseadas e instaladas. Com a redução dos custos de matéria-prima e manufatura, cada vez mais teremos veículos fazendo uso desta tecnologia.

ILUMINAÇÃO EXTERNA

O sistema responsável pela **iluminação externa** é um dos mais com-

plexos em um veículo. Além de afetar a segurança dos ocupantes (especialmente durante a noite) ele afeta diretamente a aparência do produto final. Vários são os componentes de um sistema de iluminação externa. Vamos tratá-los de forma simplificada, destacando suas principais características:

- Faróis ou *headlamps*: apesar de parecer simples, um farol possui diversas variáveis que devem ser controladas no momento da sua concepção e desenvolvimento. Basicamente, um farol possui 3 funções: Indicar a posição do veículo através de uma pequena lâmpada, conhecida como luz de posição ou lanterna, operar o farol baixo e operar o farol alto. Vamos aos detalhes: (**figura 12**):

12



- Existem diversos tipos de lâmpadas que podem ser utilizadas, tornando o farol mais ou menos eficiente, mais ou menos atraente e mais ou menos custoso. Os 3 principais tipos de faróis, do ponto de vista do tipo de lâmpada utilizada, são: com refletor simples (o mais barato e normalmente utilizado - exemplo: Celta, Corsa e Meriva), o com bloco elíptico (com *design* extremamente atraente - exemplo: Astra, a partir de 2003) e o com lâmpada tipo *xenon* (parecido com o bloco elíptico só que com uma fonte de luz mais potente, controlada por uma central eletrônica exclusiva - exemplo: maioria dos Mercedes-Bens e Audi). Alguns faróis já estão sendo desenvolvidos utilizando-se LEDs ao invés de lâmpadas. Estes sistemas, apesar de extremamente robustos, ainda são muito caros e devem demorar alguns anos até serem utilizados em larga escala.

Os faróis podem ter ou não regulagem elétrica de altura dos feixos de luz. Esta regulagem é feita através de um pequeno motor elétrico comandado pelo motorista de dentro do compartimento dos passageiros.

Por ser instalado no compartimento do motor e ter componentes internos que naturalmente são vistos por quem está do lado de fora, a preocupação com a penetração d`água e poeira é grande. O sistema deve ser vedado à entrada destes materiais, mas também deve possuir respiros que permitam a saída de vapores, evitando a condensação interna e o embaçamento das lentes.

Os faróis devem ser projetados considerando a fácil montagem e a fácil substituição de suas lâmpadas. Estes são conceitos fundamentais no momento de se desenvolver um farol.

Os faróis interferem diretamente na aparência do carro. Desta forma, a sua interação com os demais componentes (pára-choque e pára-lama, entre outros) deve ser minuciosamente controlada. Este é um grande desafio que, como mencionado no artigo anterior, depende de uma forte interação entre os engenheiros elétricos e mecânicos.

O atendimento à legislação é outro ponto fundamental no desenvolvimento de um farol. A chamada linha de corte dos faróis é a principal variável controlada pelos engenheiros. Você já deve ter percebido que os faróis não iluminam de forma simétrica a frente de um veículo. O lado direito do carro possui mais luz que o lado esquerdo, certo? Isto é proposital, solicitado por rígidos critérios legais.

- Lanternas ou *tailamps*: também possuem diversas variáveis que devem ser controladas no momento da sua concepção e desenvolvimento. Basicamente uma lanterna possui 4 funções: Indicar a posição do veículo através de uma pequena lâmpada, conhecida como luz de posição ou lanterna, operar a luz de freio, operar a luz de ré e operar a luz de neblina traseira. As lanternas também podem trabalhar com lâmpadas ou LEDs e também devem atender diversos requisitos legais, que regulamentam a intensidade das lâmpadas e o posicionamento delas no veículo. Detalhes como manufaturabilidade, montagem e serviços também devem ser observados no desenvolvimento de uma lanterna (**figura 13**).

- Luz de neblina dianteira ou *front fog lamp*: localizado no pára-choque dianteiro, o farol de neblina

13



também deve considerar os critérios de desenvolvimento utilizados pelos faróis. (**figura 14**).

14



- Luz de neblina traseira ou *rear fog lamp:* localizada na lanterna traseira ou no pára-choque traseiro, a luz de neblina traseira também deve considerar os critérios de desenvolvimento usados pelas lanternas.

- *Brake light* ou CHMSL (*center high mounted stop lamp*): é nada mais que uma luz de freio auxiliar, cujo objetivo principal é destacar aos carros que circulam atrás do seu o momento de uma frenagem, reduzindo as chances de uma colisão. Pode ser instalado na tampa traseira ou no vidro vigia, dependendo basicamente do desejo de *design* para o veículo. Pode ser de lâmpada ou LED, escolha esta relacionada ao *design* do veículo e também ao custo do sistema.

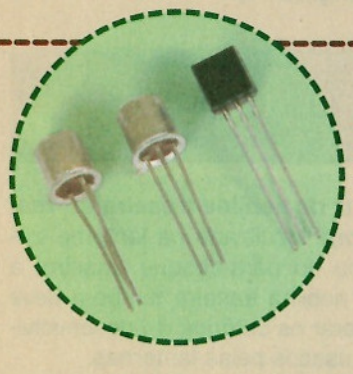
- Pisca lateral ou *side blinker*: são luzes auxiliares que indicam a direção para onde o veículo está sendo direcionado (direita ou esquerda). Podem ser instaladas nas portas dianteiras ou nos pára-lamas dianteiros ou nos retrovisores. A decisão é basicamente tomada considerando-se o *design* do veículo.

CONCLUSÃO

Este artigo procurou passar algumas informações básicas sobre alguns sistemas importantes nos veículos. Sistemas que geralmente não são notados pela grande maioria dos motoristas ou ocupantes pela simples razão deles realizarem normalmente suas funções e serem parte do design interior e exterior dos veículos.

No artigo da próximo edição voltaremos a falar de sistemas eletro-mecânicos que carregam um forte conteúdo eletrônico em suas unidades de controle. Falaremos sobre os sistemas de *AirBag* e ABS. Até lá ! f

Conheça os transistores de efeito de campo (FETs)



O FET (abreviação de* Field Effect Transistor*) ou transistor de efeito de campo é um dispositivo que pode ser usado nas mesmas aplicações que os transistores bipolares, ou seja, como amplificador, chave ou oscilador. Veremos neste artigo suas principais características.

Newton C. Braga

O FET básico é formado por uma peça de material semicondutor N na qual duas regiões P são formadas, deixando entre elas um canal conforme mostra a **figura 1**.

A corrente através do canal de material N pode ser controlada por uma tensão aplicada ao material N. Variações pequenas da tensão aplicada ao terminal de comporta (*gate* ou G) provocam, então, variações de corrente maiores entre o dreno (*drain* = d) e a fonte (*source* = s). Enquanto os transistores bipolares são típicos amplificadores de corrente, os FETs são amplificadores de tensão.

O FET pode ser encontrado em dois tipos básicos: canal N ou canal P, conforme o material usado. Este tipo básico de transistor de efeito de campo, onde existe uma junção entre os materiais P e N, é também chamado de FET de junção ou JFET. Na **figura 2** temos um circuito básico empregando um FET deste tipo como amplificador de sinais.

O FET pode ser utilizado nas mesmas configurações básicas em que os transistores de junção são ligados, veja a **figura 3**.

Atenção

Os FETs são dispositivos sensíveis. Uma carga estática pode danificá-los. Nunca os segure pelos terminais.

Símbolos e tipos

Na **figura 4** ilustramos os símbolos usados para representar os FETs. Observamos que não existe nenhuma diferença externa entre os transistores bipolares comuns e os FETs. Para saber qual é um ou qual é outro somente conhecendo o tipo ou tendo o diagrama do aparelho onde eles são utilizados.

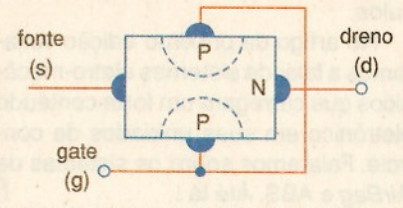
Uma boa fonte de informações sobre transistores é a Internet. Basta digitar o tipo no "search" de mecanismos de busca como o Google (**www.google.com**) que podemos acessar literatura sobre os componentes visados.

Especificações

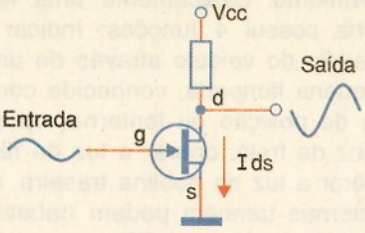
As especificações elétricas dos FETs são importantes para saber qual é o substituto numa aplicação ou ainda para poder testar um exemplar que tenhamos em mãos. As principais especificações são:

1. Máxima tensão entre dreno e fonte (Vds): É a máxima tensão que o transistor pode manusear sem quei-

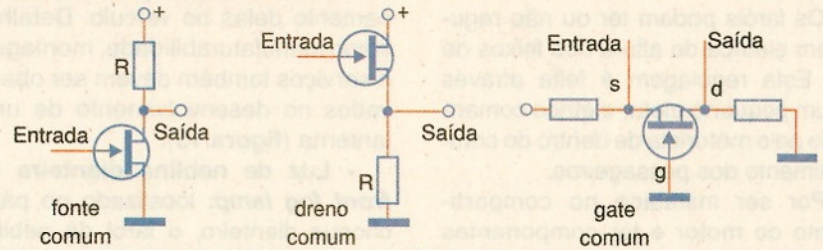
1 Estrutura do FET básico.



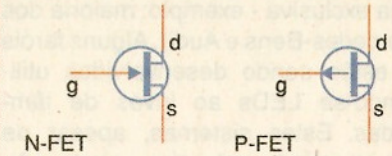
2 Circuito básico usando um FET.



3 Configurações básicas.



4 Símbolos.



mar-se. Para os tipos comuns está entre 20 e 60 V. Esta especificação também pode ser dada como Vds (máx);

2. Máxima corrente de dreno (Id): É a máxima corrente que pode atravessar o componente quando em operação;

3. Transcondutância: Trata-se de medida equivalente ao ganho dos transistores bipolares. A transcondutância é medida em Siemens (S). Em algumas publicações e diagramas antigos encontramos a unidade mho (ohm escrito ao contrário ou o símbolo omega "de cabeça para baixo");

4. Potência de dissipação (Pd): É a mesma especificação dos transistores bipolares, sendo medida em watts.

Onde são encontrados

Os JFETs são encontrados em circuitos onde sinais devam ser gerados, controlados ou amplificados. Eles tanto podem ser usados no modo linear (como amplificadores) ou como chaves. Na **figura 5** temos um circuito típico onde um FET é empregado como amplificador para sinais de um microfone ou outro transdutor.

Quando da substituição de um FET é importante conhecer o tipo, e se um substituto diferente for usado, será preciso saber qual a disposição de seus terminais de comporta, dreno e fonte.

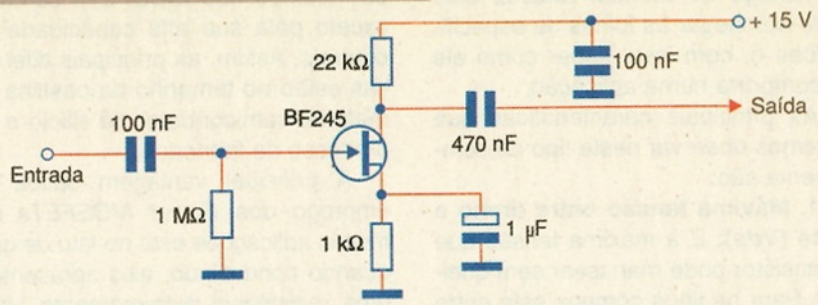
Testando

Podemos detectar se um FET tem problemas na junção, medindo-a com o multímetro. No entanto, o teste mais completo deverá ser o dinâmico feito com aparelhos especiais. Na **figura 6** indicamos as resistências típicas que encontramos ao testar um FET com o multímetro.

MOSFETS

Transistores de Efeito de Campo MOS (*Metal Oxide Semiconductor*) ou MOSFETs são dispositivos derivados dos transistores de efeito de campo comuns, mas com algumas mudanças na sua estrutura. Conforme mostra a **figura 7**, no MOSFET temos uma fina camada de óxido de metal (que dá nome ao dispositivo), a qual isola o substrato da região de comporta, em lugar da junção encontrada no JFET.

5 FET usado como amplificador para sinais.



No entanto, o funcionamento do MOSFET é o mesmo: uma tensão aplicada no terminal de comporta provoca variações ou controla a corrente que flui entre o dreno e a fonte. Isso significa que os MOSFETs podem ser usados nas mesmas aplicações que o JFET, mas com algumas vantagens.

Atenção

A camada de óxido que isola a comporta do substrato é extremamente fina e pode ser rompida por descargas estáticas. O simples toque dos dedos no terminal de um componente deste tipo pode provocar uma descarga estática que fura esta camada e danifica o componente.

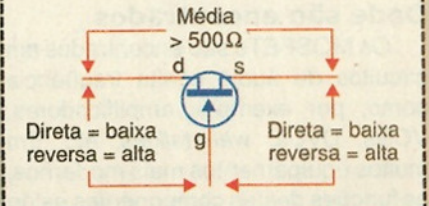
Símbolos

Na **figura 8** temos os símbolos adotados para representar os dois tipos de MOSFETs que existem.

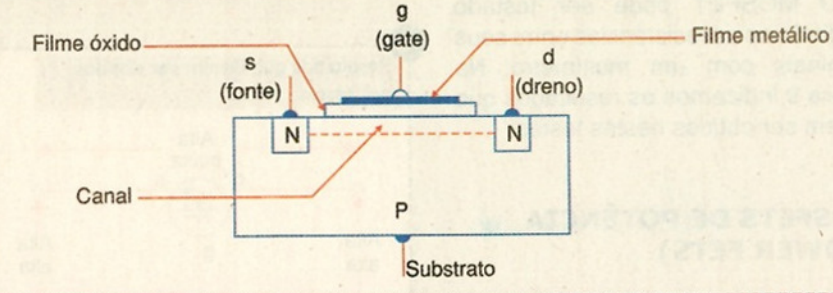
Veja que também existem MOSFETs em que podemos integrar duas comportas, ou seja, podemos controlar a corrente entre o dreno e a fonte a partir de dois sinais diferentes. Esses componentes são denominados MOSFETs de porta dupla ou dupla comporta.

Os MOSFETs comuns são dispositivos de baixa potência, sendo necessário que o profissional tenha diagramas ou folhas de dados do fabricante para conhecer melhor um tipo que seja encontrado num equipamento.

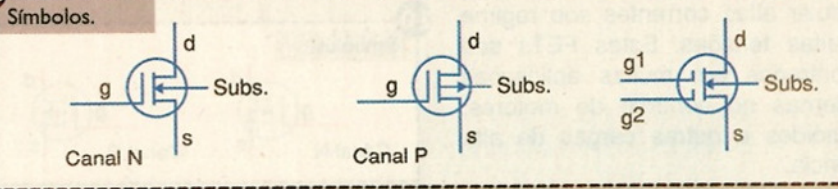
6 Resistências típicas.



7 MOSFET.



8 Símbolos.



Especificações

Um MOSFET é identificado por um código de fábrica. Através dele pode-se chegar às folhas de especificações e, com isso, saber como ele se comporta numa aplicação.

As principais características que devemos observar neste tipo de componente são:

1. Máxima tensão entre dreno e fonte (Vds): É a máxima tensão que o transistor pode manusear sem queimar. Para os tipos comuns está entre 20 e 60 V. Esta especificação também pode ser dada como Vds (máx).

2. Máxima corrente de dreno (Id): É a máxima corrente que pode atravessar o componente quando em operação.

3. Transcondutância: Trata-se de medida equivalente ao ganho dos transistores bipolares. A transcondutância é medida em Siemens (S). Em algumas publicações e diagramas antigos encontramos a unidade mho (ohm escrito ao contrário ou o símbolo omega "de cabeça para baixo").

4. Potência de dissipação (Pd): É a mesma especificação dos transistores bipolares, sendo medida em watts.

Onde são encontrados

Os MOSFETs são encontrados em circuitos de áudio e alta freqüência como, por exemplo, amplificadores, VCRs, DVDs, *walk-talkies*, etc. Em muitos equipamentos mais modernos, as funções destes componentes estão embutidas em circuitos integrados.

Como Testar

O MOSFET pode ser testado medindo-se as resistências entre seus terminais com um multímetro. Na **figura 9** indicamos os resultados que devem ser obtidos nestes testes.

MOSFETS DE POTÊNCIA (POWER FETS)

Power FETs ou *Power MOSFETS* são FETs especiais projetados para conduzir altas correntes sob regime de altas tensões. Estes FETs são encontrados em muitas aplicações modernas no controle de motores, solenóides e outras cargas de alta potência.

A estrutura e o princípio de funcionamento do MOSFET de potência são os mesmos dos MOSFETs comuns, exceto pela sua alta capacidade de controle. Assim, as principais diferenças estão no tamanho da pastilha de material semicondutor de silício e no processo de fabricação.

A principal vantagem obtida no emprego dos *Power MOSFETs* em muitas aplicações está no fato de que, quando conduzindo, eles apresentam uma resistência extremamente baixa entre o dreno e a fonte (chamada Rds). Como o dispositivo praticamente não apresenta resistência quando conduz a corrente, a quantidade de calor que ele gera é mínima. Este fato permite que ele controle correntes muito intensas (dezenas e até centenas de ampères) praticamente sem dissipar calor.

Símbolo

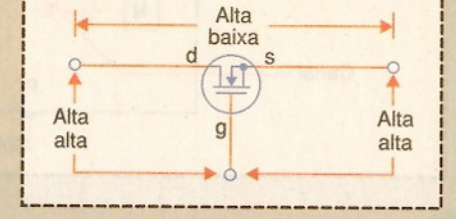
Na **figura 10** vemos os símbolos adotados para representar os dois principais tipos de MOSFETs de potência.

Como qualquer outro componente de potência, os MOSFETs de alguns tipos precisam ser montados em radiadores de calor. Porém, existem aqueles que são muito pequenos (para montagem em superfície) e que dispensam este recurso.

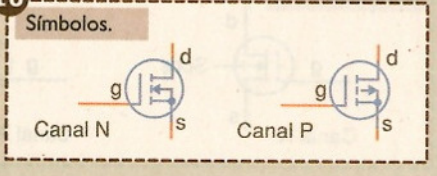
Especificações

Os *Power MOSFETs* são especificados por um número de fábrica. De posse deste número, consultando manuais ou folhas de dados podemos chegar às especificações. As principais são:

9 Resultados que devem ser obtidos nos testes.



10 Símbolos.



1. Máxima tensão entre dreno e fonte (Vds): É a máxima tensão que o transistor pode manusear sem queimar. Para os tipos comuns está entre 20 e 600 V. Esta especificação também pode ser dada como Vds (máx);

2. Máxima corrente de dreno (Id): É a máxima corrente que pode atravessar o componente quando em operação. Os MOSFETs de potência mais comuns podem controlar correntes de 1 a mais de 100 A;

3. Potência de dissipação (Pd): É a potência máxima que o componente pode dissipar. Há tipos comuns que chegam a mais de 200 W;

4. Resistência entre dreno e fonte (Rds): Trata-se da resistência que o componente apresenta a plena condução (*on*). Esta resistência é muito importante, pois determina a quantidade de calor que o componente irá dissipar numa aplicação. Quando menor for o valor da Rds(on) de um MOSFET de potência, mais eficiente será ele no controle de correntes elevadas. Tipos comuns podem ter uma resistência entre dreno e fonte menor que 0,02 ohms.

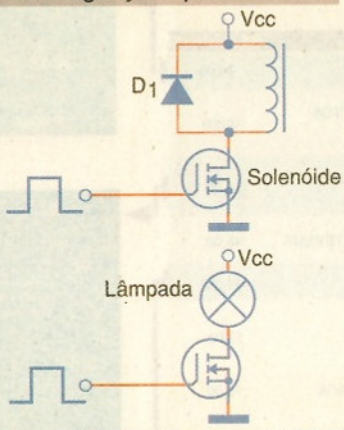
Onde são encontrados

Muitos equipamentos modernos usam MOSFETs de potência para o controle de motores, solenóides e outras cargas de alta corrente. Como os demais transistores, também podemos encontrar os MOSFETs de potência operando no modo linear na amplificação de sinais. Na **figura 11** temos duas configurações típicas em que estes componentes são utilizados.

Observe que, quando uma tensão positiva é aplicada à comporta de um MOSFET de canal N, ele conduz intensamente a corrente, alimentando o dispositivo que está ligado no seu dreno.

Uma outra função importante onde encontramos os MOSFETs de potência é nas fontes chaveadas ou *Switched Mode Power Supplies* (SMPS), cujo diagrama simplificado é mostrado na **figura 12**. Neste circuito, controlado por um oscilador PWM, o transistor de efeito de campo liga e desliga como uma chave, aplicando pulsos num transformador. Este sinal induz uma tensão no secundário que, depois de alterada e retificada, serve para alimentar os circuitos externos.

11 Duas configurações típicas.



Para controlar a tensão de saída desta fonte, um sinal é aplicado ao oscilador alterando a duração dos pulsos. Quando a tensão cai, os pulsos aumentam sua largura para compensar este efeito. Como alteramos ou modulamos a largura dos pulsos para manter a tensão, este tipo de fonte comutada usa uma tecnologia denominada PWM (*Pulse Width Modulation*) ou modulação de largura de pulso.

Uma outra aplicação para os FETs de potência é ilustrada na **figura 13**. Nela usamos transistores de efeito de campo complementares, cada qual amplificando metade do semiciclo do sinal de áudio. Com esta técnica obtêm-se uma amplificação de muito alta potência com pequena distorção. Este tipo de circuito é encontrado em amplificadores de áudio de alta qualidade.

Como Testar

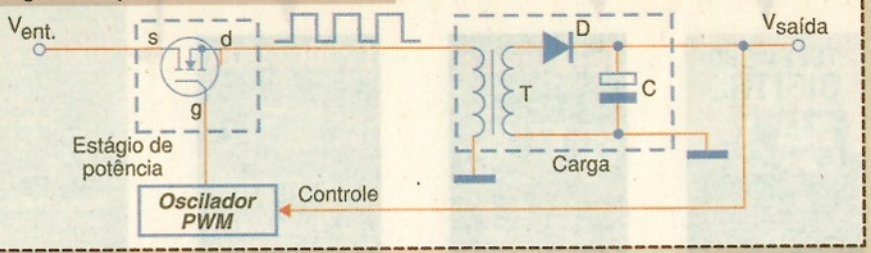
Um multímetro pode ser usado para testar os *Power MOSFETs* da mesma forma que os MOSFETs comuns. Em um transistor bom temos altas resistências entre todos os terminais. Uma baixa resistência em alguma medida indica um transistor danificado.

IGBT

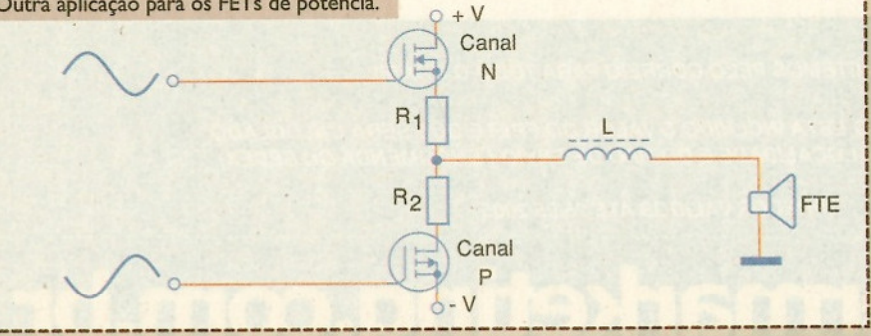
IGBT é o acrônimo para *Isolated-Gate Bipolar Transistor*. Trata-se de um semicondutor que é metade FET e metade bipolar. Assim, a corrente principal é conduzida entre um coletor e um emissor como num transistor bipolar, mas esta corrente é controlada por uma tensão aplicada numa comporta, como num FET.

Os IGBTs reúnem as vantagens dos dois componentes e, por isso, podem ser usados no controle de dispositivos de potência, sendo encontrados principalmente em aplicações industriais. Eles são empregados para controlar solenóides, motores, em fontes chaveadas, e em muitas outras aplicações importantes onde o controle de altas correntes a partir de tensões seja necessário.

12 Diagrama simplificado de fonte chaveada.



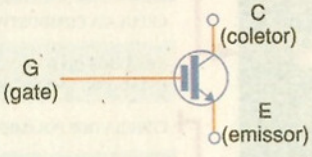
13 Outra aplicação para os FETs de potência.



Símbolo

O símbolo adotado para representar um IGBT é fornecido na **figura 14**. O aspecto externo é o mesmo de qualquer transistor de potência comum (Bipolar ou Power MOSFET) de modo que para saber se é um IGBT temos de nos basear no seu número de fábrica.

14 Símbolo adotado para representar um IGBT.



Especificações

Os IGBTs são identificados por números de fábrica. A partir deles podemos obter suas principais características elétricas que são:

1. Tensão máxima entre coletor e emissor (Vce(máx)): É a máxima tensão que pode ser aplicada ao dispositivo.

2. Corrente máxima de coletor (Ic(máx)): É a máxima corrente que o componente pode conduzir quando chaveado.

3. Potência de dissipação (Pd): É a máxima quantidade de energia que pode ser convertida em calor em cada segundo (em watts).

Onde são usados

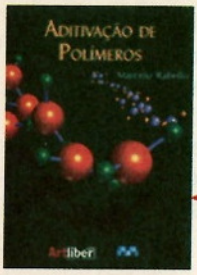
Os IGBTs são encontrados principalmente em máquinas industriais, inversores de potência, conversores de potência e em outros dispositivos de comutação de alta potência. Eles são montados sempre em dissipadores de calor. Nos equipamentos das instalações elétricas domiciliares, os IGBTs ainda não são muito comuns. Em muitos casos, eles podem substituir diretamente os *Power MOSFETs*.

Teste

O teste mais simples é o de continuidade, feito com o multímetro. A resistência entre a comporta (*gate*) e os demais terminais deve ser muito alta, assim como a resistência entre coletor e emissor. f

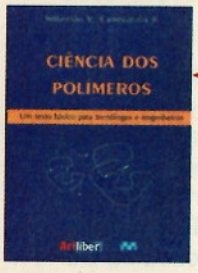
LITERATURA TÉCNICA

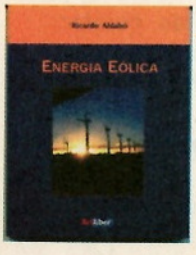
SABER MARKETING

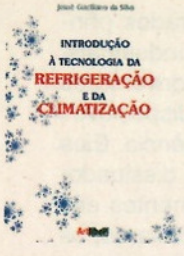


TÍTULO	R$ c/desc.
A COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA	33,00
ADITIVAÇÃO DE POLÍMEROS	45,00
APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO FLUÍDOS DE CORTE NOS PROCESSOS DE RETIFICAÇÃO	24,00
ASPERSÃO TÉRMICA - FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES	32,00
ATERRAMENTOS ELÉTRICOS	34,00
AUTO CAD 3D - MODELAMENTO E REDERING	45,00
CABOS DE ENERGIA	45,00
CÉLULA A COMBUSTÍVEL A HIDROGÊNIO	54,90
CENÁRIOS DO GÁS CANALIZADO NO ESTADO DE SÃO PAULO	37,00
CIÊNCIA DOS POLÍMEROS	47,00
DESMISTIFICANDO O CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO	20,00
DESPROPÓSITOS ELÉTRICOS	21,00
ENERGIA: DESCONCERTOS EM IMPASSE	18,00
ENERGIA EÓLICA	33,00
ENERGIA SOLAR	33,00
ESQUEMATECA - TECNICA. DO CONTROLE E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	60,00
GERENCIAMENTO DE PROJETOS	28,00
GESTÃO DE PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS	30,00
INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA DA REFRIGERAÇÃO E DA CLIMATIZAÇÃO	45,00
MOLDES PARA INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS	63,00
QUALIDADE NA ENERGIA ELÉTRICA	44,00
QUALIDADE: ENFOQUES E FERRAMENTAS	48,00











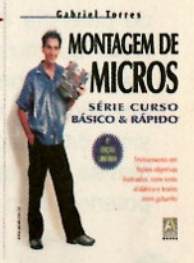


TÍTULO	R$ c/desc.
RECICLAGEM DO PLÁSTICO	26,00
SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO ASPECTOS REGULAMENTARES E TRIBUTÁRIOS	49,00
TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO DE POLÍMEROS	115,00
TECNOLOGIA DA USINAGEM DOS MATERIAIS	46,00
VISÃO SISTÊMICA DA QUALIDADE	45,00
ASSINATURA DIGITAL - ASPECTOS TÉCNICOS, PRÁTICOS E LEGAIS	52,00
AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS & ROBÓTICA	76,00
FORMAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO PROFISSIONAL EM TELECOMUNICAÇÕES REDES DE COMPUTADORES	142,00
HARDWARE - SÉRIE CURSO BÁSICO & RÁPIDO	46,00
LINUX - SÉRIE CURSO BÁSICO & RÁPIDO	48,00
MONTAGEM DE MICROS - SÉRIE CURSO BÁSICO & RÁPIDO	49,00
REDES - SÉRIE CURSO BÁSICO & RÁPIDO	46,00
REDES DE COMPUTADORES - CURSO COMPLETO	186,00
REPENSANDO A TI NA EMPRESA MODERNA - ATUALIZANDO A GESTÃO COM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	89,00
COMO UTILIZAR OS MULTÍMETROS DIGITAIS	29,90
MANUTENÇÃO DE MONITORES DIGITAIS	41,00
MANUTENÇÃO DE FONTES CHAVEADAS	29,90
OSCILOSCÓPIO - TÉCNICAS DE UTILIZAÇÃO	29,90
TELEVISÃO DIGITAL	36,00
TELEVISÃO PROFISSIONAL	45,00













REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

**NOS PREÇOS NÃO ESTÁ INCLUIDO O VALOR DO FRETE QUE SERÁ CALCULADO DEPENDENDO DA LOCALIDADE E DO TIPO DE ENVIO (ENCOMENDA OU SEDEX)*

PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 25/05/2005

www.sabermarketing.com.br

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

www.sabermarketing.com.br

Literatura Técnica ▪ Que não pode faltar em sua biblioteca



MAIS VENDIDO

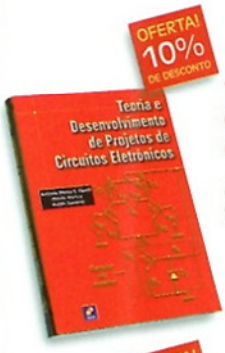
Conectando o PIC - Recursos Avançados

É um livro destinado aos profissionais da área de eletrônica, incluindo hobistas, técnicos e engenheiros.

É necessário que o leitor já tenha algum conhecimento da linguagem Assembly do PIC, assim como das ferramentas de trabalho: o MpLab e um sistema de gravação.

Os principais assuntos abordados são: introdução ao PIC 16F877A, resumo do set de instruções, as primeiras explorações (I/Os e timers), varredura de display com 4 dígitos, operação com display de cristal líquido (LCD), conversor analógico-digital interno e por RC, os módulos CCP (Capture/Compare/PWM), memórias não-voláteis (E2PROM/FLASH), comunicação serial 1 - SPI e I2C, comunicação serial 2 - USART e implementação de um sistema de medição de temperatura. Autor: David J. de Souza e Nicolás C. Lavinia

de: R$ ~~96,00~~ Por: R$ 86,40



Teoria e Desenvolvimento de Projetos de Circuitos Eletrônicos

Autor:Antonio Cipelli / Sandrini / Markus

de R$ ~~93,00~~
por R$ 83,70



Mecânica Técnica e Resistência dos Materiais

Autor: Sarkis Melconian

de R$ ~~90,00~~
por R$ 81,00



Elementos de Máquinas

Autor: Sarkis Melconian

de R$ ~~88,00~~
por R$ 79,20



Laboratório de Eletricidade e Eletrônica

Autor: Denys E. C. Nicolosi

de R$ ~~79,00~~
por R$ 71,10



Microcontroladores PIC 16F628A/648A

Autor: Wagner da Silva Zanco

de R$ ~~93,00~~
por R$ 83,70



Sistemas Analógicos - Circuitos com Diodos e Transistores

Autor: Otávio Markus

de R$ ~~89,00~~
por R$ 80,10



Circuitos Elétricos - Corrente Contínua e Alternada - Teoria e Exercícios

Autor: Otávio Markus

de R$ ~~77,00~~
por R$ 69,30



Circuitos em Corrente Alternada

Autor: Rômulo de Oliveira Albuquerque

de R$ 64,00
por R$ 57,60



Circuitos em Corrente Contínua

Autor: Antonio Lourenço / Cruz / Choueri

de R$ 72,00
por R$ 64,80

Titulo - Autor	Preço
Curso Básico de Eletrônica / Newton C. Braga	R$ 18,90
Instalações Elétricas sem Mistério / Newton C. Braga	R$ 18,90
Cabeamento de Redes / Pedro Medoe	R$ 18,90
Curso de Instrumentação Eletrônica - Multímetros - Vol. 1 / Newton C. Braga	R$ 14,90
Curso de Instrumentação Eletrônica - Multímetros - Vol. 2 / Newton C. Braga	R$ 14,90
Curso Básico de Telefonia / Pedro Medoe	R$ 18,90

PEDIDOS - SABER MARKETING DIRETO

www.sabermarketing.com.br ou pelo telefone: (11) 6195-5330

*NOS PREÇOS NÃO ESTÁ INCLUIDO O VALOR DO FRETE QUE SERÁ CALCULADO DEPENDENDO DA LOCALIDADE E DO TIPO DE ENVIO (ENCOMENDA OU SEDEX)

REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL *PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 25/05/2005*

Toda evolução
Começa com um bom negócio.



ROBÓTICA

Salão Internacional de Robótica e Inteligência Artificial
De 6 a 11 de Setembro - Pavilhão da Bienal do Ibirapuera - SP

*A **Robótica 2005 Salão Internacional de Robótica e Inteligência Artificial** é um evento científico, mercadológico e empresarial, focado essencialmente em desenvolvimento de negócios e fomento à pesquisa, através da apresentação da nova geração de robôs, produtos inteligentes, tecnologias avançadas e suas aplicações, no qual participam os mais destacados cientistas, dirigentes e profissionais das empresas e universidades que operam no setor.*



Entretenimento



Indústrias



Universidades

FIRST SM

Eventos Simultâneos

- *First Robotics Competition*
- *First Lego League*

Informações e Reservas: Tel. (11)6193-7740 - www.wtmmanagement.com.br

Promoção e Organização

wtm MANAGEMENT

manet

Apoio Oficial

MECATRÔNICA

MECATRÔNICA FÁCIL

TAM

BLUE TREE CONVENTION IBIRAPUERA

Local

Pavilhão da Bienal