www.mecatronicafacil.com.br Ano 4 - nº25 - Novembro-Dezembro/2005 - Europa: € 4,30 - Brasil: R$ 11,90

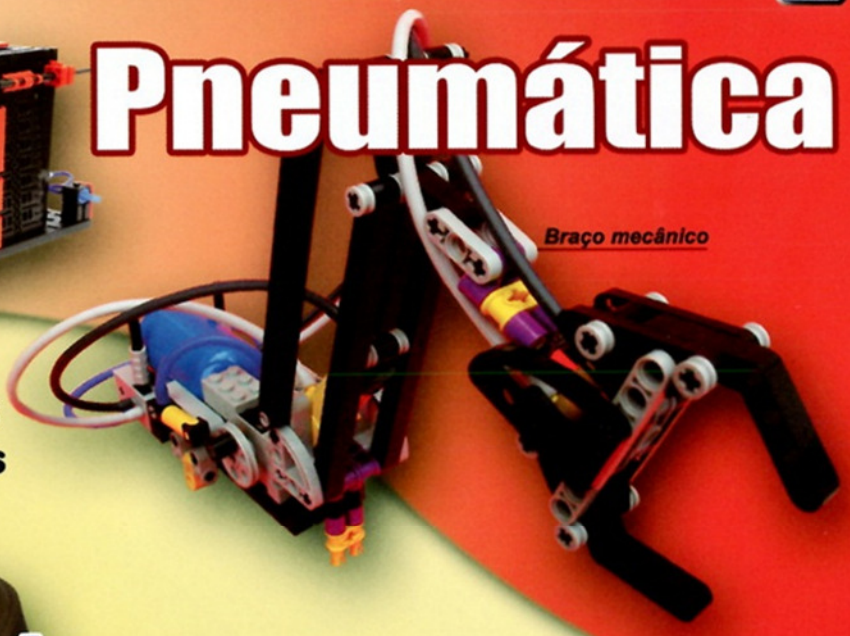
SABER

MECATRÔNICA FÁCIL



Portão deslizante

Pneumática



Braço mecânico

Entenda os conceitos com duas montagens com kits

Lixeira Automatizada

Com sensor de presença e circuito de voz



Placa Drive II

para controle de até dois motores DC



Robô Hidráulico

Construa um braço mecânico que se movimenta sem a necessidade de nenhuma eletrônica!



ISSN 1676-0980

ATENÇÃO CRIATIVOS DE TODO BRASIL!

Já estão abertas as inscrições para a 4ª Feira Brasileira de Ciências e Engenharia!

NÃO PERCA TEMPO!!

criatividade e inovação

FEBRACE 4

feira brasileira de ciências e engenharia

*** Envio de Projetos até 19 de novembro de 2005**

Mostra de Projetos Finalistas 21 a 23 de março de 2006 Campus da Universidade de São Paulo – USP

Para participar, basta ser estudante da 8ª série do Ensino Fundamental, do Ensino Médio ou do Ensino Técnico, criar um projeto científico ou tecnológico, e enviá-lo até **19 de novembro de 2005**.

Milhares de estudantes já mostraram que com criatividade se vai longe!!

Você ainda tem a chance de representar o Brasil na **INTEL International Science and Engineering Fair** nos EUA.

Acesse já o nosso site www.lsi.usp.br/febrace para mais informações e participe!



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

ORGANIZAÇÃO / REALIZAÇÃO

Universidade de São Paulo
Escola Politécnica

USP

www.lsi.usp.br/febrace

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, Viviane Bulbow

Auxiliar de Redação
Claudia Tozetto

Estagiária de Produção
Yassari Gonçalo

Design Gráfico
Diego M. Gomes, Diogo Shiraiwa
Jonas Ribeiro Alves, Renato Paiotti

Publicidade
André Zanferrari, Ângela Gonçalves
Carla de Castro Assis, Ricardo Nunes Souza

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

Colaboradores
Adriano Fagali,
Afonso F. Miguel,
Alexandre de A. Guimarães,
Cristiano Nascimento Pimentel,
Fransérgio Leite da Cunha,
Gerson Domingues,
Gilson Domingues,
Marcelo G. Damasceno,
Mauro Vianna,
Max Mauro Coser

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.

MOVIMENTO NÃO É OBTIDO APENAS COM MOTOR!



Revendo os projetos já publicados nas edições anteriores, é fácil perceber que a maior parte deles teve a movimentação de suas partes móveis feitas através de motores DC (com ou sem caixa de redução), motores de passo ou servomotores (usualmente empregados em aeromodelos ou para a movimentação de antenas parabólicas). O que esses três componentes têm em comum é que todos transformam energia "elétrica" em energia "mecânica". Essa transformação dá ao projeto a "capacidade" de se movimentar. O fato de termos priorizado esse tipo de sistema deve-se, principalmente, por estes serem mais fáceis de encontrar e operar. Porém, conforme já foi comentado em editoriais anteriores, nós temos a preocupação de levar ao leitor o máximo de informações relativas à Mecatrônica. Por conta disso, não poderíamos deixar de tratar de duas importantes "ciências" dentro da Mecatrônica: a Hidráulica e a Pneumática.

Ainda que estes assuntos já tenham sido abordados em edições anteriores, esta é especialmente dedicada à eles. O Robô Hidráulico é, na verdade, um manipulador 100% mecânico. Toda a sua movimentação e controle são feitos através de um sistema hidráulico, composto de seringas e mangueiras. O resultado final é impressionante!

E para tratar de Pneumática, esta edição traz duas montagens com kits já conhecidos: um "portão deslizante", construído com peças dos kits da Fischertechnik e um "braço mecânico" com peças dos kits da LegoData. Apesar destes dois projetos não serem puramente mecânicos, pois o ar comprimido é obtido a partir de um sistema com motores, sua movimentação propriamente dita é feita pneumaticamente, o que permite a exploração de diversos conceitos importantes.

Mas os fãs de eletrônica e de microcontroladores não ficarão desamparados! Esta edição traz também excelentes artigos sobre esses temas além de uma interessante montagem: a Lixeira Automatizada. Ao contrário do projeto publicado na edição 17, o Lixobô, esta não se movimenta pelo chão e, conseqüentemente, não necessita desviar de obstáculos. Na verdade ela detecta a presença do usuário e "fala" com ele. Este projeto permite a utilização de um circuito de voz, bastante útil e até então não abordado na revista.

Os novos colaboradores desta edição são o Cristiano Pimentel, que nos trouxe a Lixeira Automatizada; o Marcelo Damasceno que já é colaborador da revista Eletrônica Total e que preparou para esta edição a montagem do portão deslizante; e o Fransérgio e o Max, que nos mostram como construir o Robô Hidráulico. Como sempre, enfatizamos que o espaço na revista está sempre aberto para novas colaborações e quem tiver interesse pode entrar em contato através do endereço fornecido logo abaixo.

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

Robótica 2005: tecnologia ao alcance de todos 8

O piloto sumiu! 13

Quando nada se cria 16

Entendendo os dispositivos pneumáticos 18

Portão deslizante pneumático didático 22

Aquisição de dados via porta serial com PIC12F629/675 26

Robô hidráulico 30

Como utilizar corretamente o canal ADC do microcontrolador PIC 36

Placa drive II 41

Lixeira automatizada 46

Como funcionam os motores de indução 54

Integração entre sistemas CAD/CAM e geração de programas para máquinas CNC 56

Sistemas de entretenimento e informação - Parte 2 60

Níveis de dificuldade

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

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

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

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

Loja Virtual

www.sabermarketing.com.br

SUEKIT - KP-1

Contém: Perfurador, punção de 0,8, 1, 1,5 mm, extrator de 0,8 e 1,5 mm, matriz com 3 furos, placa de fenolite e manual.



R$ 25,00

KIT - CK10

Estojo de madeira com placa de fenolite, cortador de placa, caneta, perfurador de placa, percloreto de ferro, vasilhame para corrosão, suporte para placa.

R$ 45,00



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**

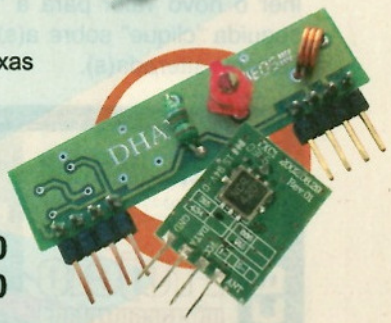


R$ 69,80

Módulos híbridos de RF

Ideal para links de dados de baixas velocidades, controle remoto de portões, alarmes, automatismos, telemetria, áreas de segurança, etc.
Faixa: 433 MHz

Transmissor - R$ 21,50
Receptor - R$ 15,50



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

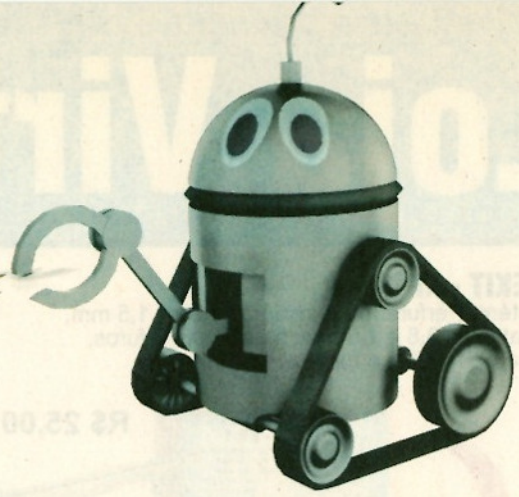


+ de 260 livros técnicos
Kits - Produtos - Revistas

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

Os preços estão sujeitos a alteração sem prévio aviso. Para maiores informações acesse www.sabermarketing.com.br
*O frete não esta incluído no valor do produto, sendo calculado de acordo com a localidade e tipo de envio.

Seção do Leitor



Eagle (MF-24)

"Como faço para engrossar as trilhas de um circuito no modo *board* do programa Eagle?"
Everton Henrique
São José dos Campos / SP

Para alterar a espessura de uma "trilha" depois que esta já estiver traçada, basta selecionar no comando "CHANGE" a opção "WIDTH" escolher o novo valor para a "trilha". Em seguida "clique" sobre a(s) trilha(s) a ser(em) alterada(s).



Controle de LED através da Porta Paralela (MF-02)

"Já montei e testei o circuito, porém ao conectar à porta paralela, o LED fica aceso o tempo todo (mesmo após o comando para colocar nível '0' na saída. Medi as tensões na porta paralela e verifiquei que D0, D1 e D2 estão em nível '1' e de D3 a D7 estão em nível '0'. Uso o Windows 2000 com *service pack* 4 e rodei o programa *useport*. Como posso saber se a porta paralela está certa ou se falta alguma configuração?"
Bruno Gonçalves Batista
Estudante de Engenharia Mecatrônica - FTC (Faculdade de Tecnologia e Ciências)
Salvador / BA

Faça a medição com multímetro no pino de saída da porta paralela (Ex. D0 é o pino 2) e no terra (pode ser a carcaça da fonte). Quando mandar escrever 1 ele fica com 5 Volts e se escrever zero fica com 0 Volts.

Robô Manipulador RP com Garra (MF 23)

"Como faço para gravar o microcontrolador PIC 12F675 I/P, que consta no protótipo, pois ele não consta no *software* de gravação do PIC e eu não encontrei nenhuma referência específica para ele nos artigos do *site*."
Givanio José de Melo
Estudante de Ensino Médio
Recife / PE

Na Mecatrônica Fácil nº 13, o artigo Gravador de PIC "PROGPIC II" apresenta um circuito para gravação e os *softwares* necessários para vários PICs, inclusive o 12F675.

"Estava querendo montar o projeto, mas ao procurar por motores de passo de 5 ou 6 fios em minha sucata de impressoras e *drivers* 5 1/4", somente encontrei motores com 4 fios. Pesquisei um pouco e acredito que sejam motores bipolares. Tentei encontrar um circuito eletrônico para eles, porém todos são complexos. Vocês teriam alguma sugestão para implementar estes motores no rôbo em questão?"
Carlos Yoshito
Consultor de Sistemas - Sismidia
São Paulo / SP

Estes motores de passo de 4 fios devem ser bipolares e seu acionamento é diferente. Pretendemos em uma outra edição apresentar o acionamento destes motores. No *site* da Action Motors, **www.actionmotors.com.br**, estão disponíveis alguns modelos de motores de passo de 4 fases como descrito no artigo. Acredito se procurar em mais sucatas de drivers de disquete de 5 1/4", com certeza vai encontrá-los.

Controle de Display LCD (MF 12)

Estou tentando controlar um *display* de sete segmentos via PC. Li a revista e não consegui entender o tipo de programa que está exposto. Preciso de um programa que rode em Windows ou equivalente, ou de uma orientação de alguma outra forma de controlar este *display*."
Marco Antonio Pinto
Técnico Eletrônico - Carrier Transicold Brazil
São Vicente / SP

O programa encontrado em nosso *site*, é parte integrante de um artigo publicado em nossa revista que demonstra como controlar um *display* tipo LCD com um microcontrolador PIC. O arquivo que você tem em mãos é o código-fonte do mesmo e foi desenvolvido em Assembly Microchip. O controle via PC exigirá outro tipo de programa, desenvolvido em C, C++, Delphi, VB ou outra linguagem de programação desenvol-

Literatura Técnica

Que não pode faltar em sua biblioteca

www.sabermarketing.com.br



Curso Básico de Telefonia

Autor: Newton C. Braga

Reunimos nesta obra, alguns assuntos básicos sobre telefonia em geral, além de casos e algumas práticas que podem ser desenvolvidas.

R$ 18,90



Curso de Eletrônica Digital

Autor: Newton C. Braga

O leitor encontrará neste curso os fundamentos aplicados à informática, automação industrial, instrumentação, telecomunicações e mecatrônica. Discorremos sobre uma eletrônica digital aplicada a todos os equipamentos que a utilizem uma forma que todos possam entender sem muitas dificuldades.

R$ 18,90



Mecatrônica Industrial

Autor: Alexandre Capelli

Reunimos nesta obra os principais assuntos relacionados ao "chão-de-fábrica" - de energia a robótica – passando por redes de comunicação, CLP's, CNC's, e outros mais.

R$ 18,90



Cabeamento de Redes na Prática

Autor: Pedro A. Medoe

No livro o autor descreve sua vivência no ramo das telecomunicações, documentando casos reais das instalações de redes locais, cabeamento residencial e automação, PABXs digitais com link E1 e componentes para sala E.P.D.

R$ 18,90



Instalações Elétricas sem Mistérios

Autor: Newton C. Braga

Destacamos os seguintes itens importantes neste livro:

- A importância da ligação à terra
- A qualidade na energia
- Reparações em instalações
- Segurança
- Instalação e reparação de eletrodomésticos
- Instalações industriais

R$ 18,90



Curso de Instrumentação Eletrônica Multímetros – Volume 2

Autor: Newton C. Braga

Neste segundo e último volume, o curso trata das aplicações em eletricidade, automóveis entre outros e principalmente da utilização dos multímetros True RMS. O bom funcionamento de equipamentos eletrônicos de uma maneira geral e em especial os das indústrias, dependem da qualidade da energia elétrica. O multímetro comum não atende às necessidades do técnico ou engenheiro, sendo necessário o uso dos multímetros True RMS.

R$ 14,90



Eletrônica para Eletricistas

Autor: Newton C. Braga

Esta obra aborda de maneira objetiva os princípios básicos da eletrônica aplicada nos dispositivos encontrados nas instalações elétricas e analisa a maioria deles, explicando o que são, como funcionam e como são encontrados exatamente nas instalações ou nos aparelhos que fazem parte das mesmas.

R$ 18,90



Curso de Instrumentação Eletrônica Multímetros – Volume 1

Autor: Newton C. Braga

No primeiro volume, o curso ensina como funciona o multímetro, como escolher um de acordo com sua atividade profissional ou técnica, como usá-lo nas medidas das grandezas elétricas básicas com segurança e como testar uma grande quantidade de componentes elétricos e eletrônicos tais como lâmpadas, fusíveis, cabos, resistores, capacitores, transistores, diodos, pilhas, transformadores, relés, foto-resistores, e muito mais.

R$ 14,90



Curso Básico de Eletrônica – 5ª Edição

Autor: Newton C. Braga

O enfoque principal dado neste curso, dadas as necessidades de se conhecer mais sobre informática e o computador em nossos dias é a aplicação da eletrônica no PC. No entanto, os fundamentos abordados neste curso são da eletrônica na sua totalidade. Trata-se, portanto da eletrônica que também é encontrada em qualquer aparelho de uso doméstico, comercial ou mesmo militar.

R$ 18,90



Guia de Consertos Eletroeletrônicos

Autor: Newton C. Braga e José Luiz de Mello

Esta obra é uma coletânia de 200 reparos executados pelo autor (José Luiz de Mello) e que serve como dicas para técnicos de reparação. Todos os reparos são comentados pelo Newton C. Braga. Os aparelhos reparados são os mais diversos, que vão desde televisores comuns até antenas parabólicas.

R$ 18,90



Montagem, Configuração e Manutenção de Computadores – Vol. I

Autores: Alexandre Capelli, Daniel Santoro, Fernando R. da Silva, Luiz Fernando Aizawa, Marcus B. de Moura, Newton C. Braga, Paulo Couto, Pedro Henrique G. da Silva

No primeiro volume o leitor encontrará entre outros, os seguintes temas:

- Super guia para solucionar problemas;
- Como configurar o CMOS Setup dos BIOS de placas-mãe novas e antigas;
- Como instalar placas periféricas (vídeo, som, rede, etc.) e evitar travamentos, instabilidades e incompatibilidades do sistema.

R$ 18,90



Reparo e Manutenção de Monitores

Autor: Autor: Newton C. Braga

Nesta obra, analisamos o princípio de funcionamento dos monitores de vídeo, os modos como eles devem ser tratados, os defeitos comuns que eles apresentam e como devem ser reparados.

R$ 18,90

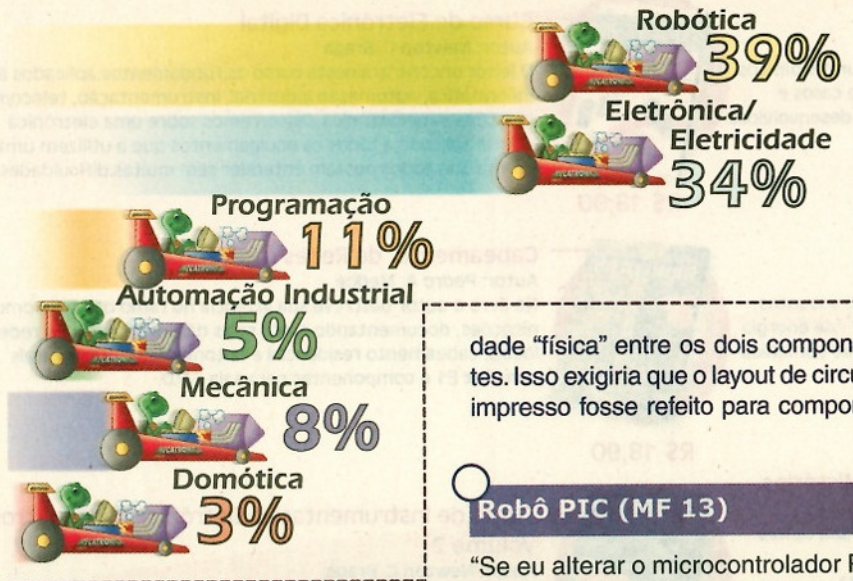
Compre pelo site www.sabermarketing.com.br ou fone (11) 6195-5330

Os preços estão sujeitos a alteração sem prévio aviso. Para maiores informações acesse: www.sabermarketing.com.br

* O frete não está incluído no valor do produto, sendo calculado de acordo com a localidade e tipo de envio.

Assuntos + Comentados

entre julho e outubro(2005)

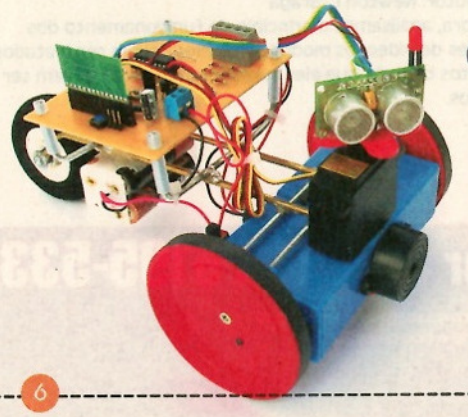


vida para PCs e que possa acessar uma de suas portas como: LPT, RS232, Joystick ou outra, dependendo de onde o LCD for ligado. Sendo assim, o programa que tem em mãos não serve para sua aplicação.

Robô Inteligente (MF 18)

"Gostaria de saber se o programa cabe no Basic 1 Light."
Sylvio Melo
Maceió / AL

O programa do Robô Inteligente ocupa 166 *bytes* de memória. O Basic Step LT tem apenas 128 *bytes* de espaço total. Sendo assim, esta versão do Basic Step não serve para o projeto em questão. Um outro entrave é que a versão utilizada no projeto foi a versão *"embedded"* com placa e o Basic Step LT é fornecido em forma de CI (encapsulamento 18 pinos). Desta forma existe também a incompatibilidade "física" entre os dois componentes. Isso exigiria que o layout de circuito impresso fosse refeito para comportar



Robô PIC (MF 13)

"Se eu alterar o microcontrolador PIC pelo AT89s8252 o projeto funcionaria normalmente?"
Anderson César Oliveira
Técnico Mecatrônico
Santa Bárbara D'Oeste / SP

O projeto foi desenvolvido baseado no microcontrolador PIC16F84A. A linguagem de programação utilizada foi o Assembly Microchip. Estas duas condições tornam a adaptação para outro microcontrolador muito complexa. O AT89S8252 é bastante diferente do PIC16F84A, tanto em sua concepção, como também no número de pinos, linguagem de programação etc. Toda a linguagem Assembly é tida como "proprietária", ou seja, cada uma foi desenvolvida para um determinado microcontrolador (ou processador), ou seja, para inserir o AT89S8252 no projeto, você terá que desenvolvê-lo na sua totalidade, desde um novo circuito, passando por uma nova placa, e finalizando com um programa novo e utilizar as linguagens disponíveis para o novo microcontrolador, seguindo a funcionalidade descrita do robô.

ENVIE SUAS MENSAGENS ATRAVÉS DO:

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.

Onde estudar Mecatrônica?

Cuiabá
Curso: Técnico em Automação e Controle
Entidade: CEFET-MT - Centro Federal de Educação Tecnológica do Mato Grosso
Duração: 3 anos
Preço: Gratuito
Site: www.cefetmt.br
Fone: (65) 314-3500

Manaus
Curso: Engenharia Mecatrônica
Entidade: Universidade do Estado do Amazonas
Duração: 5 anos
Preço: Gratuito
Site: www.uea.edu.br
Fone: (92) 236-1470

São Paulo
Cursos: Engenharia Mecatrônica
Entidade: UNIP - Universidade Paulista
Duração: 5 anos
Preço: R$ 988,50
Site: www.unip.br
Fone: (61) 345-9100

Eventos de Robótica

Palestra sobre Andróides (SP)
Carlos Ferreira da Silva, colaborador da revista e autor do livro "Humanos X Andróides", fará uma palestra com o tema "Poderá o robô superar o homem?" no dia 09 de novembro no Espaço Cultural Buranello ABC, em Santo André. A palestra é gratuita e as inscrições são limitadas. Para se inscrever ligue: (11) 4994-6641.
Mais informações: www.seeger.com.br/robotica

Ferramental - 3ª Feira de Máquinas-Ferramenta do Mercosul
Em sua segunda edição o evento reunirá 120 empresas apresentando o desenvolvimento do país e, em especial, da região Sul. A Ferramental trará o que há de novo em máquinas-ferramenta, automação, movimentação e outros. A feira acontece entre 09 e 12 de novembro no Centro de Exposições Curitiba.
Mais informações:
www.ubrafe.com.br/2005

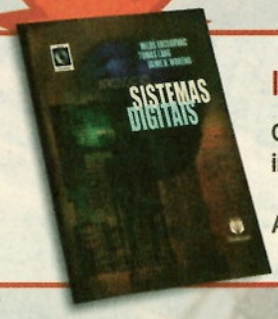
ISA Show South América 2005 (SP)
Feira do setor de automação, sistemas e instrumentação da América do Sul onde são divulgadas as principais novidades. Acontece de 22 a 24 de novembro no Expo Center Norte. Paralelamente ao evento ocorre um Congresso Internacional onde são ministradas palestras, cursos e encontros onde os profissionais podem trocar idéias e experiências nesse setor.
Mais informações: www.isashow.com.br

Literatura Técnica

Que não pode faltar em sua biblioteca

www.sabermarketing.com.br

NOVIDADE

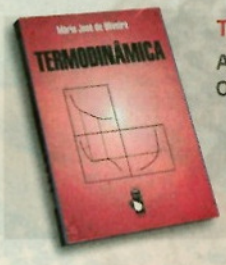


Introdução aos Sistemas Digitais

Os Autores oferecem uma forte base teórica, ao lado de detalhes práticos de implementação, indo dos circuitos mais básicos com portas lógicas até o projeto de microcomputadores.

Autor(es): Ercegovac / Lang / Moreno

R$ 104,00



Termodinâmica

Autor: Mário José de Oliveira

R$ 45,00



Residências Inteligentes

Autor: Caio Augustus M. Bolzani

R$ 45,00



Mecânica Analítica

Autor: Nivaldo A. Lemos

R$ 50,00



Materiais e dispositivos Eletrônicos

Autor: Sérgio Rezende

R$ 60,00



Introdução ao Magnetismo dos Materiais

Autor: R. N. Faria e L. F. C. P. Lima

R$ 35,00



Fundamentos de Circuitos Elétricos

Autor: Alexander / Sadiku

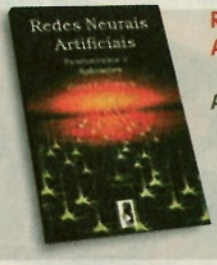
R$ 151,00



Dispositivos e Circuitos Eletrônicos

Autor: Jimmie J. Cathey

R$ 67,00



Redes Neurais Artificiais

Autor: Zsolt L. Kovács

R$ 30,00



Circuitos Elétricos

Autor: Nahvi / Edminister

R$ 98,00

Compre pelo site www.sabermarketing.com.br

ou fone (11) 6195-5330

*Os preços estão sujeitos a alteração sem prévio aviso. Para maiores informações acesse www.sabermarketing.com.br
*O frete não está incluído no valor do produto, sendo calculado de acordo com a localidade e tipo de envio.

Robótica 2005: tecnologia ao alcance de todos



Claudia Tozetto

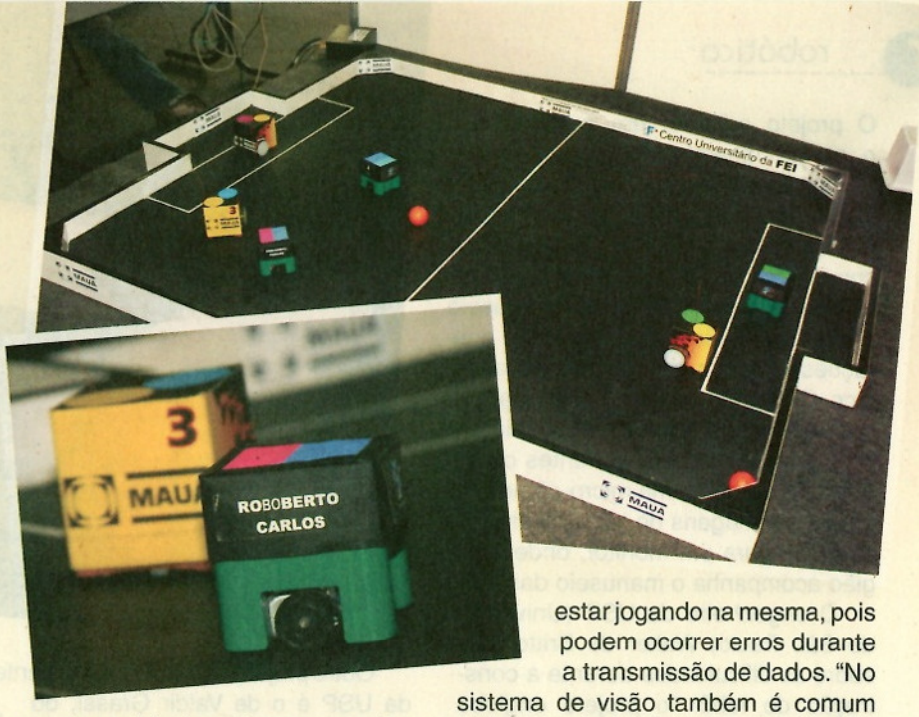
Há muito tempo o homem busca melhorar suas condições de vida pensando em maneiras mais simples e rápidas de atingir seus objetivos. Atualmente, com a crescente globalização, a situação é mais fácil de reconhecer devido aos avanços da tecnologia. A popularização das telecomunicações e a automação são apenas alguns dos fatores que influíram nesse processo que evoluiu rapidamente nas últimas três décadas. A robótica aparece nesse cenário com o papel de desenvolver os equipamentos responsáveis pela automatização e também de gerar os sistemas computacionais que podem controlá-los.

Embora o desenvolvimento do Brasil seja lento em relação a outros países como o Japão, a robótica tem crescido, sendo largamente usada no setor industrial. Em outros países as soluções robotizadas já são utilizadas dentro da área de serviços, entretenimento e também em residências. No Brasil, a aplicação fora do âmbito industrial começa a se desenvolver e a realização da primeira feira de robótica no país aponta que existem novidades neste setor.

Realizada entre 8 e 11 de setembro em São Paulo, a Robótica 2005 – Salão Internacional de Robótica e Inteligência Artificial aguçou a curiosidade dos leigos, além de prestigiar as novas pesquisas do setor. A feira teve 60 expositores entre empresas e universidades que divulgaram seus projetos, muitos deles com o intuito



de facilitar a vida do cidadão comum. Entretanto, o evento trouxe também competições, entre elas, o 2º Campeonato Brasileiro de Robótica Educacional promovido pela *First Lego League*.



TECNOLOGIA E DIVERSÃO

O campeonato teve a participação de 79 escolas com estudantes de 9 a 14 anos levando descontração ao evento. Até do lado de fora da Bienal do Ibirapuera era possível ouvir a agitação das torcidas. Na arena os alunos mostraram seu potencial de raciocínio e o trabalho em equipe, requisito básico da competição. Todo ano a Lego divulga um novo tema às equipes de vários países e os competidores são desafiados a pesquisar e desenvolver um robô autônomo que complete as missões do "Robot Game". O assunto proposto sempre é relacionado a um problema atual e os alunos são estimulados a encontrar soluções para ele. O vencedor da etapa brasileira confronta as equipes campeãs de outros países durante a competição mundial, em Atlanta (EUA).

Além da *First Lego League*, a Robótica 2005 contou com mais três modalidades de competição: *First Robotics Exibition*, com participantes do Ensino Médio manipulando robôs de até quatro metros de altura; a categoria VEX, onde pequenos robôs de metal demonstraram suas habilidades em jogos diversos e também o Futebol de Robôs da categoria FIRA (*Federation of Internation Robot-Soccer*) que teve a participação da FEI (Fundação Educacional Inaciana), Mauá (Escola de Engenharia Mauá), Unesp (Universidade do Estado de São Paulo) e UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

O futebol, aliado ao desenvolvimento tecnológico, fez esses estudantes desenvolverem seus projetos aplicando, em conjunto, os conhecimentos sobre inteligência artificial e robótica. Na partida de futebol, os robôs são controlados por um *software* de computador que utiliza um sistema de visão, composto de uma câmera que filma a partida de cima e reconhece as cores dos robôs-jogadores que estão em campo. Wânderson Assis, coordenador da Pós-Graduação em Instrumentação, Automação e Controle, e integrante da equipe da Mauá diz que, na universidade, o Futebol de Robôs ganhou força a partir de 1998 após o trabalho de conclusão de curso de um aluno e que hoje também é professor da Mauá.

Durante a partida de futebol existem alguns fatores que atrapalham o desempenho dos robôs como interferências na rádio-freqüência. Duas equipes não podem estar jogando na mesma, pois podem ocorrer erros durante a transmissão de dados. "No sistema de visão também é comum haver interferências, pois ele é muito sensível à luminosidade e precisa ser constantemente calibrado para identificar as cores de cada time", completa o coordenador.

PROJETOS E PESQUISAS

É claro que a Robótica 2005 não ficou só nas competições. Muitos projetos das Universidades foram expostos no evento como o Robô Cirúrgico.

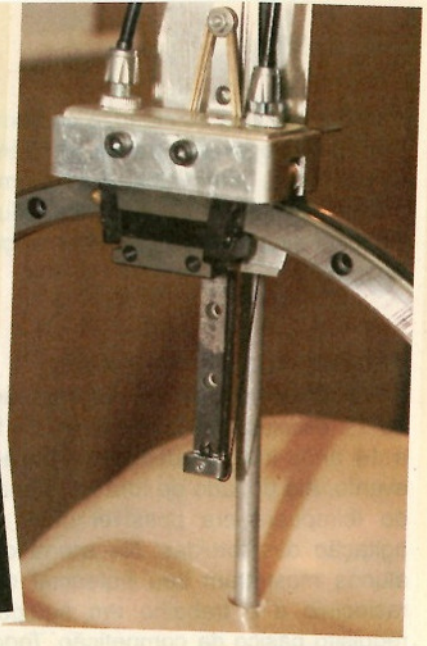
Colégio Ideal, de Santo André (SP) vence a edição brasileira do 2º First Lego League

Na primeira edição não foi diferente, além de vencer a etapa brasileira, o Colégio Ideal alcançou o primeiro lugar no Mundial em Qualidade de Pesquisa com o projeto "Sentindo na Pele", seguindo a proposta do *No Limits*, desafio proposto para encontrar formas de ajuda a portadores de deficiências físicas. Segundo Vânia Galazo, diretora do Colégio Ideal, as equipes foram motivadas a desenvolver os projetos desde a implantação das disciplinas tecnológicas na grade curricular da escola. "No ano de inclusão desse conteúdo promovemos uma Feira Tecnológica que motivou os alunos", afirma. A diretora diz ainda que com a vitória na primeira competição brasileira do *First Lego League* e, depois, no mundial em Atlanta, os alunos ficaram mais motivados a desenvolver os projetos e pesquisar sobre os desafios propostos.

Contudo, a equipe enfrenta dificuldades. Mesmo com o talento mostrado pelos alunos, não é fácil conseguir patrocínio para participar do torneio mundial. "Para o primeiro mundial, tivemos o patrocínio da Rede Bandeirantes, da Bel Chocolates e da Delta Airlines que doaram as passagens", diz Vânia. Ela ressalta que as empresas devem enxergar esses jovens como futuros profissionais. "Participar de competições assim fazem o jovem ter contato com a tecnologia e com a responsabilidade social, exatamente a mão-de-obra que as empresas precisam", completa.

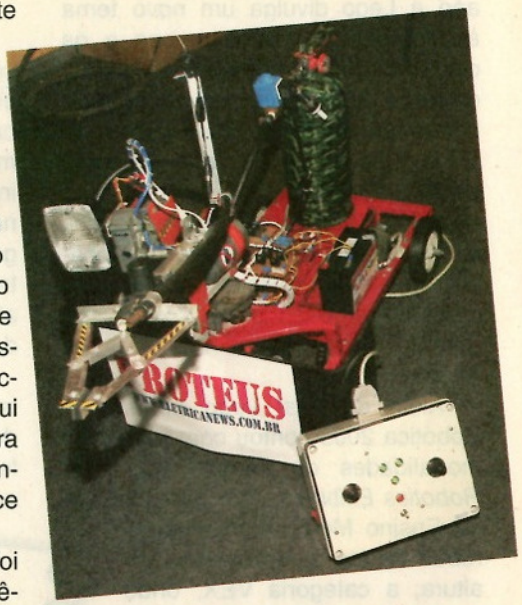
O projeto consiste em automatizar o posicionamento do laparoscópio. Apesar do nome complicado, esse instrumento é muito utilizado pela comunidade médica. Imagine esse aparelho como uma "luneta". Ele é usado pelos cirurgiões para observar o manuseio das pinças cirúrgicas durante as operações, como a de retirada do apêndice. O **Robô Cirúrgico** localiza o ponto de inserção do laparoscópio, que hoje é um dispositivo de lentes ou fibra óptica atrelado a uma micro-câmera que obtém as imagens do local da cirurgia e as envia para um monitor, onde o cirurgião acompanha o manuseio das pinças.



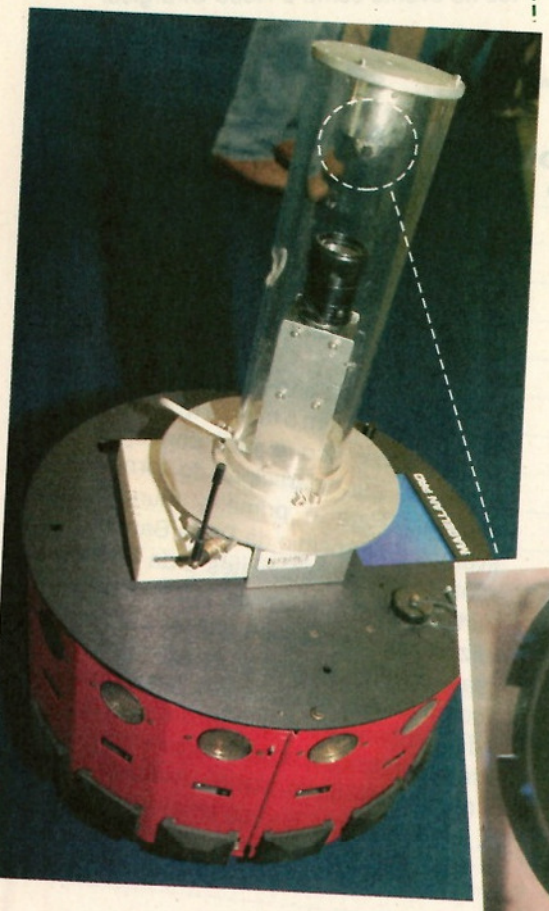


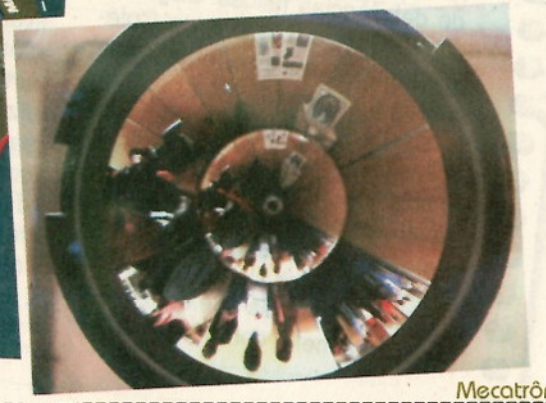
O engenheiro da USP (Universidade de São Paulo) Walter de Britto, fala sobre as dificuldades durante a construção do robô: "o projeto engloba as áreas computacional, eletrônica e mecânica além de seu alto custo", diz. A implantação desse sistema tem um custo muito alto e, além disso, existe um certo receio dos pacientes, porém o engenheiro garante que o risco da uma operação auxiliada por robôs é o mesmo da comum. "O robô é uma ferramenta que facilita os procedimentos e sempre será comandada pelo cirurgião", ressalta Walter.

Outro projeto bastante interessante da USP é o de Valdir Grassi, do Laboratório de Percepção Avançada. O **Robô Móvel com Visão Omnidirecional** que dá maior autonomia ao robô, possibilita sua tomada de decisões e a execução de tarefas através de um sistema de visão em 360°. Atraindo os olhares de quem passava pelo estande, o projeto do sistema de visão foi desenvolvido a partir de pesquisas que indicaram o uso dessa tecnologia no exterior. O sistema possui uma câmera que, direcionada para cima de frente a um espelho arredondado, consegue filmar o que acontece ao redor de uma maneira peculiar.



Grassi afirma que o projeto foi desenvolvido apenas para fins acadêmicos, mas poderá ser aplicado em diversos serviços como transporte de materiais e auxílio no transporte de deficientes físicos. "Esse sistema de visão em conjunto com equipamentos que executam essas tarefas poderá melhorar a performance dos robôs no desvio dos obstáculos e até decidindo qual o melhor caminho a seguir", explica. Embora o sistema de visão seja a parte principal do robô, existe também um processador que recebe os dados coletados pelos sensores presentes no equipamento e um *software* de controle que gerencia essas informações.





Quem marcou presença na feira foi o Colégio Torricelli, vencedor da Febrace 2005 (Feira Brasileira de Ciências e Engenharia) com o robô **Proteus**. Desenvolvido pelos alunos André Ricardo e Emerson de Oliveira e baseado no artigo "Polícia High-tech" publicado na Mecatrônica Fácil nº 10, o Proteus é um robô que manuseia pacotes suspeitos de conter bombas. Segundo Robson Lopes, professor orientador do projeto, a diferença entre o Vanguard e o Proteus está no extintor de incêndio que foi acrescentado pelos alunos para apagar pequenos focos de incêndio.

"Foram feitos alguns testes apagando princípios de incêndio em latas de lixo de escritórios e o Proteus se saiu muito bem", garante o professor.

Os autores investiram cerca de R$ 2 mil para a construção do projeto, e a maior parte do custo ficou na parte mecânica, pois na parte eletrônica não foi usado nenhum componente digital. O orientador do projeto informa também que durante a Robótica, um policial do Garra visitou o estande da Febrace e se interessou em conhecer melhor o projeto. Os alunos ainda não levaram o projeto para conhecimento de nenhum batalhão do Corpo de Bombeiros. "Não pensávamos que o Proteus chegaria tão longe. Ele foi desenvolvido apenas para participar da Febrace", disse Robson.



SOLUÇÕES INDUSTRIAIS

Além de projetos universitários e competições, as grandes empresas do setor industrial também estavam no evento. A Yaskawa apresentou o Robô **Motoman EA1400N** que solda pequenos espaços em diversos dispositivos. O cabo de tocha embutido em seu braço desenhado para solda em arco permite realizar tarefas como soldagem circuferencial e contínua. Segundo Marcos Tremonti, supervisor de vendas da empresa, a Yaskawa produz uma solução robotizada que é adaptada às necessidades do cliente. "Além de fornecermos o robô, oferecemos um treinamento para a operação deles. Mesmo utilizando a robótica, a presença do homem é necessária, é ele que tem o valor do julgamento", explica. Outra empresa que esteve no evento foi a Fanuc Robotics do Brasil, apresentando o **Robô LR MATE 200iB** que manipula garrafas plásticas de um ponto em movimento para um ponto fixo e vice-versa.

ROBÓTICA X HUMANOS

Muitas pessoas se assustam com o fato da automação estar ganhando espaço nas empresas e indústrias. Melhorar o desempenho produtivo e obter maior qualidade nos produtos ou serviços oferecidos é uma exigência do mercado atual e a palavra de ordem nos dias de hoje é a qualificação. O Senai – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - é uma das principais escolas de tecnologia em Mecatrônica do país e não poderia faltar em um evento no qual grande parte dos visitantes foram estudantes da área e, portanto, futuros profissionais. "O mercado de trabalho está à procura de profissionais qualificados, essa é uma das condições de empregabilidade", diz José Luiz de Moura, Técnico de Ensino do Senai-SP.

Além disso, a automação chega para melhorar as condições de trabalho e necessita de profissionais para suas áreas "suporte", isto é, para operar os robôs e também para desenvolver as soluções robotizadas. Vitor Romano, professor da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) e integrante da Rede Manet (entidade voltada para as tecnologias da manufatura), acredita que aqueles que hoje estão participando das competições que incentivam a produção na área tecnológica estarão mais bem qualificados para ocupar cargos onde seja necessário o controle e a programação de robôs. "A capacitação das crianças de hoje é um investimento para as tecnologias que vierem", afirma.





A Robótica no Cotidiano do Cidadão Comum

Eventos como a Robótica 2005 trazem as tecnologias para o alcance do cidadão comum. Depois do término da feira é importante manter a convivência entre humano e máquina, pois a automatização é uma realidade. No estande da Secretaria da Educação da Prefeitura de São Paulo encontramos projetos que viabilizam o convívio da população carente com as novas tecnologias, são eles o "Robótica no CEU" e o projeto "A cidade que a gente quer" desenvolvido nas EMEFs (Escolas Municipais de Ensino Fundamental).



Robótica no CEU

Acontece em todos os CEUs da cidade de São Paulo e já conta com 2.000 alunos. Em cada encontro, após o horário regular de aulas, um grupo de 20 alunos monta um projeto depois de discutir os conceitos da tecnologia e o contexto em que ele poderá ser inserido. Segundo Isaías Santos, um dos professores, a maior carência está na quantidade de monitores que atendem o "Robótica no CEU". "São seis monitores para os 21 CEUs. Hoje podemos atender apenas 80 alunos em cada CEU, mas se tivéssemos um monitor para cada unidade poderíamos atender até cinco vezes mais alunos. Seria possível até atender a comunidade", ressalta Isaías.

A cidade que a gente quer

O projeto surgiu da parceria entre a Secretaria da Educação, MIT Media Lab e a Escola Politécnica da USP. É proposto que os alunos pesquisem e debatam os problemas da cidade e então desenvolvam um projeto de solução a partir de sucata, material eletro-eletrônico, gravadores, câmeras fotográficas e de vídeo, computador e outros. Hoje, o projeto atende 350 alunos de 5ª à 8ª Séries.



Segundo o POIE (Professor Orientador de Informática Educativa) Luís Gimenez, o projeto só é desenvolvido na escola onde ele leciona, a EMEF Jackson de Figueiredo, no Tatuapé. "No ano passado tínhamos 160 escolas participantes", diz ele. Até o ano passado a Prefeitura de São Paulo e a USP ofereciam estrutura para o desenvolvimento desse projeto, mas nada aconteceu este ano. Na edição digital de "O Estado de São Paulo", de 22 de Abril de 2005, foi publicada uma matéria tratando de uma parceria com a nova gestão da prefeitura, mas segundo Gimenez, até agora isso não se concretizou.

Veículo Aéreo Não-Tripulado

O Piloto Sumiu!

Sérgio Vieira



Guarde esse nome: VANT – Veículo Aéreo Não-Tripulado. Caso você ainda não tenha ouvido falar saiba que ele estará cada vez mais presente em missões militares, pesquisas aeroespaciais, manutenções de linhas de transmissão, agricultura e, no futuro, em vôos comerciais. Isso mesmo! No futuro nós estaremos a bordo de um avião indo de São Paulo para Salvador totalmente sem pilotos ou co-pilotos.

Mas como isso é possível? Bem, para o leitor assíduo que acompanha essa publicação não é novidade falar sobre veículos (aéreos, terrestres ou aquáticos) que possuem autonomia para desviar de obstáculos ou seguir linhas, mas se você é um marinheiro de primeira viagem leia o texto "Veículos inteligentes", ao lado.

Os "Vants" estão em desenvolvimento a todo vapor em vários países, principalmente, devido aos ataques terroristas em 2001 nas torres gêmeas World Trade Center. Terroristas teriam dominado aviões em pleno vôo e provocado o choque deles contra edifícios matando centenas de pessoas. Temendo que ações como essa possam voltar a acontecer, países como Estados Unidos e Israel estão investindo pesadas somas de dólares em Vants na área militar, mas a idéia de aplicar esse tipo de veículo para vôos comerciais é muito grande.

No Brasil o marco para a criação de Vants foi dado com a publicação da Portaria Normativa nº 606 do Ministério da Defesa, publicada no dia 14 de junho de 2004 no Diário Oficial da União. No texto, o ministério fala sobre as orientações para criação de Vants no país e os benefícios que poderiam levar para o Exército, a Marinha e a Aeronáutica. No dia 5 de outubro do mesmo ano foi publicada uma portaria (nº 955/MD) que cria uma comissão permanente para a viabilizar e controlar a Portaria anterior.

Mas para que você precisa saber de tudo isso? É para você saber que o governo federal está "correndo atrás" de uma tecnologia que está em plena ascenção em países mais desenvolvidos.
Fato que, com certeza, deverá estimular empresas e universidades a desenvolver tecnologias para a operação de Vant em mercado nacional e evitar nossa dependência de produtos importados.

Em seminário realizado em São José dos Campos (disponível na Internet), o engenheiro aeronáutico do Centro Técnico Aeroespacial, Flávio Araripe d'Oliveira, disse que o Finep – Fundo de Investimentos em Pesquisas – disponibilizou uma verba de R$ 9 milhões para o desenvolvimento de Vant em território nacional. A criação de Vant nacional conta também com uma bolsa do CNPq de R$ 1,2 milhão.

Veículos Inteligentes

Seja na terra, na água ou no ar, um veículo inteligente deve ser capaz de desviar obstáculos, saber a rota que irá percorrer, realizar a sua missão (seja ela qual for) e retornar à sua base. Essa é a definição clássica de um veículo ou robô para ser chamado de "inteligente". Logo, veículos que dependem da ação da homem para se locomoverem e completarem missões são chamados de rádio-controlados. É o caso dos aeromodelos, carrinhos, robôs ou barcos operados por joysticks.

Os detalhes técnicos da autonomia dos veículos inteligentes variam muito conforme a aplicação. Um submarino inteligente, por exemplo, deve ter autonomia para verificar a pressão exercida pela água e decidir se desce mais alguns metros no fundo do mar, ou se volta para a sua base. Mas essa característica seria inútil num barco inteligente já que ele não foi construído para submergir.



RUNIC/Divulgação

No texto divulgado, o engenheiro comenta que o projeto Vant poderá ser um dos primeiros programas de integração entre as várias organizações de ciência e tecnologia do Ministério da Defesa. Ainda de acordo com o texto, o pronto principal do programa está na criação de um Sistema de Navegação e Controle (SNC) que, com pequenos ajustes, poderá ser utilizado tanto em Vant, como em veículos aquáticos ou terrestres.

José Luiz Halley, assessor especial do Ministério da Defesa, informou que durante o seminário realizado em São José dos Campos, representantes dos Ministérios da Justiça, Defesa, Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ciência e Tecnologia e Forças Armadas foram unânimes em decidir pela urgente criação da Comissão de Coordenação Nacional do Programa Vant.

VANT NACIONAL

O protótipo do primeiro Vant nacional já existe. Ele foi desenvolvido pela Fitec - Fundação de Inovações Tecnológicas - e é esse que aparece em destaque na nossa matéria. Ele tem 2,40 metros de uma ponta da asa à outra e pode atingir uma velocidade de 100 km/h. Ele pode voar durante duas horas e é abastecido à querosene de aviação.

De acordo com o diretor de desenvolvimento de negócios da Fitec, Aderbal Alves Borges, a idéia é desenvolver vários modelos de Vants conforme a aplicação de cada aeronave. O Vant da Fitec recebeu o nome de Fit-UAV e participaram do desenvolvimento engenheiros de: aeronáutica – modelagem de vôo; eletrônico – hardware e inteligência da aeronave; ciências da computação – software; além de especialistas em design que são responsáveis em dar o formato e beleza do avião (veja texto sobre a Fitec).

Borges informou que um Vant pode chegar a custar entre US$ 50 mil e US$ 500 mil no mercado mundial, dependendo da aplicação e números de funções presentes na aeronave. A Fitec investiu R$ 2 milhões (com recursos próprios) no projeto Fit-UAV.

Para saber mais

Associação Internacional de Veículos Não Tripulados
www.auvsi.org (tem lista com fabricantes).

1º Seminário Internacional de Vant www.aviacao-civil.ifi-cta.br/svant/vant.asp

Pioneer UAV
www.puav.com (tem vídeos mostrando o desempenho de aeronaves).



www.mecatronicafacil.com.br
No site veja este avião da Fitec em pleno funcionamento. Como se trata de um protótipo, dá para perceber no vídeo a presença de uma pessoa ajudando a controlar a aeronave.

Mineração

Nesse setor, empresas terceirizadas recebem seus pagamentos por volume de morro retirado de um determinado local ou número de caminhões carregados. O Vant pode ficar sobrevoando o local de trabalho e fazer esse apontamento para o pagamento dessas empresas.



Agricultura

No campo há um mercado em pleno desenvolvimento chamado "Agricultura de Precisão". O VANT pode fotografar ou filmar grandes lavouras para o produtor saber o momento de colheita, áreas que necessitam de tratamento químico, presença de pragas ou doenças ou condições do solo antes do plantio.

Abastecimento de água

A área de saneamento e geração de energia podem se beneficiar com a aplicação de Vants. Imagens do nível de represas, açudes e barragens podem ser transmitidas on-line para centros de produção de água potável ou energia elétrica. A área de saneamento ainda pode empregar os Vants para rastrear pontos de vazamento em adutoras.

Transmissão de energia

No Brasil helicópteros já são empregados para inspecionar as condições de torres e cabos em linhas de alta tensão de energia. Essa área pode ser feita por Vants. Além de muito mais prático, os Vants podem trazer muito mais economia.

No dia 2 de setembro estreou por aqui no Brasil um filme que aborda a questão de aviões não tripulados. "Ameaça Invisível" do diretor Rob Cohen (título original Stealth) conta a história de uma divisão de elite da Marinha Americana especialista em pilotar jatos ultra-secretos. Junto a essa divisão entra em cena "Edi" – um avião não tripulado baseado em sistemas de inteligência artificial.

O avião é atingido por um raio durante uma missão, o que faz o computador de bordo entrar em colapso. A dúvida do elenco do filme é se o avião inteligente merece confiança para receber novas missões. Em jogo está a segurança no mundo, pois o jato é dotado de mísseis nucleares. No mundo de avanço rápido de tecnologia cabe a pergunta: "Será mera ficção?"



Fitec – inovação tecnológica

A Fitec – Fundação de Inovações Tecnológicas – é uma instituição sem fins lucrativos com dez anos de existência. Possui três unidades de negócios (Campinas, Recife e Belo Horizonte) e emprega 300 profissionais, sendo que mais de 90% possui curso superior e boa parte com mestrado, doutorado ou especializações fora do Brasil.

O negócio da Fitec é desenvolver tecnologias para empresas nas áreas de engenharia de software, sistemas, hardware, design industrial e gráfico, engenharia de produto e gerência de projetos de P&D. Várias empresas brasileiras utilizam os serviços da Fitec para criarem tecnologias inovadoras no mercado nacional. Esse tipo de negócio faz com que, cada vez mais, o Brasil reduza a sua dependência de tecnologias importadas através do pagamento de royalties.



Meio ambiente

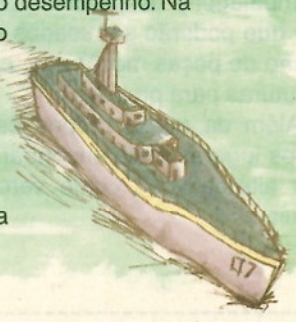
Hoje, existe uma enorme dificuldade para órgãos como o Ibama controlar e punir ações que prejudicam o meio-ambiente. Nesse sentido, o Vant poderia detectar: pontos de queimadas, ações de madeireiras, abate ilegal de animais, poluição de rios, lagos e do ar.



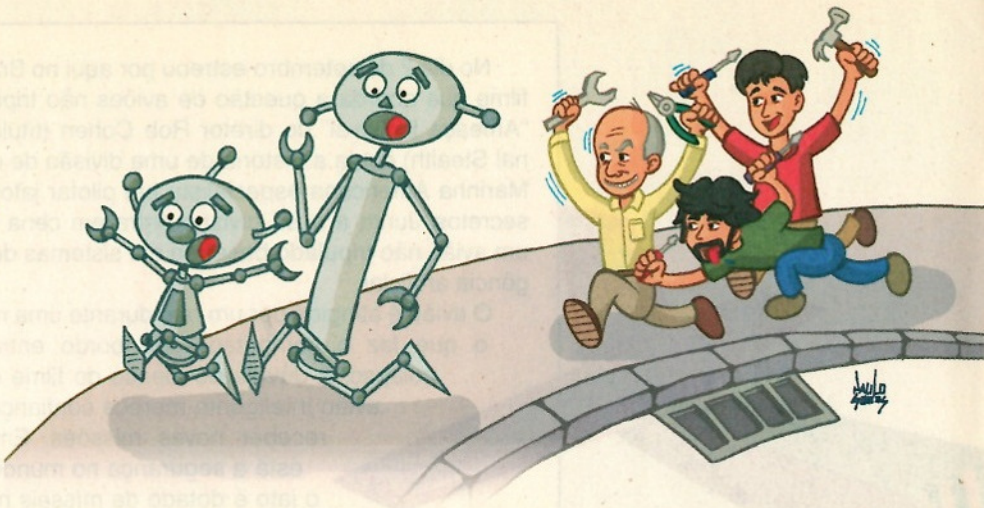
Defesa

Essa área é onde há o grande movimento no Brasil para a aplicação de Vants. As Forças Armadas já manifestaram interesse em adquirir esse tipo de veículo. Entre as aplicações está o emprego de Vant para alvos aéreos de alto desempenho. Na Aeronáutica há o interesse de aplicar o Vant para o treinamento com mísseis e apoio ao Sistema de Vigilância da Amazônia (Sivam). No Exército há a necessidade de aplicar o Vant em missões de reconhecimento e busca de alvos para artilharia. Na Marinha, as necessidades são praticamente as mesmas do Exército, mas os Vants levantariam vôo de fragatas e corvetas. Os Vants também podem ser aplicados pela Polícia Federal para a vigilância das fronteiras e costa brasileira.





Quando nada se perde tudo se cria



Gilson Domingues e Gerson Domingues

Trabalhos que envolvem tecnologia costumam custar muito caro. Na área de Mecatrônica, isto não é diferente e o hobbista já sabe: o fator econômico pode ser um importante limitador para suas montagens e experiências. No entanto, é possível fazer mais com pouco; alternativas econômicas podem estar justamente no que aparentemente não tem valor.

O lixo que ameaça "dominar" nosso planeta pode tornar-se matéria-prima para nossos inventores. Basta mudar a forma de olhar e o problema transforma-se em solução. A revista, sempre que possível, traz projetos que aproveitam materiais descartados e nossos últimos artigos foram dedicados à descrição de duas montagens que seguem essa filosofia: NaLata (**MF nº22**) e Veículo PVC (**MF nº23**). Portanto, estar atento à sua lixeira, além de ecológico, tem um lado criativo e econômico: não se joga dinheiro no lixo.

De aparelhos de TV, rádios, telefones, vídeocassetes, *scanners*, impressoras e outros eletrônicos sem conserto, é possível extrair motores de passo e DC, peças de mecanismos, como engrenagens, polias e correias, e peças de eletrônica como transformadores e componentes eletrônicos diversos.

O lixo doméstico cotidiano também fornece materiais como CDs sem uso e embalagens de produtos alimentícios que poderão ser usados na confecção de peças mecânicas, caixas e estruturas para projetos.

Além da nossa própria casa, há outros lugares onde encontrar "materiais alternativos", como veremos a seguir.

DEPÓSITOS DE SUCATA, LOJAS DE USADOS E OUTROS LUGARES: O PARAÍSO DO INVENTOR COM RESTRIÇÕES ORÇAMENTÁRIAS

Se a verba para o seu projeto é baixa e não foi possível achar a sucata que falta na sua lixeira, então é hora de procurar em lugares especiais.

Ferro-velho

Fáceis de encontrar, principalmente em áreas industriais, esses depósitos de sucata são a última oportunidade de resgatar o que há de interessante no lixo. Como normalmente o preço estipulado é pelo peso, a compra de alguns tipos de peças e materiais leves sai muito em conta. Além de econômico, o passeio pode ser muito divertido e inspirador; a busca permite entrar em contato com muitos materiais e máquinas de origem doméstica ou industrial, possíveis elementos para uma nova invenção.

Aos que pretendem aventurar-se nesta exploração, vale recomendar que usem luvas grossas para manusear peças velhas e enferrujadas, que testem o que tencionam comprar e, finalmente, que evitem pagar muito por uma peça usada, comparando com o valor da mesma nova.

Lojas especializadas na venda de peças usadas

É possível encontrá-las nos centros comerciais de grandes cidades. A compra não fica tão barata quanto no ferro-velho, mas compensa por ser mais fácil de se localizar o que se procura.

Outros lugares

Se mesmo assim a busca continuar difícil, você poderá recorrer a oficinas das mais diversas especialidades:

Oficinas mecânicas e auto-elétricas: motores de limpadores de pára-brisa e vidros elétricos, ventoinhas do sistema de arrefecimento, alternadores, pequenas peças como braçadeiras, molas etc.

Oficinas de eletrônica e oficinas de informática: placas e mecanis-

1 Fixação das latas.



2 "Porta-trecos".



mos de aparelhos eletro-eletrônicos em geral.

Bicicletarias: catracas, coroas e correntes, ótimas para se construir sistemas de tração. Peças como quadros, raios e aros podem ser utilizadas na construção de estruturas.

Marcenarias e serralherias: retalhos de madeira e metais como alumínio e ferro.

Dica: visto que armazenar sucata nas oficinas é inconveniente, o preço de venda praticado é muito baixo e, dependendo do caso, pode até sair de graça. Além da economia, o contato com profissionais das mais diversas áreas é sempre enriquecedor, pois eles podem contribuir com as experiências de suas respectivas especialidades.

DE NADA ADIANTA GUARDAR, E NA HORA "H" NÃO ACHAR

Reconhecer os materiais descartáveis como matéria-prima para invenções é fascinante e pode levar à compulsão por colecionar sucata. Assim sendo, para os empolgados pela idéia, uma dica: cuidado para não mudar o lixo de lugar. A diferença entre ter um estoque de peças e materiais ou um depósito de sucata está na ordenação e acessibilidade. De nada adianta armazenar um grande volume de objetos, se não conseguir localizá-los com facilidade. Veja, a seguir, alguns conselhos para evitar o caos na sua oficina:

- Acondicionar peças e materiais em caixas, prateleiras, e outros recipientes como latas e vidros de conserva. As **figuras 1** e **2** apresentam sugestões para que você construa seu próprio "guarda-trecos", que na verdade são casulos de latas para acondicionamento de pequenos componentes. As latas podem ser unidas com parafusos e porcas ou coladas com cola epóxi.

- Criar divisões por categorias. Um exemplo é reservar uma prateleira, caixa ou espaço delimitado para sucatas de eletrônica, outro para peças mecânicas e um outro para materiais diversos como madeira, plástico, parafusos, etc.

- Criar subdivisões quando for preciso. À medida que o estoque vai ficando mais volumoso e diversificado, é interessante criar subdivisões nas categorias. Na área destinada a sucatas de eletrônica, você pode criar um espaço para placas e peças grandes e outro para pequenos componentes, que, por sua vez, sendo muito numerosos, podem ser divididos conforme o tipo: resistores, capacitores e semicondutores. A especialização da classificação pode se desenvolver de forma que fique claro onde guardar e achar determinado item sem perder muito tempo.

- Manter o que funciona e desmontar o que está danificado. Dentro de aparelhos existem dispositivos que podem estar em bom estado, como mecanismos e circuitos. O que não funciona mais deve ter seus componentes desmontados para otimizar espaço.

CONCLUSÃO

O uso de sucata viabiliza projetos além de ser um elemento de estímulo à criatividade: "adaptar" demanda muito mais reflexão do que utilizar materiais e peças novas, com uma finalidade específica. Muito difundido no meio educacional, o uso de materiais que iriam para o lixo é muito freqüente em projetos de Feiras de Ciências, desde as de escolas até as de âmbito nacional e internacional, como a FEBRACE - Feira Brasileira de Ciências e Engenharia e Mostratec - Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia.

Inventores sucateiros na FEBRACE 2005

Os exemplos a seguir, encontrados na FEBRACE 2005, comprovam o potencial criativo e educativo do uso de sucata, viabilizando o desenvolvimento de projetos e o aprendizado tecnológico de adolescentes.



KIT DE ILUMINAÇÃO

Autor: Paulo Henrique Marques de Oliveira

Este projeto possibilita o uso de luz elétrica em regiões remotas. Consiste em um sistema de iluminação feito de LEDs, que garantem alto brilho e baixo consumo, e um gerador movido a pedal, que dispensa o uso de combustível. Construído com um alternador usado de carro e peças de bicicleta, foi classificado entre os dez melhores projetos da Feira que representaram o Brasil na ISEF - *Intel International Science and Engineering Fair.*

R$ 0

Autor: Werley Batista Lima Batista

Foi construído sem custo monetário algum e fez um grande sucesso de público na Feira. Seu entusiasta inventor utilizou peças de CD-ROM, lâmpadas, motores e reduções de brinquedos usados, pedaços de caixote de feira e garrafas de refrigerante. Todos esses materiais foram resgatados de sua lixeira e das de seus vizinhos.

RECICLETA

Autores: Uverlânio Maurício Pereira da Silva e Wellington Lima Queiroz Barbosa

É um veículo para coleta de lixo seletivo, concebido para trafegar em lugares de difícil acesso. Foi construído com roda, quadro e guidão de bicicleta obtidos na sucata, além de um motor de limpador de pára-brisas, comprado por R$ 80,00 em uma oficina mecânica.

Entendendo os dispositivos pneumáticos

Mauro Vianna

Quando falamos em robôs, tipicamente falamos de máquinas com movimento. Este movimento é feito através dos atuadores. Neste artigo trataremos de um tipo particular de atuador: os dispositivos pneumáticos. Mostraremos como estes funcionam através de um kit pneumático da Lego.

Ao planejar o movimento de robôs, muitas vezes nos deparamos com o desafio de escolher o tipo correto de atuador. Os atuadores mais comuns são os motores elétricos, por serem relativamente baratos, fáceis de trabalhar e atenderem a maior parte das necessidades. Existem várias opções: motores CC, motores de passo, uso de caixas de redução, *encoders*, etc. Porém, os motores elétricos têm suas limitações.

Por exemplo, se desejamos velocidade e força ao mesmo tempo por um intervalo curto de tempo, os motores e caixas de redução requeridos podem ser grandes e pesados. Neste caso, os dispositivos pneumáticos apresentam algumas vantagens. Eles são compactos, rápidos e fortes, pois utilizam energia potencial armazenada na forma de ar comprimido.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

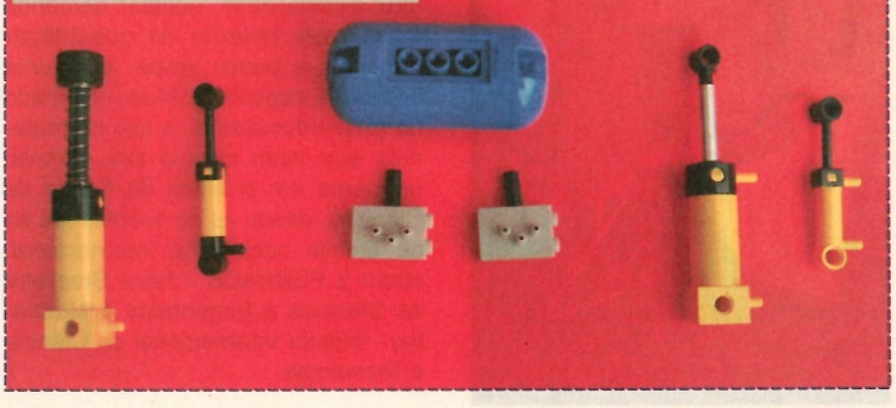
O princípio básico dos dispositivos pneumáticos é o uso de ar comprimido como fonte de energia. O ar comprimido armazena a energia gerada na compressão, que pode ser liberada conforme a necessidade.

Na verdade, podemos fazer uma analogia entre os elementos pneumáticos e componentes elétricos. Temos tanques de ar comprimido ao invés de baterias, bombas ao invés de fontes, mangueiras ao invés de fios e pistões ao invés de motores. O acionamento dos pistões é feito através de chaves.

COMPONENTES BÁSICOS

Na **figura 1** vemos todos os componentes pneumáticos da Lego, que usaremos neste artigo: bombas, tanque de ar, chaves, pistões. Na **figura 2** mos-

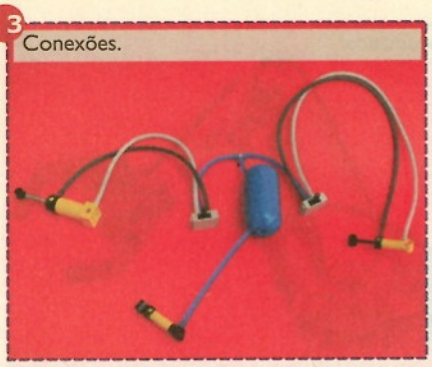
1 Peças utilizadas.



2 Mangueiras e derivador T.



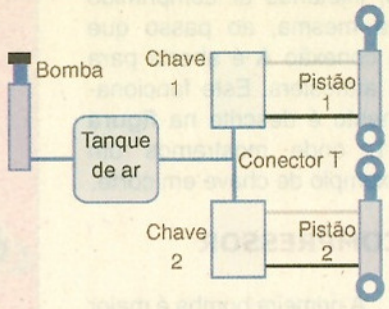
3 Conexões.



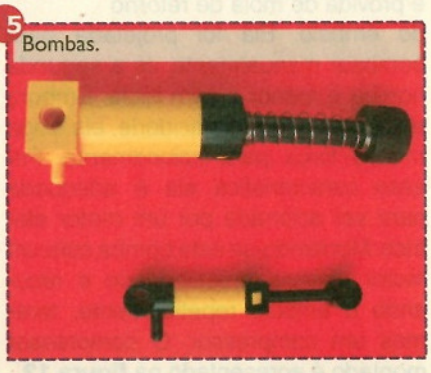
tramos as mangueiras e derivador T utilizados para transferir o ar de um lugar para outro. Na **figura 3** temos estes componentes conectados de forma a podermos carregar o ar comprimido e acionar dois pistões. As mangueiras azuis contêm o ar comprimido. As mangueiras pretas e cinzas são mangueiras de controle dos pistões, conforme descrito mais a frente. O diagrama esquemático deste sistema pneumático pode ser visto na **figura 4**.

Para entender como funciona, vamos entender o funcionamento de cada componente.

4 Sistema pneumático com dois pistões.



5 Bombas.



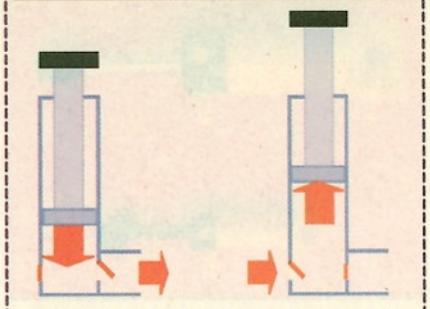
Bomba

A bomba, exibida na **figura 5**, funciona de forma muito semelhante à bomba manual que utilizamos em bicicletas. Ela tem um êmbolo e uma saída de ar. Pressionando-se o pistão, o ar do cilindro é empurrado para a saída. Ao recuar o êmbolo, uma válvula impede que este ar retorne, enquanto outra se abre, permitindo que ar da atmosfera preencha o êmbolo. Este fucionamento é detalhado na **figura 6**. A bomba pode ser acionada manualmente.

Tanque de ar

O tanque de ar nada mais é que um cilindro que armazena o ar comprimido. Ele tem dois orifícios. Um é o de entrada, por onde passa o ar comprimido gerado pela bomba. O outro é de saída, por onde o ar comprimido é direcionado para as chaves. O tanque pode ser visto na **figura 7**.

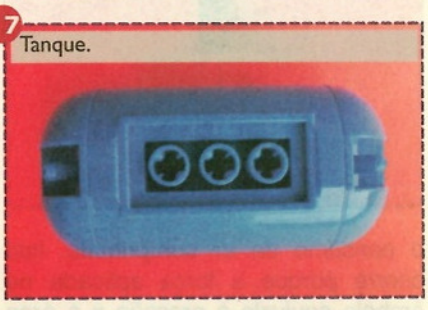
6 Funcionamento da bomba.



a) Bomba gerando ar comprimido

b) Bomba puxando ar da atmosfera

7 Tanque.

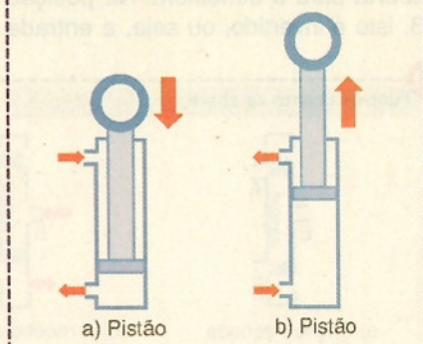


Pistão (ou Cilindro Pneumático)

O pistão se assemelha muito à bomba, externamente. Porém ele tem duas diferenças básicas: primeiro, ele tem duas conexões que servem tanto de entrada como saída de ar, de forma alternada e segundo, o pistão não contém válvulas e é basicamente um cilindro lacrado, onde o êmbolo é movido conforme a diferença de pressão entre a parte superior e inferior do êmbolo. O funcionamento do pistão é ilustrado na **figura 8**.

Os dois pistões de Lego aparecem na **figura 9**. Percebam que eles têm diâmetros diferentes. Esta característica é importante, pois quanto maior o diâmetro, maior é a força que o pistão pode exercer, assim como maior é

8 Funcionamento do pistão.



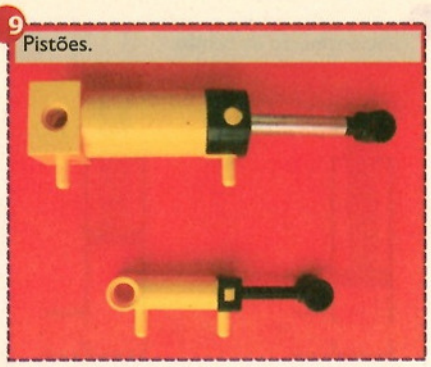
a) Pistão retraindo-se

b) Pistão esticando-se

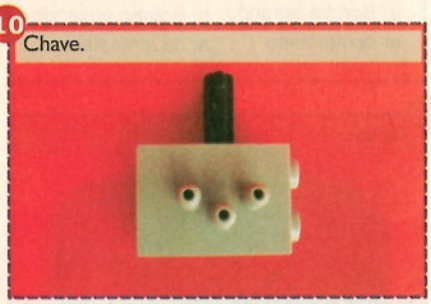
Sugestões

Encontrar dispositivos pneumáticos para uso em robótica não é muito fácil. Existem alguns didáticos como a da Lego e Fischer Technik. Há também dispositivos profissionais, que são mais caros. Uma alternativa seria construir tais dispositivos a partir de material disponível no dia-a-dia. Por exemplo, garrafas PET dão bons tanques de ar. Seringas podem ser adaptadas para bombas e cilindros pneumáticos. Mangueiras, do tipo usado em aquários podem ser utilizadas. Existem inclusive alguns "registros" empregados em aquários que poderiam facilitar a construção de chaves. O grande desafio é a vedação, que deve ser resistente à pressão.

9 Pistões.



10 Chave.



o consumo de ar comprimido. Isto ocorre porque a força aplicada no êmbolo equivale à pressão x a área do êmbolo. Quanto maior o diâmetro, maior é o volume interno do cilindro, logo é necessário mais ar para mover o êmbolo.

Chave

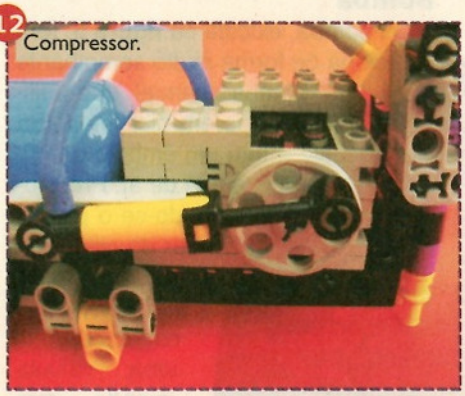
Por último, temos a chave, que pode ser observada na **figura 10**. A chave tem três conexões. A do meio (E) é a entrada de ar comprimido. As duas conexões restantes (A e B) servem como saída do ar comprimido ou retorno, conforme a posição da chave. Existem mais duas conexões não visíveis, que servem para retornar o ar para a atmosfera.

A chave em si tem três posições. Na posição central, todas as três conexões estão vedadas. Na posição A, a entrada E é conectada a conexão A, injetando ar comprimido na mesma, ao passo que a conexão B é aberta para a atmosfera. Na posição B, isto é invertido, ou seja, a entrada E é conectada a conexão B, injetando ar comprimido na mesma, ao passo que a conexão A é aberta para a atmosfera. Este funcionamento é descrito na **figura 11**, onde mostramos um exemplo de chave em corte.

COMPRESSOR

A primeira bomba é maior e provida de mola de retorno do êmbolo. Ela foi projetada para bombear manualmente. Já a segunda bomba é menor e sem mola. Embora ela tenha menor capacidade, ela exige menos força para acionamento. Por essa característica ela é adequada para ser acionada por um motor elétrico. Montando-se esta bomba com um motor elétrico, pressionando e recuando o êmbolo repetidamente, teremos um compressor. O compressor montado é apresentado na **figura 12**.

12 Compressor.



Esta máquina tem duas características interessantes. Primeiramente, estamos convertendo energia elétrica em energia mecânica (motor elétrico) e em seguida convertendo a mesma em energia "pneumática" na forma de pressão. Depois, estamos armazenando esta energia na forma de ar comprimido, para uso posterior. É importante lembrar que toda forma de conversão é imperfeita, ou seja, implica em perda de parte desta energia.

13 Braço pneumático.



BRAÇO PNEUMÁTICO

Para usar os pistões, montaremos um braço pneumático com uma garra. O braço é simples, apenas um grau de liberdade com duas posições: abaixado e levantado. Da mesma forma, a garra só terá duas posições: aberta e fechada. Ambos usam o princípio da alavanca para acionar a parte mecânica de forma adequada.

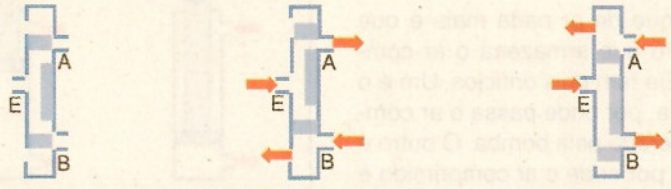
O braço completo pode ser visto na **figura 13**. Os detalhes da garra e do braço são ilustrados nas **figuras 14 e 15**, respectivamente.

COMPARAÇÕES COM SISTEMAS REAIS

Os dispositivos mostrados aqui, embora didáticos e simples, não diferem muito dos utilizados pela indústria. Porém, existem algumas características importantes a serem consideradas em sistemas industriais:

1. O ar comprimido tipicamente sofre um processo de filtragem e redução de umidade antes de ser armazenado. Isto evita características indesejáveis do gás com impurezas, assim como reduz o desgaste do equipamento;

11 Funcionamento da chave.



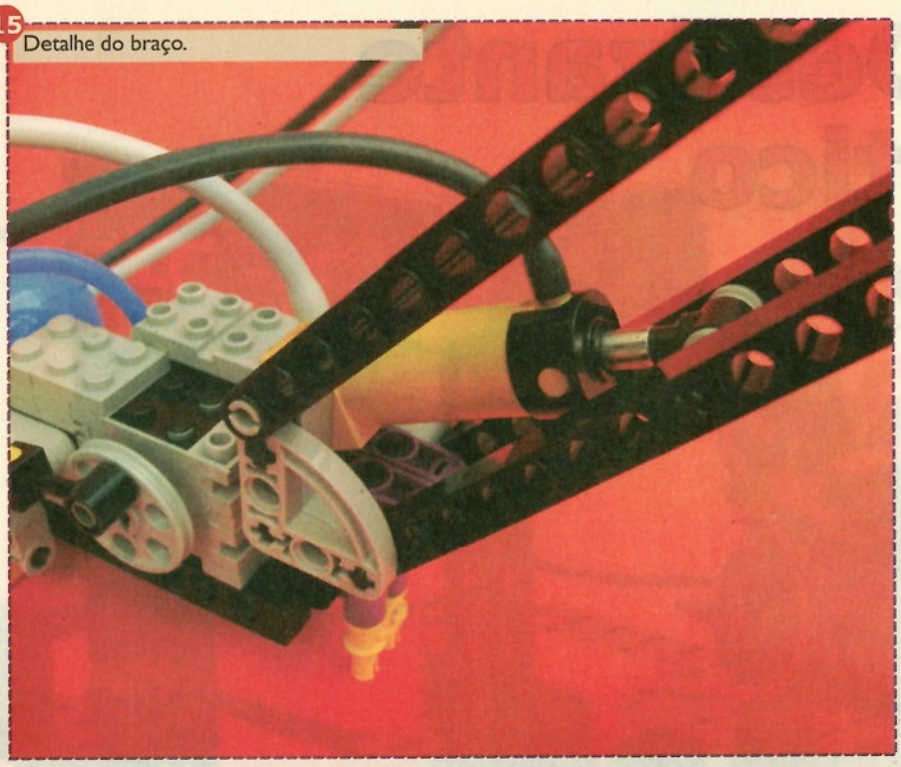
a) Chave Fechada

b) A recebe ar comprimido
B retorna

c) B recebe ar comprimido,
A retorna

14 Detalhe da garra.




15 Detalhe do braço.

2. É comum um controle gradual de liberação do gás. No nosso caso temos apenas uma chave. Contudo, poderíamos ter um regulador de vazão de gás em série com a chave para controlar a velocidade de acionamento dos pistões. Ou mesmo uma chave reguladora;

3. Ao contrário de sistemas hidráulicos, o ar comprimido é compressível, o que dificulta um controle de posição preciso. Por isso, tipicamente eles são usados em controles de posição do tipo abre/fecha (tipo porta de ônibus). Em geral, podem ser utilizados dispositivos auxiliares para evitar movimentos bruscos, como amortecedores e molas;

4. É possível fazer controles mais precisos, mas para tal é necessária a medição de posição alimentando algum sistema de realimentação. Isto pode ser feito através de um microcontrolador ou usando dispositivos mecânicos.

CONCLUSÃO

Vimos neste artigo alguns dispositivos pneumáticos e como estes funcionam. Tais dispositivos poderão ser mais adequados do que motores elétricos, quando forem exigidas força e velocidade simultaneamente, sem a necessidade de um controle preciso.

LANÇAMENTO



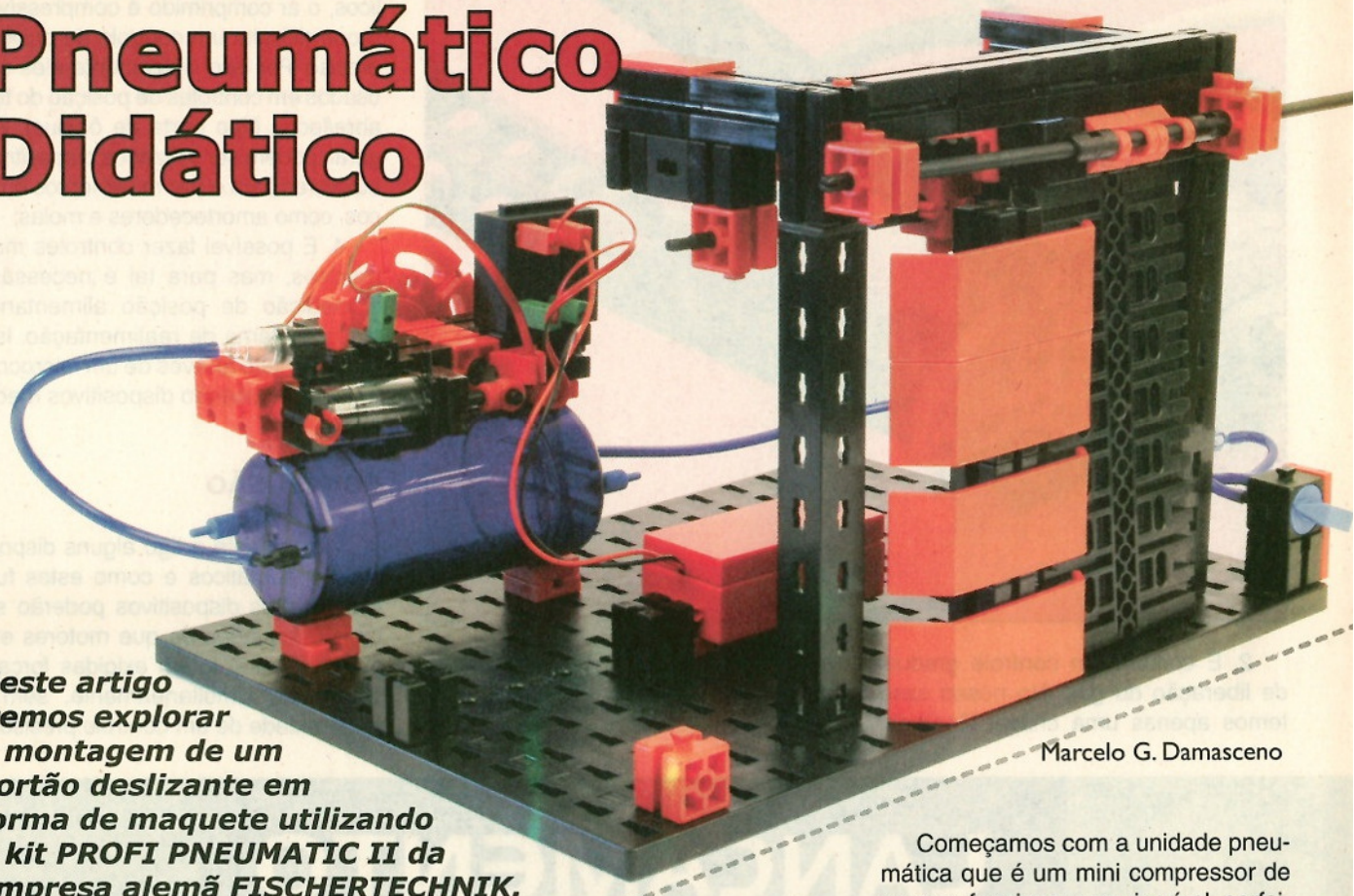
Como fazer projetos de fontes
Circuitos Práticos
Fontes Lineares
Fontes Chaveadas
Fontes Simétricas
Fontes de Muito Alta Tensão (MAT)
Fontes de Corrente Constante
Fontes Industriais
Proteção de Fontes
Conversores AC/DC
Conversores DC/DC
Multiplicadores de Tensão
Componentes usados em fontes (características)
Dissipadores de Calor

Nas bancas ou pelo site: **www.sabermarketing.com.br**

Apenas R$ 19,80

*Os preços estão sujeitos a alteração sem prévio aviso. Para maiores informações acess www.sabermarketing.com.br. O frete não está incluído no valor do produto, sendo calcu lado de acordo com a localidade e tipo de envio.

Portão Deslizante Pneumático Didático



Marcelo G. Damasceno

Neste artigo iremos explorar a montagem de um portão deslizante em forma de maquete utilizando o kit PROFI PNEUMATIC II da empresa alemã FISCHERTECHNIK.

SOBRE OS KITS FISCHERTECHNIK

Os kits da FischerTechnik possuem alguns detalhes muito interessantes a citar:

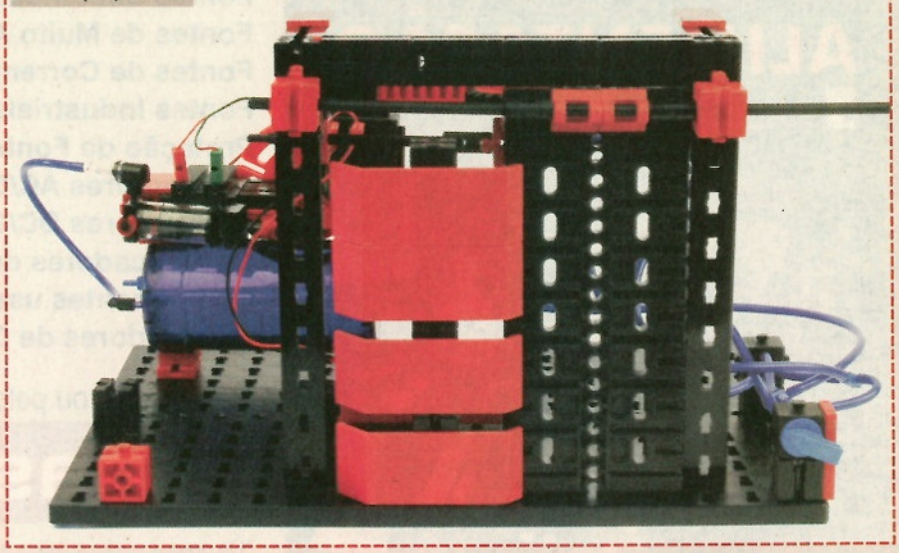
- As peças são intercambiáveis entre os diversos kits, sejam eles de pneumática, robótica, mecânica pura, etc;
- Grande precisão no encaixe das peças, permitindo movimentos macios, precisos, e após a finalização do projeto, o mesmo pode ser movido e/ou transportado sem maiores problemas, pois as peças não se soltam com facilidade;
- O mini compressor de ar gera uma pressão considerável, o autor conseguiu mover um peso de mais de 300 gramas com um único pistão;
- Entre outras.

Ok, vamos então à demonstração da montagem do nosso portão deslizante. O protótipo montado pode ser visto na **figura 1**.

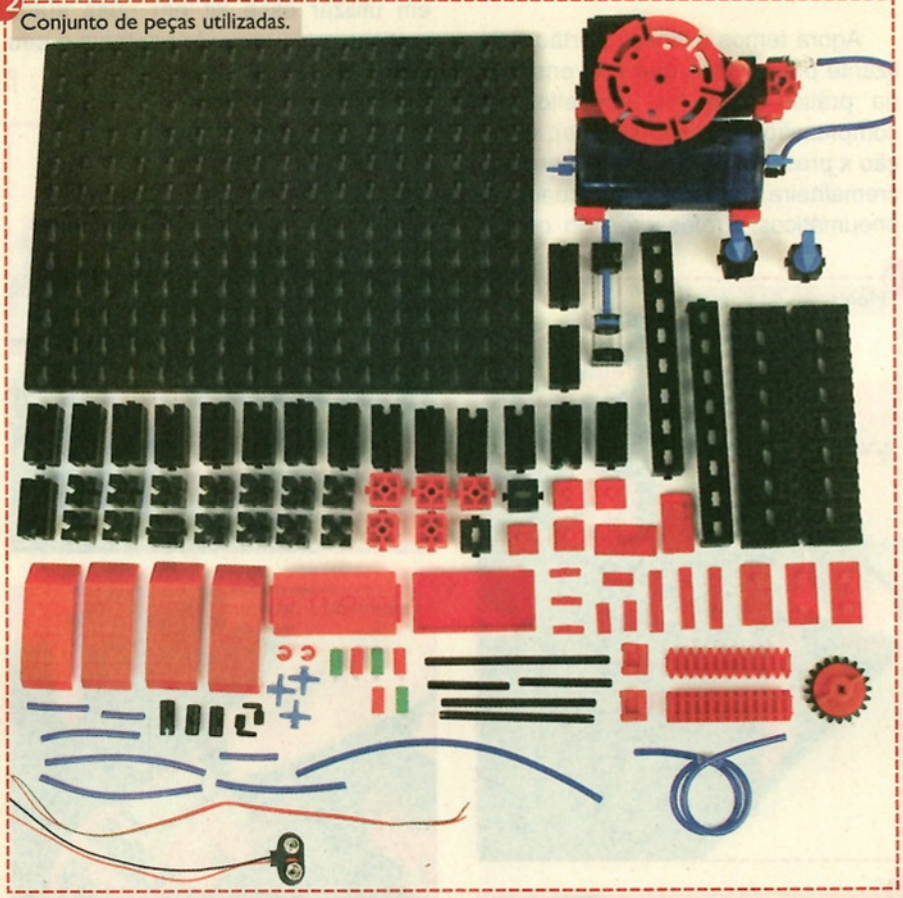
Na **figura 2** observamos o conjunto de peças utilizadas nesta montagem.

Começamos com a unidade pneumática que é um mini compressor de ar que funciona com incrível perfeição. Ele é mostrado na **figura 3**. Não iremos mostrar aqui esta montagem pois ela já foi vista em detalhes na revista Mecatrônica Fácil Nº 20 no artigo escrito pelo colega Luiz Henrique C. Bernardes.

1 Protótipo pronto.



2 Conjunto de peças utilizadas.



Deixemos o mini compressor reservado por enquanto e vamos partir para a base de fixação das peças. A **figura 4** ilustra a base e as peças inicias sendo inseridas na mesma.

Na **figura 5** podemos verificar as barras laterais e a trave de fixação do portão.

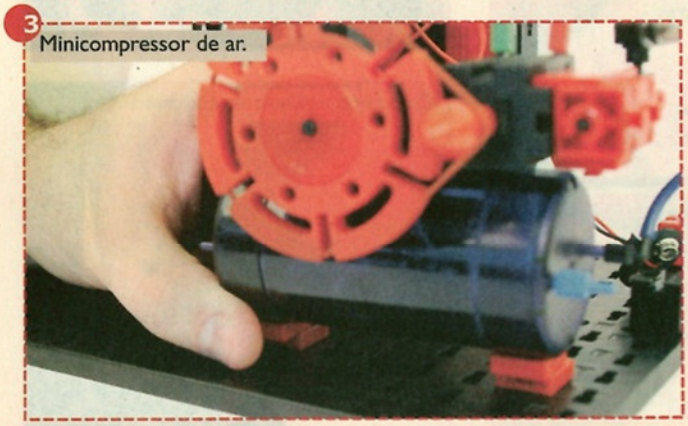
Continuamos com a fixação das barras posteriores do portão **(figura 6)** e daqui em diante já podemos inserir então a cremalheira nestas barras **(figura 7)**, notem que foram também inseridos o pistão e a engrenagem que se acopla às cremalheiras.

A **figura 8** ilustra a parte fixa do portão que será posteriormente montado a base. Vejam na **figura 9** a montagem do portão móvel e notem que ele possui a segunda metade da cremalheira de acionamento. Na **figura 10** podemos ver o portão sendo inserido em seu devido lugar.

Pois bem, até aqui já fizemos todas as partes puramente mecânicas da maquete, iremos então partir para a parte elétrica do compressor. A **figura 11** ilustra a montagem de um dos plugs de conexão elétrica. A **figura 12** nos mostra a forma de conexão da chave liga/desliga e também do motor.

Para alimentar o motor do compressor podemos utilizar uma bateria de 9V, a **figura 13** mostra a conexão da mesma em seu "clip" e a **figura 14** indica a forma de instalação da mesma em sua caixinha e posterior conexão à base do protótipo.

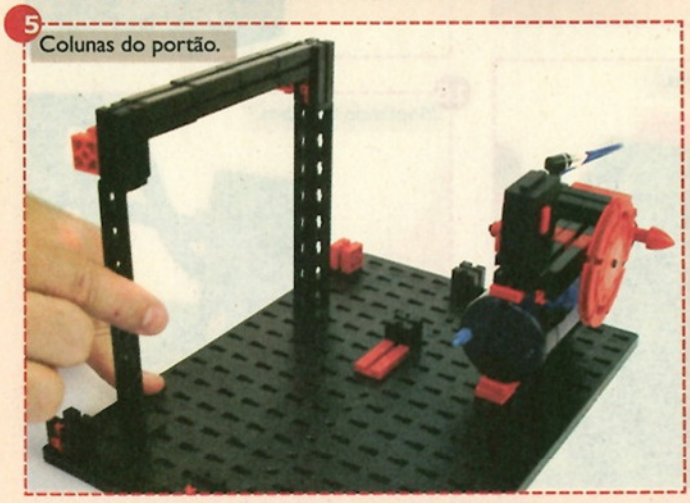
3 Minicompressor de ar.



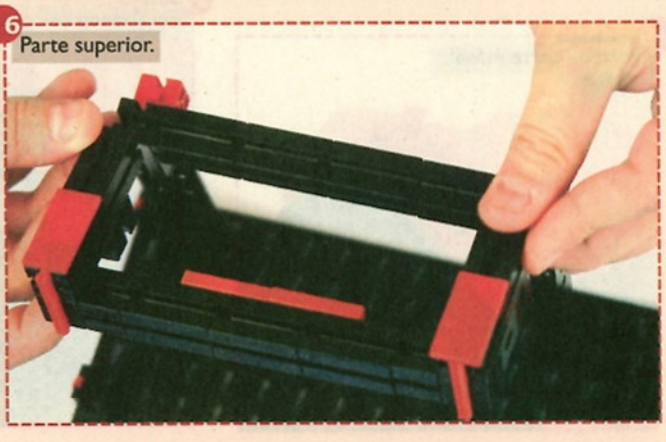
4 Base com as peças iniciais.



5 Colunas do portão.



6 Parte superior.

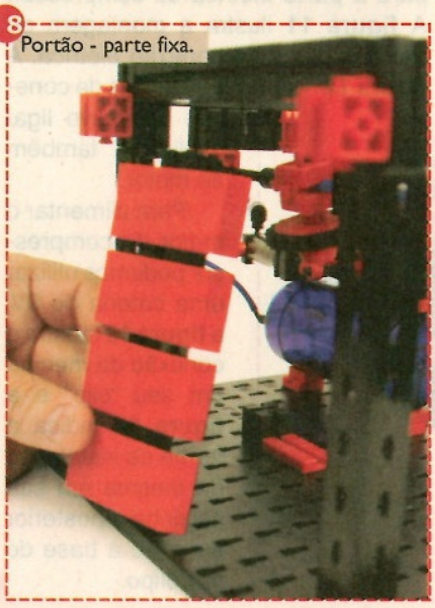


Agora vamos ao setor pneumático. Na **figura 15** é exibida a colocação das válvulas de controle do portão, usamos duas pois uma delas abre o portão e a outra o fecha. Finalmente montamos a tubulação responsável por transportar o ar gerado no mini compressor para as válvulas e pistões. A tubulação pode ser vista na **figura 16**. Por último encaixamos o compressor em seu devido lugar na base, que pode ser visto na figura de abertura deste artigo.

7 Pistão, engrenagem e cremalheira.



8 Portão - parte fixa.



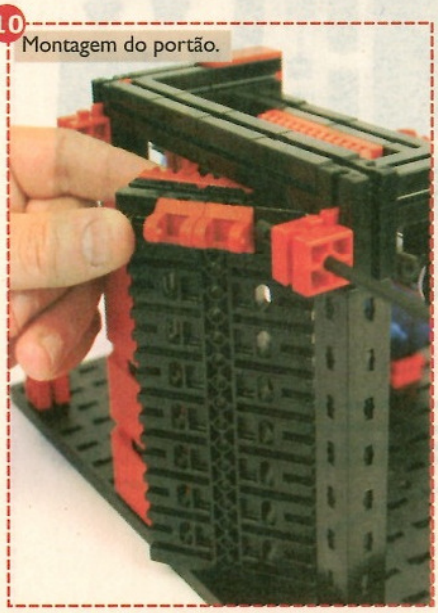
9 Portão - parte móvel.



CONCLUSÃO

Agora temos o nosso portão deslizante pneumático que nos ensinará na prática sobre os conceitos de compressão e transporte de ar, vedação x pressão, conjunto engrenagem/cremalheira, válvulas e atuadores pneumáticos. Professores do ensino fundamental e técnico podem pensar em utilizar esse kit em suas aulas práticas enriquecendo bastante o seu conteúdo.

10 Montagem do portão.



11 Parafusando os conectores.



12 Encaixando os conectores.



13 Encaixando a bateria no clip.



14 Embutindo a bateria.



15 Colocando a válvula de comando.



16 Montando os tubos.





AMBIENTES



OBJETOS



PRODUTOS



PERSONAGENS

+ WEB SITES
MODELOS 3D
CD-ROM
FOLDERS

CRICKETDESIGN.COM.BR
TEL: (11) 6195-5334

CRICKET DESIGN

Sistema DAD - Parte 1

Aquisição de dados via porta serial com PIC12F629/675

Controle e monitore dispositivo eletro-eletrônico através do seu computador



Este artigo propõe módulos de aquisição integrados que permitem o controle e monitoramento de dispositivos eletro-eletrônicos remotos a partir de um computador pessoal. Com os módulos aqui descritos é possível controlar LEDs, solenóides, relés, motores de passo, motores DC, servomotores, gerar sinais analógicos, e também monitorar potenciômetros, sensores, chaves, e tudo mais que sua criatividade imaginar.

Afonso F. Miguel*

O curso de graduação em Engenharia de Computação da PUC-PR promove regularmente projetos integrados entre disciplinas **[1]**. Estes projetos geralmente envolvem atividades de programação, eletrônica digital e analógica, controle e montagem mecânica. Porém, em muitos casos os alunos envolvidos estão em semestres iniciais do curso, não tendo ainda grande experiência com eletrônica. Deste impasse surgiu a idéia de desenvolver módulos que permitissem a "prototipação" rápida de sistemas controlados através da porta serial do microcomputador.

O QUE É A AQUISIÇÃO DE DADOS VIA PORTA SERIAL?

Segundo o ONTRAK **[2]**, aquisição de dados via porta serial é um método alternativo de aquisição de dados e controle de dispositivos remotos utilizando a simples porta serial de computador. Neste processo, comandos na forma de texto são trocados entre os dispositivos. Como vantagens deste processo de controle e aquisição, podemos destacar:

- Não são necessárias placas adicionais no computador;
- Baixo custo;
- O dispositivo controlador fica próximo do ponto a ser controlado;
- Independente da plataforma (Windows, Linux, Mac, etc.) e da linguagem de programação (VC++, Visual BASIC, Pascal, BASIC, etc.);
- Não há necessidade de *drivers* específicos para o controle;
- Possibilidades para controle remoto por *modem* ou Internet;
- Baixo risco de danos ao PC.

Entre as desvantagens destes módulos apresentados, podemos citar:

- Baixa taxa de amostragem e comunicação: pelo fato do microcontrolador empregado não possuir portas seriais implementadas em hardware, toda comunicação é emulada por software, limitando a taxa de comunicação a 1200 bps;
- Exige uma fonte externa.

O SISTEMA

O sistema DAD é composto de módulos integrados. A escolha de quais módulos utilizar bem como o número destes para a composição do sistema é totalmente configurável conforme as necessidades da aplicação.

Três são os módulos principais:

- ***M0 - Controladora de Motor de Passo***: Módulo capaz de controlar um motor de passo. Com este módulo, todo o processo para controle das fases dos motores fica transparente, permitindo ao desenvolvedor voltar sua preocupação apenas para a aplicação;
- ***M1 - Controladora PWM***: Módulo capaz de controlar até quatro motores DC ou servomotorores (como os utilizados em radiocontrole). Com este módulo, o desenvolvedor pode não apenas ligar e desligar motores, mas controlar seu sentido de rotação e velocidade;
- ***M2 - Controladora E/S***: Módulo capaz de atuar em chaves, LEDs, solenóides, relés, motores DC, bem como monitorar chaves, sinais digitais, e grandezas analógicas (potenciômetros, sensores, tensão, etc).

Os módulos citados foram desenvolvidos usando-se os microcontroladores PIC12F629 e PIC12F629 **[3]** (já utilizados em projetos anteriores) e que apresentam as seguintes características:

- **Baixo custo:** Estes microcontroladores pertencem a uma série de baixo custo desenvolvida pela Microchip;
- **Fácil aquisição:** Atualmente vários dispositivos eletrônicos (alarmes, por exemplo) já empregam este microcontrolador, facilitando sua localização nas lojas eletrônicas;
- **Dimensões reduzidas:** Por possuírem apenas 8 pinos, são dos menores microcontroladores do mercado;
- **Oscilador integrado:** Estes microcontroladores já possuem dentro de seu invólucro um oscilador calibrado de fábrica, dispensando assim a necessidade de um cristal oscilador;
- **Fácil programação:** Para sua programação podemos utilizar o PROGPIC II **[4]**, apresentado na **Mecatrônica Fácil Nº 13**. Recentemente, o software IC-PROG **[5]** foi atualizado para permitir a programação deste microcontrolador.

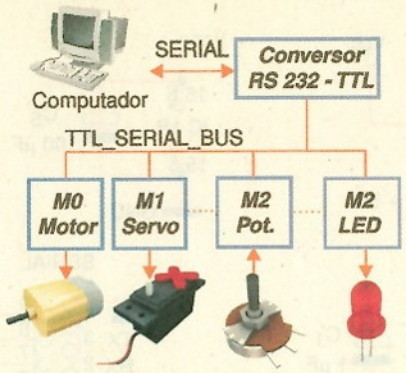
Além dos módulos citados acima, alguns circuitos adicionais são necessários para suporte:

- *Fonte de alimentação;*
- *Conversor RS-232 - TTL;*
- *Etapas de potência.*

Por questões de organização e clareza, este artigo foi dividido em quatro partes, sendo que nesta primeira apresentaremos a idéia geral do projeto, bem como a construção do módulo conversor RS-232-TTL necessário. Nas edições seguintes, serão apresentados os módulos M0, M1 e M2. A **figura 1** mostra um exemplo de configuração do sistema.

Nesta figura vemos o computador enviando e recebendo comandos através da porta serial. Estes comandos passam pelo módulo conversor RS-232–TTL que adapta o sinal dos níveis de tensão do padrão RS-232 (+12V ~ -12V) para TTL (0V ~ 5V). Uma vez convertidos para os níveis TTL, estes comandos são enviados através de uma única linha (TTL_SERIAL_BUS) para todos os módulos.

1 Exemplo de configuração.



O módulo de destino reconhece o comando, interage com o dispositivo externo (motor, sensor, LED, etc.) e retorna uma confirmação para o computador. Para isto, cada módulo possui um identificador (nome) único (*motor*, *servo*, *pot*, *led*), que é configurável pelo usuário no momento da construção do sistema. Este item será melhor explicado nas edições seguintes.

Uma grande facilidade nestes módulos, é que tanto os identificadores como os comandos utilizados são textos, permitindo controlá-los com ou sem um programa de computador desenvolvido pelo usuário. Desta forma, podemos controlá-los a partir de um *software* como *HyperTerminal* ou até mesmo por um programa desenvolvido em BASIC, Borland C, Visual C++, LabView, etc.

Nas edições seguintes mostraremos alguns exemplos de programas desenvolvidos em Visual Basic interagindo com estes módulos. No *site* Projetos Integrados [1] podemos ver algumas aplicações desenvolvidas por alunos do curso de Engenharia da PUCPR.

PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO

Todo este projeto foi diagramado no software EAGLE da empresa CADSOFT **[6]**, que tem uma versão *freeware*. Os diagramas elétricos e as placas de circuito impresso aqui mostradas são apenas sugestões. Se desejar, você pode fazer *download* no *site* da **Mecatrônica Fácil** e modificar tanto os diagramas quanto as placas apresentadas.

Conversor RS232 – TTL

O módulo conversor RS-232 – TTL tem como principal componente o circuito integrado MAX232 **[7]**. A **figura 2** mostra o diagrama esquemático deste módulo.

Neste diagrama vemos a entrada SERIAL (a ser conectada ao computador) e a saída TTL_SERIAL_BUS (para os módulos). Observe neste diagrama que os sinais RX e TX da porta serial são convertidos para o padrão TTL e em seguida misturados no pino 2 do conector TTL_SERIAL_BUS. Desta forma, apesar da porta serial ser *FULL-DUPLEX*, a comunicação com os módulos é *HALF-DUPLEX*.

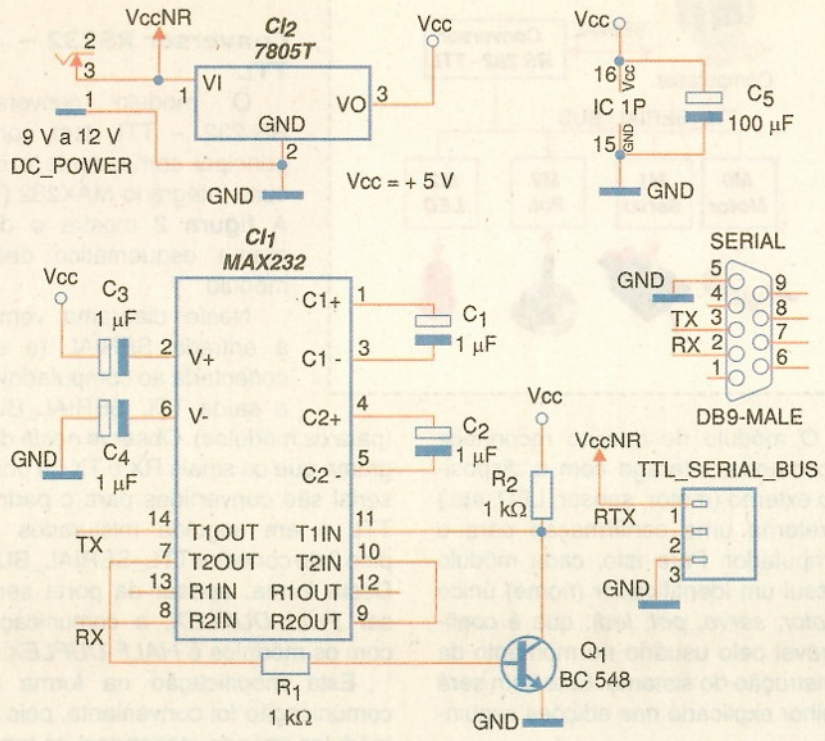
Esta modificação na forma de comunicação foi conveniente, pois os módulos apenas respondem as requisições do computador, reduzindo o número de linhas para o transporte dos dados entre os módulos.

A alimentação deste circuito é feita com uma tensão de 9 a 12 V externa, sendo regulada para 5 V através de CI_2 **[8]**. Durante a fase inicial dos testes, é recomendado observar a temperatura deste componente, instalando, se necessário, um dissipador de alumínio. Esta alimentação também é enviada através do sinal TTL_SERIAL_BUS, permitindo que os módulos possam ser alimentados por este mesmo conector.

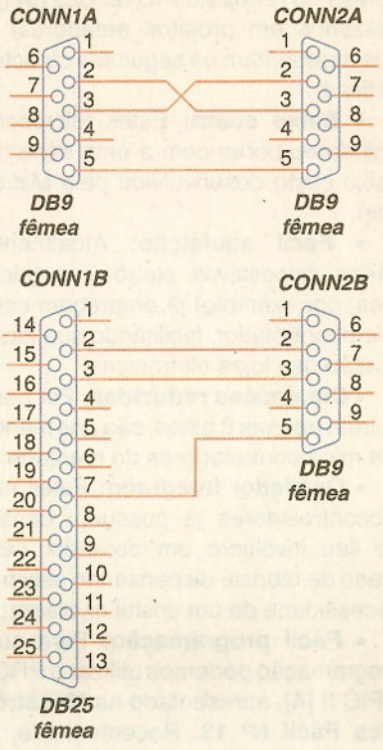
O cabo para a conexão entre o computador e o módulo RS-232-TTL é exibido na **figura 3**. Nesta figura vemos duas opções de cabo serial. O primeiro é para computadores com conector serial com 9 pinos (DB9) e o segundo para computadores com conector serial com 25 pinos (DB25).

Na **figura 4** podemos ver uma sugestão de placa de circuito impresso. É recomendado ter os componentes antes de fazer a placa, pois ligeiras mudanças no tamanho poderão ocorrer. Observe que a figura mostra a face inferior (já invertida). Na **figura 5** temos a mesma placa com os componentes (vista superior).

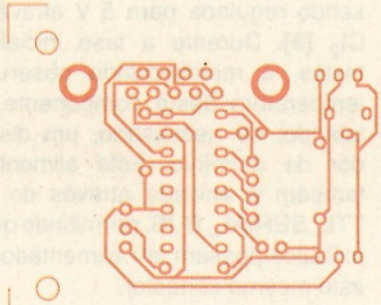
2 RS-232 – TTL.



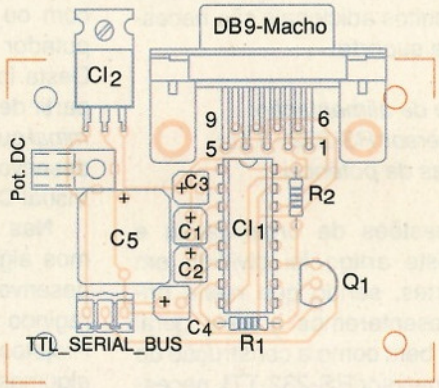
3 Opções de cabos.



4 Trilhas da placa de circuito impresso (vista inferior).



5 Placa de circuito impresso com os componentes.



Testando o conversor RS-232 – TTL

1. Conecte o módulo alimentado a uma porta serial do computador;

2. Abra o software *HyperTerminal* que geralmente está no menu *Acessórios/Comunicações* (caso não esteja instalado, instale-o a partir do CD do Windows) - **figura 6**;

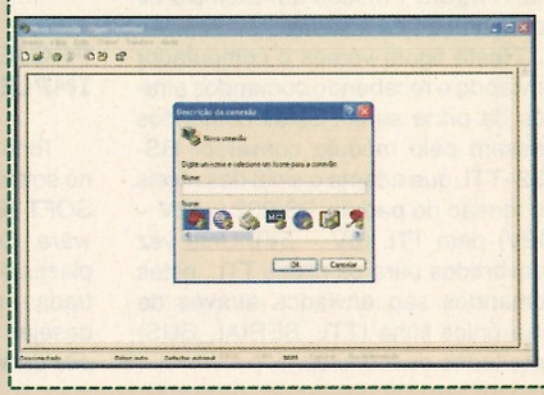
3. Configure uma conexão com a porta serial usada conforme os parâmetros da **figura 7** e pressione OK;

4. Se estiver tudo certo, ao digitar qualquer letra, esta deverá ser exibida na tela. Caso não apareça nada, revise as ligações e a alimentação do circuito.

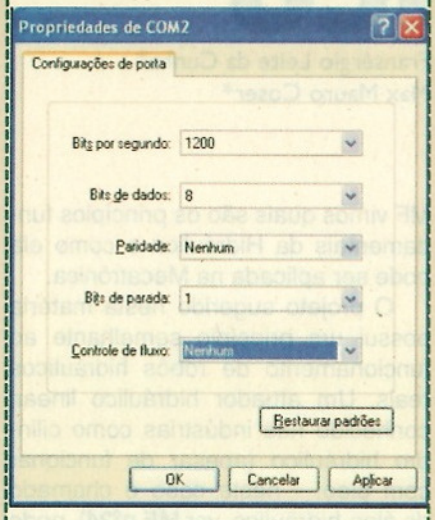
CONCLUSÃO

Neste artigo vimos a importância de módulos de aquisição de dados e pudemos apresentar a primeira

6 HyperTerminal.



7 Configuração do HyperTerminal.



parte do projeto, que consiste na interface RS-232 - TTL. Nas próximas edições construiremos os módulos que permitirão controlar e monitorar os diversos dispositivos mencionados. Até lá! f

www.mecatronicafacil.com.br

No *site* da revista é possível acessar o layout da placa de circuito impresso sugerida.

*Afonso F. Miguel é professor do curso de Engenharia de Computação da PUC do Paraná.

Lista de material:

Módulo Conversor RS-232 – TTL (Figura 2)
CI_1 – Circuito Integrado - MAX 232;
CI_2 – Regulador de tensão - 7805;
Q_1 – Transistor de uso geral - BC548;
R_1, R_2 – Resistor - 1kΩ;
C_1, C_2, C_3, C_4 – Capacitor Eletrolítico – 1µF x 16V;
C_5 – Capacitor Eletrolítico – 100 µF x 16V;
DB9-MALE – Conector DB 9 pinos macho em L (para placa de circuito impresso);
DC-POWER – Conector de alimentação para eliminador de bateria.

Cabo DB9 x DB9 (Figura 3)
2 m de cabo flexível com pelo menos 3 vias;
CONN1A, CONN2A - Conector DB 9 pinos fêmea com capa.

Cabo DB25 x DB9 (Figura 3)
2 m de cabo flexível com pelo menos 3 vias;
CONN1B - Conector DB 25 pinos fêmea com capa;
CONN2B - Conector DB 9 pinos fêmea com capa.

Outros
Fonte de alimentação externa – 9 V x 1 A.

Referências Bibliográficas

1. MIGUEL, Afonso. **Projetos Integrados.** [*online*] Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.icet.pucpr.br/afonso/Graduacao/ProjetosIntegrados/projetosintegrados.htm. Arquivo capturado em 18 de julho de 2005.

2. ONTRAK. **What is Serial Based Data Acquisition?.** [*online*] Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.ontrak.net/data_acq.htm. Arquivo capturado em 18 de julho de 2005.

3. MICROCHIP. **PIC12F629 Device.** [*online*] Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.microchip.com. Arquivo capturado em 18 de julho de 2005.

4. SOARES, Márcio José. **Gravador de PIC PROGPIC II.** Mecatrônica Fácil Nº 13 – Novembro/Dezembro 2003 – Página 42 – Editora Saber.

5. GIJZEN, Bonny. **IC-Prog Prototype Programmer.** [*online*] Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.ic-prog.com/. Arquivo capturado em 18 de julho de 2005.

6. CADSOFT. **Eagle freeware.** [*online*] Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.cadsoft.de/freeware.htm. Arquivo capturado em 18 de julho de 2005.

7. DALLAS Semiconductor MAXIM. **MAX232 +5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers.** [*online*] Disponível na Internet via WWW. URL:http:/pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/MAX220-MAX249.pdf. Arquivo capturado em 18 de julho de 2005.

8. NATIONAL Semiconductor. **LM7805C - 5 Volt Regulator.** [*online*] Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.national.com/pf/LM/LM7805C.html. Arquivo capturado em 18 de julho de 2005.

Complete sua coleção
ELETRÔNICA TOTAL
Adquira as edições anteriores da revista Eletrônica Total através do site:
www.sabermarketing.com.br
ou pelo telefone: (11) 6195-5330





















Robô Hidráulico

Fransérgio Leite da Cunha*
Max Mauro Coser*

Este é um projeto simples que envolve conceitos de várias disciplinas e simula o funcionamento básico de um robô manipulador real, o que é bem interessante do ponto de vista didático.

Um robô cujos atuadores (componentes que fazem as partes de um robô se movimentarem) são cilindros hidráulicos é projetado para funcionar onde robôs com motores elétricos não são aplicáveis ou seriam muito caros como, por exemplo, robôs para manutenção de redes elétricas "vivas" de alta tensão (redes vivas significam "ligadas"), como os robôs teleoperados do projeto ROBTET, da Universidade Politécnica de Madrid (**figura 1**), fabricados pela Kraft TeleRobotics.

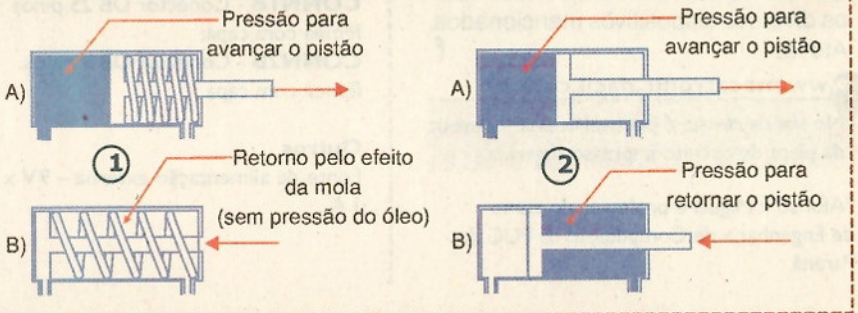
Mas, por quê? Simplesmente porque nesta aplicação o campo magnético resultante da rede elétrica atrapalharia o funcionamento e o controle dos robôs. Outras aplicações também usam atuadores hidráulicos, entre elas, os robôs para trabalhos em ambientes que não podem ter "faíscas" para não causar explosões; robôs submersos e etc. Na **edição nº 24** da MF vimos quais são os princípios fundamentais da Hidráulica e como ela pode ser aplicada na Mecatrônica.

O projeto sugerido nesta matéria possui um princípio semelhante ao funcionamento de robôs hidráulicos reais. Um atuador hidráulico linear, conhecido nas indústrias como cilindro hidráulico (apesar de funcionar com óleo! - neste caso é chamado de óleo-hidráulico, ver **MF nº24**), pode funcionar de duas maneiras básicas (**figura 2**):



1 Plataforma do projeto ROBTET, com dois robôs hidráulicos teleoperados.

2 I) Cilindro de simples ação. 2) Cilindro de dupla ação.
A) Avanço do pistão. B) Retorno do pistão.





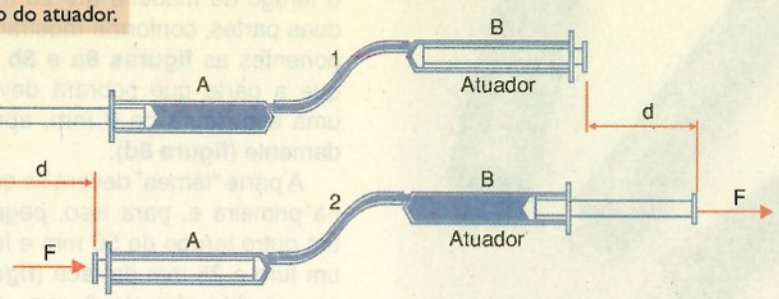
- Simples ação
- Dupla ação.

O cilindro de simples ação possui uma mola para retornar o pistão quando o sistema não estiver pressurizado (**figura 2.1**), e o de dupla ação necessita que se aplique uma pressão para que o cilindro retorne (**figura 2.2**). Provavelmente, vocês já devem ter visto estes atuadores em funcionamento em escavadeiras e tratores - são os mesmos. Em nosso projeto utilizaremos seringas descartáveis no lugar dos cilindros hidráulicos.

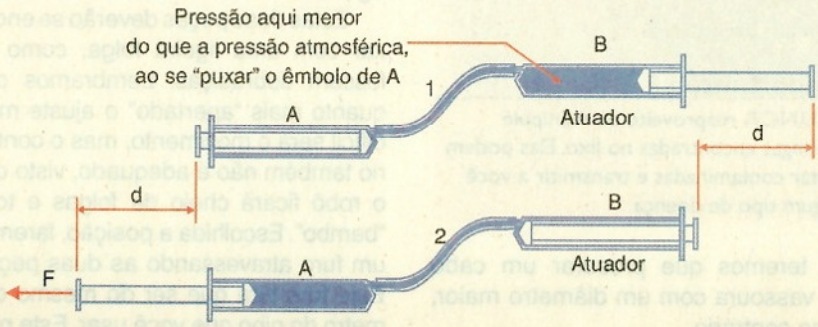
A principal diferença é que nosso atuador feito com seringa não se enquadra em nenhuma destas duas definições. O funcionamento dele pode ser visto nas **figuras 3** e **4**.

Quando colocamos duas seringas cheias de água (sem bolhas de ar! O ar é compressível! - ver a **MF nº1** - trataremos deste assunto mais

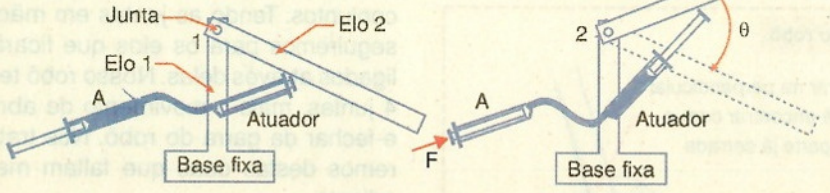
3 Avanço do atuador.



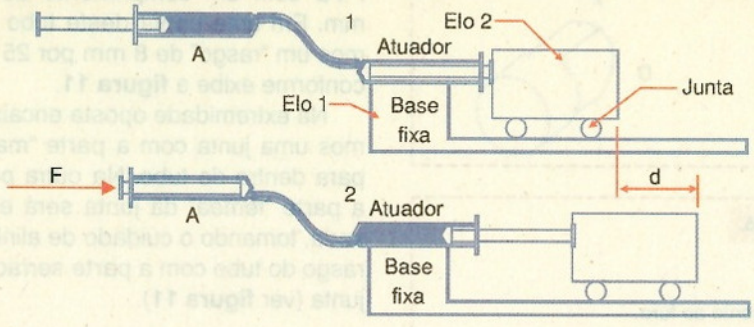
4 Retorno do atuador.



5 Movimento de rotação.



6 Movimento de translação.



adiante), uma ligada à outra por meio de uma mangueira flexível, e "apertamos" o êmbolo da seringa A (**figura 3**), que neste caso pode ser considerada nossa "bomba", a seringa B (que chamaremos de atuador) automaticamente irá avançar o seu êmbolo com a mesma força e distância aplicada (somente se as seringas forem idênticas!).

Para retornar o êmbolo do atuador basta "puxar" o êmbolo da seringa A, criando uma "depressão". Como a pressão no interior da seringa "atuador" será menor do que a pressão atmosférica, ela retornará seu êmbolo com as mesmas condições que forem aplicadas no êmbolo da seringa A (**figura 4**).

Na **Edição nº7** vimos como construir um robô manipulador "elétrico" e também como robôs deste tipo possuem juntas e elos. Os elos são as partes estruturais do robô, como nossos ossos do braço, e as juntas podem ser comparadas às articulações que ligam pelo menos dois ossos.

Para movimentar um elo do nosso robô hidráulico devemos utilizar o seguinte conceito: a seringa que será o atuador ficará com a sua ponta fixa no elo 1, como na **figura 5**. A extremidade do seu êmbolo ficará fixa no elo 2. Ao aplicar uma força na seringa A, o atuador provocará assim uma rotação do elo 2, graças à sua junta e à maneira de como está ligado ao elo 1. Esta junta é conhecida como junta rotacional.

Outros movimentos serão possíveis de realizar, bastando fazer uma mudança na configuração da junta para podermos transformar o movimento de rotação em um movimento linear (ou de translação), veja o exemplo mostrado na **figura 6**. Este tipo de junta é conhecido como junta prismática. Em nosso projeto mostraremos como esta idéia será aplicada.

CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Para este projeto usaremos materiais de baixo custo, que podem ser encontrados, por exemplo, em sucatas, ou mesmo restos de materiais de construção civil, como conduítes e tubos de PVC (de 1, ½ e ¾ polegadas). Além destes materiais, precisaremos também de um cabo de vassoura, seringas novas de 20 ml (compradas em qualquer farmácia - sem as agulhas!), tubo de plástico compatível com o bico das seringas, suporte para conduítes (aqueles usados como braçadeiras que fixam o conduíte na parede), parafusos de vários tipos e diâmetros, pregos e pedaços de chapas de plástico.

Um exemplo dos materiais que utilizaremos pode ser visto na **figura 7**. Além destes materiais, precisaremos de algumas ferramentas, como uma furadeira, um arco de serra, lixas, chaves de fenda, estilete, alicates e etc.



7 Materiais básicos utilizados.

Importante:
NUNCA reaproveite ou manipule seringas encontradas no lixo. Elas podem estar contaminadas e transmitir a você algum tipo de doença.

O primeiro passo será construir as juntas de rotação. Para isso tomaremos o cabo de vassoura e o serraremos com um comprimento de 50 mm, a partir de uma ponta. A junta terá que se encaixar nos tubos de ¾ de polegada, de forma que teremos que lixá-la, caso seu diâmetro seja maior do que o diâmetro interno do tubo, ou teremos que procurar um cabo de vassoura com um diâmetro maior, caso contrário.

A junta será composta de duas partes: a parte "macho" e a "fêmea". Para a parte "macho" iremos serrar o tarugo de madeira até 20 mm, em duas partes, conforme mostram componentes as **figuras 8a** e **8b**, sendo que a parte que sobrará deverá ter uma espessura de 8 mm, aproximadamente (**figura 8d**).

A parte "fêmea" deverá se encaixar na primeira e, para isso, pegaremos um outro tarugo de 50 mm e faremos um furo a 25 mm da face (**figura 9a**) com o diâmetro de 8 mm. Após a furação, serraremos duas vezes até encontrar o furo, conforme indica a **figura 9b**.

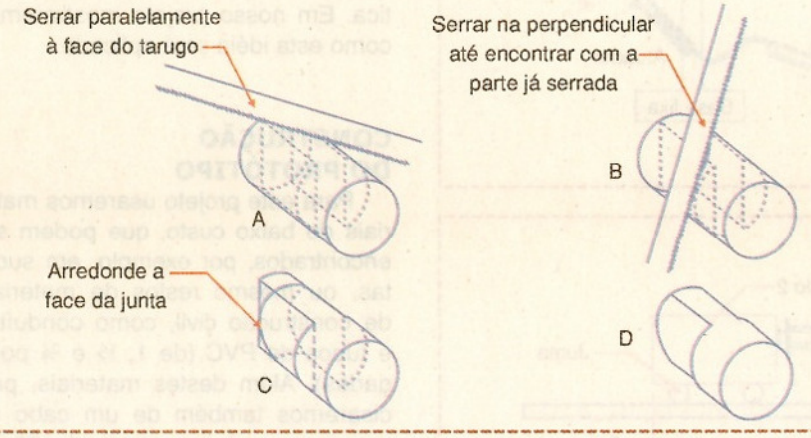
Estas duas peças deverão se encaixar com uma ligeira folga, como se fossem dobradiças. Lembramos que quanto mais "apertado" o ajuste mais difícil será o movimento, mas o contrário também não é adequado, visto que o robô ficará cheio de folgas e todo "bambo". Escolhida a posição, faremos um furo atravessando as duas peças. Este furo terá que ser do mesmo diâmetro do pino que você usar. Este pino pode até mesmo ser um prego cortado (como o que nós utilizamos em nosso projeto - **figura 10**).

Teremos que construir dois destes conjuntos. Tendo as juntas em mãos, seguiremos para os elos que ficarão ligados através delas. Nosso robô terá 4 juntas, mais o movimento de abrir-e-fechar da garra do robô. Nós trataremos destas duas que faltam mais adiante.

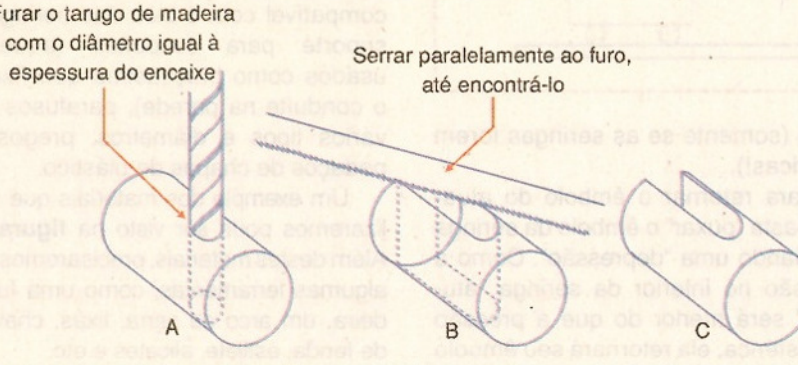
Para o elo que terá as duas juntas acopladas (elo 4) serraremos um tubo de ¾ de polegada (ou conduíte) de PVC com um comprimento de 190 mm. Em uma ponta deste tubo faremos um "rasgo" de 8 mm por 25 mm, conforme exibe a **figura 11**.

Na extremidade oposta encaixaremos uma junta com a parte "macho" para dentro do tubo. Na outra ponta, a parte "fêmea" da junta será encaixada, tomando o cuidado de alinhar o rasgo do tubo com a parte serrada da junta (ver **figura 11**).

8 Esquema de construção da parte "macho" da junta do robô.

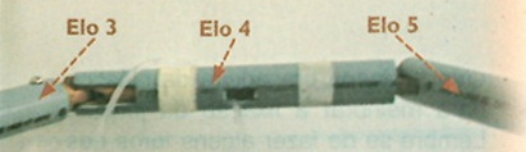


9 Esquema de construção da parte "fêmea" da junta do robô.

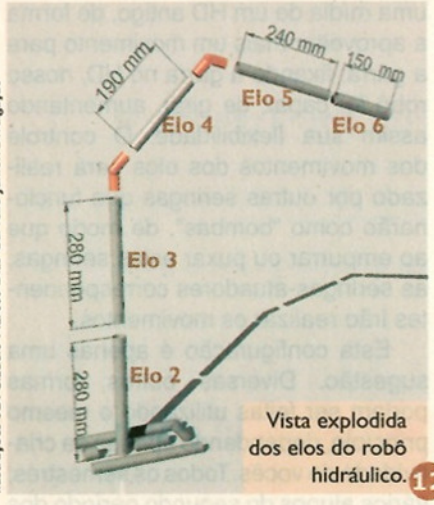


10 Montagem final da junta do robô.





11 Elos 3, 4 e 5 (da esquerda para direita) já acoplados, mostrando um rasgo para passagem da mangueira.



Vista explodida dos elos do robô hidráulico. 12

Ilustrações 3D: Claudio Marcos Dias Curvello Júnior/Divulgação

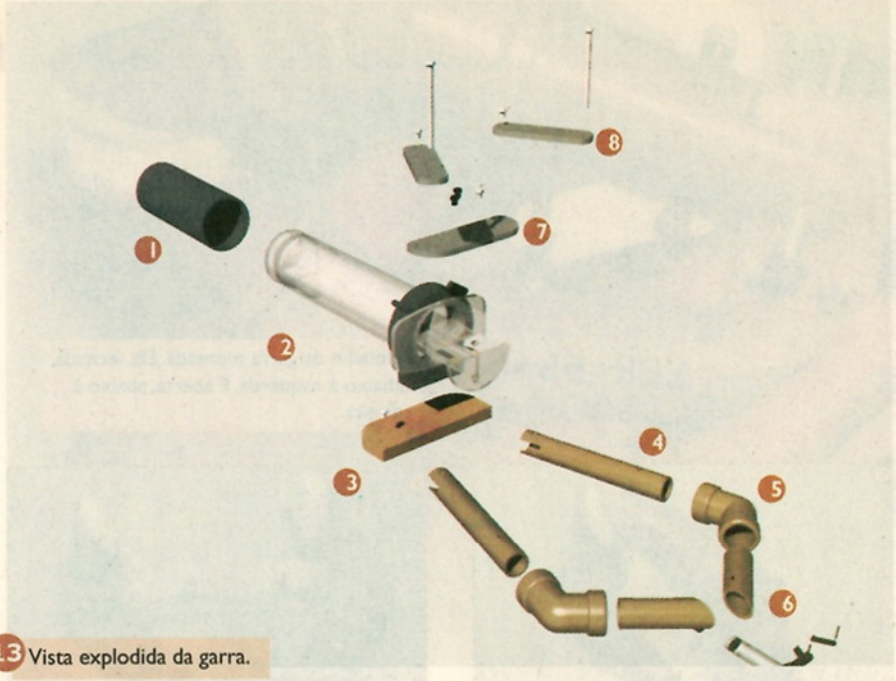
Usaremos mais dois tubos de ¾ de polegada, um com 240 mm e outro com 280 mm. Estes dois elos serão acoplados ao elo que fizemos anteriormente através das duas juntas de madeira, observe a **figura 11**, lembrando que o elo 5 terá o mesmo rasgo do elo 4. Você poderá usar um parafuso para fixar os elos nas juntas.

O elo 2 será feito com um tubo de 1 polegada com um comprimento de 280 mm, pois o elo 3 será encaixado nele e a junta resultante será do tipo prismática, conforme dissemos anteriormente. No elo 3 deveremos colocar um pedaço do cabo de vassoura na sua outra extremidade para fixarmos um êmbolo de uma seringa (veremos mais adiante).

Um outro tubo de 1 polegada deverá ser serrado com 150 mm de comprimento e será usado como o "punho" do robô. Uma base (elo 1) também pode ser feita com tubos, conforme mostra a vista explodida apresentada na **figura 12**.

CONSTRUÇÃO DA GARRA

Agora construiremos a garra do nosso robô. Ela terá uma configuração conforme ilustra sua vista explodida (**figura 13**).



13 Vista explodida da garra.

Nela, a seringa (2) ficará inserida quase que totalmente no punho do robô (1), tendo somente um suporte de conduíte peso à sua base. Uma peça de plástico (7) será fixada ao êmbolo através de parafusos, e uma peça de madeira "MDF" (3) igualmente ao suporte de conduíte através de parafusos. Por sua vez, dois pequenos pedaços de tubos de PVC de ½ polegada (4), com rasgos em suas extremidades, usarão a peça 3 como base de giro, para isso serão fixadas com dois parafusos que não deverão ser muito apertados para permitir que elas se movimentem. Duas peças de plástico (8) servirão como alavancas e se prenderão às peças 4 e 7.

Ao injetar o líquido na seringa, o êmbolo irá se movimentar para frente e, conseqüentemente, a peça 7 forçará, através da peça 8, que os dedos da garra se abram. Para completar os dedos, utilizamos dois joelhos de 45º graus (5) e mais dois pequenos pedaços de tubo (6). O resultado final da montagem da garra pode ser visto nas **figuras 14** e **15**.

Finalmente devemos lembrar de conectar uma mangueira de pequeno diâmetro à saída da seringa, e esta deverá "sair" por um furo feito no elo 4. Após a construção da garra, conecte-a ao punho do robô. A garra, totalmente montada, terá o aspecto exibido na **figura 15**.



14 A garra do nosso robô.

As **figuras 15a** e **15b** mostram a garra fechada e aberta respectivamente.

CONEXÃO DOS ATUADORES AOS ELOS

Para realizarmos os movimentos dos elos precisamos fixar as seringas neles. Para isso, usaremos os suportes de conduítes (**figura 16**) e pedaços de plástico. Com este material construiremos algumas dobradiças. Cortando pequenos retângulos com um plástico não muito fino, como aqueles usados em potes de mantimentos, fixaremos dois destes suportes através de parafusos "auto-atarraxantes", com um comprimento máximo de 3 mm, conforme mostra a **figura 17**. Você deverá construir três destas dobradiças.

O próximo passo é fixar um suporte de conduíte na base um êmbolo, usando o mesmo plástico anterior. Use também parafusos auto-



15 Detalhe da garra montada. Ela, fechada, abaixo à esquerda. E aberta, abaixo à direita.





atarraxantes e, se necessário, algum tipo de cola. Faça isso em três êmbolos. O resultado pode ser visto na **figura 18**.

Agora é só montar as dobradiças e as seringas. Uma parte da dobradiça ficará fixa aos elos, e a outra às seringas, da mesma forma que a parte do êmbolo e o suporte fixo a ele. Esta montagem é apresentada na **figura 19**.

16 Suporte de conduíte.



17 Dobradiça que unirá as seringas aos tubos de PVC.



Pode ser que suas seringas não sejam do mesmo diâmetro dos suportes de conduíte, neste caso serre pedaços de tubo para servir de adaptação (**figura 20**).

Existe neste projeto uma seringa que deve ter suas "abas" cortadas e ela ficará interna ao elo 2. Com o êmbolo fixado através de parafusos, ao injetar um líquido em seu interior, o êmbolo empurrará o elo 3 para cima, fazendo com que a junta entre os elos 2 e 3 seja do tipo prismática. Para o elo 3 não sair e nem girar, um pequeno rasgo deverá ser feito e um parafuso servirá como guia deste rasgo (ligará o elo 2 ao 3), veja a **figura 21**.

Após a montagem de todas as peças, devemos ligar as mangueiras às saídas das seringas (**figura 22**). É conveniente, em alguns casos, usar uma pequena braçadeira de plástico para melhorar a fixação da junção. Lembre-se de fazer alguns furos nos tubos para passar as mangueiras e melhorar a estética.

18 Dobradiça entre êmbolo e o suporte de conduíte.



A montagem final do Robô Hidráulico pode ser observada na **figura 23**. Toda a estrutura pode então ser fixada em uma base de madeira, por exemplo, mas nós preferimos fazê-lo em uma mídia de um HD antigo, de forma a aproveitar mais um movimento para a garra: fixando a garra no HD, nosso robô foi capaz de girar, aumentando assim sua flexibilidade. O controle dos movimentos dos elos será realizado por outras seringas que funcionarão como "bombas", de modo que ao empurrar ou puxar estas seringas, as seringas-atuadores correspondentes irão realizar os movimentos.

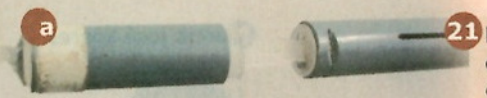
Esta configuração é apenas uma sugestão. Diversas outras formas podem ser feitas utilizando o mesmo princípio, dependendo apenas da criatividade de vocês. Todos os semestres, vários alunos do segundo período dos cursos de Engenharia da UCL (Faculdade do Centro-Leste) realizam uma competição cujo objetivo principal é, além de aplicar seus conhecimentos adquiridos nas disciplinas cursadas até então em uma tarefa prática, ver qual é o melhor projeto entre os



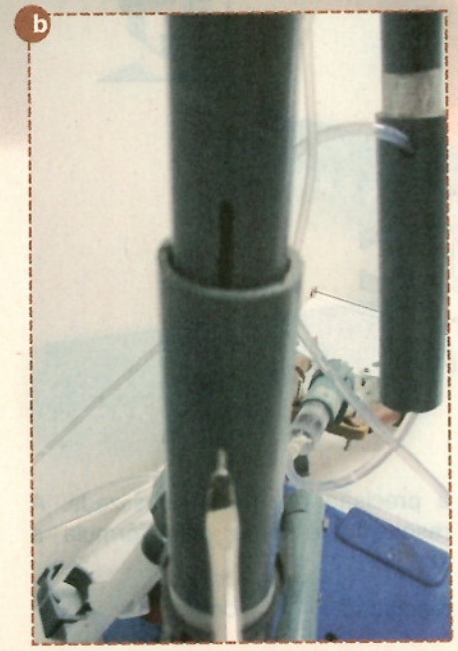
19 Montagem do conjunto de dobradiças e seringas

20 Adaptação do suporte ao diâmetro da seringa.

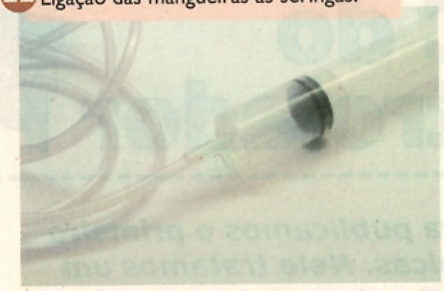




21 Detalhe de montagem dos elos 2 e 3. A) Elo 3 com um êmbolo acoplado através de parafusos e seringa sem as abas. B) Elo 3 (acima) inserido no elo 2 - a seringa está dentro do elo 2 e o parafuso serve como trava para o elo 3 não se desprender.



22 Ligação das mangueiras às seringas.



grupos inscritos. A prova consiste em encaixar três formas geométricas em seus furos correspondentes, no menor tempo possível, tanto na vertical como na horizontal, em um segundo momento.

* O professor Max Mauro Coser é Coordenador de Laboratórios e o professor Fransérgio Leite da Cunha é Coordenador do Curso de Engenharia de Automação e Controle (Mecatrônica) da UCL - Faculdade do Centro Leste.

23 Montagem final do protótipo.



Dicas e sugestões

- Para os comandos de cada seringa não serem confundidos, use anilina para colorir cada sistema com uma cor diferente, assim, você conseguirá distinguir rapidamente cada movimento que deseja realizar;
- Não deixe bolhas de ar no sistema! Como dissemos anteriormente, o ar é compressível e atrapalhará os movimentos e a força de seu robô;
- Caso ele fique muito pesado, use contrapesos para diminuir a força de cada seringa, ou algum meio de "apertar" a mangueira, como aquele utilizado em mangueiras de soro, assim você poderá "travar" seu robô em determinadas posições.
- Cole uma borracha na ponta dos dedos da garra para facilitar a manipulação de objetos lisos;
- Se mesmo com um pedaço de cano o suporte de conduíte ainda fique folgado, use fitas do tipo "crepe" para aumentar o diâmetro dos tubos;
- Empregue sua criatividade e divirta-se! Crie novos movimentos e novos meios de acionar as seringas-bombas como, por exemplo, tentando fazer com que os êmbolos sejam empurrados por algum dispositivo eletromecânico (um motor ou um solenóide).

Mais informações

- Grupo de Robótica do DISAM - Universidade Politécnica de Madrid.
www.disam.upm.es/robotica/proyectos/robtet
- Kraft TeleRobotics Inc.
www.krafttelerobotics.com
- UCL - Faculdade do Centro Leste.
www.ucl.br.

www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no site da revista um vídeo de demonstração do funcionamento.

Eletrônica sem Choques!!!

OS MAIS MODERNOS CURSOS PRÁTICOS À DISTÂNCIA

Aqui está a grande chance de você aprender todos os segredos da eletroeletrônica e da informática.

Preencha, recorte e envie hoje mesmo o cupom abaixo. Se preferir, solicite-nos através do telefone ou fax (de segunda à sexta-feira das 08:00 às 17:30 h)

- *Eletrônica Básica*
- *Eletrônica Digital*
- *Rádio - Áudio - Televisão*
- *Compact Disc*
- *Videocassete*
- *Forno de microondas*
- *Eletrônica, Rádio e Televisão*
- *Eletrotécnica*
- *Instalações elétricas*
- *Enrolamento de motores*
- *Refrigeração e Ar Condicionado*
- *Microprocessadores*
- Software de Base
- *Informática Básica - DOS/Windows*
- *Montagem e Manutenção de Micro*

Em todos os cursos você tem uma CONSULTORIA PERMANENTE!

Occidental Schools®
R. Cesário Ramalho, 783
Fone: (011) 3272-9833
FAX: (011) 3209-7889
01521-000 - São Paulo - SP

MF_25

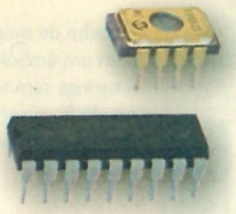
À
Occidental Schools®
Caixa Postal 1663
01059-970 - São Paulo - SP

Solicito, GRÁTIS o Catálogo Geral de cursos

Nome:_____
End.:_____
Bairro:_____
CEP:_____
Cidade:_____ Est.:_____

Medidas Analógicas - II

Como utilizar corretamente o canal ADC do microcontrolador PIC



Márcio José Soares





Na edição nº 18 desta revista publicamos o primeiro artigo sobre Medidas Analógicas. Nele tratamos um pouco sobre conversores ADC e demonstramos alguns sensores analógicos (LDR, PTC, NTC, etc). No presente artigo demonstraremos as configurações necessárias para se utilizar o conversor analógico do microcontrolador PIC Microchip, e nas próximas edições abordaremos novamente o assunto, dessa vez com artigos práticos.

Vivemos em um mundo "analógico". Tudo à nossa volta é analógico. Todas as sensações que podemos experimentar são analógicas (audição, visão, olfato, paladar, tato, etc). E ainda, todas as "grandezas" físicas que se fazem por vezes necessário determinar, também são analógicas (tensão, corrente, temperatura, pressão, etc.).

Porém, os sistemas "informatizados" atuais como computadores, microprocessadores, microcontroladores e micro-sistemas digitais no geral são "digitais". Para "colher" dados do mundo externo com estes sistemas, é preciso conhecer e compreender melhor o funcionamento dos "conversores analógicos" (ADCs).

Estes conversores "transformam" um sinal analógico, variante no tempo, em um sinal digital discreto, passivo de ser "processado" pelos computadores e micro-sistemas digitais atuais.

Para converter um sinal analógico qualquer, o conversor faz algumas amostragens e depois representa a leitura realizada através de um valor equivalente binário (digital), de acordo com a sua precisão. E esta é determinada pelo número de bits que um ADC pode usar em sua escala de conversão. Sendo assim, quanto maior o número de bits dentro da escala de conversão, maior será a precisão do conversor.

Um conversor ADC com 8 bits pode retornar valores dentro da faixa de 00H a FFH (0 a 255) e um ADC com 10 bits retornará valores de 0000H a 03FFH (0 a 1023).

Importante:

O "H" inserido ao lado dos números refere-se à adoção do sistema de numeração hexadecimal, um sistema muito utilizado em computação e eletrônica e que possui 16 valores - números de 0 a 9 e letras A, B, C, D, E, F, respectivamente, os valores de 10 a 15.

Assim, para um mesmo valor de entrada, poderemos ter "resoluções" diferentes. Quanto menor o valor retornado em nossa resolução, maior será a precisão da medida realizada. A resolução é dada pela fórmula a seguir:

$$\text{resolução} = \frac{V_{ref}}{2^n - 1}, \text{ onde}$$

Vref = tensão de entrada no conversor

n = número de bits do conversor (quantidade de bits que compõe um degrau)

Para exemplificar ainda mais, na **tabela 1** o leitor tem o comparativo do valor da resolução para uma conversão do valor de "5" volts com ADCs de "8" e "10" bits.

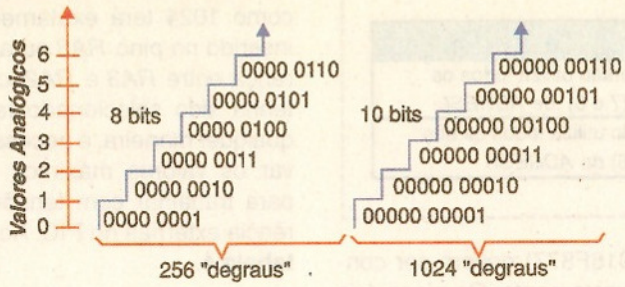
Dessa forma, um sinal analógico variante no tempo é agora "desmontado" em pequenos "degraus" durante uma conversão digital. Ou seja, nosso conversor vai de "zero" até o valor máximo de referência (valor mais alto admitido pelo conversor ADC em sua entrada) em "degraus" dados pela "resolução". Veja a **figura 1**.

Nota-se que com um ADC de "8" bits podemos representar um valor de 0 a 5 VDC em "degraus" com

T1 Resolução para ADCs de 8 e 10 bits de precisão.

ADC de 8 bits	*ADC de 10 bits*
Valor a ser convertido = 5 V	Valor a ser convertido = 5 V
Resolução = $\frac{Entrada}{2^n - 1} = \frac{5V}{256 - 1}$ = 0,0196 V	Resolução = $\frac{Entrada}{2^n - 1} = \frac{5V}{1024 - 1}$ = 0,00488 V
Resolução = 19,6 mV	Resolução = 4,88 mV

1 Resolução de um ADC de 8 e 10 bits.



0,0196 V cada, e com um ADC de "10" bits representando o mesmo valor em "degraus" com 0,00488 V cada. Obtemos assim, para o último caso, uma precisão muito maior.

Observe que o valor obtido do conversor não será o valor de 0,0196V ou 0,00488V, por exemplo, para conversores de 8 e 10 bits respectivamente. O conversor ADC enviará um valor binário dentro da sua escala que representa a grandeza analógica em sua entrada. Cabe a "nós", desenvolvedores, operarmos o milagre da "conversão" do valor binário para um valor decimal dentro da escala desejada. Isso será feito internamente no microcontrolador, através de equações matemáticas previamente definidas.

Um outro ponto importante a respeito é que a informação está dividida em "degraus", e se o valor ficar entre um degrau e outro, o ADC poderá enviar uma leitura "flutuante", ora enviando o primeiro degrau, dentro da faixa de leitura, ora o segundo. Mas nunca um valor intermediário entre dois degraus. Os valores dos degraus são sempre fixos!

Vamos a um exemplo bem simples. Digamos que durante uma experiência qualquer, com dois conversores ADC diferentes, um com 8 e outro com 10 bits de precisão, medindo uma tensão com 3,41 VDC obtivemos os seguintes resultados:

ADC 8 bits => 10101101 binário = 173 decimal

ADC 10 bits => 1010111010 binário = 698 decimal

Se o leitor multiplicar os valores pela resolução calculada para cada um, obteríamos:

ADC 8 bits => 173 x 19,3 mV = 3,33 V

ADC 10 bits => 698 x 4,88 mV = 3,40 V

No exemplo dado fica claro o fator "precisão". Variando apenas um único bit na mesma, o valor informado pelo ADC de 8 bits ficou fora da faixa. Já para o ADC de 10 bits a diferença não foi tão grande assim. Some o valor "1" a ambos os valores demonstrados e refaça os cálculos. Para ambos ADCs o valor retornado será o mesmo. Agora some "2" aos valores retornados. Teremos então, 175 para o ADC de 8 bits e 700 para o ADC de 10 bits. O valores assim obtidos serão 3,43 VDC para o ADC de 8 bits e 3,416 V para o ADC de 10 bits. Portanto, numa possível "flutuação" durante a conversão, um número maior de bits na precisão poderá ajudar no resultado final obtido.

O CONVERSOR ADC DO PIC

Alguns microcontroladores PIC possuem conversores ADC internos, outros não. É preciso selecionar um que possua conversor ADC interno para poder utilizá-lo. Vamos selecio-

T2 Seleção dos canais analógicos, V_{REF+} e V_{REF-}.

PCFG3: PCFG0	AN 7 RE2	AN 6 RE1	AN 5 RE0	AN 4 RA5	AN 3 RA3	AN 2 RA2	AN 1 RA1	AN 1 RA0	V_{REF+}	V_{REF-}	Canais ADC	Ref. Externa
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}	8	0
0001	A	A	A	A	V_{REF+}	A	A	A	RA3	V_{SS}	7	1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}	5	0
0011	D	D	D	A	V_{REF+}	A	A	A	RA3	V_{SS}	4	1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	V_{DD}	V_{SS}	3	0
0101	D	D	D	D	V_{REF+}	D	A	A	RA3	V_{SS}	2	1
0110	D	D	D	D	D	D	D	D	V_{DD}	V_{SS}	0	0
0111	D	D	D	D	D	D	D	D	V_{DD}	V_{SS}	0	0
1000	A	A	A	A	V_{REF+}	V_{REF-}	A	A	RA3	RA2	6	2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	V_{DD}	V_{SS}	6	0
1010	D	D	A	A	V_{REF+}	A	A	A	RA3	V_{SS}	5	1
1011	D	D	A	A	V_{REF+}	V_{REF-}	A	A	RA3	RA2	4	2
1100	D	D	D	A	V_{REF+}	V_{REF-}	A	A	RA3	RA2	3	2
1101	D	D	D	D	V_{REF+}	V_{REF-}	A	A	RA3	RA2	2	2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	V_{DD}	V_{SS}	1	0
1111	D	D	D	D	V_{REF+}	V_{REF-}	D	A	RA3	RA2	1	2

Pinos configurados como I/O digital (D)

Pinos configurados como entrada analógica (A)

T3 Seleção da justificação.

ADFM	Justificação
0	Justificado a esquerda. O resultado da conversão utiliza todos os bits (0 a 7) de *ADRESH* e somente dois bits (7 e 6) de *ADRESL*
1	Justificado a direita. O resultado da conversão utiliza todos os bits (0 a 7) de *ADRESL* e somente dois bits (7 e 6) de *ADRESH*

nar o PIC16F877. O conversor ADC deste microcontrolador tem as seguintes características:

- Pode trabalhar com 8 ou 10 bits de precisão;
- Possui 8 canais para conversão;
- Quatro tipos de referência: VDD ou VSS (interna), VREF+ ou VREF- (externa);
- Freqüência de conversão baseada no *clock* interno do microcontrolador ou através de cristal externo (pode operar no modo *sleep*);
- Três divisores para a freqüência (*clock* interno da máquina);
- Dois tipos de justificação do resultado: direita e esquerda;
- Uma interrupção para avisar sobre o término da conversão.

Apesar do modelo dispor de 8 canais para conversão, ele só possui um "único" conversor. Os canais são, na verdade, entradas ligadas através de uma "chave" que pode ser selecionada internamente através do programa. Assim, apenas uma única conversão pode ser feita por vez.

CONFIGURANDO O PIC PARA LEITURAS ANALÓGICAS

OS REGISTRADORES ADCON1 E TRIS

A primeira coisa a fazer, é definir o número de canais necessários para o "projeto" que o leitor tem em mãos. Após isso é necessário configurar os pinos de I/O onde os canais estão ligados como entradas analógicas (os microcontroladores PIC muitas vezes compartilham vários recursos através de um único pino de I/O). Para configurar os canais analógicos é preciso alterar os bits <PCFG3 : PCFG0> no registrador *ADCON1*. Veja a **tabela 2**.

Além do registrador *ADCON1*, os registradores *TRISA* e *TRISE* (para o caso do PIC16F877) devem ser configurados corretamente. Os pinos que serão utilizados como entradas analógicas devem ser configurados como entradas nestes registradores (bit = 1).

JUSTIFICAÇÃO DO RESULTADO - CONVERSÕES EM 8 E 10 BITS

Agora que já temos informações sobre a seleção dos canais analógicos, vamos abordar a "justificação" do resultado obtido.

Isto pode ser feito de duas maneiras: à direita ou à esquerda. Para isso basta configurar o bit <ADFM> no registrador *ADCON1*. Observe a **tabela 3**.

A justificação ajuda quando desejamos trabalhar com apenas 8 bits na conversão, ao invés de 10. Neste caso, justificamos à esquerda onde utilizaríamos todos os bits em *ADRESH* e desprezaríamos os bits em *ADRESL*.

TENSÕES DE REFERÊNCIA

Sobre a tensão de referência é necessário observar que toda e qualquer conversão será feita comparando-a com a referência selecionada. Ou seja, quando a referência VREF+ selecionada for VDD, por exemplo, a conversão máxima 5 VDC será representada por 1024.

Porém, se o leitor optar por utilizar os pinos *RA3* e/ou *RA2* como entradas para diferentes tensões de referência, a máxima conversão retornada como 1024 terá exatamente o valor inserido no pino *RA3* ou ainda a diferença entre *RA3* e *RA2*, caso VREF- tenha sido selecionado também. De qualquer maneira, é necessário observar os valores máximos e mínimos para trabalhar com tensões de referência externas no PIC. Acompanhe a **tabela 4**.

VELOCIDADE DE AMOSTRAGEM E SELEÇÃO DO T_{AD}

Um outro detalhe muito importante sobre o conversor analógico interno do PIC diz respeito a sua velocidade. Toda amostragem feita é realizada pelo processo "Sample and Hold" (amostra e retém). O conversor possui um capacitor interno (120 pF) que é ligado ao canal analógico selecionado durante a amostragem do sinal. Assim, ele é carregado com a tensão presente na entrada. Quando um processo de conversão tem início, o capacitor é desligado do canal selecionado, mantendo assim a tensão anteriormente presente na entrada. Assim, mesmo que a tensão na entrada sofra pequenas variações, estas não afetarão a conversão que, agora, está em andamento internamente.

Devido a este fato, o leitor deve tomar muito cuidado durante suas "medidas analógicas" com o PIC. Digamos que entre uma leitura e outra, o capacitor se descarregue por completo. Para que uma nova conversão possa ser feita de maneira adequada, é necessário esperar pela carga total do capacitor. Assim, é necessário que entre uma leitura e outra haja um tempo (tempo de adequação do capacitor). Recomenda-se que na pior das hipóteses este não seja inferior a 40 µs (40×10^{-6} segundos).

T4 Valores máximos e mínimos p/ tensões de ref. externas.

Referência	Valor Mínimo (V)	Valor Máximo (V)
V_{REF+}	$V_{DD} - 2,5$	$V_{DD} + 0,3$
V_{REF-}	$V_{SS} - 0,3$	$V_{REF+} + 2,0$
$(V_{REF+} - V_{REF-})$	2,0	$V_{DD} + 0,3$

A adequação do capacitor interno também dependerá da temperatura e da impedância inserida na entrada. Valores entre 50 Ω e 10 kΩ são os indicados. Quanto menor o valor da impedância inserida na entrada, menor será o tempo de adequação do capacitor.

O tempo de adequação do capacitor também está intimamente ligado ao *"clock"* selecionado para o conversor ADC. Podemos chamar o tempo (período) deste *"clock"* de T_{AD} e este será equivalente ao tempo de conversão de 1 bit. Como o conversor do PIC tem 10 bits teremos 10 x T_{AD}. É preciso acrescentar dois períodos neste total, sendo um para a adequação do capacitor e outro para o inicio da conversão. Temos então 12 T_{AD}. O valor de T_{AD} dependerá, assim, do valor da freqüência do "clock" selecionada para o conversor.

Importante:

É recomendável acrescentar mais 2 T_{AD} no total calculado, pois ao final da conversão o *flag* da interrupção será marcado e o capacitor religado.

REGISTRADOR ADCON0

SELEÇÃO DA FREQÜÊNCIA PARA O CONVERSOR

Agora o leitor tem algumas informações que o ajudarão a calcular melhor o tempo de adequação do capacitor, e assim evitar medidas errôneas. Para isso será necessário selecionar a freqüência de trabalho para o conversor. Esta será feita em dois bits <ADCS1:ADCS0> do registrador *ADCON0*. Veja a **tabela 5**.

T5 Seleção da freqüência

ADCS1	ADCS0	Freqüência
0	0	F_{osc} / 2
0	1	F_{osc} / 8
1	0	F_{osc} / 32
1	1	RC interno

Vamos a um pequeno exemplo. Digamos que o cristal externo no PIC seja de 20 MHz e a opção selecionada seja f_{OSC} / 2, então temos:

$$T_{AD} = \frac{2}{20.000.000} = 100 \times 10^{-9} \Rightarrow 100\ ns$$

Este tempo é bem pequeno, se considerarmos que cada ciclo de máquina nesta situação terá 200 ns. Assim sendo, o mesmo não é recomendado.

A escolha correta para este caso seria f_{osc} / 32. Com este valor obteríamos um T_{AD} de 1,6 µs aproximadamente. Multiplicando o total obtido, nosso tempo total seria de aproximadamente 22 µs. Se a cada leitura entre um ou mais canais, um tempo de 40 µs fosse dado, estaríamos mais do que dentro dos nossos limites.

Importante:

A escolha correta da freqüência de trabalho do conversor representa a diferença entre o sucesso e o fracasso no uso deste periférico.

Outros bits importantes no registrador *ADCON0* são: <CH2:CH0>, <ADON> e <GO/DONE>. O bit <ADON> liga o sistema de conversão. Os bits <CHS2:CHS0> são utilizados para selecionar o canal que desejamos trabalhar. Atente para a **tabela 6**.





T6 Seleção do canal.

CHS2:CHS0	Canal selecionado
000	Canal 0 (AN0/RA0)
001	Canal 1 (AN0/RA1)
010	Canal 2 (AN0/RA2)
011	Canal 3 (AN0/RA3)
100	Canal 4 (AN0/RA5)
101	Canal 5 (AN0/RE0)
110	Canal 6 (AN0/RE1)
111	Canal 7 (AN0/RE2)

O bit <GO/DONE> determina o estado do ADC: 0 indica que a conversão terminou, 1 conversão em andamento. Se o bit for forçado em "zero" lógico, a conversão é finalizada e os valores presentes em *ADRESH* e *ADRESL* não serão afetados.

Observadas as configurações, vamos a um pequeno segmento de código que ajudará a compreender melhor o que foi dito. O mesmo foi montado na linguagem *"assembly"* Microchip. Este demonstrará como utilizar apenas um único canal analógico (AN0-RA0), com VREF+ igual a VDD (5 VDC) e VREF- igual a VSS (GND). Veja o **código-fonte 1**.

Esta primeira parte do código deve ser inserida no início do programa, no ponto de configuração do PIC. Veja que o registrador *ADCON1* é setado de acordo com o indicado na **tabela 2**, para os bits PCFG3:PCFG0. Apenas RA0 é utilizado como entrada analógica. O bit ADFM é setado de acordo com a **tabela 3** (justificação à esquerda).

O registrador *TRISA* também é configurado conforme descrito: apenas RA0 é entrada, e o restante dos bits será utilizado como saída. É importante notar que estes registradores encontram-se no banco 1, e assim é necessário fazer a troca de bancos, antes de qualquer tentativa de acessar os registradores descritos.

No segmento de código demonstrado, o registro ADCON0 é carregado com o valor binário "01000001". Isso nos dá a seguinte configuração (**tabela 7**):

A leitura do canal seria feita então, da maneira mostrada no **código-fonte 2**.

Neste segmento de código, quando a conversão é finalizada, o valor de ADRESH é inserido em W. Em seguida é feita uma "espera" e uma nova leitura é realizada.

O comando "goto loop" pode ser retirado, e no lugar deste inseridas as rotinas de conversão do valor obtido. Neste caso a temporização poderá ser retirada também, dependendo do período que esta conversão ocupar. A mesma não pode ser inferior ao TAD total calculado.

O leitor poderá ativar inclusive a interrupção para "leitura/conversão realizada". Para isso é necessário obedecer aos seguintes passos:

- Limpar o bit <ADIF> no registrador PIR1
- Ligar a interrupção do ADC através do bit <ADIE> no registrador *PIE1*.
- Ligar as interrupções para periféricos através do bit <PEIE> no registrador *INTCON*.
- Ligar as interrupções (gerais) através do bit <GIE> no registrador *INTCON*.

Código-fonte-01:

```
pic_init:
bsf             STATUS,RP0      ; muda para banco 1
movlw           b'00001110'     ; faz porta A digtal
                                ; exceto RA0 (AN0)
movwf           ADCON1          ; valor justificado a esquerda

movlw           0x01            ; ajusta os bits em A como saída
movwf           TRISA           ; exceto RA0
                                ; (AN0 - entrada analógica)
bcf             STATUS,RP0      ; volta para banco 0
movlw           b'01000001'     ; liga ADC canal 0
movwf           ADCON0          ; fosc/8
```

Código-fonte-02:

```
loop:
        movlw
        bsf     ADCON0,2        ; colhe dado do canal analógico

espera_ad:
        btfsc   ADCON0,2        ; testa para ver se dado pronto
        goto    espera_ad       ; dado ainda não pronto
                                ; continua teste
        movf    ADRESH,W        ; carrega valor da conversão em "W"
        call    _40us           ; temporiza 40 us
        goto    loop            ; faz eternamente
```

CONCLUSÃO

As informações passadas neste artigo apenas preparam o leitor para utilizar o conversor ADC do microcontrolador PIC Microchip. Em edições futuras, demonstraremos como são feitos os "cálculos matemáticos" necessários para obter o valor desejado de uma determinada conversão, além de dicas de hardware que ajudarão no uso de sensores com tensões de saída diferentes das aceitas nas entradas ADCs da maioria dos microcontroladores PIC.

T7 Configuração no registrador ASDCON0.

Bit	Nome do Bit	Valor inserido
7	ADCS1 - Freqüência do conversor (tabela 4)	0
6	ADCS0 - Freqüência do conversor (tabela 4)	1
5	CHS2 - Canal selecionado (tabela 7)	0
4	CHS1 - Canal selecionado (tabela 7)	0
3	CHS0 - Canal selecionado (tabela 7)	0
2	GO/DONE - Estado do AD	0
1	Não utilizado	0
0	ADON - Liga conversor analógico	1

Placa Drive II

Márcio José Soares



Na edição anterior, demonstramos como montar uma pequena placa sensora para detecção de obstáculos, a placa "Sensor IR". Neste artigo mostraremos como construir uma placa para o controle de até dois motores DC, utilizando um CI dedicado a este tipo de controle, com excelente relação custo/benefício: o L298N, da ST.



O leitor deve saber das dificuldades encontradas no projeto de um robô. São necessários cuidados especiais com a escolha das diversas partes, como:

- Cérebro (geralmente um microcontrolador);
- Placas de controle digitais (geralmente expansões);
- Placas para controle de motores e outros elementos de potência (drivers);
- Sensores;
- etc.

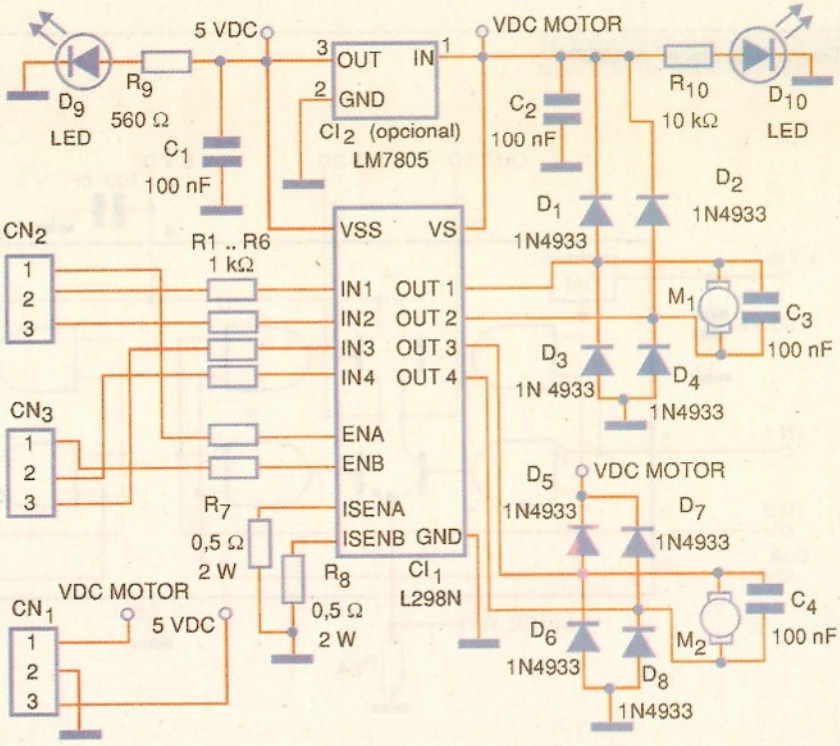
No mercado existem algumas (senão todas) das partes descritas prontas. Porém, o aprendizado neste caso fica limitado apenas à "interligação" correta das "partes" para se formar um conjunto. Nada contra. Acreditamos que no mundo da microrobótica haja espaço para todos, sem nenhuma discriminação.

Contudo, para aqueles que gostariam de montar suas próprias soluções aprendendo mais sobre o funcionamento real destas "partes", pensamos que podemos ajudar passando idéias e informações a respeito.

Sendo assim, a proposta deste artigo é a montagem de uma placa que permitirá o controle de até dois motores DC com as seguintes características:

- Alimentação de até 30 VDC;
- Lógica de controle compatível com nível TTL (0-5 VDC);
- Seleção da direção feita através de dois pinos de controle;
- Habilitação do motor feita por um pino;
- Controle de motores com alimentação de até 30 V e corrente de 2 A (em modo contínuo);
- Saída para resistores de "shunt" para controle externo da corrente do motor;

1 Circuito elétrico.



T1 Conectores, sensores e motores.

IN1	IN2	ENA	
0	0	0	Motor parado
0	I	I	*Giro em sentido horário
I	0	0	*Giro em sentido anti-horário
I	I	I	Motor parado
x	x	x	Ponte desabilitada

(x) Valor pode ser "1" ou "0" lógico
(*) Depende de como o motor foi ligado à ponte (fio positivo e negativo)

- Presença de um regulador de tensão em 5 VDC;

O CIRCUITO

Na **figura 1** o leitor tem o esquema elétrico da Placa Drive II. Todo o controle é feito por CI_1 (L298N). Este CI, é na verdade, um controle completo em ponte (duplo) para motores DC. Na **figura 2** vemos o diagrama de blocos deste CI.

Como foi dito antes o CI opera como uma "ponte" de transistores para o controle dos motores. A operação da ponte funciona de acordo com a **tabela 1**.

Observação

O controle nos pinos IN3, IN4 e ENB se dá exatamente da mesma maneira demonstrada na **tabela 1**.

Observando atentamente a **tabela 1** e a **figura 2**, o leitor poderá compreender os efeitos do "controlador" sobre a ponte "L298N".

No circuito temos ainda oito diodos (D_1 a D_8) que evitam a corrente reversa. Estes diodos são do tipo "recuperação rápida" (*"Fast recovery"*) para 1 Ampère de corrente (1N4933). Qualquer diodo da família 1N493X pode ser utilizado nesta etapa do circuito.

CI_2 é um regulador de tensão para 5 VDC. Assim, o leitor poderá retirar a alimentação para o circuito da própria fonte que alimentará o motor, desde que esta não supere os 35 VDC, limite para a entrada de CI_2. O uso deste CI é opcional. No conector CN_1 está prevista a entrada de 5 VDC para o circuito, ligada a saída de CI_2, e caso CI_2 seja omitido, o leitor deverá providenciar 5VDC devidamente regulados e filtrados para a placa.

Porém se o leitor incluir CI_2 no circuito, a "entrada" passará então a ser "saída", permitindo que o leitor retire 5 VDC do circuito para outras "partes" de seu projeto, por exemplo (respeitando os limites de corrente - 1 A máx). Os capacitores C_1 e C_2 são filtros para a alimentação.

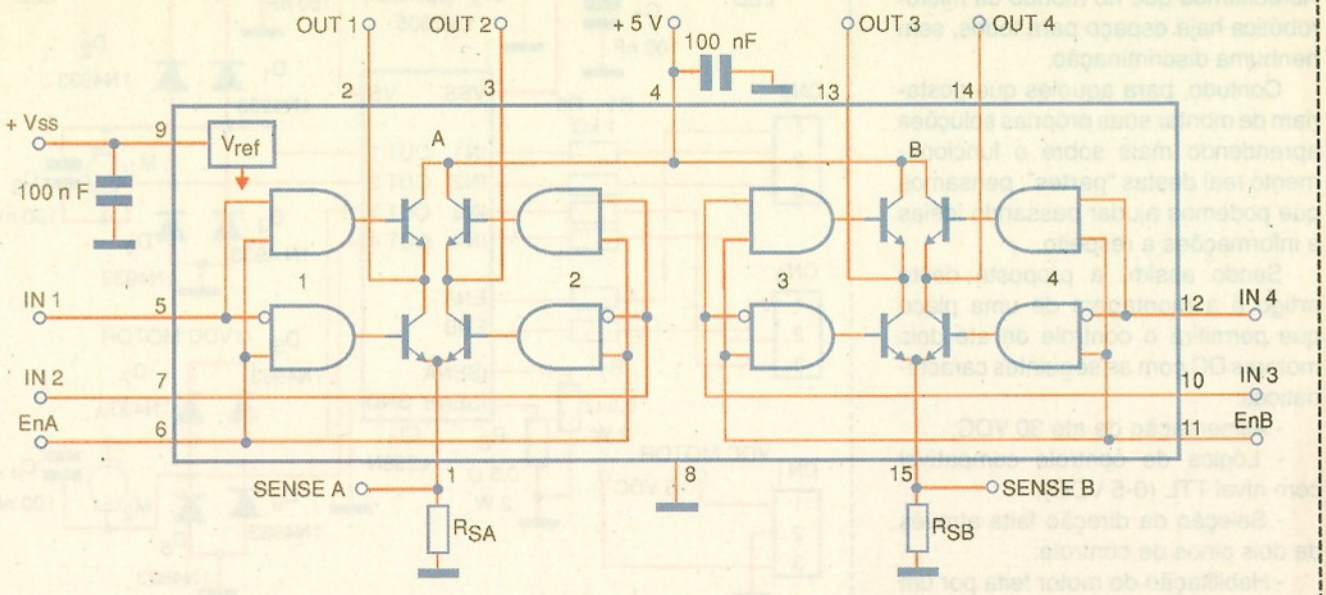
Os LEDs D_9 e D_{10} demonstram a presença da alimentação na placa. D_9 indica a presença dos 5 VDC (internos ou externos) e D_{10} a presença da tensão para os motores. Os resistores R_9 e R_{10} são resistores limitadores de corrente para estes LEDs.

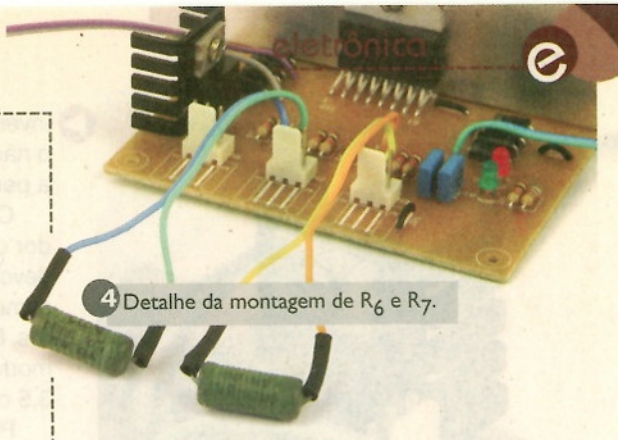
Os resistores R_1 a R_6 são resistores limitadores de corrente para o "controlador". O controle do CI pode ser feito diretamente através dos pinos de I/O de um microcontrolador que trabalhe com níveis TTL (0 - 5VDC). Mais à frente em "Teste e uso", o leitor poderá ver um exemplo.

Os resistores R_7 e R_8 são resistores de *"shunt"* e permitem que o usuário obtenha a partir dos pinos onde os mesmos são ligados, o "retorno" para uma possível "realimentação" no circuito.

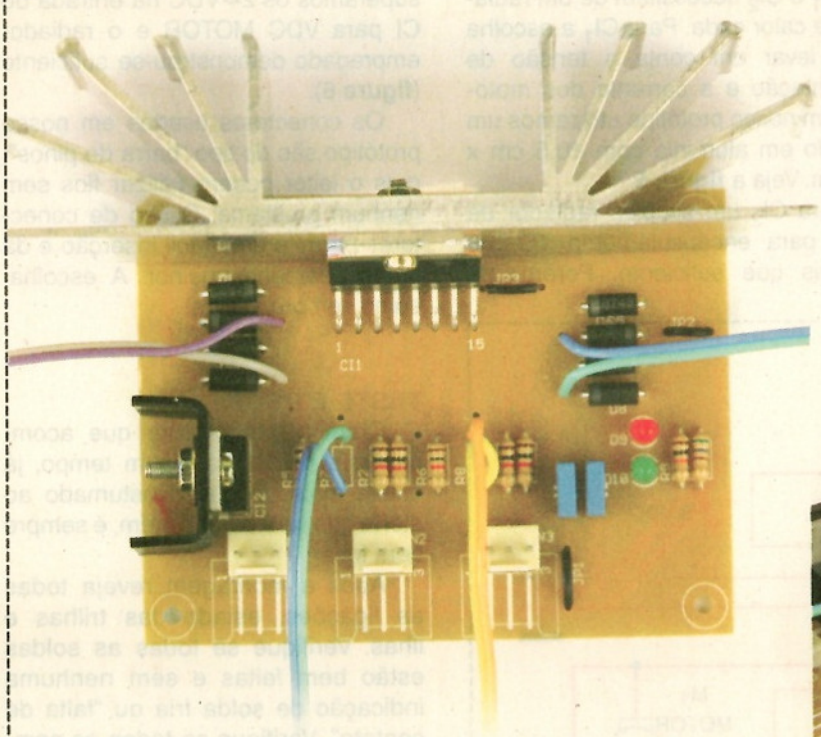
Os capacitores C_4 e C_5 devem ser montados diretamente nos terminais de alimentação dos motores. Os mesmos ajudam a reduzir a interfe-

2 Diagrama de blocos do L298N.





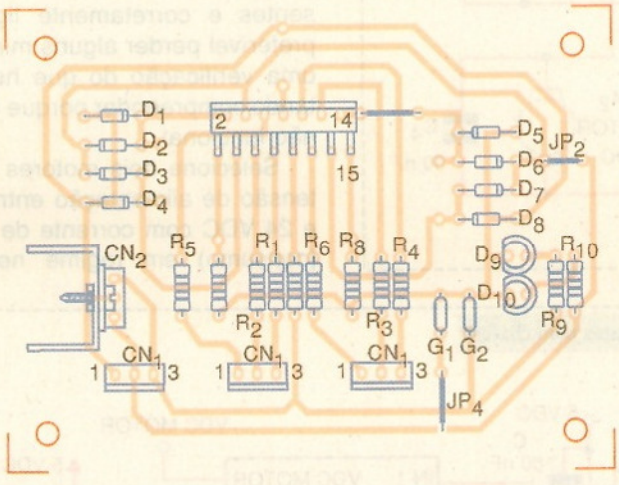
4 Detalhe da montagem de R_6 e R_7.



3 Layout do circuito impresso.



5 Detalhe do radiador de calor de CI_1.



rência que a comutação das escovas costuma causar.

MONTAGEM

Na **figura 3** o leitor encontrará nossa sugestão para o *"layout"* do circuito impresso. A montagem do circuito em placa padrão também é possível. A escolha do método para esta montagem é livre.

Comece por montar os *jumpers* na placa. Em seguida, monte os resistores e capacitores. R_1 a R_6, R_9 e R_{10} são resistores de 1/8 Watt e serão montados na placa. Já R_7 e R_8 são resistores com 2 Watts de dissipação deverão ser montados fora da placa, com o uso de fios (**figura 4**). Não use um fio fino demais para esta montagem.

Os diodos D_1 a D_8 são montados na placa. Muito cuidado para não

CIRCUITOS IMPRESSOS
Furação e contorno CNC
Placas vincadas, estampadas ou fresadas
Linha de corrosão automatizada
Departamento técnico a sua disposição
Fotoplotagem a laser
Hot Air Levelling
17 anos
Excelentes prazos de entrega
PABX: (11) 6192-2144
Recebemos seu arquivo via e-mail
circuitoimpresso@tec-ci.com.br
TEC-CI CIRCUITOS IMPRESSOS LTDA.
www.tec-ci.com.br
Rua Vilela, 588 - Tatuapé - CEP 03314-000 - SP - SP

6 Detalhe do radiador de calor de CI_2.



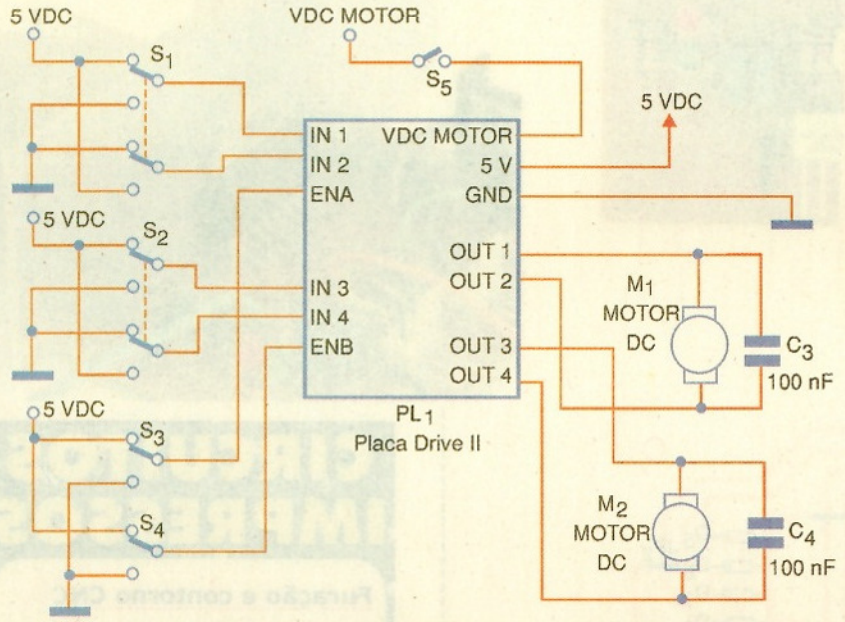
inverter nenhum deles! Isso provocará o não funcionamento da placa e quiçá a perda de algum componente.

CI_1 e CI_2 necessitam de um radiador de calor cada. Para CI_1 a escolha deve levar em conta a tensão de alimentação e a corrente dos motores. Em nosso protótipo utilizamos um modelo em alumínio com 10,5 cm x 3,5 cm. Veja a **figura 5**.

Para CI_2 um simples radiador de calor para encapsulamento TO-220 é mais que suficiente. Porém, de acordo com a tensão de entrada este regulador deverá ter seu tamanho aumentado. Em nossos testes não superamos os 24 VDC na entrada do CI para VDC MOTOR e o radiador empregado demonstrou-se suficiente (**figura 6**).

Os conectores usados em nosso protótipo são do tipo "barra de pinos", mas o leitor poderá utilizar fios sem nenhum problema. O uso de conectores permite uma fácil inserção e dá um acabamento melhor. A escolha, como sempre, é livre!

7 Ligações para testes com chaves.



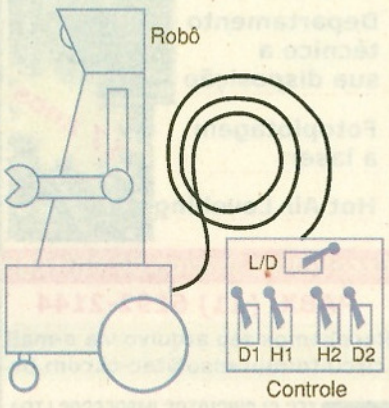
TESTE E USO

Cremos que o leitor que acompanha a revista há algum tempo, já esteja mais do que acostumado ao alerta que será dado, porém, é sempre bom frisar:

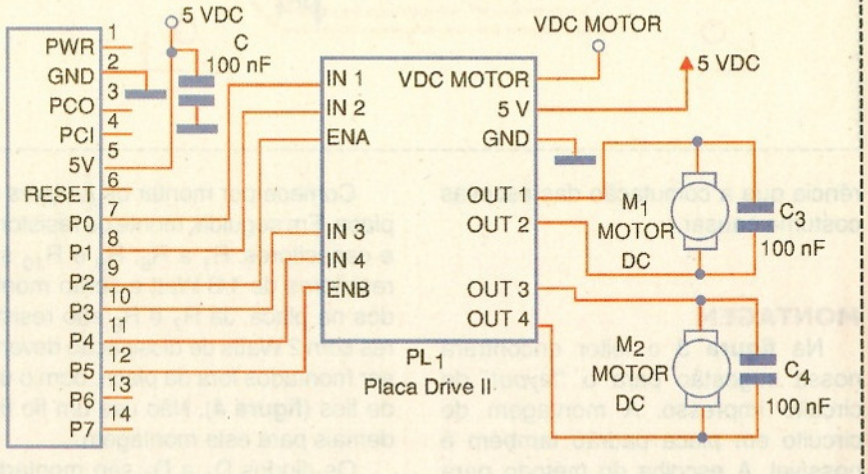
Após a montagem reveja todas as ligações, estado das trilhas e ilhas. Verifique se todas as soldas estão bem feitas e sem nenhuma indicação de solda fria ou "falta de contato". Verifique se todos os componentes foram inseridos conforme a figura, e se os *jumpers* estão presentes e corretamente ligados. É preferível perder alguns minutos em uma verificação do que horas tentando compreender porque o circuito não funciona!

Selecione dois motores DC com tensão de alimentação entre 6 VDC e 24 VDC com corrente de trabalho (consumo) em regime normal na

8 Robô controlado por chaves.



9 Ligações para testes com chaves.



ordem de 1 A. A corrente de trabalho sob carga de 70% destes motores não deve ser superior a 2 A. Verifique o *datasheet* do motor ou faça as medidas necessárias com o uso de um multímetro.

Ligue a placa conforme a **figura 7**. As "chaves" no circuito simulam a ação do "controlador" na entrada do CI1. Os 5 VDC e 0 VDC (GND) podem ser retirados da própria Placa Drive II.

As "chaves" S_1 e S_2 trocam o sentido dos motores 1 e 2 (horário e anti-horário). As chaves S_3 e S_4 habilitam e desabilitam os motores 1 e 2, respectivamente. A chave S_5 liga a alimentação retirada da bateria.

Com este pequeno exemplo para testes o leitor tem um robô que poderá ser controlado via chaves, observe a **figura 8**.

Na **figura 9** temos um outro exemplo. Neste, inserimos um pequeno microcontrolador, o Basic Step 1.

A seguir, demonstramos ao leitor um pequeno código-fonte para o microcontrolador Basic Step 1. Este programa ativa ambos motores no mesmo sentido, em seguida em sentido contrário e, depois, um por vez em ambos os sentidos. Durante cada "operação" há uma temporização de três segundos. Note que o pino de habilitação é utilizado durante cada etapa.

Código-fonte

```
'Programa exemplo
'Compilador TBasic 1.0.0.0

symbol IN1 = 0
symbol IN2 = 1
symbol ENA = 2
symbol IN3 = 3
symbol IN4 = 4
symbol ENB = 5

'todos pinos são saida
dirs=%11111111
'todos pinos em zero
pins=%00000000

loop:

'Gira motores em um sentido
'este sentido depende da
'ligação dos fios nos motores

    high IN1     'seta direção
    low  IN2

    low  IN3     'seta direção
    high IN4


    high ENA     'habilita motores
    high ENB

    pause 3000   'espera 3 segundos

    low ENA      'desabilita motores
    low ENB

'Gira motores noutro sentido
'este sentido depende da
'ligação dos fios nos motores

    low  IN1     'seta direção
    high IN2

    high IN3     'seta direção
    low  IN4

    high ENA     'habilita motores
    high ENB

    pause 3000   'espera 3 segundos

    low ENA      'desabilita motores
    low ENB

'Gira apenas um motor em um sentido
'este sentido depende da
'ligação dos fios no motor

    high IN1     'seta direção
    low  IN2

    high ENA     'habilita motor

    pause 3000   'espera 3 segundos

    low ENA      'desabilita motores
    low ENB

'Inverte sentido do motor
'este sentido depende da
'ligação dos fios no motor

    low  IN1     'seta direção
    high IN2

    high ENA     'habilita motor

    pause 3000   'espera 3 segundos

    low ENA      'desabilita motores
    low ENB

'Gira o outro motor em um sentido
'este sentido depende da
'ligação dos fios no motor

    high IN3     'seta direção
    low  IN4

    high ENB     'habilita motor

    pause 3000    'espera 3 segundos

    low ENA      'desabilita motores
    low ENB

'Inverte sentido do motor
'este sentido depende da
'ligação dos fios no motor

    low  IN3     'seta direção
    high IN4

    high ENB     'habilita motor

    pause 3000    'espera 3 segundos

    low ENA      'desabilita motores
    low ENB

    goto loop     'faz novamente
```

CONCLUSÃO

Com um pouco de criatividade e estudos, o leitor poderá desenvolver suas próprias soluções na área da micro-robótica. Nas próximas edições traremos outras soluções interessantes para "aumentar" o número de circuitos possíveis da biblioteca do leitor. Boa montagem e até a próxima!

Lista de material:

Semicondutores

CI_1 - L298N - Dual Full-Bridge Drive - ST - (encapsulamento Multiwatt Vertical)
CI_2 - 7805 - regulador de tensão 5VDC - encapsulamento TO-220
D_1 a D_8 - 1N4933 - diodo "fast recovery"
D_9 - LED 3 mm vermelho
D_{10} - LED 3 mm verde

Resistores

R_1 a R_6 - 1 k - 1/8 watt - (marrom, preto, vermelho)
R_7 a R_8 - 0,5 - 2 W - resistor de fio
R_9 - 10 k - 1/8 watt - (marrom, preto, laranja)
R_{10} - 560 - 1/8 Watt - (verde, azul, marrom)

Capacitores

C_1 a C_4 - 100 nF (104) - cerâmico

Diversos

3 - conectores tipo barra de pinos
1 - radiador de calor alumínio 10 cm x 5 cm
1 - radiador de calor para TO-220
Fios para ligações "aéreas", solda, placa de circuito impresso para montagem (veja texto), etc.

Observação

O programa é pequeno e pode ser utilizado com qualquer versão do Basic Step 1, fornecido pela Tato Equipamentos Eletrônicos.

Lixeira Automatizada



Este artigo traz um projeto mediano e inusitado. Através dele será possível conhecer e trabalhar com circuitos de voz da série ISD da Winbond, além da viabilidade de demonstrações práticas em eventos, até mesmo de cunho social.

Níveis de Dificuldade (ver página 2)

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

Cristiano Nascimento Pimentel

"Mantenha sua cidade limpa. Tenha um bom dia!". Esta frase simples e que passa a idéia de ordem e respeito ao meio ambiente pode ser vista na forma escrita em muitos pontos de coleta em cidades urbanas. Não é surpresa alguma observar que muitos desrespeitam este aviso, seja devido ao corre-corre do dia-a-dia ou à falta de uma maior instrução por parte das pessoas. Porém qual seria a reação destes, caso a própria lixeira se manifestasse falando como se estivesse viva? Talvez isso chame a atenção das pessoas para a questão da coleta de lixo, que é um grande problema nos dias atuais.

A idéia para este projeto surgiu quando se pôde perceber uma deficiência, não só nos pontos de coleta de lixo, mas principalmente para atender um público que pode beneficiar-se dele: os portadores de necessidades especiais, mais especificamente os usuários de cadeiras de rodas. Como estes não podem acionar um pedal de uma lixeira comum, com tampa superior, então porque não deixar que a própria lixeira faça isso por ele? Este é um dos objetivos do projeto, que o leitor poderá contemplar nas páginas seguintes.

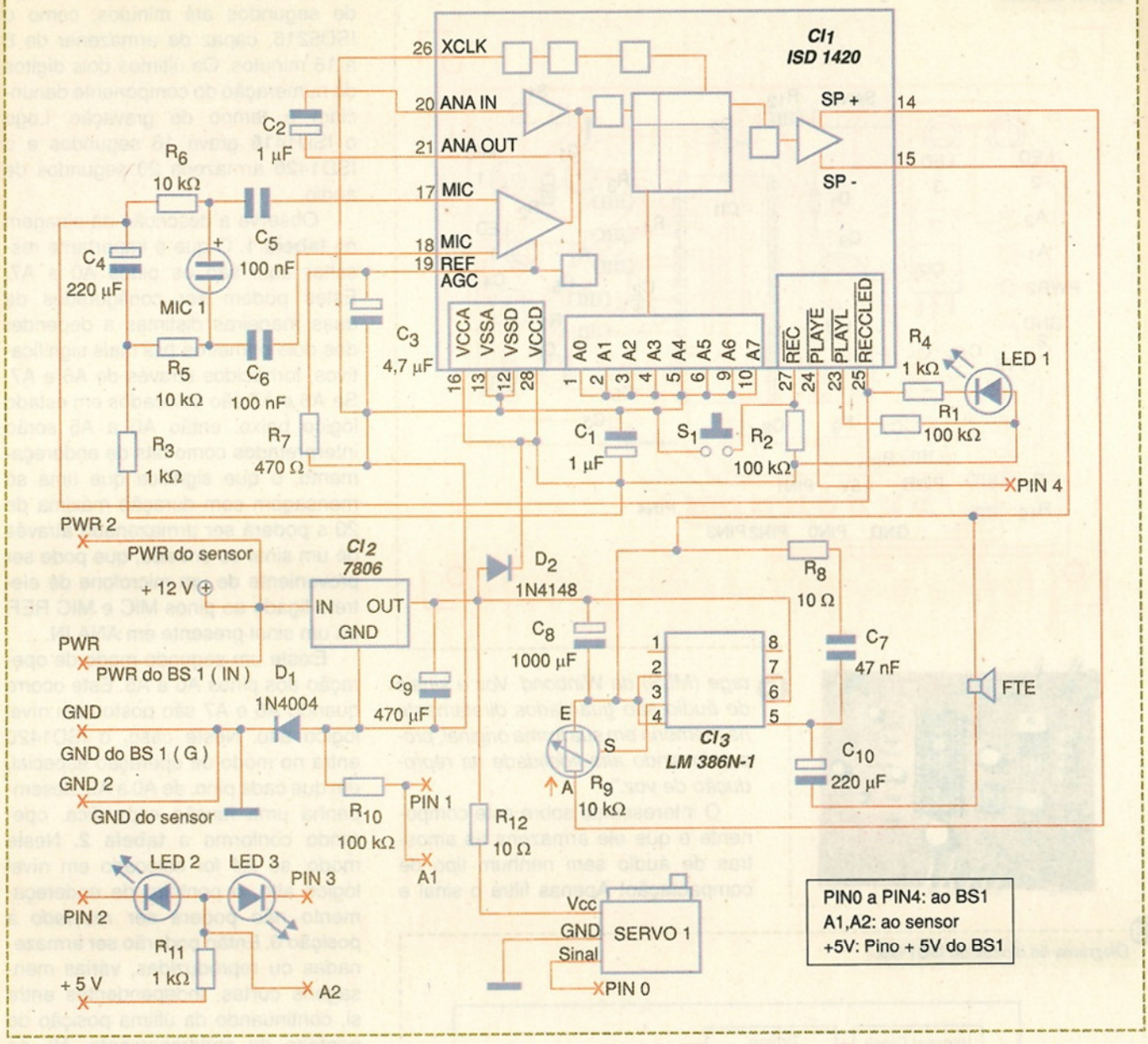


O CIRCUITO PRINCIPAL

O circuito principal da lixeira automatizada é um microcontrolador "*embedded*" que já foi bastante trabalhado em edições anteriores da revista Mecatrônica Fácil: o Basic Step 1. Ele foi escolhido, pois sua facilidade de uso, programação e aquisição podem possibilitar que mesmo o leitor iniciante consiga elaborar o projeto, porém nada impede que o código-fonte seja adaptado para outros microcontroladores como, por exemplo, os PICs da Microchip.

O programa de controle da lixeira que é executado pelo BS1 não é nada fora do comum. Basicamente, o que temos é um pino configurado como entrada, o pino 1 (*Input*), e outros 4 configurados como saída (*Output*). Na **figura 1** está o diagrama completo da "Lixeira Automatizada" e na **figura 2** uma sugestão de placa de circuito impresso.

1 Diagrama completo.



O ISD1420 pode ser alimentado normalmente com a tensão TTL de +5 V, sendo que o componente aceita uma variação de –0,3 a +7 V entre os pinos de alimentação, em condições máximas de estresse, segundo o *datasheet* do fabricante. Logo, os cerca de 5,5 V gerados pelo regulador de tensão CI_2 em série com um 1N4148 em sua saída, fazem bem esta tarefa.

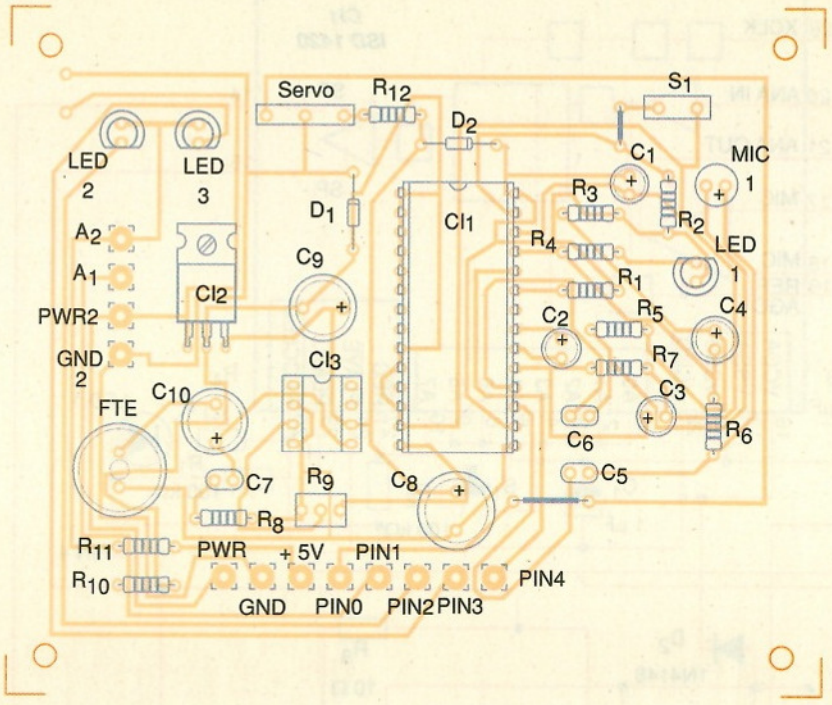
O sinal de áudio gerado pelo ISD1420 já possui uma certa amplificação para que seja viável reproduzir algo com um alto-falante de 16 ohms. Não é recomendado utilizar um valor abaixo deste para o alto-falante, para se evitar danos ao integrado, por isso o circuito conta com uma amplificação proporcionada por CI_3, um LM386N-1, sendo possível ajustar o volume através de R_9, e o emprego de um alto-falante de 8 ohms.

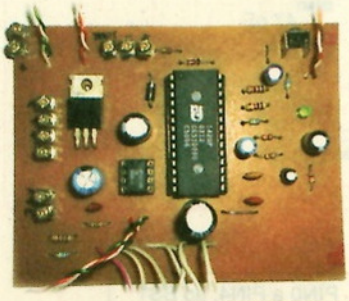
O CIRCUITO DE VOZ

Para a reprodução de uma mensagem curta, foi utilizado no projeto um circuito integrado da série ISD1400 ChipCorder, da Winbond. O ISD1420 pode ser visto na **figura 2.** A seguir temos a descrição do ISD1420 traduzida do *datasheet* do fabricante e na **figura 3** o diagrama de blocos do CI.

"A série ISD1400 ChipCoder da Winbond proporciona soluções de alta qualidade de gravação e reprodução em um único encapsulamento para aplicações de mensagens curtas. Os dispositivos CMOS do CI incluem um oscilador, pré-amplificador para microfone, controle automático de ganho, filtro anti-aliasing, filtro redutor de ruído e amplificador para a reprodução com alto-falante. As gravações são guardadas em células não voláteis de memória, proporcionando consumo zero de energia para manter as mensagens. Esta solução em um único chip foi possível através da tecnologia patenteada Multi-Level Sto-

2 Layout da placa.





rage (MLS) da Winbond. Voz e sinais de áudio são guardados diretamente na memória em sua forma original, proporcionando alta-fidelidade na reprodução de voz."

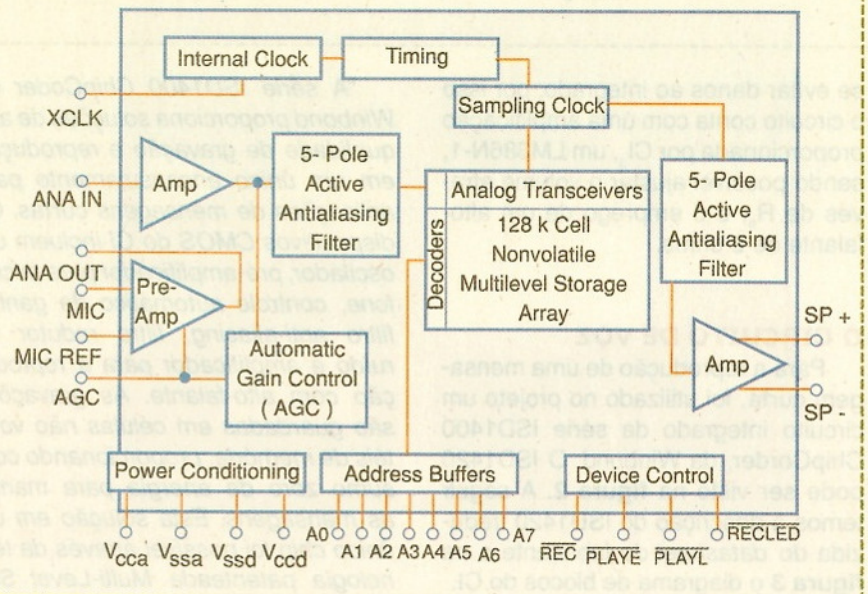
O interessante sobre este componente é que ele armazena as amostras de áudio sem nenhum tipo de compactação! Apenas filtra o sinal e o amplifica. O leitor pode encontrá-lo disponível em tempos que variam de segundos até minutos, como o ISD5216, capaz de armazenar de 8 a 16 minutos. Os últimos dois dígitos da numeração do componente denunciam o tempo de gravação. Logo o ISD14**16** grava 16 segundos e o ISD14**20** armazena 20 segundos de áudio.

Observe a descrição da pinagem na **tabela 1**. O que é importante ressaltar aqui são os pinos A0 a A7. Estes podem ser configurados de duas maneiras distintas a depender dos dois primeiros *bits* mais significativos, fornecidos através de A6 e A7. Se A6 e A7 são colocados em estado lógico baixo, então A0 a A5 serão interpretados como bits de endereçamento, o que significa que uma só mensagem com duração máxima de 20 s poderá ser armazenada através de um sinal de entrada, que pode ser proveniente de um microfone de eletreto ligado ao pinos MIC e MIC REF, ou um sinal presente em ANA IN.

Existe um segundo modo de operação dos pinos A0 a A5. Este ocorre quando A6 e A7 são postos em nível lógico alto. Neste caso, o ISD1420 entra no modo de operação especial, em que cada pino, de A0 a A5, desempenha uma função específica, operando conforme a **tabela 2.** Neste modo, se A4 for colocado em nível lógico alto, o ponteiro de endereçamento não poderá ser *resetado* à posição 0. Então poderão ser armazenadas ou reproduzidas, várias mensagens curtas, independentes entre si, continuando da última posição do ponteiro de endereçamento. A0, ao ser colocado em nível baixo, servirá para passar de uma mensagem para outra de forma independente. A quantidade de mensagens estará limitada à capacidade de armazenamento do componente. O pino XCLK serve para que seja utilizado um cristal de *clock* externo. Deve-se deixá-lo em estado lógico baixo, caso se pretenda usar o *clock* interno ao ISD1420.

Como o leitor pode notar, este componente é uma verdadeira "jóia" para o desenvolvedor mecatrônico, pois pode ser utilizado em inúmeros projetos, que devem estar passando pela sua mente neste momento. E o melhor de tudo é que ele tem

3 Diagrama de blocos do ISD1420.



T1 Descrição da pinagem.

NUME DO PINO	NÚMERO DO PINO	FUNÇÃO
A0 - A7	1-6,9,10	Pinos de endereçamento:estes pinos têm duas funções destintas, a depender dos dois bits mais significativos (ver texto).
NC	7,8,11,22	NC: Sem função
Vssd, Vssa	12,13	Terra: Para se evitar ruídos, o integrado conta com duas linhas de alimentação distintas que devem ser mantidas o mais próximo possível do mesmo.
SP+,SP-	14,15	FTE: Saída para um alto-falante de 16 ohms.
Vcca, Vccd	16,28	Voltagem de alimentação: duas linhas separadas pelo mesmo motivo anteriormente citado.
MIC	17	Microfone: transmite o sinal de um microfone para o pré-amplificador interno com ganho automático (AGC).
MIC REF	18	Referência do microfone: deve ser conectado ao terra do microfone de eletreto.
AGC	19	Automatic Gain Control (AGC): Ganho automático para o microfone.
ANA IN	20	Entrada Analógica: Transfere um sinal externo para o integrado. Deve ser conectado à ANA OUT com um capacitor, caso se utilize um microfone.
ANA OUT	21	Saída analógica: saída pré-amplificada, reguada por AGC.
PLAYL	23	Reprodução digital: reprodução enquanto recebe um pulso baixo.
PLAYE	24	Reprodução Analógica: reproduz com um breve pulso baixo de início.
RECLED	25	LED de gravação: Este LED acende durante um período de gravação, e pisca ao final de uma reprodução.
XCLK	26	Clock externo: pino destinado à alteração da freqüência interna utilizando um cristal. Deve ser conectado à terra caso se de4seje utilizar o clock interno.
REC	27	Entrada de gravação: Um pulso baixo mantido neste pino ativa a gravação durante o tempo permitido

T2 Segundo modo de operação.

MODO	FUNÇÃO	USO TÍPICO	COMPATIBILIDADE
A0	Troca de mensagem	Passar rapidamente de uma mensagem para outra	A4
A1	Deleta marcadores de fim de mensagem (OEM)	Posicionar a marca OEM no fim da última mensagem	A3, A4
A2	Sem uso		
A3	Repetição	Reprodução continua apartir do endereço 0	A1
A4	Endereçamento consecutivo	Gravar /reproduzir múltiplas mensagens	A0, A1
A5	Sem uso		

um baixo custo. Neste projeto nada impede que o leitor use outros ISDs de tempo de armazenagem maiores, todavia adota-se o ISD1420 aqui, por ser um dos modelos mais baratos e se prestar bem aos objetivos pretendidos. O *datasheet* do componente pode ser adquirido no *site* do fabricante, no idioma inglês.

No circuito optou-se pela configuração mais básica do ISD1420, em que A6 e A7 estão em nível lógico baixo, e A0 a A5 foram interconectados à terra. Desta maneira temos 20 segundos livres para gravação de sons.

O SENSOR DE PRESENÇA

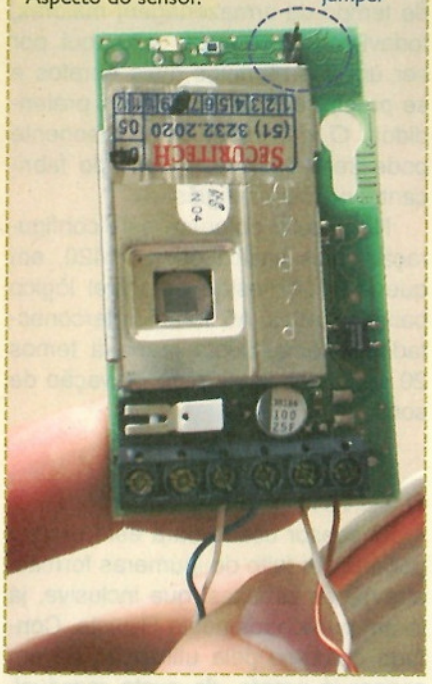
O sensor usado para este projeto poderia ser feito de inúmeras formas, através de circuitos, que inclusive, já foram publicados nesta Revista. Contudo optou-se pela utilização de um sensor já pronto, de custo razoável, do tipo utilizado em alarmes residenciais ou comerciais. Este sensor pode ser observado na **figura 4.** Ele vem montado em uma caixa com um visor que amplia seu raio de alcance e é facilmente encontrado em casas comerciais de materiais elétricos. Para este projeto deve-se descartar essa caixa, para diminuir o raio de alcance, ficando a uma distância agradável.

O sensor tem o aspecto da **figura 5,** sem a caixa. Evite tocar na sua lente, pois isso pode prejudicar a sensibilidade do mesmo. Existem modelos em que é possível regular a sensibilidade, porém são mais caros. Uma característica deste tipo de sensor, e que justifica o *delay* de 30 segundos

4 Sensor de presença.



5 Aspecto do sensor. jumper



antes da rotina de início no programa do BS1, é que ele tem um tempo de inicialização antes de estabilizar. Durante este período, ele fica ligando e desligando, de forma semelhante a um relé. Isso se deve ao fato de que, como foi elaborado para ser ligado a uma central de monitoramento de segurança, ele envia estes "pulsos" para indicar que foi reiniciado.

Vale lembrar também que este tipo de sensor é alimentado com uma tensão de 12 volts. Outra peculiaridade que o leitor pode se deparar é com o *jumper* circulado na **figura 5.** Este serve para ativar ou desativar o LED do sensor. O LED aceso significa interrupção na passagem de corrente, e apagado (sem detecção) há passagem de corrente pelos pinos indicados na **figura 5.** As posições destes pinos podem variar de sensor para sensor conforme modelo, marca, dentre outros. Cabe ao leitor identificá-los com a ajuda de um multímetro, realizando um teste de continuidade entre os terminais com o sensor ligado. Normalmente, as identificações dos pinos vêm impressas na caixa plástica do produto, o que dispensa o teste citado.

A INTERAÇÃO COM O BASIC STEP

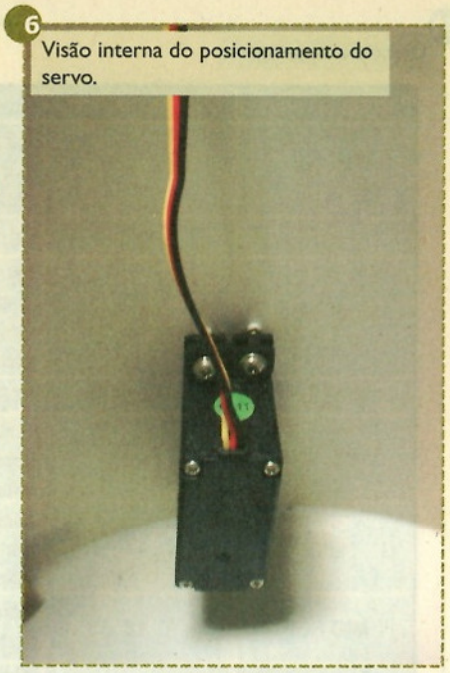
A interação do ISD1420 com microcontroladores é bem versátil. Observe que temos dois pinos para a reprodução de voz no ISD1420: PLAYE e PLAYL. Ao receber um breve pulso baixo em PLAYE, o integrado começa a reproduzir, e só para quando encontra uma marca OEM (*end-of-message*), gerada automaticamente ao término de uma gravação, ignorando pulsos posteriores. Quanto ao pino PLAYL, este foi feito especialmente para servir de interface para microcontroladores e só reproduz enquanto estiver em estado lógico baixo.

Na prática, realmente o ISD se comporta desta maneira se o leitor utilizar uma matriz de contatos e o circuito do *datasheet* do fabricante, contudo para fazer a interface com o BS1, optou-se por utilizar o pino PLAYE, ao invés de PLAYL uma vez que com a configuração adotada no circuito da **figura 1,** PLAYE se comporta como PLAYL, reproduzindo enquanto detecta um pulso baixo do BS1.

MONTAGEM MECÂNICA

A construção mecânica para abrigar todo o circuito foi feita utilizando-se uma lixeira comum, de plástico com pedal, facilmente encontrada no varejo. Deve-se optar por modelos plásticos, porque a tampa é mais leve e pode ser facilmente erguida por um servomotor. Observe nas **figuras 6 a 8** detalhes do posicionamento do servo e da ligação do fio do pedal ao mesmo. Tente colocar o fio do pedal o mais próximo possível do eixo central do servo, pois isso vai diminuir o esforço do mesmo. Nas **figuras 9 a 12** temos uma vista do painel frontal, com o posicionamento dos LEDs, do microfone e de um furo para o sensor, além de detalhes como o cabo de disquete usado para conectar o BS1. No furo foi colocada uma borracha de amortecimento retirada de um *drive* de CD-ROM, para melhor apresentação. O sensor foi afixado, empregando um ímã retirado de um HD inutilizado. Como a estrutura do sensor é metálica, este procedimento dispensou o uso de parafusos. O campo magnético aparentemente não influenciou em nada o sensor. Na lateral esquerda, logo abaixo, encontra-se o potenciômetro de ajuste do volume e na lateral direita temos a entrada para o adaptador DC.

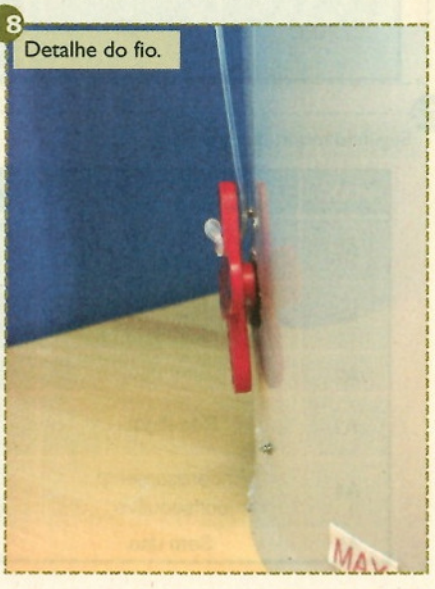
6 Visão interna do posicionamento do servo.



7 Visão externa do pocisionamento do servo.



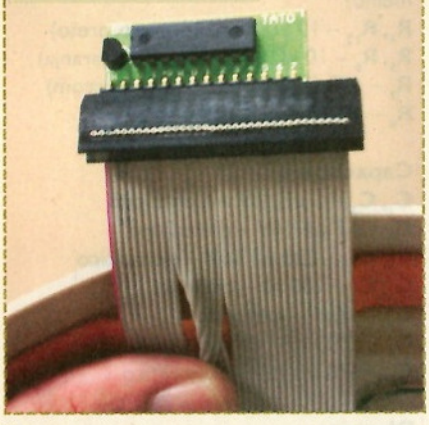
8 Detalhe do fio.



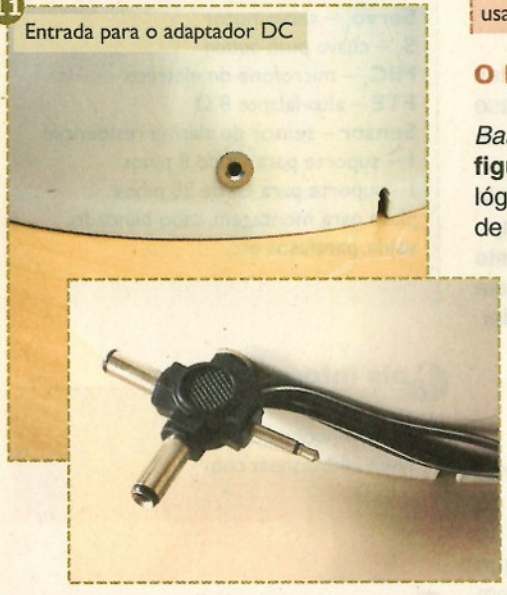
9 Sensor



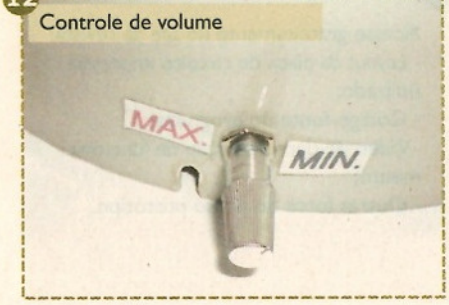
10 Cabo de conexão do BS1



11 Entrada para o adaptador DC



12 Controle de volume



Internamente os fios foram presos usando-se cola quente de silicone, assim como os LEDs e o alto-falante, conforme sugere as **figuras 13 e 14.**

A fonte de alimentação empregada foi um eliminador de baterias, facilmente encontrado no varejo à preço bem acessível. Um aspecto deste eliminador pode ser visto nas **figuras 15 a 17.** Note que ele conta com vários tipos de plugues, e uma escala para regulagem, tornando-o um equipamento bem flexível e útil para o leitor. Uma ressalva sobre este tipo de eliminador, é que nem sempre ele é preciso. Antes de utilizá-lo, deve-se medir a tensão com um multímetro em sua saída para ver se esta corresponde à escala selecionada. Na prática, obtemos algo próximo de +12 volts na escala que indica +7,5 volts! Atente também para a seleção de polaridade da fonte. O leitor também pode utilizar outra fonte de alimentação que mais lhe convenha.

Importante

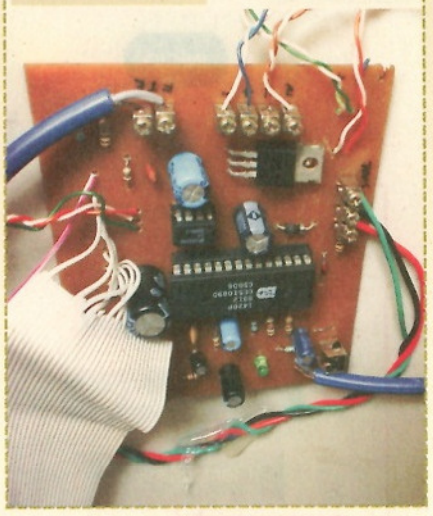
A fim de que o lixo não "suje" a eletrônica dentro da lixeira, o leitor pode adaptar um "fundo falso" na mesma. Essa solução foi usada no projeto Lixobô (MF17).

O PROGRAMA

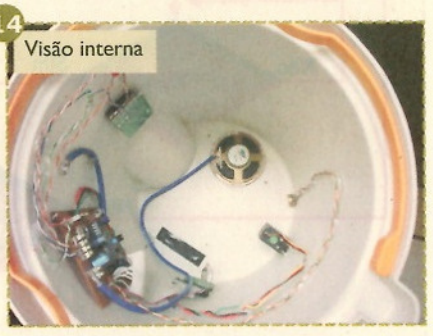
O programa que é executado no *Basic Step* tem o seu fluxograma na **figura 18**. Ao ser detectado o nível lógico baixo no pino 1, pela ausência de condução de corrente entre o pino e +5V, proporcionado pelo sensor de presença, o programa salta para a rotina "abre". Então o servomotor vai para a posição de abertura da tampa, o LED vermelho apaga e o LED verde acende. Após um *delay* de 350 milissegundos, para aguardar a abertura da tampa, o pino 4 do BS1 envia um pulso em nível lógico baixo (e o mantém) para o pino PLAYE do ISD1420, ativando a reprodução do som. Logo depois existe um *delay* para aguardar o término da frase e o som é desativado. Este *delay* deve ser ajustado de acordo com a duração da frase contida no ISD1420, para que a tampa só feche após o término da mesma.

Após a reprodução da gravação, o programa salta para a rotina "pare" e logo em seguida para a rotina

13 Detalhe do circuito



14 Visão interna



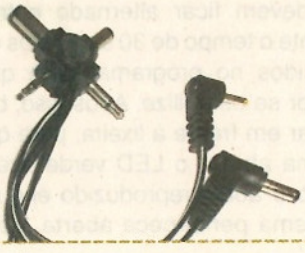
15 Fonte utilizada



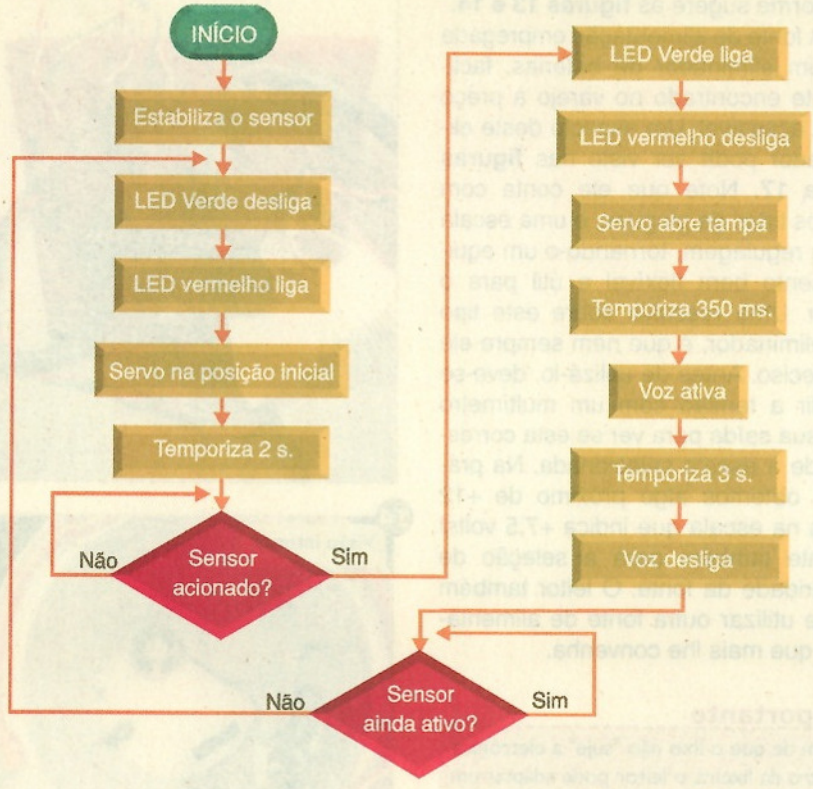
16 Escala de tensões.



17 Conectores



19 Fluxograma.



"espera". É neste momento que o BS1 fica verificando o pino 1 e só retorna ao início do programa quando não houver mais a presença do "0" lógico em seu pino 1, caracterizando a ausência de uma pessoa próxima à lixeira. Ao retornar ao início do programa, o LED vermelho acende, o verde apaga e a tampa fecha. Depois o programa utilizará as rotinas "pare2" e "espera2" para verificar se há novo pulso diferente de "1" no pino 1 (pulso "0" no caso), ocasião em que irá retornar à rotina "abre", reiniciando todo o processo descrito.

TESTE E USO

Conecte a alimentação do circuito. Neste momento os LEDs frontais devem ficar alternado entre si, durante o tempo de 30 segundos estabelecidos no programa, para que o sensor se estabilize. Após isso, basta passar em frente à lixeira, para que a mesma abra e o LED verde acenda, sendo o áudio reproduzido enquanto a mesma permanece aberta, dependendo dos ajustes do leitor. Nos testes bastou 4 segundos para que a frase "Mantenha a cidade limpa", fosse executada. Para armazenar uma frase no ISD1420, pressione S_1 enquanto fala no microfone, lembrando que o tempo máximo é de 20 segundos para este componente. Ao término da frase, ela deve fechar e LED vermelho acender. Ajuste o volume a gosto.

CONCLUSÃO

O presente projeto teve como objetivo mostrar o funcionamento do ISD1420, um circuito de gravação de voz bem popular. Acreditamos que ele possa vir a beneficiar alguém que esteja em uma cadeira de rodas, impossibilitado de pressionar um pedal. Outro uso para o projeto poderia ser em um prédio de escritórios, onde a lixeira poderia alertar as pessoas para reuniões ou eventos, como uma verdadeira mensageira. Outras utilidades podem ser pensadas pelo leitor. Boa montagem e até a próxima!

Lista de material:

Semicondutores
LED_1, LED_2, LED_3 – LEDs comuns redondos de 5 mm
D_1 – 1N4004 – diodo retificador
D_2 – 1N4148 – diodo de sinal
CI_1 – ISD1420 – circuito gravador de voz
CI_2 - 7806 – regulador de tensão
CI_3 – LM386N-1 – circuito amplificador

Resistores
R_1, R_2, R_{10} – 100 kΩ (marrom, preto, amarelo)
R_3, R_4, R_{11} – 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)
R_8, R_{12} – 10 Ω (marrom, preto, preto)
R_5, R_6 – 10 kΩ (marrom, preto, laranja)
R_7 – 470 Ω (amarelo, violeta, marrom)
R_9 – 10 kΩ – potenciômetro

Capacitores
C_1, C_2 – 1 µF/16V – eletrolítico
C_3 – 4,7 µF/16V – eletrolítico
C_4, C_{10} – 220 µF/16V – eletrolítico
C_5, C_6 – 100 nF – cerâmico
C_7 – 47 nF – cerâmico
C_8 – 1000 µF/16V – eletrolítico
C_9 – 470 µF/16V – eletrolítico

Diversos
$Servo_1$ – servomotor
S_1 – chave *push-button*
MIC_1 – microfone de eletreto
FTE – alto-falante 8 Ω
Sensor – sensor de alarme residencial
1 – suporte para CI de 8 pinos
1 - suporte para CI de 28 pinos
placa para montagem, cabo blindado, solda, parafusos etc.

Mais informações

www.winbond.com
www.alldatasheet.com

www.mecatronicafacil.com.br

Acesse gratuitamente no *site* da revista:
- *Layout* da placa de circuito impresso utilizado;
- Código-fonte do programa;
- Vídeo de demonstração de funcionamento;
- Outras fotos do nosso protótipo.

Ajuda com problemas

A lixeira fica abrindo e fechando sozinha!
Isso ocorre quando o sensor é alimentado com uma tensão inferior a 11 volts. A voltagem correta geralmente é +12 VDD, com tolerância de variações de 1 volt para mais ou para menos, a depender do tipo, marca, modelo. Regule a fonte de alimentação para +12VDD.

A lixeira não liga!
Verifique se não inverteu a polaridade da fonte de alimentação, do regulador de tensão 7806 ou dos diodos.

O servomotor não consegue levantar a tampa!
Atente para o tipo de material da lixeira. Verifique se o torque do servo é capaz de suportar o peso da tampa. Com +6 VDD o servo utilizado conseguiu erguer a tampa com facilidade, com um torque de 3,57 kg-cm.

Não consigo gravar sons ou ocorre muito ruído e zumbido na reprodução!
Verifique se não inverteu a polaridade do microfone eletreto ou de C_2. Verifique C_3 e R_7 também. Na parte amplificadora, veja se C_8 está OK. Lembre-se de utilizar um cabo blindado caso queira colocar o microfone em um lugar mais conveniente. Veja também se o volume não está muito alto.

O alcance do sensor está muito grande!
Se for necessário reduzir o alcance do sensor, utilize negativos de filmes de máquinas fotográficas em frente ao sensor. Alguns modelos permitem o ajuste da sensibilidade.

Os LEDs frontais estão piscando juntos!
Isso pode acontecer devido à inversão de polaridade de um dos LEDs.

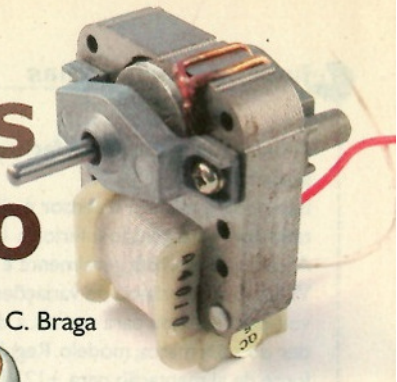
Apenas o LED verde fica aceso e o sensor não surte efeito!
Na montagem prática, verificou-se com um multímetro falha em um trecho da placa de circuito impresso devido à corrosão excessiva. Como as trilhas do circuito não são muito grossas, verifique com um multímetro possíveis falhas em trilhas, que não são vistas a olho nu.

Complete sua coleção

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



Como funcionam os motores de indução



Newton C. Braga



Os motores de corrente contínua não são os únicos que existem, e muitas outras tecnologias de construção de motores podem ser encontradas nos tipos usados em dispositivos de automação, mecatrônica e robótica. Um desses tipos que encontramos em projetos ligados à rede de energia é o motor de indução.

Uma característica não muito desejável em motores elétricos é a presença de escovas que comutam as bobinas. Essas escovas, ao comutarem, geram transientes e outras perturbações que podem afetar o próprio circuito onde o motor funciona e até circuitos próximos de outros aparelhos na forma de EMI ou Interferência Eletromagnética.

Os motores de indução, entretanto, não utilizam escovas e por esse motivo podem tornar-se uma solução bastante interessante para alguns projetos. É claro que eles, como qualquer outro tipo de motor têm suas vantagens e desvantagens, as quais ficarão claras no decorrer deste artigo.

Encontramos esses motores no acionamento de toca-discos antigos, ventiladores, ventoinhas de chuveiros pressurizados, bombas d'água de aquários e muitos outros aparelhos eletrodomésticos, e mesmo em alguns equipamentos eletrônicos que possuam um sistema de ventilação ligado à rede de energia, visto que os motores de indução operam exclusivamente com corrente alternada.

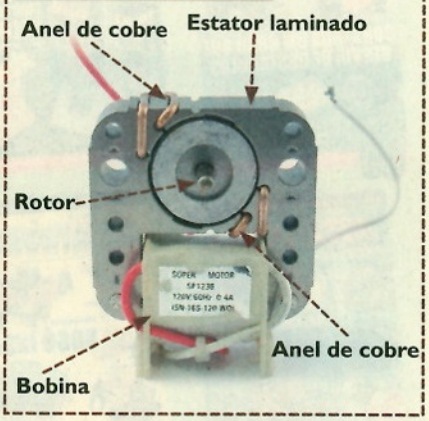
COMO FUNCIONA

A ausência de escovas comutadoras e existência de apenas uma bobina fixa facilita bastante simples entender o princípio de funcionamento do motor de indução.

Um motor indução típico possui um rotor em curto-circuito com defasamento indutivo de campo e uma estrutura básica conforme a mostrada na **figura 1**.

Temos, então, um eletroímã em forma de "U" formado por diversas

1 Motor de indução típico.



placas de ferro doce semelhantes às usadas nos transformadores comuns. A finalidade de empregar-se um núcleo laminado é evitar as correntes de turbilhão induzidas num condutor sólido, as quais causariam seu aquecimento excessivo, veja a **figura 2**.

Entre os pólos do ímã, denominado estator, é colocado um rotor cilíndrico que também é feito de chapas e tem a finalidade de fechar o percurso das linhas do campo magnético criado pelo eletroímã em forma de "U".

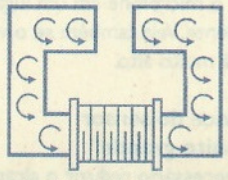
A eficiência deste tipo de motor depende da fenda ou espaço que existe entre o eletroímã e o rotor. Quanto menor o espaço entre os dois, menor será a corrente necessária para a magnetização do conjunto.

Observamos nesta construção que em pontos opostos das peças que denominamos estator, que formam o eletroímã, há duas fendas nas quais são colocados dois anéis de cobre, observe a **figura 3**. A finalidade desses anéis é formar uma espira de "curto-circuito", e sua ação no sistema é justamente a de retardar a formação do campo magnético em relação ao restante do eletroímã.

Conforme ilustra a **figura 4**, se representarmos o campo na bobina e o campo na espira através de um gráfico, observamos que há uma defasagem entre os dois, com o campo na espira se atrasando em relação ao primeiro. O retardo obtido com esta configuração é de ¼ do ciclo da alimentação alternada.

O efeito desse retardo é como se houvesse na peça polar um campo

2 Corrente de turbilhão induzidas no núcleo.

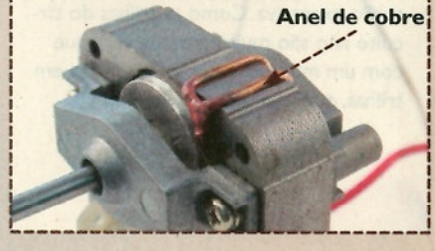


Corrente de turbilhão num núcleo sólido

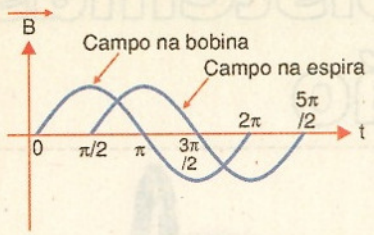


Corrente de turbilhão num núcleo laminado

3 Anel de cobre para fazer uma espira de curto-circuito.



4
Defasagem entre os campos magnéticos.



magnético rotativo entre os pólos, com uma velocidade que corresponde justamente ao tempo de um ciclo por volta.

Isso significa que o campo entre as peças polares dá 60 voltas por segundo, já que nossa rede de energia é de 60 Hz, ou 3 600 voltas por minuto, que será traduzido em 3 600 rpm para o motor (rotações por minuto).

Para que o rotor possa responder a esse campo rotativo, ele precisa ter uma construção especial que é exibida na **figura 5**.

Esse rotor possui sulcos ou canaletas no sentido axial, nos quais são embutidos fios de cobre, tendo todas as suas extremidades interligadas de modo a formar espiras em curto.

Ao cortar os condutores, o campo magnético rotativo induz uma corrente. Como esses condutores estão em curto, a corrente induzida é muito alta criando um campo magnético no próprio rotor. Esse campo interage com o campo da peça polar ou estator, aparecendo uma força de atração tal que um tende a seguir o outro. Visto que os condutores estão fixos, o rotor vai girar no mesmo sentido do campo magnético criado pelo estator.

Na prática, o rotor não consegue acompanhar o campo exatamente na mesma velocidade, pois se isso acontecesse a indução cessaria, de modo que o motor gira um pouco mais devagar que os 3 600 rpm teóricos. A velocidade desses motores é da ordem de 95% a 98% da velocidade teórica, o que corresponde a algo entre 3400 e 3560 rpm.

Uma variação do motor que descrevemos, é o motor de indução de 4 pólos mostrado na **figura 6**.

O princípio de funcionamento desse motor é o mesmo, mas o campo dará uma volta completa a cada dois ciclos da corrente alternada. Assim sendo, a velocidade teórica máxima desse tipo de motor é de 1800 rpm.

Podemos também encontrar tipos com maior número de pólos, que terão uma velocidade que será dada por:

$$rpm = 3600/n$$

Onde n é o número de bobinas.

Um motor de 4 bobinas ou 8 pólos girará a 900 rpm (valor teórico).

Observe também que, na rede de 50 Hz, esses motores giram mais devagar.

TIPOS

A NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*) classifica os motores de indução em 4 categorias conforme o torque, corrente e outras características importantes para os projetos. Essas categorias são designadas pelas letras A, B, C e D. Analisemos as características dos motores das diversas categorias:

Tipo A

Apresenta um torque normal na partida (150 a 170% da potência nominal) e uma corrente de partida relativamente alta. Pode manusear cargas mais pesadas. Na indústria, são usados em máquinas injetoras.

Tipo B

É o tipo mais comum. Seu torque de partida é semelhante ao do tipo A, mas tem uma corrente inicial menor. A eficiência e o fator de carga são relativamente altos. Aplicações típicas incluem sistemas de ventilação, ferramentas, bombas, etc.

Tipo C

Tem um torque de partida elevado (maior do que o dos tipos anteriores, com aproximadamente 200% da potência nominal) sendo, por isso, indicado para o acionamento de cargas maiores.

Tipo D

Possui o maior de todos os torques de partida e a velocidade final é menor. Trata-se de tipo ideal para aplicações onde ocorram grandes variações de velocidade.

PROJETO

Na **figura 7** mostramos um simples ventilador feito com um motor de indução "de sucata", que serve justamente para experimentos de bancada envolvendo vento tais como:

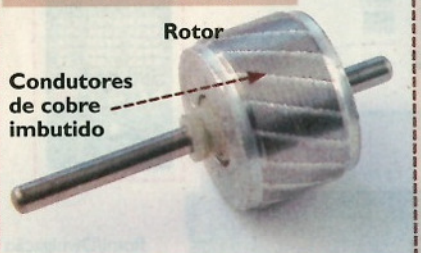
- Usina eólica experimental
- Túnel de vento
- Acionamento de um anemômetro
- Acionamento de um catavento.

CONCLUSÃO

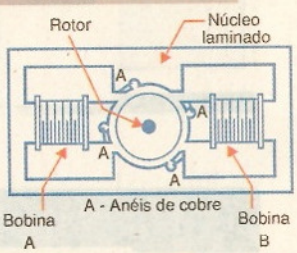
Motores de indução de baixa potência (na faixa de 5 a 50 W) podem ser retirados de velhos toca-discos, chuveiros pressurizados fora de uso, bombas de aquário e outros eletrodomésticos. Ligados na rede de energia, eles podem movimentar diversos tipos de projetos mecatrônicos que não exijam torques elevados.

Trata-se de uma boa (e barata) opção para se obter movimento sem ruídos (o motor de indução não tem escovas), velocidade com pequena variação (dependendo da carga) e boa eficiência.

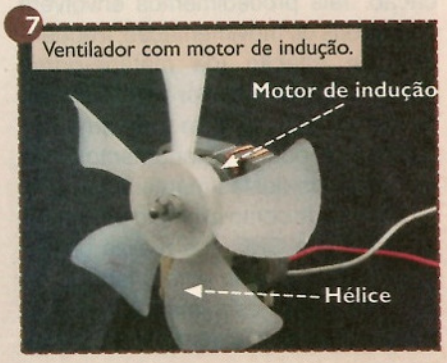
5
Rotor de construção especial.



6
Motor de indução de 4 pólos.



7
Ventilador com motor de indução.



Integração entre sistemas CAD/CAM e geração de programas para máquinas CNC



Romi/Divulgação

Neste terceiro artigo da série CAD/CAM apresentaremos a integração destes sistemas para a geração de programas a serem utilizados em máquinas controladas por um comando numérico computadorizado - CNC, visando realizar operações de fabricação. Dentre estas máquinas, podem-se destacar: centros de usinagem para operações de fresamento e torneamento; retíficas; eletro-erosão; corte a laser; e outros equipamentos que possam ser comandados por um CNC. Este artigo se inicia com uma sucinta definição sobre os programas usados por máquinas CNC, conhecidos com programas NC; suas principais funções e exemplos de aplicação, finalizando com a apresentação da metodologia empregada por sistemas CAD/CAM para a geração de programas NC e simulação da fabricação.

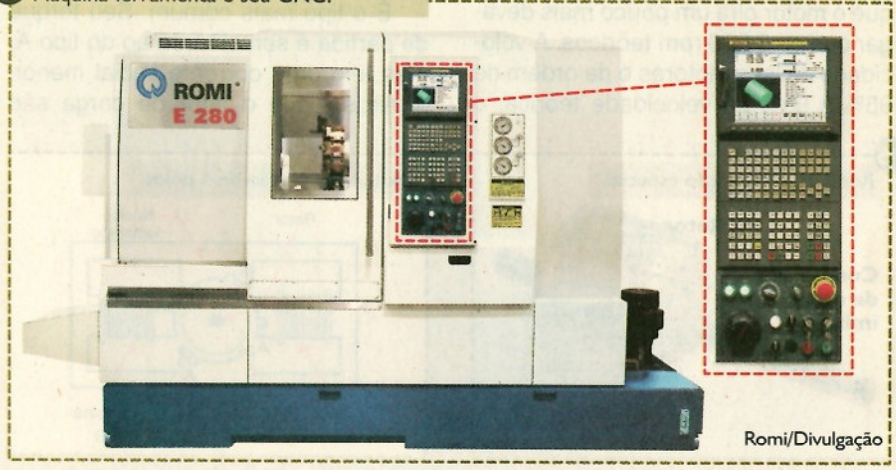
Adriano Fagali de Souza*

PROGRAMAS DE CONTROLE NUMÉRICO - DEFINIÇÕES INICIAIS

As máquinas que utilizam um comando numérico computadorizado (CNC) são comandadas automaticamente por um programa de controle numérico, mais conhecido como programa NC. Este programa tem por função principal alimentar a máquina CNC com os procedimentos de fabricação. Tais procedimentos envolvem comandos de movimentação; freqüências de rotação (da matéria-prima quando a máquina for um torno ou da ferramenta de corte para uma fresadora); e outros acionamentos dos mecanismos destas máquinas.

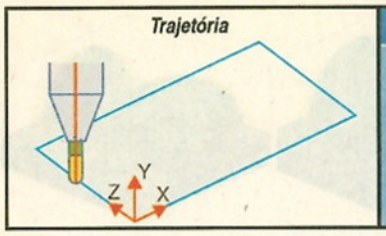
Utilizando como exemplo um centro de usinagem CNC que realiza operações de fresamento para a fabricação de uma peça, esta máquina requer inicialmente que a ferramenta esteja em uma rotação determinada para a fabricação específica. Em um segundo momento, a máquina deverá se movimentar em coordenadas cartesianas a fim de realizar o processo de usinagem. Adicionalmente, ela poderá acionar o sistema de refrigeração, emanando fluido de corte em um determinado momento da usinagem. Todas estas informações compõem o respectivo programa NC e deverão estar codificadas de forma a ser identificada pela máquina CNC. A **figura 1** ilustra um centro de usinagem e seu respectivo comando numérico computadorizado.

1 Máquina-ferramenta e seu CNC.



Romi/Divulgação

2 Trajetória da ferramenta e esboço de um programa NC.



Programa NC simplificado				
N10	G01	X0 Y0 Z0	F500	S3000
N20		X30 Y0 Z0		
N30		X30 Y0 Z0		
N40		X0 Y10 Z0		
N50		X0 Y10 Z0		
N60		X0 Y0 Z0		
N70		M30		

A **figura 2** exemplifica a trajetória da ferramenta para operação de fresamento e seu respectivo programa NC. A primeira coluna do programa NC representa a identificação da linha do programa (N...); os caracteres G01 representam o comando para movimentações lineares; os valores das coordenadas das da trajetória (X, Y, Z); a velocidade de movimentação da ferramenta em mm/min (F) e a rotação do eixo-árvore RPM (S). O comando M30 finaliza o programa.

Os programas NC podem ser gerados manualmente no painel do CNC ou através de um *software* CAD/CAM. Na programação manual, o programador deverá obter diretamente do desenho de engenharia da peça, dimensões tais como comprimentos, largura, altura, raios, chanfros, etc. Baseado nestas informações, o programador determina as trajetórias de ferramenta através de pontos cartesianos no espaço, acrescentando as velocidades de trabalho e outros parâmetros necessários para executar a usinagem. Desta maneira, o principal trabalho do programador é identificar as coordenadas cartesianas da trajetória, e associá-las aos comandos de movimentação.

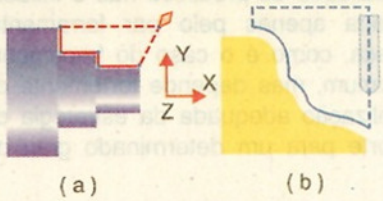
O programador deverá também determinar o percurso ótimo da ferramenta, assim como as condições de corte, baseado nas características do material da peça, da ferramenta de corte e limitações da máquina-ferramenta.

Assim, um programa NC consiste na coleção de todos os dados necessários para produzir a peça, arranjados em um formato padronizado para facilitar a introdução na máquina CNC.

Quando a trajetória de usinagem for composta por formas circulares e/ou lineares, torna-se possível a programação NC de forma manual, como exemplifica a **figura 3a**, para o caso de uma operação de torneamento. Observe que os pontos da trajetória são definidos de forma simples por pontos cartesianos. Quando a trajetória da ferramenta possuir movimentos complexos, como mostra a **figura 3b**, a definição de seus pontos irá requerer auxílio computacional, através de sistemas CAD/CAM. Neste caso, a programação manual se torna inviável.

Desta maneira, a programação NC manual está limitada à forma geométrica a ser usinada. A programação via software possibilita a geração de programas NC em ambos os casos; no entanto, devem ser feitas considerações de custo e treinamento de funcionários, antes de investir nessa tecnologia. Em muitas aplicações, a programação manual pode representar melhor custo-benefício.

3 Geometrias simples e complexas para programação NC.



PROGRAMAÇÃO NC VIA SOFTWARE CAM

O sistema CAM é responsável por calcular as trajetórias da ferramenta e outros acionamentos da máquina-ferramenta, gerando posteriormente o respectivo programa NC. Para a realização deste trabalho, podemos citar seis etapas a serem definidas para a geração de um programa NC via software CAM:

a) Geometria da peça

Na programação NC via software CAM, as informações geométricas devem ser provenientes dos sistemas CAD. Portanto, deve-se possuir o modelo CAD da peça a ser usinada. Este modelo servirá como base geométrica para o cálculo das trajetórias da ferramenta, realizado por software CAM.

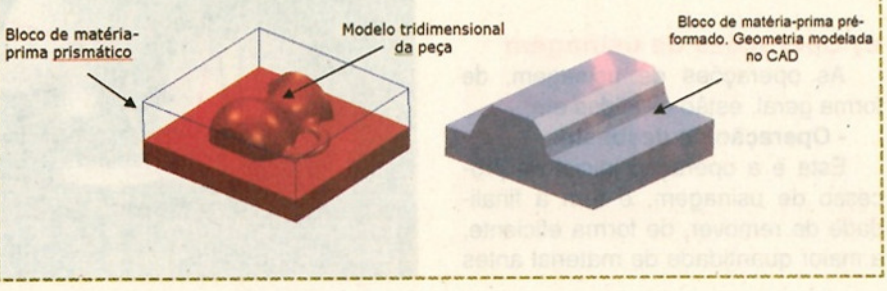
Sistemas CAD tridimensionais possibilitam uma maior versatilidade de trabalho, permitindo a usinagem de formas complexas. Contudo, em algumas aplicações, como torneamento CNC e fresamento CNC em 2½ eixos, um sistema CAD 2D poderá suprir as necessidades do processo.

b) Definição do bloco de matéria-prima

Um dos parâmetros necessários para o CAM calcular as trajetórias da ferramenta é o reconhecimento da forma geométrica do bloco de matéria-prima e suas dimensões. Sem esta informação o software não poderá calcular as trajetórias de ferramenta que requeiram esta informação.

A matéria-prima pode ser fornecida em duas circunstâncias: um bloco prismático, com faces planas. Neste caso, suas dimensões deverão ser atribuídas no próprio software CAM.

4 Diferentes maneiras para definir o bloco de matéria-prima.

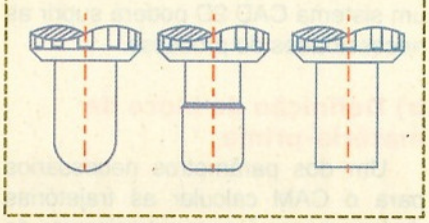


Uma segunda possibilidade é a utilização de um bloco de matéria-prima pré-moldada por outro processo de fabricação como, por exemplo, uma peça fundida e que posteriormente será usinada (**figura 4**). Nesta situação, o CAM deverá reconhecer a forma geométrica fundida. Neste processo, a geometria da matéria-prima deverá ser modelada no sistema CAD e importada para o CAM como sendo o bloco de matéria-prima.

c) Definição da ferramenta de corte

As trajetórias de usinagem calculadas pelo sistema CAM representam o ponto de contato da ferramenta de corte com a peça. Desta forma, o sistema deverá possuir as informações, como diâmetro, comprimento e forma geométrica da ferramenta a ser utilizada. A **figura 5** ilustra diferentes geometrias de ferramentas de corte para fresamento.

5 Diferentes geometrias de ferramentas para fresamento.



d) Parâmetros de usinagem

Assim como na programação manual, os parâmetros de usinagem devem ser atribuídos ao CAM para a geração do programa NC. Estes parâmetros são:

- Velocidade de rotação do eixo-árvore [RPM];
- Velocidade de avanço para usinagem [mm/min];
- Velocidade de avanço rápido [mm/min];
- Velocidade de aproximação [mm/min].

e) Operações de usinagem

As operações de usinagem, de forma geral, estão divididas em:

- Operação de desbaste:

Esta é a operação inicial do processo de usinagem, e tem a finalidade de remover, de forma eficiente, a maior quantidade de material antes de atingir a forma geométrica final que será obtida na operação final de acabamento. O usuário deverá definir um volume de material restante para ser removido no acabamento, chamado de sobre metal, que deverá ser definido em função do material usinado e de parâmetros do processo.

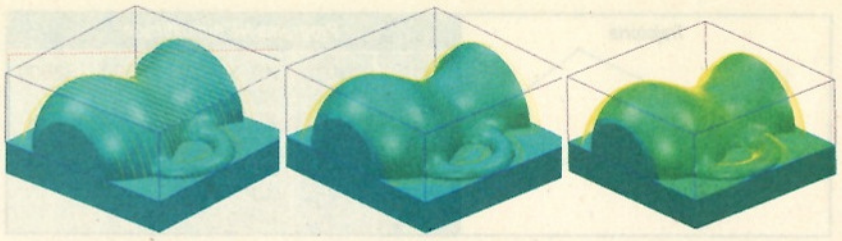
- Operações de acabamento:

Esta é uma operação que visa remover o sobre metal deixado pelas operações de desbaste. São empregados parâmetros de corte mais favoráveis ao acabamento superficial.

Atualmente, os sistemas CAM oferecem várias possibilidades de trajetórias de ferramenta para a usinagem de uma superfície. A **figura 6** apresenta estas possibilidades. A escolha dentre as diferentes trajetórias de ferramenta é realizada pelo usuário representando uma grande influência sobre o tempo necessário para a usinagem, desgaste de ferramentas de corte e qualidade superficial, principalmente na usinagem de superfícies complexas, onde a qualidade do processo não é influenciada apenas pelo par ferramenta/peça, como é o caso do fresamento comum, mas depende fortemente da utilização adequada da estratégia de corte para um determinado grau de curvatura da superfície e a sua associação com as superfícies adjacentes.

Empregando o conhecimento prático, o usuário é responsável por determinar a estratégia de corte mais adequada para diferentes superfícies a serem usinadas.

6 Estratégias de corte para acabamento.



a. Passes paralelos b. Passes verticais c. Passes em *off-set*

f) Simulações de usinagem

Diversos sistemas CAM possibilitam realizar simulações de usinagem. Este recurso é bastante empregado, pois permite ao usuário verificar as trajetórias de ferramenta calculadas pelo *software*. Nesta etapa o usuário verifica se as estratégias de usinagem, as seqüências a serem executadas, bem como as ferramentas de corte adotadas estão de acordo com o processo de usinagem esperado. Além desta função, a simulação permite ao usuário verificar possíveis colisões (**figura 7**), tais como:

- Colisão do sistema de fixação da ferramenta de corte (mandril e pinça) com a geometria da peça;
- Colisão da ferramenta com dispositivos de fixação da matéria-prima na mesa da máquina ou outros instrumentos da máquina;
- Movimentações inadequadas da ferramenta, ocorrendo invasão da geometria final.

7 Simulação de usinagem disponível em sistema CAM.



O sistema CAM pode identificar as regiões afetadas (caso ocorra colisão), e ainda definir as dimensões mínimas, da ferramenta e/ou mandril, para evitá-la.

g) Pós-processamento

Com as trajetórias de ferramenta calculadas pelo CAM, tem-se a necessidade de transformar estas informações, que estão em formato computacional (binário) em programas NC, possíveis de serem interpretados por uma máquina CNC (**figura 8**). Esta conversão de informações é denominada de pós-processamento. Em geral, o pós-processador é fornecido juntamente com o software CAM, e desenvolvido de acordo com os requerimentos do usuário e sua máquina CNC.

Os programas NC gerados são arquivos-texto em formato ASCII; portanto, podem ser manipulados em qualquer editor de texto (Bloco de notas; Wordpad; Word, etc.). Para realizar o processo de fabricação, os programas devem ser transferidos ao CNC da máquina. Esta comunicação pode ser realizada por rede, cabo serial ao até mesmo por um disquete.

SÍNTESE DOS CONCEITOS APRESENTADOS NESTE ARTIGO

Após a compreensão desta matéria, você deverá possuir o conhecimento sobre os seguintes tópicos:

- Conceitos sobre comando numérico computadorizado e principais aplicações;
- Definições e metodologia utilizada para a geração de programas NC;
- Etapas necessárias para a geração de programas NC via software CAM;
- Principais funcionalidades dos softwares CAM para a programação NC.

Com este artigo finalizamos a série de discussões sobre as tecnologias computacionais para a integração das etapas de projeto e manufatura, focando os sistemas CAD/CAM/CNC.

*Adriano Fagali de Souza é Professor/ Pesquisador do Instituto Superior Tupy - SOCIESC

8 Etapas para a geração de programas NC via software CAM.

Fase 1	Fase 2	Fase 3
Cálculo das trajetórias da ferramenta - software CAM	Pós-processamento	Programa NC N10 G01 X0Y0Z0 F500 S3000 N20 X30 Y0Z0 N30 X30 Y0Z0 N40 X0 Y10Z0

Bibliografia:

Mahon, Mc.; Browne, J.: CAD/CAM From Principles to Practice. Suffolk, UK. Addison-Esley. 1993. ISBN 0-210-56502-1.
Chang, t.-C; Wysk, R.A.; Wang, H-P.: Computer-Aided Manufacturing. New Jersey. Prentice Hall, 1998.

Seus emails não funcionam ?
Sua página esta fora do ar ?
Seu banco de dados sumiu ?

Então você precisa de um provedor de verdade !

Hospedagem Profissional

Registro de dominio nacional e internacional
ASP.NET
PHP
MySQL
SQL
Anti-Spam
Anti-vírus

19,90*

Revenda de Hospedagem

» Sem limite de Sites com Domínio próprio
» Sem limite de Emails POP3
» ASP, ASP.net, Perl, Pyton, PHP, MySq Microsoft SQL, Access, SSI, Web Statistics
» Webmail
» Front Page
» Administração do DNS
» Controle de tráfego e espaço por domínio
» Paginas de erro customizáveis
» Controle de permissão de diretórios
» Administrador de arquivos

Consulte Valores

* Consulte para maiores informações

www.silicom.com.br - 0xx11 6198-2526 info@silicom.com.br

SILICOM
INTERNET PROVIDER

Sistemas de Entretenimento e Informação

parte 2



Foto: GM/Divulgação

Alexandre de A. Guimarães

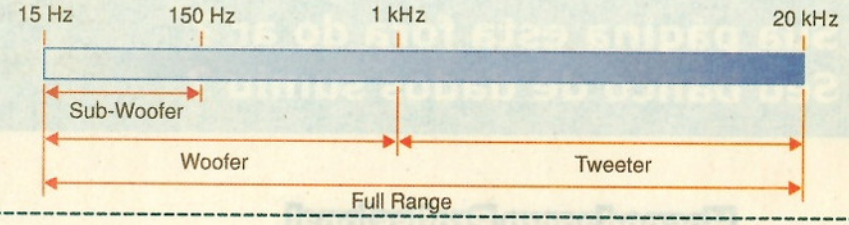


Na edição anterior abordamos as principais características do sistema de som automotivo e, mais especificamente, o rádio. Neste artigo trataremos de outros dois componentes importantes: os alto-falantes e as antenas.

ALTO-FALANTES

Existem dois tipos fundamentais de alto-falantes (ou simplesmente "falantes"): o *woofer* e o *tweeter*. Um *woofer* reproduz as freqüências de 20 Hz a 1 kHz, enquanto que um *tweeter* reproduz as freqüências de 1 kHz a 16 kHz (estes valores são os convencionais, podendo variar para mais e/ou para menos). Entretanto, por conta de diversos fatores, muitas vezes não técnicos, vários tipos adicionais de falantes estão disponíveis. A **figura 1** mostra o nome de quatro falantes diferentes e as respectivas faixas de freqüência.

1 Faixas de freqüência.



Tipos de Alto-Falantes

***Full Range*:** Por ser capaz de reproduzir toda a faixa de freqüência, é o tipo de falante normalmente utilizado nos sistemas automotivos convencionais. Apesar de não apresentar um som de alta qualidade, um sistema montado com este tipo de falante possibilita a redução do custo do sistema, especialmente pelo fato de não empregar os *tweeters*.

Woofer: É o falante responsável pela reprodução dos sons graves (em inglês este tipo de som é conhecido como *Bass*).

Sub-woofer: É um derivado do *woofer*. Sua característica construtiva reforça a reprodução das baixas freqüências. Costumamos dizer que esta faixa de freqüência é muito mais sentida do que ouvida pelo ouvinte. Sistemas de som que usam *sub-woofer* vibram bastante (obviamente no sentido positivo da palavra vibração).

Tweeter: Este tipo de falante é o menor em termos de tamanho, especialmente por ser responsável por reproduzir as ondas de som de menor quantidade de energia mecânica. Há vários tipos de *tweeters* trabalhando dentro desta faixa de freqüência. A principal diferença entre eles é em relação à fidelidade com que reproduzem os sons.

Os quatro tipos de falantes apresentados podem ser considerados os principais disponíveis, não só nas aplicações automotivas, mas em todo sistema de som (residencial inclusive). Sistemas de som automotivos projetados com estes falantes, se bem calibrados, soarão com qualidade e fidelidade.

Um sistema convencional de som automotivo (em veículos com quatro portas), geralmente, utiliza dois falantes por porta: um *woofer* e um *tweeter*. Este é o chamado sistema ***two-way***,

exatamente por ter dois falantes complementares montados lado a lado, formando um sistema que preenche o ambiente.

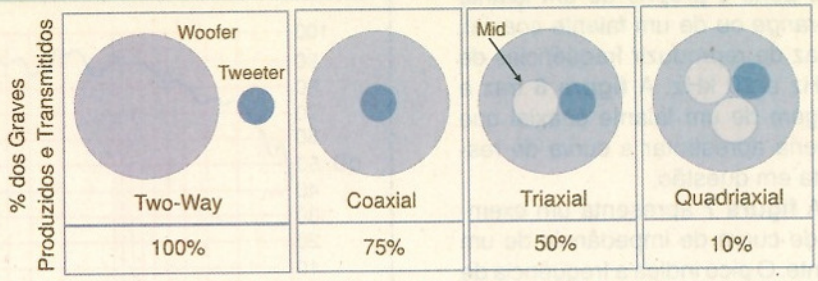
Um sistema mais apurado, normalmente chamado de ***premium***, além dos oito falantes (um *woofer* e um *tweeter* por porta), costuma empregar um ou dois *sub-woofers*, para que as baixas freqüências sejam enfatizadas, preenchendo mais o ambiente e envolvendo completamente os ouvintes.

Entretanto, por uma questão de falta de espaço interno para a instalação do sistema *two-way*, algumas montadoras adotam os chamados falantes axiais. São falantes do tipo *woofer* ou *full range* com *tweeters* e/ou *mid-ranges* (classe não muito utilizada de falantes, capazes de reproduzir as freqüências entre 3 kHz e 9 kHz) montados sobre seus cones. O ponto principal que deve ser observado sobre este tipo de falante é que, quanto mais elementos posicionarmos sobre o falante principal do conjunto, neste caso um *woofer* ou um *full-range*, menor será a quantidade de ar que sairá deste falante. Conseqüentemente menor será a reprodução das freqüências até 2 kHz ou 3 kHz. Dentre os falantes axiais (**figura 2**) comento:

Coaxial: Composição de um *woofer* ou *full-range* com um *tweeter* montado sobre seu eixo. É o alto-falante mais comum entre as montadoras, garantindo uma instalação enxuta (sem a necessidade de se reservar um espaço adicional ao *tweeter*), com custo um pouco abaixo do sistema *two-way* e com pouco prejuízo à reprodução dos graves (perda aproximada de 25% dos graves produzidos).

Triaxial: Composição de um *woofer* ou *full-range* com um *tweeter* e um *mid-range* montados sobre seu eixo. Este falante é largamente comercializado, especialmente por ter como apelo o fato de você estar levando três falantes em um e, muitas vezes, pagando só um pouco a mais. Contudo, o aparente bom negócio não se materializa em termos de qualidade de som. Este tipo de falante costuma anular cerca de 50% das freqüências graves produzidas.

2 Os quatro tipos de sistemas apresentados: two-way, coaxial, triaxial e quadriaxial e os respectivos percentuais de grave, que estarão sendo efetivamente sentidos pelos ouvintes.



Quadriaxial: É muito similar, em todos os aspectos, ao triaxial. Tem um *woofer* ou *full-range* com um ou dois *mid-ranges* e um *tweeter* montados em seu eixo principal. Sobre a performance, uma grande surpresa: somente 10% do som grave produzido chega aos seus ouvidos. 90% é barrado pelos três falantes colocados sobre o cone principal, que mais serve de suporte aos demais do que de falante propriamente dito.

Quais as características construtivas de um "falante"?

Um alto-falante é um dispositivo eletromecânico que transforma a corrente aplicada em sua bobina em movimentos de seu cone, causando a compressão e a expansão do ar, resultando na geração de pressão sonora ou simplesmente no som. Um alto-falante é composto de três sistemas fundamentais:

Sistema motor: formado pelo magneto, placa de polarização, placa dianteira, placa traseira e a bobina.

Sistema diafragma: formado pelo cone, *dust cap* (capa de poeira) e, quando utilizado, o cone *whizzer*.

Sistema de suspensão: formado pela aranha (*spider*) e a borda (*surround*).

A **figura 3** ilustra um corte de um falante com seus principais componentes, enquanto que a **figura 4** exibe uma vista explodida.

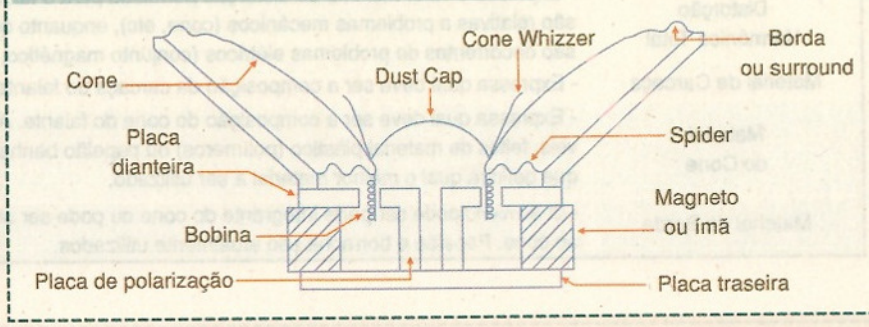
O que encontramos na especificação de um "falante" original de fábrica?

Vários são os parâmetros utilizados para especificar um alto-falante. A **tabela 1** relaciona os principais.

4 Vista explodida de um falante.



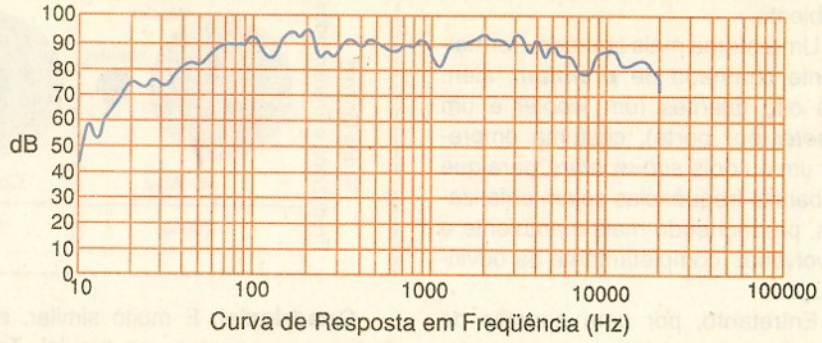
3 Corte de um falante com seus principais componentes



A **figura 5** mostra um exemplo de curva de resposta em freqüência. Este perfil é próprio de um falante *full-range* ou de um falante coaxial, capaz de reproduzir freqüências de 20 Hz a 20 kHz. A **figura 6** traz a imagem de um falante coaxial que poderia apresentar a curva de resposta em questão.

A **figura 7** apresenta um exemplo de curva de impedância de um falante. O pico indica a freqüência de ressonância, enquanto que o valor mais baixo após o pico representa a impedância nominal do falante.

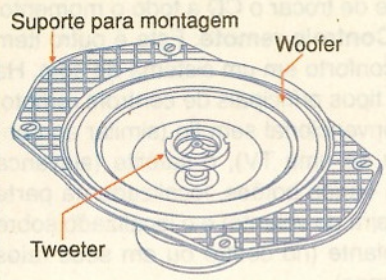
5 Exemplo de curva de resposta em freqüência



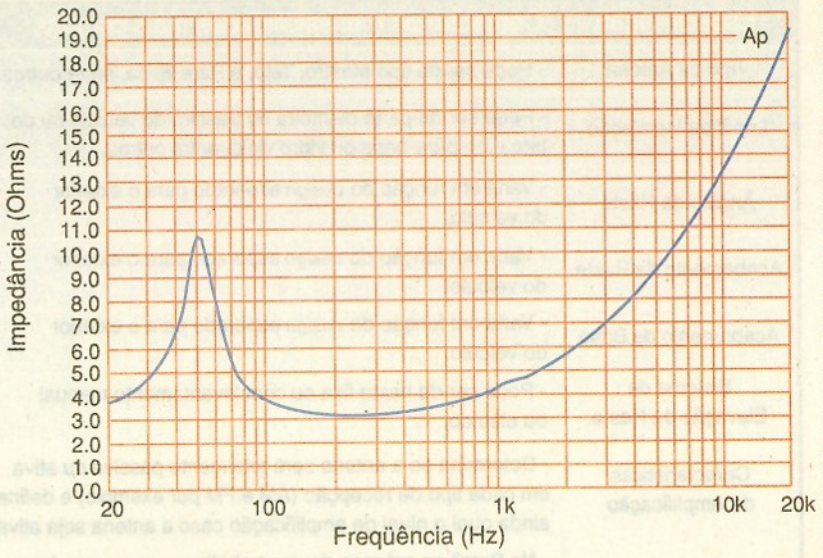
T1 Principais parâmetros utilizados para se especificar um alto-falante.

Especificação	Comentários e possibilidades mais comuns
Tipo de Alto-Falante	- Existem vários tipos de falantes, já mencionados anteriormente: *Sub-Woofer, Woofer, Full-Range, Tweeter, Coaxial, Triaxial* ou *Quadriaxial.*
Diâmetro do Alto-Falante	- Especifica a dimensão máxima do cone em sua parte superior.
Dimensão do Ímã	- Especifica o tamanho do ímã a ser utilizado. Esta informação afeta diretamente a performance do falante.
Material de Ímã	- Existem vários tipos de materiais ferro-magnéticos. Os mais utilizados atualmente são Ferrite e Neodimio, sendo o segundo o de maior performance magnética.
Tipo de Suspensão	- Este item trata especificamente do formato da borda. Ela poderá ser positiva *(up-roll)* ou negativa *(down-roll)*. A positiva é caracterizada por estar acima da linha superior do cone, enquanto que a negativa está para dentro do falante. A positiva permite maior excursão do diafragma, enquanto que a negativa reduz as possibilidades de distorção por colisões do conjunto à placa traseira.
Impedância Nominal	- Expressa o valor ôhmico da bobina utilizada no sistema motor. A impedância dos falantes deve ter o mesmo valor da impedância do canal de áudio do rádio a ser utilizado. Isto garantirá a máxima transferência de potência do sistema.
Potência Nominal	- Assim como nos rádios, o que você deve observar é a unidade utilizada para expressar apotência. - Valores em RMS devem ser priorizados, por colocarem o valor médio quadrado do áudio reproduzido. - Valores em PMPO dizem quase nada sobre o sistema, uma vez que expressam a potência mais alta encontrada dentro da faixa de reprodução do aparelho (essa potência pode ser específica de uma frequência e muito aquém das demais).
Freqüência de Ressonância	- Expressa um valor que nos ajuda a definir e a aumentar a resposta do sistema em baixas frequências.
Faixa de Freqüência	- Apresenta o intervalo de frequências em que o falante deverá trabalhar. Esta informação está diretamente ligada ao tipo de alto-falante.
Sensibilidade	- Este valor expressa o volume com que o som será tocado dentro do automóvel. Costumamos considerar valores superiores a 91 dB/Watt/metro.
Distorção Harmônica Total	- Expressa o valor máximo de distorção permitido para o falante. Distorções em harmônicas pares são relativas a problemas mecânicos (cone, etc), enquanto que as distorções em hamônicas ímpares são decorrentes de problemas elétricos (conjunto magnético, etc.).
Material da Carcaça	- Expressa qual deve ser a composição da carcaça do falante.
Material do Cone	- Expressa qual deve ser a composição do cone do falante. Atualmente temos cones rígidos e maleáveis, feitos de material plástico (polímeros) ou papelão banhado com resina. O destino do falante é que definirá qual o melhor material a ser utilizado.
Material da Borda	- O *Surround* pode ser parte integrante do cone ou pode ser uma faixa de material diferenciado, colada ao cone. Papelão e borracha são atualmente utilizados.

6 Imagem de um falante coaxial



7 Exemplo de curva de impedância de um falante.



ANTENAS

Existem vários tipos de antena automotiva. A definição do tipo, acabamento e local de instalação dependem diretamente de dois fatores: a aparência externa do veículo e a performance de recepção esperada.

Aplicações e tipos

As aplicações são diversas, variando da simples recepção de rádio à recepção de sinais do sistema GPS e de aparelhos celulares. Destaque para os sistemas: rádio AM e FM, sinais de TV UHF e VHF, sistema DAB (*Digital Audio Broadcast*), sistema GPS (*Global Positioning System*), etc.

Sobre os tipos de antena, destaque para os seguintes:

Mastro: É o modelo de antena mais elementar que já existiu e, acredite se quiser, dos mais eficientes (em virtude do plano terra existente sob a antena). Podendo ser de levantamento manual ou elétrico, as antenas tipo mastro ficam localizadas na frente ou atrás do veículo, do seu lado esquerdo ou direito.

Teto: É o modelo mais encontrado atualmente. Pode ser instalada na parte frontal ou traseira do teto do veículo e sua angulação depende, geralmente, do ângulo do pára-brisa (por questões estéticas). Pode ser passiva ou ativa, dependendo da performance esperada para o sistema de som. As antenas ativas possuem um pré-amplificador interno, que eleva o nível dos sinais que serão passados ao rádio.

Pára-brisa: Podem ser representadas por um filete colado ao pára-brisa ou por um dispositivo também colado ao pára-brisa, atrás do espelho retrovisor interno. Sua performance é das mais baixas existentes, mas a sua forma de instalação deixa a aparência externa do veículo limpa.

Coluna A: Caracterizada por uma pequena haste metálica que corre por dentro da coluna A do veículo. Geralmente não apresenta boa performance e pode ser muito frágil ao manuseio.

Vidro vigia: Este tipo de antena utiliza os próprios filetes do desembaçador traseiro. Neste caso também observamos baixa performance, mas a sua forma de instalação deixa a aparência externa do veículo limpa.

Pára-choque: Trata-se de um filete montado dentro do pára-choque do veículo. Aqui também observamos baixa performance, mas a sua forma de instalação deixa a aparência externa do veículo limpa.

O que forma a especificação de uma antena original de fábrica?

Além da boa aparência e qualidade, uma antena deve ser capaz de receber os sinais a que se destina o sistema de entretenimento conectado a ela. A **tabela 2** mostra os principais itens especificados, pela engenharia de produtos das montadoras de veículos, às antenas de recepção AM e FM.

Outras características também são especificadas no momento de projetar uma antena. São elas: ruído de modulação e distorção, sensibilidade, rejeição à interferência de freqüências espúrias, rejeição à intermodulação, emissão de freqüências espúrias, estabilidade de modulação e estabilidade da freqüência em variações de temperatura e pressão.

SISTEMAS DE SOM AUTOMOTIVO – COMPLEMENTOS

Além dos três componentes básicos de um sistema de som (rádio – tratado na edição anterior, falantes e antenas), outros elementos podem ser incorporados para tornar o sistema mais potente, versátil ou confortável de se operar.

Amplificador (ou módulo de potência): Normalmente utilizado em sistemas considerados *premium*, trata-se de um módulo eletrônico que recebe os sinais do pré-amplificador de áudio do rádio, os amplifica e os transmite aos alto-falantes.

Disqueteira externa: Serve para aumentar a capacidade de reprodução de CDs do sistema. Pode ser instalada em diversos locais nos veículos, mas normalmente utilizamos o porta-luvas ou o porta-malas, ou sob

T2 Principais itens especificados.

Especificação	Comentários e possibilidades mais comuns
Tipo de Antena	- Pode ser do tipo Mastro, Teto, e Pára-Brisa, entre outros.
Local de Instalação	- Pode ser na parte dianteira ou traseira do veículo ou do teto e no pára-brisa ou vidro vigia, entre outros.
Ângulo da Haste	- Varia em função do *design* esperado para o exterior do veículo.
Acabamento da Haste	- Varia em função do *design* esperado para o exterior do veículo.
Acabamento da Base	- Varia em função do *design* esperado para o exterior do veículo.
Sistema de Elevação da Haste	- Pode ser de haste fixa ou com levantamento manual ou elétrico.
Características de Amplificação	- Determina se a antena será totalmente passiva ou ativa em cada tipo de recepção (AM e FM por exemplo) e define ainda qual o nível de amplificação caso a antena seja ativa.
Faixa de Freqüência	- No Brasil as antenas devem trabalhar com as seguintes faixas de frequência: - AM: 530 kHz - 1710 kHz - FM: 87,5 MHz - 107,9 Mhz
Impedância da Antena	Varia em função do rádio a ser utilizado. Costuma-se utilizar impedância de 125 ohms nos sistemas de som automotivo.

o banco do passageiro dianteiro. Uma disqueteira aumenta o conforto ao utilizar o sistema, eliminando a necessidade de trocar o CD a todo o momento.

Controle remoto: Este é outro item de conforto em um sistema de som. Há três tipos principais de controle remoto: o convencional sem fio (similar ao controle de uma TV), o satélite (alavanca com vários botões, localizada na parte traseira do volante) e o localizado sobre o volante (no centro ou em seus raios internos).

Muito existe ainda para tratar sobre os sistemas de entretenimento atuais. Além do colocado nestes artigos, temos os sistemas de entretenimento traseiro, os sistemas de som de competição, os sistemas de som disponibilizados no pós-vendas e os sistemas de navegação, entre outros. Como o objetivo deste artigo e da seção Autotrônica é passar algumas informações básicas sobre os sistemas mais importantes de eletrônica embarcada, os detalhes e os sistemas mais específicos ficarão para uma próxima oportunidade. No próximo artigo desta seção abordaremos os sistemas conhecidos como *X-by-Wire*. Até lá! f

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

20ª MOSTRATEC
Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia

12º SIET
Seminário Internacional de Educação Tecnológica

FUNDAÇÃO LIBERATO - NOVO HAMBURGO-RS-BRASIL

CONFIRMADA A PARTICIPAÇÃO DE PROJETOS DE 14 PAÍSES:

Argentina, Azerbaijão, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Espanha, Kasaquistão, México, Paraguai, Peru, Romênia, Turquia e Ucrânia.



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

07 a 12 de novembro de 2005

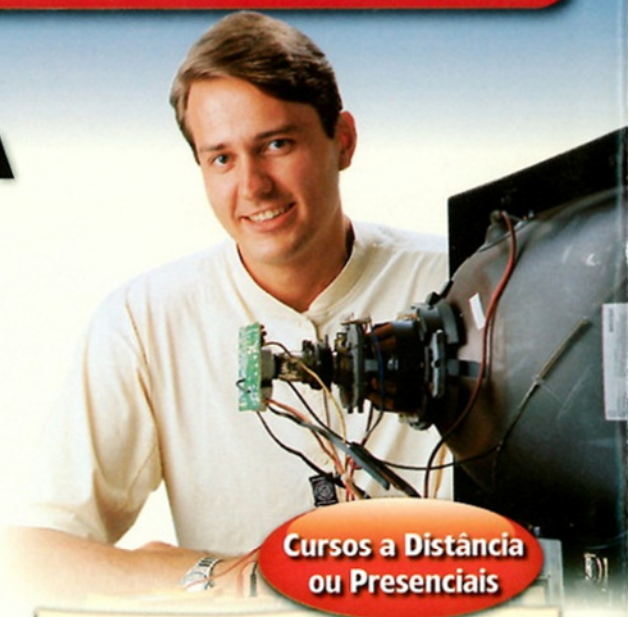
Visitação pública 08 a 11 de novembro

FUNDAÇÃO LIBERATO

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

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

SEJA O PROFISSIONAL QUE O MERCADO PRECISA



CURSO TÉCNICO EM

Eletrônica com CREA

Com o **Curso Técnico em Eletrônica**, você aprofunda seus conhecimentos, conquista um **Diploma válido em todo país e o registro profissional no CREA**, o que significa melhores oportunidades de emprego e remuneração.

CERTIFICAÇÃO EM TRÊS QUALIFICAÇÕES PROFISSIONAIS:

- Instalador e Reparador de Circuitos Eletrônicos e Microcomputadores
- Assistente em Eletrônica e Comunicação de Dados
- Projetista em Eletrônica

CURSO PROFISSIONALIZANTE DE

Eletrônica, Rádio & TV

- Rádio
- Televisão
- Informática
- Telecomunicações

Aprendizado eficiente que qualifica o profissional eletrônico para projetar, desenvolver e manter os diferentes sistemas eletrônicos.

CURSO PROFISSIONALIZANTE DE

Eletricista Enrolador

O curso prepara profissionais para consertar motores queimados, enrolando-os novamente e colocando-os em condições de serem reaproveitados.

Com métodos próprios de ensino, aliando teoria e prática. O Instituto Monitor ajuda você a conquistar seu espaço no mercado de trabalho. Basta você estudar um pouco por semana e ter vontade de progredir.

OUTROS CURSOS:

- Técnico em Contabilidade (com CRC)*
- Técnico em Secretariado (com DRT)
- Técnico em Informática
- Técnico em Transações Imobiliárias
  Corretor de Imóveis (com CRECI)
- Cursos Supletivos
  Ensino Fundamental e Ensino Médio
- Eletricista Instalador
- Sistemas de Telecomunicações
- Montagem e Manutenção de Micros**
- Montagem e Manutenção de Micros - Avançado**
- Instalação e Configuração de Redes**

** Registro no CRC-SP concedido liminarmente.*
*** Cursos exclusivamente presenciais.*

No Instituto Monitor você escolhe onde, como e quando estudar, conquista uma formação reconhecida e, ainda, economiza tempo e dinheiro.

Instituto Monitor
FORMANDO PROFISSIONAIS DESDE 1939

Central de atendimento
(11)33-35-1000

VISITE NOSSO SITE
www.institutomonitor.com.br
atendimento@institutomonitor.com.br
Caixa Postal 2722 • São Paulo-SP • CEP 01009-972
Rua dos Timbiras, 257/263 • Centro • São Paulo-SP

SIM, desejo receber, grátis e sem compromisso, o catálogo informativo sobre o curso de:

MECA AF 02 1005

_____

Nome _____
End. _____
Nº _____ Complemento _____ Bairro _____
Tel. _____ E-mail _____
CEP _____ Cidade _____ Est. _____