www.mecatronicafacil.com.br

Ano 4 - nº21 - Março-Abril/2005 - Europa: € 4,30 - Brasil: R$ 11,90

MECATRÔNICA FÁCIL

Como funciona o trio-elétrico (alarme, travas e vidros elétricos) dos automóveis

Construa um

ROBÔ PROGRAMÁVEL

que obedece os comandos inseridos através do teclado

Conheça os encoders

Controle para casa inteligente através do Logo

Como desenhar placas de circuito impresso no PC

Matrizes de contatos

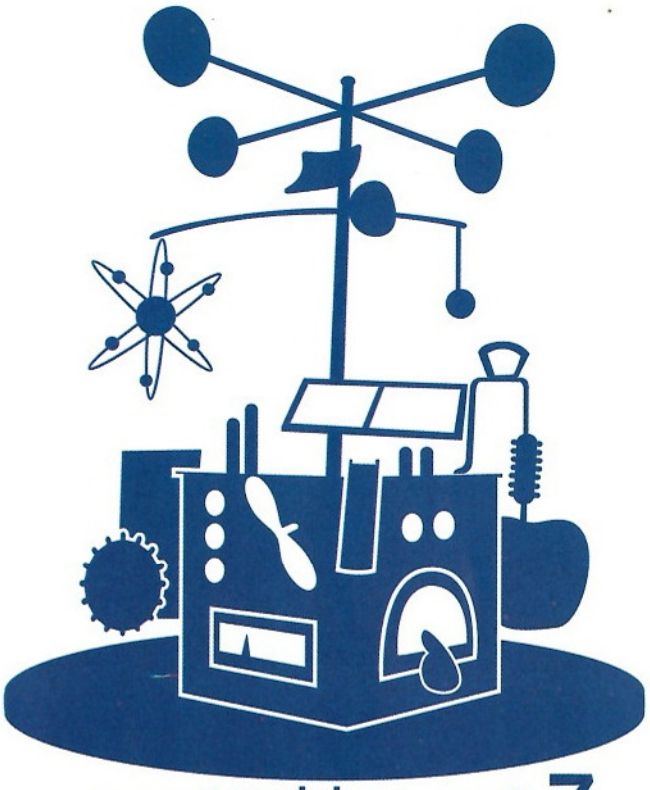
2ª parte

Como utilizar esta ferramenta para desenvolver protótipos de circuitos eletrônicos

ASIMO

O robô que reproduz os movimentos do ser humano

ISSN 1676-0980



criatividade e inovação

FEBRACE 3

feira brasileira de ciências e engenharia

Atenção estudantes de todo Brasil!

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

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

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

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

ORGANIZAÇÃO / REALIZAÇÃO

LSI — Universidade de São Paulo, Escola Politécnica — USP

APOIO INSTITUCIONAL

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

PATROCÍNIO

intel inovação em educação

APOIO CULTURAL

Mecatrônica Fácil — Cultura, Fundação Padre Anchieta — TV USP — A gente se vê por aqui. — senac são paulo, faculdades

APOIO NA REALIZAÇÃO

Ciência, Instituto Ciência Hoje de Educação e Cultura — aProfi, associação paulista de professores de física — cce — USP CCS, Coordenadoria de Comunicação Social, Divisão Gráfica — Estação Ciência, Universidade de São Paulo — Universidade de São Paulo

PROJETO GRÁFICO

drops

Editora Saber Ltda.

Diretores
Hélio Fittipaldi
Thereza M. Ciampi Fittipaldi

MECATRÔNICA FÁCIL
www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Editor Assistente
Paulo Gomes dos Santos

Conselho Editorial
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
Carla de Castro Assis
Melissa Rigo Peixoto
Ricardo Nunes Souza

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

Colaboradores
Alexandre de A. Guimarães
Leonardo Rodrigues
Mauro Vianna
Richard A. Weigel

Capa
Fotos: Toyota e Honda/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.



Cada vez mais, estamos sendo procurados por instituições que estão promovendo eventos de Mecatrônica em todo o país, a fim de que façamos sua cobertura e divulgação, as quais atendemos com o maior prazer, na medida do possível, já que temos por objetivo a popularização da Mecatrônica. Alguns desses são publicados na própria Revista, outros podem ser conferidos no nosso site, que vem se mostrando uma ferramenta bastante eficiente para todos os leitores, isso sem falar do **"Informativo Mecatrônica Fácil"** que já conta com milhares de leitores cadastrados, que recebem gratuitamente através dos seus e-mails notícias e artigos completos, alguns deles exclusivos para o informativo. Se você ainda não está cadastrado, faça-o no site da Revista e passe a pertencer a este seleto grupo de leitores da revista Mecatrônica Fácil.

Outro ponto em que estamos sendo bastante consultados é sobre os cursos de Mecatrônica oferecidos em todo o país. A cada dia estão surgindo novos cursos, em todos os níveis, o que mostra claramente o crescimento deste mercado. A fim de ajudar nossos leitores, há também em nosso site um espaço onde as instituições de todo o Brasil e Portugal podem cadastrar-se gratuitamente bem como os respectivos cursos. Os leitores, por sua vez, têm em mãos, mais uma ferramenta para auxiliar na escolha da instituição que melhor se afine com os seus objetivos.

Tudo isso nos deixa muito felizes, pois a Revista está se tornando referência na área e sendo o pólo de informações para todos os interessados. Atribuímos esse sucesso, como sempre, aos próprios leitores, pois desde o início buscamos fazer uma publicação que atendesse as suas necessidades. E queremos melhorar ainda mais! Para isso sua colaboração é muito importante! Participe do nosso fórum de discussões (também em nosso site) e enviem-nos as suas sugestões! Para quem ainda não sabe, nosso site encontra-se em **www.mecatronicafacil.com.br**.

Entre os **dias 8 e 12 de março de 2005** estará acontecendo a **3ª Febrace** (veja o anúncio aí do lado), evento que a Revista apóia desde o seu surgimento e que tem ajudado as escolas a estimularem em seus alunos a aplicação dos métodos científico ou de engenharia em projetos práticos. Sugiro a todos os leitores que, na medida do possível, participem do evento, pelo menos visitando-o, experiência com certeza muito enriquecedora.

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.

índice

Seção do Leitor 4

Robonews 6

Como vencer na profissão de engenheiro? 8

Asimo: cada vez mais humano 10

A tecnologia do Asimo 12

Mecatrônica Fácil inspira exposição e campeonato na Unorp 14

Como funciona o dinamômetro 15

Controle para casa inteligente através do LOGO 18

Controlando a velocidade de motores DC 24

Robô ADR-3 26

Como funcionam os encoders 38

Trio-elétrico - Alarme, travas e vidros elétricos 42

Tentáculos mecânicos 48

Como usar matrizes de contato - parte 2 51

Desenhando placas de circuito impresso com o Eagle - parte 4 56

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

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

R$ 45,00



Monte seu próprio robô S-CARGO OWI-936K
O S-Cargo é um robô que altera sua direção através de comandos sonoros.
Não acompanha baterias

R$ 308,00



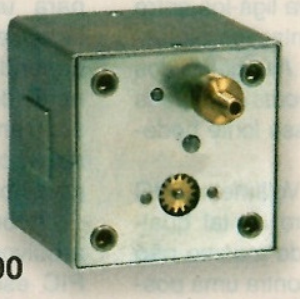
SPYFONE - micro-transmissor
Um micro-transmissor secreto de FM, com microfone ultra-sensível e uma etapa amplificadora que o torna o mais eficiente do mercado para ouvir conversas à distância.
De grande autonomia funciona com 4 pilhas comuns e pode ser escondido em objetos como vasos, livros falsos, 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

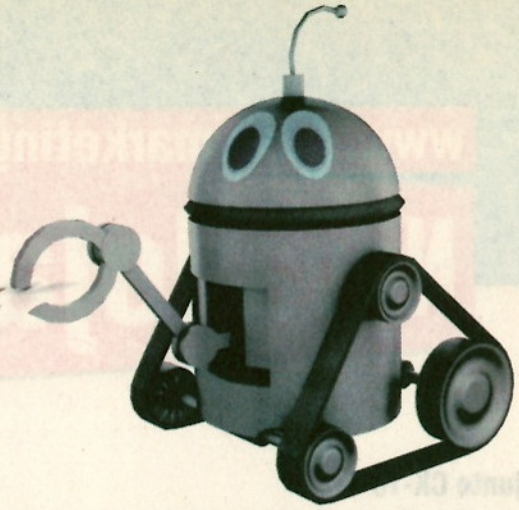


*Nos preços não está incluido o valor do frete que será calculado dependendo da localidade e do tipo de envio (Encomenda ou Sedex)
Preços válidos até 25/03/2005

+ de 260 livros técnicos
Kits - Produtos - Revistas

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

Seção do Leitor



Voltímetro PIC (edição nº 20)

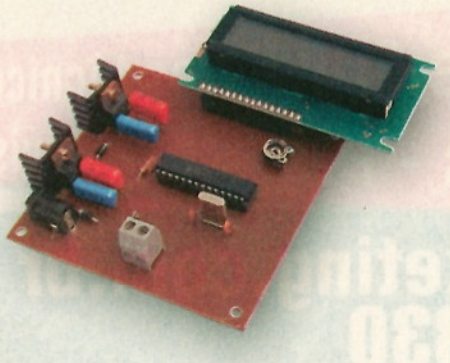
Gostaria de saber o motivo pelo qual o autor usou o microcontrolador 16F876 ao invés de usar o 16F628, se ele só utilizou dois PORTs do microcontrolador na montagem do Voltímetro PIC.

Francisco
Viena Siderúrgica do Maranhão S.A.
Açailândia - MA

Em um projeto com microcontroladores, não se deve considerar somente o número de I/Os necessário para o controle, mas também os periféricos presentes no mesmo. No caso do voltímetro PIC, o ponto mais importante na escolha do microcontrolador foi a presença de um canal AD (conversor Analógico Digital). O PIC16F876 tem cinco canais AD de 10 bits. O PIC16F628 não possui conversores analógico-digitais, fato que inviabilizou sua escolha. Apesar de existirem outros microcontroladores Microchip com conversores AD, a escolha do 16F876 se deu pela facilidade de encontrá-lo no mercado especializado.

Sendo assim, unimos alguns quesitos importantes na escolha do microcontrolador:

- ter pelo menos um canal AD;
- ter um número de pinos I/O suficientes para o controle do *display*;
- ser facilmente encontrado no mercado especializado.



Fonte para bancada FMF-2 (edição nº 20)

Gostaria de saber como eu faço para implementar o Voltímetro PIC na fonte de bancada FMF-2.

Everton Henrique Toneli
São José dos campos - SP



Após a montagem e testes de ambos os circuitos, para ligá-los entre si basta seguir as orientações passadas em ambos artigos. As figuras dos esquemas elétricos, *layouts* e imagens da parte interna de nossa fonte poderão ajudá-lo.

Lembre-se que o Voltímetro PIC é igual a um voltímetro digital qualquer, exceto pelo fato do mesmo não ter qualquer proteção contra uma possível inversão de polaridade em sua entrada. Sua ligação a uma fonte qualquer deve ser feita exatamente como qualquer voltímetro (galvanômetro ou digital).

A alimentação do voltímetro PIC pode ser retirada da própria fonte, sempre antes do estágio de regulação de tensão. Um ponto ideal para isso é junto aos pinos do capacitor C_1 da fonte FMF-2.

Na revista, **na página 40, figura 8** você tem a vista geral do interior do nosso protótipo. As ligações entre o voltímetro e a fonte podem ser vistas nesta figura. Você poderá segui-la como exemplo.

Robô PIC (edição nº 13)

Adaptei o código do Robô PIC para o PIC 16F628. Na hora de compilar funcionou tudo perfeitamente, mas no momento de gravar o microcontrolador ele dá a seguinte mensagem: *"Current settings of PWRT and BOD are in conflict"*. O *"Configuration Bits"* está dessa forma: *"__CONFIG _CP_OFF & _PWRTE_OFF & _WDT_OFF & _XT_OSC"*

Samir Patrick
Santana - AP

A adaptação de um código escrito para um determinado microcontrolador em um outro qualquer, não depende exclusivamente da troca do nome do arquivo de inclusão. É necessário analisar quais são os *"fuses"* válidos e conhecer o seu funcionamento para configurá-los corretamente.

Aconselhamos abrir ambos os arquivos de inclusão (PIC original e PIC escolhido) e comparar os "fusíveis" válidos para cada microcontrolador. Estes ficam nas últimas linhas do arquivo. Tome muito cuidado para não alterar nenhuma linha destes arquivos!

Se preferir, delete a linha de configuração dos *fuses* e ajuste-os manualmente no software do seu gravador.

O uso correto de cada *bit fuse* é explicado detalhadamente no *data sheet* de cada microcontrolador. Sua leitura é mais do que recomendada num caso de adaptação como este.

Traduzindo ao pé da letra o erro indicado, *"Current settings of PWRT and BOD are in conflict"*, isso quer dizer que existe um conflito entre o setup do PWRT e do BODEN.

Para utilizar o PIC16F628A no projeto do robô PIC é necessário alterar algumas linhas no programa. São elas:

Apagar a linha com a seguinte instrução: list p=16F84

Alterar a linha de inclusão de arquivo para: include <P16F628A.INC>

Alterar a linha de configuração dos fuses para: __CONFIG _CP_OFF & _PWRTE_OFF & _WDT_OFF & _XT_OSC & _BODEN_OFF

Alterar o endereço do início da RAM, que no PIC16F628A é diferente da PIC16F84A para: picram equ 0x20

Realizamos as alterações acima descritas e obtivemos êxito na compilação em um microcomputador com MPLAB 6.62 instalado. Se mesmo com as alterações acima, os problemas persistirem, observe o setup do seu compilador, pois o mesmo pode estar errado.

Com relação ao circuito, nada deve ser alterado. O PIC16F628A é compatível pino-a-pino com o PIC16F84A.

Mini-semáforo educativo (edição nº 18)

Gostaria de saber se é possível substituir o microcontrolador do artigo por outro como, por exemplo, o 8051. Caso seja, o que mudaria? Sobre o programa usado, eu poderia usar o assembler?

Cleudson Barros Mendes
Sobradinho - DF

As mudanças necessárias para a troca de um microcontrolador no circuito seriam enormes. Todo o circuito teria de ser redesenhado, assim como a placa, pois o 8051 é completamente diferente do Basic1. O programa também sofreria muitas mudanças, pois da linguagem Basic para a linguagem *Assembly* existem muitas diferenças. Desta forma você terá um novo projeto em mãos.

Infelizmente, nossos autores não possuem o tempo necessário para sugerir e ou ajudar com estas ou outras mudanças. Atualmente todo o tempo disponível é aplicado em pesquisas e em novos artigos e projetos.

Sugerimos a todos os nossos leitores que realizem nossas montagens com os componentes indicados e seguindo as dicas passadas no artigo. A mudança de qualquer item deve ser feita por conta e risco de cada um, e somente se o leitor possuir a devida experiência para tal.

Robô Alpinista (edição nº 12)

Estou montando o Robô Alpinista. A montagem em si foi bem tranqüila, conferi várias vezes as ligações e consegui fazer o *download* do programa sem maiores problemas. Porém, quando fui testar o robô, ele aparentemente recebe o primeiro comando, mas depois disso fica parado. Já tentei mudar a velocidade da porta COM para baixo e para cima, sempre alterando nos dois códigos (alpinista.bas e alpinista.lgo), regravei várias vezes o código no Basic Step 2k, e nada. Gostaria de saber se existe alguma errata de algum possível problema que tenha acontecido com esse projeto, ou se vocês têm alguma sugestão sobre a causa desse problema.

Igor Rodriguez
Técnico em Informática da Computer Show
Rio de Janeiro - RJ



Não há qualquer errata para o Robô Alpinista. Porém, temos algumas dicas para ajudá-lo a verificar seu projeto.

Segundo sua mensagem, o robô executa o primeiro comando e depois mais nenhum outro. O protocolo estabelecido para o robô é: cabeçalho = al1 (alpinista 1), seguido do número do comando = 1, 2, 3, 4, 5 ou 6. Estes dados são enviados pelo Logo para o Basic Step 2k.

Ao receber o comando, o Step 2k, retira da *string* enviada (al1<número do comando>) apenas o quarto dígito e passa a executar o comando. Após a execução do comando, o Step 2k devolve o caractere "1" (31H) para informar que o comando foi recebido e executado com sucesso. Somente após receber este caractere, o Logo envia o próximo comando. Se este não receber o caractere "1" de retorno, o programa ficará travado, aguardando o caractere de retorno.

Sendo assim, de acordo com o que nos disse em seu *e-mail*, o problema que está enfrentando pode estar residindo no cabo de comunicação, ou ainda na sua porta serial. Note que o caractere de comando é escrito na janela de comandos. Veja isso nas linhas a seguir, retiradas do programa original:

```
;robô devolve "1" se está tudo ok
escreva [Aguardando resposta...]
se :EnvioOK=1
[façaenquanto[atribua "x leiacaractereporta][:x=-1]]
escreva [Resposta OK]
```

A cada comando enviado, um caractere de retorno é recebido. Se o seu programa demonstrar apenas "Aguardando resposta" é sinal que algo está errado na comunicação entre o Step e o PC. Verifique as linhas TX (Step 2k) e RX (PC), pois, ao que parece, as linhas TX (PC) e RX (Step) estão funcionando adequadamente. Mesmo assim, é prudente verificar todo o cabo

ENVIEM SUAS CARTAS PARA

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

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

ROBONEWS

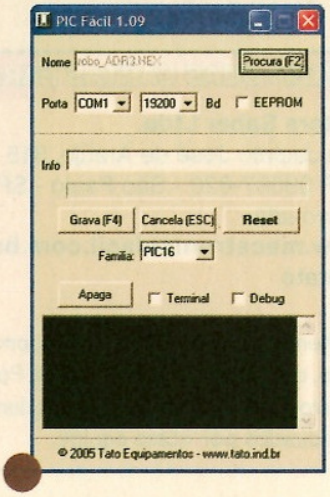
Um microcontrolador fácil de usar

A "Tato Equipamentos Eletrônicos" acaba de incluir em sua linha de produtos mais um lançamento. Trata-se do "PICFÁCIL". Com este *kit*, o leitor poderá entrar facilmente no mundo dos microcontroladores PIC Microchip® sem a necessidade de um gravador ou outra ferramenta mais cara.

O *kit* é composto de um cabo, um microcontrolador PIC (linha 16F87X, 18F252 ou 18F452) e um software que permite gravar o microcontrolador diretamente através do PC (porta serial RS-232). Também é possível receber dados em tempo real do microcontrolador na tela do PC, obtendo-se assim um pequeno, mas versátil *debuger*.

O programa a ser inserido no microcontrolador PICFÁCIL pode ser montado dentro do próprio MPLAB® (MPASM) ou outro compilador qualquer conhecido como CCS, Hitec, PICBasic, etc. O aplicativo de gravação do PICFÁCIL lê o arquivo HEX, resultado da compilação do código-fonte, e o grava no microcontrolador. O resultado disso é a total liberdade na escolha da linguagem de programação a ser utilizada pelo usuário.

Mais informações:
www.tato.ind.br



Samsung lança aspirador de pó vigilante

Muito mais do que um robô aspirador de pó, a Samsung (**www.samsung.com**) lançou recentemente o VC-RP30W, que além de limpar a casa, é um purificador de ar e trabalha como segurança, vigiando o ambiente!

Um sistema de mapeamento de visão usa o teto da casa para determinar a posição relativa do robô dentro de residência à medida que ele trabalha. Isso permite que ele navegue no local de uma maneira muito mais eficiente, diferentemente dos tipos menos avançados de robôs aspiradores, que navegam pelo local de forma aleatória até encontrar um obstáculo.

O robô esperto da Samsung sabe qual área deve ser limpa e assim é muito mais eficiente. Além disso, ele é inteligente o suficiente para fazer a limpeza numa casa com diversos cômodos. A área que deve ser limpa pode ser programa previamente, para que ele entre em ação quando você não estiver lá.

O VC-RP30W pode ser controlado remotamente usando o computador ou a Internet. Quando conectado à Internet, você pode dirigi-lo de modo a fornecer imagens dos diversos locais de sua casa, através das câmeras que ele possui incorporadas.

A bateria recarregável dá uma autonomia de 50 minutos, e quando ela está no final da carga, o robô automaticamente procura o carregador para ele mesmo fazer a recarga. Mas, o mais interessante é que à medida que trabalha ele produz íons negativos para purificar e refrescar o ar.



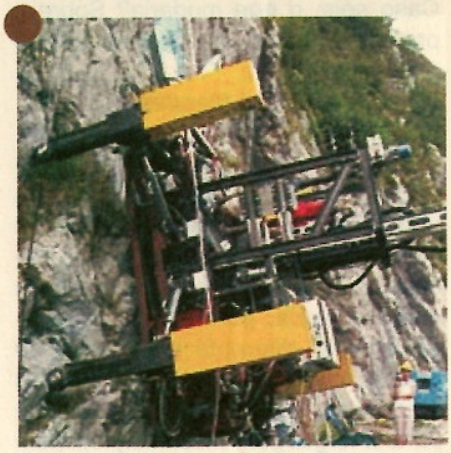
Robô gigante evita deslizamentos de terra

Nos Estados Unidos, no início de janeiro, diversas regiões foram ameaçadas por deslizamentos de terra decorrentes das fortes chuvas. No entanto, para previnir esses deslizamentos, uma nova tecnologia robótica foi empregada: um robô gigante denominado "Roboclimber".

O novo robô pode chegar aos locais ameaçados, sem a necessidade de expor vidas humanas, como foi demonstrado em testes prévios feitos na Itália. Ele pode se mover até o local ameaçado de deslizamento e cavar na parede, que pode desabar, um buraco de 10 metros de profundidade, procedimento usado para estabilização.

Depois, ainda usando um sistema de controle remoto, ele enfia barras estabilizadoras no buraco, que devem evitar o deslizamento. Inserindo diversas barras em buracos cavados em posições escolhidas, o deslizamento pode ser evitado.

O robô usa tecnologia espacial e é um dos maiores do mundo, pois pesa algo em torno de 4 toneladas. No entanto, apesar de seu tamanho, ele é ágil o suficiente para fixar as barras em poucos minutos.



Robô controlado por bluetooth

O robô denominado Pirkus bot, da I Bee KK, tem o formato humanóide e pode ser controlado via telefone que possua recursos de conexão sem fio *bluetooth*.

O Pirkus R type-01 tem 29 cm de altura e pode ser comprado na forma de *kit* por um preço da ordem de 1900 dólares. Com 21 juntas, ele possui um sensor giroscópio e um sensor de aceleração.

Sua alimentação é feita por bateria, e acompanha o *kit* um carregador. O alcance do sistema de controle remoto é da ordem de 10 metros. **www.onrobo.com/content/view/59/2/**



Nave Cassini-Huygens chega a Titã

A Nave Huygens, carregada pela nave Cassini que explorou Saturno, desceu finalmente na maior lua daquele planeta, Titã.

Titã é o maior satélite do sistema solar, com mais de 5 000 km de diâmetro, quase do tamanho de Marte. Por seu tamanho, ele é o único satélite que possui atmosfera e que, por isso, oferece a oportunidade de realizar estudos que podem levar a um melhor conhecimento sobre a origem da vida.

A nave Cassini carrega 12 instrumentos, enquanto que a nave Huygens, que desceu de pára-quedas na tênue atmosfera de Titã, carrega seis instrumentos.

As comunicações entre as naves e a Terra são feitas através de uma antena de alto ganho e duas antenas de baixo ganho. No entanto, as antenas de baixo ganho são usadas somente em caso de pane de energia ou situações de emergência.

A energia da nave é fornecida por três geradores termo-elétricos de radio-isótopos, denominados RTGs.

A Sega lança o iDog

Inspirado no iPod da Apple, a Sega está lançando um mini-robô denominado iDog.

O novo brinquedo de alta tecnologia pode compor, tocar e desfrutar música juntamente com seu possuidor. Ele também pode ser conectado ao seu sistema de som. Não, ele não é caro, custando algo em torno de 40 dólares.

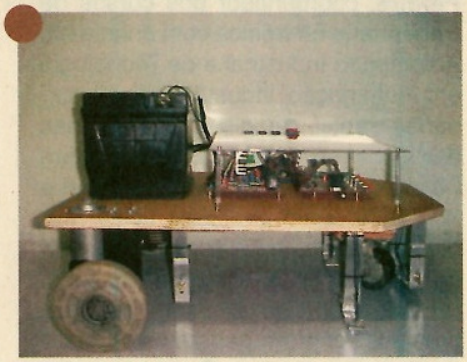
O iDog tem um conjunto de chaves no nariz, cabeça e outras partes que, ao serem acionadas, fazem com que ele exerça as diversas funções para as quais foi programado.

As "emoções" do iDog são expressas por LEDs coloridos. Além de poder tocar músicas com a ajuda de um aparelho de som interno, ele possui 70 músicas gravadas em sua memória.



Alunos Unisanta desenvolvem robô tipo AGV

Alunos do último semestre da Faculdade de Engenharia Eletrônica da Universidade Santa Cecília (Unisanta), localizada na cidade de Santos – litoral de São Paulo, construíram um robô móvel autônomo tipo AGV - veículo autoguiado, de bom desempenho e baixo custo, que se constitui em um avanço na pesquisa da área da Robótica, segundo o orientador, professor doutor João Inácio da Silva Filho.



O robô autônomo AGV, sigla que vem do inglês *Automated Guide Vehicle*, é do tipo que trafega em uma determinada rota demarcada por uma fita isolante no piso.

A revista Mecatrônica Fácil ensinou a construção de um robô desse tipo na edição nº 16 (maio/junho de 2004), mas com uma conceituação eletrônica e mecânica um pouco diferente.

O robô dos alunos André Matsumoto, Emerson Ramon C. Mobílio, Anderson Carlos Guerra, Rodrigo Pires Magalhães, Maurício de Souza Feijó e Aurélio D' Império foi construído com sete sensores infravermelho para a leitura do código binário de cada um dos postos de parada.

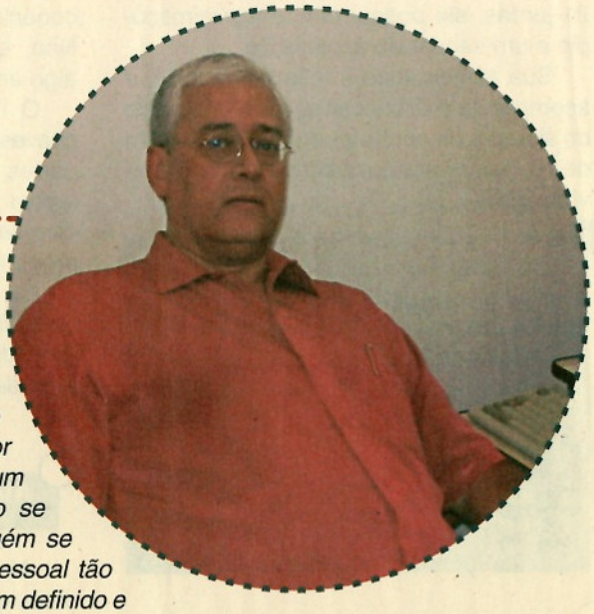
O Sistema de Controle para a decodificação dos sinais recebidos para movimentação de seus dois motores é feito com uma memória GAL (*Generic Array Logic*), o que permitiu um projeto eletrônico de alto rendimento e baixo custo.

No percurso, há curvas e o robô pode ser programado para parar em quatro postos, entregar e receber material. O robô é alimentado por uma bateria automotiva de 12 volts. O professor orientador João Inácio já apareceu na Revista Mecatrônica Fácil quando abordamos a Lógica Paraconsistente (**MF 13 – novembro/dezembro 2003**)

Como vencer na profissão de engenheiro?

(entrevista com Wilton Pereira, coordenador dos cursos de Engenharia Eletrônica das Faculdades Radial)

Sérgio Vieira



Da escolha do curso e da instituição à colocação no mercado de trabalho, um mundo de dúvidas e incertezas toma conta de boa parte da vida de futuros engenheiros. Qual o curso ideal? Onde há emprego? Qual a faculdade? Essas perguntas são normais quando se está pensando em traçar o melhor caminho para a realização profissional. Dependendo de onde vêm as respostas e como elas são formuladas, jovens trocam de cursos, de faculdade e até de cidade, sempre em busca do melhor para o seu futuro.

Nessa entrevista com **Wilton Pereira,** coordenador dos cursos de Engenharia Eletrônica com ênfase em Automação Industrial e de Tecnologia em Automação Industrial das Faculdades Radial, são discutidas algumas das questões colocadas acima. Com 28 anos de experiência profissional e 26 anos como professor universitário, Wilton construiu uma bela carreira com ênfase nas Telecomunicações. No seu currículo constam serviços prestados como engenheiro no Centro de Pesquisa para a Segurança das Comunicações da Presidência da República; chefe do Centro de Telecomunicações do 1º Exército (RJ); pesquisador da Escola Nacional de Aeronáutica e Espacial (Toulouse, França); e líder de Pesquisas de Dispositivos Eletrônicos em Alta Freqüência da Universidade de Taubaté.

Mecatrônica Fácil: Boa parte dos nossos futuros engenheiros já se preocupam com o cargo que irão ocupar em uma indústria, antes mesmo de prestar o vestibular. Isso está correto?

Wilton: *Sim e não. Alunos das instituições particulares, por exemplo, pagam seus cursos desviando preciosos recursos financeiros da família ou do próprio estudante. Representam um pesado investimento mensal ao longo de quatro a seis anos. As decisões devem ser ponderadas, pois a mensalidade e as despesas com livros e material didático podem consumir a maior parte do salário de um estudante-trabalhador. Não se espera, portanto, que alguém se submeta a um sacrifício pessoal tão grande sem um objetivo bem definido e aderente com a realidade do mercado de trabalho. Não há maior frustração ou sensação de derrota do que receber o grau de engenheiro e não conseguir uma colocação profissional compatível com sua formação. É preciso, porém, buscar um curso que combine adequadamente uma boa formação em ciência básica com um conhecimento geral das tecnologias emergentes no mercado. Em um curso de Engenharia "sério" não é possível colocar todo o foco apenas no que o mercado deseja no momento. Um profissional assim formado terá emprego por pouco tempo, Será substituído por outro "específico" logo na chegada da próxima onda tecnológica, e mesmo esse também terá vida curta. O engenheiro é formado para atuar em uma grande área durante o longo período de sua vida profissional, assim deve ser versátil e capaz de adaptar-se ao turbilhão tecnológico da atualidade.*

MF: Com quais questões um futuro engenheiro deveria se preocupar quando ainda está pensando na faculdade ou curso que vai entrar?

Wilton: *Considero fundamental que o interessado em um curso de engenharia procure instituições de ensino que apresentem um projeto pedagógico apoiado sobre dois pilares: uma base em Ciências Exatas tão sólida quanto possível (matemática aplicada, física, materiais e informática; e aquisição de competências fundamentais ao exercício da profissão, o que podemos chamar de "ferramentas".*

MF: Pública ou privada?

Wilton: *Durante muitos anos lecionei tanto em uma como na outra. Do que observei, posso afirmar: não é a escola que faz o aluno e sim o aluno que faz a escola. É evidente que uma instituição que possui um processo seletivo extremamente exigente, em função da grande procura por uma vaga, desenvolve as aulas em tempo integral, onde o aluno tem dedicação exclusiva ao curso, vai produzir um profissional muito melhor preparado do que uma instituição que possui um processo seletivo mais complacente, oferece um curso noturno e recebe o aluno para assistir aulas depois de uma longa jornada de trabalho, já*

no final de suas forças. Comparar o desempenho acadêmico desses dois alunos, como era feito no antigo "Provão" para observar se a faculdade pública é "melhor" e a particular é a tal "fábrica de diploma" é profundamente injusto e preconceituoso.

MF: No mercado de automação industrial existem dois extremos interessantes. De um lado, há jovens que cursaram uma faculdade e não conseguem se colocar profissionalmente, do outro há empresas que não conseguem preencher vagas por falta de profissional qualificado. Como resolver essa equação?

Wilton: *Pensar que só assistir aulas e "passar de ano" é suficiente para garantir um emprego no futuro é tudo que um aluno de Engenharia precisa para fracassar na profissão. Curso superior não é escola maternal. Cada aluno já é suficientemente maduro para saber que o sucesso será decorrente de seu esforço pessoal e não de parâmetros subjetivos como "sorte", "nome" da escola, "diploma de dotô", "quem indicou", etc. Estes detalhes podem até ajudá-lo no primeiro emprego, mas não o manterão na empresa. Uma vez diplomado, o profissional não deve se acomodar e procurar uma "zona de conforto". É preciso buscar desafios. Tecnologia muda da noite para o dia, passividade nesse cenário é quase autocondenar-se à morte. A formação continuada é essencial para manter as condições de empregabilidade. Engenharia em área de alta tecnologia não é profissão para quem detesta livros e sofre profundamente com longos períodos de concentração mental necessários à "digestão" de inovações tecnológicas.*

MF: Além dos cursos curriculares em automação, muitos jovens preocupam-se muito com o inglês ou cursos específicos na área de Eletrônica e Software. O que está demandando hoje no mercado?

Wilton: *A necessidade do conhecimento do idioma inglês é imprescindível. Isso nem se discute mais. Outro ponto também fora de discussão: conhecimento de informática. O microcomputador é a ferramenta básica do profissional de automação. Ele deve saber utilizar programas de simulação de controle de processos, circuitos eletrônicos analógicos e digitais, circuitos elétricos de potência e de acionamento, circuitos hidráulicos e pneumáticos, etc. Essas ferramentas auxiliam muito, tanto na concepção como na manutenção de sistemas automatizados. Outro ponto importante: saber medir. Empregar com desenvoltura instrumentos eletrônicos convencionais: multímetros digitais, geradores de funções, osciloscópios, etc. De uma forma geral, é preciso conhecer instrumentação e mecânica.*

MF: Em empresas como a Petrobras, os engenheiros que atuam na automação industrial possuem formação na área química para melhor conhecerem o processo e comportamento físico/químico de substâncias. É um caminho mais promissor (em termos de carreira e conhecimento) para atuar na área de automação industrial?

Wilton: *Na minha opinião, é preciso distinguir bem a atuação do engenheiro de automação industrial "genérico" do engenheiro de processo. Não conheço o perfil do profissional procurado pela Petrobras. Talvez lá as duas competências sejam desejáveis no mesmo engenheiro. É uma situação muito particular. Nas Faculdades Radial nossa proposta pedagógica é formar o engenheiro ou tecnólogo "genérico", capaz de atuar em qualquer segmento industrial automatizado, independentemente do processo. Pode ser contínuo, manufatura, por bateladas, não importa.*

No projeto e na implantação da planta automatizada um engenheiro de processo definirá as fases, a sincronização das operações, pontos de entrada e saída de insumos e produtos. Com isso bem estabelecido, o engenheiro de automação transforma a descrição do processo em um modelo de controle, identificando as variáveis de processo e concebendo a arquitetura da malha, harmonizando hardware e software, etc. Esta é razão pela qual nosso profissional é da área Elétrica, sua atuação é no sistema de controle, sendo-lhe transparente qual é o processo de fabricação envolvido. É diferente, por exemplo, do engenheiro mecatrônico, geralmente da área de Mecânica, que recebe formação em processos de fabricação mecânicos e, com isso, conhece também o processo.

"Pensar que só assistir aulas e "passar de ano" é suficiente para garantir um emprego no futuro é tudo que um aluno de Engenharia precisa para fracassar na profissão".



MF: Quem é melhor?

Wilton: *Aquele que mais buscar ampliar seus conhecimentos. Com a prática, o eletricista fica conhecendo os "segredos" do processo mecânico e o mecânico executa manobras em subestações com toda a segurança e desenvoltura. Resposta então direta à questão: quem conhece automação e domina processos de fabricação tem enorme vantagem profissional sobre aquele apenas de automação ou apenas engenheiro de processo. Talvez seja essa a razão pela qual as duas atividades se confundem no mundo industrial.*

Asimo: cada

Sérgio Vieira

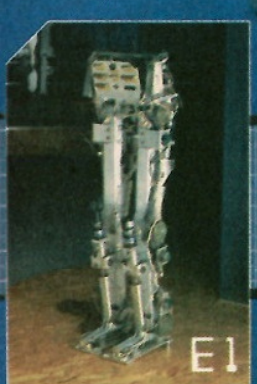
"É inacreditável". Esta é a expressão da maioria das pessoas quando se deparam com a nova geração de robôs humanóides da Honda, apresentada em Tóquio no Japão. Outros humanóides já foram divulgados por outras companhias japonesas, e até pela própria Honda, mas esta geração dá a nítida impressão que uma criança vestiu uma roupa de astronauta e começou a caminhar, jogar bola e cumprimentar as pessoas, tamanha é a semelhança com os movimentos humanos suaves.

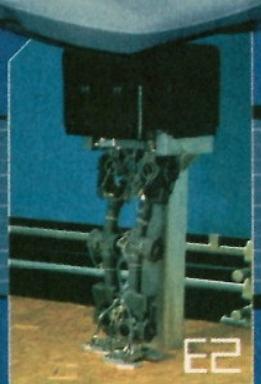
De acordo com informações divulgadas pela companhia, o principal diferencial dessa nova geração do robô Asimo (lê-se com o acento no A = Ásimo) está na mobilidade que permite interagir melhor com pessoas, processamento mais rápido de informações e mais agilidade no ambiente do mundo real. Aliás, Asimo significa: ***A**dvanced **S**tep in **I**nnovative **Mo**bility, que tem origem em New Era Stepping Innovation Mobility* – algo como "*Mobilidade Inovativa Avançada para uma Nova Era*". A companhia investiu pesado numa postura de coluna, membros e cabeça mais parecidos com a de humanos; no movimento contínuo para onde o robô direcionar o corpo; e nos sensores de força para o robô interagir melhor com pessoas, desde um simples aperto de mão a um abraço mais afetuoso.

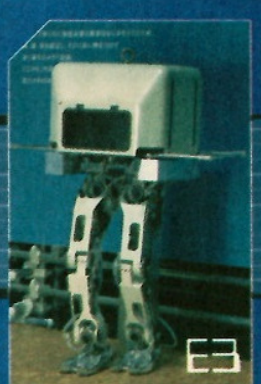
Para ficar com uma postura mais parecida com a de um humano, o Asimo dobra ou torce o seu torso para manter o equilíbrio. Os pés acompanham os movimentos mais rápidos do torso. Atualmente, o robô precisa parar quando muda o seu sentido de direção. Para a próxima geração, com a ajuda de sensores de superfície, a Honda promete lançar um robô que não pára quando muda o sentido de caminhada.

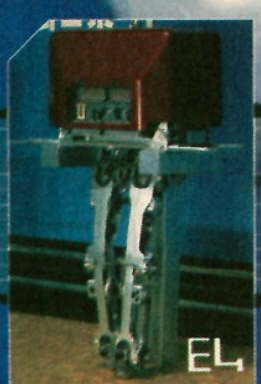
O Asimo apresentado detecta o movimento de pessoas através de sensores instalados na cabeça. Dessa forma, ele pode receber objetos, dando passos para frente

Fotos: Honda/Divulgação











vez mais "humano"

ou para trás para ajustar a altura e posição de seu braço. Apenas dois motores foram instalados para operar os dedos de cada mão, um só para o polegar. Essa geração pode apanhar objetos em qualquer forma. Os movimentos suaves de cabeça foram obtidos com o auxílio de um eixo adicional no pescoço.

Os técnicos que desenvolveram o projeto tiveram que vencer duas barreiras difíceis. Como fazer para que o Asimo pule e, depois, caia com apenas um pé no momento de uma corrida? Só para lembrar: quando uma pessoa corre, ela retira os dois pés do chão. Um robô precisa repetir os movimentos de empurrar o solo em um ciclo de tempo muito curto, ao mesmo tempo que "absorve" o impacto contra o chão. Essa etapa foi superada com o projeto de uma perna muito rígida, rápida velocidade entre as informações gerada pelas duas pernas e estrutura leve da carenagem do robô.

O logaritmo desenvolvido corrige as informações quando o Asimo acaba de tirar um pé do chão e se prepara para colocar outro no momento de corrida. Em um quesito, a Honda conseguiu igualar o desempenho de um ser humano. No momento do vôo (isto é, quando tiramos os dois pés do chão no momento da corrida), o tempo médio é de 0,05 segundos, exatamente o tempo que o Asimo leva para desencostar um pé do chão e encostar outro.

Vencendo dificuldades de locomoção do Asimo, a Honda acredita que pode solucionar problemas de locomoção das pessoas através da sua linha de veículos, motos e aeronaves. A companhia informou que pretende desenvolver novas gerações de Asimos cada vez mais úteis às pessoas. Será que já estamos na era do filme "Eu, robô"? f

Quer saber mais sobre o Asimo? A história completa desse fantástico robô, os primeiros protótipos, filmes e toda a cronologia de desenvolvimento está disponível no site **www.asimo.honda.com** Ah! É todo em inglês













Fotos: Honda/Divulgação

A Tecnologia do Asimo



Newton C. Braga

Veja de que modo, partindo de idéias revolucionárias para a época, a Honda conseguiu criar o Asimo. Nas próximas linhas mostraremos a evolução do Asimo a partir de projetos que visavam desenvolver um robô caminhante.

Ao criar o Asimo, a preocupação principal da Honda foi obter um robô com características de mobilidade que permitissem sua convivência harmoniosa num meio freqüentado por seres humanos. Para isso, o robô criado deveria ser capaz de se movimentar entre os objetos de uma sala, manusear objetos comuns e ainda subir e descer escadas. Assim, a tecnologia mais apropriada seria a que faria uso de pernas. Apesar de ser um desafio extremamente difícil para a época em que foi concebido, a Honda não desistiu e o Asimo começou a tomar forma.

Então, antes de chegar à versão atual do Asimo, protótipos de robôs foram desenvolvidos numa seqüência (**vide páginas anteriores**) que permitiram testar e desenvolver as tecnologias atuais. Vejamos quais foram os robôs criados e sua cronologia.

E0: Em 1986, os primeiros conceitos de locomoção usando duas pernas foram aplicados em um protótipo de robô. Para que o leitor tenha uma idéia das dificuldades encontradas, o robô criado demorava 5 segundos para dar cada passo, apesar de conseguir se mover em linha reta.

E1-E2-E3: Entre 1987 e 1991, o desenvolvimento foi no sentido de se obter um robô capaz de caminhar mais rapidamente. Para isso, estudos sobre a mobilidade dos humanos foram feitos. A versão E2, por exemplo, já podia caminhar a uma velocidade de 1,2 km/h em superfícies planas.

E4-E5-E6: Entre 1991 e 1993, o passo seguinte foi obter um processo de caminhada estável. Para essa finalidade, técnicas de controle foram desenvolvidas em suas três novas versões.

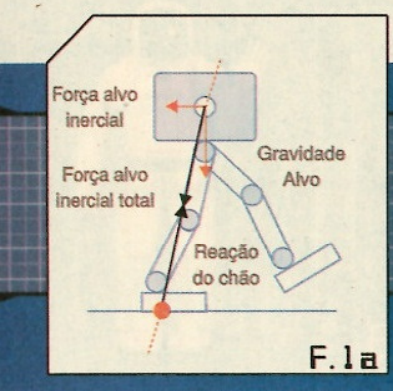
P1-P2-P3: Entre 1993 e 1997, foram feitos novos avanços no sentido de se obter robôs humanóides completamente independentes. Assim, as pesquisas da Honda levaram a 3 novos robôs:

- **P1 – Robô Humanóide modelo #1:** Com uma altura de 1,915 metros, pesando 175 kg, esse robô conseguia girar chaves, ligar interruptores e pegar objetos, carregando-os de um lugar para outro.
- **P2 – Modelo #2:** Essa versão pesava 210 kg e tinha 1,82 metros de altura. Já eram empregadas técnicas sem fio, o torso continha baterias, sistemas sem fio e *drivers* de motores, permitindo o movimento independente, subindo e descendo escadas.
- **P3 – Modelo #3:** Foi o primeiro modelo de robô humanóide completamente independente capaz de caminhar sobre duas pernas. Pesava 130 kg e tinha 1,60 m de altura. Apresentado em setembro de 1997, sua redução de tamanho e peso foi possível graças à introdução de novas tecnologias e materiais.

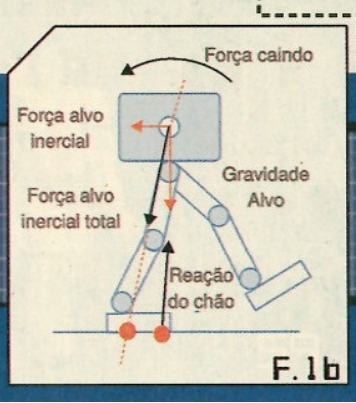
O ASIMO

O grande problema na criação de um robô de duas pernas consiste em obter-se um processo de caminhar estável. O processo de caminhar é extremamente complexo, pois envolve não só o correto gerenciamento da posição do centro de gravidade do robô como também a sincronização

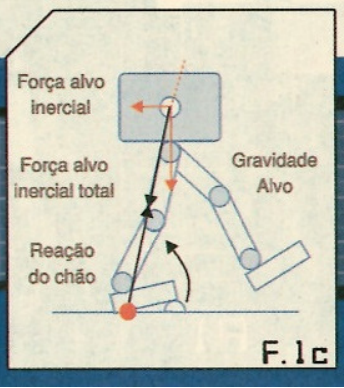
F.1 - Seqüência de movimentos



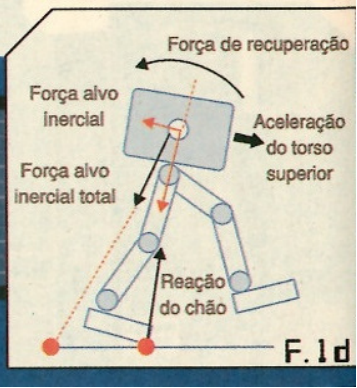
F.1a



F.1b



F.1c



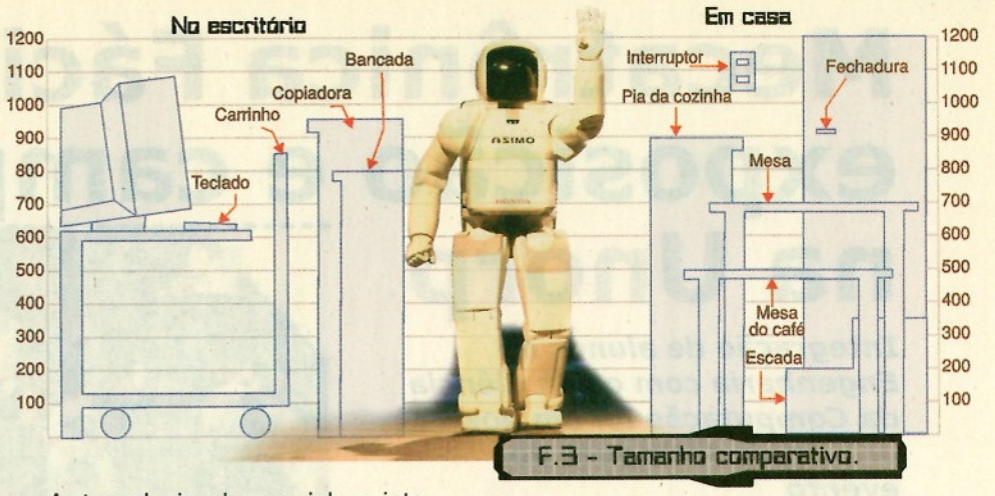
F.1d

dos movimentos. Os controles de postura são fundamentais nesse processo. Na **figura 1** temos a seqüência de movimentos e as forças inerciais que o robô deve vencer. Veja que, nessa movimentação, deve-se ainda considerar que o robô precisa modificar constantemente sua velocidade, o que significa que as forças envolvidas mudam de intensidade.

O Asimo foi projetado para funcionar em um ambiente real freqüentado por humanos em um futuro próximo. Simples de operar, seu tamanho e peso são convenientes para permitir que ele se movimente livremente no ambiente de humanos, além de possuir uma aparência amigável.

Na **figura 2** temos as dimensões do Asimo, que possui as características técnicas mostradas na **tabela 1** e graus de liberdade representados na **tabela 2**.

Um ponto importante a ser destacado no projeto do Asimo é que seu tamanho casa-se perfeitamente com as alturas em que se encontram alguns objetos domésticos que ele deve manusear ou ter um contacto físico (**Figura 3**). Assim, suas mãos alcançam interruptores de luz, e seus olhos ficam a uma altura que corresponde a de uma pessoa sentada numa cadeira.



F.3 - Tamanho comparativo.

A tecnologia do caminhar inteligente é um ponto importante do Asimo. Ela possibilita um controle muito mais inteligente do movimento, atrás do que se denomina *Prediction Moviment Control*, ou controle de previsão de movimento, conforme mostra a **figura 4**.

Quando um ser humano caminha em linha reta para frente e deve virar numa esquina, antes de começar o movimento de curva, ele precisa mudar seu centro de gravidade em direção ao centro do raio da curva, para inclinar o corpo sem cair. O Asimo pode prever esse movimento em tempo real e mudar seu centro de gravidade com a devida antecedência, para poder ter agilidade na curva.

Na época da redação deste artigo, a Honda já anunciava sua última versão do Asimo capaz de correr. Capaz de se movimentar a 3 km/h (uma pessoa andando em passo normal chega a 5 km/h) não é ainda o que se denomina uma "corrida", mas um grande avanço, pela postura que o robô precisa adquirir para esse movimento.

T.1 - Características técnicas.

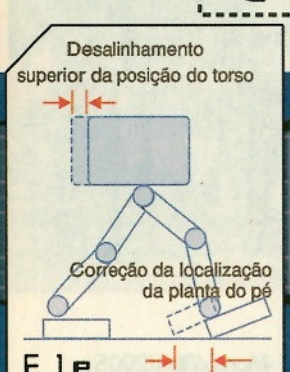
Peso	52 kg
Velocidade Caminhando	0 a 1,6 km/h
Ciclo de Caminhada	Ajustável
Força nas mãos	0,5 kg/mão (mão com 5 dedos)
Atuador	Servomotor + redutor de velocidade harmônico + Unidade de excitação
Unidade de Controle	Caminhar/Unidade de controle Operacional e Unidade de Transmissão sem fio
Sensor de pés	Sensor de área de 5 eixos
Sensor de torso	Sensores giroscópicos e de aceleração
Alimentação	Bateria de Ni-MH de 38,4 V/10 Ah
Seção operacional	Estação de trabalho e controlador portátil

T.2 - Graus de liberdade (para juntas humanas).

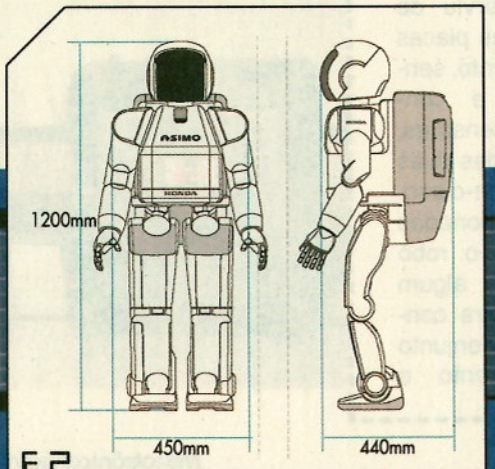
Cabeça	Junta de pescoço (U/D, RT) (*)	2 DPF (*)
Braço	Junta de ombro (F/B, U/D, RT)	3 DOF
Braço	Junta de cotovelo (F/B)	1 DOF
Braço	Junta de pulso (RT)	1 DOF
Mão	5 dedos	1 DOF
Perna	Junta de quadril (F/B, L/R, RT)	3 DOF
Perna	Junta de joelho (F/B)	1 DOF
Perna	Junta de tornozelo (F/B, L/R)	2 DOF

(*) F/B - Frente/Trás U/D - Para cima/Para baixo
L/R - Esquerda/direita RT - Rotação
DOF - Graus de liberdade

F.2 - Dimensões do Asimo.

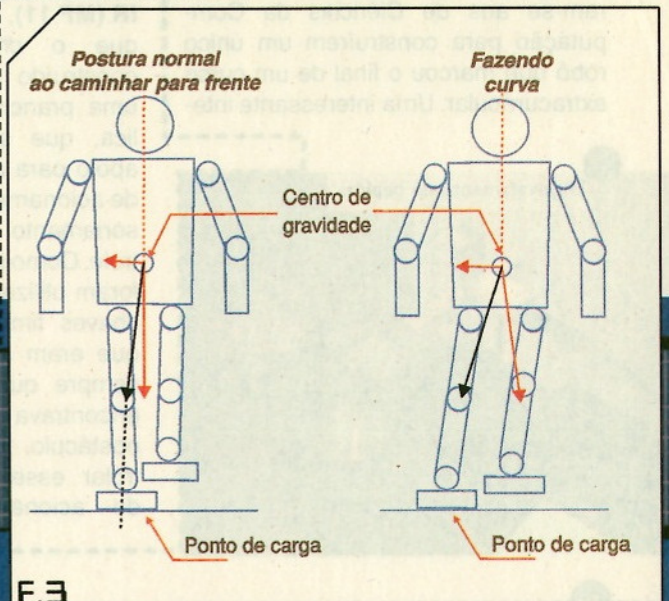


F.1e



F.2

F.4 - Controle de previsão de movimento.



F.3

Mecatrônica Fácil inspira exposição e campeonato na Unorp

Integração de alunos da Engenharia com os da Ciência da Computação foi um dos principais destaques do evento

Sérgio Vieira



Vista geral da competição.

Vários dos projetos idealizados e publicados pela revista Mecatrônica Fácil foram a fonte de inspiração para a realização da 1º Mostra de Automação e Robótica e a 1º Competição de Robôs Móveis, eventos simultâneos e organizados pelo Centro Universitário do Norte Paulista (Unorp), situado na cidade de São José do Rio Preto (noroeste do Estado de São Paulo).

Alunos do 5º ano de Engenharia da Computação utilizaram o **CLP BS (MF 14)** para construírem seus projetos de conclusão de curso. Um dos destaques foi a automação de um processo de engarrafamento de bebidas realizado pelos alunos Josimar Lima, Michel Garcia, André Silva Borges e Rodrigo Femini.

Um dos principais destaques aconteceu durante a Competição de Robôs Móveis. Alunos da Engenharia uniram-se aos de Ciências da Computação para construírem um único robô que marcou o final de um curso extracurricular. Uma interessante integração que talvez nunca tenha sido realizada em competições mecatrônicas. De acordo com os organizadores, a proposta foi a de proporcionar aos alunos todo o conhecimento necessário para a idealização e construção de um robô móvel que através da leitura de sensores fosse capaz de desviar de obstáculos **(Robô Octa-I – MF 1).**

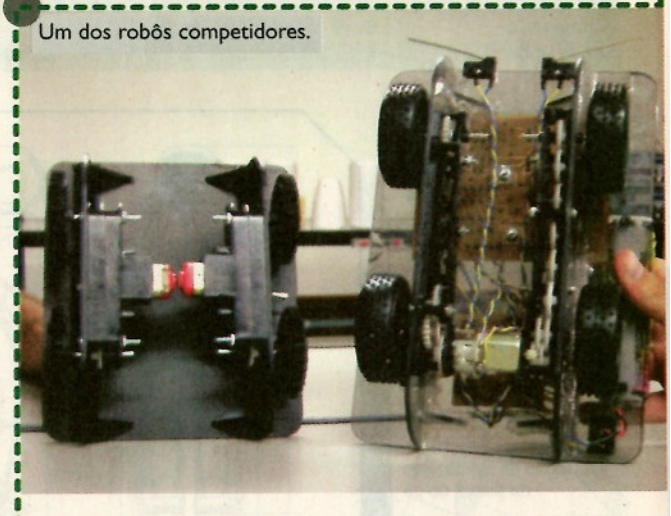
O curso extracurricular foi ministrado por quatro professores, um responsável pela eletrônica, outro pela construção mecânica e dois encarregados da programação dos microcontroladores.

A estrutura do robô móvel foi desenvolvida com base no **Robô IR (MF 11)**, enquanto que o chassi foi construído utilizando uma prancheta acrílica, que serviu de apoio para as placas de acionamento, sensoriamento e controle. Como sensores, foram utilizadas duas chaves fim-de-curso, que eram acionadas sempre que o robô encontrava algum obstáculo. Para controlar esse conjunto de acionamento e sensoriamento foi utilizado um microcontrolador Basic Step-1. O artigo (também da edição 11 **"Placa Drive"**) serviu de base para o circuito de acionamento dos motores DC.

Cada grupo pôde desenvolver melhor ou otimizar suas placas, bem como a estrutura mecânica. Foram permitidas mudanças durante a prova tanto na estrutura quanto na programação dos robôs. No final, valeram os conhecimentos e habilidades da equipe formada pelos alunos: José Mathias Rissato Chanes, Rodrigo Caires Bargas, Jéferson Rodrigo Sisto e Marcos José Afonso Polizelli que realizaram a prova em 26 segundos.



Engarrafamento de bebidas.



Um dos robôs competidores.

Como funciona o dinamômetro

Newton C. Braga

A medida do torque e força de dispositivos mecatrônicos é um problema que nem todos os montadores, projetistas ou mesmo professores resolvem com facilidade. Neste artigo mostramos como funciona um dinamômetro eletrônico e como montar um exemplar com peças comuns de fácil obtenção. Se o leitor não sabe como medir as características daquele motor que pretende usar num projeto, eis uma excelente oportunidade para resolver o seu problema.

No projeto de dispositivos mecatrônicos encontramos dois problemas básicos: medir o torque e medir a força exercida por partes móveis como braços, pistões, atuadores, etc.

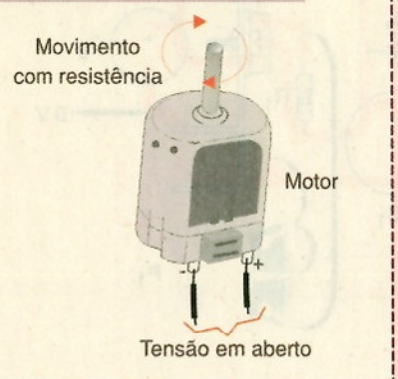
Para medir o torque e a força utilizamos um instrumento denominado dinamômetro.

A versão eletrônica do dinamômetro tem um funcionamento simples de entender e, com base nela, poderemos construir uma versão "feita em casa", utilizando componentes comuns de fácil obtenção.

O DINAMÔMETRO ELETRÔNICO

Quando o eixo de um motor comum de corrente contínua é girado, ele funciona como um gerador comum ou dínamo, conforme mostra a **figura 1**.

1 Gerador comum ou dínamo.

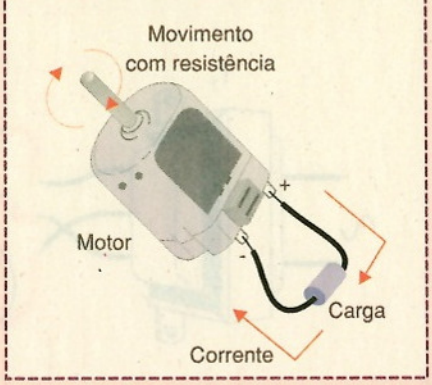


Essa propriedade é justamente aproveitada na elaboração do dinamômetro.

Nas condições de operação sem carga, um dínamo gera uma certa tensão e nenhuma corrente. Nessas condições, a potência transferida pelo sistema mecânico ao eixo do motor é nula e ele pode girar praticamente sem esforço algum. O esforço que notamos deve-se exclusivamente ao atrito de suas partes mecânicas.

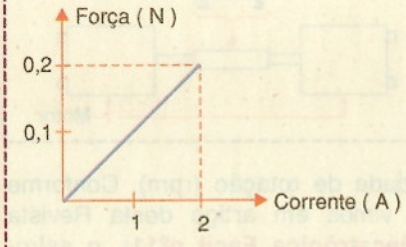
Entretanto, se ligarmos cargas no motor que é forçado a girar, essas cargas exigirão a circulação de uma corrente, ou seja, o motor que funciona como dínamo deverá gerar energia para alimentá-las, conforme ilustra a **figura 2**.

2 Motor gerando energia para a carga.



Quanto mais corrente exigir a carga, mais força precisaremos fazer para girar o eixo do motor. Podemos colocar esse comportamento em um gráfico onde a força versus a corrente produzida são plotados, veja a **figura 3**.

3 Gráfico Força x Corrente.



Isso significa que se tivermos um meio de ajustar a carga, poderemos empregar um motor como um eficiente dispositivo de torque ajustável. Veja que os motores, por serem dispositivos bastante robustos, podem manusear com facilidade forças relativamente elevadas.

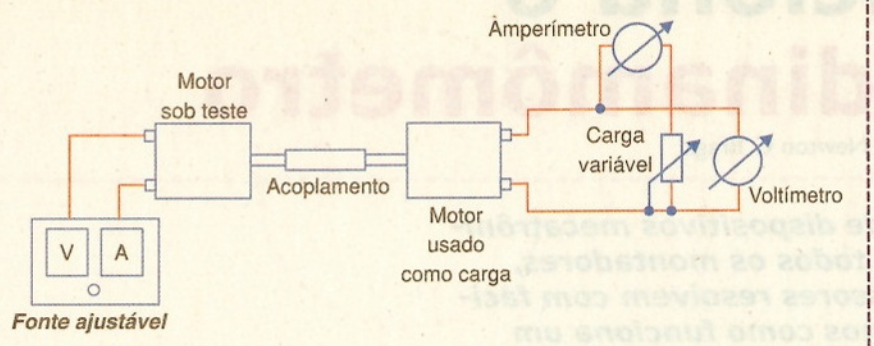
Partindo desse comportamento elétrico, podemos fazer um interessante arranjo para medir o torque de um motor. Esse arranjo é mostrado na **figura 4**.

Uma fonte de alimentação ajustável com indicadores de corrente e tensão alimenta o motor que será testado. O motor é acoplado a um segundo motor através de uma bucha, conforme mostra a **figura 5**.

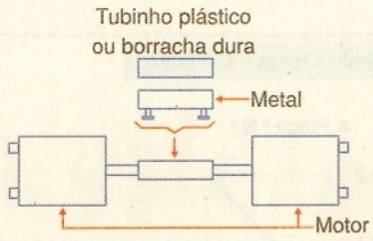
Esse segundo motor servirá de carga e nele ligamos um amperímetro e um voltímetro para medir a corrente e tensão geradas quando ele funcionar. Na verdade, a medida da corrente e tensão na carga é menos importante do que a medida da rotação (velocidade) e da tensão e corrente da fonte.

No eixo do motor acoplamos também um disco estroboscópico que possibilitará a medida da sua velo-

4 Esquema para medir o torque de um motor.



5 Acoplamento dos motores.



cidade de rotação (rpm). Conforme já vimos em artigo desta Revista (**Mecatrônica Fácil nº11**), o estroboscópio pode ser montado com facilidade a partir de um oscilador e de um LED de boa potência.

A partir desse arranjo podemos medir exatamente a potência aplicada ao motor nas condições de determinada rotação. Por exemplo, se a uma rotação de 500 rpm a tensão aplicada ao motor for de 6 V e a corrente de 0,5 ampères, podemos dizer que a potência que está sendo entregue ao motor é de:

P=V x I
P=6 x 0,5
P=3 W

Na **figura 6** exibimos um circuito relativamente simples de fonte variável de 0 a 12 V, que pode fornecer correntes de até 2 A.

A placa de circuito impresso para a montagem dessa fonte é mostrada na **figura 7**.

Voltando ao circuito de prova, a carga poderá ser de diversos tipos, conforme a potência do motor.

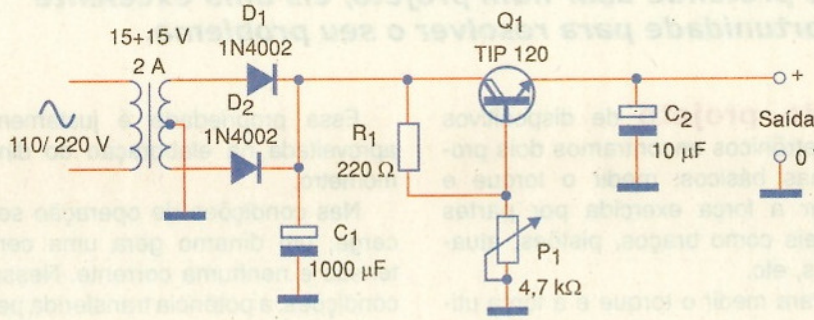
Para motores de pequena potência (até 6 V x 0,5 A) podemos usar como carga um potenciômetro de fio de 50 ohms x 5 W. Embora existam potenciômetros de maiores dissipações, que podem ser utilizados com motores de maior potência, além de serem caros não são muito fáceis de encontrar.

Para motores maiores temos duas possibilidades:

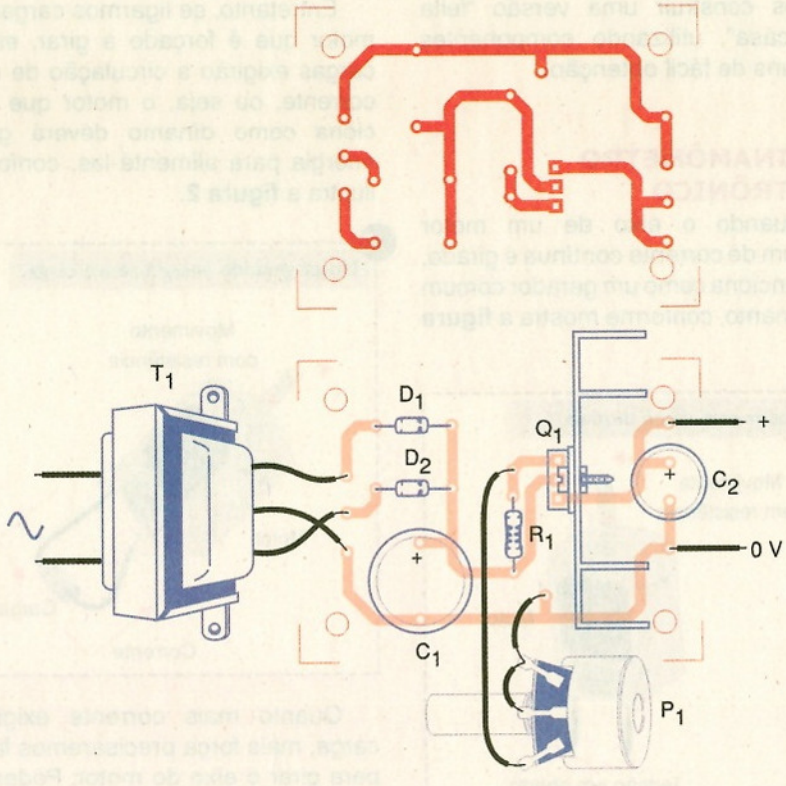
A primeira consiste em utilizar resistores de fio de 5 a 10 W de dissipação com valores escalonados como: 1; 2,2; 3,3; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2; 10; 12 e 15 ohms.

Outra possibilidade é ilustrada na **figura 8** e consiste num reostato variável elaborado em torno de um transistor TIP31.

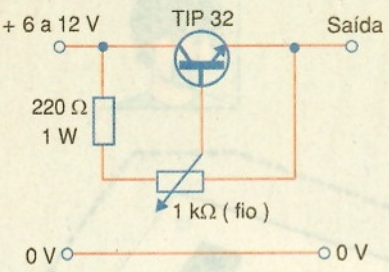
6 Fonte variável 0-12V/2A.



7 PCI para a fonte.



8 Reostato variável.



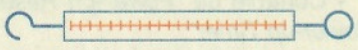
Esse circuito pode manusear correntes de até uns 3 A e tensões até uns 12 V sem problemas. O transistor deverá ser montado num radiador de calor. Para medir a rotação pode ser utilizado um osciloscópio ou ainda um freqüencímetro. No entanto, a possibilidade econômica consiste no circuito de um estroboscópico, conforme mencionado.

DINAMÔMETRO CASEIRO

A construção de um dinamômetro caseiro não é muito difícil.

A idéia é medir o torque de pequenos motores de corrente contínua utilizando recursos que podem ser conseguidos com facilidade. Tudo o que precisamos é de um pequeno dinamômetro do tipo mostrado na **figura 9**, empregado em laboratórios de escolas de nível médio

9 Dinanômetro.



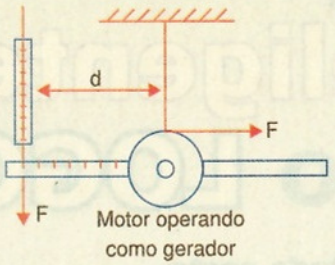
nas experiências de Física.

Conforme indicaremos mais adiante, esse dinamômetro pode ser substituído por uma balança de cozinha sensível. O arranjo para a medida do torque é dado na **figura 10** e funciona da seguinte maneira.

O motor sob teste é preso de forma que possa girar com uma certa facilidade, movendo-se uma alavanca. Essa alavanca atua sobre o dinamômetro a uma distância conhecida de seu eixo. Para maior facilidade de utilização com diversos tipos de motores, a distância em que o dinamômetro é fixado pode ser alterada.

Quando alimentamos o motor sob teste com uma tensão determinada,

10 Arranjo para a medida do torque do motor.



F = Força de reação

ao variar a carga através de um dos circuitos que indicamos, ele precisará fazer mais força para movimentar o eixo do outro motor que atua como dínamo. Fazendo essa força como ela está num sistema com certa liberdade, ele reagirá transmitindo essa força para o braço da alavanca e com isso para o dinamômetro.

Em outras palavras, o dinamômetro indicará a força que o motor está fazendo para girar o motor que funciona como carga quando alimentado por determinada tensão.

Para calcular o torque, basta lembrar que:

$T = mgr$ ou $T = Fr$

Onde:

T é o torque, em N.m;

F é a força indicada pelo dinamômetro, em newtons;

r é a distância do eixo do motor no qual está fixado o dinamômetro, em metros.

Evidentemente, ao alimentar o motor, o operador deverá tomar cuidado para fazê-lo no sentido correto para que a força sobre o dinamômetro ocorra no sentido que ele indicar.

Veja que esse arranjo permite comparar a eficiência de diversos motores, verificando-se qual tem mais torque com uma determinada potência. Nesse caso, para obter a potência consumida na condição de determinado torque, basta multiplicar a tensão aplicada pela corrente. Essa potência será obtida em watts.

Pronto! Agora você já poderá testar seus motores antes de uma aplicação e até escolher num lote deles que tenha maior torque sob determinada condição de operação.

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

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

Controle para Casa Inteligente através do LOGO

Márcio José Soares





A montagem que será apresentada neste artigo permite o controle (liga/desliga) de até quatro cargas (aparelhos) conectadas à mesma e também monitorar até quatro "entradas" (portas, janelas, etc.) através do LOGO, utilizando a porta serial do PC (RS-232), conectado a uma placa com um microcontrolador.

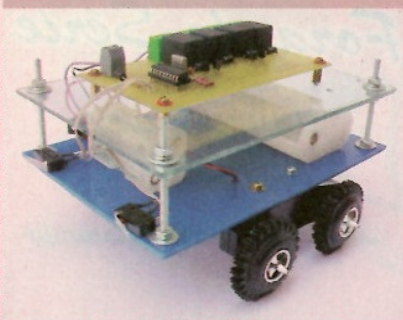
Na edição nº 13 desta Revista, publicamos o robô PIC (**figura 1**) que "finalizou" uma série sobre o microcontrolador PIC Microchip®, iniciada na edição nº 6. Na ocasião, foi dito que a placa serviria para outros "automatismos", tais como:

- Alarmes;
- Pequenos CLPs;
- Automação residencial com LOGO;
- entre outras.

Na presente edição demonstraremos como utilizar a placa do Robô PIC para controlar os recursos de uma "Casa Inteligente" (*o esquema elétrico e layout da placa serão passados novamente neste artigo*).

Para usar a placa do Robô PIC nesta nova proposta é necessário, basicamente, apenas uma alteração na mesma e esta diz respeito ao microcontrolador utilizado.

1 Robô PIC.



Para o Robô PIC empregamos o PIC16F84A, e para esta montagem usaremos o PIC16F628A, sem a necessidade de qualquer outra alteração na placa!

A troca de um microcontrolador pelo outro tem alguns motivos. O principal deles é que o PIC16F628(A) possui USART para comunicação serial RS-232 e o PIC16F84A não. Um outro motivo, não menos importante, é o fato do PIC16F628(A) ser mais facilmente encontrado nos dias de hoje e a um preço menor que o PIC16F84A.

O microcontrolador PIC16F628(A) não é nenhuma novidade para a maioria dos nossos leitores. Porém para aqueles que não o conhecem, descreveremos agora suas principais características:

- Arquitetura HARVARD;
- Memória de programa com 2 kbytes de FLASH (reprogramável eletricamente);
- 224 bytes de RAM para dados;
- 128 de EEPROM para dados;
- 16 pinos de I/O com dreno de corrente na ordem de 20 mA;
- Dois comparadores analógicos;
- Dois "*timers*" de 8 bits e um de 16 bits;
- Um canal CCP (*Capture, Compare and PWM*);
- Um canal USART para comunicação RS-232 ou SPI;
- Uma interrupção externa;
- Várias opções para oscilador, inclusive interno a 4 MHz;
- *Wath Dog Timer* (cão de guarda) interno;
- Controle de "*Power-on Reset*" e "*Power-up Timer*";
- Proteção de código contra cópias;
- *Set* de instruções reduzido (35 instruções);
- Encapsulamento DIP com 18 pinos;
- Alimentação padrão TTL (5VDC);
- etc.

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

O CIRCUITO

Na **figura 2** o leitor pode ver o circuito elétrico da placa de controle (principal) e também da "pequena placa extra" (auxiliar). Apesar das interligações, é possível notar a separação dos mesmos através dos quadros.

CI_1 é o microcontrolador responsável por receber os dados do canal serial (RS-232) enviados pelo programa de controle (LOGO) e ligar as "cargas" conectadas nos relés RL_1, RL_2, RL_3 e RL_4. Já Q_1, Q_2, Q_3 e Q_4 são transistores NPN que operam como "*drivers*" de corrente para CI_1, uma vez que este não pode fornecer mais que 20 mA por pino de I/O.

No circuito "principal" temos duas chaves S_2 e S_3 que podem ser do tipo mecânicas ou magnéticas NA (normalmente abertas). O diodo D_1 promove a queda de tensão necessária, devido à alimentação do circuito com 6 VDC (quatro pilhas).

No circuito "auxiliar" CI_2 é um "*line driver*" para compatibilizar os níveis de tensão presentes no padrão RS-232 (+12 V e -12 V) com o padrão TTL (0 – 5V) do microcontrolador. Neste circuito temos mais duas chaves S_4 e S_5.

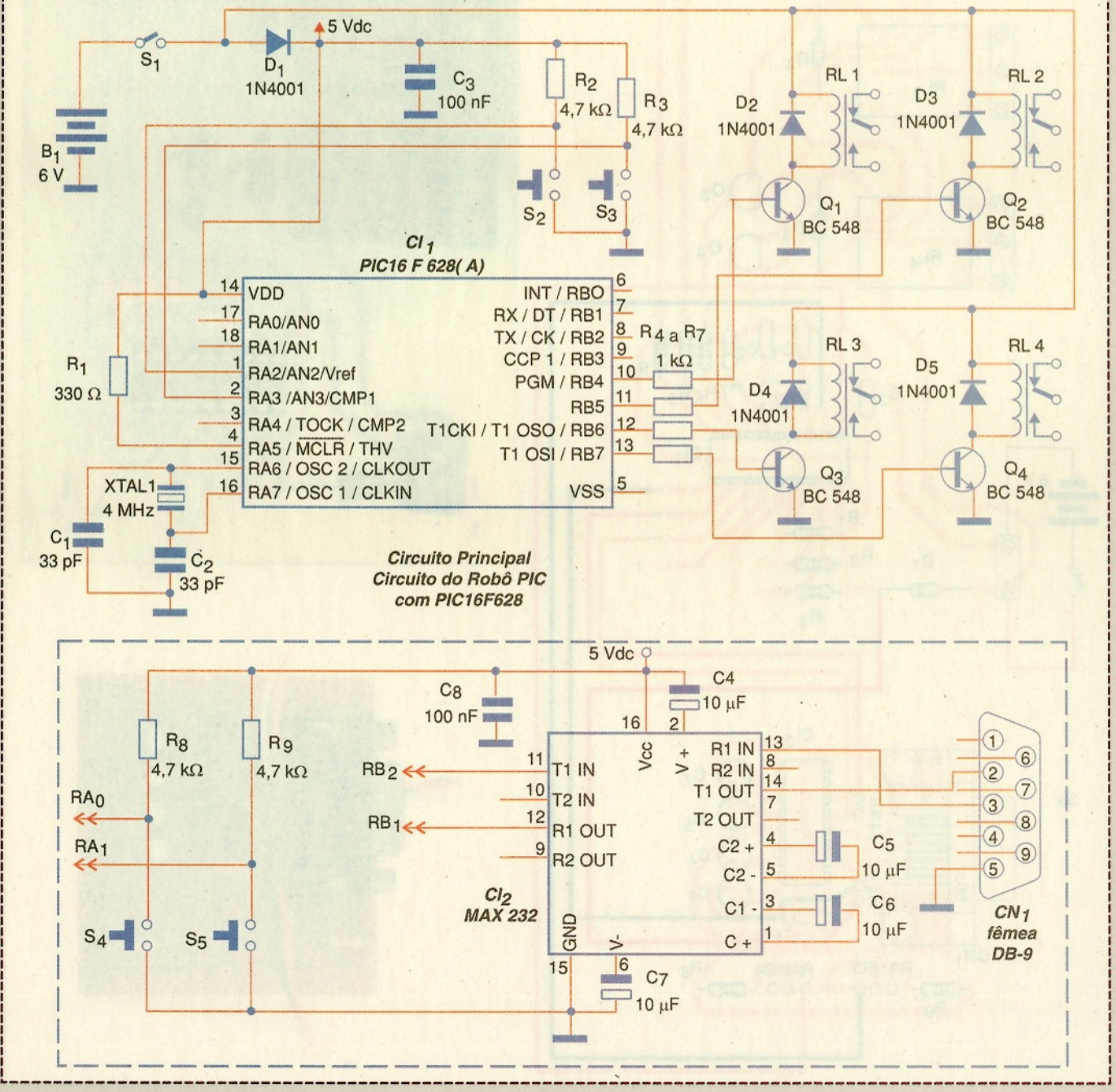
O leitor que acompanha a Revista há algum tempo e tem a edição nº 13 onde publicamos o robô PIC, poderá observar que apenas substituímos o PIC utilizado e "ligamos" CI_2 e as chaves S_4 e S_5 aos pinos livres que deixamos no projeto original do Robô PIC.

A alimentação do circuito vem de quatro pilhas médias (ou grandes) ou mesmo de uma bateria de 6 VDC. Se o leitor optar por usar uma fonte de alimentação, mais à frente neste artigo encontrará um circuito e placa para tal.

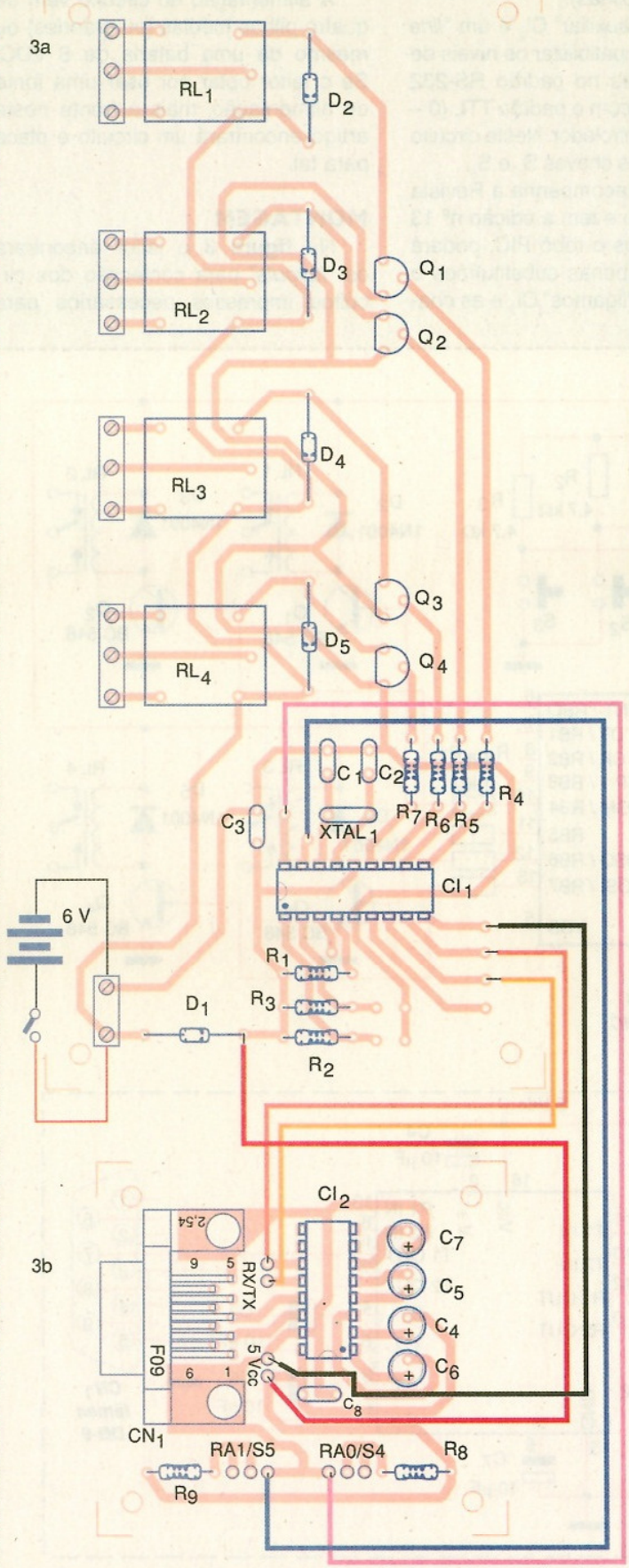
MONTAGEM

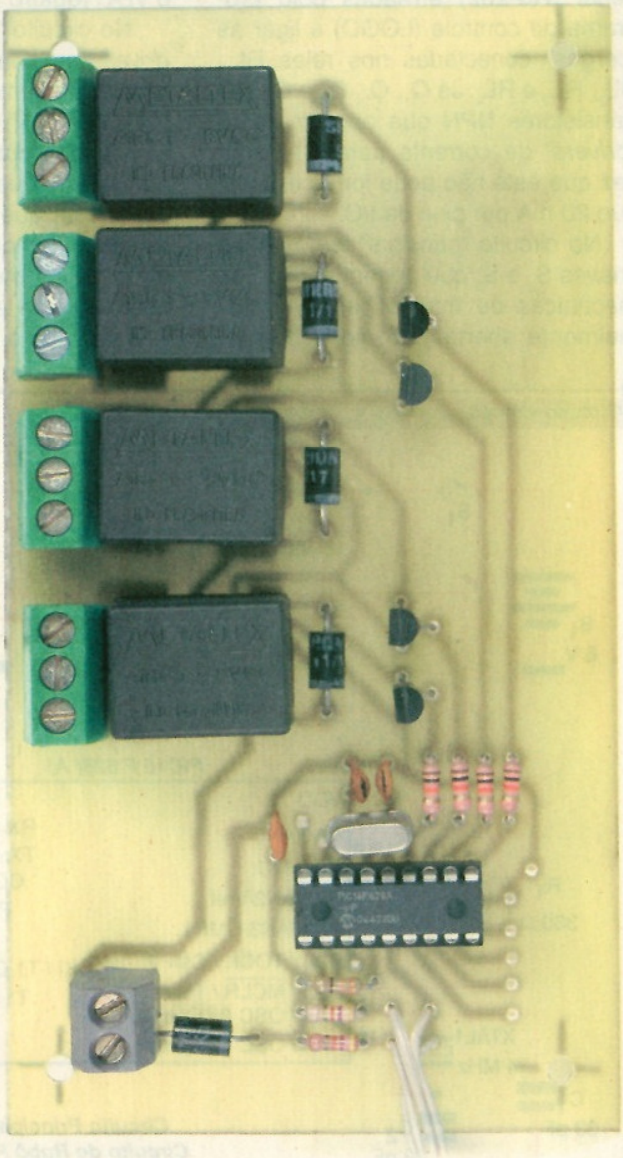
Na **figura 3** o leitor encontrará os "*layouts*" para confecção dos circuitos impressos necessários para

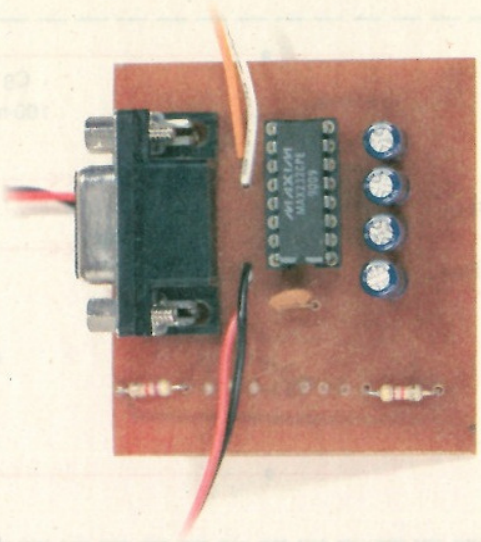
2 Circuito elétrico.



3 Placa para o circuito principal (Robô PIC) e placa para o circuito auxiliar.







esta montagem. O "*layout*" apresentado na **figura 3a** é o mesmo exibido na edição 13. Assim, quem montou o Robô PIC e agora pensa em dar "novos rumos" a placa/robô, poderá reaproveitá-la. Já para o leitor que não tem a referida edição, basta utilizar o *layout* ilustrado na **figura 3**. Para ambos os casos, será necessário confeccionar a placa apresentada na **figura 3b**.

Ao soldar os componentes, tenha bastante cuidado com os que possuem "polaridade". É o caso dos transistores, CIs, diodos e capacitores eletrolíticos. Qualquer inversão poderá ser fatal, acarretando no não funcionamento do circuito e quiçá a perda do componente! É extremamente aconselhável o uso de soquetes para os CIs. No caso do CI_1 (microcontrolador) seu uso é obrigatório!

As chaves S_2, S_3, S_4 e S_5 podem ser do tipo magnéticas (**figura 4**). Os conectores para interligar as cargas são do tipo parafusável, porém o leitor poderá soldar as "tomadas" para ligar as cargas, diretamente à placa, de acordo com o desejado: ***Comum e NA para ligar a carga, ao ativar o relé, e Comum e NF para desligar a carga ao ativar o relé.***

Na **figura 5** o leitor tem o esquema elétrico e desenho da placa para construir uma fonte de 6 VDC regulados. Esta é uma boa opção para quem desejar utilizar o circuito por longos períodos.

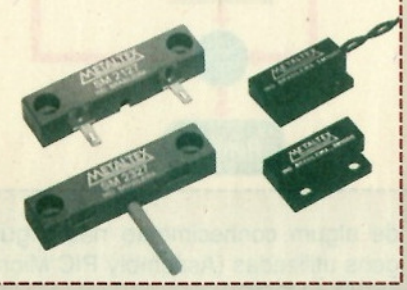
INTERLIGANDO AS PLACAS

O projeto foi dividido em duas placas e a correta interligação entre as mesmas pode representar a diferença entre o sucesso e o fracasso nesta montagem. Na **figura 3** o leitor poderá ver como proceder com estas ligações de forma correta.

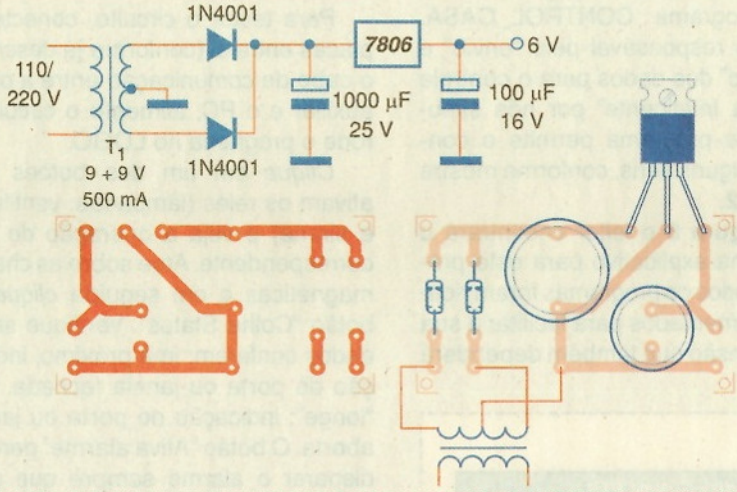
Para a comunicação entre a placa auxiliar e o PC, será necessário construir o cabo apresentado na **figura 6**. Este cabo requer um conector DB-09 fêmea (lado do PC), um conector DB-09 macho (lado da placa auxiliar) e 3 metros de cabo tipo "manga" com pelo menos 4 vias e malha. A malha deve ser soldada às carcaças dos DBs no cabo. O uso de "caixas" apropriadas para estes conectores é aconselhável, pois ajudará a protegê-los e também resultará em um excelente acabamento final.

Uma outra dica a respeito da montagem é a inserção das placas em um gabinete. Existem muitos modelos no mercado, fabricados com vários tipos de materiais, que podem ser utilizados. Acreditamos que os do tipo plástico são os mais simples de trabalhar e os que conferem o melhor acabamento. Na página de abertura o leitor poderá ver a solução que adotamos.

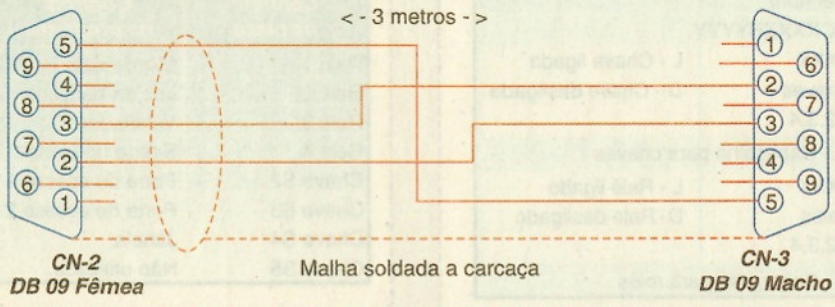
4 Chaves do tipo magnéticas.



5 Fonte de 6 VDC.



6 Cabo de comunicação.



Mecatrônica Industrial



COMPRE JÁ!
Pedidos:
(11) 6195-5330
www.sabermarketing.com.br

OS PROGRAMAS

O programa para o microcontrolador pode ser encontrado em nosso *site*. Nele, é possível encontrar tanto o código-fonte CONTROL_CASA.ASM como também o arquivo necessário para a gravação do microcontrolador CONTROL_CASA.HEX.

Importante:

Chamamos a atenção do leitor para os comentários inseridos no início do código-fonte fornecido. Ele tem informações importantes sobre o compilador utilizado para gerar o executável HEX apresentado para *download*. Caso deseje recompilar o código, devido a alguma alteração feita, deverá respeitar estas informações.

Na **figura 7** temos o fluxograma do programa a ser gravado no microcontrolador. O programa começa configurando o microcontrolador. Em seguida, ele entra em um "laço", lendo as chaves. Se uma chave qualquer for pressionada, uma variável é gravada. Ao mesmo tempo em que o microcontrolador analisa as chaves, ele também aguarda uma possível interrupção da USART (dado recebido pela RS-232). Caso o dado seja válido, uma ação é tomada. Veja a **tabela 1**.

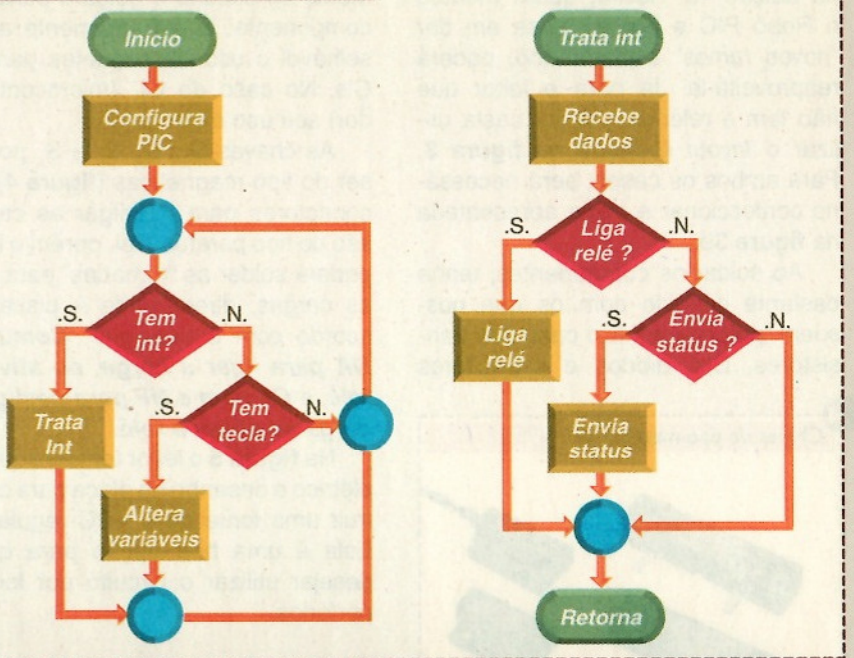
Apenas o comando "S" requer que o PC aguarde um retorno da placa. Esse retorno é justamente a posição das chaves (ligadas ou desligadas) e a situação dos relés (ligados ou desligados). Trata-se do "status" da placa.

Um outro programa encontrado em nosso "site" é o CONTROL_CASA.LGO. Este programa foi desenvolvido na linguagem LOGO e requer o interpretador para a linguagem, que pode ser obtido gratuitamente no *site* do NIED (**www.nied.unicamp.br**).

O programa CONTROL_CASA.LGO é o responsável pelo "envio" e "recepção" dos dados para o controle da "Casa Inteligente" por nós simulada. Este programa permite o controle de alguns itens, conforme mostra a **tabela 2**.

Na **figura 8** o leitor encontrará o fluxograma explicativo para este programa. Todos os programas foram ricamente comentados para facilitar a sua compreensão que também dependerá de algum conhecimento nas linguagens utilizadas (Assembly PIC Microchip® e LOGO).

7 Fluxograma para CONTROL_CASA.ASM.



TESTE E USO

Para testar o circuito, conecte as placas entre si (conforme já descrito), o cabo de comunicação entre a placa auxiliar e o PC, alimente o circuito e rode o programa no LOGO.

Clique em um dos botões que ativam os relés (lâmpadas, ventilador e sirene) e veja a operação do relé correspondente. Atue sobre as chaves magnéticas e em seguida *clique* no botão "Colhe Status". Verifique se os dados conferem: ímã próximo, indicação de porta ou janela fechada, ímã "longe": indicação de porta ou janela aberta. O botão "Ativa alarme" permite disparar o alarme sempre que uma

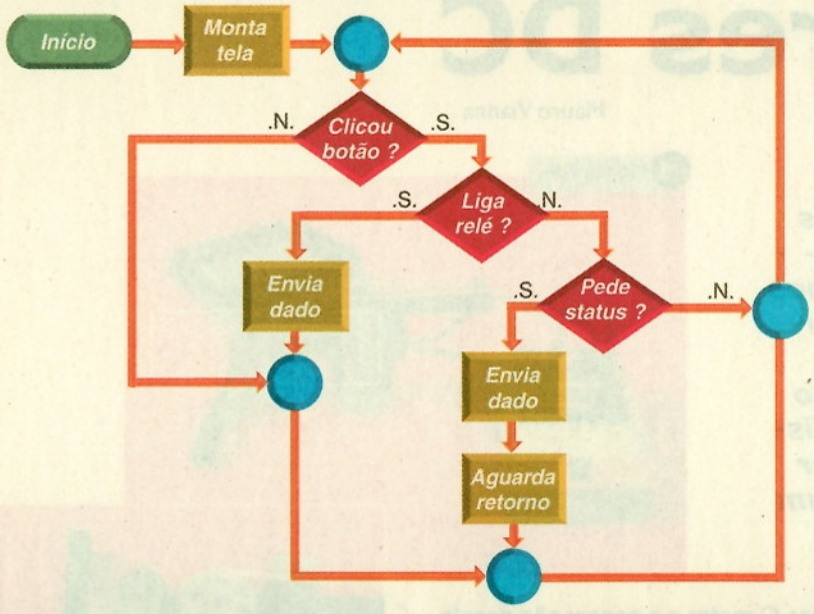
T1 Protocolo de comunicação.

Dado recebido	Ação	Retorno (do µC para PC)	
L1	Liga relé 1	Nenhum	
L2	Liga relé 2	Nenhum	
L3	Liga relé 3	Nenhum	
L4	Liga relé 4	Nenhum	
S	Envia "status" (situação das chaves)	SCXXXXRYYYY	
		XXXX Chaves 1,2,3,4	L - Chave ligada D - Chave desligada
		C - Cabeçalho para chaves	
		XXXX Relés 1,2,3,4	L - Relé ligado D - Relé desligado
		R - Cabeçalho para relés	

T2 Itens controlados.

Controle na placa	Controle na programa
Relé 1	Luz da sala
Relé 2	Luz da bancada
Relé 3	Ventilador
Relé 4	Sirene do alarme
Chave S2	Porta de acesso 1
Chave S3	Porta de acesso 2
Chave S4	Janela
Chave S5	Não utilizada

8 Fluxograma do programa CONTROL_CASA.LGO.



porta ou janela for aberta. Para isso o programa colhe o "Status" a cada 1 segundo.

Com tudo testado, é hora de instalar definitivamente o sistema. Em nosso *site* o leitor encontrará a representação gráfica dos itens instalados em nosso protótipo (e rodando na casa do autor). Isso poderá ajudá-lo na sua instalação.

Caso os itens a serem controlados pelo leitor sejam diferentes dos escolhidos para a demonstração, o programa CONTROL_CASA.LGO poderá ser alterado para adequar-se às necessidades de cada um.

AJUDA COM PROBLEMAS

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

Liguei todo o circuito, rodei o programa e ao enviar um comando, nada aconteceu!

Possíveis soluções:

- Verifique a alimentação do circuito;
- Cheque as ligações entre as placas;
- Veja a montagem do cabo;
- Verifique a conexão do cabo entre a placa auxiliar e o PC;
- Confirme se a porta serial que está sendo utilizada está realmente habilitada.

Meu PC só tem uma porta serial e a mesma está ocupada pelo mouse. O que devo fazer?

Possíveis soluções:

- Verifique se seu PC possui uma porta PS2. Troque seu *mouse* serial por um do tipo PS2.
- Instale uma placa com portas seriais extras.

O programa parece não estar recebendo o status da placa. Nada se altera na tela!

Possíveis soluções:

- Verifique o cabo de comunicação;
- Cheque a porta de comunicação.

CONCLUSÃO

O aproveitamento de placas e outros itens publicados aqui na Revista são totalmente possíveis. De um robô, foi possível montar um "controle para casa inteligente". Muitas outras "adaptações" e "reaproveitamentos" podem ser feitos. O leitor teve alguma idéia? Mãos à obra! E não se esqueça de compartilhá-la com outros leitores através do nosso fórum. Boa montagem e até a próxima! f

No site:

www.mecatronicafacil.com.br
é possível acessar:
- *Layout* das placas de circuito impresso;
- Códigos-fontes dos programas utilizados.

Lista de materiais:

Semicondutores
CI_1 – PIC16F628(A) – microcontrolador Microchip
CI_2 – MAX232 – *Line driver*
D_1 a D_5 – 1N4001 – diodo retificador
Q_1 a Q_4 – BC548 – transistor NPN

Resistores (1/8W)
R_1 – 330 Ω (laranja, laranja, marrom)
R_2, R_3, R_8, R_9 – 4,7 kΩ (amarelo, violeta, vermelho)
R_4, R_5, R_6, R_7 – 1kΩ (marrom, preto, vermelho)

Capacitores
C_1, C_2 – 33 pF – cerâmico
C_3, C_8 – 100 nF – cerâmico
C_4 a C_7 – 10 µF/25V – eletrolítico

Diversos
RL_1 a RL_2 – relé bobina para 6V, 1 contato reversível
CN_1 – Conector DB-09 fêmea 90°
S_2 a S_5 – chaves tipo magnética para alarmes – veja texto
$XTAL_1$ – cristal de 4 MHz

Placa para confecção de circuito impresso, fios para ligação, material para montar cabo de comunicação (veja texto), suporte para quatro pilhas médias, material para fonte conforme texto (opcional), soquetes para os CIs (16 e 18 pinos), Caixa Patola PB-119/2, etc.



Controlando a velocidade de motores DC

Mauro Vianna

Quando trabalhamos com robôs ou qualquer outro tipo de automação, é comum nos depararmos com a necessidade de controlarmos a velocidade de motores. Neste artigo mostraremos como controlar a velocidade de um dispositivo acionado por um motor DC, utilizando o RCX da Lego, um sensor e a linguagem NQC.



1 Montagem.

Quando falamos de Mecatrônica, freqüentemente nos referimos a dispositivos acionados por motores. Em alguns deles é importante manter uma velocidade constante, independente da carga submetida ao equipamento. Exemplos de máquinas que precisam desse tipo de controle são elevadores, escadas rolantes, esteiras de carga e veículos.

Nesta Revista já foram apresentados alguns artigos sobre o método de controle de potência de motores por pulso, denominado PWM (ver **edições 6, 8, 13** - sinopse disponível no *site* **www.mecatronicafacil.com.br** em "edições anteriores"). Neste artigo, apresentaremos como usar este método para manter um disco giratório em velocidade constante, independentemente da carga aplicada no mesmo. Optamos por controle via software.

NOSSO "EQUIPAMENTO"

O nosso equipamento é bastante simples. Ele é composto de um disco giratório (na verdade um quadrado), acionado por um motor DC da Lego. O acionamento utiliza uma caixa de redução empregando engrenagens de 8 e 40 dentes (2 vezes), gerando uma redução de 1:25. A velocidade é medida através de um sensor de posição acoplado diretamente ao eixo do motor. O motor e o sensor são acoplados ao RCX, que é o microcontrolador fornecido pela Lego.

O disco giratório pode ser visto na **figura 1**. Foi adicionado um elástico para gerar uma certa quantidade de atrito para simular uma carga. O motivo disso é a dificuldade de controlar motores DC com cargas muito pequenas.

COMO CONTROLAMOS A VELOCIDADE?

Antes de controlarmos a velocidade, é preciso medi-la. Apesar de existir em sensores de velocidade, nem sempre é fácil de achar um que se ajuste à sua necessidade (ou bolso). No nosso caso, usamos um sensor de posição da Lego, que mede 16 pontos a cada volta completa do eixo. Basicamente ele é um encoder. Utilizando um *timer* do RCX, podemos medir o quanto o eixo girou em um determinado intervalo de tempo. Desta forma, temos a seguinte fórmula para a velocidade:

$$\textbf{Velocidade} = \frac{\textbf{Variação da posição}}{\textbf{Intervalo de tempo}}$$

Com isso, conseguimos medir a velocidade. Mas, como podemos controlá-la? A resposta é simples: variando a potência aplicada no motor. Isto pode ser feito com um circuito PWM, bastando apenas variar a largura do pulso aplicado. No nosso caso, utilizamos um recurso PWM nativo do RCX, que permite aplicarmos 8 níveis diferentes de potência (0 a 7).

Vamos supor que desejamos manter uma velocidade V. Para tanto, basta medir a velocidade. Se a velocidade for maior que V, diminuímos a potência. Se for menor, aumentamos a potência. Esse é o princípio básico. Uma forma de fazer isso é aplicar a seguinte fórmula:

Potência = Potência anterior - Ganho * (Velocidade - V)

O **Ganho** seria um fator de resposta do controle. Quanto maior, mais rápida é a resposta, mas menor será a estabilidade.

Existem variações para manter um controle mais "suave". Em geral eles levam em consideração além da velocidade, também a aceleração. A aceleração pode ser medida como uma variação da velocidade de forma análoga ao que fizemos com a velocidade:

$$\textbf{\textit{Aceleração}} = \frac{\textbf{\textit{Variação da Velocidade}}}{\textbf{\textit{Intervalo de Tempo}}}$$

A fórmula de controle de potência passaria a ficar da seguinte forma:

Potência = Potência anterior - Ganho * (Velocidade - V) – Amortecimento*Aceleração

O **amortecimento** é um fator do quanto se deseja "suavizar" o controle. Quanto maior, mais suave será o controle, mas o tempo de resposta também será reduzido.

No nosso programa utilizamos apenas a primeira fórmula, ficando a cargo do leitor experimentar a vontade.

O PROGRAMA DE CONTROLE

Até agora abordamos as fórmulas matemáticas para o controle. Entretanto, no mundo real, em particular em programação, esbarramos com alguns desafios. Para começar, trabalhamos com números inteiros e intervalos de tempo finitos, o que restringe a precisão das nossas medidas. Quanto mais rápido o microcontrolador utilizado, menor será o problema.

A velocidade medida, por ser um valor inteiro, sofre pequenas variações na sua medida. No nosso caso a velocidade desejada é 4, mas é comum termos algumas medidas 2 e 3. Isso não é um grande problema, pois pode ser controlado através do ajuste do ganho e do dimensionamento do intervalo de tempo.

Outra variável é a potência (chamada *power* no nosso programa). Para ter um controle melhor, trabalhamos com a variável multiplicada por 10. Ou seja, é como se trabalhássemos com uma casa decimal. A precisão necessária desta variável vai depender do microcontrolador usado e dos parâmetros de ganho desejados.

Utilizamos um intervalo de 80 ms para medir a velocidade e ajustar a potência do motor. A lógica do programa é a seguinte:

```
Inicializa sensores, timers e motores;
Enquanto não acabar o tempo
        Mede Velocidade;
        Calcula a nova Potência;
        Aplica a Potência;
        Registra dados para monitoração;
Fim Enquanto;
```

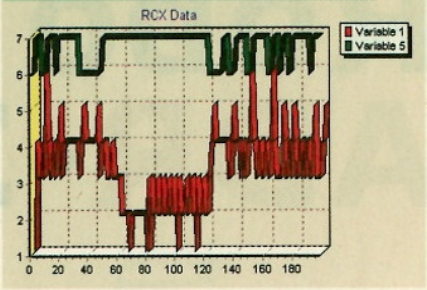
O programa completo está disponível para *download* no *site*. Na **tabela 1** estão alguns comandos importantes da linguagem NQC utilizados.

Para observar o resultado, utilizamos o software *Brickx Command Center*. Além de ser um excelente ambiente de programação para a linguagem NQC, ele permite monitorar os dados do *Datalog* de forma fácil. Basta selecionar a opção Tools/Datalog, clicar em *Upload Datalog* para carregar os dados do *Datalog*. Uma vez carregado, ao clicar em *Analyze* os dados são apresentados de forma gráfica.

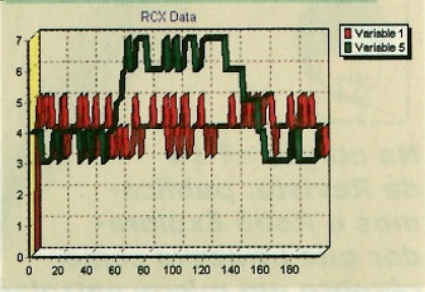
Na **figura 2** temos a execução do programa sem controle, ou seja, apenas monitorando a velocidade (**Variable 1**). Quando t=60, aumentei manualmente o atrito, o que causou a queda da velocidade de 4 para 2. Ao soltar, em t=120, a velocidade retorna ao normal. Foi aplicada uma potência constante = 4.

Na **figura 3** é possível ver o mesmo procedimento, mas com o programa ativo. Apliquei atrito manualmente em t=60 até t=140. Percebam que o programa respondeu aumentando a potência de aproximadamente 4 para 6 para compensar e manter a velocidade média em 4.

2 Execução do programa sem controle.



3 Execução do programa com controle.



CONCLUSÃO

Vimos neste artigo como controlar a velocidade de motores DC. O programa apresentado pode facilmente ser adaptado para outros microcontroladores já apresentados na Revista, como o *Basic Step* e PIC. Resultados melhores podem ser obtidos com circuitos dedicados para este fim (microcontrolados ou não). Contudo, para aplicações simples, onde o controle não precisa ser preciso, a solução apresentada aqui é suficiente.

Sugestões

Ficam como sugestões para o leitor experimentar as seguintes variações:

1. Utilizar sensores diferentes: motores com *encoders*, sucata de *mouses*, potenciômetros, etc.
2. Experimentar com os parâmetros de ganho e aceleração;
3. Experimentar outras plataformas de hardware: microcontrolador PIC, circuito analógico com PWM, amplificadores operacionais, etc.

Mais Informações

NQC - **http://bricxcc.sourceforge.net/nqc**
Brickx Command Center - **http://bricxcc.sourceforge.net**
Fórum sobre Robótica Lego da LUGNET - **www.lugnet.com/robotics**

No site

www.mecatronicafacil.com.br
Acesse no *site* da Revista:
- Código-fonte do programa apresentado.

T1 Alguns comandos importantes da linguagem NQC utilizados.

Comando	Descrição
SetPower(Saída, Potência)	Este comando gera um pulso PWM na saída selecionada, com 8 níveis de potência, conforme o valor desejado (0 a 7)
CreateDatalog(N)	Cria uma região de memória de N valores para registro de dados
AddToDatalog(variável)	Registra a variável (nome e valor) no Datalog

Robô ADR-3

Márcio José Soares



Níveis de Dificuldade

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

(veja pg. 02)

Na edição nº 19 da Revista, publicamos o Robô Explorador que utilizava como cérebro um microcontrolador PIC. Um sucesso! O nível de aprovação entre nossos leitores foi muito grande. Aliado a um baixo custo (do microcontrolador), o leitor ainda teve a oportunidade de estudar um pouco mais sobre microcontroladores PIC e sua aplicação na Robótica.

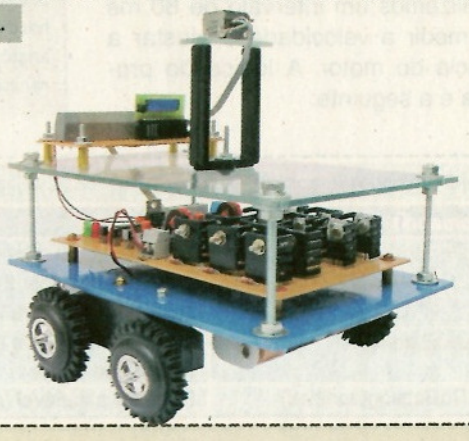
Pensando nisso, desenvolvemos o Robô ADR-3. Este novo robô também utiliza um microcontrolador PIC e proporcionará uma montagem diferente e interessante, além de apresentar novos recursos do microcontrolador PIC, aumentando ainda mais os conhecimentos daqueles que se propuserem a "experimentar" mais esta montagem.

A proposta para este novo robô exigia que o mesmo fosse do tipo "interativo" com o usuário. Já publicamos outros robôs deste tipo (interativo) nesta Revista como, por exemplo, o Robô IR na edição 11 (**figura 1**), o Robô RF na edição 15 (**figura 2**), o Robô Lixobô na edição 17 (**figura 3**) e Robô Luzbô na edição 20 (**figura 4**). Cada qual com seu tipo de "interatividade". Para esta nova proposta, necessitávamos algo novo. E o autor conseguiu. Criou um robô que pode ser programado!

Sim, é isso mesmo! O Robô ADR-3 permite que o usuário programe seus movimentos, que são:

- Andar para frente;
- Andar para trás;
- Desviar para direita;

1 Robô IR.



2 Robô RF.



3 Robô Lixobô.



4 Robô Luzbô.



- Desviar para esquerda;
- Tocar *buzzer*.

Apesar da simplicidade dos comandos presentes, muitos outros podem ser implementados no futuro pelo próprio leitor, desde que o mesmo conheça um pouco sobre a linguagem de programação utilizada (*Assembly*).

Todo o movimento do robô é medido em "passos". O leitor pode inserir até 64 comandos diferentes e consecutivos para movimentar o robô. Sendo assim, ele poderá programar uma série de movimentos no robô para que o mesmo execute uma determinada tarefa, como se deslocar por uma sala sem colidir com os obstáculos, ou ainda "entrar e sair" de um labirinto. Temos certeza que nosso leitor já tem em mente outras maneiras de utilizar o Robô ADR-3.

As características técnicas do Robô ADR-3 são as seguintes:

- **Cérebro**: microcontrolador PIC16F877 Microchip®;
- **Motores**: dois motores de passo 12 V – tipo unipolar;
- **Entrada de dados (programa)**: através de teclado matricial com 20 teclas;
- **Visualização dos dados (programa)**: por *display* LCD 16x2 do tipo paralelo;
- **Chassi**: construído com caixas plásticas comerciais e tubos de PVC;
- **Outras "interações"**: LEDs nas laterais informando o sentido do movimento e *buzzer*;
- **Alimentação**: bateria GEL 12 V / 1,3 A (pode-se utilizar 8 pilhas grandes também).

Após a entrada dos dados, os mesmos são gravados na EEPROM (memória não volátil) do microcontrolador. Assim, mesmo que o robô seja desligado, o programa continuará disponível para execução (tecla RUN).

Um estudo no programa do robô poderá ajudar o leitor interessado em aprender mais sobre a linguagem "Assembly" dos microcontroladores PIC. Além dos controles habituais, já discutidos em nossa série sobre microcontroladores PIC como: *display*, teclado matricial e motores de passo, ele receberá dicas importantes sobre o uso da interrupção do *timer*, memória EEPROM do microcontrolador, e inclusive algumas dicas sobre "expansões" para o número de pinos de I/O.

O CIRCUITO

Como dito anteriormente, utilizamos o microcontrolador PIC16F877 como cérebro para nosso robô. Este microcontrolador possui as seguintes características:

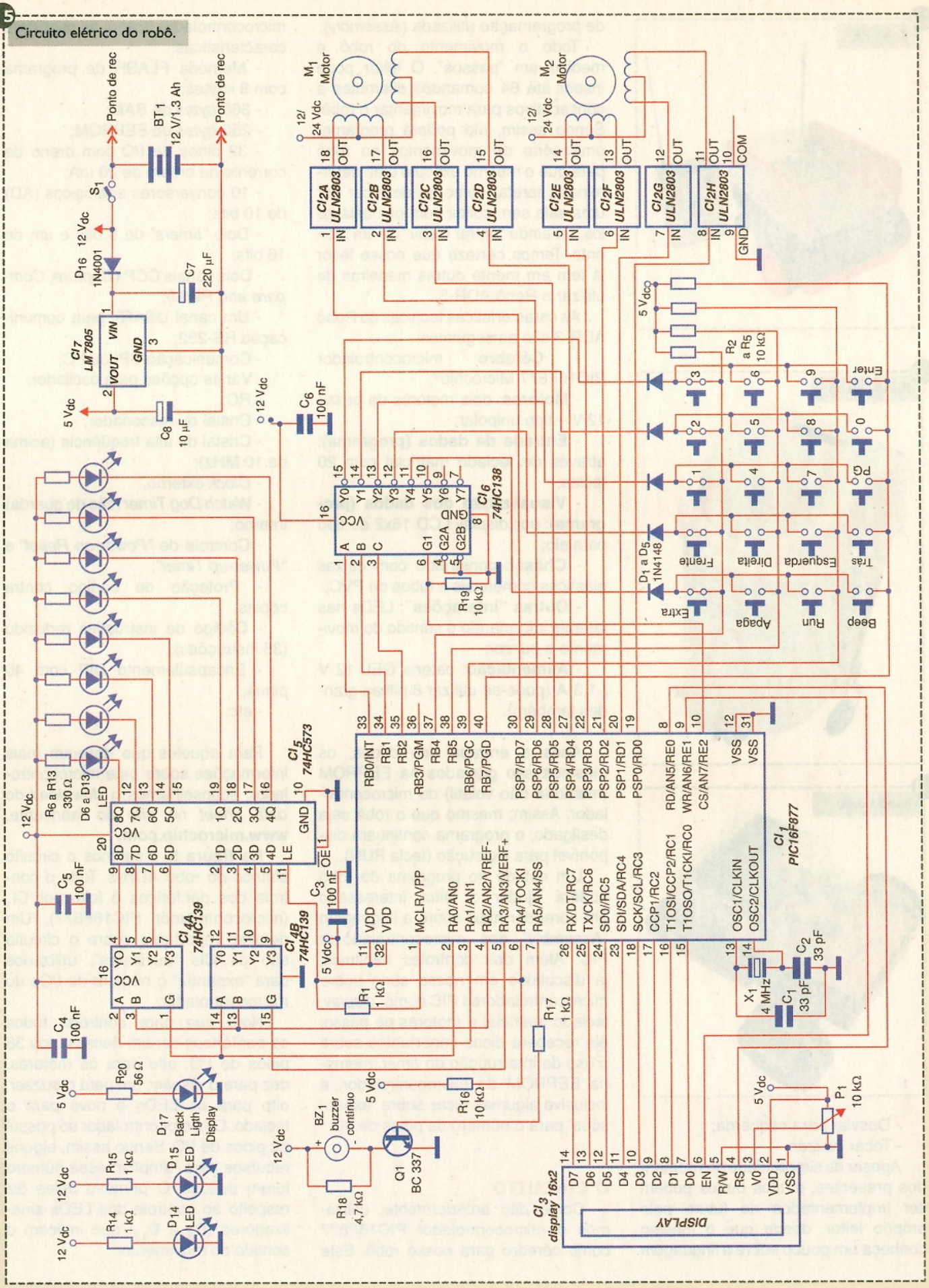
- Memória FLASH de programa com 8 kbytes;
- 368 *bytes* de RAM;
- 256 *bytes* de EEPROM;
- 32 pinos de I/O com dreno de corrente na ordem de 20 mA;
- 10 conversores analógicos (AD) de 10 bits;
- Dois "*timers*" de 8 bits e um de 16 bits;
- Dois canais CCP (*Capture, Compare and PWM*);
- Um canal USART para comunicação RS-232;
- Comunicação SPI ou I^2C;
- Várias opções para oscilador:
- RC;
- Cristal ou ressonador;
- Cristal de alta freqüência (acima de 10 MHz);
- *Clock* externo.
- *Watch Dog Timer* (cão de guarda) interno;
- Controle de "*Power-on Reset*" e "*Power-up Timer*";
- Proteção de código contra cópias;
- Código de instruções reduzido (35 instruções);
- Encapsulamento DIP com 40 pinos;
- etc.

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

Na **figura 5**, inserimos o circuito elétrico do robô ADR-3. Todo o controle dos periféricos é feito por CI_1 (microcontrolador PIC16F877). Um detalhe importante sobre o circuito são os CIs "auxiliares", utilizados para "expandir" o número de I/Os do microcontrolador.

Note que para controlar todos os periféricos seriam necessários 36 pinos de I/O: oito para os motores, dez para o *display*, um para o *buzzer*, oito para os LEDs e nove para o teclado. O microcontrolador só possui 32 pinos de I/O. Sendo assim, alguns recursos para "ampliar" esse número foram usados. O primeiro deles diz respeito ao controle dos LEDs sinalizadores (D_6 a D_{13}) que indicam o sentido do movimento.

5 Circuito elétrico do robô.



Precisávamos de oito pinos de I/O do microcontrolador para esse controle e utilizamos apenas cinco. Para isso, contamos com CI_4 e CI_5. CI_4 é um duplo "decoder/demultiplex" de 4 linhas (entrada binária, saída decimal) e CI_5 um "*latch*" de 8 bits. A entrada de ambas as partes do 74HC139 (entrada A e B) é controlada pelos mesmos pinos de I/O do microcontrolador e sua seleção por pinos independentes.

Vamos explicar melhor. Sempre que inserimos um valor binário nas entradas de CI_4 (A e B), a saída correspondente a este valor é levada ao nível lógico "0". Por exemplo, se desejamos fazer a saída "Y2" igual a nível lógico "0", basta inserir nas entradas A e B os valores "0" e "1" lógico (2 binário), respectivamente. Para que este valor seja inserido em uma ou outra parte do CI, basta habilitar o pino "G" da parte desejada com um nível lógico "0". Neste momento temos o valor desejado na saída do 74HC139 (parte selecionada).

A cada alteração do 74HC139 é necessário "inserir" o dado nos LEDs. Essa é a função de CI_5, um "*latch*" de oito bits. Para isso basta ativar o pino de transferência de dados da entrada para a saída LE (pino 11) do CI_5. Feito isso, o dado permanecerá no "*buffer*" e o LED ficará aceso, mesmo que o 74HC139 seja desabilitado.

Isso pode parecer um pouco estranho para o leitor, mas para compreender melhor basta conferir as **tabelas 1 e 2**. Estas tabelas contêm os estados possíveis do CI_4 e do CI_5 para os pinos de saída de acordo com as suas entradas (tabela verdade). Nelas estão representadas as seguintes possibilidades:

0 – nível lógico baixo (GND)
1 – nível lógico alto (5 VDC)
X – nível lógico pode assumir "0" ou "1"
Q anterior – estado anterior
/ - ativo no nível baixo

CI_6 é um outro CI utilizado para "ampliar" os pinos de I/O do microcontrolador. Este CI amplia o número de colunas do teclado matricial. Para operar um teclado matricial, precisamos utilizar o método da varredura. Veja a **figura 6**.

Para saber qual tecla foi pressionada, temos que inserir um valor lógico "0" em uma coluna, mantendo todas as outras em nível lógico "1", e verificar o estado das linhas. Se uma delas indicar o estado "0", é sinal de que temos uma tecla pressionada. Como sabemos em qual coluna foi inserido o nível lógico "0" e temos agora em qual linha o mesmo apareceu, podemos determinar através de uma tabela interna ao programa qual tecla foi pressionada. Se nenhum valor lógico igual a zero aparecer nas linhas, é sinal que nada foi pressionado e podemos passar para a coluna seguinte e assim sucessivamente até a última. Caso nenhuma tecla seja pressionada, fazemos novamente uma varredura (novo ciclo), até que uma tecla seja pressionada.

O funcionamento do 74HC138 (CI_6) é exatamente o mesmo do 74HC139 (CI_4), explicado anteriormente. A diferença é que não há a divisão de duas partes no CI_6. A **tabela 3** mostra a "tabela-verdade" do 74HC138. Observando-a, podemos verificar que alterando o estado de quatro pinos apenas (E3, A, B e C), podemos alterar oito saídas e todas com o estado lógico desejado para a coluna do teclado (nível lógico "0"). Um outro detalhe importante é que utilizamos cinco colunas para nosso teclado e o leitor tem a possibilidade de empregar outras três (Y5, Y6 e Y7), o que aumentaria o número de teclas para 32, caso deseje ampliar o número de comandos e recursos do robô.

CI_3 é um *display* de cristal líquido tipo caractere com 16 colunas e duas linhas (16 x 2) paralelo (sem circuito de comunicação serial), com ou sem "*back ligth*" (em nosso protótipo utilizamos um com "*back ligth*"). Este tipo de *display* é facilmente encontrado em lojas especializadas na venda de componentes eletrônicos.

CI_2 é um "*line driver*" capaz de operar tensões de até 50 V sob uma corrente máxima de 500 mA por porta. O ULN2803 foi desenhado para trabalhar com tensões de entrada compa-

Importante

Em muitos outros projetos apresentados aqui na Revista, utilizamos muitas vezes *displays LCDs* do tipo serial, que necessitavam de apenas um único pino para comunicação com um microcontrolador. O LCD requerido no presente projeto não é desses. LCDs seriais não servem para o Robô ADR-3.

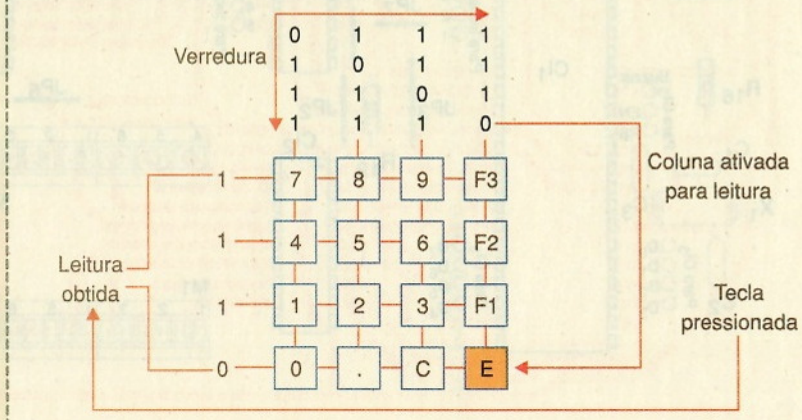
T1 Tabela-verdade para o 74HC139.

Entradas			Saídas			
/E	A	B	/Y0	/Y1	/Y2	/Y3
1	X	X	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	0

T2 Tabela-verdade para o 74HC573.

Entradas			Saídas
/OE	LE	D	Q
1	X	X	Z
0	1	1	1
0	1	0	0
0	0	X	Q anterior

6 Varredura em um teclado matricial.



T3 Tabela-verdade para o 74HC138.

Entradas						Saídas							
/E1	/E2	E3	A	B	C	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
1	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
X	1	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
X	X	0	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

lador, necessário para o microcontrolador.

Mais à frente, quando for explicado o funcionamento do programa, o leitor poderá compreender melhor o funcionamento do circuito. Lembre-se que em um circuito microcontrolado a análise do "programa" e "circuito" deve ser, preferencialmente, feita em conjunto.

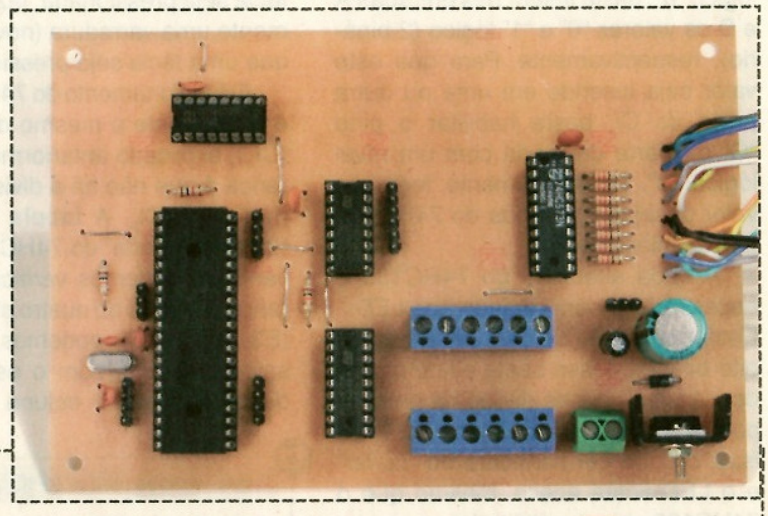
A MONTAGEM

Dividimos nossa montagem em "Montagem Eletrônica" e "Montagem Mecânica". Assim o leitor poderá obter detalhes importantes sobre cada uma.

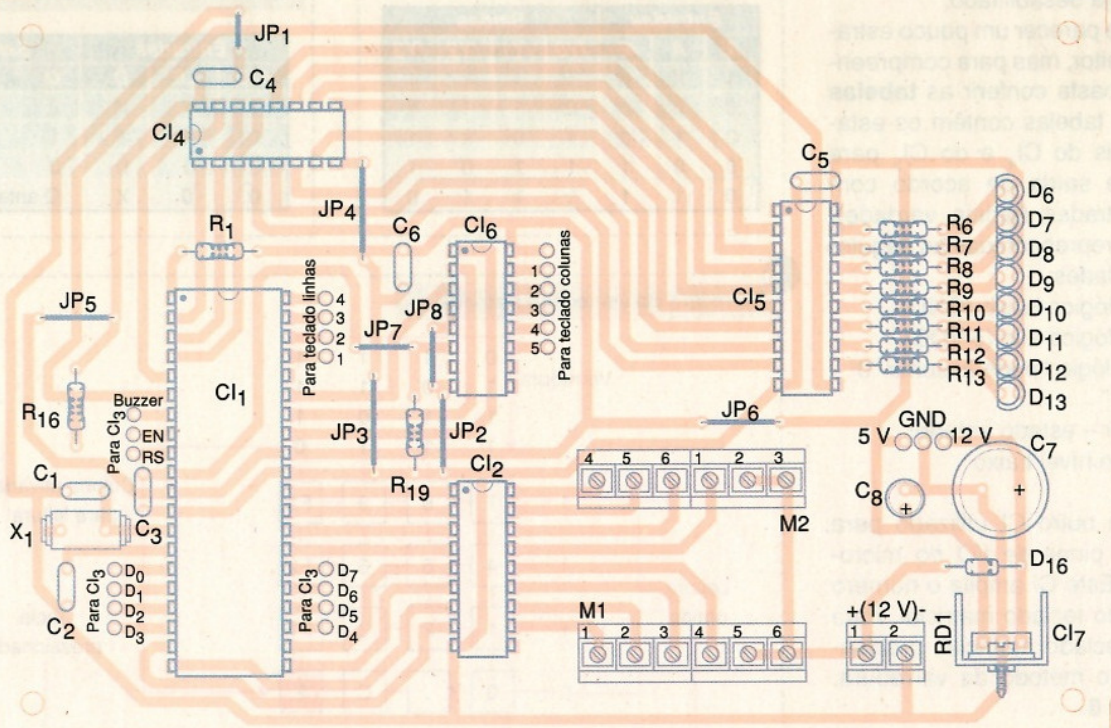
veis com as linhas TTL e CMOS (5 V a 15 V). Este CI controla os motores de passo que devem ser, obrigatoriamente, do tipo unipolar (cinco ou seis fios). Os tipos bipolares (quatro fios) não servem neste circuito!

O leitor deve estar atento para o código deste CI. Trata-se do ULN2803. Ele possui oito portas no total contra sete do ULN2003. O uso deste último deve ser evitado no circuito do ADR-3.

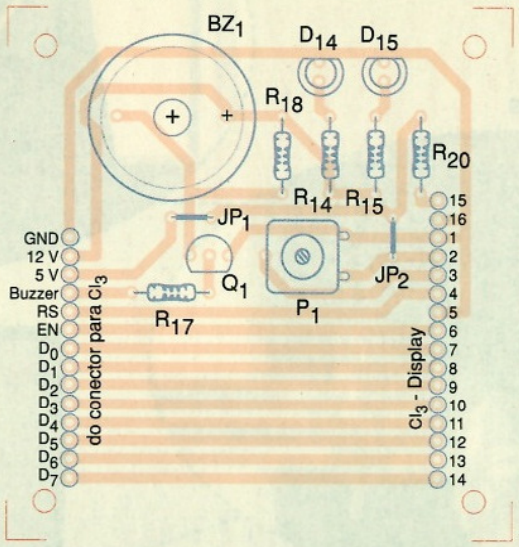
Além dos circuitos "ampliadores" (auxiliares), *drives* e *display*, temos um *buzzer* de 12 V do tipo contínuo (com oscilador interno), dois LEDs auxiliares de 10 mm e um circuito regulador para 5 VDC montado com CI_7, D_{16}, C_7 e C_8. O cristal X_1 mais os capacitores C_1 e C_2 formam o circuito osci-

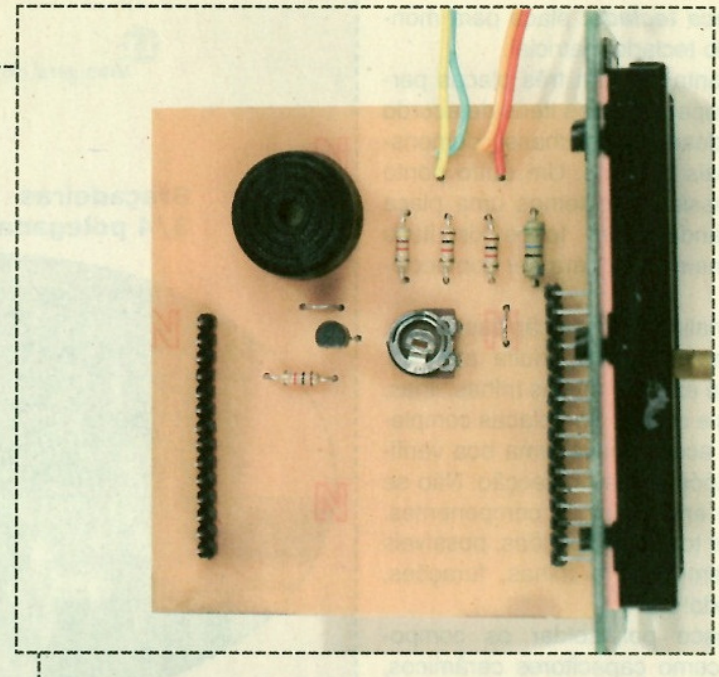


7 *Layout* da placa principal.



8 *Layout* da placa display.



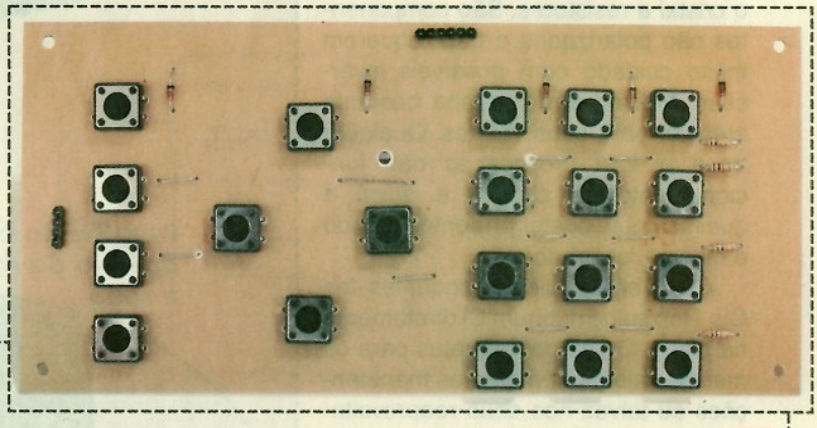


Montagem eletrônica

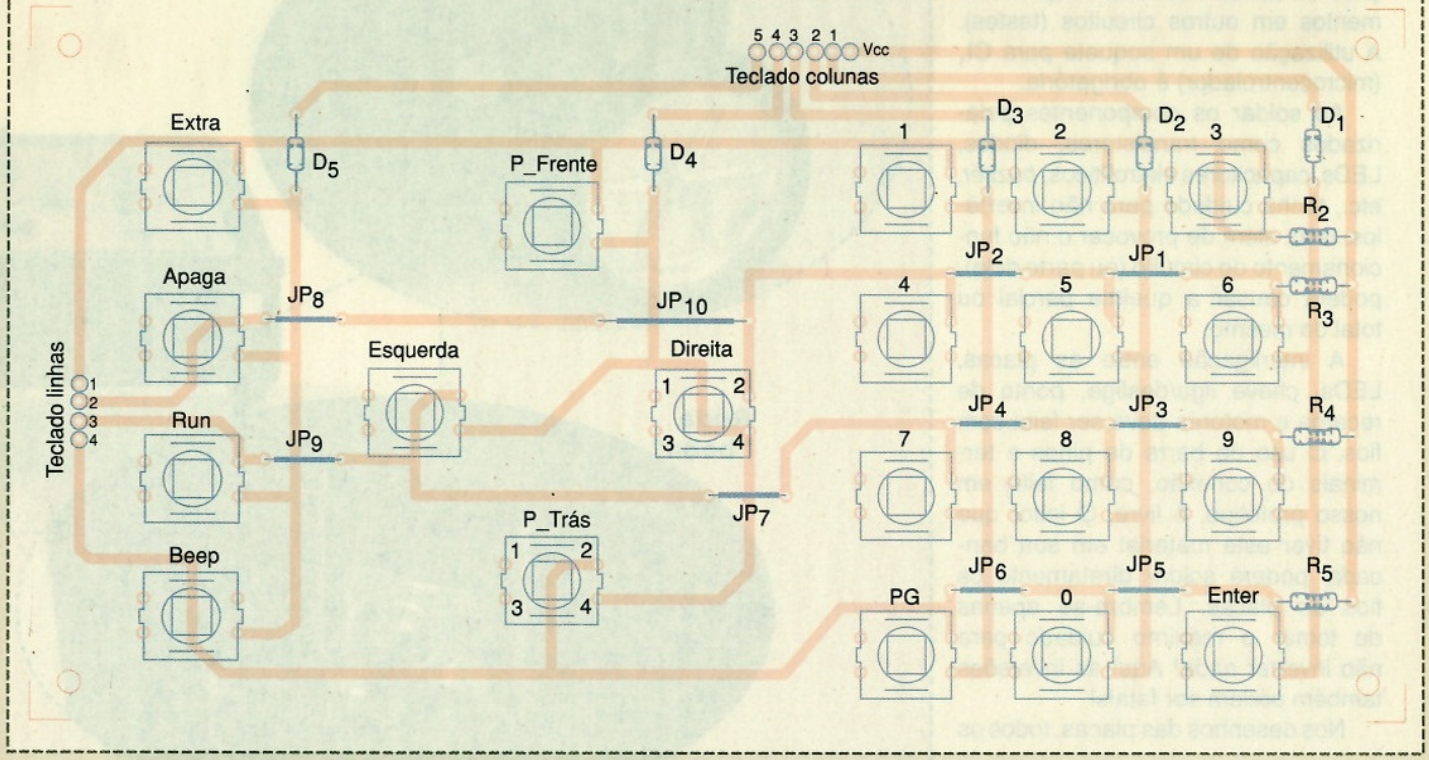
Nas **figuras 7 a 9** o leitor tem os *layouts* das placas desenvolvidas e utilizadas em nosso protótipo. Temos três placas, a saber:

- *placa principal*: nesta placa fica o microcontrolador, CIs auxiliares, LEDs e controle do motor.

- *placa display*: placa que conterá o *display*, LEDs extras e *buzzer*.



9 *Layout* da placa teclado.



- ***placa teclado***: placa para montagem do teclado matricial.

A montagem em três placas permite a separação dos itens de acordo com o desenho do chassi, demonstrado mais à frente. Um outro ponto é que assim, não temos uma placa "extragrande" com todos os itens (muito mais difícil para ser confeccionada).

Ao finalizar a confecção das placas, verifique todas com muita atenção. Note que existem muitas trilhas, ilhas, *jumpers* e outros. São placas complexas e é aconselhável uma boa verificação após a sua confecção. Não se apresse em soldar os componentes. Verifique todas as ligações, possíveis curtos em ilhas e trilhas, furações, enfim tudo!

Comece por soldar os componentes como capacitores cerâmicos, o cristal e resistores. São componentes não polarizados e não requerem muito cuidado com possíveis inversões. Mesmo assim, tenha bastante atenção para seus valores. Qualquer troca poderá provocar o não funcionamento do circuito e quiçá a queima deste posteriormente, quando o mesmo for ligado.

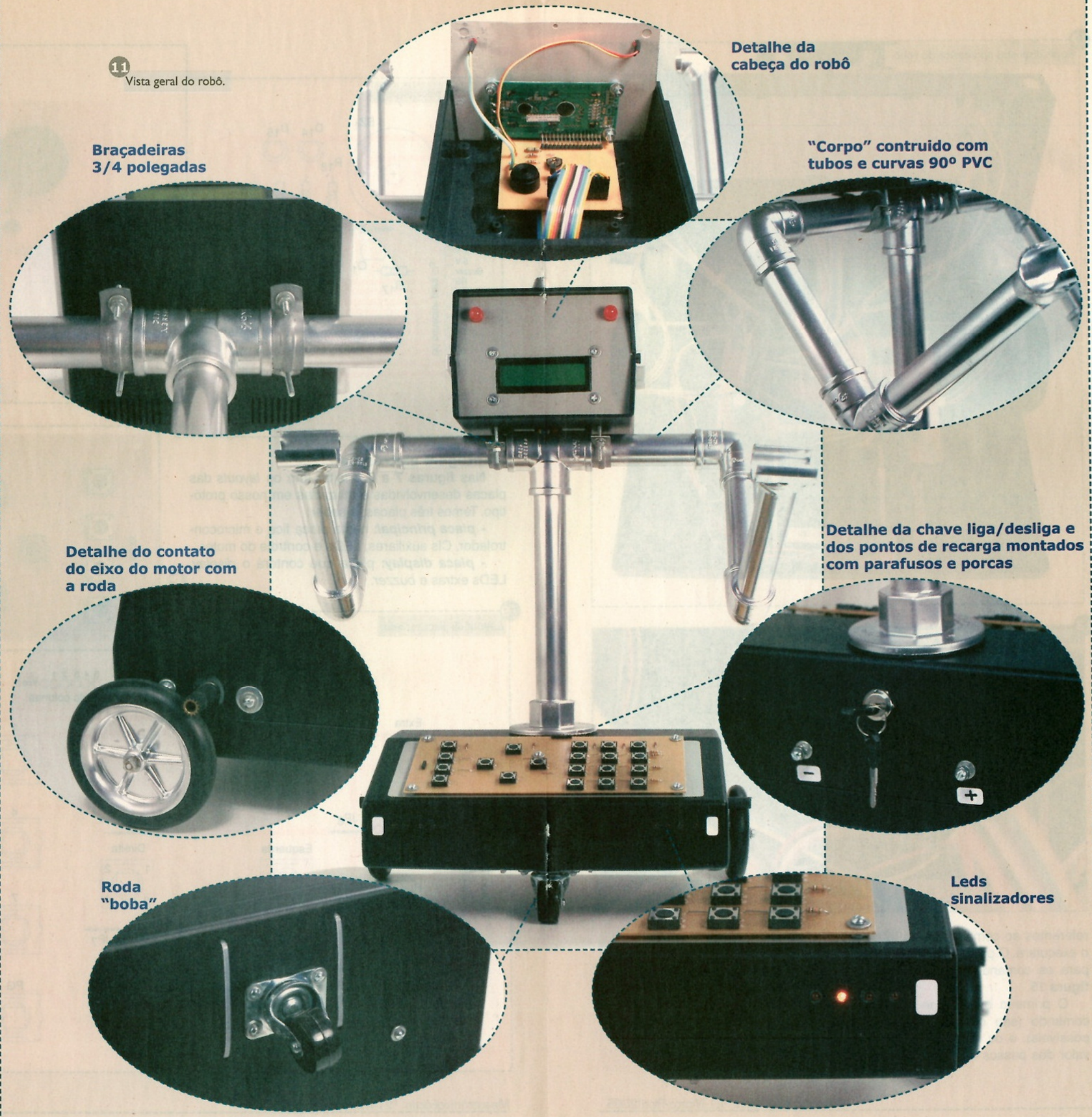
Solde em seguida os soquetes dos CIs. Não solde nenhum CI diretamente na placa. O uso de soquetes para os mesmos ajudará em futuras manutenções ou talvez nos seus reaproveitamentos em outros circuitos (testes). A utilização de um soquete para CI_1 (microcontrolador) é obrigatória.

Ao soldar os componentes polarizados como transistores, diodos, LEDs, capacitores eletrolíticos, *buzzer*, etc., tenha cuidado para não invertê-los. Isso, além de provocar o não funcionamento do circuito (ou parte dele), poderá causar a queima parcial ou total do mesmo.

A interligação entre as placas, LEDs, chave liga/desliga, ponto de recarga e motores deve ser feita com fios. O uso de barra de pinos e terminais de conexão, como feito em nosso protótipo, é livre. O leitor que não tiver este material em sua bancada, poderá soldar diretamente os fios às placas. Lembre-se apenas de tomar o máximo cuidado para não inverter nada! Aqui as inversões também podem ser fatais!

Nos desenhos das placas, todos os

11 Vista geral do robô.



pontos de interligações foram ilustrados para não deixar qualquer dúvida. Ligue-os exatamente conforme descrito e, em caso de dúvidas, recorra ao circuito elétrico. O comprimento destas ligações deve ser tal que permita a instalação das placas no chassi de forma "confortável".

O uso de terminais para conectar a bateria é muito aconselhável (**figura 10**). Evite soldar os fios diretamente nos terminais da mesma. O calor poderá danificar o GEL interno estragando assim a bateria.

10 Uso de terminais na bateria.



É extremamente aconselhável, ao finalizar esta etapa (montagem eletrônica), que todas as ligações sejam revistas. Use um multímetro para tal. Não insira nenhum CI ainda. Use os pontos nos soquetes para verificar as ligações descritas no esquema elétrico.

Montagem mecânica

Na **figura 11**, o leitor encontrará detalhes das peças utilizadas no chassi do nosso protótipo. Note que usamos caixas comerciais Patola, canos e curvas de PVC de ¾ de polegada (tubos empregados em encanamento d'água).

A "cabeça" do robô é uma caixa plástica Patola código PB215, a "base" uma outra caixa da Patola código PB900. O corpo do robô é composto de pedaços de cano PVC, curvas de 90º e uma "flange" na base.

Em nosso *site* o leitor encontrará desenhos com as medidas que facilitarão a furação no caso da escolha da montagem de acordo com nosso pro-

tótipo, além das medidas dos tubos de PVC utilizados.

Na **figura 12**, o leitor poderá ver como disponibilizamos a placa principal e outros itens internamente em nosso protótipo.

Na **figura 13**, o leitor poderá ver no detalhe que providenciamos pontos ligados internamente a bateria para a recarga da mesma. Nessa figura é possível notar seu detalhe, pelo lado interno do robô. Caso o leitor utilize pilhas para alimentar o robô, poderá omitir estes pontos.

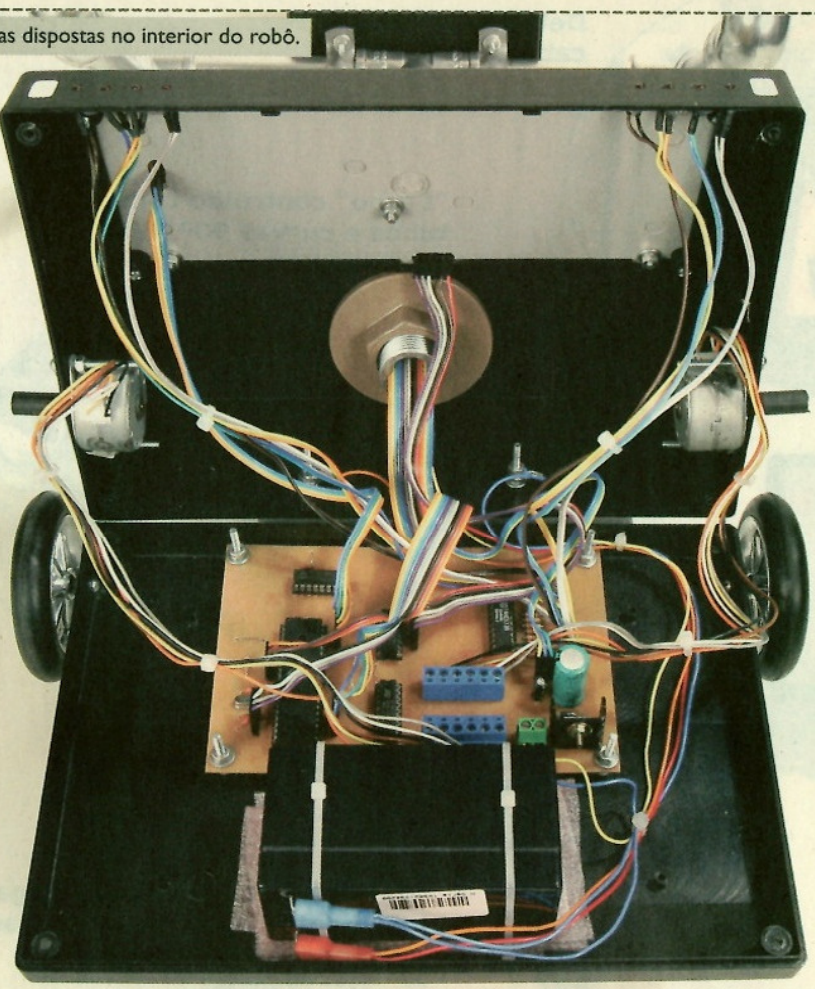
A "garra" do robô foi feita com um pedaço de cano PVC. Um corte foi feito no mesmo para simular uma garra. A união da "garra" ao "antebraço" foi feita com massa tipo adesivo "epóxi".

Os LEDs utilizados como "olhos" do robô são do tipo redondo com 10 mm de diâmetro, também conhecidos no mercado como "ledões". O leitor poderá usar qualquer um que julgar interessante.

As rodas empregadas são do tipo para aeromodelos com três polegadas de diâmetro. A roda "boba" (terceira roda) é do tipo comercial e sua escolha deve atender a uma única exigência: manter o robô em equilíbrio.

O acabamento do robô foi feito com tinta "spray" na cor metálica para os tubos e curvas de PVC e também para os cubos das rodas e na cor cinza para as tampas dos gabinetes.

12 Peças dispostas no interior do robô.



13 Ponto de recarga – vista interna



O PROGRAMA

Aconselhamos que o leitor faça o "download" do programa (código-fonte) em nosso *site*, para acompanhar melhor o que será explicado a seguir.

Na **figura 14** temos o fluxograma do programa ROBO_ADR3.ASM. O programa inicia o microcontrolador (periféricos) e variáveis. Em seguida, um "laço eterno" é mantido para verificar a presença de uma tecla ou movimentar o robô. Note que existe um controle através de "*flags*" (bits) em variáveis que determina se há ou não um programa em execução e, portanto, se os motores devem ou não ser colocados em movimento.

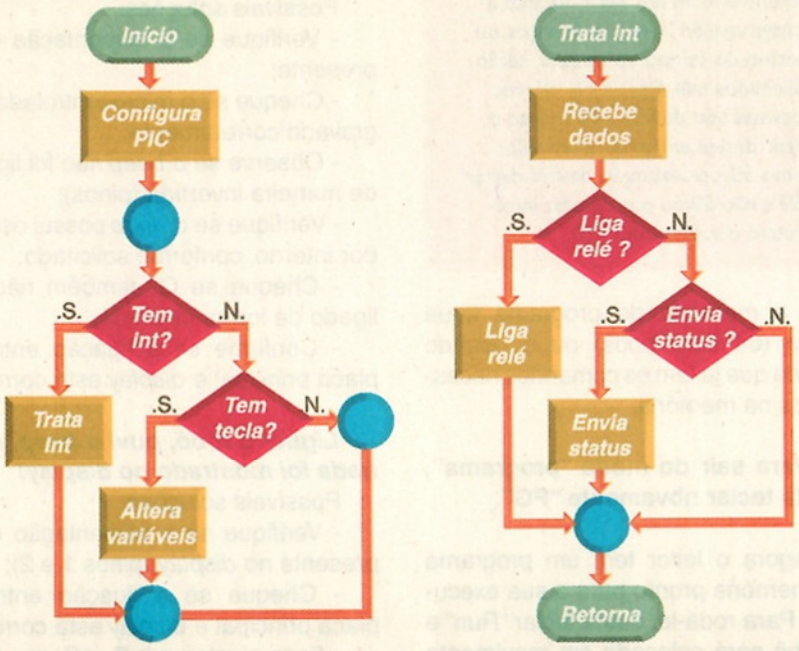
Se um programa estiver na memória e a tecla "RUN" for pressionada, o robô "lerá" os *bytes* na EEPROM referentes ao comando (4 no total) e o executará. O protocolo estabelecido para os comandos está descrito na **figura 15**.

O primeiro *byte* define o tipo de comando (são cinco os comandos possíveis), e os três últimos *bytes* o valor dos passos ou tempo desejado

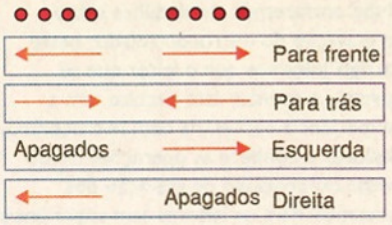
Importante

A movimentação do robô depende da presença de um programa (um único comando já representa um programa para o robô) e também do "pressionar" da tecla RUN.

14 Fluxograma do programa.

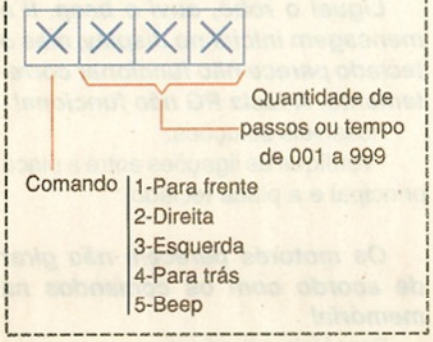


15 Comportamento dos LEDs sinalizadores.



mais de 2.500 linhas de código Assembly. O leitor deve ter em mente que se trata de uma linguagem não muito intuitiva e amigável. A compreensão do programa na sua totalidade não poderá ser feita em "minutos". Será necessária alguma experiência com a linguagem e uma boa dose de paciência e perseverança para alcançar o objetivo Aconselhamos o estudo do programa, dividindo-o em sub-rotinas. Para ajudar ainda mais, o programa foi ricamente comentado pelo autor.

15 Protocolo para os comandos.



para o *beep*. Assim é possível determinar a direção e a quantidade de passos desejada, ou ainda se o robô deve ou não tocar o *beep* e por quanto tempo (de 1ms a 999ms).

Um detalhe importante a respeito do programa é o uso da interrupção do TIMER0 do microcontrolador. Ele é utilizado para acender os LEDs na direção em que o robô estiver seguindo. A **figura 16** demonstra isso. O uso da interrupção do *timer* permite que mais de um processo seja executado ao mesmo tempo, sem a preocupação do controle de tempo "manual".

A gravação e leitura da EEPROM são feitas durante a programação do robô e a execução do programa, respectivamente. O programa termina sempre quando o contador de comando chega a 64 ou ainda quando um valor "FFH" é encontrado na EEPROM.

Os motores são controlados manualmente e o tempo entre os passos pode ser alterado, aumentando ou diminuindo a velocidade de deslocamento do mesmo. O controle do teclado é feito através do método da varredura. O controle do LCD é efetuado de forma direta, com comunicação de 8 bits. Todos estes periféricos foram discutidos na série sobre microcontroladores PIC publicada entre a edição nº 6 e edição nº 13. Aconselhamos a todos, dentro do possível, o estudo desta série, pois muitos conceitos básicos foram discutidos através dela.

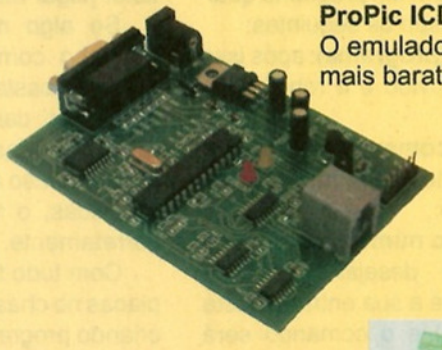
O programa tem

TESTE E USO

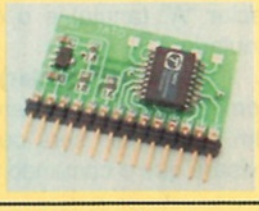
Para testar o robô, o leitor não precisará ter a "montagem mecânica"

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

Importante

Não entraremos em detalhes sobre a gravação do microcontrolador neste artigo. Julgamos que o leitor que se propôs a montar este circuito tem a experiência necessária com microcontroladores e conhece as operações envolvidas no processo de gravação dos mesmos. Para os leitores sem experiência no assunto, aconselhamos a leitura da série sobre "Microcontroladores PIC" do autor Márcio José Soares, nas edições de nº 6 a nº 13.

pronta. Todos os testes poderão ser feitos na bancada, apenas com as placas interligadas, LEDs e motores conectados, além da alimentação (bateria).

Antes de alimentar o circuito, refaça visualmente uma inspeção em todas as ligações, posições dos CIs e outras. É preferível perder alguns minutos agora a perder horas tentando encontrar um possível erro na montagem.

Grave no microcontrolador o programa ROBO_ADR3.HEX, disponível em nosso *site*. Instale o microcontrolador no circuito, conecte a alimentação (bateria de 12 V ou conjunto de oito pilhas em série) e ligue o robô.

Ao ser ligado, o robô emite um *beep* de um segundo e mostra no *display* "**Robô ADR-3**", posicionado no centro. Este é o momento para verificar a regulagem de P_1. Este "*trimpot*" regula o contraste do *display*. Gire-o em ambos os sentidos até obter o melhor contraste possível.

Agora entre com um programa qualquer. Os passos são os seguintes:

- **Tecle "PG" (programa)**: após isso um *beep* será ouvido e o robô solicitará o comando;

- **Tecle o comando desejado:** teclas para frente, para trás, direita, esquerda e *beep*;

- **Entre com o número de passos ou tempo**: se desejar alterar o comando, durante a sua entrada basta teclar "A" (anula) e o comando será anulado.

- **Tecle "E" (enter):** após entrar com os passos ou tempo desejado. Um novo *beep* será ouvido e o robô avisará que o comando foi gravado.

Neste momento o ciclo se repetirá, e um novo comando será pedido, até

Importante

Ao entrar com um valor durante a "programação" dos movimentos, ou mesmo do tempo do *buzzer*, serão solicitados três dígitos. Os valores possíveis vão de 001 a 999. Caso o leitor deseje entrar com um valor como 50, por exemplo, deverá digitar 050 e não 50 ou o programa interpretará o valor como 500.

que a memória de programa fique cheia (64 comandos) ou o usuário decida que já tem os comandos necessários na memória.

Para sair do modo "programa", basta teclar novamente "PG".

Agora o leitor tem um programa na memória pronto para a sua execução. Para rodá-lo, basta teclar "Run" e o robô será colocado em movimento (de acordo com o programa inserido pelo leitor).

Este também é um ótimo momento para finalizar a configuração do robô. Verifique se o movimento dos motores está de acordo com o sentido. Caso contrário, mude a posição dos motores, fios, etc. Lembre-se que o comando "desviar a esquerda e direita" diz respeito à "esquerda e direita" do robô e não do "espectador".

Os LEDs sinalizadores também podem ser posicionados no chassi de acordo com o efeito desejado (já explicado) ou outro qualquer outro que o leitor julgar mais interessante.

Se algo no teclado lhe parecer estranho como teclas trocadas, por exemplo, bastará verificar atentamente a posição das ligações entre linhas e colunas das placas principal e de teclado. Caso as mesmas tenham sido invertidas, o teclado não funcionará corretamente.

Com tudo testado, basta inserir as placas no chassi montado e divertir-se criando programas para a movimentação em sua sala, casa, escola, feiras e demonstrações, etc.

AJUDA COM PROBLEMAS

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

Liguei o robô e nenhum beep foi ouvido!

Possíveis soluções:

- Verifique se a alimentação está presente;
- Cheque se o microcontrolador foi gravado corretamente;
- Observe se o *beep* não foi ligado de maneira invertida (pinos);
- Verifique se o *beep* possui oscilador interno, conforme solicitado;
- Cheque se Q_1 também não foi ligado de forma invertida;
- Confirme se a ligação entre a placa principal e *display* está correta.

Liguei o robô, ouvi o beep, mas nada foi mostrado no display!

Possíveis soluções:

- Verifique se a alimentação está presente no *display* (pinos 1 e 2);
- Cheque se a ligação entre a placa principal e *display* está correta;
- Faça ajustes em P_1 até que algo seja mostrado no *display*;
- Confirme se o *display* está de acordo com o solicitado.

Liguei o robô, ouvi o beep, li a mensagem inicial no display, mas o teclado parece não funcionar corretamente. A tecla PG não funciona!

Possíveis soluções:

- Verifique as ligações entre a placa principal e a placa teclado.

Os motores parecem não girar de acordo com os comandos na memória!

Possíveis soluções:

- Troque as ligações de posição motor 1 com motor 2 se a inversão for entre os comandos "para frente" e "para trás".
- Mude de posição os fios dos motores (fases) se a inversão for entre os comandos "direita" e "esquerda".

Mais informações

www.mecatronicafacil.com.br

No site da Revista é possível acessar:

- Desenhos com as medidas básicas do protótipo desenvolvido;
- Layout das placas de circuito impresso;
- Códigos-fontes dos programas utilizados;
- Vídeos para demonstração de funcionamento.

- Reveja todas as ligações dos motores, até que as condições sejam satisfeitas.

Meu robô funciona bem, mas por pouco tempo! Usei pilhas e parecem não durar muito!

Possíveis soluções:

- Troque a alimentação com pilhas por uma com bateria de 12 V;

- Verifique se os motores não estão drenando corrente excessiva (até 500 mA é aceitável). Troque-os se este for o caso;

- Cheque o ajuste dado entre a roda e o eixo do motor. Quanto mais pressionado estiver, maior será o esforço do motor. O ajuste deve ser tal que permita o contato, mas sem pressão excessiva. A pressão deve apenas garantir o movimento, sem a perda de "passos".

CONCLUSÃO

O robô apresentado neste artigo usou recursos já conhecidos dos nossos leitores, mas também acrescentou novos conhecimentos, principalmente na programação dos microcontroladores PIC Microchip®. Acreditamos que tanto o leitor com experiência no assunto como também o inexperiente poderão tirar proveito do circuito, seja montando o robô, seja aproveitando "partes" do mesmo em outros projetos. Esperamos que todos tenham gostado! Boa montagem e até a próxima! f

Lista de material:

Semicondutores

CI_1 – PIC16F877 – microcontrolador Microchip®
CI_2 – ULN2803 – driver para motor de passo
CI_3 – Display de cristal liquido (LCD) paralelo 16x2 com "Back Light"
CI_4 – 74HC139
CI_5 – 74HC573
CI_6 – 74HC138
CI_7 – LM7805 – regulador de 5 VDC

Q_1 – BC337 – transistor NPN
D_1 a **D_5** – 1N4148 – diodo de sinal
D_6 a **D_{13}** – LED comum redondo ∅5 mm
D_{14}, **D_{15}** – LED redondo ∅10 mm
D_{16} – 1N4001 – diodo retificador
D_{17} – "Back Light" do LCD

Resistores (dissipação de 1/8W, salvo indicação contrária)

R_1 – 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)
R_2 a **R_5** – 10 kΩ (marrom, preto, laranja)
R_6 a **R_{13}** – 330 Ω (laranja, laranja, marrom)
R_{14}, **R_{15}** - 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)
R_{16} - 10 kΩ (marrom, preto, laranja)
R_{17} - 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)
R_{18} – 4,7 kΩ (amarelo, violeta, vermelho)
R_{19} - 10 kΩ (marrom, preto, laranja)
R_{20} – 56 Ω (verde, azul, preto) – 1/4W

Capacitores

C_1, **C_2** – 33 pF – cerâmico
C3 a **C6** – 100 nF – cerâmico
C_7 – 220 µF/25V – eletrolítico
C_8 – 10 µF/16V – eletrolítico

Diversos

BZ_1 – Buzzer (*beep*) com oscilador interno
P_1 – 10 kΩ - trimpot mini horizontal
X_1 – 4 MHz – cristal oscilador
M_1, **M_2** – motores de passo, bobina de 12 V, unipolar
S_1 – chave liga/desliga
BT_1 – bateria 12V/1,3 A GEL (ou 8 pilhas)

20 teclas mini para montagem em placa (veja texto e figuras)

1 – soquete para CI 40 pinos
1 – soquete para CI 20 pinos
2 – soquetes para CI 16 pinos
1 – soquete para CI 18 pinos
1 – radiador de calor TO-220

1,5 - metros de cano PVC ¾ de polegada (usado em tubulação d'água)
4 – "cotovelos" (curvas) 90° para cano PVC ¾ de polegada (p/ cola)
1 – flange para cano PVC ¾ de polegada (p/ cola)
1 – "T" para cano PVC ¾ de polegada (p/ cola)
1 – tubo pequeno de cola para cano PVC

Barra de pinos, 1 metro de cabo *flat* com 16 vias, placas de circuito impresso, conectores parafusáveis para os motores, solda, gabinetes para chassi, duas rodas para aeromodelos, parafusos para montagem, conectores diversos, tinta *spray* para acabamento, etc

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



Diadur/Divulgação

Como Funcionam OS ENCODERS

Um tipo de sensor de grande importância na automação, tanto industrial quanto de qualquer outro equipamento, é o que dá informações sobre a velocidade ou posição de uma peça que gira ou se desloca linearmente. O ângulo exato em que ela pára, ou ainda a velocidade em qualquer sentido de rotação ou movimento, podem ser fundamentais para o tipo de controle que se deseja. Para sensoriar posições e velocidade, um sensor muito usado é o encoder. Trata-se de um tipo de sensor que se enquadra na categoria dos CDTs e de que trataremos neste artigo.

Newton C. Braga

O controle de muitos equipamentos automatizados depende do conhecimento da posição de peças móveis com precisão. Para essa finalidade são usados diversos tipos de transdutores, cuja finalidade é fornecer, na forma de sinais elétricos, informações sobre a posição, velocidade de deslocamento e sentido de deslocamento de peças giratórias ou que se movem em linha reta. Um dos dispositivos mais usados para essa finalidade é o *encoder óptico* ou simplesmente *encoder*, que se enquadra na categoria dos transdutores codificados.

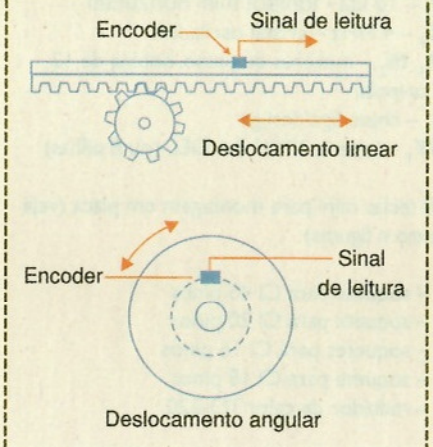
TRANSDUTORES CODIFICADOS (CDTs)

Chamamos de transdutores codificados ou CDTs aos transdutores de posição ou sensores que fornecem informações para um circuito externo na forma de um código. Os trandutores codificados podem ser:

Relativos: Os transdutores relativos, como os *encoders*, indicam a mudança de posição e não a posição real.

Absolutos: Indicam a posição real do objeto. Os sensores deste tipo podem ser usados para medir deslocamentos lineares ou angulares, conforme mostra a **figura 1**.

1 Trandutor absoluto.

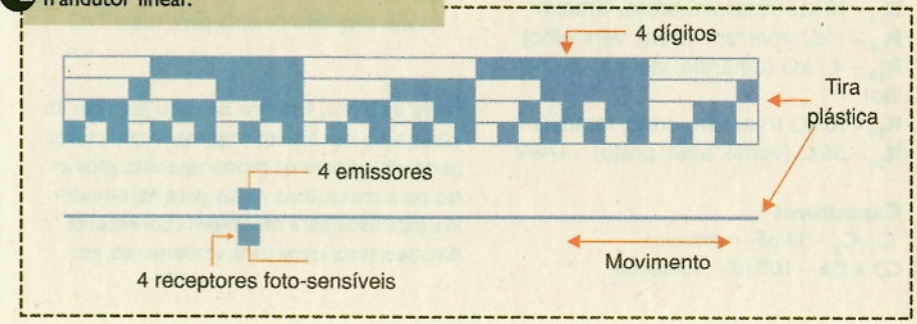


Na **figura 2** temos um transdutor linear em que existe uma tira de material plástico onde estão gravadas as posições do objeto, as quais são lidas por outro transdutor quando ele se desloca.

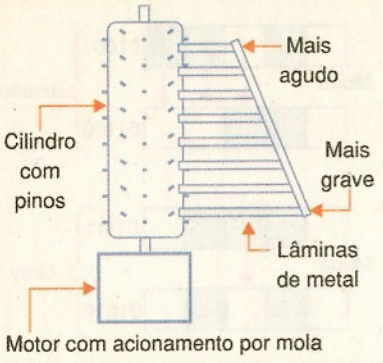
A idéia dos dispositivos denominados *encoders* é antiga. Os cilindros dos antigos pianos que "tocavam sozinhos", ou ainda dos cilindros com pinos das caixinhas de música é o ponto de partida. Colocando-se os pinos de um cilindro em posições determinadas pelas notas musicais que deviam ser acionadas, ao girar esses pinos, acionavam-se lâminas de comprimentos diferentes, que então produziam as notas correspondentes, conforme ilustra a **figura 3**.

A idéia evoluiu para os dispositivos capazes de controlar as funções de uma máquina dependendo de sua posição, e hoje temos os CDTs. Um dos tipos mais populares de transdutor codificado ou CDT é o *encoder óptico* que tem a construção física mostrada na **figura 4**.

2 Trandutor linear.

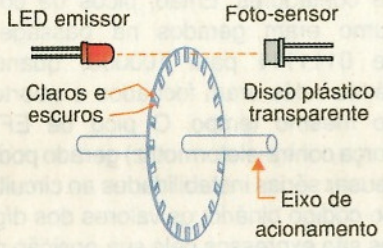


3 Cilindros com pinos para caixinha de música.



Um "encoder" de caixa de música

4 Encoder óptico.



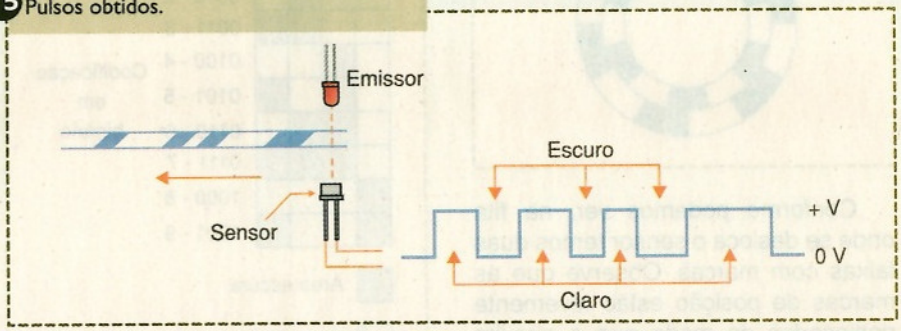
Esse transdutor é formado por um disco de plástico transparente onde estão gravadas tiras escuras que correspondem à codificação digital de cada posição. A leitura é feita colocando-se um ou mais emissores infravermelhos de um lado e um ou mais sensores (fotodiodos ou fototransistores) do lado oposto. Dessa forma, os sinais obtidos são pulsos, conseguidos quando partes claras ou escuras do disco plástico passam diante dos sensores, observe a **figura 5**.

Na forma mais simples temos uma seqüência de claros e escuros que se movem diante de um único par de sensores, caso em que é produzido um trem de pulsos que pode ser contado tanto para monitorar a posição do objeto quanto sua velocidade. Esse tipo de sensor é denominado incremental.

No sensor absoluto, temos diversas faixas que fornecem uma indicação digital, pois vários sensores são usados para a sua leitura. Observe, então, que as marcas claras e escuras são programadas para fornecer uma informação digital da posição em que o disco pára.

Evidentemente, quanto mais códigos forem gravados, no disco, ou seja, mais dígitos tiver o código, maior é a quantidade de posições que podem ser sensoriadas. Em suma, o número de bits do código dá a precisão ou resolução do *encoder*. Por exemplo, um encoder de 4 bits ou 4 faixas de leitura permite ler apenas 32 posições, mas um encoder de 8 faixas tem uma resolução de 256 posições ou aproximadamente 1,4º.

5 Pulsos obtidos.



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:

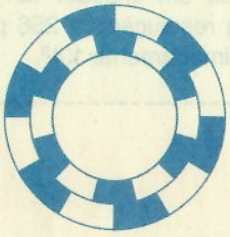
MECATRÔNICA Atual
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS E MANUFATURA

Bimestralmente nas bancas

www.mecatronicaatual.com.br

Uma das desvantagens deste tipo de sensor é que, na versão incremental, torna-se difícil detectar o sentido do movimento. Os pulsos gerados quando ele se desloca em um sentido são os mesmos quando ele se desloca no sentido oposto. Existem diversas técnicas que podem ser usadas para que os transdutores incrementais também detectem o sentido do movimento. Uma delas é mostrada na **figura 6**. Este sistema é usado quando o deslocamento se faz em passos iguais de ângulos nos dois sentidos.

6 Técnica para detecção do sentido de movimento.



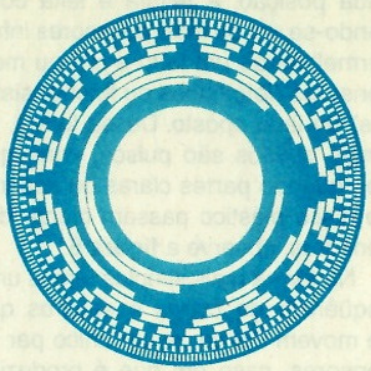
Conforme podemos ver, na fita onde se desloca o sensor temos duas faixas com marcas. Observe que as marcas de posição estão levemente deslocadas de modo que o circuito possa detectar isso, dando com precisão o sentido de rotação do sensor. Quando ele gira em um sentido, as marcas de uma faixa cortam o sensor um pouco antes do que as marcas do outro. Com a inversão do sentido de rotação, será a outra faixa que passará a detectar as marcas antes.

A codificação dos transdutores de deslocamento absolutos tem a aparência mostrada na **figura 7**. Note que neste caso temos 8 trilhas e, portanto, 8 bits, o que nos permite ler 2^8 posições diferentes ou uma definição de 256 posições.

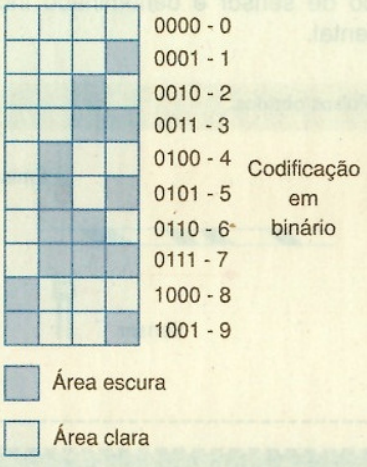
Veja que neste tipo de sensor temos marcas de *clock*. Sua finalidade é muito importante. Sem as marcas de *clock*, na transição da leitura de uma posição para outra ocorrem estados intermediários dos níveis lógicos que podem causar erros. Por isso, é importante que a marca de *clock* diga ao circuito o momento exato em que deve ser feita a leitura.

Em muitos *encoders* desse tipo a codificação das posições é feita em binário, conforme ilustra a **figura 8**.

7 Codificação.



8 Codificação em binário.



Trata-se de uma forma intuitiva de fazer a marcação de posições, porém existem alguns problemas a serem considerados na adoção desta forma de numeração das posições. Para evitá-los, muitos transdutores de deslocamento absolutos adotam uma codificação diferente, que é dada pelo denominado Código de Gray.

O CÓDIGO DE GRAY

No código de Gray, a passagem de um valor numérico para outro sempre se faz com a mudança de valor de um único bit. Isso facilita a leitura. Por exemplo, para passar do 11 decimal para 12 decimal temos duas possibilidades:

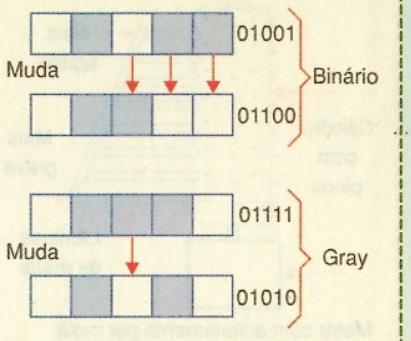
Binário: 01011 para 01100

Gray: 01110 para 01010

Observe que em binário tivemos 3 bits mudando e no código Gray apenas 1, veja a **figura 9**.

A idéia de usar esse tipo de codificação vem do tempo em que os circuitos digitais ainda usavam válvulas e

9 Comparação entre binário e Gray.



contadores eletromagnéticos. As válvulas consumiam uma grande quantidade de energia, assim como a comutação de contadores. Então, picos de consumo eram gerados na passagem de 0111111 para 100000, quando vários relés eram fechados e abertos ao mesmo tempo. O pico de EFM (força contra-eletormotriz) gerado podia causar sérias instabilidades ao circuito. No código binário, os valores dos dígitos são expressos pela sua posição no número como potências de 2. Dessa forma, para a numeração de 0 a 7 em binário temos:

0 – 000
1 – 001
2 – 010
3 – 011
4 – 100
5 – 101
6 – 110
7 – 111

Veja que, para a passagem de 011 (3) para 100 (4) todos os dígitos mudam! No código Gray representamos os números de 0 a 7 uma forma deferente:

1 – 000
2 – 001
3 – 010
4 – 110
5 – 111
6 – 101
7 – 100

Na **figura 10** mostramos um disco sensor de *encoder* programado em código Gray.

Os transdutores de deslocamento codificados também apresentam suas vantagens e desvantagens:

10 Disco programado em código Gray.



Vantagens:

- São lineares ou podem ser programados para qualquer outro tipo de resposta;
- São precisos;
- Possuem desgaste muito baixo;
- O circuito de condicionamento é simples.

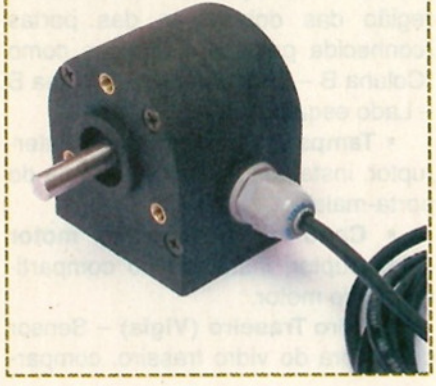
Desvantagem:

- É preciso ter um acoplamento mecânico com o objeto.

ENCODERS, NA PRÁTICA

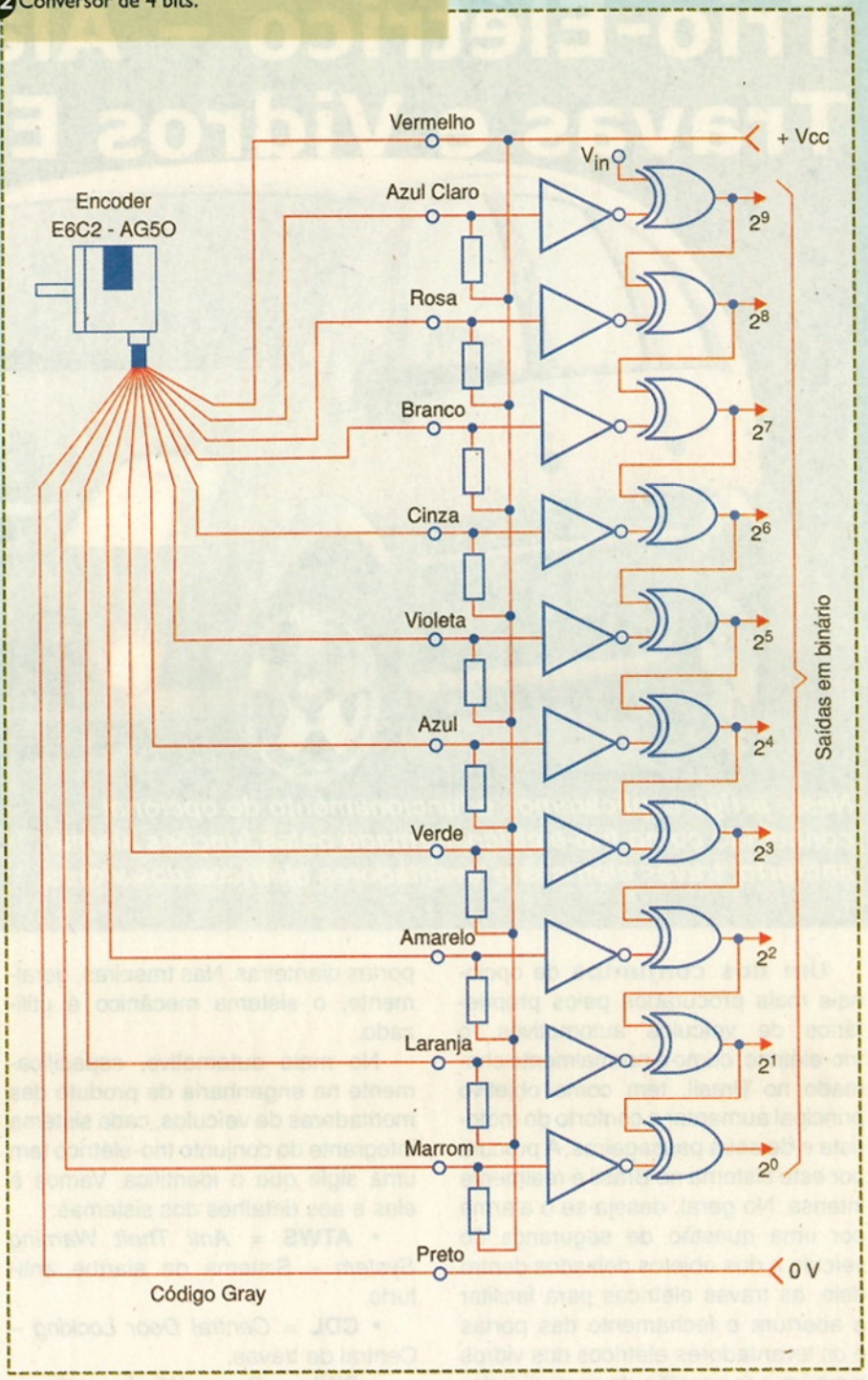
Podemos encontrar no comércio especializado *encoders* de diversos tipos e formatos, com circuitos internos que podem fazer a comunicação com dispositivos de controle externo de diversas maneiras. Essa comunicação pode ser uma simples seqüência de pulsos, como nos tipos incrementais mais simples, ou pode ser codificada para transmissão serial por linha RS-232 ou RS-485. Nesse último caso, o *encoder* pode se comunicar diretamente com microprocessadores, computadores, CLPs e outros dispositivos de controle. Na **figura 11** temos o aspecto de um *encoder* encontrado em aplicações práticas.

11 Aspecto físico de um encoder.



Na **figura 12** damos um circuito simples TTL que converte entradas em código Gray para Binário, acionando um conjunto de LEDs. É, na verdade, um conversor de 4 bits. Esse circuito deve ser alimentado com tensão de 5 V, pois se trata de lógica TTL.

12 Conversor de 4 bits.



CONCLUSÃO

Os *encoders* consistem em transistores precisos para o monitoramento e medida de velocidade de partes móveis de uma máquina, principalmente partes que giram.

Existem diversos tipos cuja aplicação depende simplesmente dos objetivos, ou seja, da definição na medida da posição e da velocidade e ainda do tipo de comunicação que deve ser feita com o circuito de controle.

Trio-Elétrico – Alarme, Travas e Vidros Elétricos



GM Notícias/Divulgação

Neste artigo explicaremos o funcionamento do opcional conhecido como trio-elétrico, formado pelas funções alarme antifurto, travas elétricas e levantadores elétricos dos vidros.

Alexandre de A. Guimarães

Um dos conjuntos de opcionais mais procurados pelos proprietários de veículos automotivos, o trio-elétrico, como é normalmente chamado no Brasil, tem como objetivo principal aumentar o conforto do motorista e de seus passageiros. A procura por este sistema no Brasil é realmente intensa. No geral, deseja-se o alarme por uma questão de segurança do veículo e dos objetos deixados dentro dele, as travas elétricas para facilitar a abertura e fechamento das portas e os levantadores elétricos dos vidros também por questão de comodidade.

Se analisarmos outros países como, por exemplo, os europeus, perceberemos um comportamento diferente dos consumidores. O alarme praticamente não é solicitado no momento de se comprar um veículo, isso em razão dos baixos índices de furto na região. Apesar de pedirem sempre pelas travas elétricas, pela questão óbvia do conforto, os europeus costumam comprar seus carros com vidros elétricos somente nas portas dianteiras. Nas traseiras, geralmente, o sistema mecânico é utilizado.

No meio automotivo, especificamente na engenharia de produto das montadoras de veículos, cada sistema integrante do conjunto trio-elétrico tem uma sigla que o identifica. Vamos à elas e aos detalhes dos sistemas:

- **ATWS** = *Anti Theft Warning System* – Sistema de alarme antifurto.
- **CDL** = *Central Door Locking* – Central de travas.
- **PWL** = *Power Window Lifter* – Levantador elétrico dos vidros.

ALARME ANTIFURTO

Como o próprio nome já diz, a função deste sistema é proteger o veículo e seu interior contra furtos. Para tanto, vários sensores são utilizados para monitorar as regiões por onde uma pessoa pode acessar o veículo. As partes do carro monitoradas, os sensores normalmente utilizados e os locais onde estes sensores são usualmente instalados são mencionados a seguir:

- **Porta do motorista** – Interruptor, instalado na região da dobradiça da porta (região esta conhecida pelos autotrônicos como "Coluna A – Lado esquerdo").
- **Porta do passageiro dianteiro** – Interruptor, instalado na região da dobradiça da porta (conhecida pelos autotrônicos como "Coluna A – Lado direito").
- **Portas dos passageiros traseiros** – Interruptores, instalados na região das dobradiças das portas (conhecida pelos autotrônicos como "Coluna B – Lado direito" e "Coluna B – Lado esquerdo").
- **Tampa do porta-malas** – Interruptor, instalado na própria tampa do porta-malas.
- **Capô de acesso ao motor** – Interruptor, instalado no compartimento do motor.
- **Vidro Traseiro (Vigia)** – Sensor de quebra do vidro traseiro, compar-

tilhado com o sistema desembaçador do vidro (os filetes vistos no vidro traseiro geralmente têm duas funções: desembaçar e monitorar a quebra deste vidro).

▪ **Vidros Laterais e Dianteiro (Pára-Brisa)** – Sensor ultra-sônico, instalado no teto do veículo, na região da luz de leitura dianteira (este sensor monitora se algo ou alguém invadiu o veículo, após uma eventual quebra dos vidros laterais ou dianteiro, por exemplo).

Os sinais dos interruptores e dos sensores são lidos por um módulo eletrônico, que processa tais informações e determina se o alarme sonoro do carro deve ou não ser disparado. Basicamente, temos "3" tipos diferentes de alarmes sonoros. São eles:

▪ **Buzina tipo disco** – Parecida com a buzina do veículo, esta peça deve ser instalada em local protegido de qualquer acesso pelo lado externo do veículo. Caso este cuidado não seja tomado, o ladrão poderá, antes de arrombar uma das portas ou quebrar um dos vidros, cortar o cabo de alimentação da buzina, inutilizando-a.

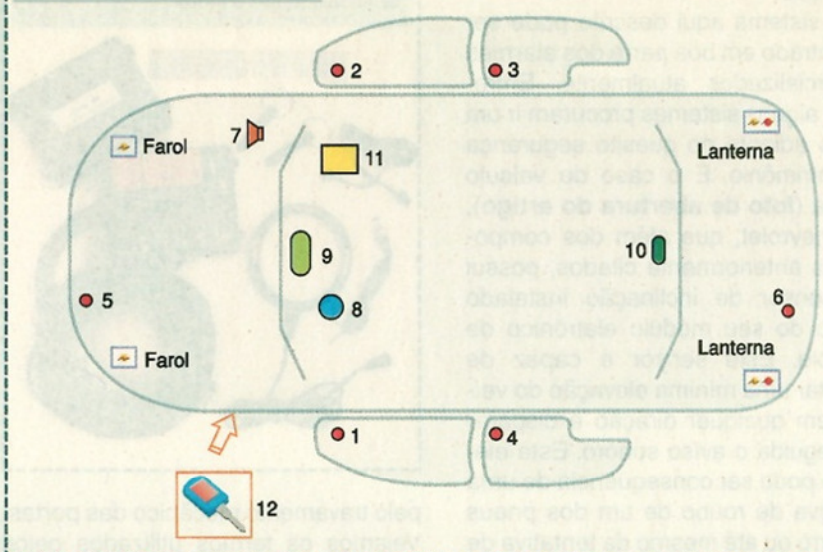
▪ **Sirene simples** – Similar a um pequeno alto-falante, esta peça também deve ser instalada em local protegido, pelos mesmos motivos anteriormente apresentados.

▪ **Sirene inteligente** – Esta sirene, além do elemento sonoro, possui uma bateria interna e uma pequena unidade eletrônica que monitora o comportamento da conexão da sirene. Caso ela seja desconectada do veículo, um "barulho tremendo" é gerado automaticamente (alimentado por sua bateria interna). Por esta razão, o local de sua instalação não precisa ser completamente protegido (**observação:** deve ser minimamente protegido de jatos diretos d' água para evitar a queima prematura da peça; recomendação válida também para a Buzina tipo disco e a sirene simples).

Vejamos na **figura 1** um exemplo de sistema de alarme com todos os seus componentes (perceba que todos são conectados à peça 11 – Módulo Eletrônico de Controle). A **tabela 1** relaciona cada um dos componentes apresentados na figura anterior. A **figura 2** mostra um *kit* básico de alarme contendo um módulo eletrônico, uma sirene, dois controles remotos e uma certa quantidade de chicote elétrico para viabilizar a instalação.

Além dos sensores e interruptores que monitoram o veículo e do sistema de aviso sonoro, temos um módulo eletrônico de controle. Como explicado na edição anterior, um módulo eletrônico funciona como um computador, lendo e processando entradas e comandando saídas em função de um programa internamente gravado. O programa que controla um sistema de alarme está preparado para lidar com todas as possibilidades deste sis-

1 Exemplo de sistema de alarme.



T1 Componentes apresentados na figura 1.

Número	Componente
1	Interruptor de Coluna - Porta Motorista
2	Interruptor de Coluna - Porta Passageiro Dianteiro
3	Interruptor de Coluna - Porta Passageiro Traseiro Lado Direito
4	Interruptor de Coluna - Porta Passageiro Traseiro Lado Esquerdo
5	Interruptor do Capô - Compartimento do Motor
6	Interruptor do Porta-Malas - Tampa Traseira
7	Buzina ou Sirene de aviso sonoro
8	Imobilizador do Motor
9	Sensor Ultra-sônico (USM - Ultra Sound Module)
10	Sensor de Quebra de Vidro Vigia (GBD - Glass Breakage Detection)
11	Módulo Eletrônico de Controle do Alarme (ou Módulo do Alarme)
12	Controle Remoto da Chave (RF-Sender ou RF-Transmitter)

2 Kit básico de alarme.



tema. É um programa dedicado a esta aplicação.

O sistema aqui descrito pode ser encontrado em boa parte dos alarmes comercializados atualmente. Entretanto, alguns sistemas procuram ir um pouco adiante no quesito segurança do patrimônio. É o caso do veículo Meriva (**foto de abertura do artigo**), da Chevrolet, que além dos componentes anteriormente citados, possui um sensor de inclinação instalado dentro do seu módulo eletrônico de controle. Este sensor é capaz de detectar uma mínima elevação do veículo em qualquer direção e disparar em seguida o aviso sonoro. Esta elevação pode ser conseqüência de uma tentativa de roubo de um dos pneus do carro ou até mesmo da tentativa de guinchamento do veículo.

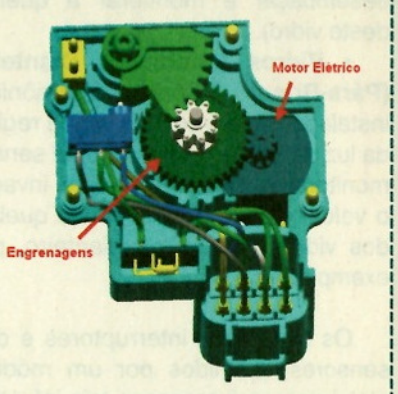
Antes de irmos adiante e tratarmos sobre o sistema de travamento central (ou travas elétricas), gostaria de deixar algumas informações sobre um outro sistema que dificulta o furto de veículos. É o chamado imobilizador do motor.

Uma antena, conectada a um módulo eletrônico e instalada na região do cilindro de ignição, lê informações existentes em um pequeno *chip* (conhecido como *transponder*), localizado dentro da chave do veículo, toda vez que uma partida é solicitada. Caso a chave utilizada na tentativa da partida, mesmo uma cópia mecânica da original, não seja eletronicamente compatível, a partida é bloqueada e o veículo imobilizado. Como curiosidade, saiba que a comunicação entre a antena e o *transponder* é feita por um *link* indutivo de, geralmente, 125 kHz (também podem ser utilizadas outras freqüências). A **figura 3** mostra os componentes contidos em um sistema de imobilização do motor.

3 Componentes contidos em um sistema de imobilização do motor.



4 Exemplo do conteúdo de uma fechadura elétrica.



TRAVAS ELÉTRICAS DAS PORTAS

É uma das opções relacionadas ao conforto do motorista e seus passageiros mais solicitada em todo o mundo. Módulos eletromecânicos formados por pequenos motores elétricos e algumas engrenagens são instalados nas portas do veículo, ficando responsáveis pelo destravamento, travamento e, eventualmente, pelo travamento mecânico das portas. Vejamos os termos utilizados pelos autotrônicos:

- ***Unlock*** – Destravar – Significa liberar mecanicamente as portas para que elas possam ser efetivamente abertas através das maçanetas internas ou externas.
- ***Lock*** – Travar – Significa travar as portas, impedindo a abertura das mesmas pelas maçanetas externas (as maçanetas internas podem ser utilizadas em condições específicas, variáveis de carro para carro).
- ***Deadlock*** – Travamento Mecânico – Representa uma proteção ao veículo e ao seu interior. Com o *Deadlock* acionado, as portas não podem ser abertas pelas maçanetas externas nem internas. Este sistema está relacionado à segurança do veículo e não ao conforto propriamente dito. Além disso, não é encontrado em todos os sistemas de travas elétricas disponíveis no mercado.

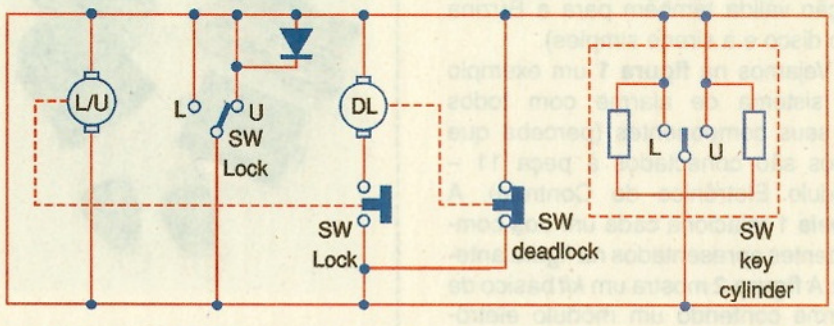
Como dito anteriormente, os módulos eletromecânicos (ou simplesmente chamados de fechaduras elétricas) são formados por pequenos motores elétricos e algumas engrenagens. A **figura 4** exibe um exemplo do conteúdo de uma destas fechaduras elétricas.

Já as **figuras 5 e 6** apresentam os diagramas elétricos de alguns tipos de fechaduras. A **figura 7** ilustra um exemplo de sistema de travas elétricas com todos os seus componentes (perceba que todos são conectados à peça 14 – Módulo Eletrônico de Controle). A **tabela 2** relaciona cada um dos componentes apresentados na figura anterior.

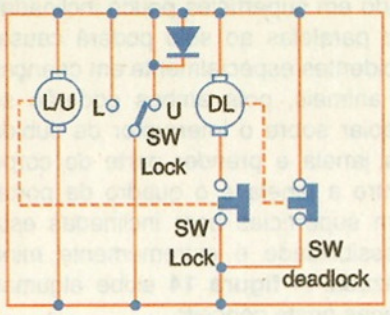
Perceba que, além das fechaduras das portas, temos outros três atuadores no sistema:

- **Atuador portinhola de combustível** – Controla o acesso ao bocal de abastecimento de combustível.
- **Atuador tampa traseira** – Controla o acesso ao porta-malas.
- **Atuador destranca porta-malas** – Efetua o destrancamento da tampa traseira mediante um comando interno

5 Fechadura da porta do motorista.



6 Fechadura das portas dos passageiros.



do motorista (pelo interruptor destranca porta-malas) ou por um comando via controle remoto da chave.

A **figura 8** mostra os componentes de um sistema destranca porta-malas. A **figura 9** apresenta um *kit* básico de travas elétricas contendo um módulo eletrônico, quatro atuadores, dois controles remotos, alguns liames, placas metálicas e uma certa quantidade de chicote elétrico para viabilizar a instalação.

Além das fechaduras elétricas e dos interruptores, no sistema de travas temos ainda um módulo eletrônico de controle, que também funciona como um computador, lendo e processando entradas e comandando saídas em função de um programa dedicado internamente gravado.

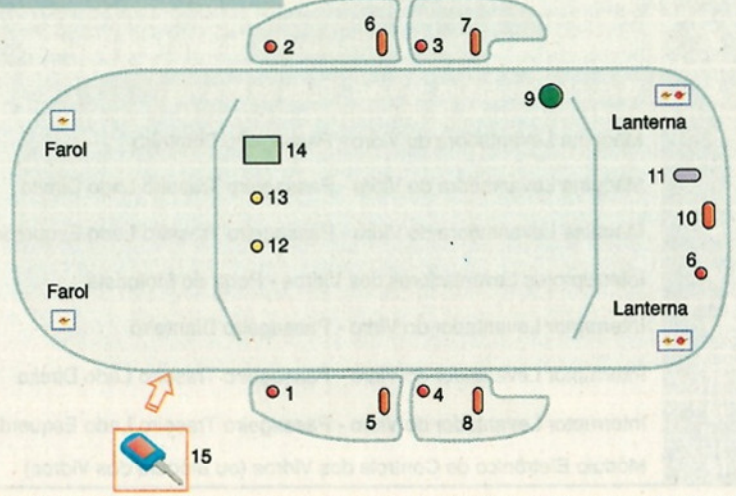
A funcionalidade aqui descrita pode ser facilmente encontrada em boa parte dos sistemas de travas elétricas comercializados atualmente. Entretanto, alguns sistemas procuram ir um pouco adiante no quesito segurança do ocupante. É o caso dos sistemas que contam com um sensor de colisão (*crash sensor*). Este sensor detecta e comunica o momento de uma colisão ao módulo eletrônico de controle que, imediatamente, comanda o destravamento das portas, facilitando a saída ou a remoção de eventuais vítimas.

Em outros casos, alguns sistemas procuram aumentar ainda mais a comodidade ao dirigir. Como exemplo destacamos os sistemas que travam as portas automaticamente, por tempo ou em função de uma determinada velocidade do veículo.

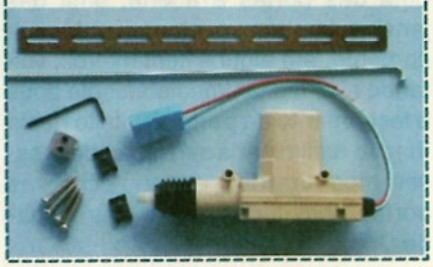
T2 Componentes apresentados na **figura 7**.

Número	Componente
1	Interruptor de Coluna - Porta Motorista
2	Interruptor de Coluna - Porta Passageiro Dianteiro
3	Interruptor de Coluna - Porta Passageiro Traseiro Lado Direito
4	Interruptor de Coluna - Porta Passageiro Traseiro Lado Esquerdo
5	Fechadura da Porta do Motorista (Latch)
6	Fechadura da Porta do Passageiro Dianteiro (Latch)
7	Fechadura da Porta do Passageiro Traseiro Lado Direito (Latch)
8	Fechadura da Porta do Passageiro Traseiro Lado Esquerdo (Latch)
9	Atuador Portinhola de Combustível
10	Atuador Tampa Traseira
11	Atuador Destranca Porta-Malas
12	Interruptor Trava / Destrava Portas (Comfort Switch)
13	Interruptor Destranca Porta-Malas (Lid / Trunk Release Switch)
14	Módulo Eletrônico de Controle das Travas (ou Módulo de Travas)
15	Controle Remoto da Chave (RF-Sender ou RF-Transmitter)

7 Exemplo de sistema de travas elétricas.



8 Componentes de um sistema destranca porta-malas.



9 Kit básico de travas elétricas.



LEVANTADORES ELÉTRICOS DOS VIDROS

Também pode ser considerada uma das opções relacionadas ao conforto do motorista e de seus passageiros. Sistemas eletromecânicos formados por motores elétricos e algumas alavancas e/ou cabos de aço são instalados nas portas do veículo, ficando responsáveis pela abertura ou pelo fechamento dos vidros. São as chamadas máquinas de vidro elétrico.

Vejamos as funções realizadas por alguns sistemas atualmente comercializados e os termos utilizados pelos autotrônicos:

- **Fechamento automático** – *Comfort closing* – Função que fecha todas as janelas no momento em que o veículo é travado (requer as travas elétricas para operar).
- **Subida e descida expressas** – *Express up and express down* – Possibilita a subida e a descida das janelas com apenas um toque no interruptor de comando.
- **Proteção antiesmagamento** – *Pitch protection* – Reverte o sentido das janelas quando elas estiverem em subida e algo obstruir seu caminho; como uma mão por exemplo (evita acidentes que poderiam ser fatais em alguns casos).
- **Alívio interno de pressão** – *Internal pressure relief* – Toda vez que uma das portas é aberta, uma das janelas também é aberta, automaticamente, em alguns centímetros, voltando a se fechar imediatamente após o fechamento da porta. O intuito desta função é eliminar a sensação de pressão nos ouvidos ao se fechar as portas com todas as janelas fechadas.

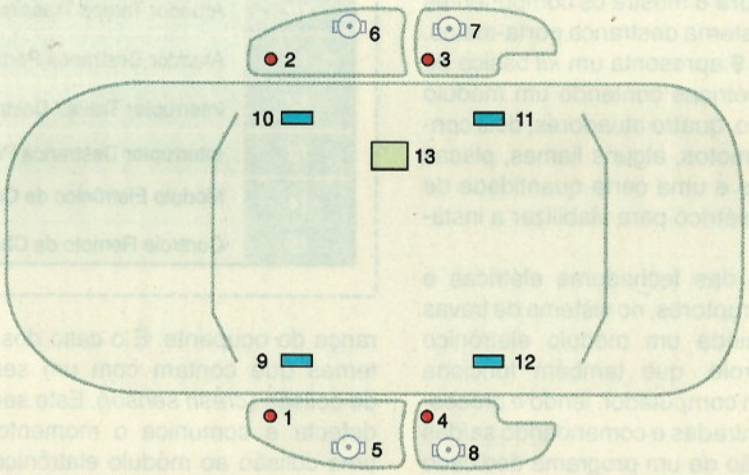
O sistema levantador dos vidros funciona basicamente com as máquinas de vidro elétrico, os interruptores de comando do sistema e um módulo eletrônico de controle. A **figura 10** ilustra um exemplo de sistema levantador elétrico dos vidros com todos os seus componentes (perceba que todos são conectados à peça 13 – Módulo Eletrônico de Controle). A **tabela 3** relaciona cada um dos componentes apresentados na figura anterior.

Existem dois tipos de máquinas levantadoras de vidros: as baseadas no "conceito tesoura" e as baseadas no "conceito cabo de aço". As **figuras 11 a 13** apresentam cada um destes conceitos.

Sobre os interruptores levantadores dos vidros, também podemos separá-los em dois grupos com conceitos mecânicos diferentes: os *push-push* e os *push-pull*. Vejamos cada caso:

- ***Push-push*** – Empurra-empurra – Para subir ou descer os vidros, o motorista ou passageiro precisa **apertar** os interruptores. Este tipo de componente deve ser montado em superfícies bem inclinadas. Se montado em superfícies pouco inclinadas ou paralelas ao solo poderá causar acidentes especialmente em crianças e animais, pois ambos poderão se apoiar sobre o interruptor de subida da janela e prender parte do corpo entre a janela e o quadro da porta. Em superfícies bem inclinadas esta possibilidade é extremamente minimizada. A **figura 14** exibe algumas peças neste conceito.
- ***Push-pull*** – Empurra-puxa – Para subir a janela o interruptor deve

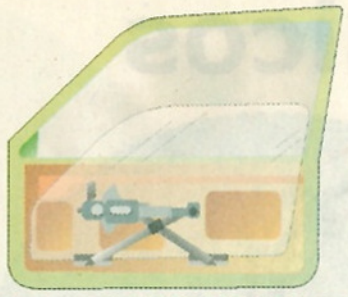
10 Exemplo de sistema levantador elétrico dos vidros.



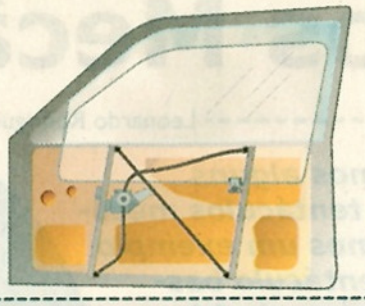
T3 Componentes apresentados na **figura 10**.

Número	Componente
1	Interruptor de Coluna - Porta Motorista
2	Interruptor de Coluna - Porta Passageiro Dianteiro
3	Interruptor de Coluna - Porta Passageiro Traseiro Lado Direito
4	Interruptor de Coluna - Porta Passageiro Traseiro Lado Esquerdo
5	Máquina Levantadora do Vidro - Porta do Motorista
6	Máquina Levantadora do Vidro - Passageiro Dianteiro
7	Máquina Levantadora do Vidro - Passageiro Traseiro Lado Direito
8	Máquina Levantadora do Vidro - Passageiro Traseiro Lado Esquerdo
9	Interruptores Levantadores dos Vidros - Porta do Motorista
10	Interruptor Levantador do Vidro - Passageiro Dianteiro
11	Interruptor Levantador do Vidro - Passageiro Traseiro Lado Direito
12	Interruptor Levantador do Vidro - Passageiro Traseiro Lado Esquerdo
13	Módulo Eletrônico de Controle dos Vidros (ou Módulo dos Vidros)

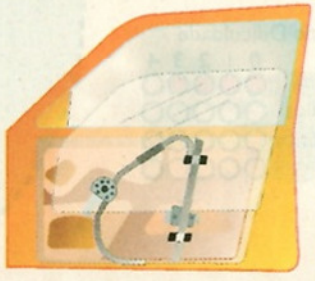
11 Conceito tesoura (*scissors*).



12 Conceito cabo de aço (*bowden cable*).



13 Conceito cabo de aço (*goldie cable*).



14 *Push-push.*



15 *Push-pull.*



ser puxado para cima. Para descer a janela o interruptor deve ser apertado para baixo. Além de mais seguro, este sistema é mais intuitivo à operação e mais atraente do ponto de vista de *design*. É atualmente uma tendência mundial. A **figura 15** mostra algumas peças neste conceito.

No sistema levantador dos vidros temos ademais um módulo eletrônico de controle, que também funciona como um computador, lendo e processando entradas e comandando saídas em função de um programa dedicado internamente gravado.

O TRIO-ELÉTRICO COMPLETO

Apesar de termos explorado cada um dos sistemas de forma independente, o que verificamos na prática é que, geralmente (ao menos no Brasil), eles são montados em conjunto, no mesmo veículo. A **figura 16** ilustra como os componentes principais destes três sistemas ficam distribuídos pelo carro (cada qual ligado ao seu módulo eletrônico de controle).

Perceba que são cerca de "34" componentes (se considerarmos apenas os principais...) necessários à operação deste três opcionais. Agora pense nos demais sistemas do seu carro... Consegue imaginar quantas peças eletrônicas, elétricas e eletromecânicas são necessárias para fazê-lo funcionar?

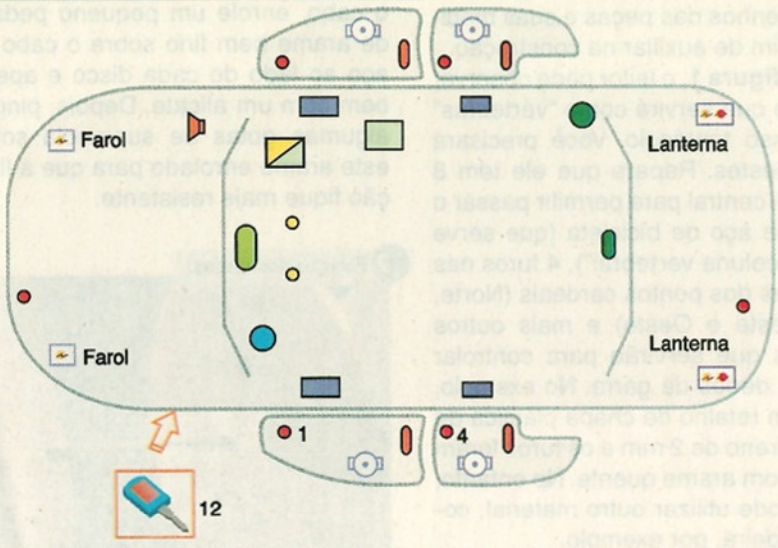
DESENVOLVENDO UM SISTEMA

Para as pessoas que têm se preparado para um dia serem engenheiros, trabalhando na engenharia de produto de uma empresa automobilística, aeroespacial ou mesmo agrícola, aqui vai uma dica especial: estudem **máquinas de estados**. Máquinas de estados são diagramas que representam, de forma gráfica, o funcionamento lógico de um sistema. Esta forma de modelamento pode ser amplamente aplicada, de sistemas simples a sistemas complexos, como os mencionados neste artigo.

Ah! Eu não poderia esquecer de mencionar duas coisas muito importantes no momento de desenvolvermos sistemas como estes. A primeira é sobre os cuidados com a Legislação. O funcionamento dos sistemas mencionados neste artigo é regulamentado por leis federais que devem ser rigorosamente seguidas (no Brasil, temos o CONTRAN, por exemplo). A segunda é sobre a necessidade de trabalharmos em equipe com outras engenharias. Sistemas eletromecânicos devem ser desenvolvidos por engenheiros elétricos e engenheiros mecânicos. Assim, o entrosamento entre as engenharias elétrica e de carroçaria é fundamental para o sucesso do produto final. Lembre-se disso!

Na próxima matéria trataremos dos conceitos dos interruptores e dos atuadores automotivos, do sistema lavador e limpador dos vidros e dos sistemas de iluminação interna e externa. Até lá! f

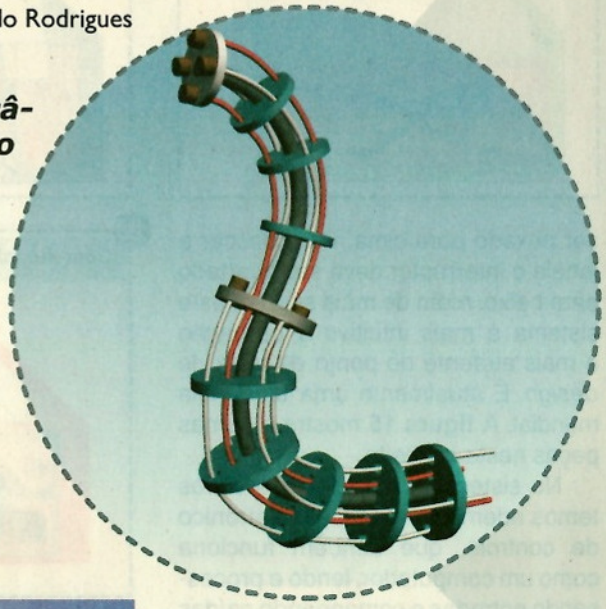
16 Os componentes principais dos três sistemas.



Dispositivos Animatrônicos

Tentáculos Mecânicos

Leonardo Rodrigues



Na edição anterior, apresentamos alguns exemplos de configurações de tentáculos mecânicos. No presente artigo teremos um exemplo prático de construção de um tentáculo bastante simples com o intuito apenas de frisar os conceitos explanados.

Níveis de Dificuldade

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

Na edição anterior, o leitor pôde observar algumas das várias formas de construir dispositivos animatrônicos/mecânicos que simulem tentáculos, caudas, línguas, apêndices e trombas. Assim, neste presente artigo, teremos como atividade prática a construção de um tentáculo mecânico.

O projeto aqui apresentado é bastante simplificado. O tentáculo será capaz de mover-se em 4 direções e terá também na sua extremidade uma pequena garra que se abrirá como uma flor, tudo acionado mecanicamente por meio de fios.

MONTAGEM

Nesta montagem, os materiais utilizados são realmente de "sucata" de forma que o leitor poderá fazer as devidas adaptações de materiais, conforme a sua disponibilidade. No endereço: **www.mecatronicafacil.com.br/downloads** será possível encontrar os desenhos das peças e suas medidas a fim de auxiliar na construção.

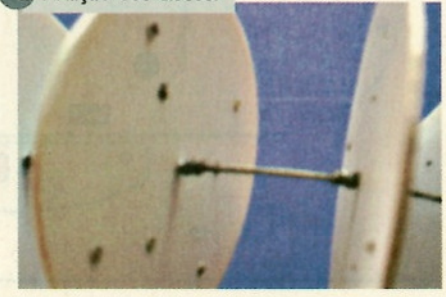
Na **figura 1**, o leitor pode observar o disco que servirá como "vértebras" do nosso tentáculo. Você precisará de 9 destes. Repare que ele tem 8 furos: 1 central para permitir passar o cabo de aço de bicicleta (que serve como "coluna vertebral"), 4 furos nas direções dos pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste) e mais outros 3 furos que servirão para controlar os três dedos da garra. No exemplo, usei um retalho de chapa plástica de poliestireno de 2 mm e os furos foram feitos com arame quente. No entanto, você pode utilizar outro material, como madeira, por exemplo.



1 "Vértebra" do tentáculo.

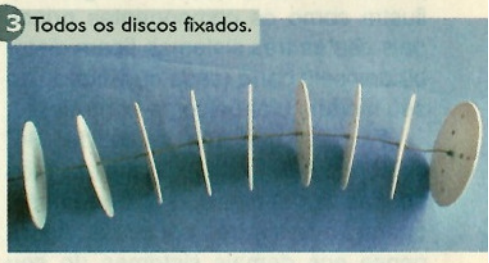
Na **figura 2**, note que o cabo de aço de freio de bicicleta já foi passado pelo furo central dos discos. Para que os discos fiquem fixos sobre o cabo, enrole um pequeno pedaço de arame bem fino sobre o cabo de aço ao lado de cada disco e aperte bem com um alicate. Depois, pingue algumas gotas de supercola sobre este arame enrolado para que a fixação fique mais resistente.

2 Fixação dos discos.



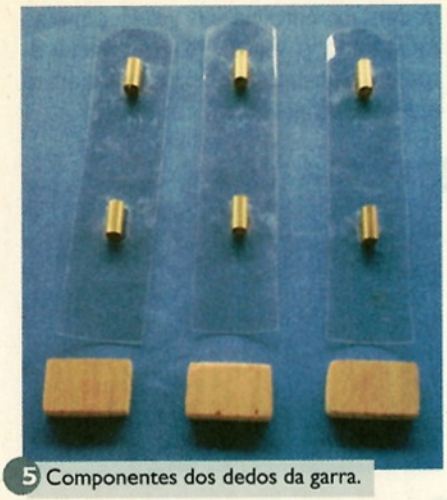
Na **figura 3** temos todos os discos fixos sobre o cabo de freio de bicicleta. Veja na **figura 4** que a extremidade do cabo que tem uma "cabeça" foi colocada no disco da extremidade do tentáculo, o que facilita a fixação.

3 Todos os discos fixados.



4 "Cabeça" na extremidade do cabo.





5 Componentes dos dedos da garra.

Na **figura 5** o leitor pode ver os componentes dos dedos da garra. Os dedos foram feitos de plástico de garrafas PET de refrigerante. Procure cortar os dedos no sentido longitudinal da garrafa para que eles se movimentem adequadamente. Os pequenos blocos de madeira foram feitos de retalhos de compensado de 4 mm.

As canaletas (**figura 6**) de metal nos dedos podem ser coladas com adesivo de contato ou supercola.

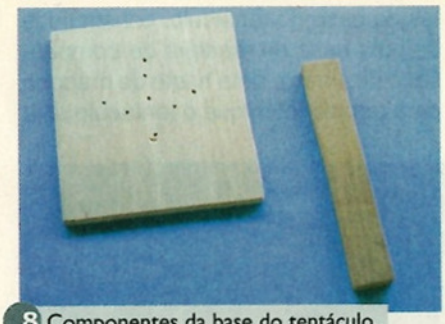


6 Canaletas coladas.



7 Barra de conectores parafusados tipo "Weston".

Se usar a segunda opção, procure aplicá-la nas duas superfícies e deixar secar totalmente. Somente depois é que você deverá aplicar mais cola nas duas superfícies e mantê-las juntas por 1 minuto. Isto facilita um pouco, pois o plástico PET não tem muita afinidade por colas de cianoacrilato. Estas canaletas foram retiradas de uma barra de conectores parafusados tipo "Weston" (**figura 7**).



8 Componentes da base do tentáculo.



9 Puxadores de madeira.

Na **figura 8** temos os componen-

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

tes da base do tentáculo, constituídos de uma base de madeira de compensado de 4 mm e uma haste de madeira para permitir com que o tentáculo seja segurado com a mão. A **figura 9** mostra os puxadores de madeira, que ficarão presos aos fios que acionam o tentáculo. Na **figura 10** o leitor pode ver o dedo da garra grampeado sobre a base madeira. Repare que ele já recebeu uma cobertura de tinta preta para melhorar o visual.



10 Dedo da garra grampeado sobre a base de madeira.

Na **figura 11** repare que os dedos foram colados através de suas bases no disco da ponta do tentáculo, que também já recebeu uma camada de pintura. A **figura 12** exibe os componentes da base do tentáculo já colados com supercola e pintados.



11 Dedos colados no disco da ponta do tentáculo.



12 Componentes da base do tentáculo.

O cabo de freio de bicicleta na base, que passa pelos furos centrais dos discos, deverá ser fixado com parafuso e arruela na chapa da base do tentáculo, conforme ilustra a **figura 13**. Na **figura 14**, temos os puxadores dos fios que acionam tentáculo. Os fios utilizados foram linhas de nylon usadas para pesca.



13 Fixação dos cabos.

Na **figura 15**, repare no tentáculo pronto e com os fios de *nylon* passados por todos os orifícios dos discos. Ao passar os fios que controlam os movimentos do tentáculo, faça um nó na ponta de cada um deles, próximo do disco da extremidade do tentáculo. Isto evitará com que os fios deslizem pelos orifícios deste primeiro disco, o que não permitiria o funcionamento do tentáculo. Já para os fios que movimentam os dedos da garra, amarre na ponta de cada um dos três uma pequena porca ou arruela, próxima da extremidade dos dedos. As porcas/arruelas funcionam tal qual os nós no comentário anterior.

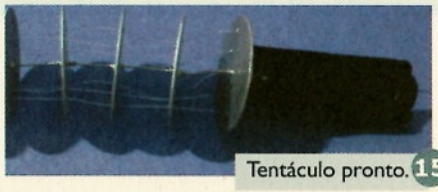


14 Puxadores.

Veja na **figura 16** o tentáculo sendo curvado. Nas **figuras 17** e **18** observe os dedos da garra sendo acionados.

CONCLUSÃO

O projeto é bem simples, feito de "sucata" e de custo bem modesto. Todavia, serve como treino rápido para sedimentar os conceitos exibidos na edição anterior. No *site* da revista o leitor poderá comprovar um vídeo simples mostrando o tentáculo em funcionamento. Sucesso na sua montagem e até a próxima edição!



Tentáculo pronto. 15



16 Tentáculo sendo curvado.



17 Garra fechada.



18 Garra aberta.

Lista de materiais

- retalhos de chapas de poliestireno de 2 mm de espessura ou madeira na espessura próxima.
- madeira para a base do tentáculo.
- 5 pequenos blocos de madeira para servirem como puxadores dos fios.
- 1 cabo de aço de freio de bicicleta.
- Linha de pesca de diâmetro 0,70 mm.
- Arame de alumínio fino.
- Garrafa plástica PET de refrigerante.
- Barra de conectores parafusados tipo "Weston".
- Diversos: parafuso, 3 porcas ou arruelas, supercola ou adesivo de contato, tinta e grampeador.

No site

Veja no *site* da revista: www.mecatronicafacil.com.br:
- Desenhos das peças e suas medidas;
- Vídeo de demonstração do funcionamento.

Como usar matrizes de contatos

2ª parte



Na primeira parte *deste artigo mostramos como as matrizes de contatos podem ser usadas para fazer montagens experimentais com um exemplo muito simples de aplicação. Neste artigo, vamos dar algumas montagens práticas que o próprio leitor poderá fazer usando componentes comuns. Novamente salientamos que, depois de aprender a usar as matrizes de contatos, o leitor não vai querer empregar qualquer outra forma de desenvolver seus circuitos.*

Newton C. Braga

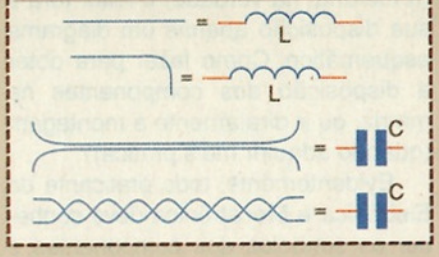
A realização de montagens numa matriz de contatos exige cuidados especiais, os quais variam tanto em função da complexidade dos circuitos quanto de sua eventual sensibilidade a fatores como capacitâncias parasitas, indutâncias, etc. Explicamos melhor: fios longos, fios próximos, curvas acentuadas funcionam como elementos que afetam o funcionamento dos circuitos mais críticos, principalmente os que operam em freqüências elevadas.

Assim, um fio que faça uma curva acentuada funciona como um indutor, assim como um fio longo, e dois fios paralelos muito próximos representam um capacitor. Esses componentes "fantasmas" podem afetar a estabilidade de um circuito montado numa matriz de contatos.

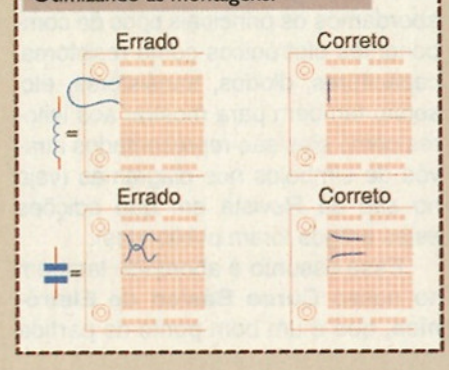
A **figura 1** mostra o que ocorre nestes casos. Assim, se estamos trabalhando com um circuito de baixas freqüências ou corrente contínua, como uma fonte, um controle de um motor ou um circuito acionado por um sensor, ligações mais compridas não têm muita importância. No entanto, se estamos trabalhando com um transmissor de controle remoto, ou outro circuito de alta freqüência, as coisas mudam.

Dois exemplos dados na **figura 2** ilustram como podemos otimizar nossas montagens, principalmente as mais críticas, usando fios curtos nas interligações. No lado direito, as conexões (fios) são curtas e rentes à placa. Estas montagens têm poucas indutâncias e capacitâncias parasitas e dificilmente apresentarão problemas de instabilidades.

1 Fios comportando-se como "componentes fantasmas".



2 Otimizando as montagens.



No lado esquerdo, temos fios maiores formando "teias". Nelas, temos indutâncias e capacitâncias parasitas que podem afetar um circuito, se ele for de alta freqüência ou mais crítico.

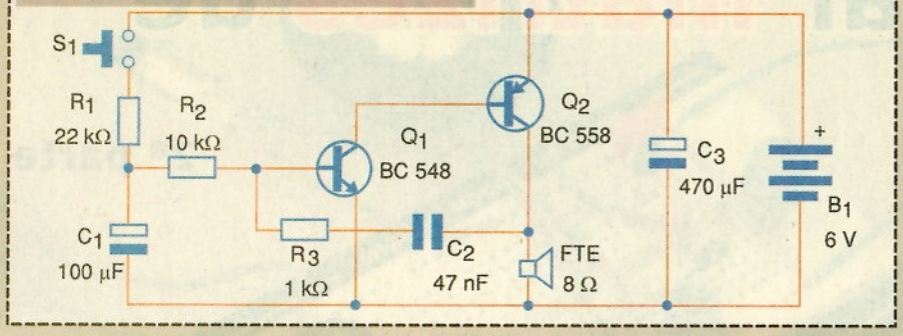
Se bem que todas as montagens possam funcionar normalmente, dependendo do circuito, as da direita, além de ter uma aparência melhor, podem estar livres de pequenos problemas de desempenho que aparecem nas da esquerda.

Lembre-se que ligações longas implicam em capacitâncias e indutâncias parasitas, capazes de afetar o funcionamento dos circuitos mais críticos como, por exemplo, os que operam com sinais de áudio fracos, com sinais digitais CMOS, ou ainda em freqüências elevadas.

CIRCUITOS PARA O LEITOR PRATICAR

Para os leitores que desejarem praticar um pouco mais, damos na **figura 3** um circuito de baixa freqüência, pouco crítico e, portanto, ideal para quem está começando agora a mexer com as matrizes de contatos. Trata-se de uma sirene modulada usando transistores. Quando apertar-

3 Sirene modulada usando transistores.

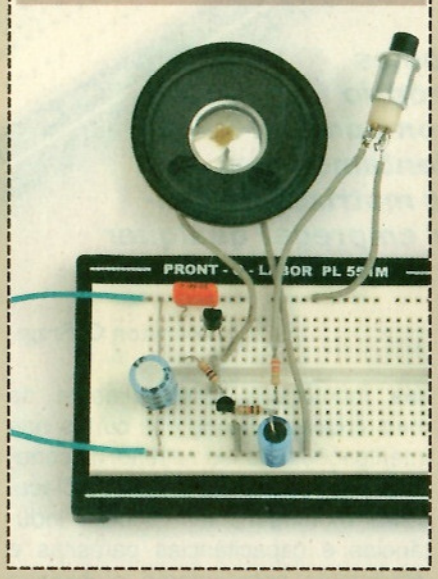


mos S_1, o tom da sirene vai se tornando cada vez mais agudo até o ponto em que soltamos S_1. Nesse momento, o som "decai" tornando-se cada vez mais grave até parar.

Depois de montada, experimente trocar o capacitor C_1 e os resistores R_1 e R_2 para mudar o som, assim como o capacitor C_2. C_1 determina o tempo de "subida" e "descida" do som, enquanto que C_2 determina o tom (mais grave ou mais agudo).

Ao fazer os testes com outros valores de componentes, tenha apenas cuidado para não usar resistores menores que 10 k ohms para não haver perigo de problemas com os transistores. Na **figura 4** temos a disposição dos componentes na matriz de contatos para a realização desta montagem.

4 Foto da montagem.



Lista de materiais:

Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
Q_2 – BC558 ou equivalente – transistor PNP de uso geral
R_1 – 22 kΩ x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, laranja
R_2 – 10 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, laranja
R_3 – 1 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, vermelho
C_1 – 100 µF x 12 V – capacitor eletrolítico
C_2 – 47 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
C_3 – 470 µF x 12 V – capacitor eletrolítico
S_1 – Interruptor de pressão NA (botão de campainha)
B_1 – 6 V – 4 pilhas pequenas
FTE – alto-falante pequeno de 4 ou 8 W – 5 a 10 cm
Diversos:
Matriz de contatos, suporte para 4 pilhas pequenas, fios, etc.

INDO UM POUCO ADIANTE

Se o leitor possui uma matriz de contatos, todos os componentes para um projeto e, além do diagrama, a disposição destes componentes numa matriz, conforme vimos neste artigo, não existe qualquer problema para sua realização: basta copiar a disposição dos componentes e suas interligações. No entanto, em muitos casos (a maioria, na verdade) o leitor terá à sua disposição apenas um diagrama esquemático. Como fazer para obter a disposição dos componentes na matriz, ou ir diretamente à montagem (quando adquirir mais prática)?

Evidentemente, todo praticante de Eletrônica e Mecatrônica deve conhecer os símbolos dos componentes e saber como interpretar um diagrama. A série de artigos nesta Revista em que abordamos os principais tipos de componentes eletrônicos como resistores, capacitores, diodos, transistores, etc. serviu também para mostrar aos leitores como eles são representados através de símbolos nos diagramas (veja no *site* da Revista em que edições estes artigos foram publicados).

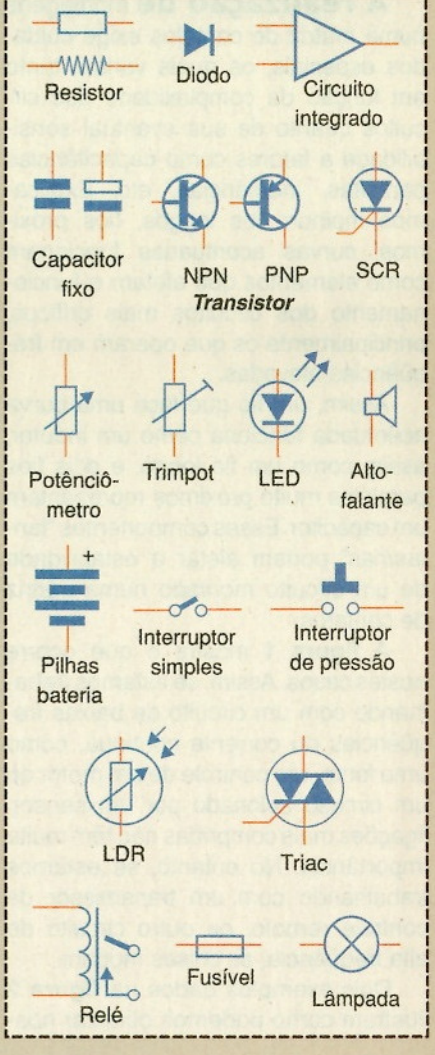
Esse assunto é abordado também no nosso **Curso Básico de Eletrônica,** que é um bom ponto de partida para quem deseja adquirir mais conhecimentos. Na **figura 5** damos uma relação de componentes comuns com seus símbolos.

Vamos tomar agora um exemplo de montagem que desejamos realizar em que temos apenas um circuito disponível, com os valores dos componentes, é claro. Trata-se de uma sirene bi-tonal com dois circuitos integrados 555, capaz de excitar diretamente um alto-falante com boa potência.

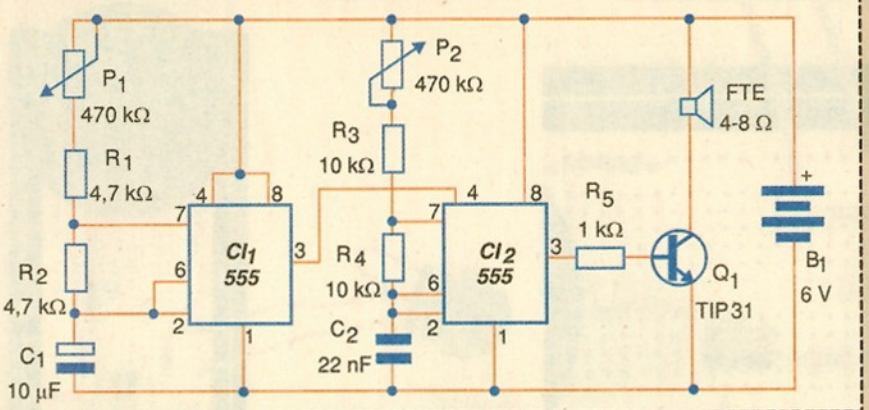
Os leitores que estão desenvolvendo um robô autônomo, ou ainda um automatismo que precise de um sistema de aviso tipo sirene, podem perfeitamente aproveitar este interessante circuito que é exibido na **figura 6**.

Qual seria o procedimento para montar de forma experimental esse circuito numa matriz de contatos? É importante observar que a montagem em matriz é bem mais rápida que o processo de projetar e fazer

5 Símbolos de alguns componentes básicos.



6 Sirene bi-tonal com dois circuitos integrados 555.



uma placa de circuito impresso para o mesmo circuito.

Na verdade, muitos projetistas realizam suas montagens primeiro numa matriz, a fim de otimizar o projeto (**veja box**), e somente depois o passam para montagem numa placa definitiva.

Inicialmente, devemos nos preocupar com as linhas de alimentação, ou seja, com os pontos do circuito que devem ser ligados ao 0 V e ao positivo da alimentação, que no caso é formada por 4 pilhas ou 6 V.

Veja então que temos os resistores R_1 e R_3, os pinos 8 e 4 de CI_1 e 8 de CI_2, além do coletor do transistor indo a esta linha. Podemos então fixar os circuitos integrados na matriz, o transistor e, em seguida, os resistores, observando que o outro terminal de cada resistor vai ao pino 7 de cada integrado.

Passamos agora aos componentes que estão ligados à linha de 0 V da alimentação. Vemos que os pinos 1 dos circuitos integrados, os capacitores de C_1 a C_4 e o alto-falante, estão todos ligados nestes pontos. Começamos com as ligações dos pinos 1 de CI_1 e CI_2 que exigem apenas fios.

Depois, passamos à colocação dos capacitores, observando que no caso de C_1 a polaridade deve ser seguida. O pólo positivo (barra branca do capacitor) vai aos pinos 2 ou 6 de CI_1 (procure o que estiver mais próximo, pois eles estarão interligados).

O próximo passo consiste em observarmos se existem pinos interligados nos circuitos integrados e se há interligações entre eles. Temos então a interligação entre os pinos 6 e 2 de cada integrado e, além disso, do pino 3 de CI_1 ao pino 4 de CI_2. Estas ligações podem ser feitas por pedaços de fios de comprimentos apropriados.

Finalmente, temos a ligação do resistor R_5 do pino 3 de CI_2 à base do transistor. Para o transistor, damos duas opções: TIP31 ou BD135. Todavia, neste caso, o montador deve tomar cuidado, pois os dois transistores em questão têm terminais diferentes, conforme ilustra a **figura 7**.

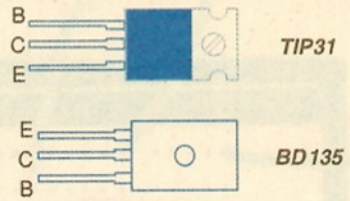
Eletricamente eles são semelhantes nessa aplicação e funcionam bem neste circuito. Entretanto, por terem invólucros diferentes, e serem de fabricantes diferentes, sua pinagem também não é a mesma. Muitos "equivalentes" que às vezes são vendidos nas lojas podem ter o mesmo problema, para o qual todo montador de protótipos deverá estar atento. É por esse motivo

Otimizando um Projeto

Nem sempre os valores dos componentes dados em um projeto ou circuito levam ao melhor desempenho. Os valores dados levam em conta as tolerâncias dos componentes que, em alguns casos, são elevadas (chegam a 50% para os capacitores!). Isso significa que, depois de montado, o funcionamento pode ser um pouco diferente do esperado.

O montador deverá, então, alterar alguns componentes de modo a chegar no melhor desempenho. Por exemplo, numa sirene, pode ser necessário mudar capacitores ou resistores de temporização para atingir o tom desejado ou a modulação. A matriz de contatos facilita bastante isso, pois basta desencaixar um componente e encaixar outro.

7 Pinagem do TIP31 e do BD135.

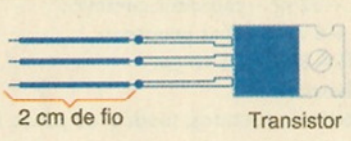


que manuais de componentes ou informações sobre pinagens devem fazer parte da literatura de consulta de todos os desenvolvedores de projeto.

A série de livros **Circuitos & Soluções** da Editora Saber é interessante para os desenvolvedores de projetos, pois além de trazer enorme quantidade de circuitos que podem ser usados na criação de projetos, traz muitas informações sobre características e pinagens dos componentes mais empregados.

Também é importante observar que alguns transistores de potência possuem terminais mais grossos que não entram nos furos de uma matriz de contatos. Isso não impede que eles sejam utilizados em protótipos nela. É possível trabalhar com esses componentes soldando nos seus terminais pequenas "extensões" de fios comuns, conforme mostra a **figura 8**.

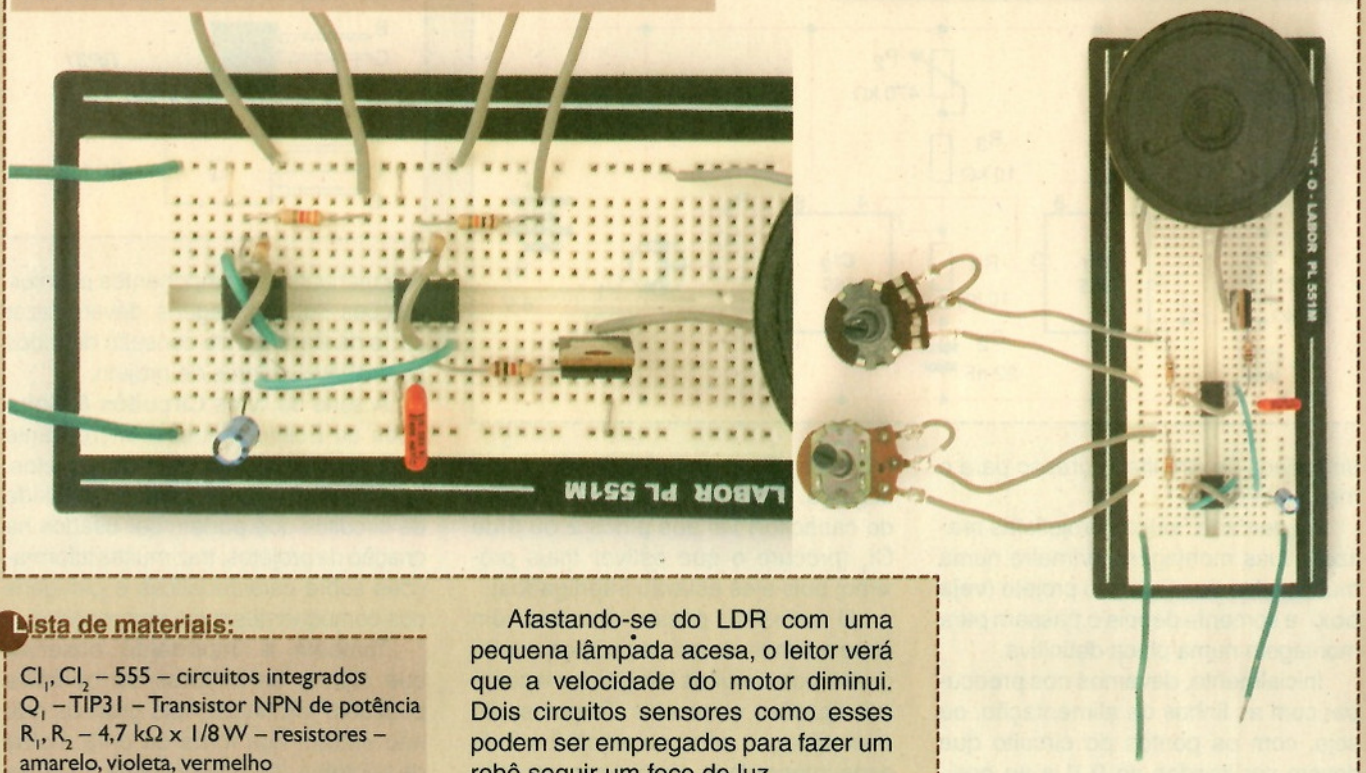
8 "Extensões" dos terminais.



Complete a montagem com a conexão do alto-falante e da fonte de alimentação. Veja que o alto-falante leva dois pedaços de fios soldados aos seus terminais. Se o leitor não quiser fazer essa soldagem, preservando o alto-falante, poderá usar um fio com uma garra jacaré numa ponta (para o alto-falante) e a outra ponta nua, para encaixar na matriz. Na **figura 9** temos a montagem completa do circuito que tomamos como exemplo.

Experimente o circuito e, se quiser mudar o som, como a intermitência, troque os resistores de R_1 a R_4 e os capacitores C_1 e C_2. Somente tenha cuidado para não usar resistores menores que 2,2 k ohms para não forçar os circuitos integrados.

9 Foto da montagem.

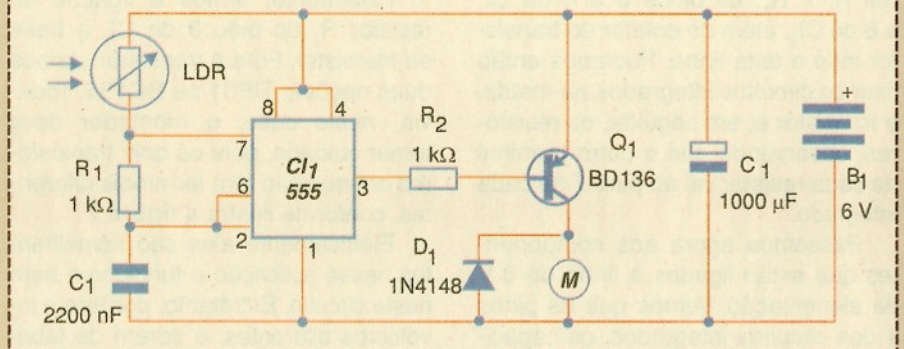


Lista de materiais:

CI_1, CI_2 – 555 – circuitos integrados
Q_1 – TIP31 – Transistor NPN de potência
R_1, R_2 – 4,7 kΩ x 1/8 W – resistores – amarelo, violeta, vermelho
R_3, R_4 – 10 kΩ x 1/8 W – resistores – marrom, preto, laranja
R_5 – 1 kΩ x 1/8 W – marrom, preto, vermelho
P_1, P_2 – *trimpots* ou potenciômetros de 470 kΩ ou 1 MΩ
C_1 – 10 µF - capacitor eletrolítico (6 V ou mais)
C_2 – 22 nF – capacitor cerâmico
B_1 – 6 V – 4 pilhas pequenas
FTE – 8 Ω – 5 a 10 cm
Diversos:
Matriz de contatos, suporte de pilhas, fios, etc.

Afastando-se do LDR com uma pequena lâmpada acesa, o leitor verá que a velocidade do motor diminui. Dois circuitos sensores como esses podem ser empregados para fazer um robô seguir um foco de luz.

10 Controle PWM com sensor óptico.

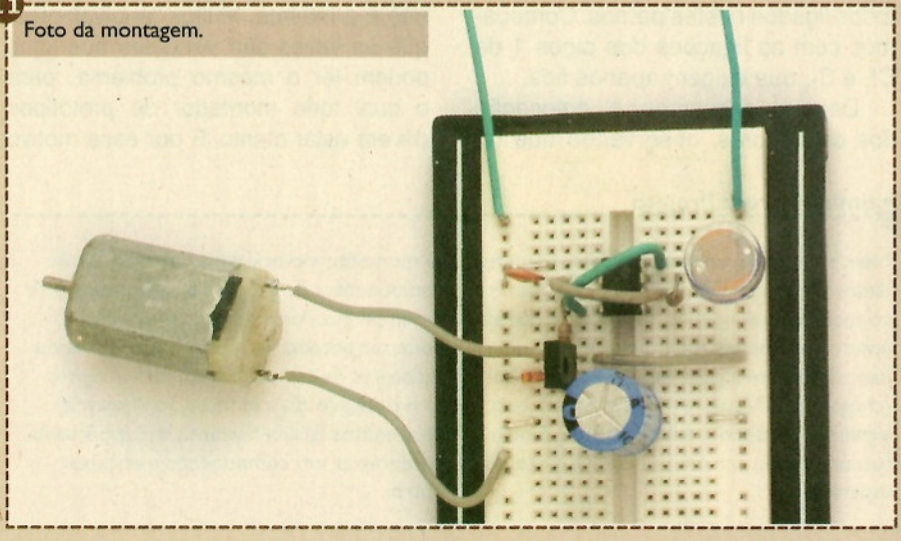


UM PROJETO MECATRÔNICO PARA TREINAR

Completamos este artigo com um interessante projeto mecatrônico para o leitor montar. Trata-se de um controle PWM com sensor óptico, exibido na **figura 10**. Este circuito faz com que o motor seja acionado com uma velocidade que depende da intensidade da luz que incide no sensor. A disposição dos componentes na matriz de contatos é mostrada na **figura 11**.

O LDR deve ser instalado em um pequeno tubo opaco de modo que possamos dirigir o foco de luz que ele deve detectar. Para utilizar o aparelho, aplique diferentes intensidades de luz no LDR observando como elas controlam a sua velocidade.

11 Foto da montagem.



Lista de materiais:

CI_1 – 555 – circuito integrado
Q_1 – BD136 – transistor PNP de média potência
D_1 – 1N4148 – diodo de uso geral
R_1, R_2 – 1 kΩ x 1/8 W – resistores – marrom, preto, vermelho
LDR – LDR redondo comum
C_1 – 220 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
C_2 – 1 000 µF – capacitor eletrolítico (6 V ou mais)
B_1 – 6 V – 4 pilhas pequenas
M_1 – Motor pequeno de 6 V
Diversos:
Matriz de contatos, suporte para 4 pilhas, fios, solda, etc.

TREINANDO

O importante para o leitor ao usar a matriz de contatos é treinar. Procure projetos simples que não tenham pontos críticos e onde haja disponibilidade de todos os componentes no comércio local, ou através de lojas que anunciam na Internet e vendem pelo correio.

Na verdade, o bom desenvolvedor de circuitos eletrônicos para uso em Mecatrônica, Robótica, Automação e muito mais, deverá ter um estoque com os transistores mais comuns, circuitos integrados mais comuns, diodos de uso geral, resistores dos valores mais usados assim como capacitores.

Procure projetos nas publicações especializadas como a Mecatrônica Fácil, a Eletrônica Total, ou os livros da série Circuitos & Soluções. Monte várias vezes, faça experiências, troque valores de componentes e em pouco tempo não estará apenas montando, mas também criando, inventando novos circuitos muito interessantes e talvez descobrindo algo que possa até industrializar e lhe trazer lucros.

Se for professor de curso Fundamental, Médio ou Técnico, essa prática é ótima para medir as dificuldades que os alunos terão nas aulas.

Logo, o leitor perceberá que somente uma matriz não atenderá suas necessidades de fazer projetos mais avançados e poderá ter muitas delas. Pequenas matrizes isoladas, matrizes duplas, triplas ou quádruplas em uma base comum, fontes, caixas amplificadas, componentes especiais separados, tudo enfim para se tornar um montador, experimentador e criador de novos projetos. f

Matrizes de CONTATOS



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

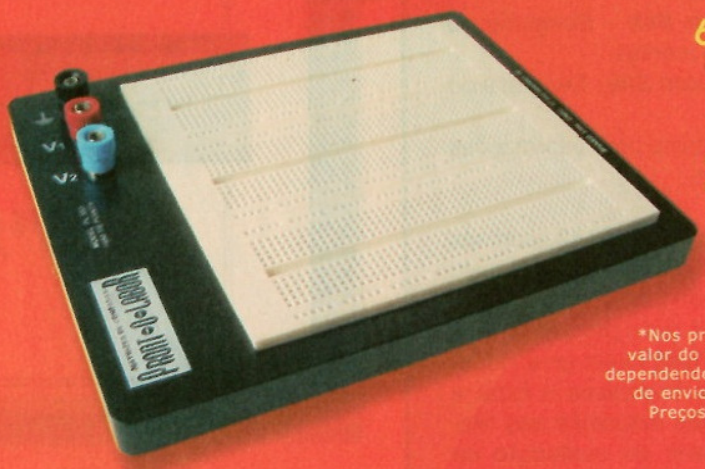


>>> PL551
2 barramentos,
2 bornes, com 550 pontos.
R$ 24,70

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 25/03/2005

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

Desenhando Placas de Circuito Impresso com o Eagle – Parte 4

Richard A. Weigel

Nas edições anteriores, vimos como elaborar o desenho do esquema de um projeto e agora vamos conhecer todo o processo para transformar este desenho em uma placa de circuito impresso.

O módulo *Board* é utilizado para criação e edição do *layout* da placa de circuito impresso. Baseado no esquema e componentes utilizados no *Schematic*, o *Board* irá traçar as "ilhas" e trilhas de forma automática que resultarão no desenho da placa. Além disto, o *Board* poderá gerar o desenho com o *layout* dos componentes (serigrafia) e, se necessário, a máscara de solda.

Para quem pretende utilizar o programa profissionalmente, o Eagle também gera todos os arquivos GERBER necessários para cada *Layer* da placa. Dependendo do projeto, podemos ter, pelo menos, os seguintes arquivos:

- ***Layer Top*** - Circuito do lado dos componentes (face superior).
- ***Layer Botton*** - Circuito do lado da solda (face inferior).
- ***Layer Top Mask*** - Máscara do lado dos componentes.
- ***Layer Botton Mask*** - Máscara do lado da solda.
- ***Layer Top Silk*** – Serigrafia do lado dos componentes.
- ***Layer Botton Silk*** - Serigrafia do lado da solda.
- ***Drill*** - Arquivo com informações sobre a furação.

Os arquivos GERBER são comuns na maioria dos aplicativos de circuito impresso e assim podemos visualizá-los em qualquer outro programa, mas a sua principal função em uma indústria de circuitos impressos é fazer a programação das máquinas que realizarão o trabalho de confecção da placa.

INICIANDO O *BOARD*

O *Board* pode ser iniciado através do módulo *Schematic*, para isto basta clicar sobre o atalho *Board* ou apenas digitar "*Board*" na *Command toolbar.*

Ao executar este comando, uma janela, como a ilustrada na **figura 1,** irá pedir a confirmação se a placa a ser criada será baseada no circuito que está aberto no módulo *Schematic*. Neste caso, bastará clicar no botão *Yes*.

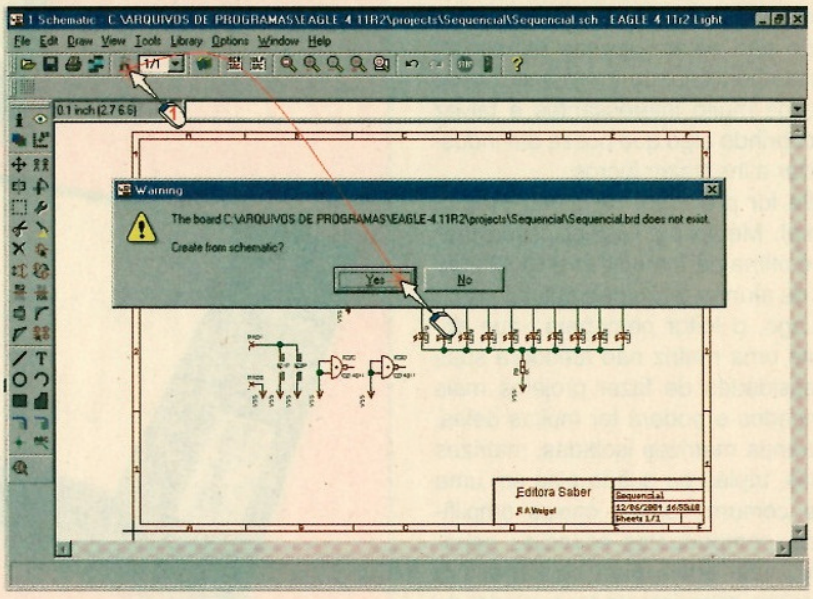
CONHECENDO O BOARD

Ao iniciar o módulo *Board,* as janelas *Control Panel* e *Schematic* deverão ficar em segundo plano, ou minimizadas. Se fecharmos o *Control Panel*, todos os módulos serão fechados; e fechando apenas o *Schematic*, perderemos a comunicação entre um módulo e outro, desta forma não será possível criar a placa.

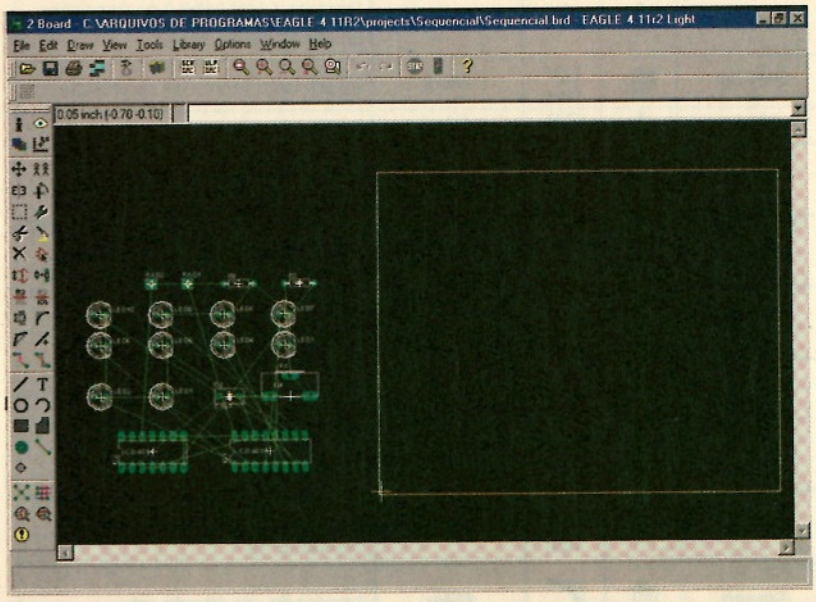
Observe na **figura 2** que este módulo é bem parecido com o *Schematic*, exceto por sua área de trabalho ser preta e termos novos comandos na *Command toolbar*, descritos na **tabela 1**.

Inicialmente, todos os componentes ficam do lado esquerdo da área de trabalho e fora da placa interligados por uma fina linha chamada *Signal*. No lado direito, temos de fato a nossa placa, que pode ser dimensionada no tamanho e forma desejada através dos comandos *Move* e *Split*. Lembre-se que a versão *Freeware* só permite uma placa de no máximo 8 X 10 cm.

1 Seqüência para iniciar o módulo *Board*.



2 Detalhes do módulo *Board*.



Algumas dicas

A cor de fundo da área de trabalho pode ser alterada facilmente seguindo a seqüência no menu *Options* > *User Interface* e assinalando a opção *White* em *Background*.

ARRUMANDO OS COMPONENTES

A primeira ação a ser realizada é colocar os componentes dentro da placa, mais ou menos na posição desejada, utilizando o comando *Move*.

Após a arrumação, se necessário, podemos fazer o redimensionamento da placa, que no nosso exemplo terá 10 X 3 cm. Utilizando o atalho do comando *Zoom to Fit*, é possível ampliar o desenho para melhor visualização da placa, conforme a **figura 3**.

Como o programa está em inglês, todas as medidas estão em polegadas. Para determinar o tamanho da placa em centímetros, utilize este pequeno truque:

Através do comando *Grid*, altere no campo *Size* o valor "inch" para "mm" e em seguida digite o valor "1" no campo *Size*.

Dessa forma, cada "quadradinho" tem 1 mm e assim, em conjunto com as informações mostradas no *Coordinate display*, fica fácil determinar o tamanho da placa.

Não esqueça de voltar aos valores padrões, clicando no botão *Default*, para traçar as trilhas, pois todos os componentes utilizados nestas bibliotecas têm suas medidas em polegadas.

Algumas dicas

- Lembre-se que clicando com o botão direito do *mouse* no componente ativo pelo comando *Move* fará com que ele gire 90°.
- Não se preocupe se as linhas que interligam um componente ao outro (*Signal*) estão se cruzando, o programa é feito justamente para desatar estes nós, mas como todo bom projetista, procure evitar que sejam traçadas linhas muito longas e com muitos cruzamentos.

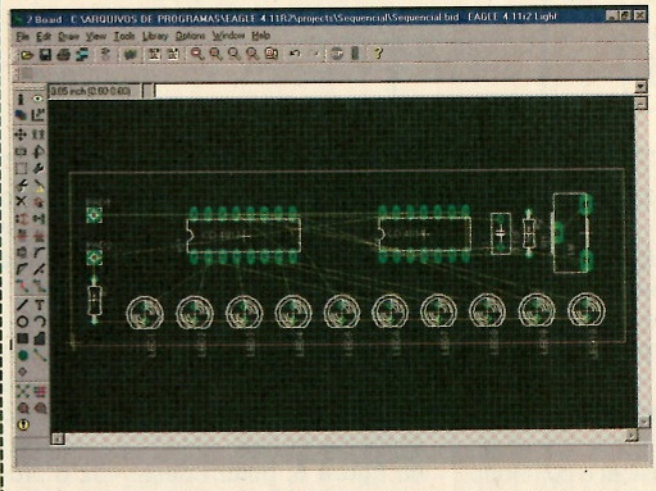
O ROTEAMENTO

Se você não se agüenta mais de curiosidade para ver como o programa realiza o *Autorouting*, basta utilizar agora o comando *Auto*, mas não espere que o resultado final seja o desejado, pois ainda faltam alguns detalhes.

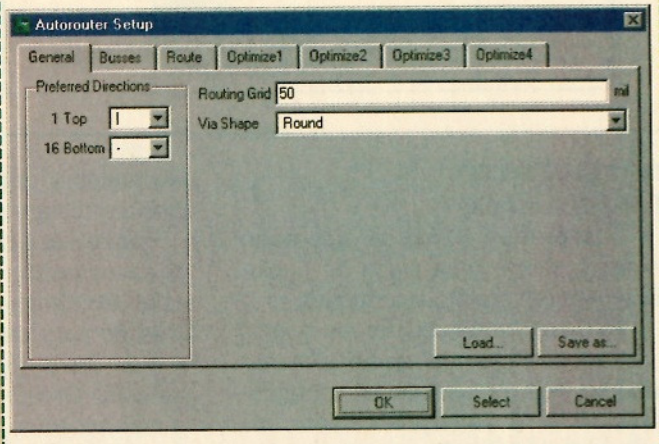
Para efeito didático, não iremos alterar nenhuma opção na janela *Autorouter Setup* mostrada na **figura 4**, vamos deixar o programa trabalhar com as configurações padrões. Para isso, clique no botão OK.

O resultado deste roteamento pode ser visto na **figura 5**. As linhas azuis representam as trilhas da face inferior (lado da solda), enquanto que as linhas vermelhas representam as trilhas da face superior (lado dos componentes).

3 Layout preliminar.



4 Janela de configuração do *Autorouter*.



T1 Descrição dos principais comandos do *Board*.



Informações sobre o objeto selecionado	***Info***		***Show***	Destaca (*highlights*) as conexões do objeto selecionado
Ativa / desativa um *layer*	***Display***		***Mark***	Insere uma marca de referência
Move um objeto	***Move***		***Copy***	Copia um objeto
Faz uma cópia invertida de um objeto	***Mirror***		***Rotate***	Gira um objeto 90º
Seleciona um grupo de objetos	***Group***		***Change***	Abre um menu para alterar diversos parâmetros de um objeto
Copia um objeto para a memória para ser usado com o comando *Paste*	***Cut***		***Paste***	Insere um objeto selecionado pelo comando *Cut*
Apaga um objeto	***Delete***		***Add***	Insere um objeto da biblioteca
Troca um pino por outro com a mesma característica	***Pinswap***		***Replace***	Troca o encapsulamento de um componente
Identificação dos componntes, linhas ou "barramentos"	***Name***	R2 10k	***Value***	Insere o valor do componente
Separa o *Name* e *value* do componente	***Smash***		***Miter***	Arredonda um ângulo reto
Transforma uma linha em curva	***Split***		***Optimize***	Otimiza o desenho de uma trilha
Realiza o roteamento manual de uma trilha	***Route***		***Ripup***	Desfaz o traçado de uma trilha
Desenha uma linha para unir dois componentes	***Wire***		***Text***	Insere um texto
Desenha um círculo	***Circle***		***Arc***	Desenha um arco
Desenha um retângulo ou quadrado	***Rect***		***Poligon***	Desenha um polígono
Insere uma "ilha"	***Via***		***Signal***	Insere uma conexão elétrica manualmente
Insere uma marca de furação na placa	***Hole***			
Mostra na *Status Line* a quantidade de trilhas que não foram ligadas	***Ratsnest***		***Auto***	Inicia o roteamento automático
Realiza o teste elétrico do esquema (*Eletrical Rule Check*)	***ERC***		***DRC***	Configuração e checagem dos parâmetros da placa (*Design Rules Check*)
Mostra os erros encontrados no *DRC*	***Errors***			

ROTEAMENTO EM UMA FACE

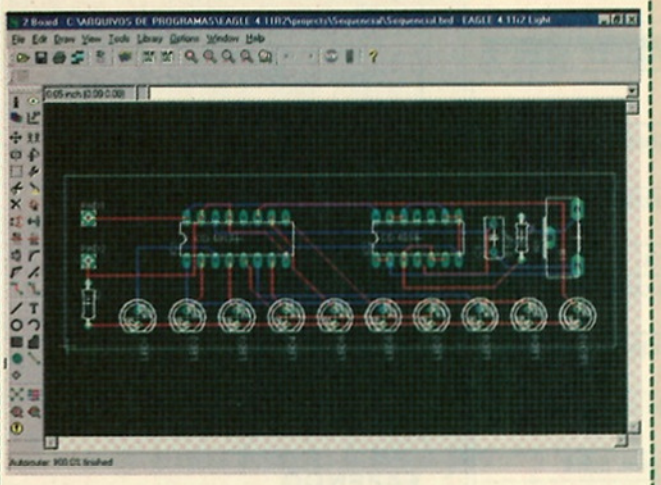
O leitor deve concordar que é um exagero utilizar uma placa de dupla-face para um projeto tão simples.

Por isso, podemos forçar o programa a trabalhar utilizando somente uma só face. Antes, porém, é necessário voltar à condição anterior, ou seja, sem roteamento, mas repare que não temos a opção *Undo* disponível após um roteamento.

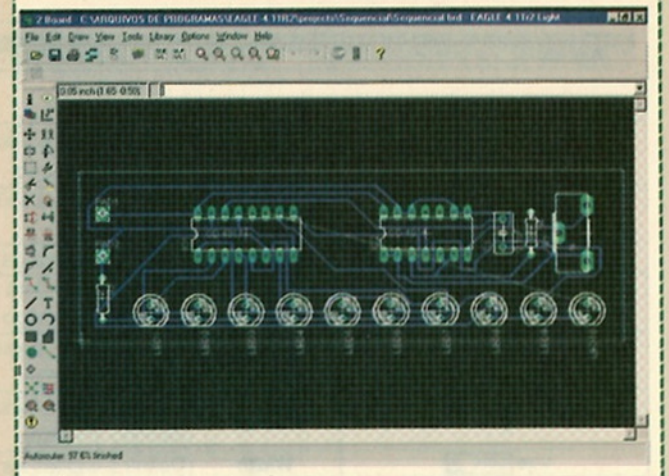
Para voltar a condição anterior, utilize o comando *Ripup* e clique no atalho *Go*. Uma janela irá pedir a confirmação para desfazer todo o roteamento. Outra forma é utilizando o comando *Group*, selecionando todos os componentes (ou parte deles) da placa e em seguida, utilizar o comando *Ripup*, cliando com o botão direito do mouse sobre os componentes. Observe que clicando com o botão esquerdo só será desfeita um trilha.

Para refazer o roteamento utilizando somente uma face, na janela de configuração do *Autorouter*, selecione a opção "*N/A*" em "*1 Top*". O resultado deste novo roteamento pode ser visto na **figura 6**, porém desta vez o pro-

5 Processo de roteamento utilizando duas faces.



6 Outro roteamento utilizando só uma face.



grama não conseguiu completar todo o roteamento, como ilustra a *Status Line*, indicando que foi feito apenas 97,6% do processo.

CRIANDO UM "JUMP"

Em alguns casos poderá ser impossível traçar 100% das trilhas. Para resolver este problema podemos criar um "*Jump*" manualmente.

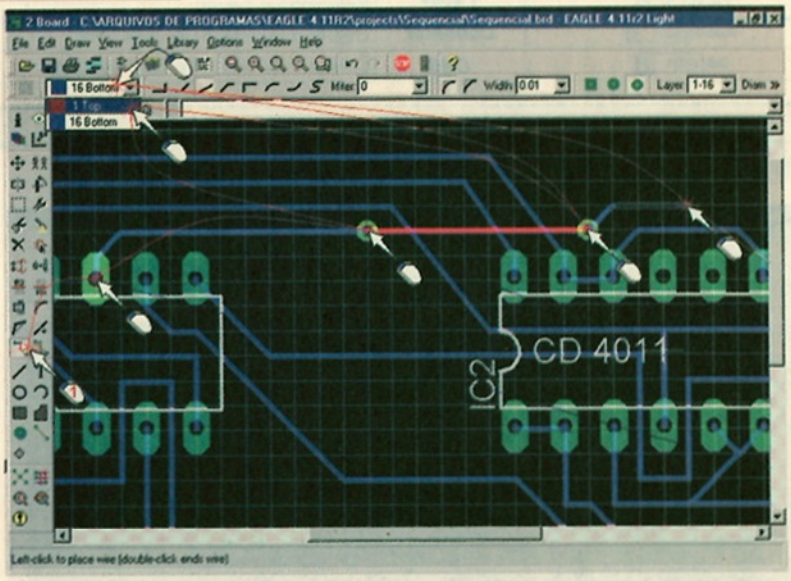
Utilizando o comando *Rout*, clique no terminal do componente traçando uma trilha até o local onde será inserida uma "ilha", para um dos lados do "Jump". Neste ponto, clique com o botão esquerdo do *mouse* e, sem sair do comando *Rout*, selecione o *Layer "1 Top"* localizado no item *Select Layer* disponível na *Parameter toolbar*, e trace uma linha, agora na cor vermelha, até o ponto onde deverá ser finalizado o "Jump" clicando neste ponto. Volte a selecionar o *Layer "16 Bottom"* e continue traçando a trilha até o outro componente.

Veja esta seqüência na **figura 7** e observe que as "ilhas" são inseridas automaticamente e podem ter os seus formatos modificados através do parâmetro *Roud* ou *Octagon* na *Parameter toolbar*.

FAZENDO O ROTEAMENTO MANUAL

Em alguns casos poderá ser necessário traçar algumas trilhas manualmente com características próprias. Por exemplo, as trilhas de alimentação mais grossas, circuitos de osciladores com trilhas bem curtas, traçar uma rota "mais esperta", entre outros cuidados que o projetista deverá tomar ao fazer uma placa.

7 Fazendo um "Jump".



As trilhas são traçadas empregando o comando *Route*. Observe que ao selecionarmos esta ferramenta, ganharemos diversas opções na *Parameter toolbar*, descritas na **tabela 2**.

Com características similares ao comando *Wire*, visto nas edições passadas, este comando também requer um pouco de prática até conseguir o seu perfeito domínio.

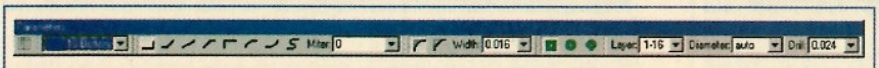
Para traçar uma trilha, clique na "ilha" onde deve ser iniciada a trilha e mova o *mouse* até a outra "ilha" onde a trilha deve ser conectada. Observe que as "ilhas" onde esta trilha deve ser conectada ficam com uma cor em destaque.

Na **figura 8** podemos observar uma trilha traçada manualmente.

Algumas dicas

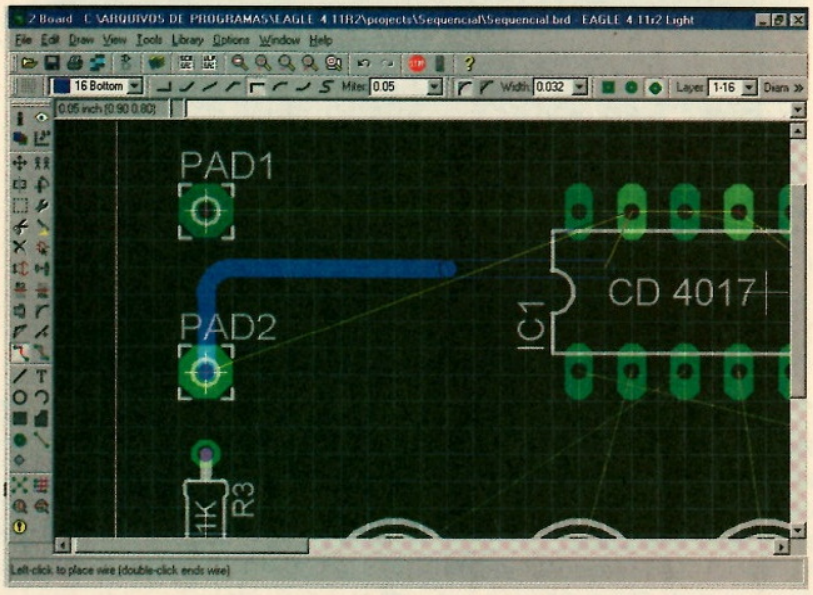
•Se você traçou algumas trilhas manualmente e pretende utilizar o processo automático para traçar as demais, salve o arquivo antes. Desta forma, caso seja necessário refazer o processo, ao invés de usar os comandos *Group* e *Ripup*, que apagariam todo o trabalho já feito, simplesmente abra o arquivo que foi salvo antes do roteamento. Não esqueça de responder "No" quando o programa perguntar se você deseja salvar o arquivo atual.

T2 Parâmetros do comando *Route*.



	Grid	Configura a área de trabalho como um papel milimetrado
16 Bottom	**Select Layer**	Ativa / Desativa a visualização de um *Layer*
	Wire Bend	Tipos de quebra da linha
Miter: 0	**Miter**	Define o valor para uso com o *Round* ou *Straigh*
	Round	Arredonda um ângulo reto com o valor definido em *Miter*
	Straigh	Faz um ângulo inclinado com o valor definido em *Miter*
Width: 0.016	**Width**	Define a espessura de uma trilha
	Square	Insere uma "ilha" quadrada
	Round	Insere uma "ilha" redonda
	Octagon	Insere uma "ilha" com oito lados
Layer: 1-16	**Layer**	Seleciona o *Layer*.
Diameter: auto	**Diameter**	Define o tamanho de uma "ilha"
Drill: 0.024	**Drill**	Define o tamanho do furo da "ilha"

8 Detalhe de uma trilha inserida manualmente com alguns parâmetros modificados.



Atente ao detalhe dos valores "0.05" para o *Miter* e "0.032" para o *Width*. Com isto conseguimos traçar uma linha mais grossa e com curvas arredondadas.

ARRUMAÇÃO FINAL

Mesmo que o roteamento automático seja 100%, não quer dizer que o trabalho terminou. Para os mais exigentes todas as trilhas poderão ser refeitas, proporcionando um melhor *layout* e em alguns casos até com novas rotas. Compare as **figuras 6** e **9** e veja as melhorias de rotas, principalmente no "IC 2". Observe também que não foi mais necessária a colocação do "Jump".

Nesta parte também podem ser alteradas as espessuras das trilhas, tamanhos de algumas "ilhas" além da arrumação dos textos da serigrafia.

Algumas dicas

- Para arrumar o texto da serigrafia, utilize antes o comando *Smash* para separar o *Text* e o *Value* do símbolo.
- As características das trilhas e "ilhas" podem ser alteradas pelas opções disponíveis no comando *Change*.
- Quando você clica em cima de um componente que por baixo dele passa uma trilha, o programa não sabe se você quer alterar a trilha ou o componente. Neste caso, clicando com o botão direito do mouse, cada item ao redor é selecionado. Para confirmar a seleção, clique com o botão esquerdo.

FAZENDO UMA BLINDAGEM

Alguns projetos, principalmente os que trabalham com altas freqüências exigem um grande cuidado no que se refere a blindagens e malhas de aterramento. Seguindo a seqüência mostrada nas **figuras 10** e **11**, temos como resultado final uma blindagem na placa mostrada na **figura 12**.

Inicie este processo utilizando o comando *Polygon* e trace a área a ser blindada. Pode ser a placa toda ou apenas uma área. Em seguida empregando o comando *Name*, clique sobre a linha do polígono criado, digitando no campo *New Name* o mesmo *Name* da linha que se deseja utilizar como blindagem. No nosso exemplo será "VSS".

Uma janela pedirá que seja confirmado onde este sinal deve ser conectado. Neste caso, confirme a opção "VSS" e clique no botão OK.

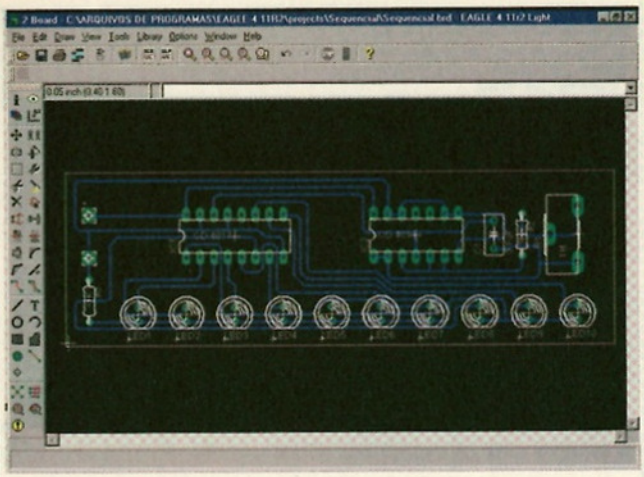
IMPRIMINDO O DESENHO DA PLACA

Atualmente, existem diversos processos para a confecção da placa de circuito impresso. Os mais popula-

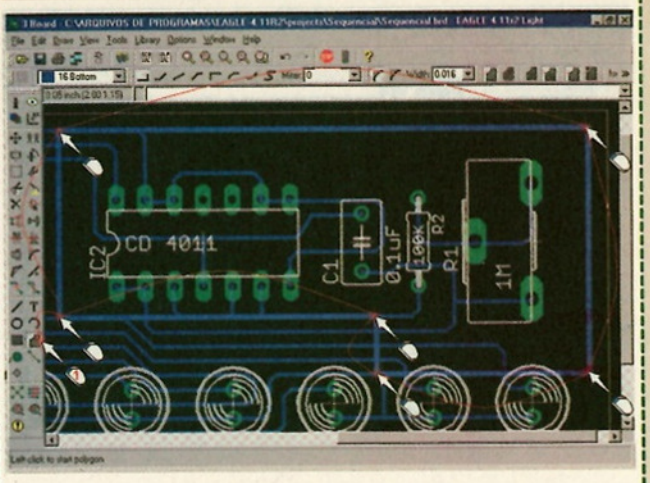
Algumas dicas

- Deixe para fazer este trabalho por último, pois se for necessário alterar um componente ou movê-lo, será muito trabalhoso reajustar todo o desenho.
- Utilizando o comando *Change* você pode alterar diversos parâmetros da blindagem. Não deixe de explorar os parâmetros *Pour*, *Isolate*, *Spacing* e *Rank*.

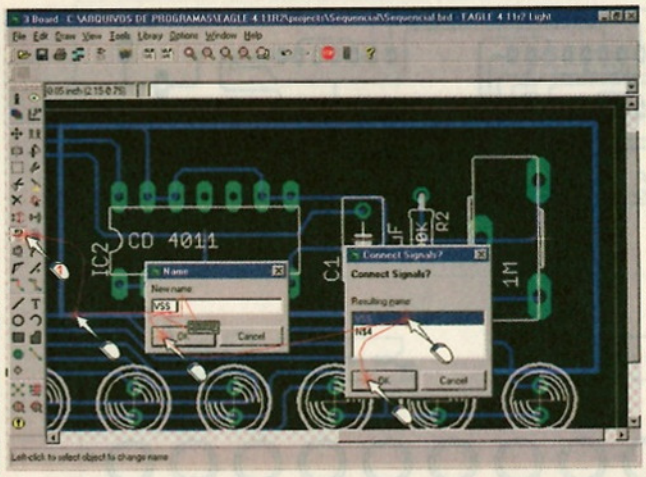
9 Layout final.



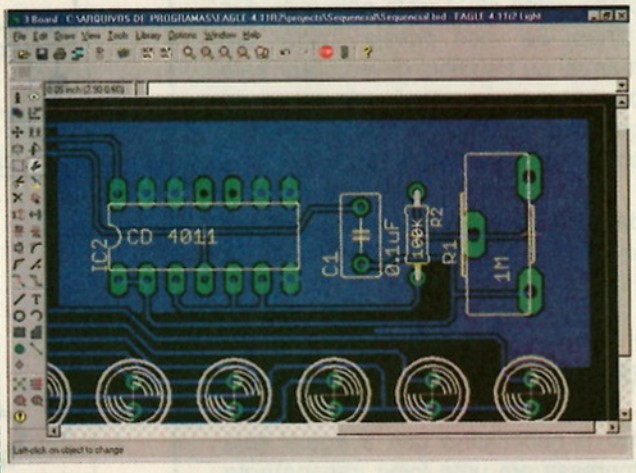
10 Selecionando a área da blindagem.



11 Selecionando o sinal da blindagem.



12 Aspecto final da blindagem. Para conseguir um afastamento um pouco maior entre a blindagem e a trilha, foi alterado o parâmetro *Isolate* para "0,12".



res são os realizados através de um processo conhecido como "*transfer*", onde o desenho é impresso em um papel especial, e o processo fotográfico, onde uma placa pré-sensibilizada é exposta à luz. Neste procedimento, o desenho deverá ser uma espécie de negativo.

O procedimento para impressão é bem simples, mas deverão ser observados alguns detalhes. Antes de imprimir, você deverá selecionar quais *Layers* serão impressos, ou seja, se são as trilhas e "ilhas" ou se é a serigrafia. A **tabela 3** mostra os *Layers* necessários para cada lado da impressão que devem ser ativados ou desativados através do comando *Display*.

Outro detalhe importante consiste em assinalar a opção "*Persistent in this drawing*", Seguindo a seqüência exibida na **figura 13**, pois caso contrário não serão impressos os nomes e valores dos componentes.

T3 *Layers* necessários para cada lado da impressão.

Lado das trilhas	Lado da serigrafia
16 Bottom	21 tPlace
17 Pads	25 tNames
18 Vias	27 tValues
20 Dimension	20 Dimension

IMPRESSÃO DIRETA

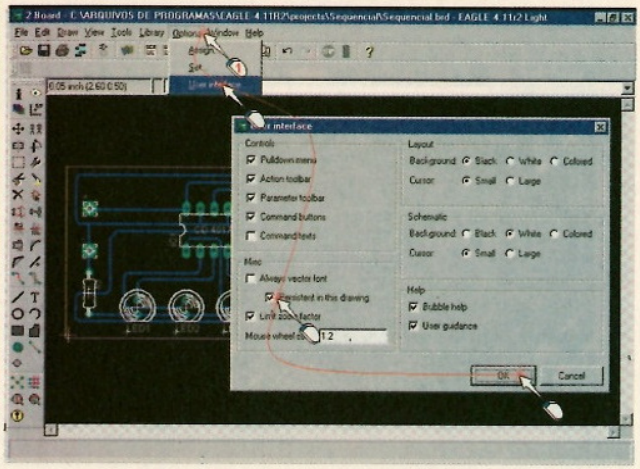
A impressão direta serve como uma "prova da placa". Assim podemos verificar, antes da impressão final, se existe algum detalhe a ser ajustado, principalmente em relação ao tamanho da placa e distância entre os pinos de alguns componentes.

Após ter selecionado os *Layers* necessários para a impressão, siga a seqüência mostrada na **figura 14**, ou simplesmente clique no atalho *Print*.

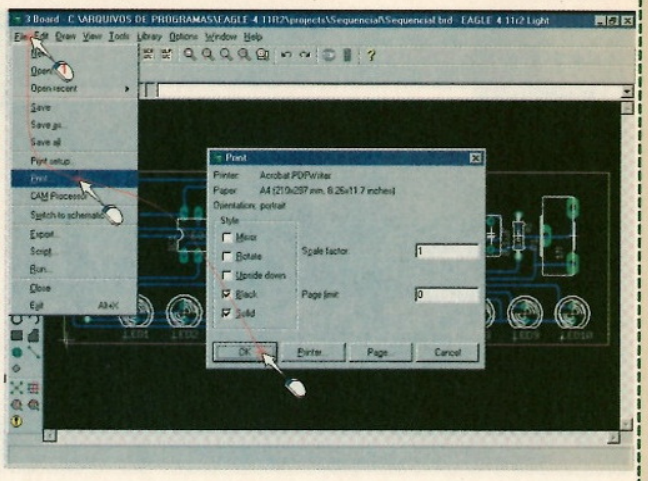
Não é necessário dizer que devem ser feitas duas impressões, uma para a placa e outra para a serigrafia, apresentada na **figura 15**.

Observe que o desenho das trilhas está invertido, pois esta impressão é como estivéssemos vendo as trilhas através da placa (visão de Raios-X). Pode não parecer muito lógico, mas para utilizar o processo tipo "*Transfer*", onde o desenho deve ser invertido (espelhado) utilizaremos este tipo de impressão, ou seja, sem espelhamento.

13 Configuração necessária para a impressão da serigrafia.



14 Seqüência para a impressão direta.



IMPRESSÃO INVERTIDA

A impressão invertida ou "espelhada" tem como objetivo mostrar a placa como ela é vista pelo lado das trilhas. Se você deseja ilustrar um manual ou trabalho, deve utilizar esta opção para impressão da placa, já que para a serigrafia ficaria invertida, como mostra a **figura 16**.

O processo é o mesmo que o da impressão direta, porém deve ser assinalada a opção "*Mirror*" na janela Print.

IMPRESSÃO EM NEGATIVO

Para utilizar o processo fotográfico é necessário que a figura seja impressa em uma folha transparente e em negativo. Apesar do programa não realizar esta função automaticamente, podemos empregar um artifício bem simples e que garante um bom resultado.

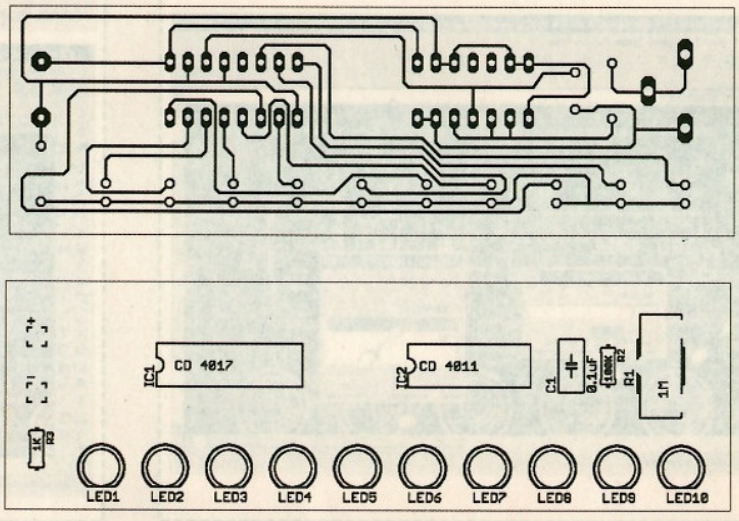
Ao invés de imprimir, use a opção de exportar, cuja seqüência é mostrada na **figura 17**. Após digitar o nome para o arquivo, assinale a opção "*Monochrome*" e utilize uma resolução de pelos menos "600 dpi".

O arquivo será salvo na "pasta" do projeto e o próximo passo é utilizar um programa que abra o arquivo e consiga imprimi-lo sem alterar o seu tamanho.

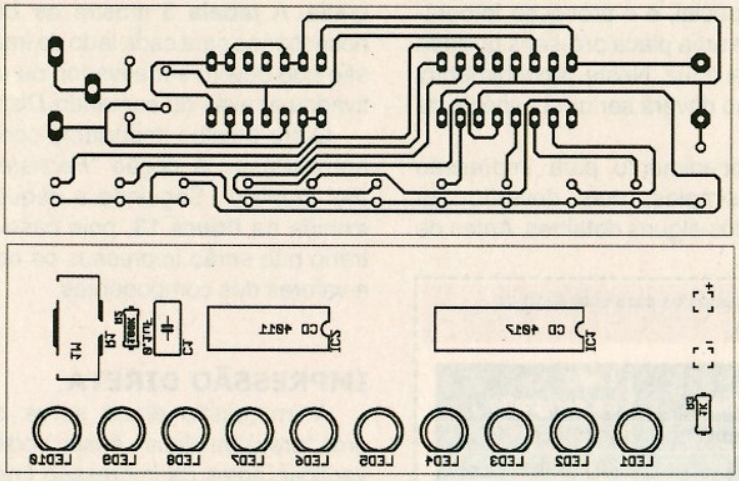
Apesar do programa *Paint* abrir o arquivo, ele não consegue manter o tamanho original do desenho, por isto devemos utilizar outro programa para abrir e imprimir o arquivo.

Existem diversos programas que

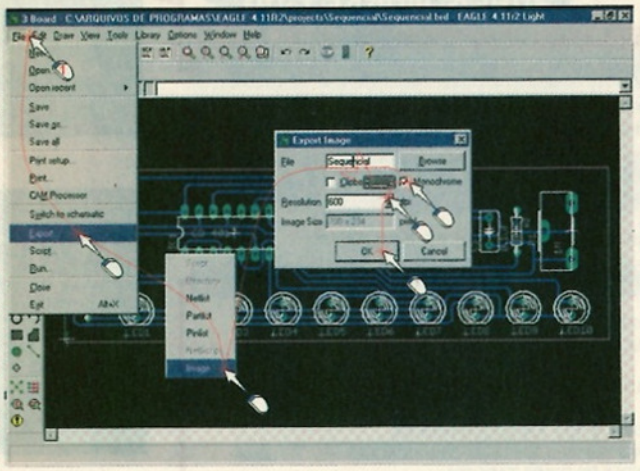
15 Resultado da impressão direta.



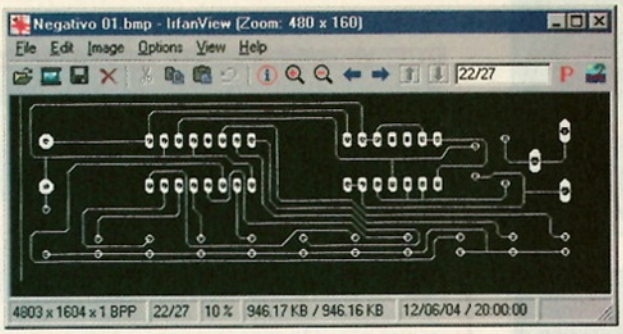
16 Impressão invertida.



17 Exportando a imagem.



18 Arquivo em negativo utilizando o IrfanView para sua impressão.



podem ser utilizados, como, por exemplo, o "*Imaging*" que acompanha o Windows 98 ou o "*Irfanview*", que pode ser copiado gratuitamente da Internet no endereço **www.irfanview.com**. A aparência do programa e o resultado final do arquivo em negativo podem ser vistos na **figura 18**.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredito que todos tenham achado fácil o processo para desenhar uma placa de circuito impresso. Naturalmente, existem muitos detalhes que não foram mencionados, mas com as informações passadas aqui e um pouco de dedicação será fácil para o leitor explorar os demais recursos.

Existe muita gente usando o *Eagle* e não será difícil encontrar ajuda na Internet, por isto, não deixe de acessar o fórum da revista e trocar idéias e experiências com outros leitores.

Na penúltima parte deste artigo iremos conhecer o módulo *Library*, que é responsável pela biblioteca de componentes, e veremos como criar e alterar os componentes que serão utilizados no *Schematic* e no *Board*. Até lá. f

Complete sua coleção

MECATRÔNICA FÁCIL

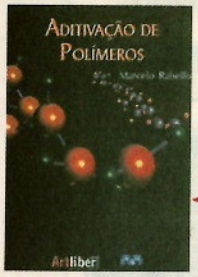
Descubra o universo da Mecatrônica através de fantásticos projetos práticos!

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



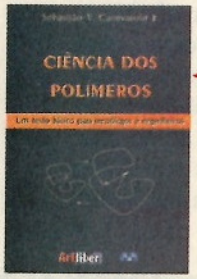
LITERATURATÉCNICA

SABER MARKETING

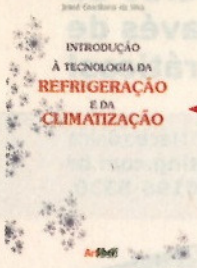


TÍTULO	R$ c/desc.
A COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA	33,00
ADITIVAÇÃO DE POLÍMEROS	45,00
APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO FLUÍDOS DE CORTE NOS PROCESSOS DE RETIFICAÇÃO	24,00
ASPERSÃO TÉRMICA - FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES	32,00
ATERRAMENTOS ELÉTRICOS	34,00
AUTO CAD 3D - MODELAMENTO E REDERING	45,00
CABOS DE ENERGIA	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











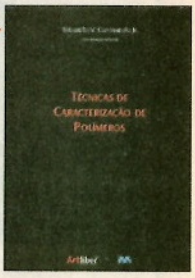


TÍTULO	R$ c/desc.
RECICLAGEM DO PLÁSTICO	26,00
SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO ASPECTOS REGULAMENTARES E TRIBUTÁRIOS	49,00
TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO DE POLÍMEROS	115,00
TECNOLOGIA DA USINAGEM DOS MATERIAIS	46,00
VISÃO SISTÊMICA DA QUALIDADE	45,00
ASSINATURA DIGITAL - ASPECTOS TÉCNICOS, PRÁTICOS E LEGAIS	52,00
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 25/03/2005

www.sabermarketing.com.br

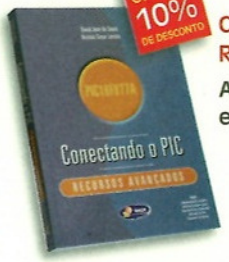
ou compre pelo telefone **(11) 6195-5330**

www.sabermarketing.com.br

Literatura Técnica ■ Que não pode faltar em sua biblioteca



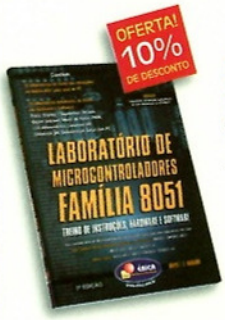
Aplicações práticas do microcontrolador 8051
Autor: Vidal Pereira da Silva Júnior
de R$ ~~61,00~~
por R$ 54,90



Conectando o PIC - Recursos avançados
Autor: David J. de Souza e Nicolas C. Lavinia
de R$ ~~92,00~~
por R$ 82,80



Desbravando o PIC
Autor: David J. de Souza
de R$ ~~66,00~~
por R$ 59,40



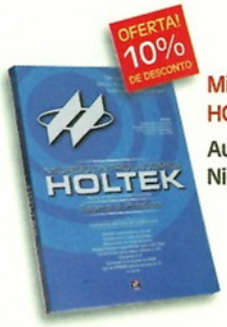
Laboratório de microcontroladores família 8051
Autor: Denys E. C. Nicolosi
de R$ ~~51,00~~
por R$ 45,90



Microcontrolador 8051 - Detalhado
Autor: Denys E. C. Nicolosi
de R$ ~~61,00~~
por R$ 54,90



Microcontroladores HC908Q
Autor: Fábio Pereira
de R$ ~~72,00~~
por R$ 64,80



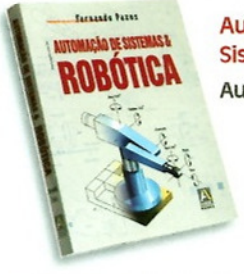
Microcontroladores HOLTEK
Autor: Denys E. C. Nicolosi
de R$ ~~69,00~~
por R$ 53,10



Microcontroladores PIC - Programação em C
Autor: Fábio Pereira
de R$ ~~83,00~~
por R$ 74,70



Microcontroladores PIC - Técnicas Avançadas
Autor: Fábio Pereira
de R$ ~~83,00~~
por R$ 74,70



Automação de Sistemas & Robótica
Autor: Fernando Pazoz
R$ 76,00



Autocad 3D - Modelamento e Rendering
Autor: Fábio G. Teixeira e J. Luíz F.
R$ 45,00



Reciclagem do plástico
Autor: Ana Magda Piva e Hélio Wiebeck
R$ 26,00

Titulo - Autor	Preço
Curso Básico de Eletrônica / Newton C. Braga	R$ 13,90
Instalações Elétricas sem Mistério / Newton C. Braga	R$ 15,90
Cabeamento de Redes / Pedro Medoe	R$ 16,50
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$ 13,90

PEDIDOS - SABER MARKETING DIRETO

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

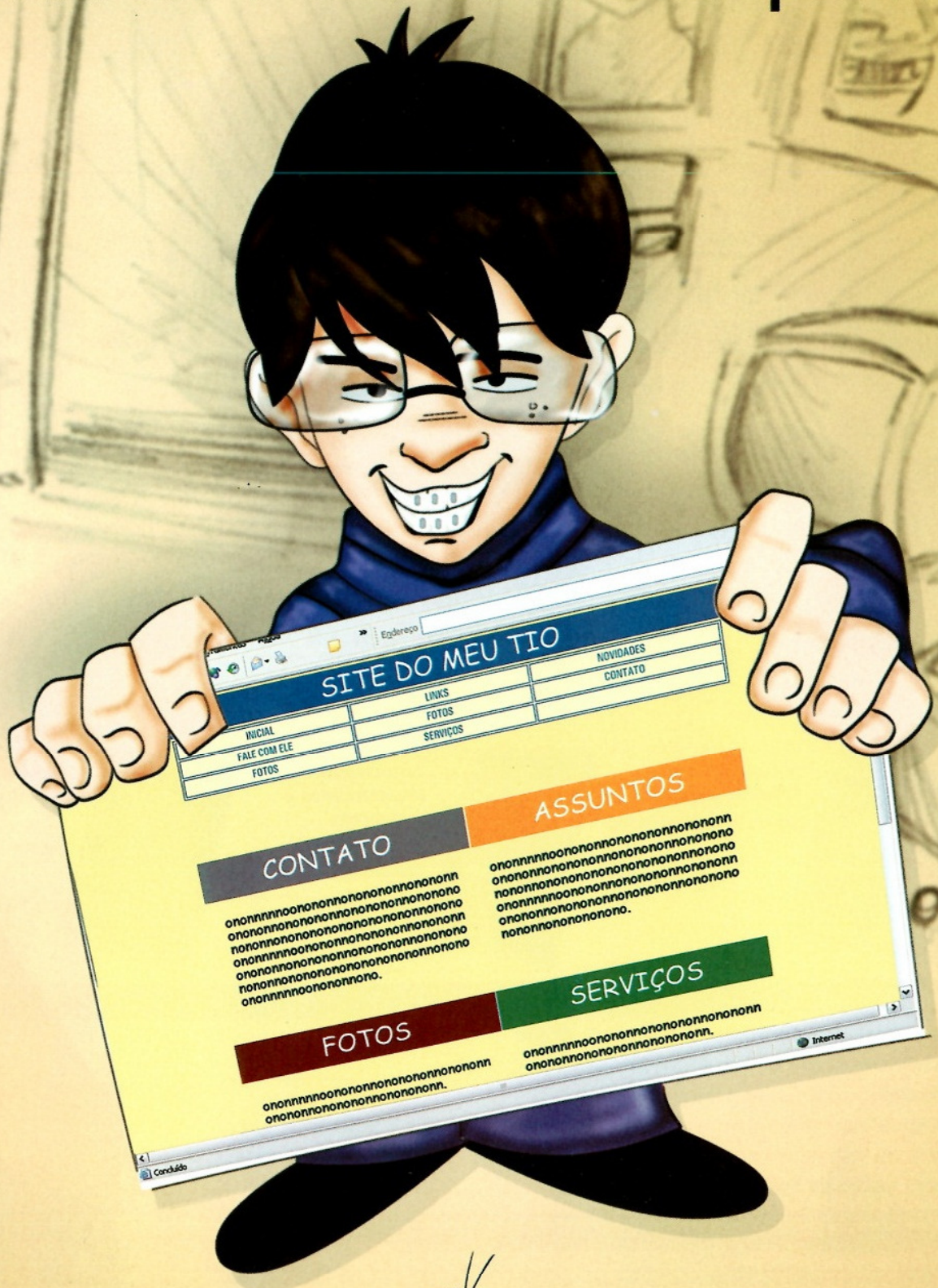
*NOS PREÇOS NÃO ESTÁ INCLUIDO O VALOR DO FRETE QUE SERÁ CALCULADO DEPENDENDO DA LOCALIDADE E DO TIPO DE ENVIO (ENCOMENDA OU SEDEX)

REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 25/03/2005

Seu sobrinho

ainda faz o site da sua empresa!?



Design é coisa Séria. Consulte um profissional.

www.cricketdesign.com.br