www.mecatronicafacil.com.br

Ano 4 - nº23 - Julho-Agosto/2005 - Europa: € 4,30 - Brasil: R$ 11,90

MECATRÔNICA FÁCIL



Códigos mecatrônicos de DA VINCI

A influência dele é maior do que você imagina



Garrafa de Leyden

construa um capacitor experimental

Faça você mesmo!

Sistema motriz para robôs com redução artesanal

construído a partir de canos de PVC, CDs e tampas de plástico



Andróides

o que falta para serem como nós?

Robô Manipulador

feito com "sucata" e controlado pelo PC

Sensor de nível

ultra-sônico com Basic Step e controlado pelo PC

Air Bag e freio ABS

conheça as tecnologias para sua segurança nos automóveis

ISSN 1676-0980

20ª MOSTRATEC

Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia

12º SIET

Seminário Internacional de Educação Tecnológica

FUNDAÇÃO LIBERATO - NOVO HAMBURGO-RS-BRASIL



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

07 a 12 de novembro de 2005

Visitação pública 08 a 11 de novembro

FUNDAÇÃO LIBERATO

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

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

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

MECATRÔNICA FÁCIL
www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Editor Assistente
Paulo Gomes dos Santos

Conselho Editorial
Luiz Henrique C. Bernardes
Márcio José Soares
Newton C. Braga

Redação
Sérgio Vieira

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

Circulação
José Luiz Cazarim

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

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

Colaboradores
Adriano Fagali, Alexandre de A. Guimarães
Carlos Ferreira da Silva, Gerson Rodrigues
Gilson Rodrigues, José Alberto N. Cocota Jr.
Wagner Gomes, Márcio Mercúrio,
Mauro Vianna, Richard A. Weigel,
Vera Henriques

Capa
Mona Lisa: Museu do Louvre/divulgação
Actroid: Kokoro-dreams/divulgação
Veículo PVC: arquivo Editora Saber

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.

A AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL APRENDIDA DESDE CEDO



Em 2002, mais precisamente na edição nº 7 (novembro/dezembro), publicamos um artigo ensinando o leitor a construir um robô manipulador, considerado pelos leitores um dos melhores projetos publicados na revista. Trazemos agora um novo projeto que, apesar de também ser um robô manipulador, é conceitualmente diferente na sua movimentação e implementação, trazendo ao leitor novas informações sobre o projeto de robôs manipuladores, amplamente utilizados na indústria, principalmente na automobilística. Aproveitando o mesmo tema, trazemos também um robô manipulador construído a partir de kits de montagem da Fishertechnick que traz conceitos de montagem muito interessantes e, além de servir como idéia de montagem para quem tem acesso aos *kits*, traz idéias que podem ser aproveitadas em projetos feitos com outros tipos de materiais, inclusive os alternativos.

Ao pensarmos em indústria, é comum imaginar uma linha de produção onde de um lado entra a matéria-prima e do outro sai o produto final. Entretanto, esta visão corresponde apenas a um determinado tipo, conhecida no meio como indústria da manufatura. Há uma outra classificação, tão significativa quanto essa, onde estão as indústrias que produzem a matéria-prima, ou seja, que extraem os materiais da natureza e os preparam de uma forma que possam ser utilizados pelas indústrias de manufatura. Neste tipo de indústria é comum a presença de tanques e/ou silos de armazenamentos de materiais que precisam ser constantemente monitorados. Uma das muitas variáveis monitoradas nestes tanques é o nível, a fim de ter um controle da variação da quantidade de material dentro dele.

Para tratar destes conceitos o Márcio preparou um artigo ensinando o leitor a construir um medidor de nível com o Basic Step. Mais importante do que a aplicação imediata de um projeto como este é o entendimento dos conceitos envolvidos que são, de uma maneira simplificada, os mesmos aplicados em uma indústria de processos. Pretendemos, nas próximas edições, trazer mais artigos como este, pois existem outras variáveis importantes que precisam ser controladas, tais como temperatura, vazão, pressão, etc.

Ainda tratando da automação industrial, o novo colaborador, Adriano Fagali, professor doutor e pesquisador do Instituto Superior Tupy-SOCIESC, traz a partir desta edição, diversos artigos explorando a utilização da tecnologia CAD/CAM para auxiliar as etapas de desenvolvimento e fabricação de produtos.

Saindo da automação, outro novo colaborador, Carlos Ferreira da Silva, autor do livro "Humanos versus andróides", que em breve terá sua edição em inglês, nos traz uma matéria muito interessante sobre projeto e construção de andróides, mostrando que a utilização de robôs não é interesse só da industria.

Tudo isso para mostrar onde a mecatrônica está presente, preparando desde já os nossos leitores para os desafios que encontrarão na sua vida profissional.

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

Movitrac® LT - O conversor SEW de fácil utilização para aplicações múltiplas 6

Princípios das polias 8

Projeto e construção de andróides 10

Veículo PVC - Sistema motriz para robôs com redução artesanal 14

Análise conceitual sobre a tecnologia CAD/CAM 20

Garrafa de Leyden - Construa um capacitor experimental 25

Códigos mecatrônicos de Da Vinci 31

Biestável para sensores - Projeto experimental na matriz de contatos 34

Robô manipulador com garra 38

Montagem de um robô industrial didático 46

Sensor de nível ultra-sônico 49

Desenhando placas de circuito impresso com o Eagle - parte 6 54

Airbag e ABS 59

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

Toda evolução
Começa com um bom negócio.



ROBÓTICA

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

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



Entretenimento



Indústrias



Universidades

FIRST SM

Eventos Simultâneos

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

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

Promoção e Organização

wtm MANAGEMENT

manet

Apoio Oficial

MECATRÔNICA
MECATRÔNICA FÁCIL

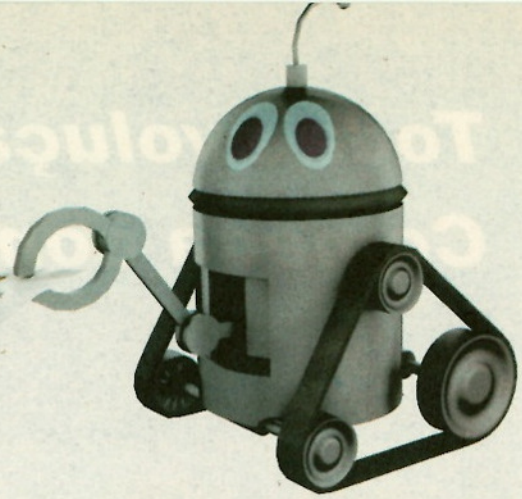
TAM

Local

BLUE TREE CONVENTION IBIRAPUERA

Pavilhão da Bienal

Seção do Leitor



Robô IR (edição nº 11)

Gostaria de saber sobre o controle remoto universal a ser utilizado, pois no artigo diz que tem que ser um com um padrão da Sony, mas, se o controle remoto é universal qualquer um não serve? Onde posso encontrar mais informações sobre a codificação desses controles remotos?

Eduardo Rodrigues da Silva
Técnico em Mecatrônica
ETE Presidente Vargas
Poá - SP

Conforme explicado no artigo, o controle é tratado como universal, pois permite substituir outros controles. Ele tem a capacidade de emular vários padrões e um deles é o Sony. Ou seja, trata-se de um controle com capacidade de enviar códigos em vários padrões, bastando para isso programá-lo. Ao adquirir um controle remoto universal, você verá que em seu manual está presente o padrão Sony. Para utilizá-lo, basta programar o controle uma única vez, com este código. Geralmente utiliza-se esse controle para substituir os vários existentes para o controle de TV, VCR e DVD em uma sala, por exemplo, ou ainda na substituição de um controle remoto que quebrou ou perdeu-se. A escolha por este tipo deve-se ao seu baixo custo.

A necessidade do padrão Sony para nosso projeto foi detalhada no artigo. Trata-se de um padrão mais simples e com velocidade dentro da faixa de captura do Basic Step 1. Dentro do artigo, o autor detalha o funcionamento do padrão Sony, demonstra em uma figura o seu formato em bits e também revela os tempos de cada bit. Veja que o intuito do artigo foi a montagem de um robô e para isso demonstramos o uso do padrão Sony no seu controle. Falar sobre outros padrões ou mesmo sobre o controle remoto universal (funcionamento) foge completamente ao objetivo do artigo.

Caso seja do seu interesse saber mais a respeito sobre os vários padrões existentes, aconselhamos uma pesquisa na Internet. Lembre-se que o material estará, em grande parte, em língua inglesa e seu domínio é fundamental para o sucesso da pesquisa. Utilize palavras chaves como: IR *decoder*, Sony IR; RC5; etc.

Voltímetro PIC (edição nº 20)

Consta na revista que o projeto possui capacidade de medir tensões DC entre 0 e 25 V, porém, para tensões menores que 9 V, no LCD não aparece simplesmente nada (ele apaga). Outra dúvida é quanto ao conector P_4 fêmea (J_1), qual a utilidade deste? Seria a alimentação interna do circuito? E a entrada especificada 0-25 V? Seria a entrada das medidas analisadas?

Marcelo Viana
Poços de Caldas - MG

O conector $P_4(J_1)$ é justamente a entrada da alimentação do voltímetro PIC, que deve ser independente. Com regulador de 15 V, esta alimentação DC é da ordem de 20 V até 35 V e com regulador de 5 VDC da ordem de 9 V à 12 V. Isto está descrito na página 34 da referida revista.

Em nenhum momento a alimentação do voltímetro deve ser retirada da tensão a ser medida! A alimentação do voltímetro PIC, como em qualquer voltímetro digital, deve ser sempre fixa! Este erro provoca justamente o problema relatado!

Eventos de Robótica

2º Olimpíadas de Robôs de Juiz de Fora
A Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora promove, entre os dias 26 a 30 de setembro de 2005, o 3º Seminário de Eficiência Energética e a 2º Olimpíadas de Robôs. Informações para participação do torneio, palestras ou patrocínio podem ser obtidas pelo tel: (32) 229-3400 ou pelo site **www.ufjf.br**

Encontro de estudantes de automação será em Florianópolis
Pela segunda vez, Florianópolis foi a cidade escolhida para a realização do Eneca - Encontro Nacional de Estudantes de Automação, a primeira vez foi em 2001. Estão programadas atividades de laboratório para a troca de experiências entre alunos e a tradicional Guerra de Robôs. O 5º Eneca vai acontecer entre os dias 9 e 14 de outubro de 2005 no Centro de Eventos da Universidade Federal de Santa Catarina. Todas as informações para participação, patrocínio e hospedagem estão no site: **www.eneca.com.br**

São Luis sedia evento internacional de robôs
De 19 a 23 de setembro, a cidade de São Luis do Maranhão vai sediar a primeira realização do Robocup Latino Americana Open, competição de nível internacional. Segundo a organização do evento, além dos times brasileiros estão sendo esperadas equipes do México, Chile e demais países do Cone Sul e América Latina. Informações para participação, hospedagem e todos os pormenores estão no site **www.larc.dee.ufma.br**

ENVIEM SUAS CARTAS PARA

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

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

www.sabermarketing.com.br

Nova loja virtual!

Monte seu próprio robô S-CARGO OWI-936K

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

R$ 308,00



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



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**

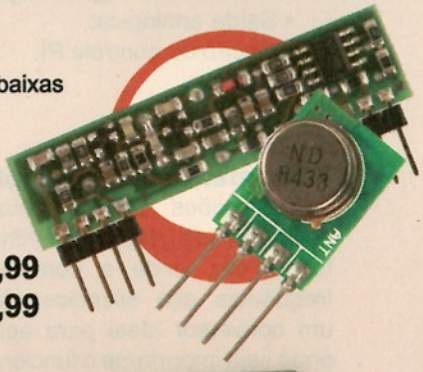


R$ 43,80

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$ 19,99
Receptor - R$ 14,99



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.

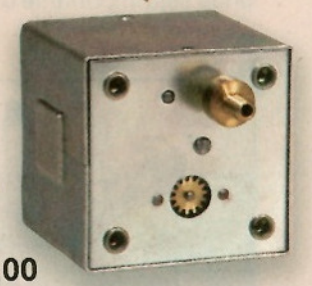
R$ 49,50



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.

MOVITRAC® LT

O conversor SEW de fácil utilização para aplicações múltiplas

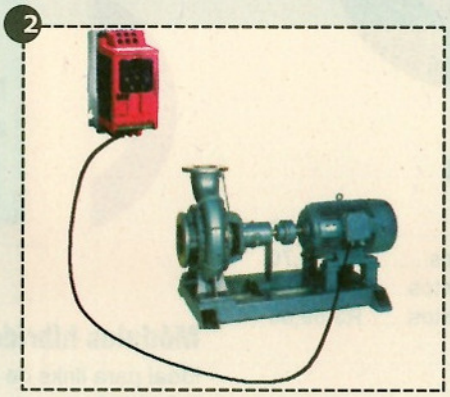
As características simples, mas potentes, tornam este equipamento apropriado para uma ampla faixa de aplicações. O "pacote" MOVITRAC® LT e o motorredutor atende às necessidades dos clientes nos campos de aplicação já conhecidos da SEW assim como os novos.



CARACTERÍSTICAS

- Simples funcionalidade;
- Instalação mecânica e elétrica simples;
- Fácil operação;
- Configuração rápida;
- Tamanho compacto;
- Entradas analógicas/digitais;
- Saída analógica;
- Opção de controle PI.

2



3



APLICAÇÕES

Ferramentas e Metaloplastia

Aplicações em máquinas para polimento de jóias, esmerilhadeiras, fusos, etc, onde a comutação de freqüência alta silenciosa faz dele um conversor ideal para aplicações onde seja importante o funcionamento silencioso (**figura1**).

1



Bombas

Aplicações em indústria de papel e óleo, fornecimento de água, sistemas de despejo (esgotos). É possível programar quatro velocidades diferentes para variar a pressão / fluxo do líquido (**figura 2**).

Controladores de ventilação – Mercado HVAC

Aplicações em sistemas de aquecimento, ventilação, unidades de ar manuais, resfriadores, etc. Controla a velocidade dos ventiladores para ar condicionado e sistemas de movimento do ar dentro de prédios, incluindo exaustores de cozinhas industriais e também o rendimento dos resfriadores que armazenam legumes e verduras nas mercearias.Com a entrada analógica de alta resolução a temperatura pode ser mantida em ótimo ponto. A mercearia será mantida "fresca" o tempo máximo (**figuras 3** e **4**)

4



Transportadores

Adequado em muitas aplicações de transportadores, como: transportes em pedreiras, sistemas de misturas agregadas, aplicações de empacotamento e bagagem manual (**figura 5**).

5



Empacotamento

Nas máquinas de empacotamento e embalagem pode ser utilizado para controlar os alimentadores de materiais de embalagem como papel, tábua e metal (**figura 6**).

6



Máquinas misturadoras

Aplicações em equipamentos de padaria, onde mistura todos os tipos de massa, isto é, pão, bolo ou bolacha. Controla as velocidades prefixadas ou ajuste do potenciômetro. Substitui dois motores de velocidade (**figura 7**).

7



Fabricação de vinho

São utilizados para: agitador de velocidade variável, controle da velocidade dos espremedores de uva (fabricação da polpa), controle de bombas de polpa de uva (**figura 8**).

8



Aplicações em carpintarias

Aplicações em tornos, serrarias (sistema de corte e travessia) plainadores de alta velocidade, etc.

Além da versatilidade para utilização em aplicações múltiplas, como segue:

• **Cortinas de cinemas**: puxa a cortina através da tela.

9



• **Ginásticas de salão**: controla a velocidade das esteiras, velocidade selecionada pelo potenciômetro.

• **Domadores de cavalo**: pode conduzir um longo braço girante que leva um cavalo em volta de um cercado para auxiliar no processo de domação.

• **Máquina para fazer molas de cama**: acionamentos utilizados para molas de colchão, moldes de fio de aço de 2 mm de diâmetro com velocidade selecionada manualmente ou automaticamente.

• **Caixas de supermercado**: controla o motor das esteiras de caixas de supermercados.

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

Princípios das Polias

A roda é uma das invenções mais antigas da humanidade. Neste artigo abordaremos uma das idéias derivadas da roda: a polia ou roldana. As polias, em suas várias configurações, podem ser bastante úteis para dispositivos mecatrônicos.

Mauro Vianna

No artigo da edição passada, estudamos o princípio da alavanca, onde mostramos algumas aplicações práticas em Mecatrônica. O princípio básico da alavanca era a possibilidade de aplicar uma grande força a partir de uma pequena, aplicando o conceito de conservação de energia.

Neste artigo mostraremos como polias podem ser usadas com a mesma finalidade.

PRINCÍPIO BÁSICO

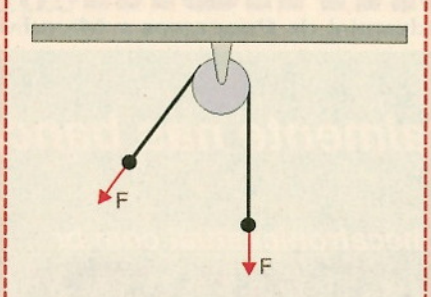
O princípio básico do uso de uma polia é transferir uma força aplicada em uma corda para um vetor diferente, utilizando-se uma polia fixa num determinado ponto. As polias são basicamente um disco que gira livremente em um eixo, com um sulco no meio, por onde passa uma corda.

Em algumas configurações podemos ter polias fixas em eixos tracionados por motores. Neste caso as polias podem ser denteadas, para maximizar o atrito com uma corda ou correia.

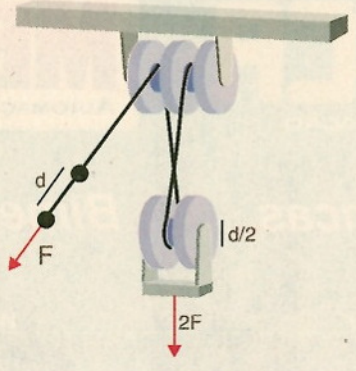
Um exemplo de uma polia básica pode ser visto na **figura 1**. Este tipo de configuração é útil para levantar objetos, bastando puxar uma corda. Não é preciso ir longe para ver um exemplo real. Os varais usados em áreas de serviço utilizam quatro polias como a indicada acima. Os varais costumam empregar um segundo conjunto de polias para que a corda não encoste no varal, passando rente a parede.

Esta configuração é conveniente sempre que desejamos erguer um peso mais leve do que nós. Porém, o que acontecerá se o peso for, por exemplo, 100 kg? A menos que você pese mais de 100 kg, você vai acabar ficando pendurado na corda e o peso não se moverá. Para tal é necessário usar uma configuração diferente com polias múltiplas, que pode ser observada na **figura 2**. Esta configuração utiliza duas polias fixas, como a vista na **figura 1**, e uma polia móvel.

1 Polia básica.



2 Polias múltiplas.



Nesta configuração, a força aplicada na corda (F) pode erguer um peso de até 2F. Ou seja, uma pessoa de mais de 50 kg poderia erguer um peso de 100 kg. Isso acontece porque ao deslocar a corda por uma distância d, a polia inferior se desloca para cima uma distância d/2, pois o deslocamento se divide entra as duas partes da corda que passam pela polia, uma vez que a extremidade da corda está amarrada à polia superior.

A energia aplicada no lado esquerdo da corda é E = F x d. Pela lei da conservação de energia, desprezando-se o atrito, a energia é a mesma aplicada no peso, logo:

$$E = F \times d = (2F) \times (d/2).$$

Este princípio é muito usado em guindastes. É muito comum também em embarcações navais onde os conjuntos de polias são empregados para erguer velas e mover lemes.

A polia múltipla pode ter fatores de multiplicação superiores a 2, bastando acrescentar mais polias nos conjuntos superior e inferior.

Na **figura 3** vemos um exemplo de montagem construído com Lego com polias múltiplas. Este conjunto permite um fator de até 6 de redução de força. Porém, para efeito de demonstração, foi usada apenas

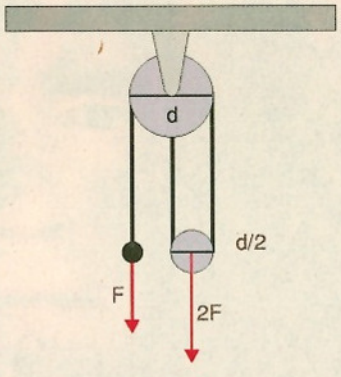
3 Guindaste de Lego com polias múltiplas.



uma das polias, resultando num fator de 2.

Conjuntos de polias duplas podem ser encontrados também em varais, porém normalmente são utilizadas para passar mais de uma corda e não para aumentar a força aplicada.

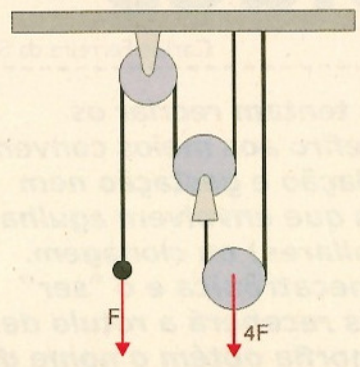
4 Polias múltiplas (configuração 2).



Outra configuração de polias é ilustrada na **figura 4**. Esta configuração é menos compacta que a versão anterior e necessita de polias de tamanhos diferentes. No exemplo temos polias de diâmetros d e d/2. Porém, ela tem a vantagem de evitar atrito da corda com as polias garantindo que todas estão perfeitamente alinhadas.

Uma terceira configuração de polias múltiplas é a apresentada na **figura 5**. Esta configuração utiliza várias cordas, simplificando um pouco o uso de fatores maiores de multiplicação de forças.

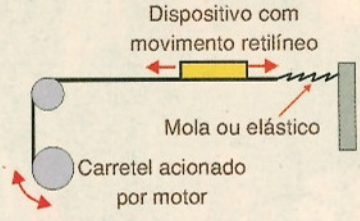
5 Polias múltiplas (configuração 3).



MOVIMENTO RETILÍNEO

Outra vantagem do uso de polias é a facilidade de converter movimento giratório (motores) em movimento retilíneo. Usando um motor acionando um carretel e polias, podemos gerar movimentos retilíneos. No caso de pesos, a própria gravidade mantém a corda esticada. Em outros dispositivos podemos acoplar a corda a molas ou elásticos, como exibido na **figura 6**.

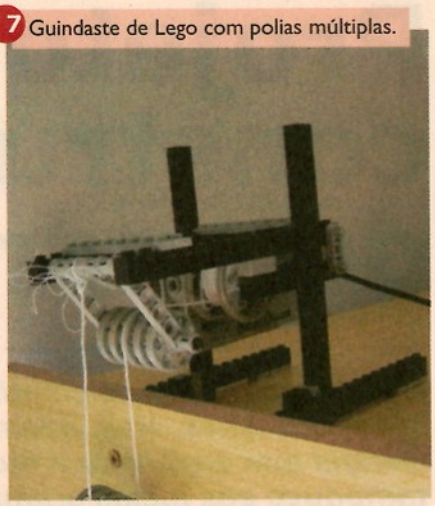
6 Movimento retilíneo com polia e mola.



Na **figura 7** temos uma imagem mostrando o guindaste acima com o carretel acoplado.

Outra forma de utilizar polias para gerar movimento retilíneo é com cordas ou correias, como vemos na **figura 8**. Esta configuração é usada em impressoras matriciais e algumas de jatos de tinta para posicionamento do cabeçote.

7 Guindaste de Lego com polias múltiplas.

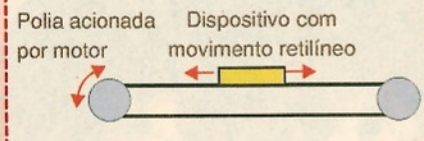


Correias costumam ter melhor resultado nesta configuração, em especial as denteadas. Cordas podem ser colocadas, desde que estejam bastante justas. Tipicamente, elas dão mais de uma volta nas polias para aumentar o atrito.

CONCLUSÃO

Vimos neste artigo o que são as polias e como elas podem ser usadas em dispositivos mecânicos. Estudamos diversas configurações, que devem ser escolhidas conforme a necessidade da aplicação. Embora a montagem de sistemas de polias possa ser um pouco trabalhosa, existem peças em abundância disponíveis no mercado para serem usadas (ou sucateadas), conforme a aplicação desejada. f

8 Movimento retilíneo com polias.



Mais informações

- **www.feiradeciencias.com.br/sala06/06_RE03.asp:** Site com informações sobre polias (em português)
- **www.mat.ufrgs.br/~edumatec/projetos/polias/polias.htm:** Animação de polias (em português)
- **www.physics.csbsju.edu/cgi-bin/twk/examples/G2.html:** Site com teste sobre polias (em inglês)

Projeto e construção de andróides

Carlos Ferreira da Silva

No mundo inteiro os cientistas tentam recriar os seres humanos. Mas, não me refiro aos meios convencionais que envolvem a fecundação e gestação nem tampouco aos meios orgânicos que envolvem agulhagem (fertilização in-vitro e similares) ou clonagem. Estamos tratando da ciência mecatrônica e o "ser" que estamos estudando jamais receberá a rótulo de "humano", mas pela antropomorfia obtém o nome de andróide.

Na ilustração abaixo:
AI - Inteligência Artificial: DreamWorks Distribution L.L.C. e Warner Bros./Divulgação
Blade Runner: Columbia TriStar e Warner Bros. /Divulgação
Eu, robô - 20th Century Fox Film Corporation/Divulgação
O Exterminador do Futuro 3 - A Rebelião das Máquinas: Warner Bros., Columbia TriStar e Sony Pictures International/Divulgação
Metropolis: Paramount Pictures e Kino International/Divulgação

Trata-se de uma família particular de robôs que é concebida por inspiração direta no ser humano e, teoricamente, possui sua aparência física. Assim, todo andróide é um robô, mas nem todo robô é um andróide.

Há uma corrida inconsciente para a criação do andróide mais arrojado, funcional, prático, barato e impactante. Especula-se que este será o mercado mais promissor deste século. Um produto incipiente que poderá trazer inúmeras aplicações e facilidades em nosso dia-a-dia.

Na Exposição Mundial 2005, que teve início no último dia 25 de março no Japão devendo tomar os próximos seis meses, vários projetos arrojados estão sendo apresentados ao público. Eis uma oportunidade de manter contato com a indústria de andróides mais arrojados, ou seja, a japonesa.

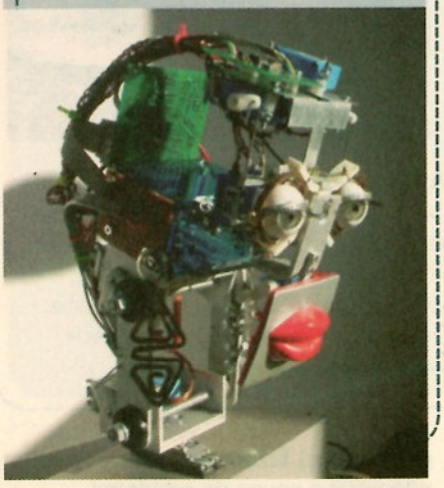
O RAIO "X" DE UM ANDRÓIDE

Ao olharmos um robô por dentro (e por fora) notamos a enorme variedade de tentativas que os seres huma-



Inkha

Projeto com ênfase na armazenagem de palavras para permitir diálogo. O andróide Inkha fica na recepção do King's College, em Londres.



Actroid

Trata-se de uma "boneca recepcionista", com recursos bem sofisticados. O diálogo humano é o mote principal do projeto em desenvolvimento. Consegue compreender até 40 mil frases, em 4 línguas diferentes: inglês, coreano, japonês e chinês. Ao interpretar, possui um banco de respostas de até duas mil respostas diferentes.

Foi projetada para simular algumas expressões faciais humanas como, por exemplo: irritação, contentamento, espanto e admiração. Quando perguntada se ela é uma andróide, ela responde com movimentos desajeitados típicos de robô e diz: "Brincadeira", e retorna a movimentos mais suaves e próximos do ser humano.



nos vêm fazendo com a finalidade de criar uma máquina mais perfeita que o próprio ser humano. Usa-se metal, madeira, plástico, cobre, alumínio, enfim, uma lista infindável de materiais. Quase todo engenheiro e projetista de máquinas já viveu esse momento. Perguntou-se: qual será o material mais adequado para essa aplicação?

A INTELIGÊNCIA

Inserir inteligência num andróide significa projetar um software avançadíssimo, que deverá trabalhar integrado com dispositivos eletrônicos que decodificam sons (vozes). Resumidamente, deverá seguir a ordem abaixo:

1. Captar Mensagem - Ter a capacidade de ouvir um comando ou mensagem emitida por um interlocutor (humano ou outro robô). De modo semelhante ao que faz seu telefone celular quando você "fala" para quem precisa ligar e ele executa.

2. Interpretar Mensagem - Comparar o comando ou mensagem com um banco de dados previamente cadastrado de modo a saber do que se fala. Neste caso, quanto maior for o banco de dados ou "vocabulário" do software, mais sofisticado será o seu diálogo.

3. Elaborar Resposta - Uma vez conhecendo o assunto em conversação, deverá emitir uma posição a respeito do assunto. Pode ser uma resposta ou comentário correlato.

4. Emitir Fala - Decodificar a mensagem elaborada e transformá-la em som que possa ser captado e interpretado por um ser humano.

Exemplo de diálogo:

1. Captar Mensagem: "- Bom dia! Pode me dar uma informação?"

2. Interpretar Mensagem: Comparar a frase com várias parecidas em seu banco de dados. Encontrando, passar para o passo seguinte; caso contrário, informa que não conseguiu entender a mensagem. Peça nova formulação da mensagem.

3. Elaborar Resposta: Estudar dentre as possíveis mensagens de contestação disponíveis para aquela entrada.

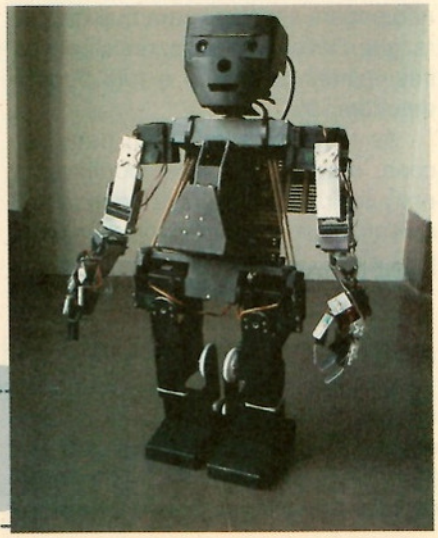
4. Emitir Fala: " - Pois não! Em que posso ajudá-lo?"

Como podem perceber, instruir um andróide através de software para ter condições de manter um diálogo em nível humano é tão complexo que envolve condensar todo o conhecimento adquirido ao longo de uma vida de aprendizado e conversações em um banco de dados.

A ESTRUTURA E O SISTEMA BIO-MECÂNICO

A estrutura do andróide é justamente onde os projetistas mecatrônicos têm mostrado maior exuberância. Nos últimos anos, vários protótipos ocuparam as páginas dos jornais. Cada um oferece uma performance ou um recurso notável. Vai desde a capacidade de dançar ou tocar piano, até mesmo subir escadas, mostrar vários níveis de equilíbrio, entre outros.

Ao projetar um robô, pensamos: Por que não utilizarmos aço na estrutura principal? Afinal, os ossos humanos são muito frágeis, bastando uma queda leve para fraturá-los. Mas o aço é muito denso, pesado. Assim, fica difícil mover-se ou correr. Poderemos então utilizar o alumínio. Ótimo! Além de ser três vezes mais leve que o aço, é muito mais resistente do que os ossos. Porém, na prática, é um material que não tem muita resistência a

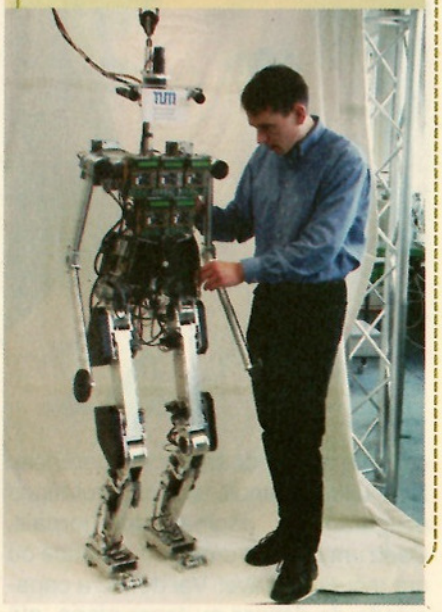


Elvis

Projeto com ênfase no equilíbrio. Dispositivos para controle de cada passo, mantendo o equilíbrio.

Johnie Klein

Projeto com ênfase na simulação da caminhada humana, com caminhada de ida, retorno com giro de 180 graus e caminhada de volta. Desenvolvido pela Universidade Técnica de Munique (TUM).



Joana - Feiticeira

Andróide criado para simular movimentos humanos de dedos, mãos e cabeça. Atua por meio de comunicação da porta paralela do computador para demonstrar os mais diversos movimentos possíveis.





Dolores

É uma evolução da Joana, pois além de realizar os mesmos movimentos, independe do computador e realiza os mesmos a partir de instruções de comando de voz. Aceita até 20 "ordens" por reconhecimento de voz.

atritos, movimentos, desgastes. Nos dias de hoje encontramos outro material até mais resistente e leve, porém caro: a fibra de carbono.

A PELE

Imaginemos uma casca para revestir toda a estrutura do nosso protótipo andróide: a pele. Ela não deverá deixar a estrutura e demais materiais expostos e suscetíveis a desgastes, quebras ou à sujeira. Essa pele precisará ser maleável, de modo que não limite os movimentos desse andróide. Também não poderá ser frágil para que não se rasgue. Deverá ainda ser resistente às intempéries do tempo e não poderá deteriorar-se.

As tendências apontam para silicone, resinas, plásticos modificados entre tecidos de diversas origens. No entanto, esse quesito ainda demorará para ser superado.

A TRANSMISSÃO DE SINAIS

Quando tocamos um objeto, o cérebro sabe imediatamente o que está acontecendo. Possuímos um sistema supereficiente de transmissão de sinais através de sensores nervosos. Quando sentimos água quente nos pés, o corpo inteiro sabe, o cérebro compila e toma as providências. Não é um espetáculo?

Como implementar isso nos robôs? Afinal, já dominamos as fibras óticas e os sistemas de transmissão de sinais através de supercondutores. Enfim, já conseguimos vencer a velocidade de transmissão. Mas como implementá-la?

Como transformar sinais físicos de temperatura, força, intensidade luminosa, etc., em sinais outros (por exemplo, elétricos) que possam ser processados pelo cérebro da máquina para que ela tome decisões?

Afinal, ao tocarmos a água quente nosso cérebro manda imediatamente uma ordem ao sistema de potência, para que puxemos o pé da água. Mas muito rápido mesmo. Desta forma, o desafio corrente é integrar a sensorização do andróide com a transmissão de sinais e tomada de decisão.

O SISTEMA DE AUTOCHECAGEM

Já observaram que quando o corpo humano está com algum "defeito" ou algo não vai bem há sempre um sensor (órgão) que dá um alerta? Por exemplo: garganta inflamada, dor de dente, mau funcionamento digestivo. A pressão sobe, a temperatura aumenta, o cérebro diz que a dor chegou. Então, vem o choro. Um "ai" aqui, um "ui" acolá. Nesse momento, as mães (ou os médicos) fazem um *check-up* para encontrar a causa do problema.

Se este for pequeno, o organismo se incumbe da autodefesa ou até da autocura. Mas isto nem sempre é possível e então necessitamos de uma intervenção de manutenção. Em alguns casos, essa manutenção pode ser feita pelo próprio ser humano "com defeito". É o conserto em operação.

Como projetar robôs que possam fazer uma autochecagem de suas funções principais? Como projetar robôs que possam auto-reparar-se ou trocar peças, um do outro? O primeiro passo é que estes possam informar qual peça está danificada. Caso contrário teremos de fazer uma manutenção preventiva e eventualmente trocar peças desnecessariamente.

Mas com o auxílio dos vários sensores de que dispomos hoje em dia, até que a tecnologia não seria tão bloqueada nesse assunto. Bastaria que definíssemos os parâmetros e pontos a serem assistidos. Todavia, o andróide deverá possuir uma infinidade de sensores, instalados e distribuídos por todo o corpo físico.

O SISTEMA DE POTÊNCIA

Note que quando o cérebro humano manda sinais elétricos, acaba por coordenar coração (nossa bomba motora), articulações (nossos dispositivos mecânicos) e veias (nossos cabos de aço) para que, numa ação conjunta, faça o que tem de ser feito. Quando temos de correr, nosso céré-

Wakamaru

Este andróide, de aproximadamente 1 metro de altura, atua como um(a) enfermeiro(a) ambulante. Foi projetado para tomar conta de pacientes idosos, um mercado recorrente no Japão. Possui recursos para diálogo humano limitado, com software de reconhecimento de voz. Dessa forma, pode detectar quando o paciente está com algum problema e avisar via *e-mail* ou telefone o médico ou pessoa de contato.



Avisa o horário de tomar medicamentos e pode filmar, através de câmeras, o comportamento dos pacientes. No Japão há mercado para esta aplicação, pois a juventude tem cada vez menos tempo para dedicar-se ao enorme contingente de idosos do país, um dos percentuais mais elevados do planeta. Além disso, é onde se tem a expectativa de vida mais elevada no planeta também, sendo superior a 80 anos.

Emiew

É um robô "office boy". Foi projetado para ser um colega de trabalho em escritórios, levar documentos, desviar de obstáculos e manter um nível bem mínimo de diálogo, para tanto tem capacidade de interpretação de comandos de voz, pré-determinados. É sigla para *"Excellent Mobility and Interactive Existence as Workmate"*, algo como "Colega de trabalho com excelente mobilidade e habilidade/capacidade de interação".

Possui 1,30 m e pesa 70 kg. Anda com até 6 km/h e capta instruções com distância de até 1 metro em ângulo de 360 graus. Tem capacidade de reconhecimento de faces previamente cadastradas. (Desde que alguém "barbudo" ou "bigodudo" não mude seu visual).



bro comanda cada passada, cada articulação, cada músculo a ser contraído e liberado para que corramos.

Como poderão os andróides fazer isso? A tendência hoje aponta para utilizarmos microarames (pequenos cabos de aço) que são tracionados ou liberados conforme a necessidade. Para as articulações, dispomos de materiais nobres, como eixos, pinos, rótulas, etc. Podemos usar aço inox, fibra de carbono, alumínio, diamante.

Para simular o coração, podemos lançar mão de uma bomba hidráulica, um motor, ou até cilindros de ação e reação. A eletromecânica pode muito bem imitar a biomecânica. Mas a implementação talvez demore alguns séculos.

O SISTEMA DE ENERGIA

As alternativas de fontes de energia disponíveis atualmente, constituem o maior obstáculo a ser vencido pelos projetistas de andróides. Até para celulares, veículos, *notebooks* ou qualquer outro dispositivo que pretenda ter fonte autônoma de energia, será necessário utilizar um dispositivo monstruoso e volumoso, que incomoda e, por vezes, inviabiliza o projeto.

Baterias com placas para armazenamento de energia são pesadas e não oferecem muita autonomia. As dos veículos possuem a conveniência de permitirem ser recarregadas durante o uso com o aproveitamento do giro dos virabrequins. No entanto, como conseguir recargas durante o uso num *notebook* ou celular? O mesmo impasse aplica-se aos andróides.

Como pode o ser humano realizar trabalhos tão interessantes, movimentar-se tanto, possuir tanta energia recebendo somente arroz, feijão, frutas, etc.? Parece algo mágico! Os alimentos são transformados em energia que corre por nossas veias, movimenta nosso coração e nos move. A quantidade de energia disponível nesses alimentos (por mais comilão que seja o ser humano) é mínima. Ainda assim, mesmo com uma alimentação mínima podemos suportar horas, dias e ainda continuar vivos! Parece a lei do menor consumo necessário.

Até os dias de hoje, um robô ainda não pode mover-se consumindo um mínimo necessário de energia. Dessa forma, para vencer os esforços mecânicos, as perdas elétricas e a baixa eficiência do sistema como um todo, ele precisa ter uma fonte de potência. Pode ser uma bateria, parecida com as veiculares, porém menor. O inconveniente é que a recarga de bateria leva muito mais tempo do que uma refeição fast-food dos humanos. Mas tudo bem, podemos pensar em trocar a bateria.

Que tal um motor de combustão igual ao usado nos automóveis, porém bem menor? É óbvio que, mesmo assim, seria um monstro, pesado. Considere que o robô teria de carregar também um tanque de combustível em seu bojo. Melhor esquecer...

Que tal uma fonte de potência por urânio enriquecido? Sabe-se hoje que a energia armazenada nesse material é muito superior aos combustíveis líquidos. Mas, que pena! O material é radioativo. Talvez deixasse os humanos todos verdinhos de radioatividade. Melhor esquecer...

A busca dessa solução também levará alguns séculos.

Para que construir andróides?

- Dar informações às pessoas pelas ruas, desde trânsito, endereços, clima, entretenimentos, etc.
- Ser um "amigo pessoal" dotado de computador para palestras, piadas, "bate-papo", lições escolares, etc.
- Realizar tarefas repetitivas como cortar grama, limpar a casa, etc.
- Realizar segurança patrimonial, seja em residências ou indústrias, fazendo rondas e gravando movimentos e ocorrências.

Mais informações:

Site do livro "Humanos versus robôs"
em português:
- www.seeger.com.br/robotica
em inglês :
- www.humansversusandroids.com

Veículo PVC

Sistema motriz para robôs com redução artesanal

Níveis de Dificuldade

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

Gerson Domingues
Gilson Domingues

Este veículo pode ser controlado pela interface paralela experimental "NaLata", cuja montagem foi descrita na edição anterior, e segue a mesma filosofia: usa materiais baratos ou sucata, acessíveis a todos. Enquanto o projeto da interface proporciona o aprendizado e o exercício de noções de eletrônica, este permite o aprendizado e o exercício de noções de mecânica.

Inicialmente concebido como uma base para robôs, pode assumir funções e visuais diversos, dependendo das necessidades e preferências de seu criador. Permite a instalação de manipulador, câmera de vídeo, sensores, entre outros, e pode ser incrementado com carenagem ou faróis, por exemplo.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO MECANISMO

Pequenos motores elétricos encontrados em brinquedos ou aparelhos eletrônicos rodam a uma velocidade muito grande, mas possuem pouca força de torção (torque). Assim sendo, se montarmos um veículo ou robô pesado com o eixo do motor acoplado diretamente a uma roda, ou irá andar muito rápido, dificultando seu controle, ou poderá não ter força para se mover. Para solucionar esse problema, é necessário o uso de mecanismos de redução. Existem vários tipos, mas os mais comuns são baseados em engrenagens ou, como é o caso desse projeto, em polias.

O princípio da redução é bem simples: quando queremos diminuir a velocidade e aumentar o torque, usamos uma polia ou engrenagem pequena conjugada a uma grande. A polia pequena dá um grande número de voltas, enquanto a grande gira apenas uma vez. O aumento de torque é devido ao efeito de alavanca; quanto maior o diâmetro da polia, maior a força de torção. Caso seja necessário, é possível combinar várias polias e assim obter reduções de pequenas dimensões, porém eficientes.

Nosso projeto possui duas reduções idênticas para que haja tração independente nas duas rodas. Cada uma é constituída de uma roda para a tração, e uma polia pequena presa no mesmo eixo a uma polia grande, conectadas ao motor por meio de correias, como ilustrado na **figura 1**.

Em testes realizados com o protótipo, o sistema de redução mostrou-se bastante eficiente: o veículo foi capaz de carregar três baterias seladas de *nobreak* (um total de 8 kg) com os dois motores acionados.

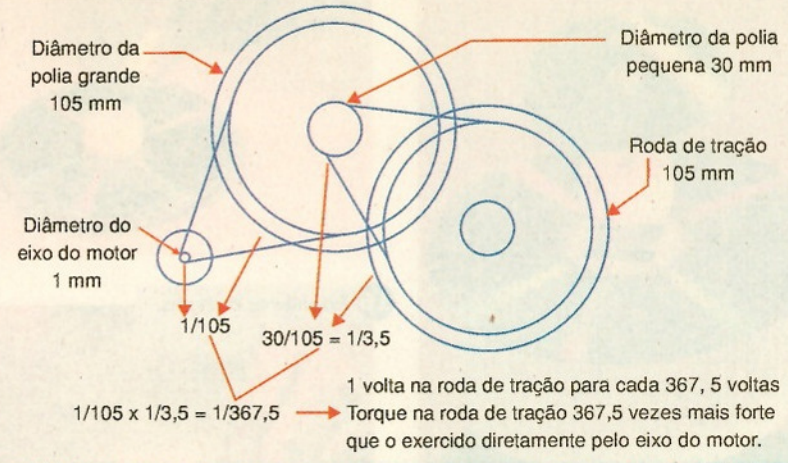
PASSO-A-PASSO DA MONTAGEM

Montagem das rodas e polias

Marque com um compasso em um CD-ROM quatro círculos de 2 centí-



1 Esquema das reduções empregadas.



metros de raio. Recorte com tesoura e lixe as rebarbas (**figuras 2** a **4**). Com a ajuda de uma régua e caneta, identifique o centro de uma tampa de garrafa de refrigerante. Em seguida, faça um buraco com furadeira, usando broca de 5 mm (**figura 5**). Fure outras 7 tampas usando a primeira como gabarito. Recorra a um estilete para retirar as rebarbas no furo.

Fure no centro as duas tampas de plástico que ficarão no meio dos CDs (**figura 6**). Fure também os círculos feitos (**figura 7**). Cole dois pedaços de fita isolante nas arruelas (**figura 8**). Aplique cola epóxi (Araldite) nas laterais da arruela e no furo do CD. Cole as duas peças e aguarde a secagem (**figura 9** e **10**). Usando as perspectivas explodidas mostradas nas **figuras 11** e **12** como referência, cole bem as peças que compõem a roda e a polia aplicando bastante cola.

Atenção para dois itens importantes:

- Não deixe nenhuma brecha entre a tampa e os CDs, pois a correia poderá enroscar.

- Cuidado para que a roda não fique torta. Depois de montado, passe o parafuso e rosqueie a porca até o ponto em que ela se encostar ao CD. Gire o conjunto e corrija eventuais empenamentos.

Para que a roda tenha uma boa aderência, construa um pneu. Realize um corte ao longo de uma mangueira de pequeno diâmetro (até 8 mm). Encaixe o lado do corte no disco e aplique uma gota de cola epóxi em cada uma das pontas, que devem ficar bem unidas para evitar que se enrosquem na correia (**figuras 13** a **15**). Para concluir faça pequenas ranhuras na mangueira com a serra de cortar ferro (**figura 16**).

Montagem do chassi

Recorte o tubo de PVC nas medidas indicadas na **figura 17**. Monte as duas laterais com cola epóxi (Araldite). Não se esqueça de lixar bem as extremidades dos tubos e as paredes internas das conexões (**figura 18**).

6 Furando a tampa de plástico.



2 Marcando com um compasso.



4 Lixando os círculos.



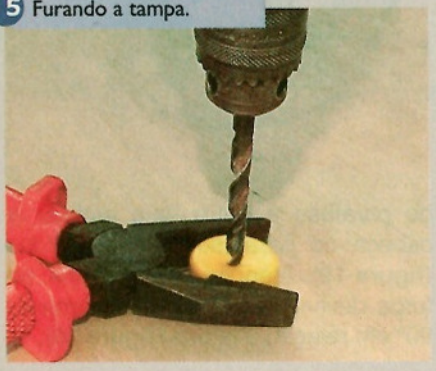
7 Furando os discos com a furadeira.



3 Recortando os circulos.



5 Furando a tampa.



8 Colando fita isolante nas arruelas.



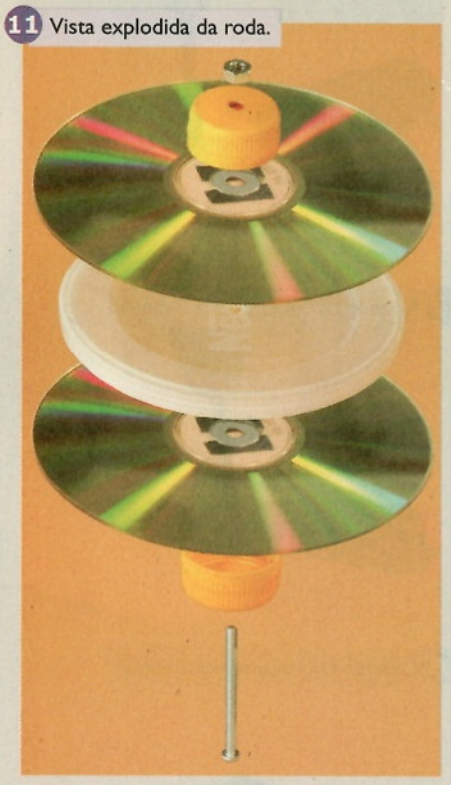
9 Passando cola na arruela.



10 Passando cola no CD.



11 Vista explodida da roda.



12 Vista explodida da polia.



13 Cortando a mangueira.



14 Colocando a mangueira.



15 Colando a mangueira.



16 Fazendo as ranhuras.



Fure as peças conforme o esquema. Os eixos possuem uma furação especial com dois diâmetros diferentes: um para a passagem da rosca do parafuso e outro para embutir a cabeça do parafuso dentro do tubo (**figura 19**). Atenção a um detalhe: os furos devem ser feitos a exatamente 90° em relação à lateral (**figura 20**).

Para completar a montagem do chassi, cole as peças de ligação às laterais e faça o furo para a roda boba.

Montagem da roda boba

Construa a roda colando duas tampinhas de garrafa de refrigerante, previamente furadas no centro (**figura 21**). Em um CD-ROM, faça as marcações de corte, dobra e furo conforme a **figura 22**. Em seguida, recorte nos lugares indicados (**figuras 23**).

Faça as duas dobras aquecendo a peça. Apóie uma das extremidades a uma superfície e segure a outra firmemente. Encoste o ferro de solda no lado metalizado, aplique uma suave pressão até atingir o ângulo de 90° e deixe a peça esfriar. Repita a operação para a segunda dobra e faça os furos (**figura 24**).

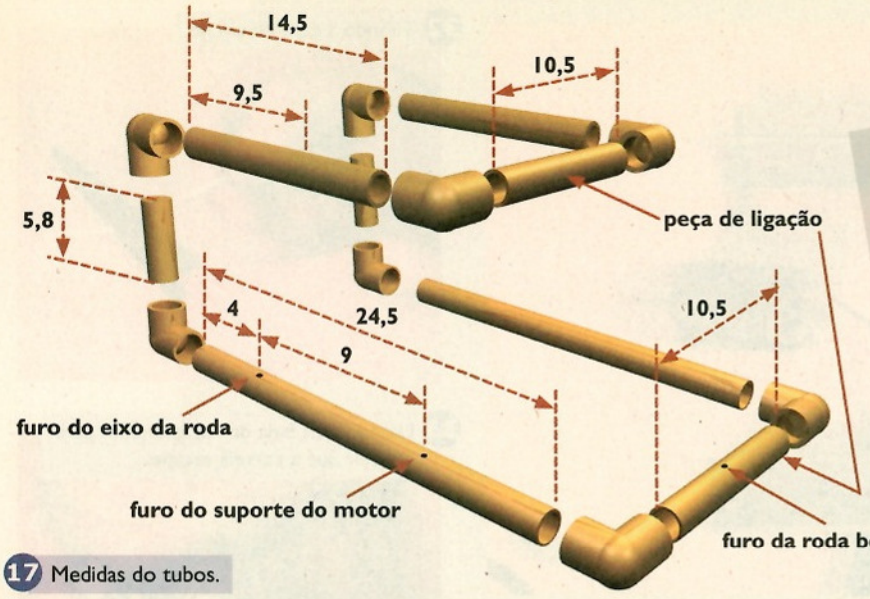
Instale os eixos, primeiramente o que prende o suporte ao chassi e, em seguida, o da roda (**figura 25**).

Suporte do motor

Corte um tubo de PVC com 14,5 cm de comprimento pela metade e fure conforme o esquema da **figura 26**. O conjunto deve ser montado com dois motores iguais, que deverão ficar bem firmes (**figura 27**).

Montagem do carro

Monte a relação do lado direito. Prenda os parafusos dos eixos com porcas conforme a **figura 28**. Primeiro

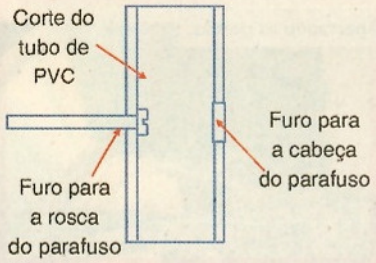


17 Medidas do tubos.

18 Lixando os tubos.



19 Esquema de furação.



20 Furo a 90°.



instale a polia (**figura 29**) e depois a roda (**figura 30**). Aplique lubrificante nos eixos e nos furos da roda e polia.

Instale o suporte dos motores. Para conectar o motor à polia e à roda, use elásticos de dinheiro (**figura 31**).

No caso do motor não possuir polia, você poderá improvisar. Duas pequenas fatias de encapamento de fio elétrico presas ao eixo impedirão que a correia escape (**figuras 32** e **33**).

Acione o motor elétrico para testar a relação. Se tudo correr bem, repita as orientações para montar a segunda relação. Instale a roda boba e seu veículo estará pronto.

ALGUNS TRUQUES E DICAS

- Procure usar motores maiores. Motores pequenos como os encontrados em *drivers* de CD-ROM podem até funcionar, mas são muito fracos.
- Procure lubrificar bem as roscas dos parafusos que servirão de eixo.

21 Roda boba.



22 Marcação dos furos.



23 Cortando o CD.



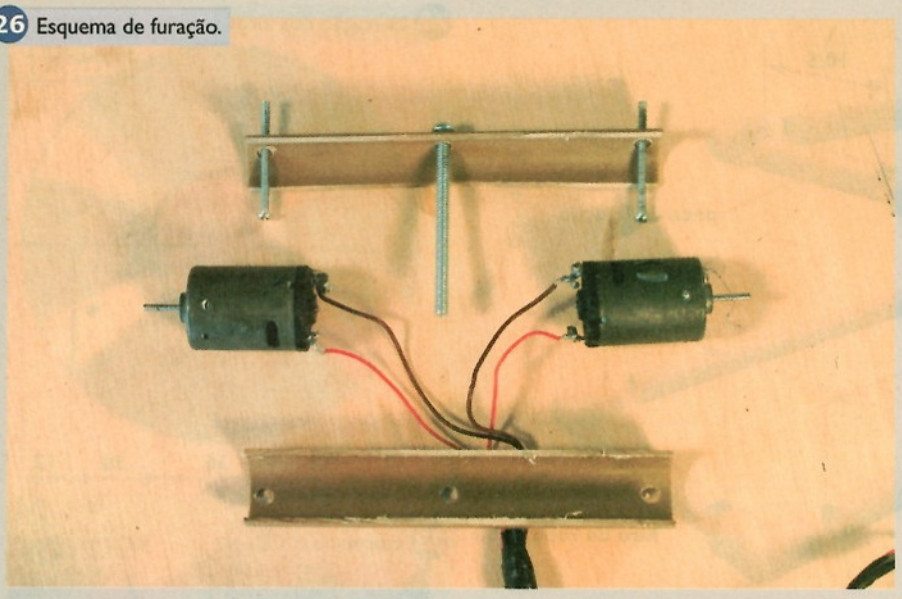
24 Dobrando o CD.



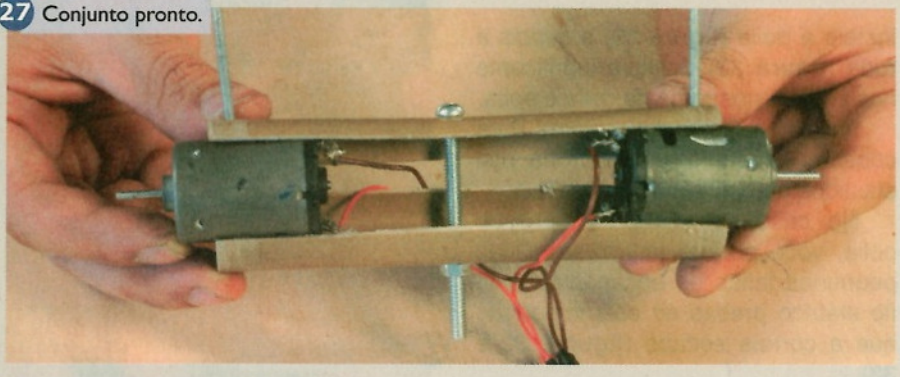
25 Instalação dos eixos.



26 Esquema de furação.



27 Conjunto pronto.



28 Inserindo os parafusos.



30 Fixando a roda.



29 Fixando a polia.



31 Conectando motor, polia e roda.



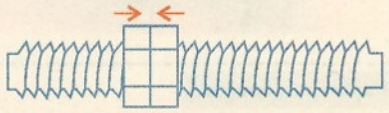
32 Tirando a capa de um fio.



33 Usando uma fatia de encapamento para impedir que a correia escape.



34 Esquema para o aperto das porcas dos eixos.



35 Apertando as porcas.



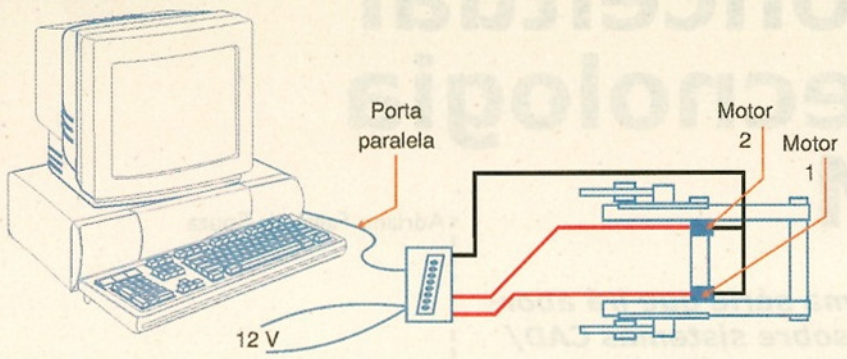
- Certifique-se de que o mecanismo esteja funcionando com o menor esforço possível.

- As porcas dos eixos devem ser travadas para que não se movam enquanto a roda de tração, a roda boba e a polia estiverem girando. Com duas chaves ou dois alicates, gire a porca 1 no sentido anti-horário e a porca 2 no sentido horário. Nesta configuração, uma exerce força sobre a outra e só poderão ser removidas quando forem destravadas (**figuras 34** e **35**).

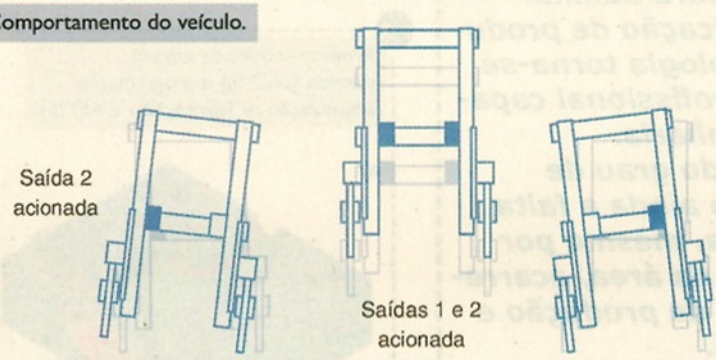
TESTE E USO

Para testar seu veículo com a NaLata, ligue o motor direito à saída 1 e o motor esquerdo à saída 2

36 Esquema de ligação.



37 Comportamento do veículo.



(**figura 36**). Controle os motores com o programa TestenaLata (*download* do arquivo no *site* da revista). O comportamento do carro conforme o acionamento das saídas, é mostrado na **figura 37**.

Caso o leitor não disponha da interface "NaLata", no site da revista é possível acessar uma forma alternativa para acionar os motores do veículo PVC.

Lista de material:

- 1 parafuso rosca máquina 3/16 x 2" de comprimento
- 6 parafusos rosca máquina 3/16 x 2,5" de comprimento
- 2 parafusos rosca máquina 1/8 x 1,5" de comprimento
- 8 arruelas 3/16"
- 2 arruelas 1/8"
- 21 porcas 3/16"
- 2 porcas 3/16"
- 1 cano de PVC Soldável 25 mm Marrom
- 8 joelhos 90° Soldável 25 mm Marrom
- 10 CDs
- 2 motores 12 volts com dimensão aproximada: 2,7cm diâmetro por 5,5 cm
- 1 rolo de fita isolante
- 10 tampas de garrafa de refrigerante
- 4 tampas de lata de 500 gramas
- 4 elásticos de dinheiro
- 1 centímetro de cabo com bitola de 2,5 milímetros
- 78 centímetros de mangueira transparente de 5 milímetro de diâmetro
- 1 caixa de Araldite
- 1 tubo de óleo lubrificante ou graxa para equipamentos eletrônicos

Ferramentas utilizadas

- 1 serra de cortar ferro
- 1 chave de boca de 6,5 milímetros
- 2 chave de boca de 8 milímetros ou dois alicates de bico para travar as porcas
- 1 furadeira
- 1 broca de 10 milímetros
- 1 broca de 5 milímetros
- 1 estilete
- 1 caneta para retroprojetor
- 1 régua de 30 cm
- 1 compasso
- 1 chave de fenda 3/16 x 6"
- 1 folha de lixa para madeira - grão 80
- 1 ferro de solda

www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no *site* da revista:
- Vídeo de demonstração de funcionamento.
- Forma alternativa para o acionamento dos motores.

Caixas e Gabinetes

- Telefonia
- Módulo BCD
- Caixas para Racks
- Caixas para Elétrica
- Caixas para Reatores
- Caixas para Controles
- Automação de Portões
- Luminárias para Barco
- Caixas com Painel e Alça
- Caixas para Sinalizadores
- Caixas para Estabilizadores
- Caixas para Coletor de Dados
- Caixas para Sirenes e Alarmes
- Caixas e Acessórios Norma Din
- Caixas para Sensores e Iluminação
- Caixas com Tampa e Abas de Fixação
- Caixas para Fontes e Filtros de Linha

Coloque seus Projetos em Caixas e Gabinetes de Qualidade



Disponibilizamos os desenhos técnicos.

www.patola.com.br
patola@patola.com.br
Fone: (11) 6103-2933

PATOLA
Tudo em caixa com qualidade e precisão

Análise conceitual sobre a tecnologia CAD/CAM

Adriano Fagali de Souza

Com este artigo iniciaremos uma série que irá abordar os conceitos tecnológicos sobre sistemas CAD/CAM. Estes sistemas computacionais são empregados atualmente com grande êxito para auxiliar as etapas de desenvolvimento e fabricação de produtos. O conhecimento sobre esta tecnologia torna-se imprescindível para uma formação profissional capacitada, relacionada às áreas de Engenharia. Embora ela se encontre em um elevado grau de desenvolvimento e aplicação, nota-se ainda a falta de compreensão correta sobre o tema, mesmo por profissionais que atuam diretamente na área, acarretando em improdutividade dos meios de produção e formação profissional mal qualificada.

Tendo em vista a grande diversidade de sistemas CAD/CAM disponíveis no comércio atual, os conceitos apresentados nesta série repercutem a tecnologia empregada por estes sistemas de modo geral, não se limitando a um software específico. Isto propiciará ao leitor uma visão clara e genérica destas tecnologias, auxiliando-o no emprego de quaisquer plataformas CAD/CAM encontradas no comércio.

DEFINIÇÕES INICIAIS SOBRE A TECNOLOGIA CAD/CAM

O acrônimo CAD/CAM é proveniente do inglês *Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing* e representa a aplicação de sistemas computacionais para auxiliar etapas do processo produtivo, da concepção do produto às etapas de manufatura.

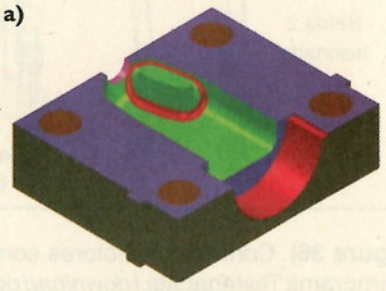
O CAD é um software gráfico utilizado nas áreas de Engenharia para criar desenhos em 2 dimensões ou modelos tridimensionais de produtos. Pode ser aplicado em diversos segmentos: Engenharia Mecânica; Engenharia Elétrica; Engenharia Civil; Arquitetura, entre outras. A geometria de uma peça construída em um *software* CAD tridimensional pode ser observada na **figura 1a**.

Atualmente, um grande número de sistemas CAD/CAM, desenvolvidos por diferentes empresas, encontra-se disponível no comércio. Deve-se notar que nem sempre estes fornecedores são concorrentes diretos. Isto porque diferentes softwares CAD podem ser indicados para aplicações distintas. Como exemplo, destacam-se os sistemas CAD desenvolvidos para atender com maior eficiência ao setor de Engenharia Civil; outra linha de sistemas CAD pode atuar com maior ênfase em uma determinada área da Engenharia Mecânica.

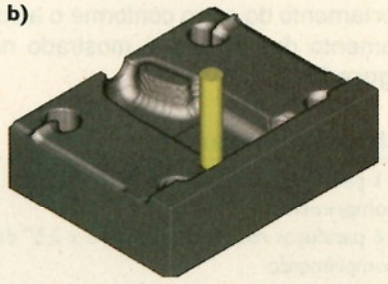
Entretanto, a falta de conhecimento técnico desta tecnologia pode levar uma empresa a realizar investimentos inadequados, definindo equivocadamente uma plataforma CAD para uma aplicação específica. Este fato pode repercutir em improdutividade, custos e limitações de trabalho. Uma classificação dos sistemas CAD auxilia na escolha de uma plataforma específica para cada ocasião. Esta classificação será apresentada nas próximas edições, após as conceituações iniciais.

1 Produto modelado em um sistema CAD (a) e programação e simulação na fabricação - CAM (b).

a)



b)



Os sistemas CAM são desenvolvidos para auxiliar etapas de fabricação, onde são empregadas máquinas CNC. O *software* CAM utiliza a geometria (desenho ou modelo) criada no CAD e gera os programas CNC para a fabricação. Nesta etapa, o CAM pode gerar programas CNC para diferentes operações, tais como: torneamento, fresamento, furação, corte a laser e qualquer outra forma de manufatura

que utilize uma máquina CNC. Baseado na geometria construída no CAD, o software CAM calcula as movimentações da máquina e as trajetórias da ferramenta para realizar a fabricação. A **figura 1b** ilustra a simulação das trajetórias de ferramenta calculadas pelo software CAM para a fabricação da geometria apresentada na **figura 1a**, empregando operações de fresamento.

No início da década de 80, quando esta tecnologia se tornou mais conhecida, com raras exceções os sistemas CAD/CAM eram integrados em um único pacote de software. A empresa que necessitasse de apenas um destes módulos, CAD ou CAM, deveria adquirir o software completo. Este investimento era inviável para pequenas e médias empresas.

A fim de ampliar os horizontes comerciais, em meados da década de 90 as empresas que desenvolviam estes sistemas separaram o software CAD/CAM em módulos distintos, possibilitando a aquisição destes sistemas individualmente, CAD e/ou CAM. Dessa forma, ainda é comum observar, usuários erroneamente utilizando o acrônimo CAD/CAM para se referir a um sistema CAD qualquer.

Outro equívoco comum é a utilização do nome Autocad, que é um software exclusivamente CAD desenvolvido pela empresa Autodesk Inc., para se expressar assuntos relativos à tecnologia CAD/CAM.

UM BREVE HISTÓRICO SOBRE OS SISTEMAS CAD

As primeiras aplicações de computadores para auxiliar as etapas de engenharia tiveram início na década de 50, quando o Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) iniciou a discussão sobre a tecnologia CAD/CAM. Os sistemas CAD desta geração se limitavam à descrição de entidades geométricas em duas dimensões, à criação e manipulação de desenhos em terminais gráficos monocromáticos.

Estes sistemas CAD faziam uso da combinação de geometrias simples, conhecidas como entidades de baixa ordem (*Wireframe*) envolvendo retas; circunferências, etc., para a representação das formas geométricas desejadas, o que não permitia, portanto, o desenho de geometrias mais complexas, com curvas que fugissem destas características e dimensões espaciais.

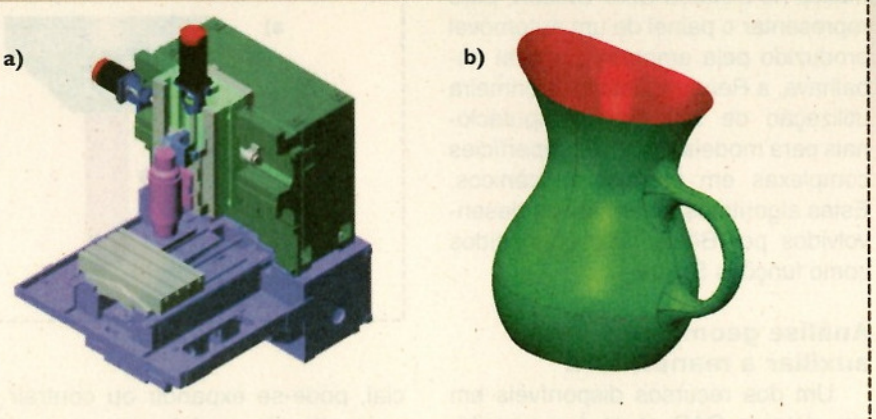
Contudo, nesta época estes sistemas CAD já propiciavam várias vantagens, tais como:

- Possibilidade de envio, ou recebimento de desenhos por processos eletrônicos e comunicação de dados;
- Melhor gerenciamento dos desenhos;
- Precisão do dimensionamento;
- Maior rapidez na recuperação, modificação ou atualização de desenhos.

Entretanto, sua aplicação na concepção de desenvolvimento e manufatura de produtos era pouco significativo, e o alto custo destes sistemas limitava seu uso a grandes empresas. A década de 70 marcou uma nova geração dos sistemas CAD - o desenvolvimento de técnicas computacionais para a representação de objetos tridimensionais.

Os sistemas CAD atuais não se restringem apenas à geração e manipulação de desenhos em duas dimensões. Este recurso é considerado somente uma funcionalidade destes sistemas e representa apenas uma pequena parcela dos possíveis benefícios a serem obtidos com a utilização desta tecnologia. Hoje, um software CAD representa uma potente e indispensável ferramenta para a indústria moderna, permitindo, além da geração de desenhos 2D, outros recursos, tais como:

2 Máquina-ferramenta: produto complexo composto por objetos com geometrias definidas (a). Jarra: produto simples com formas geométricas complexas (b).



Modelamento de produtos tridimensionais com formas geométricas complexas

Formas geométricas complexas são aquelas que fogem das representações geométricas conhecidas pela matemática tradicional, como: cilindro, cone, cubo, planos, esfera, extrusões e revoluções simples. As formas complexas, conhecidas também como geometrias de forma livre, são formas harmônicas, cada vez mais empregadas pelos *designers* de produtos.

Observou-se que produtos contendo formas geométricas com estas características possuem melhor aceitação de mercado. Estes produtos podem corresponder a simples frascos de embalagem (xampu, perfumes, etc.), eletrodomésticos, assim como nos diversos componentes externos de um automóvel (painel, capô, etc.).

Deve-se ter ciência da diferença entre produtos complexos com inúmeros componentes, e produtos contendo formas geométricas complexas. A **figura 2** ilustra estes conceitos.

Os primeiros sistemas CAD não permitiam a representação de formas complexas. Para um software representar qualquer geometria na tela de um computador, são utilizadas funções matemáticas. A representação de formas geométricas complexas por computador, necessita de formulações matemáticas não convencionais, as quais foram desenvolvidas recentemente.

Este recurso foi um grande avanço da tecnologia CAD, e foi introduzida

pelo francês Pierre Bézier, que utilizou em 1972, sua formulação matemática no sistema CAD Unisurf, para representar o painel de um automóvel produzido pela empresa na qual trabalhava, a Renault. Esta foi a primeira utilização de sistemas computacionais para modelamento de superfícies complexas em projetos mecânicos. Estes algoritmos matemáticos desenvolvidos por Bézier são conhecidos como funções Spline.

Análise geométrica para auxiliar a manufatura

Um dos recursos disponíveis em um sistema CAD atual é a possibilidade de identificar regiões em que poderão ocorrer problemas de fabricação, devido às características geométricas da peça, como é o caso de ângulos negativos (**figura 3a**). Neste caso, o software indica que uma ferramenta de corte, posicionada no sentido vertical (operações de fresamento), não poderá atingir as regiões em vermelho. O usuário deverá modificar o produto ou definir outro método de fabricação.

A continuidade e a suavidade entre as intersecções das superfícies que compõem um produto são fatores que determinam a qualidade do produto final. Um software CAD atual permite verificar estas características de forma visual, como mostra a **figura 3b**.

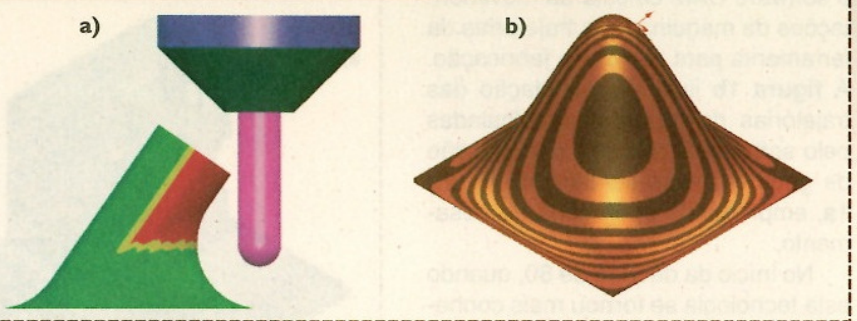
ASSOCIATIVIDADE ENTRE OS MÓDULOS CAD E CAM

Sistemas CAD/CAM atuais podem trabalhar de forma associada. Utilizando um sistema CAD, as alterações realizadas em um produto que se encontra em etapas de fabricação são transferidas para o CAM automaticamente. Esta comunicação permite maior segurança e agilidade de trabalho

DEFINIÇÃO DO VOLUME E CENTRO DE MASSA DO PRODUTO

Com a determinação do volume de uma geometria tridimensional construí-da em um software CAD, pode-se definir uma família de produtos. É o caso de frascos, embalagens ou garrafas. Partindo de um volume inicial, pode-se expandir ou contrair a geometria do produto para que este atinja um determinado volume. Em construções de conjuntos, o centro de gravidade também poderá ser calculado, a fim de auxiliar análises de Engenharia.

3 Regiões da peça que não serão usinadas, identificadas pelo CAD (a). O CAD identifica a continuidade e a suavidade da superfície (b).



PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS SOFTWARES CAD TRIDIMENSIONAIS

Os softwares CAD tridimensionais podem ser caracterizados, principalmente, pela forma empregada para gerar as geometrias. São definidos como sistemas CAD modeladores de sólidos e sistemas CAD modeladores de superfície. Esta característica está relacionada ao modelador geométrico do CAD, que é o núcleo do software. Embora ambos sejam capazes de modelar objetos em três dimensões, sua aplicação é bastante diferenciada, como apresentado a seguir.

Sistemas CAD modeladores de sólidos

Sistemas CAD modeladores de sólidos são capazes de gerar objetos tridimensionais, sólidos, possuindo centro de gravidade e volume. Para o modelamento de produtos são capazes de realizar operações *booleanas*: soma, intersecção e subtração entre objetos sólidos, a fim de construir um produto. Este método de trabalho representa uma grande agilidade na construção de objetos tridimensionais. A **figura 4** ilustra as etapas de criação da geometria A, utilizando estas operações.

Desta maneira, a peça final (neste exemplo, a geometria A) possui um "histórico" das operações realizadas para sua construção, chamado de árvore topológica, que contém as informações das operações realizadas e as características geométricas de cada objeto utilizado para a sua criação.

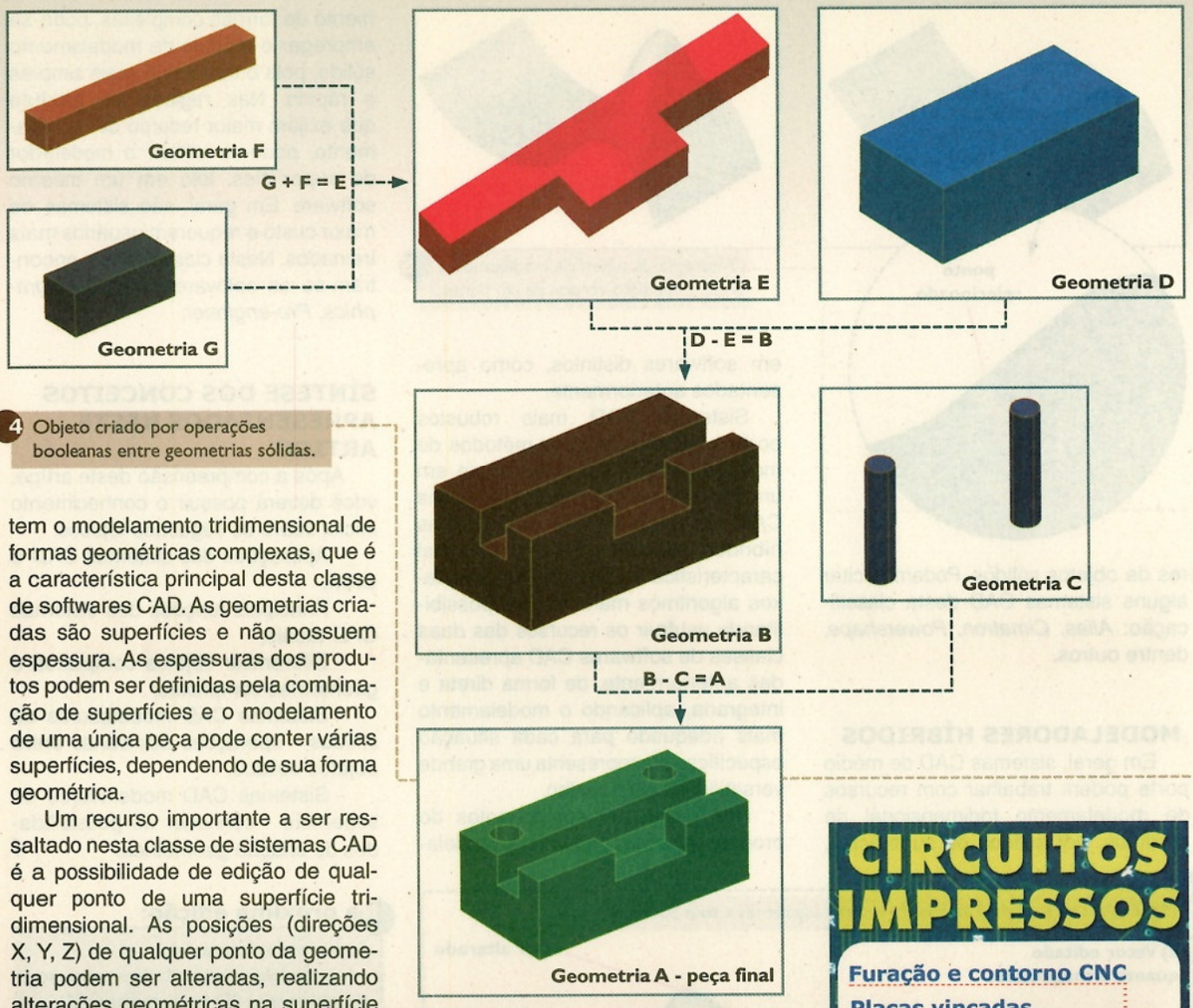
Alterações nesta árvore representam a possibilidade de uma fácil modificação da peça modelada. Como exemplo, se for necessário alterar os diâmetros dos furos realizados pela operação de subtração dos cilindros (geometrias C), o usuário deverá apenas alterar o diâmetro destes cilindros na árvore topológica e o software automaticamente reprocessa as informações anteriores, gerando o novo objeto modificado pelo diâmetro do furo. Esta função representa um grande auxílio no modelamento de produtos, com esta classe de sistemas CAD. Estes sistemas são empregados com grande êxito em empresas metal-mecânica, auxiliando atividades de projeto e fabricação.

Entretanto, como principal restrição, softwares CAD modeladores sólidos não são adequados para o modelamento de produtos que contenham formas geométricas complexas. Para trabalhos desta natureza, os sistemas CAD modeladores de superfícies são os mais indicados.

Dois importantes sistemas CAD modeladores de sólidos, concorrentes no mercado atual, são: *Solidedge* e *Solidworks*.

Sistemas CAD modeladores de superfícies

Esta classe de sistemas CAD faz uso de formulações matemáticas complexas, conhecidas como funções *Spline*. Estes sistemas permi-



4 Objeto criado por operações booleanas entre geometrias sólidas.

tem o modelamento tridimensional de formas geométricas complexas, que é a característica principal desta classe de softwares CAD. As geometrias criadas são superfícies e não possuem espessura. As espessuras dos produtos podem ser definidas pela combinação de superfícies e o modelamento de uma única peça pode conter várias superfícies, dependendo de sua forma geométrica.

Um recurso importante a ser ressaltado nesta classe de sistemas CAD é a possibilidade de edição de qualquer ponto de uma superfície tridimensional. As posições (direções X, Y, Z) de qualquer ponto da geometria podem ser alteradas, realizando alterações geométricas na superfície original, mantendo o objeto tridimensional, como ilustra a **figura 5**. Este recurso torna possível o modelamento de produtos contendo formas geométricas complexas.

Como pode ser observado na **figura 5**, o ponto selecionado possui quatro vetores, laterais e longitudinais à superfície. As edições da geometria ainda podem ser realizadas pelas modificações destes vetores, em duas possibilidades:

- Alterações da magnitude dos vetores (**figura 6a**);

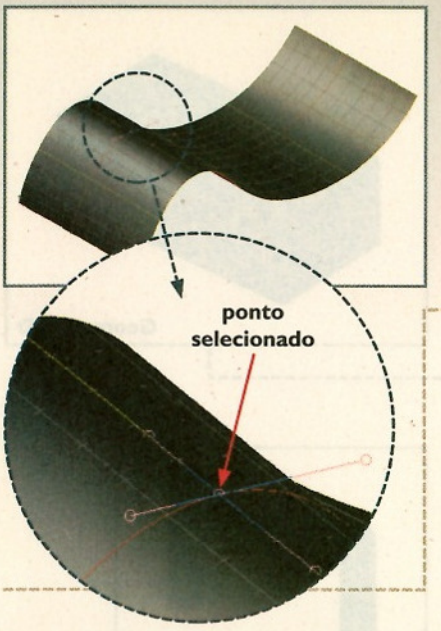
- Alterações angulares dos vetores (**figura 6b**).

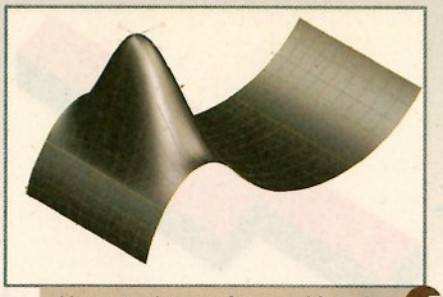
Para exemplificar a utilização deste recurso na construção de produtos, a **figura 7** demonstra a modificação de uma superfície para a criação de uma jarra. Um ponto da secção superior da jarra foi selecionado, e sua posição foi alterada para um ponto no espaço, neste caso ilustrado pelo ponto verde. Desta maneira, o bico da jarra foi criado. Apenas um software CAD modelador de superfícies permite a criação de geometrias com estas características.

Contudo, a utilização de um CAD modelador de superfícies não permite a utilização de operações *booleanas* para a intersecção entre geometrias, fato que torna árduo o trabalho com estes sistemas. Para tanto, o software deve calcular a curva que intersecciona as geometrias e criar o corte. Estas etapas requerem a intervenção do usuário, para que o software crie a forma desejada.

Em geral, os softwares desta classe possuem custo mais elevado, devido à complexidade destes sistemas, se comparado aos modelado-







5 Alteração da superfície modificando a posição vertical de um ponto.

res de objetos sólidos. Podemos citar alguns sistemas CAD desta classificação: *Alias, Cimatron, Powershape*, dentre outros.

MODELADORES HÍBRIDOS

Em geral, sistemas CAD de médio porte podem trabalhar com recursos de modelamento tridimensional de produtos, por sólidos ou superfícies, em softwares distintos, como apresentados anteriormente.

Sistemas CAD mais robustos podem trabalhar com os métodos de modelamento sólido e superfície em um mesmo software. Estes sistemas CAD são denominados modeladores híbridos, e possuem como principal característica a utilização de complexos algoritmos matemáticos, possibilitando usufruir os recursos das duas classes de softwares CAD apresentadas anteriormente, de forma direta e integrada, aplicando o modelamento mais adequado para cada situação específica. Isto representa uma grande versatilidade de trabalho.

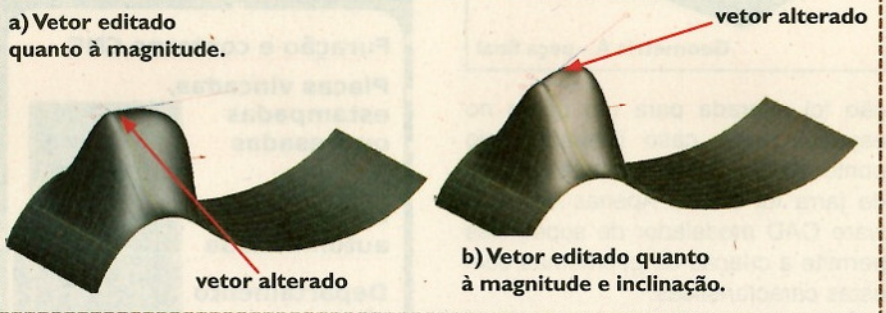
Nas partes ou componentes do produto que não requeiram o modelamento de formas complexas, pode-se empregar o módulo de modelamento sólido, pois o trabalho é mais simples e rápido. Nas regiões do produto que exijam maior recurso de modelamento, pode-se utilizar o modelador de superfícies. Isto em um mesmo software. Em geral, são sistemas de maior custo e requerem usuários mais treinados. Nesta classificação, encontram-se os softwares: *Catia, Unigraphics, Pro-engineer*.

SÍNTESE DOS CONCEITOS APRESENTADOS NESTE ARTIGO

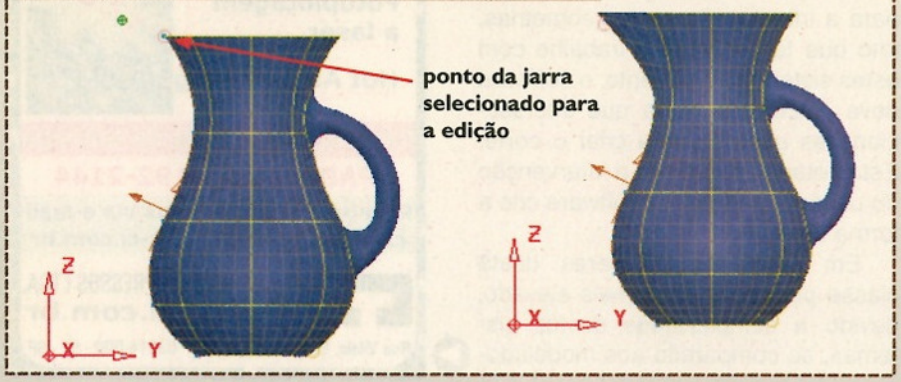
Após a compreensão deste artigo, você deverá possuir o conhecimento inicial sobre os seguintes tópicos:

- Aplicações dos sistemas CAD e CAM;
- Principais funções dos sistemas CAD atuais;
- Diferenciar objetos complexos e geometrias complexas;
- Sistemas CAD modeladores de sólidos - operações *booleanas* entre objetos sólidos;
- Sistemas CAD modeladores de superfície - conhecer as possibilidades de criação geométrica.

6 Modificação da superfície através de vetores adjacentes a seus pontos.



7 Modificação de um ponto da superfície para a criação da jarra.



Na próxima edição:

Estaremos apresentando:
- A metodologia utilizada para a criação de geometrias 3D em sistemas CAD;
- Principais ferramentas para a criação de geometrias 3D;
- Integração da cadeia produtiva envolvendo sistemas computacionais. Importância do sistema CAD. Exemplos de aplicação em processos produtivos;
- Classificação dos sistemas CAD/CAM disponíveis no comércio atual.

Bibliografia:

- CHANG, T.-C; WYSK, R.A.; WANG, H-P.: **Computer-Aided Manufacturing**. New Jersey. Prentice Hall, 1998.
- MAHON, MC.; BROWNE, J.: **CAD/CAM From Principles to Practice**. Suffolk, UK. Addison-Esley. 1993. ISBN 0-210-56502-1.
- BEDWORTH, D. D.; HENDERSON, M. R.; WOLPE, P. M.: **Computer - Integrated Design and Manufacturing**. New York: 1991.

Garrafa de Leyden

Construa um capacitor experimental

A garrafa de Leyden foi a invenção precursora de uma das mais importantes peças utilizadas nos circuitos atuais: o capacitor. A sua função é armazenar cargas.

Márcio Mercúrio
Vera Henriques
Wagner Gomes

Níveis de Dificuldade (ver página 2)

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



Cuidado!
Esse experimento trabalha com altas tensões. Se você não tem experiência com esse tipo de montagem, peça ajuda a alguém mais experiente.

Como a garrafa de Leyden, um capacitor nada mais é do que um arranjo de dois materiais condutores de tal forma que ambos tenham a mesma quantidade de carga, porém com sinais opostos. Entretanto, os metais devem permanecer separados por um material não condutor a fim de que não haja transferência de elétrons entre eles. A capacidade de armazenar cargas, chamada de capacitância, depende crucialmente das propriedades deste material isolante.

UM POUCO DE HISTÓRIA

Embora a eletricidade estática e o magnetismo fossem conhecidos desde a antiguidade, foi somente no século dezoito, durante o Iluminismo, que a eletricidade se constituiu em uma verdadeira "febre", contagiando os cientistas, que desejavam descobrir os seus segredos, e divertindo a nobreza da época. Neste período, acreditava-se que a eletricidade era um tipo de fluido que se movia por dentro da matéria. A máquina criada por Von Guericke no século XVII (ver no **MF 19**, pág. 7), permitiu a "extração "de uma quantidade satisfatória desse fluido da matéria.

Após a descoberta, os cientistas desenvolveram diversas variações da máquina de Von Guericke e usando esses geradores descobriram algumas propriedades elétricas, mas a descoberta da eletricidade que conhecemos hoje, capaz de deslocar-se através de centenas ou milhares de quilômetros, ainda estava por vir. Na construção dessa história, faltava um aparelho que fosse capaz de armazenar o "fluido elétrico". E porque não armazená-lo em uma garrafa? Armazenar eletricidade em uma garrafa pode parecer loucura, mas dá certo.

Em 1745, Ewald Von Kleist, na Alemanha, criou, utilizando um vidro de remédio forrado com metal, um aparelho capaz de armazenar eletricidade de tal maneira que, quando se descarregava, produzia uma centelha suficientemente grande para acender uma quantidade de álcool. No entanto, ocorreu que os colegas de Kleist não conseguiram reproduzir sua experiência, pois ele se esquecera de avisá-los que deviam segurar a parte metálica da garrafa com as mãos, ou então aterrá-la.

Enquanto os colegas de Kleist tentavam reproduzir sua experiência, um holandês, Pedro van Musschenbroek, na cidade de Leyden, carregou eletricamente um jarro cheio de água, onde deixou cair um pedaço de fio que estava ligado ao gerador: ao tocar nele, tomou um tremendo choque.

Devido aos relatos precisos de Musschenbroek, qualquer pessoa corajosa poderia repetir sua experiência. Esses relatos chegaram às mãos do eclesiástico francês Nollet, um divulgador da ciência, que reproduziu a experiência, constatando imediatamente seus efeitos. Foi Nollet quem deu ao "acumulador de cargas" o nome de garrafa de Leyden.

A garrafa de Leyden se tornou então "a sensação do momento". Todos passaram a reproduzi-la e testá-la, muitas vezes em seus próprios corpos. Há diversos relatos, tais como o de um certo Johann Winkler, que informou que o choque fez seu nariz sangrar, ou o de Johann Wilcke, que caiu inconsciente de dor. (Pode-se especular que houvesse algum exagero nos relatos, relacionado com o medo e as incertezas trazidas pela

nova descoberta). Os "espetáculos" envolvendo a garrafa se tornaram comuns. O abade Nollet, por exemplo, fez saltar, diante da corte francesa, 180 guardas reais. Eles se deram as mãos e quando fecharam o circuito com a garrafa....

Benjamim Wilson descobriu posteriormente que a faísca emitida era tanto maior quanto maior a superfície e mais fino o vidro da garrafa. Experimentando com as garrafas de Leyden, Franklin carregou uma delas com a carga de um raio, demonstrando assim que a natureza do raio e da faísca eram as mesmas!

Benjamin Franklin foi quem propôs a teoria da eletricidade, na qual um corpo poderia ter excesso ou falta do fluido elétrico, e chamou o excesso de "eletricidade positiva", e a falta de fluido, de "eletricidade negativa". Franklin não poderia antever que o "fluido elétrico" era constituído de elétrons, descoberta que ocorreu quase dois séculos mais tarde, e que os sinais que convencionou estavam "errados", o que não impediu o enorme desenvolvimento do eletromagnetismo que se seguiu.

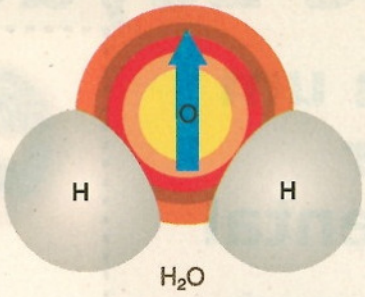
DIELÉTRICOS

Sabemos que cargas elétricas criam campos elétricos (se não se lembra, veja na **MF 19**). O que vamos analisar agora é o efeito de tal campo sobre um material não condutor. Para tal necessitamos fazer uma análise microscópica da matéria. Qualquer análise profunda passa necessariamente pela mecânica quântica, entretanto, adotaremos modelos mais simples capazes de explicar (ao menos qualitativamente) os fenômenos que desejamos.

Todo material é constituído por átomos e/ou moléculas. Essas moléculas podem ser polares ou apolares. Uma molécula polar, como o próprio nome diz, possui pólos positivos e negativos. Como no caso da molécula de água, representada na **figura 1**. O átomo de oxigênio "puxa para si" os dois elétrons dos átomos de hidrogênio. Isso dá origem a um dipolo elétrico permanente.

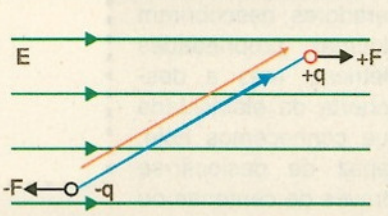
Um dipolo elétrico é constituído de duas cargas opostas, mantidas

1 Representação da molécula polar.



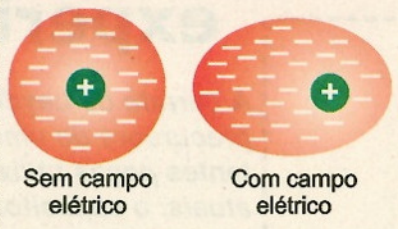
ligadas entre si, mas separadas por pequena distância (como, por exemplo, na molécula HF). Representamos esse dipolo por uma seta, como na **figura 2**. Quando submetidas a um campo elétrico, as partes positiva e negativa do dipolo sofrem forças em sentidos opostos. O efeito dessas forças é girar o dipolo, até que se alinhe com o campo elétrico externo.

2 Representação do dipolo.



Em muitas moléculas a nuvem eletrônica negativa está centrada no núcleo positivo e ela não apresenta pólos. Neste caso a molécula recebe a denominação de apolar, isto é, sem pólos. No entanto quando esta molécula é exposta a um campo elétrico, este produzirá forças em sentidos opostos sobre os elétrons e sobre o núcleo, formando-se um dipolo. Este não é permanente, mas existe apenas enquanto atua o campo elétrico (**figura 3**).

3 Representação da molécula apolar.

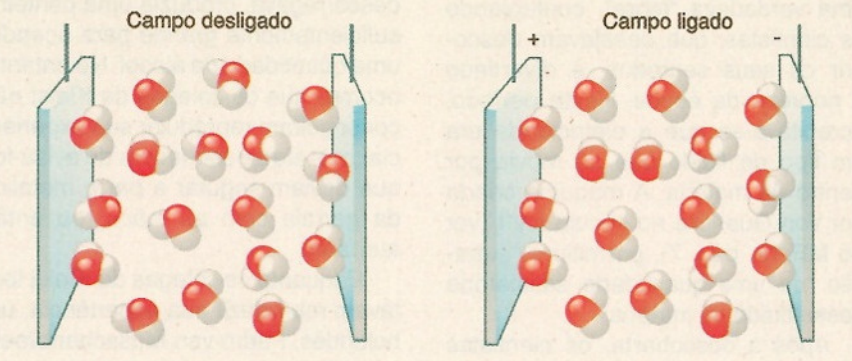


No caso da água, que é polar, os dipolos das moléculas normalmente ficam orientados aleatoriamente. Mas se a água estiver numa região que contenha um campo elétrico (dentro de um capacitor, por exemplo) as moléculas giram, "tentando" se alinhar com o campo. Esse alinhamento não é perfeito, devido à agitação térmica. Dizemos que a água fica polarizada e, por isso, é incluída entre os materiais dielétricos (duas eletricidades). Veja a **figura 4**.

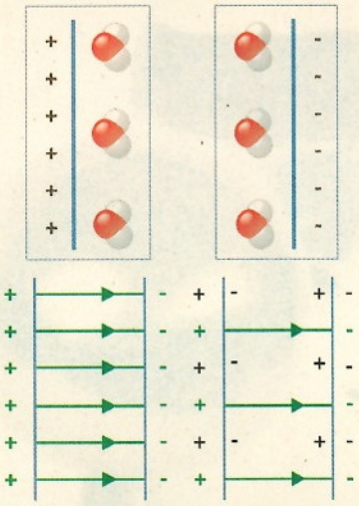
A polarização da água acumulará cargas positivas próximas da placa negativa e cargas negativas próximas da placa positiva (**figura 5**).

O efeito da polarização das moléculas de água é o de diminuir a quantidade de cargas positivas na região da placa positiva e a quantidade de cargas negativas na região da placa negativa. Conseqüentemente, o campo elétrico do capacitor com água será menor que o campo elétrico do capaci-

4 Polarização.



5 Cargas superficiais provocam um campo elétrico induzido oposto ao campo criado pelas cargas do capacitor. Que acaba por diminuir o campo elétrico original.



tor sem água. O campo elétrico dentro do capacitor é reduzido por um fator K, chamado constante dielétrica, que varia de um material para o outro.

Se quisermos obter o campo que tínhamos antes, temos que colocar mais cargas no capacitor. Como resultado final colocamos uma quantidade de carga K vezes maior do que a que era possível sem o dielétrico, para um mesmo campo. Assim podemos armazenar mais cargas no capacitor. Com isso, a capacidade de armazenamento de um capacitor preenchido com um material dielétrico é maior do um capacitor sem dielétrico.

Depois de construir a garrafa de Leyden, você poderá fazer este teste tentando carregá-la sem água e com água. Qual você acha que carrega mais?

Mas, o que acontecerá se a capacidade de polarização das moléculas for atingida e ainda assim continuarmos carregando o capacitor?

Se continuarmos carregando o capacitor, a alta intensidade do campo elétrico irá dissociar as moléculas do material, o que irá produzir faíscas e pode danificar o capacitor além de descarregá-lo. Quando isso ocorre dizemos que o campo elétrico rompeu a rigidez dielétrica do material e ele, que antes era isolante, agora é condutor.

As páginas seguintes mostram a construção de uma garrafa de Leyden. Porém, para testá-la é preciso ter em mãos um "gerador" de cargas. Quem tiver realizado o experimento "Gerador Eletrostático", publicado na MF 19 pode utilizá-lo. Caso contrário, mostraremos também com construir um eletróforo, também capaz de gerar cargas para carregar a garrafa. f

Lista de material:

Garrafa de Leyden
- Lata de refrigerante de alumínio
- Garrafa plástica de água de 500 ml (que se encaixe justo na lata)
- Puxador (de armário) esférico, de metal
- Tubo fino de metal com rosca

Eletróforo
- 2 discos de vinil
- Papel alumínio
- Folha ou tubo plástico
- Cola

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

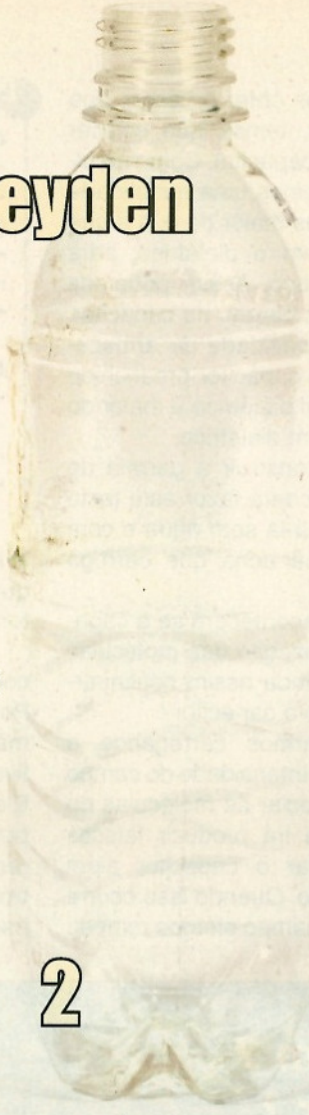
SILICOM
INTERNET PROVIDER

Construção da garrafa de Leyden



1

Limpe a superfície externa da lata com palha de aço ou *tiner*.

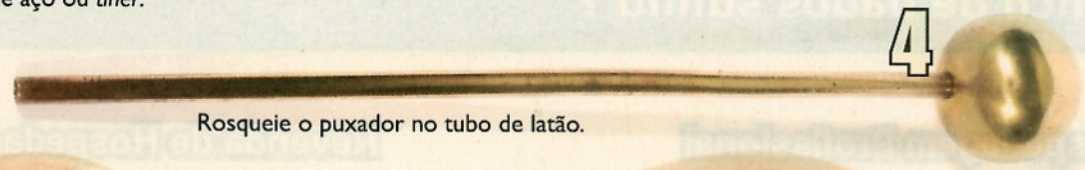


2

Escolha uma garrafa plástica que se encaixe justa na lata.

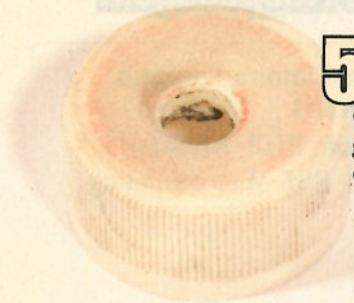


3



4

Rosqueie o puxador no tubo de latão.

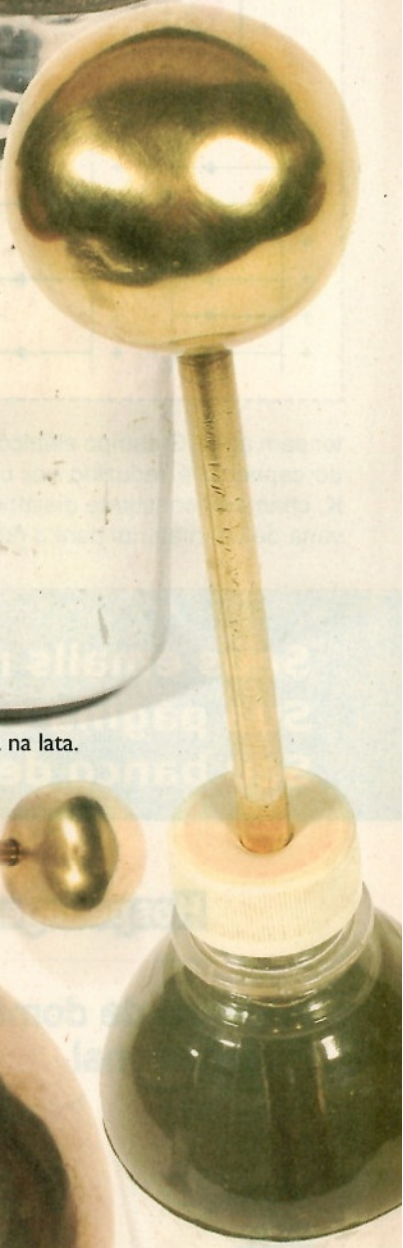


5

Com um prego grosso, fure o centro da tampa da garrafa.

6

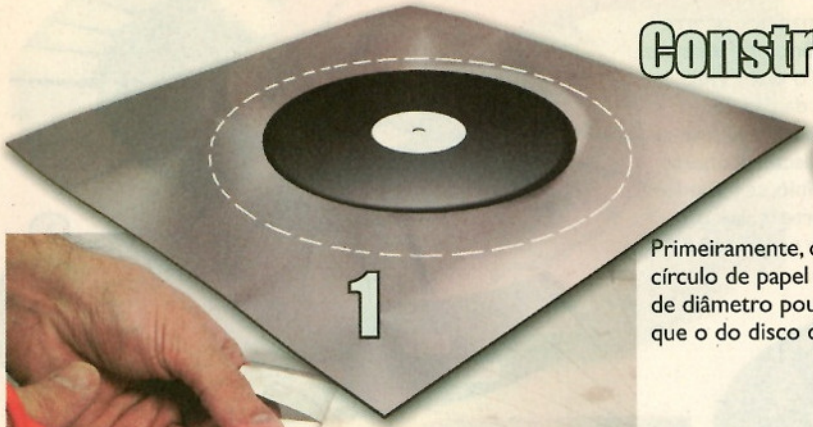
Por este furo deve ser encaixado o tubo, com pressão.



Encha a garrafa com água e feche-a com a tampa, na qual foi encaixado o tubo.

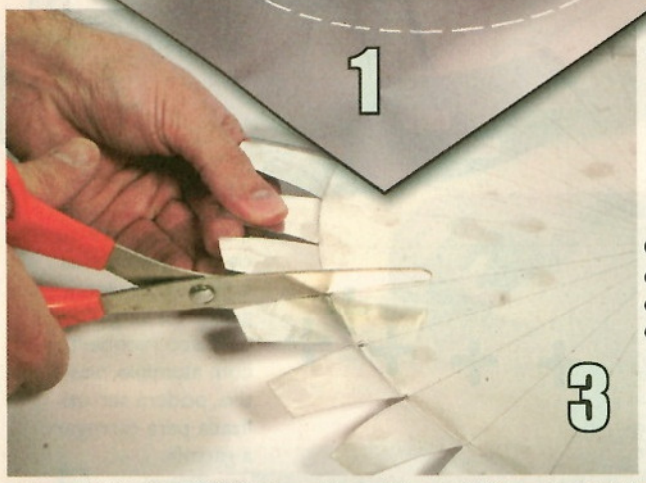
7

Construção do Eletróforo

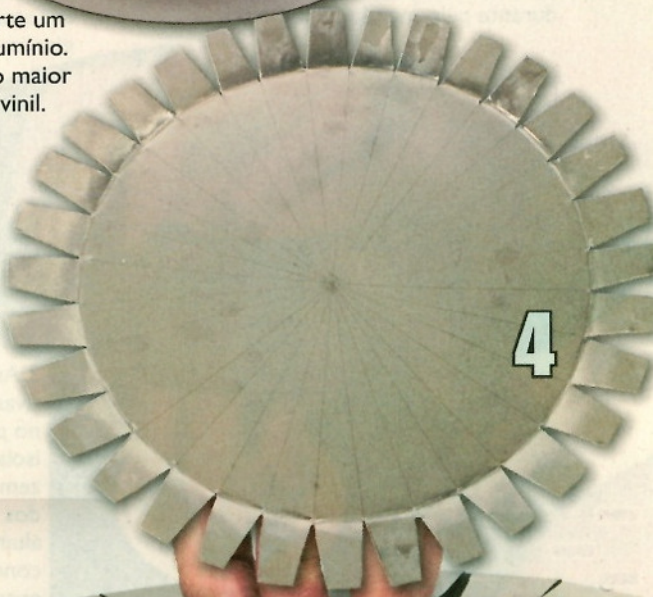




Primeiramente, corte um círculo de papel alumínio. de diâmetro pouco maior que o do disco de vinil.



Com a tesoura devem ser feitos cortes na borda do círculo de alumínio.





Passe cola nas bordas do círculo de papel alumínio, que são coladas em um dos discos de vinil:



Por último, prenda o suporte isolante (a rolha) ao centro do disco.



Carregando o Eletróforo...

1. Em primeiro lugar deve-se atritar o disco de vinil descoberto, com lã, durante pelo menos 30 segundos.



2. Dessa maneira, ocorre a transferência de elétrons da lã para o disco (veja a tabela 1 da pág 29, MF 19). Feito isso, deve-se tomar o disco recoberto com alumínio, segurando-o pelo suporte isolante, e encostá-lo no primeiro disco, eletrizado.



3. As cargas negativas acumuladas no primeiro disco, isolante, produzem a repulsão dos elétrons do alumínio, que é condutor e encontrava-se inicialmente neutro. Os elétrons do alumínio "escoam" pelo dedo, deixando o alumínio carregado positivamente.



4. Ao separarem-se os dois discos, eles continuarão eletrizados e a carga do disco recoberto com alumínio, positiva, poderá ser utilizada para carregar a garrafa.

...e a Garrafa de Leyden



1. Inicialmente, a garrafa de Leyden está descarregada. Encostando o disco de alumínio eletrizado na esfera metálica da garrafa, produzimos a atração dos elétrons da esfera e da haste (ambas condutoras), que perdem elétrons para o disco, ficando carregadas também positivamente.



2. Como o condutor central ficou eletrizado positivamente, ele induzirá eletrização no condutor externo, a lata: a superfície interna ficará carregada negativamente, uma vez que os elétrons serão atraídos para esta região, e a superfície externa ficará carregada positivamente. Ao encostarmos a mão na parte externa, elétrons de nosso corpo escoarão para a lata, neutralizando a região que estava positiva. Assim, o condutor interno (esfera e tubo) fica positivo e o condutor externo (a lata) fica negativo. Repetindo-se o ciclo várias vezes, pode-se armazenar carga suficiente para observar uma faísca, usando um fio condutor, ou ainda acender uma lâmpada de néon.

Códigos mecatrônicos de Da Vinci

Como que um dos maiores artistas de todos os tempos influencia até hoje na engenharia de todo o planeta?

Sérgio Vieira





Existe a suspeita de que Leonardo Da Vinci escondia códigos em suas pinturas para passar mensagens à humanidade. Alguns desses códigos vieram à tona com a publicação do livro "O Código Da Vinci" do escritor Dan Brow. Verdade ou mentira, o fato é que o livro tem uma venda histórica de 25 milhões de exemplares ao redor do mundo e tradução em 44 idiomas. A história do livro está inclusive virando filme estrelado por Tom Hanks.

Além das possíveis mensagens dos quadros, um outro tipo de código também foi escrito por Da Vinci para ser entendido pela humanidade. Neste segundo caso, entretanto, Da Vinci realmente estava querendo mostrar alguma coisa com uma dezena de desenhos "malucos" e sem muito sentido para a época.

Quando os desenhos foram apresentados aos contemporâneos de Da Vinci, muitos não entenderam que máquinas e equipamentos eram aqueles, ou para que serviam, nem tampouco como eram possíveis suas construções. Para eles, aqueles rabiscos e desenhos estranhos não faziam sentido, por isso mesmo, talvez fossem algum tipo de código para ser desvendado.

Passados mais de quatrocentos anos, aquelas estranhas construções tornaram-se a base principal de várias máquinas e equipamentos, veículos de transporte, próteses para ajudar a vida de deficientes e robôs. Pode-se dizer que Da Vinci, praticamente, estava dando pistas de máquinas que só quatro séculos depois (com o desenvolvimento da mecânica, eletrônica, pneumática, hidráulica e informática) passaram a fazer sentido para a humanidade.

Da Vinci explicava aos seus contemporâneos que provavelmente não conseguiria colocar seus projetos em prática corretamente com as tecnologias disponíveis na época, mas queria explicar-lhes o ponto de partida de seus estudos. Ou seja, ele não sabia exatamente como construir cada detalhe de uma máquina para fazer um homem levantar vôo, mas tentava explicar que movimentando massas de ar ao redor de um corpo, este, poderia ser içado do chão apenas com a ajuda de hélices.

Foi entendendo e aplicando esse "código" descrito por Da Vinci que em 1843 apareceu o primeiro modelo de helicóptero a vapor, com dois pequenos rotores coaxiais. Mais tarde, o modelo foi sendo aperfeiçoado até chegar ao modelo tecnológico que conhecemos hoje. Mas o desenho inicial é creditado a Leonardo Da Vinci.

Nas outras áreas de estudo de Da Vinci (astronomia, arquitetura, anatomia e óptica) aconteceu o mesmo. Novos desenhos estranhos apresentados e um milhão de dúvidas na cabeça das pessoas da época. O quê aquele homem estava querendo dizer com aqueles desenhos? Para quê e como alguém construiria aquilo?

Helicóptero



Um código apenas sobre o vôo dos pássaros foi escrito por Leonardo da Vinci. Além de desenhos, suas anotações tratavam sobre a resistência do ar, comportamento do dorso dos pássaros, anatomia das suas penas e comportamento da cauda durante o vôo. Um desses desenhos refere-se a uma máquina que é içada por uma hélice instalada no alto e em formato espiral. A hélice é movimentada por alguns homens. Quatro séculos depois começa a aparecer uma máquina, movimentada por hélice e capaz de carregar um homem: o helicóptero.



Tanque

As construções dos primeiros tanques de guerras remetem à Primeira Guerra Mundial. Porém, constam nos manuscritos de Da Vinci um desenho de um carro dotado de quatro rodas e protegido por uma carapaça. Vale lembrar aqui que Da Vinci recebia várias encomendas para desenhar armas de guerra e suspeita-se que esse carro era para ser usado em combate.

Pára-quedas

Apesar de não parecer muito funcional, Leonardo Da Vinci registrou em seus manuscritos um pára-quedas com forma piramidal e que se mantinha aberto devido a uma estrutura interna de madeira. Até 1780 os pára-quedas mantiveram-se na forma como Da Vinci registrou, e somente mudaram a sua forma nas mãos de Jean-Pierre Blanchard.



Prensa

A maioria das referências sobre a invenção da prensa apontam para Leonardo Da Vinci como seu criador. Nos seus manuscritos foi encontrada construção completa de todo o mecanismo de uma prensa hidráulica.



Bicicleta

A mais antiga notícia de um veículo semelhante à bicicleta data de 1580. Na janela de uma igreja de Buckinghamshire, Inglaterra, aparece o desenho de uma pessoa sentada num instrumento de rodas e que usava os pés para impulsioná-lo. Mas, 80 anos antes foi documentada nos manuscritos de Da Vinci uma máquina dotada de duas rodas. A roda da parte de trás está ligada por uma espécie de corrente que é movimentada por pedais. Sobre a roda de trás está o que parece ser um banco e sobre a roda da frente uma espécie de guidão.



Bioengenharia

Uma parte da Ciência dedicou-se às teorias formuladas por Da Vinci no campo da anatomia. Da sua extrema observação do corpo humano e dissecação de cadáveres, surgiram alguns desenhos de mãos e pés ligados a sistemas de cabos e roldanas. Suspeita-se que foram desses desenhos que surgiram as primeiras próteses funcionais.

"Muitos projetos atuais foram baseados nos estudos de anatomia de Leonardo Da Vinci, onde desenhou de forma minuciosa detalhes da anatomia humana que até então ninguém conhecia, isto ajudou no desenvolvimento das próteses atuais, o estetoscópio, etc...Podemos considerar que Leonardo da Vinci foi o primeiro bioengenheiro da história", arrisca o engenheiro Mário Drummond, gerente de Divisão Cardiovascular da Braile Biomédica.

No ano 2000, a empresa americana Intuitive Surgical deu mais uma prova de que Da Vinci estava certo com seus "desenhos malucos". A empresa baseou-se em teorias de Da Vinci e construiu um robô que está revolucionando a maneira de realizar delicadas operações cirúrgicas. Com três braços e controlado por um médico através de *joystick*, o "robô-cirurgião", que leva o nome de Da Vinci, custa US$ 1 milhão e já recebeu aval da agência FDA – órgão americano responsável pela liberação de medicamentos, bens e serviços ligados à área da Saúde – para ser comercializado em todo o planeta.



Em cirurgias do coração, por exemplo, o robô-cirurgião faz quatro perfurações de apenas uma polegada cada uma. Pelo método tradicional, uma cirurgia desse tipo requer uma longa incisão cortando o osso e depois separando as costelas. Comparada com outras abordagens cirúrgicas do coração minimamente invasivas, a assistência robótica permite que os cirurgiões tenham melhor controle dos instrumentos cirúrgicos e uma visão mais abrangente dos órgãos envolvidos.



Referências bibliográficas:
www.louvre.fr
www.museocienza.org
www.historytank.com

Da Vinci no Brasil

As invenções e idéias de um dos maiores gênios da história já foram reproduzidas em vários lugares do mundo. No Brasil algumas réplicas das obras de Da Vinci foram reconstruídas pelo Museu de Astronomia e Ciência (Mast), situado na cidade do Rio de Janeiro. Os visitantes podem conferir invenções tal como Da Vinci as projetou há 400 anos. O Mast reconstruiu projetos como o carro automotor, a metralhadora tripla, o odômetro, a prensa automática, o tanque de guerra, o projetor, o pára-quedas e o inclinômetro. O assessor de comunicação do Mast, Justo D´Avila, informou que a exposição Leornardo Da Vinci é itinerante, por isso, antes de ir até o museu verifique se ela encontra-se disponível. Ligue (21) 2580-7010, ou acesse o site **www.mast.br**. Veja a seguir, cinco das construções.











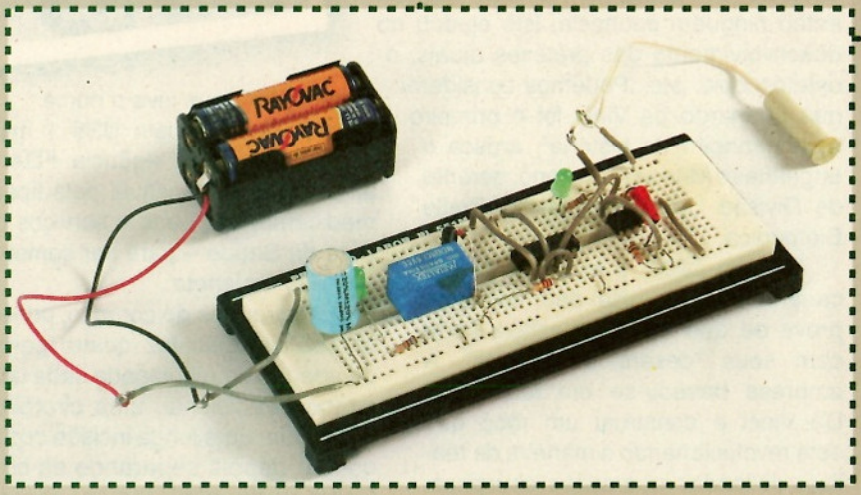
Como usar Matrizes de Contatos

Biestável para sensores

Newton C. Braga



Descrevemos aqui a montagem de uma chave biestável, que pode servir de base para o desenvolvimento de diversos tipos de controles de automatismos a partir de sensores com ação liga-desliga sem repiques. Com a alteração dos valores dos componentes, as aplicações são ilimitadas e a montagem em matriz de contatos tem um excelente aspecto didático, além de servir para que o próprio leitor faça as alterações dos valores dos componentes, experimentando aqueles que melhor preencham suas necessidades de projeto.



Um circuito biestável tem uma ação tipo liga-desliga. Em outras palavras, com um pulso de comando na entrada ele liga uma carga e com o pulso seguinte desliga.

Trata-se de uma configuração de grande utilidade para a Mecatrônica, pois ela pode ser empregada em diversos tipos de automatismos que façam uso de sensores de contato momentâneo como *micro-switches*, *reed-switches*, sensores de toque, sensores de luz e até mesmo circuitos comandados por microprocessadores e pela porta paralela do PC.

Dentre os automatismos que podem ser desenvolvidos com base no circuito que descrevemos, podemos citar os seguintes:

- Sensores de batidas ou obstáculos para robôs;
- Comandos remotos do tipo liga-desliga;
- Alarmes;
- Chaves de fim-de-curso;
- Inversores de sentido de rotação para motores de corrente contínua;
- Sistemas de iluminação por toque;

Na versão básica, usamos um sensor tipo *reed* de alarme (Metaltex) e dois LEDs indicadores com a programação de tempo para facilitar as demonstrações. Assim, em um toque, o LED_1 acende por alguns segundos ao mesmo tempo que o LED_2 é comutado (se estiver aceso, ele apaga e se estiver apagado acende). No toque seguinte, novamente temos o acendimento do LED_1 e a comutação do LED_2. Como carga para o relé, o leitor poderá usar outros dispositivos.

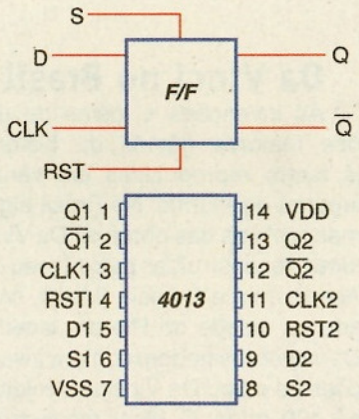
Evidentemente, com alteração de valores de componentes e montagem posterior numa placa de circuito impresso, o leitor poderá ter a versão definitiva para a aplicação desejada.

COMO FUNCIONA

O coração do projeto é o circuito integrado 4013 que consta de dois *flip-flops* tipo D, com a configuração exibida na **figura 1**.

No nosso projeto usaremos apenas um dos *flip-flops*, de modo que o leitor possa usar o outro em aplicações semelhantes ou diferentes.

1 Configuração do CI 4013.



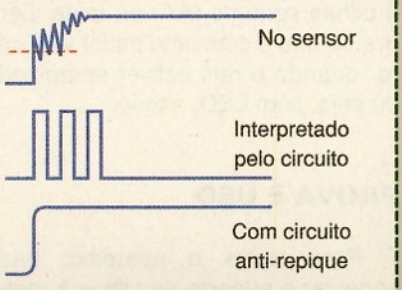
Numa montagem definitiva, em que apenas um dos *flip-flops* seja usado, é interessante aterrar todos os pinos não utilizados do *flip-flop* não aplicado para evitar instabilidades de funcionamento. Isso implica no aterramento dos pinos 1 a 6.

Um dos problemas que existe no acionamento de um *flip-flop* ou qualquer outro dispositivo de comutação é o chamado repique dos contatos do sensor. O que ocorre é que, quando o

sensor é fechado, não há uma variação única de corrente nos seus contatos, mas sim uma vibração que produz diversos pulsos, antes que ele se estabilize.

Assim, esses pulsos podem fazer com que o dispositivo comutador interprete sua ação como diversas aberturas e fechamentos de contatos, conforme vemos na **figura 2**.

2 Pulsos gerados.



A solução para o problema consiste em um circuito que trave por alguns instantes no primeiro pulso, de modo que os demais não sejam contados, conforme ilustra a mesma figura.

Esse circuito é o chamado anti-repique ou *debounce* que, no nosso projeto, é elaborado com um circuito integrado 555 ligado na configuração monoestável.

Quando sua entrada (pino 2) é aterrada por um instante, a saída vai ao nível alto por um intervalo de tempo determinado por R_2 e C_1. Nesse intervalo, o LED_1 é mantido aceso.

No projeto original o LED ficará aceso por aproximadamente 2 segundos, mas o leitor poderá mudar de acordo com a aplicação. Tempos menores são preferidos para as aplicações com sensores de robôs, caso em que C_2 deve ter valores entre 47 nF e 100 nF.

O resistor R_1 determina a corrente no sensor. Para sensores tipo liga-desliga como *microswitches*, *reed-switches*, sensores de contato, etc. os valores recomendados estão entre 10 kΩ e 47 kΩ.

Para sensores resistivos como um LDR, deve-se usar um resistor de 100 kΩ em série com um *trimpot* de 2,2 MΩ para se fazer o ajuste de sensibilidade. A saída do circuito consiste

Lançamento



Indispensável ao estudante ou hobista que deseja adquirir, complementar ou reciclar conhecimentos específicos da eletrônica aplicada a mecatrônica.

Conteúdo:

1. Eletrônica para Mecatrônica;
2. Motores de corrente contínua;
3. Transistores como chaves;
4. Pontes H;
5. Controles lineares de potência;
6. Controles PWM de potência;
7. Motores de passo;
8. Sensores;
9. Sensores II;
10. Circuitos inteligentes;
11. Controle remoto e sensoriamento remoto;
12. Segurança.

NAS BANCAS

numa etapa com um transistor acionando um relé. O tipo de relé empregado depende da carga que vai ser controlada.

O relé sugerido no projeto é para 2 A e aciona simplesmente o LED_2. Os outros dois contatos do mesmo relé podem ser usados para controlar um circuito externo.

MONTAGEM

O circuito completo do biestável para sensores é apresentado na **figura 3**.

A disposição dos componentes para a versão básica é mostrada na **figura 4**.

Veja que pequenas variações dessa disposição são perfeitamente normais, dependendo dos componentes utilizados. O relé, por exemplo, pode ter disposição de terminais diferente da indicada.

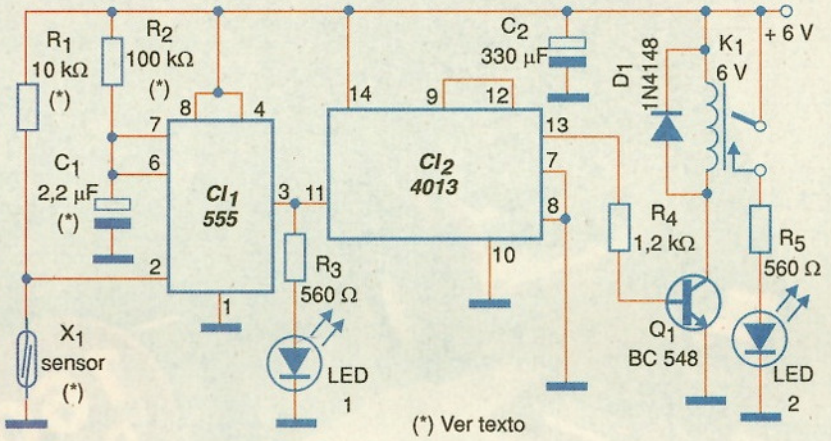
A foto ilustra a montagem final usando um sensor tipo *reed* de alarme.

A aproximação de um ímã deste sensor provoca o disparo do circuito.

Na montagem observe com cuidado a posição dos circuitos integrados, do diodo, do transistor e a polaridade dos LEDs.

A alimentação pode ser feita com 4 pilhas comuns (AA) ou fonte. Lembre-se que o consumo maior vai ocorrer quando o relé estiver energizado, ou seja, com LED_2 aceso.

3 Circuito.



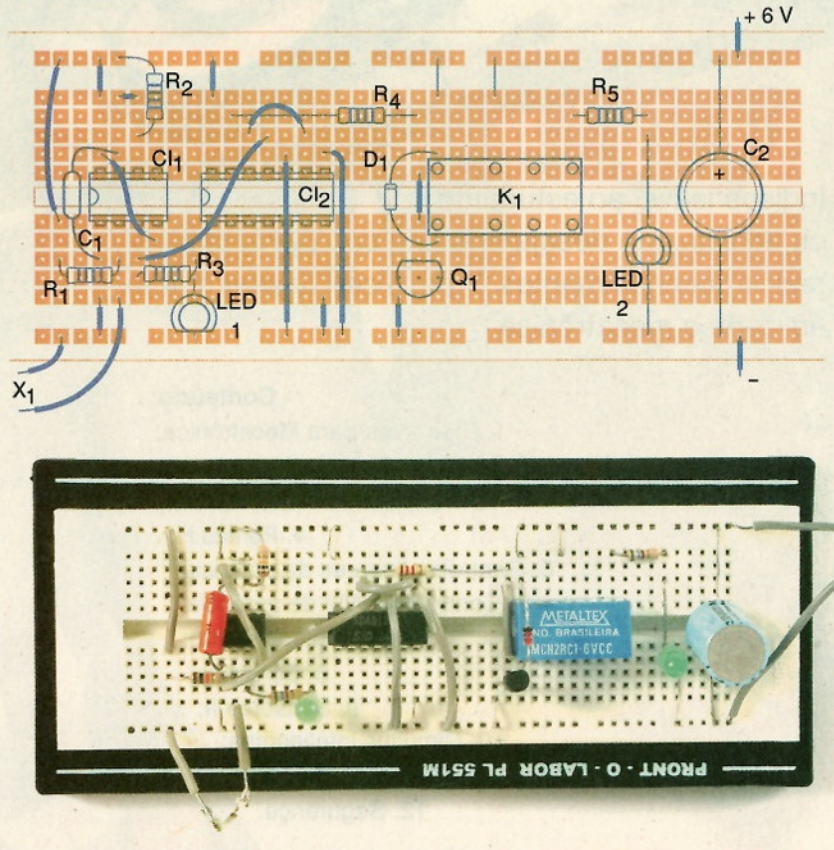
PROVA E USO

Para testar o aparelho, basta conectar o suporte de pilhas à matriz observando sua polaridade. Aproximando e afastando um ímã do sensor, conforme exibe a **figura 3**, o LED_1 deve acender por alguns segundos e o relé comutar. Se LED_2 estava aceso, ele apaga e se estava apagado acende.

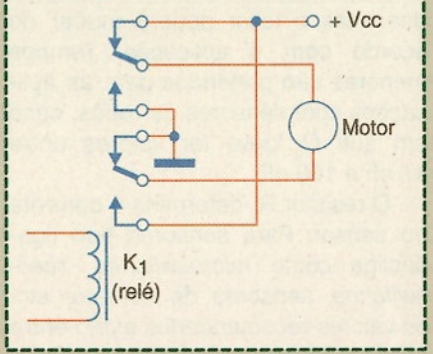
Aproximando e afastando o ímã novamente, o LED_1 exibe por alguns segundos e o relé comutará novamente.

Na **figura 5** mostramos como ligar os contatos reversíveis de um relé para fazer a inversão do sentido de rotação de um motor, quando o sensor for ativado.

4 Esquema e aspecto da montagem.



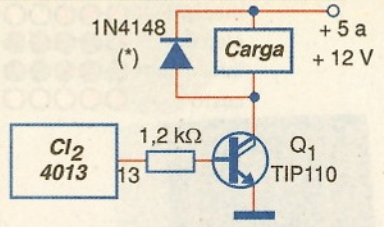
5 Ligação dos contatos reversíveis.



Uma possibilidade interessante para se eliminar o relé da montagem, caso em que pequenas cargas alimentadas pela mesma tensão da bateria forem controladas, consiste no uso de

6

Usando um transistor *Darlington*.



(*) Apenas para cargas indutivas

um transistor Darlington de potência, observe a **figura 6**.

Esse circuito pode controlar cargas até 1,5 A, devendo o transistor ser montado num radiador de calor.

Na condição de relé desenergizado e LEDs apagados, o consumo do circuito é muito baixo, da ordem de 1 mA. Consumo menor ainda pode ser obtido com o uso da versão CMOS do circuito integrado 555.

Lembremos que o circuito também pode ser alimentado por uma tensão de 12 V, bastando para isso usar um relé para essa tensão, como o MC2RC2.

Lista de material:

Semicondutores

CI_1 – 555 - circuito integrado – timer
CI_2 – 4013 – circuito integrado CMOS - Flip-flop tipo D
Q_1 – BC548 – transistor NPN de uso geral
D_1 – 1N4148 – diodo de silício de uso geral
LED1, LED2 – LEDs comuns de qualquer cor

Resistores: (1/8 W, 5%)

R_1 – 10 k Ω – marrom, preto, laranja (*)
R_2 – 100 k Ω – marrom, preto, amarelo (*)
R_3, R_5 – 560 Ω – verde, azul, marrom
R_4 – 1,2 k Ω – marrom, vermelho, vermelho

Capacitores:

C_1 – 2,2 µF – eletrolítico – qualquer tensão acima de 6 V (*)
C_2 – 330 µF – eletrolítico – qualquer tensão acima de 6 V

Diversos:

X_1 – sensor (magnético, microswitch, etc) (*)
K_1 – Relé de 6 V x 2 A – Metaltex MC2RC1 ou equivalente
B_1 – 6 V – 4 pilhas comuns ou fonte
Matriz de contactos, suporte de pilhas, fios, etc.

COMPLETE SUA COLEÇÃO



MECATRÔNICA FÁCIL

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

Robô Manipulador RP com Garra

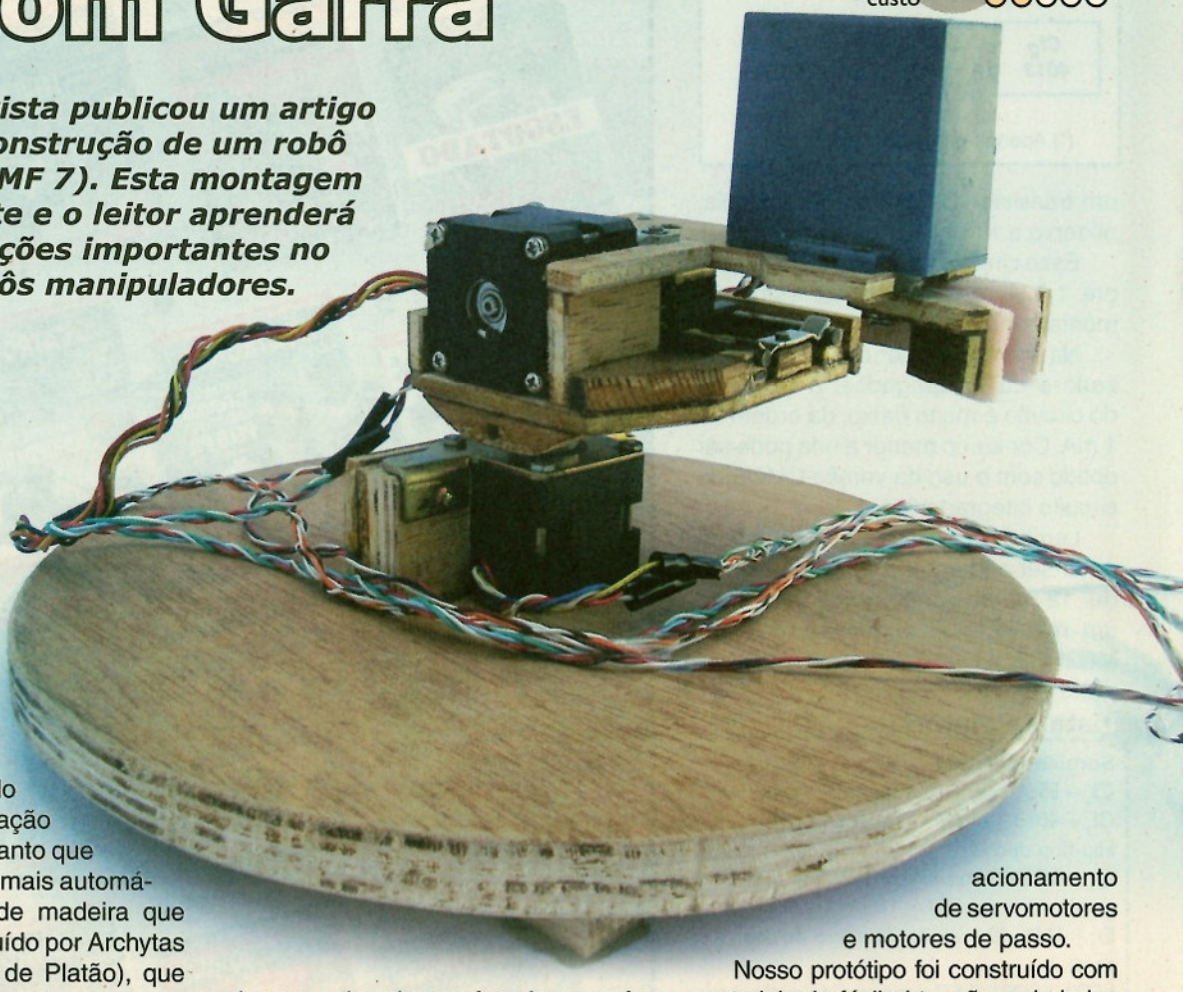
Níveis de Dificuldade

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

Em 2002 a revista publicou um artigo ensinando a construção de um robô manipulador (MF 7). Esta montagem é bem diferente e o leitor aprenderá novas informações importantes no projeto de robôs manipuladores.

José Alberto N. Cocota Jr.





O conceito

de robótica tem estado presente na imaginação humana há séculos; tanto que um dos primeiros "animais automáticos", um pássaro de madeira que podia voar, foi construído por Archytas de Tarentum (amigo de Platão), que viveu entre 400 e 350 a.C.

O termo robô foi introduzido em nosso vocabulário em 1920, pelo autor tcheco de teatro e novelas, Karel Capek, ao escrever a peça de teatro "*Russum´s Universal Robots*" (na língua tcheca a palavra "*robota*" significa trabalho forçado). Desde então, o termo tem sido aplicado em uma variedade de aparelhos mecânicos que operam com algum grau de autonomia, sendo usualmente controlados por computadores.

Segundo a RIA (*Robot Institute of America*), um robô industrial é um manipulador programável, multifuncional, projetado para mover materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especiais em movimentos variáveis programados para a realização de uma variedade de tarefas.

Os robôs manipuladores estão presentes nas indústrias desde 1965, desempenhando tarefas de manufatura e montagem tais como manipulação de materiais, seleção de estocagem, soldagem, montagem de peças, pintura, etc. Sua flexibilidade e confiabilidade são alguns dos fatores que contribuem para seu uso em diversas tarefas da manufatura.

NOSSA PROPOSTA

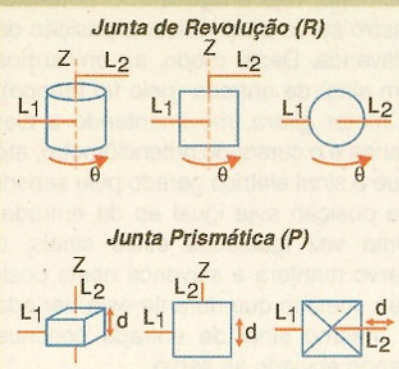
Neste artigo, propõe-se a construção de um robô econômico, funcional e de fácil implementação. A montagem deste robô manipulador visa oferecer ao leitor a oportunidade de adquirir conhecimentos básicos em eletrônica, mecânica e programação. Estes conceitos serão apresentados ao abordarmos os seguintes temas: comunicação pela porta paralela do PC, programação em LOGO, microcontroladores, acionamento de servomotores e motores de passo.

Nosso protótipo foi construído com materiais de fácil obtenção e de baixo custo, assim como alguns de seus componentes eletrônicos e mecânicos que podem ser aproveitados de aparelhos fora de uso. Seguindo as dicas, tanto para os materiais alternativos (sucata) utilizados, bem como para construção mecânica, o leitor poderá finalizar seu projeto em poucas semanas.

COMO O ROBÔ FUNCIONA

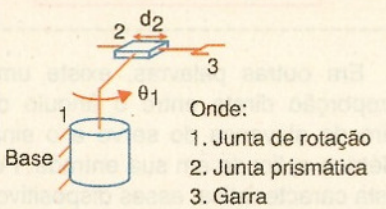
Os manipuladores robóticos são compostos por membros conectados por juntas em uma cadeia cinemática aberta. As juntas podem ser de revolução (rotativas), permitindo apenas rotação relativa entre dois membros, ou prismáticas (lineares), permitindo apenas translação linear relativa entre dois membros. A **figura 1** mostra várias maneiras de representar tais tipos de juntas.

1 Juntas de revolução e prismáticas.



Nosso robô é constituído de um braço robótico (estrutura principal) ligado a uma garra (ferramenta) em sua extremidade. O braço robótico deste protótipo é formado por uma junta de revolução (R) em sua base ligada a uma junta prismática (P). Veja a **figura 2**.

2 Estrutura do robô.



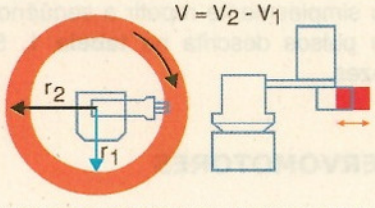
O braço robótico deste manipulador possui 2 graus de liberdade (GDL). As duas juntas, R e P, que determinam a quantidade de graus de liberdade, são acionadas por motores de passo independentes. A garra deste robô é acionada por um servomotor, seguindo o mesmo princípio apresentado no artigo do **Robô Manipulador RM-1**, publicado na Edição nº 7 da Mecatrônica Fácil.

O funcionamento do manipulador RP é bem simples. O mesmo foi programado para realizar a seguinte tarefa ao ser ligado: sua junta prismática avançará com a garra aberta até o seu limite; em seguida, fechará a garra a fim de pegar um objeto; a junta prismática retornará ao seu ponto inicial ("*off set*"); em seqüência, a junta de revolução realizará uma rotação de 180 graus; após isto, a junta prismática avançará e depositará o objeto coletado em outro ponto; e por fim, o robô retornará a sua posição inicial.

Como o leitor pode perceber, temos uma seqüência de procedimentos que devem ser seguidos a fim de realizar a tarefa descrita. Uma vez conhecido o código em LOGO, o acionamento do motor de passo e do servomotor, bem como a programação de microcontrolador e a aquisição de dado de uma chave óptica (responsável pelo "*set point*" da junta P), o leitor será capaz de programar qualquer tarefa que deseje que o manipulador realize, desde que respeitado seu volume de trabalho.

O espaço de trabalho, que define o volume de trabalho do robô é delimitado pelas restrições da configuração mecânica do sistema. Ele é definido como sendo todos os pontos na vizinhança do robô que podem ser alcançados pela extremidade onde se posiciona a ferramenta. Em nosso caso a ferramenta é uma garra. Observe então, que o espaço de trabalho deste manipulador será um "anel", definido pela diferença de duas circunferências de raios distintos. Estes raios serão as distâncias da garra ao centro do sistema, quando ela estiver totalmente retraída ou totalmente avançada. Veja a **figura 3**.

3 O espaço de trabalho do robô.



MOTORES DE PASSO

Os motores de passo são elementos fundamentais nos projetos de Mecatrônica. São encontrados em robôs, braços mecânicos, impressoras, *scanners*, *drivers* de disquetes ou em qualquer outra aplicação que envolva controle digital de movimentos onde a precisão é um fator importante.

Neste artigo, analisaremos o funcionamento dos motores de passo de 5 ou 6 fios, que são utilizados no braço robótico do manipulador RP. Vale citar que os motores de passo empregados neste protótipo não são de operação bipolar.

Um motor de passo pode ser operado em três diferentes modos: passo completo de fase única, passo completo de fase dupla, ou meio passo. No passo completo de fase única, somente uma bobina é energizada a cada passo, apresentando o menor torque e a maior velocidade. A operação por passo completo de fase dupla é caracterizada pela energização de um par de bobinas a cada passo, oferecendo o maior torque e com velocidade igual a anterior.

Em nosso robô foi empregado o modo de operação por meio passo, que é uma combinação dos dois passos completos citados. Isto por que este modo apresenta uma precisão superior aos demais e um torque próximo ao do passo completo de fase dupla, embora sua velocidade seja a menor e seu consumo de energia o maior.

Na **tabela 1**, encontramos a seqüência de pulsos utilizada para a energização das bobinas do motor de passo que se encontra na junta rotacional do robô. Esta seqüência de pulsos é responsável pela rotação do eixo do motor no sentido horário. Por exemplo, para rotacionar o eixo do motor no sentido anti-horário, basta inverter a seqüência dos passos. Vale lembrar que entre estes pulsos há um intervalo de tempo de espera. Em nosso caso, foi determinado o tempo de 1/60 de segundo, o menor tempo de espera programável em LOGO. Na prática não é aconselhável trabalhar abaixo de 10 ms, sob risco do motor perder torque, podendo não girar e ficar vibrando.

T1 Seqüência de pulsos utilizada para a energização das bobinas

Nº. do passo	BITs D3	D2	D1	D0	Dec	Bobinas do motor
1	1	0	0	1	9	
2	0	0	0	1	1	
3	0	0	1	1	3	
4	0	0	1	0	2	
5	0	1	1	0	6	
6	0	1	0	0	4	
7	1	1	0	0	12	
8	1	0	0	0	8	

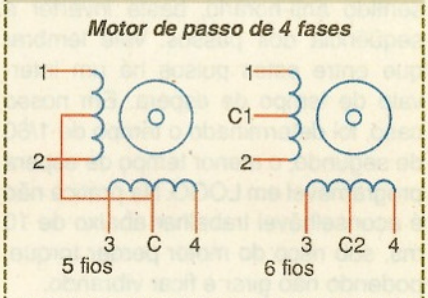
Outras características importantes de um motor de passo devem ser conhecidas, sendo elas: a tensão, corrente e o ângulo de passo.

Tensão e Corrente

Os motores mais comuns são de 12 V, embora existam os de 5 V. Em nosso caso, utilizamos um motor de passo com uma tensão nominal de 12 V. O mesmo foi obtido de um leitor de disquete de 5¼" em desuso. Como este motor foi obtido de sucata e não havia informações sobre suas características elétricas, tivemos que descobrir a corrente que circula pelas bobinas quando a tensão nominal é aplicada. Conhecendo a tensão nominal e os valores das resistências das bobinas, obtém-se facilmente o valor da corrente através da Lei de Ohm.

Antes de realizar a medida das resistências, é necessário identificar qual dos fios é o comum. Veja, na **figura 4,** o esquema elétrico de um motor de passo de 4 fases com 5 ou 6 fios.

4 Esquema elétrico de um motor de passo de 4 fases com 5 ou 6 fios.



O motor com 4 fases possui quatro bobinas, ligadas duas a duas, com um terminal comum. Nos motores de cinco fios, os fios comuns são ligados internamente, formando um único terminal comum que deve ser conectado ao pólo positivo de uma fonte de alimentação. Já nos motores com seis fios, há dois fios comuns que não se encontram ligados internamente. Deste modo precisaremos juntá-los para se formar um único terminal comum.

Para identificar qual dos fios é o comum, basta, com um multímetro na escala de resistências, fixar uma das pontas de prova em um dos fios e com a outra medir a resistência em cada fio. Nos fios onde for encontrada a menor resistência, um deles será o comum. Nas medições das resistências de fios, onde nenhum dos fios medidos for o comum, a resistência encontrada será o dobro da resistência medida entre um par de fios onde um deles é o comum.

A menor resistência medida indica a resistência de uma única bobina, sendo este valor uma das características elétricas do motor que desejamos conhecer. No caso dos motores de passo que encontramos em sucata e usamos no protótipo, indicou a resistência de 74 ohms para cada bobina. Aplicando a Lei de Ohm, temos:

V = R.I
12 volts = 74 ohms. I
I = 162 mA

Ângulo de Passo

Quando energizamos uma bobina de um motor de passo, o eixo gira de um certo ângulo, ou seja, "dá um passo". Os motores de passo empregados foram de 1,8 graus de passo. Portanto, para que o eixo do motor dê uma volta completa, pelo modo de operação por passo completo, serão necessários 200 pulsos. Como utilizamos o modo de operação por meio passo, são necessários 400 pulsos, ou simplesmente repetir a seqüência de pulsos descrita na **tabela 1**, 50 vezes.

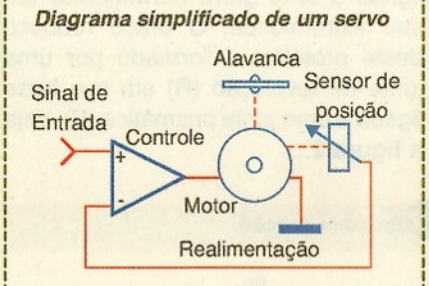
SERVOMOTORES

A garra de nosso robô é acionada por um servomotor, portanto se faz necessário analisarmos o princípio de funcionamento dos servomotores (servos) antes de discutirmos o circuito elétrico. O texto que será apresentado foi baseado no artigo **Os Servos**, publicado na Edição nº 3 da Mecatrônica Fácil.

O leitor poderá utilizar tanto um servomotor de parabólica, quanto um servo de aeromodelo. A única restrição é que o mesmo seja de posição. Ambos são projetados para movimentar o rotor do servo em um arco de 180 graus.

O servomotor consta de um motor de corrente contínua (CC) que, por meio de um sistema de redução, aciona uma alavanca que é ligada a um potenciômetro, veja a **figura 5**. O potenciômetro serve para indicar a posição da alavanca. Deste modo, ao enviarmos um sinal de entrada (pelo fio branco), o motor girará, movimentando a alavanca e o cursor do potenciômetro, até que o sinal elétrico gerado pelo sensor de posição seja igual ao da entrada. Uma vez igualados estes sinais, o servo manterá a alavanca nesta posição, mesmo que durante este período o mesmo sinal de entrada continue sendo enviado ao servo.

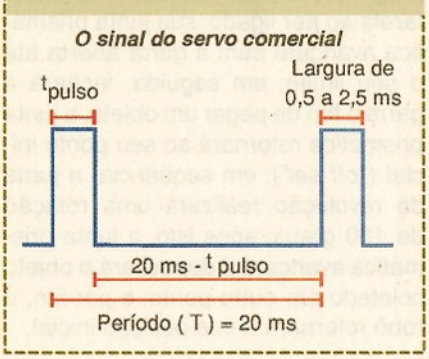
5 Diagrama simplificado de um servo.



Em outras palavras, existe uma proporção direta entre o ângulo de giro da alavanca do servo e o sinal elétrico aplicado em sua entrada. Por esta característica, esses dispositivos são classificados como de "controles proporcionais".

No caso do servomotor empregado, o sinal elétrico é um pulso com sua largura definida de acordo com a posição angular em que se deseja posicionar a alavanca do servo, conforme mostra a **figura 6**. Pulsos entre 0,5 ms a 2,5 ms irão resultar em um deslocamento de 0 a 180 graus, observe a **figura 7**. Por exemplo, um pulso com a largura de 1,5 ms irá posicionar a alavanca em 90 graus, que

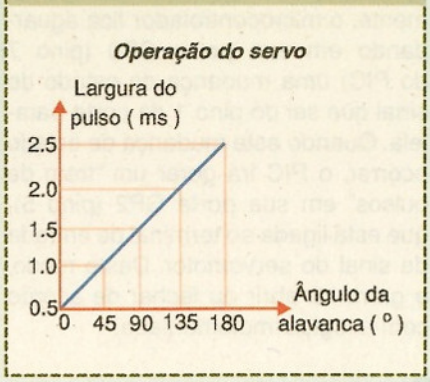
6 O sinal do servo comercial.



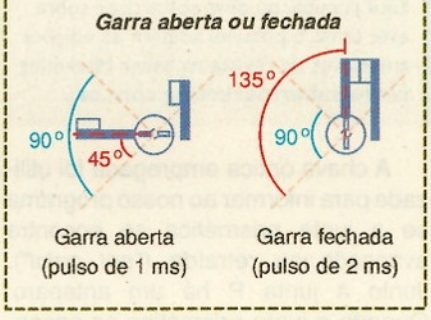
é a posição central. Portanto, basta enviar um pulso de 1 ms para abrir a garra, e para fechá-la um pulso de 2 ms. Ou seja, a mesma se deslocará para a posição de 45 graus, ou 135 graus, que correspondem respectivamente a abrir ou fechar a garra, com um deslocamento total de 90 graus, conforme mostra a **figura 8**.

A vantagem de trabalhar com o servomotor para o acionamento da garra do robô, é que o mesmo é controlado por apenas uma linha de dados da porta paralela do PC, sendo extremamente leve se comparado com os motores de passo utilizados no braço robótico. Mesmo o servo não sendo tão preciso quanto o motor de passo, não há problema em sua aplicação na garra do modo que foi implementada, visto que não se exige precisão, e sim repetibilidade.

7 Operação do servo.



8 Garra aberta ou fechada.

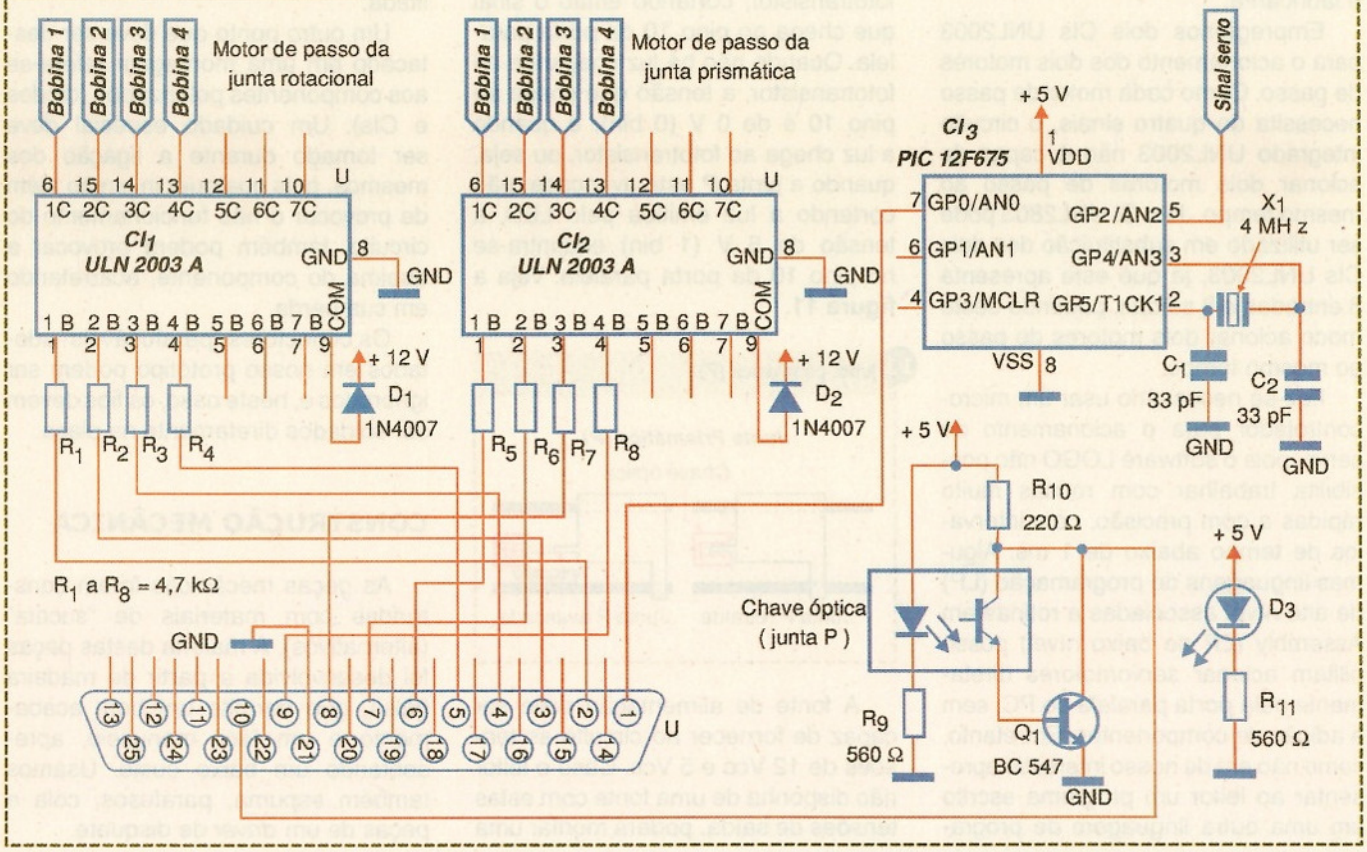


O CIRCUITO

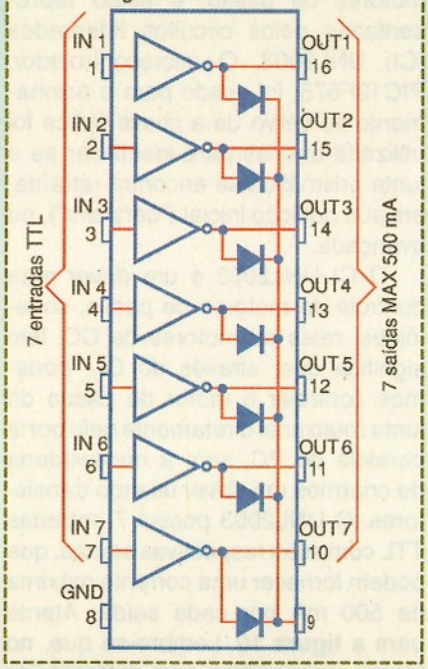
Na **figura 9** temos o diagrama do circuito elétrico do robô. Para análise do circuito, dividiremos o mesmo em quatro partes. Duas destas são responsáveis pelo acionamento dos dois motores de passo, e estão representadas pelos circuitos integrados (CI) UNL2003. O microcontrolador, PIC12F675, foi usado para o acionamento do servo. Já a chave óptica foi utilizada apenas para identificar se a junta prismática se encontra retraída, em sua posição inicial ("*set point*"), ou avançada.

O CI UNL2003 é um *driver* para controle de motores de passo, sonelóides, relés ou motores de CC. Isto significa que, através do CI_1, podemos controlar o motor de passo da junta rotacional diretamente pela porta paralela do PC, sem a necessidade de criarmos um *driver* usando transistores. O UNL2003 possui 7 entradas TTL com suas respectivas saídas, que podem fornecer uma corrente máxima de 500 mA por cada saída. Atente para a **figura 10**. Lembre-se que, no tópico relacionado aos motores de passo, calculamos a corrente que circula por cada bobina dos motores que encontramos na sucata. Seu valor é 162 mA (inferior a 500 mA) e, por-

9 Diagrama do circuito eletrônico.



10 Diagrama do CI UNL2003.



tanto, podemos usar o CI UNL2003 para controlar estes motores de passo sem problemas. Vale lembrar que o leitor deve ter conhecimento da corrente das bobinas de cada motor de passo que for utilizar, pois este valor pode variar de acordo com o modelo e fabricante.

Empregamos dois CIs UNL2003 para o acionamento dos dois motores de passo. Como cada motor de passo necessita de quatro sinais, o circuito integrado UNL2003 não é capaz de acionar dois motores de passo ao mesmo tempo. Já o CI UNL2803 pode ser utilizado em substituição dos dois CIs UNL2003, já que este apresenta 8 entradas e 8 saídas, podendo deste modo acionar dois motores de passo ao mesmo tempo.

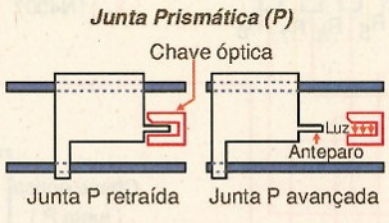
Fez-se necessário usar um microcontrolador para o acionamento do servo, pois o software LOGO não possibilita trabalhar com rotinas muito rápidas e com precisão, com intervalos de tempo abaixo de 1 ms. Algumas linguagens de programação (LP) de alto nível associadas a rotinas em Assembly (LP de baixo nível) possibilitam acionar servomotores diretamente pela porta paralela do PC, sem a adição de componentes. Entretanto, como não era de nosso interesse apresentar ao leitor um programa escrito em uma outra linguagem de programação e com rotinas em Assembly, optamos por utilizar um PIC. Basicamente, o microcontrolador fica aguardando em sua porta GP0 (pino 7 do PIC) uma mudança de estado do sinal que sai do pino 1 da porta paralela. Quando esta mudança de estado ocorrer, o PIC irá gerar um "trem de pulsos" em sua porta GP2 (pino 5), que está ligada ao terminal de entrada de sinal do servomotor. Deste modo, a garra irá abrir ou fechar de acordo com a lógica implementada.

Importante:

Para realizar esse projeto o leitor deve saber como gravar um programa num microcontrolador. A revista Mecatrônica Fácil já publicou diversos artigos sobre este tema. É possível adquirir as edições anteriores da revista na Saber Marketing (**www.sabermarketing.com.br**).

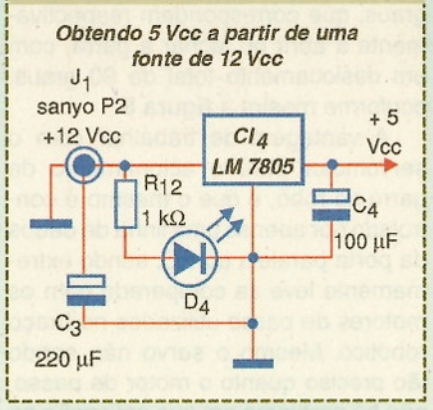
A chave óptica empregada foi utilizada para informar ao nosso programa se a junta prismática se encontra avançada ou retraída ("*set point*"). Junto à junta P há um anteparo. Quando a junta prismática se encontrar retraída, o anteparo bloqueia a luz que é emitida pelo LED em direção ao fototransistor, cortando então o sinal que chega ao pino 10 da porta paralela. Quando não há luz chegando no fototransistor, a tensão que chega ao pino 10 é de 0 V (0 bin), e quando a luz chega ao fototransistor, ou seja, quando a junta P está avançada, não cortando a luz emitida pelo LED, a tensão de 5 V (1 bin) encontra-se no pino 10 da porta paralela. Veja a **figura 11**.

11 Junta prismática (P).



A fonte de alimentação deve ser capaz de fornecer ao circuito as tensões de 12 Vcc e 5 Vcc. Caso o leitor não disponha de uma fonte com estas tensões de saída, poderá montar uma a partir de uma fonte de 12 Vcc (500 mA). Observe a **figura 12**.

12 Obtendo 5 Vcc a partir de uma fonte de 12 Vcc.



MONTAGEM ELETRÔNICA

Na **figura 13** o leitor tem o *layout* para o circuito impresso usado para o controle do robô. O leitor poderá também realizar a montagem em uma placa padrão ou mesmo em uma matriz de contatos, neste caso apenas para testes do robô ou mesmo para uma rápida demonstração. Aconselhamos colocar suportes para os CIs. Assim, qualquer substituição será facilitada.

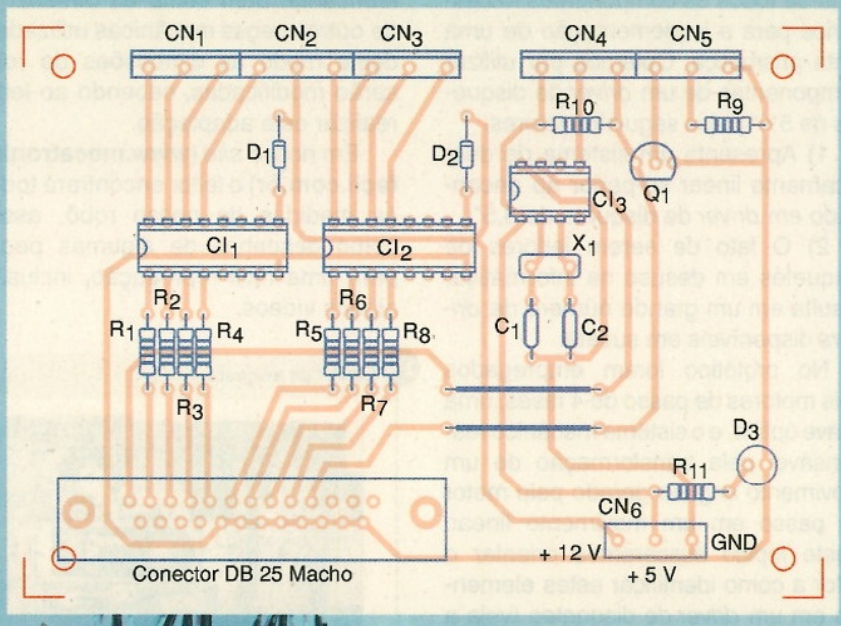
Um outro ponto que deve ser destacado em uma montagem refere-se aos componentes polarizados (diodos e CIs). Um cuidado especial deve ser tomado durante a ligação dos mesmos, pois qualquer inversão além de provocar o não funcionamento do circuito, também poderá provocar a queima do componente, acarretando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

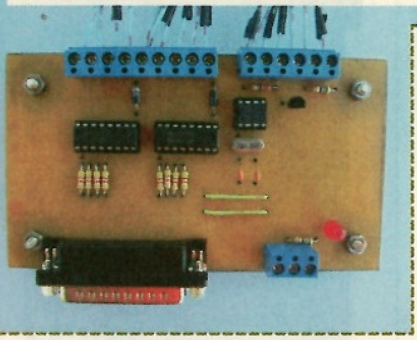
Os conectores "parafusáveis" adotados em nosso protótipo podem ser ignorados e, neste caso, os fios devem ser soldados diretamente na placa.

CONSTRUÇÃO MECÂNICA

As peças mecânicas foram construídas com materiais de "sucata" (alternativos). A maioria destas peças foi desenvolvida a partir de madeira balsa, que permite um bom acabamento e um fácil manuseio, apresentando um baixo custo. Usamos também espuma, parafusos, cola e peças de um *driver* de disquete.

13 *Layout* da placa de circuito





Base

A base, que é de formato circular, foi montada em madeira balsa de 16 mm de espessura. Para construção da mesma, realizaram-se vários furos com uma furadeira sobre um desenho de uma circunferência, traçado por um compasso. Depois de feitos estes furos, com um formão e um martelo, quebrou-se os ligamentos que existiam até então entre os furos, obtendo-se deste modo uma base circular. A balsa é uma madeira macia e o trabalho com a mesma é simples. Caso o leitor não tenha experiência no uso de serras e furadeiras, deverá pedir ajuda a uma pessoa mais experiente. A união das partes deve ser feita com cola do tipo epóxi.

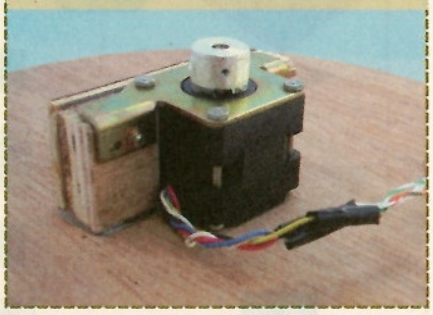
Junta Rotacional (R)

A junta rotacional foi fixada no centro da base. O motor de passo que compreende esta junta, foi fixado em uma parede montada utilizando madeira balsa de 16 mm e 6 mm de espessura. Aqui, devemos utilizar cola tipo epóxi para fixação das balsas. O motor de passo foi parafusado nesta parede, que por sua vez foi colada na base circular. Veja a **figura 14**.

Junta Prismática (P)

Esta junta compreende a parte do robô mais difícil de ser montada. Isto porque a mesma realiza a união de dois "links" (ligamentos) do robô, além de possuir um sistema mecânico para o deslocamento linear da junta que merece atenção e paciência na montagem.

14 Motor da junta rotacional.



Na parte inferior da junta P encontra-se um ligamento que é fixado sobre o eixo do motor da junta R. Observe a **figura 15**, onde mostramos esta parte inferior da junta prismática. Neste ligamento há um cilindro com diâmetro igual ao do eixo do motor

15 Parte inferior da junta P.



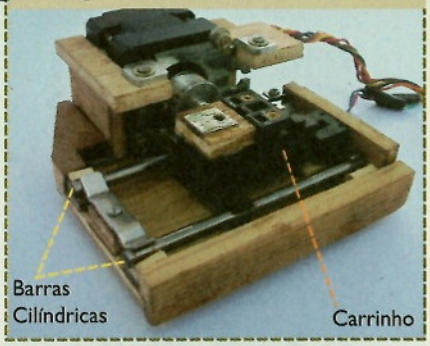
da junta rotacional de modo a se ajustar nele. Além disso, há um orifício na lateral deste ligamento para a passagem de um parafuso que é fixado na lateral do eixo do motor, onde se encontra um orifício para o mesmo.

Na parte superior da junta P, há um motor responsável pelo movimento da mesma. Este motor é ligado a um sistema mecânico que é composto por uma fita metálica ligada a um "carrinho" que, por sua vez, encontra-se apoiado em um par de barras cilíndricas. Basicamente, quando o motor girar seu eixo, ele irá deslocar este "carrinho" ao longo das barras, produzindo um movimento linear. O motor foi fixado por meio de parafusos em uma estrutura de madeira balsa, que pode vir a ter dimensões diferentes da realizada, de acordo com o motor de passo que o leitor obtiver. O sistema mecânico foi retirado juntamente com o motor de passo encontrado em um *driver* de disquete de 5¼", e fixado na junta P de modo análogo ao observado no *driver*. Deve-se tomar cuidado com as barras cilíndricas, que devem ser apoiadas sobre a madeira balsa e fixadas de modo que fiquem paralelas e tão próximas do motor quanto o observado no leitor de disquete. Atente para a **figura 16**.

Ligamento (Junta P - Garra)

Este *link* encontra-se ligado em uma das suas extremidades ao "carrinho" da junta P, e na outra ao servomotor responsável pelo acionamento da garra. Tendo o mesmo a forma de "Y" para acomodar o servo de parabólica, observe a **figura 17**.

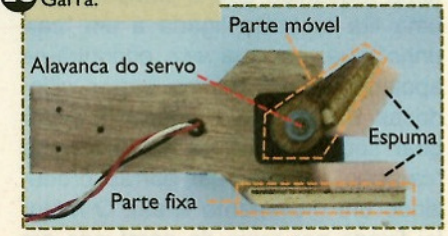
16 Montagem do motor da junta P.



17 Ligamento.



18 Garra.



Garra

A garra foi construída com madeira de compensado de 6 mm de espessura. A parte fixa foi montada na parte inferior do *link* que realiza o ligamento da junta P à garra. A parte móvel da garra foi fixada à alavanca do servomotor por meio de um parafuso. O leitor também poderá colar espuma comum à garra para melhorar o desempenho da mesma, como demonstrado na **figura 18**.

OBTENDO COMPONENTES MECÂNICOS E ELÉTRICOS DE FORMA ALTERNATIVA

Para a montagem mecânica de nosso protótipo usamos alguns componentes de um leitor de disquetes, buscando deste modo facilitar a montagem mecânica e reduzir o custo final do projeto.

Em um leitor de disquetes encontram-se todos os componentes necessários para a implementação de uma junta prismática. Optamos por utilizar componentes de um *driver* de disquetes de 5¼" pelos seguintes fatores:

1) Apresenta um sistema de deslocamento linear su-perior ao encontrado em *driver* de disquete de 3,5";

2) O fato de serem leitores de disquetes em desuso na informática, resulta em um grande número de *drivers* disponíveis em sucata.

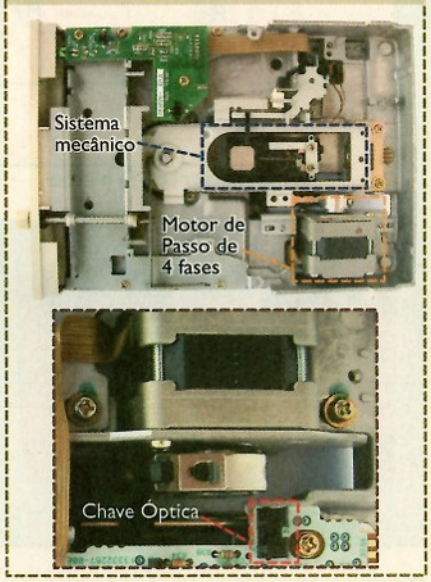
No protótipo foram empregados dois motores de passo de 4 fases, uma chave óptica, e o sistema mecânico responsável pela transformação de um movimento angular gerado pelo motor de passo em um movimento linear. Neste tópico buscaremos orientar o leitor a como identificar estes elementos em um *driver* de disquetes (veja a **figura 19**).

Estes *drivers* de disquetes podem ser encontrados com facilidade em lojas de assistência técnica de microcomputadores, e até mesmo em laboratórios de informática de escolas e Universidades.

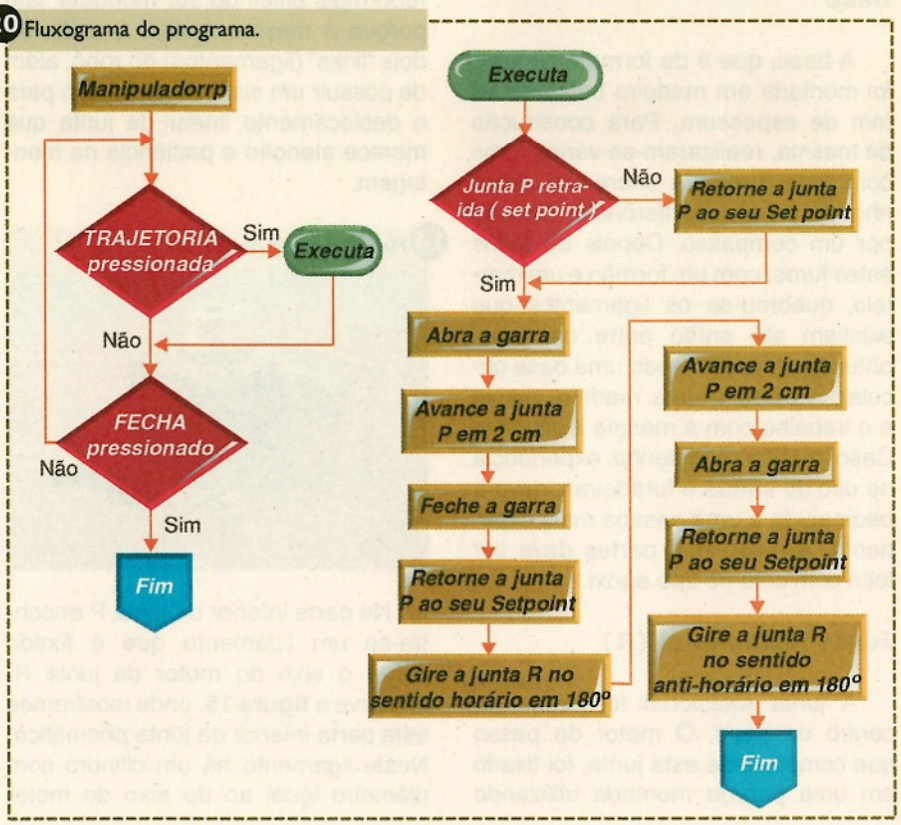
O leitor apenas deve ficar atento aos seguintes detalhes: o motor de passo deve ser de 4 fases (5 ou 6 fios) e o diâmetro do seu eixo pode variar de acordo com o modelo ou fabricante, bem como as dimensões de outras peças mecânicas utilizadas; deste modo as dimensões do robô serão modificadas, cabendo ao leitor realizar esta adaptação.

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

19 *Driver* de disquete.



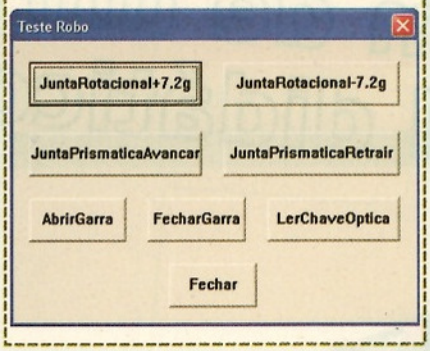
20 Fluxograma do programa.



21 Tela do programa "manipuladorrp".



22 Tela do programa "testerobo".



O PROGRAMA

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

Já o funcionamento do programa está descrito no fluxograma representado pela **figura 20**.

Ao executar o programa "manipuladorrp", o mesmo aparecerá na tela de controle conforme a **figura 21**. Portanto, é só pressionar o botão TRAJETÓRIA para que o robô comece a se movimentar.

TESTE E USO

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

Execute o programa "testerobo" para verificar todos os procedimentos do programa independentemente. Deste modo, o leitor poderá testar se as bobinas dos motores de passo foram ligadas na seqüência correta, além disso, poderá testar o servo e a chave óptica. Veja a **figura 22**.

Lembre-se de que antes de pressionar o botão TRAJETORIA, do programa "manipuladorrp" o leitor deve conectar o cabo de comunicação entre o PC e a placa de interface do robô manipulador RP, e em seguida ligar a fonte de alimentação a placa.

O leitor com experiência em programação poderá modificar a trajetória do robô, ou até mesmo implementá-lo em uma outra linguagem de programação, uma vez que o código-fonte encontra-se comentado.

SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS MAIS COMUNS

A seguir, listamos alguns problemas comuns de ocorrerem:

Meu robô parece não funcionar, o LED não acende, os motores não giram, nada funciona!

Possíveis soluções:

- Verifique a alimentação do circuito;
- Teste os motores de passo, que como são de sucata, podem estar danificados.

Quando a junta P se movimenta, a junta rotacional também se move!

- O leitor ao implementar uma nova trajetória, pode ter-se esquecido de manter o motor de passo da junta R parado, enquanto a junta P se movimenta, visto que este movimento gera um momento na junta R, podendo rotacioná-la. Para que isto não aconteça, basta manter "setado" os últimos *bits* enviados no ultimo passo realizado no motor da junta R. Lendo o código-fonte com atenção, o leitor identificará este artifício.

A garra do robô não abre e nem fecha!

Possíveis soluções:

- Confira a gravação do programa do microcontrolador PIC;
- Cheque se o LED está acesso, pois ele indica se o PIC e o servo estão sendo alimentados com +5 Vcc.

A junta P não retorna ao seu *set point*

Verifique se não há algum objeto obstruindo a passagem de luz pela chave óptica. Pois se sim, o programa não permitirá o retorno da junta P.

CONCLUSÃO

Neste artigo, o leitor constatou que é possível construir robôs manipuladores de baixo custo, bastando para isto criatividade e simplicidade no projeto. Robôs manipuladores como o apresentado aqui, podem ser utilizado para fins educacionais. Esperamos que, de alguma maneira, os dados aqui divulgados possam ajudar a todos. Boa sorte e até a próxima!

www.mecatronicafacil.com.br

No *site* da Revista é possível fazer os seguintes *downloads*:
- código-fonte do programa manipuladorrp em LOGO;
- código-fonte do programa do microcontrolador em C e HEX;
- medidas do protótipo;
- vídeos de demonstração do funcionamento.

Lista de material:

Semicondutores
CI_1 e CI_2 – UNL2003AN
CI_3 – PIC12F675 I/P
CI_4 – LM7805 - regulador de tensão
D_1 e D_2 – 1N4007 - diodos
D_3 e D_4 – LEDs do tipo comum redondo vermelho
Q_1 – BC547 - transistor

Resistores (1/8W)
R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7 e R_8 – 4,7 kΩ
R_9 e R_{11} – 560 Ω
R_{10} – 220 Ω
R_{12} – 1 kΩ

Capacitores
C_1 e C_2 – 33pF – capacitores cerâmicos
C_3 – 220 µF x 25V – capacitor eletrolítico
C_4 – 100 µF x 16V – capacitor eletrolítico

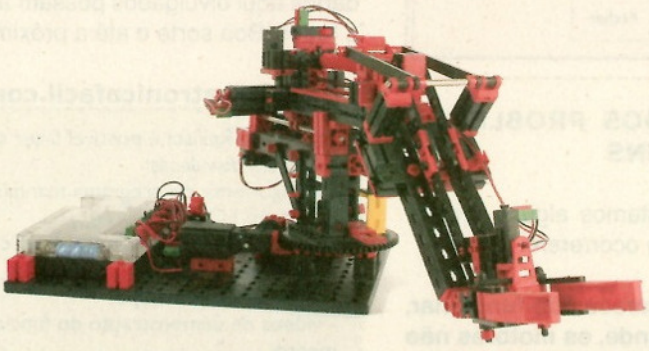
Conectores
CN_1, CN_2, CN_3, CN_4, CN_5 e CN_6 – "conectores parafusáveis" do tipo "*molex*" com 3 terminais
J_1 – conector P4 fêmea

Motores
Motor de passo – 2 motores de 4 fases
Servo – 1 servomotor de posição (180°)

Diversos
X_1 – cristal de 4 MHz
- Chave óptica, 2 soquetes de 16 pinos, 1 soquete de 8 pinos, cabo para conectar o PC à placa (com 1 conector DB25 macho em uma extremidade, e na outra um conector DB25 fêmea), placa de circuito impresso virgem para montagem, fios, solda, cola e etc.

Montagem de um robô industrial didático

Luiz Henrique C. Bernardes





Neste artigo o leitor acompanhará a montagem de um robô didático utilizando os kits alemães Fischertechnik que, além de proporcionarem muitas horas de lazer, podem ser muito úteis no ensino de robótica industrial.

Para a montagem do robô do tipo braço articulado usamos dois kits da Fishertechnik: o *"Industry Robots"* e o *"Computing Starter Pack"* (**figura 1**). O primeiro possui várias peças que possibilitam a montagem de vários tipos de robôs, enquanto o segundo, além de permitir algumas montagens, vem com a unidade de controle eletrônica e o software de programação visual LLWin para PC.



1 Kits utilizados.

Comparando o robô didático de nossa montagem com um robô industrial (**figura 2**), verificamos que ambos têm várias partes em comum, entre elas o manipulador, servomotores, *encoders*, fusos, guias e sistema eletrônico de controle.

O robô didático que montamos tem 4 motores (**figura 3**) que viabilizam os seguintes movimentos:

Motor 1 (rotação da base) - Propicia que todo o conjunto do braço rotacione em até 270 graus. O movimento é obtido através de um sistema de coroa e pinhão (rosca sem fim).

Motor 2 (deslocamento do braço no raio de atuação) - Através de um fuso e de guias paralelas, o motor desloca todo o braço em função do raio, ou seja, faz com que a pinça fique mais longe ou mais perto do centro da base.

Motor 3 (levanta e abaixa a pinça) - Por meio de um sistema de fuso e de alavancas, faz com que a pinça seja levantada ou abaixada.

Motor 4 (abre e fecha a pinça) - Com um sistema de fuso e alavancas aciona a pinça para fechar ou abrir. O destaque está no movimento do fuso, que é feito através de um sistema de cardam e cruzeta.



2 Robô industrial.

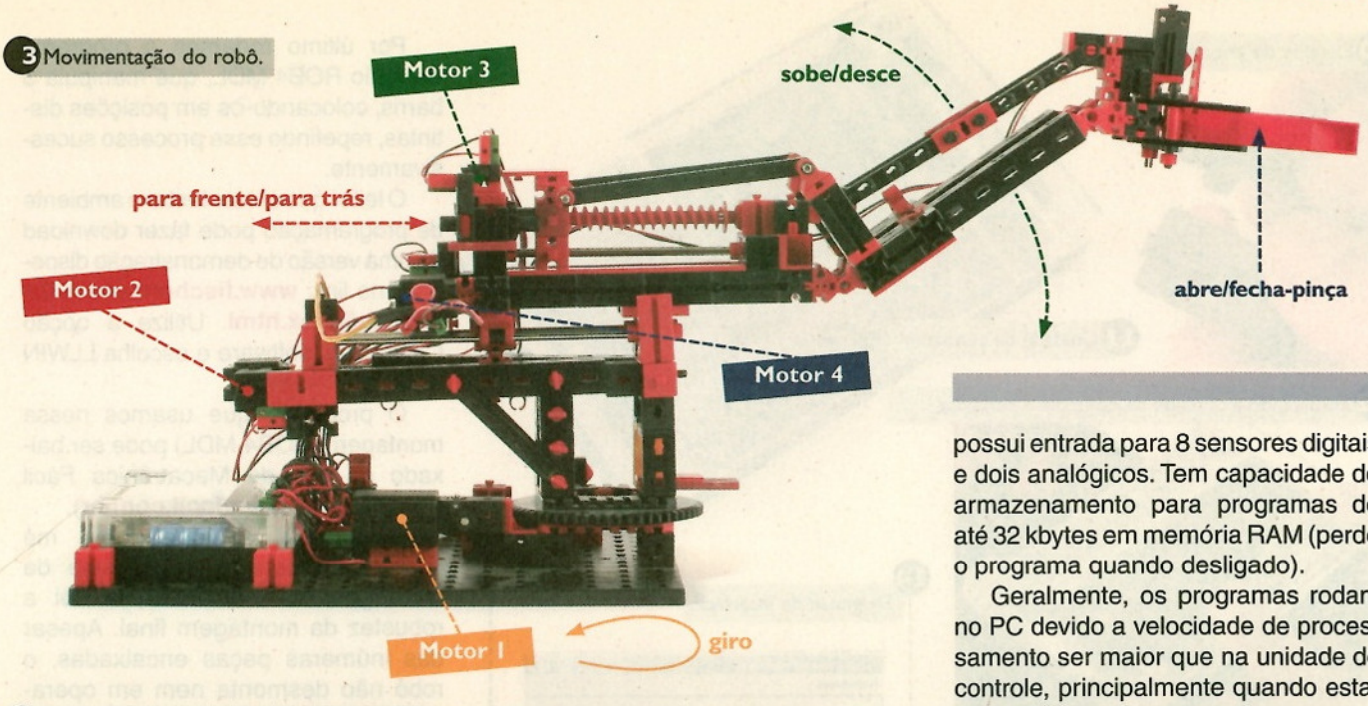
Assim como na montagem da escavadeira pneumática (**MF nº 20**), meus filhos ficaram muito ansiosos para montar o robô. Necessitamos de aproximadamente 4 horas para fazer a montagem mecânica. Apesar da montagem ser complexa, a experiência que eles obtiveram na montagem da escavadeira pneumática ajudou bastante, principalmente na separação das peças (**figura 4**) e interpretação dos desenhos no manual de montagem.

Começamos montando a base rotativa (**figura 5**), colocamos o fuso e as guias para o deslocamento radial do braço (**figura 6**). Na parte superior colocamos o acionamento (cardam e cruzetas) para movimentar a pinça (**figura 7**).

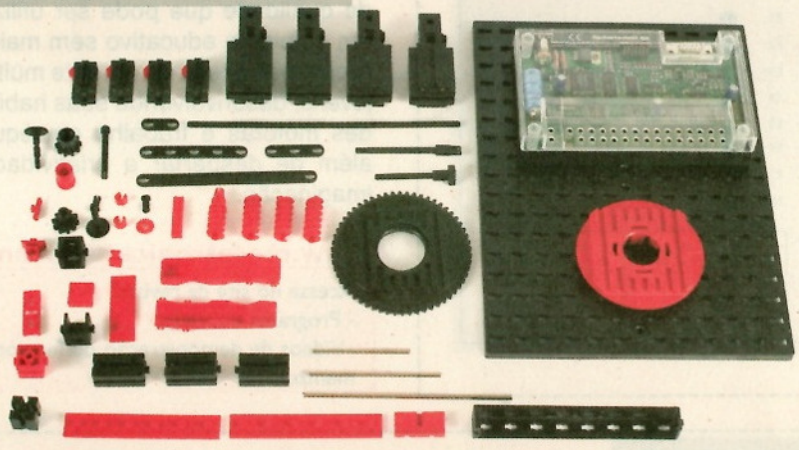
Na seqüência, montamos o fuso e as alavancas para o movimento de subir e descer da pinça (**figura 8**). Separadamente, montamos a pinça (**figura 9**). Finalizamos a montagem mecânica colocando a pinça no braço e o mesmo no conjunto da base.

Note que para todos os motores instalados temos um encoder corres-

3 Movimentação do robô.



4 Principais peças utilizadas na montagem.



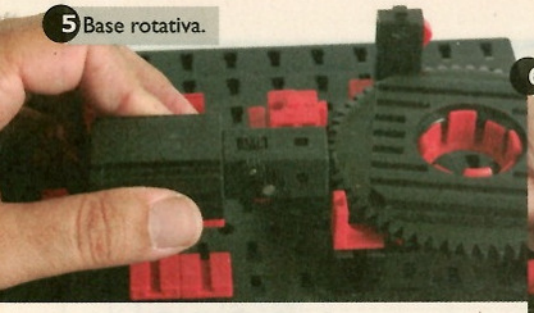
possui entrada para 8 sensores digitais e dois analógicos. Tem capacidade de armazenamento para programas de até 32 kbytes em memória RAM (perde o programa quando desligado).

Geralmente, os programas rodam no PC devido a velocidade de processamento ser maior que na unidade de controle, principalmente quando estamos utilizando encoders.

Junto com o kit *"Computing Starter Pack"* acompanha um CD do LLWin para ser instalado em um PC com sistema operacional Windows 95 ou superior. Fizemos a instalação em um PC Pentium III 850MHz com Windows 2000 sem maiores dificuldades, e o mais interessante é que o software tem a opção da língua portuguesa.

Para a montagem da unidade de controle e suas conexões (**figuras 12** e **13**), foram necessárias mais duas horas de trabalho entre cortar os fios, parafusar nos plugues e posicioná-los

5 Base rotativa.



6 Fuso e guias.



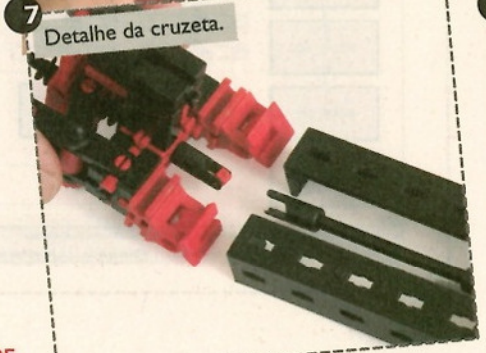
8 Detalhe das alavancas do braço.



pondente e uma chave de fim-de-curso, com isso, o sistema eletrônico pode posicionar exatamente a pinça em seus diversos movimentos. A **figura 10** mostra em detalhes um *encoder* que é composto de uma chave de tipo fim de curso e um eixo de came.

A unidade de controle (**figura 11**), é um sistema microcontrolado com interface serial RS-232 para conexão ao PC. Ela pode controlar 4 motores,

7 Detalhe da cruzeta.

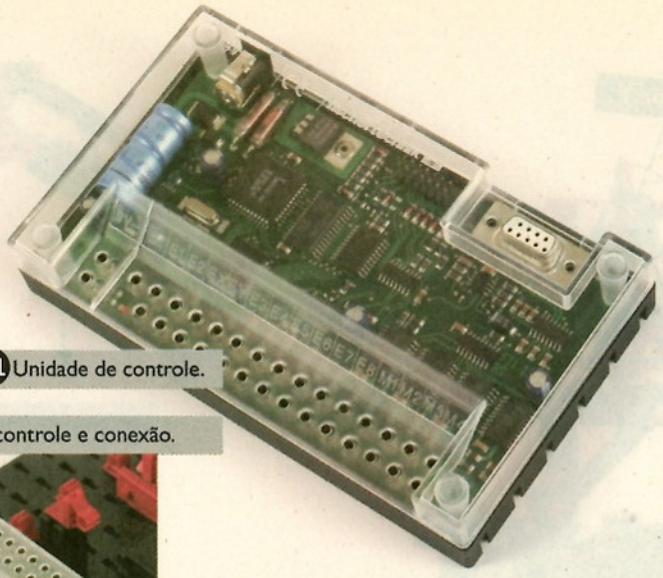


9 Montagem da pinça.



10 Detalhe do encoder





11 Unidade de controle.

12 Encaixando a unidade de controle e conexão.



13 Conectando a unidade de controle.

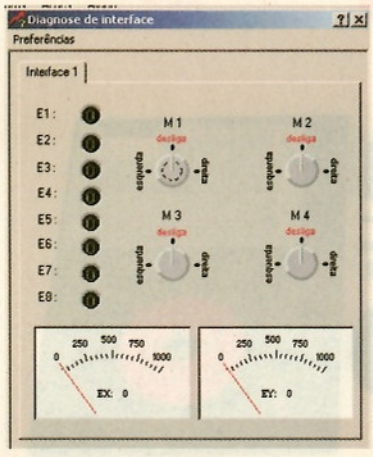


corretamente. Com isso feito, passamos aos testes iniciais utilizando o programa "Diagnose de Interface" (**figura 14**), onde pudemos acionar os motores e verificar o funcionamento dos sensores. Identificamos que a chave de fim-de-curso do motor 3 não estava corretamente posicionada.

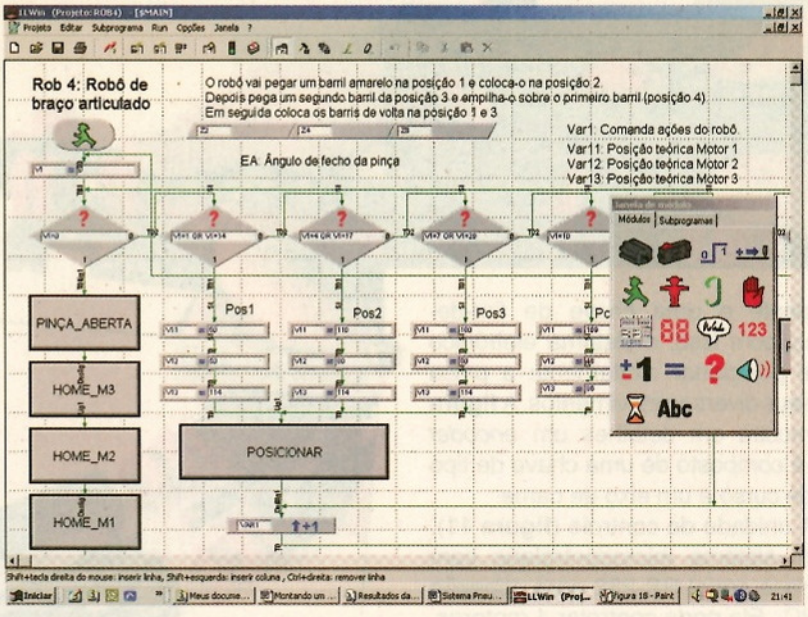
E com esse programa de diagnóstico, meus filhos ficaram divertindo-se com o robô, pegando e soltando objetos.

O próximo passo que cumprimos foi estudar o programa LLWin para entender seu funcionamento. Utilizamos o manual (em Português) que explica cada função e comando passo-a-passo. Fazer novos programas e entender os programas exemplos também é fácil devido ao tipo de programação visual. A **figura 15** ilustra o programa para acionar o motor M1 até que a chave de fim-de-curso (sensor E1) seja acionada.

14 Diagnose de interface.



15 Programação visual.



Por último rodamos o programa exemplo ROB4.MDL, que manipula 3 barris, colocando-os em posições distintas, repetindo esse processo sucessivamente.

O leitor que quiser testar o ambiente de programação pode fazer download de uma versão de demonstração disponível no link: **www.fischertechnik.de/english/index.html**. Utilize a opção Computing, software e escolha LLWIN 3.0D.

O programa que usamos nessa montagem (ROB4.MDL) pode ser baixado do *site* da Mecatrônica Fácil (**www.mecatronicafacil.com.br**).

Novamente, o que mais me chamou a atenção no sistema de montagem da Fishertechnik, foi a robustez da montagem final. Apesar das inúmeras peças encaixadas, o robô não desmonta nem em operações de colisão. Realmente é um *kit* de qualidade que pode ser utilizado em ambiente educativo sem maiores problemas e também diverte muito os jovens, desenvolvendo suas habilidades motoras e trabalho em equipe, além de despertar a criatividade e imaginação.

www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no site da revista:
- Programa utilizado;
- Vídeos de demonstração do funcionamento.

Sensor de nível ultra-sônico



Márcio José Soares



Níveis de Dificuldade

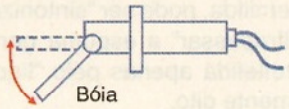
	0	1	2	3	4
mecânica	●	●	●	○	○
eletrônica	●	●	●	●	●
informática	●	●	●	●	○
custo	●	●	●	○	○

No ambiente industrial, muitos são os tipos de sensores de níveis que podem ser utilizados. O sensor "ultra-sônico" ou SONAR como também é conhecido, é um dos sensores mais aplicados no meio industrial devido ao seu custo e facilidade de uso. Neste artigo trataremos um pouco sobre este sensor, e também serão dadas dicas para a construção de um pequeno circuito de um sensor "ultra-sônico" para testes e fixação da teoria.

Muitos são os tipos de sensores de nível existentes atualmente. Alguns modelos podem ser imersos nos tanques que se deseja monitorar. Nestes casos, os "líquidos" ou "soluções" monitoradas não podem ser do tipo abrasivos para não desgastar o sensor e não comprometer a "pureza" da solução. Os mais comuns são os tipos "bóia" com contatos "normalmente abertos" ou "fechados", dependendo do caso e aplicação. Veja a **figura 1**.

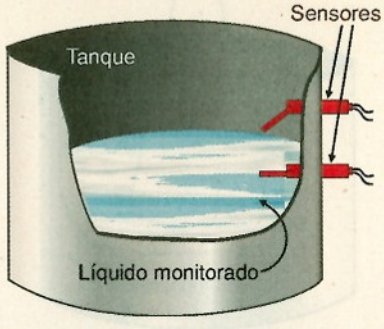
Este sensor quando imerso em um "líquido" (ou solução), "fecha" ou "abre" seus contatos, fornecendo a indicação do nível para aquele ponto. Se for necessário monitorar mais de um ponto utilizando este tipo de sensor, será requerida a aplicação de um número maior dos mesmos. Observe a **figura 2**.

1 Sensor tipo "bóia".



Existem também os tipos "magnéticos" que são constituídos de chaves magnéticas internas em um "tubo", percorrido externamente por uma "bóia magnética" (bóia com ímã). Quando o nível sobe, a bóia acompanha o nível "fechando" as chaves internas no tubo. Analisando o funcionamento deste tipo de sensor, podemos fazer uma comparação com o primeiro sensor demonstrado. É como se tivéssemos vários sensores aplicados a um tanque, mas com a vantagem da instalação de apenas um único sensor. Um exemplo deste tipo de sensor foi demonstrado na edição nº20 desta revista. Atente para a **figura 3**.

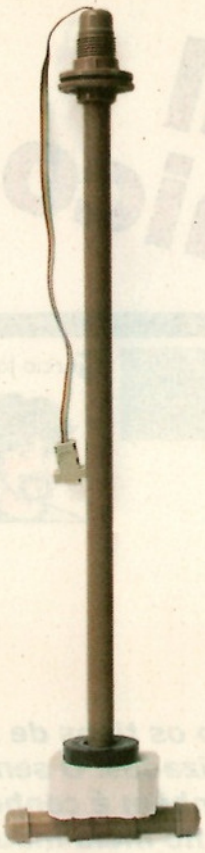
2 Aplicação dos sensores tipo bóia.



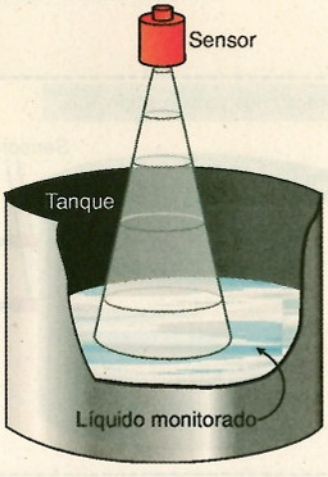
O leitor deve ter notado que estes sensores mantêm sempre uma parte dos mesmos em constante contato com o líquido ou "solução" monitorada.

Porém, em alguns casos a instalação do sensor de nível no interior

3 Sensor magnético para nível.



4 Uso de um sonar para detecção de nível.

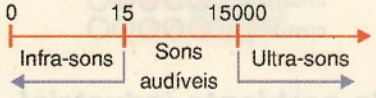


do tanque e, portanto, em contato com a "solução", não é viável, pois a mesma pode ser "abrasiva", o que danificaria o sensor e comprometeria a própria pureza da "solução" presente no tanque. Para isso é necessário utilizar um sensor que possa informar o nível atual do tanque, sem qualquer contato com o líquido ou solução presente no mesmo.

Atualmente o mercado apresenta alguns modelos para detecção de nível sem contato, sendo um dos principais o tipo sonar, que emite ondas de "ultra-som" para fazer a detecção do nível da "solução" no tanque. Acompanhe na **figura 4**.

Como descrito, o princípio de funcionamento deste tipo de sensor é baseado na emissão/recepção de ultra-sons. Os ultra-sons encontram-se acima do limite audível do ser humano, sendo percebidos apenas por alguns animais. Geralmente, o espectro compreende a faixa acima dos 15 kHz. Veja o gráfico na **figura 5**.

5 Espectro de sons.



Observando o gráfico, o leitor pode verificar a faixa compreendida dos infra-sons, sons audíveis e ultra-sons. É sabido que quanto maior for a freqüência sônica, maior será sua capacidade reflexiva (eco) em grande e pequenos objetos, seja qual for sua constituição.

Na natureza, muitos animais utilizam-se deste recurso para a sua locomoção e navegação. O caso mais comum é o do morcego, que realiza seu vôo de maneira totalmente segura, emitindo ondas de "ultra-som" e recebendo-as em tempo para o desvio de um possível obstáculo. O morcego também usa este mesmo recurso para localizar seu alimento.

Os sensores de nível tipo sonar se baseiam justamente neste conceito: a reflexão de uma onda sonora de alta freqüência. Sua operação segue basicamente o conceito de emitir e aguardar o sinal de resposta, considerando o tempo de ida e volta para o sinal. Como é conhecido o valor da velocidade do som (aproximadamente 340 m/s) no ar ambiente, sob condições normais de pressão e temperatura (nível do mar a 20ºC), fica fácil calcular a distância percorrida pela onda, de acordo com o tempo:

$$\Delta S = v \times \Delta t$$

onde:

ΔS => espaço ($S - S_0$) percorrido pela onda

v => velocidade do som

Δt => tempo ($t - t_0$) gasto entre a emissão e retorno da onda

O leitor mais atento deve ter percebido que para ter a distância real, devemos dividir por dois o valor total obtido (espaço), pois estamos trabalhando com o conceito de reflexão do sinal sonoro.

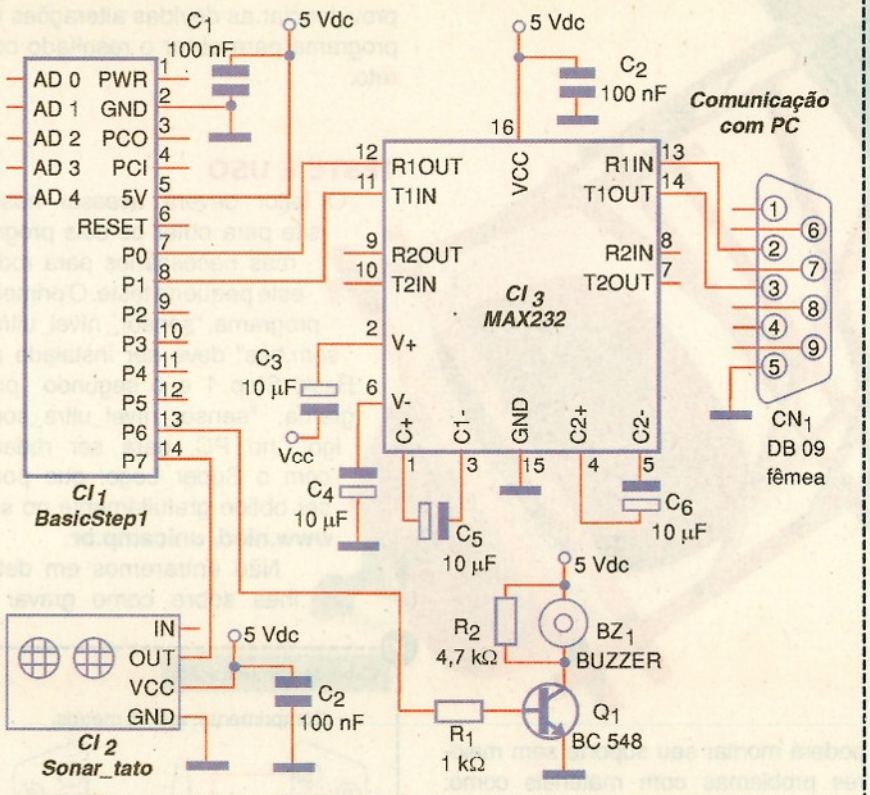
Alguns sensores do tipo sonar têm em sua saída uma onda quadrada, com período "t" exatamente igual ao tempo total percorrido (ida e volta). Outros fornecem a distância medida (em metros ou centímetros) em formato ASCII através de portas de comunicação RS-232 ou mesmo I^2C. Tudo dependerá do modo como o fabricante "pensou" seu produto e para qual equipamento o mesmo foi destinado. Para conhecer melhor o sensor que o leitor tem em mãos, basta uma boa lida no manual de operação/instalação e se for necessário, uma consulta ao fabricante do dispositivo.

Acreditamos (e sempre frisamos aos nossos leitores) que conhecer os conceitos aplicados é sempre a parte mais importante para compreender e dominar qualquer tecnologia. A Física assim como a Matemática são grandes aliadas do técnico/engenheiro. Estudar estas "disciplinas" com afinco poderá representar a diferença no futuro.

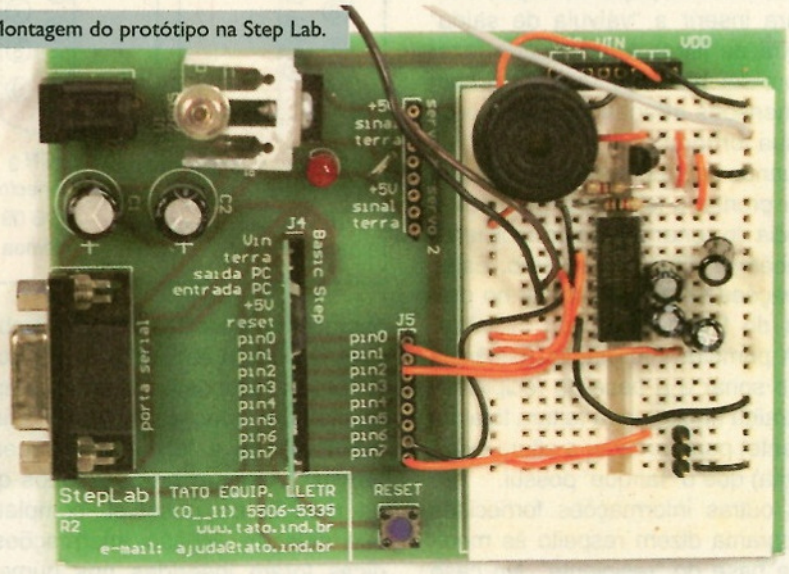
Há outros tipos de sensores empregados na detecção de nível sem a necessidade de contato, como os tipo radar, que emitem ondas em "VHF" ou freqüências ainda maiores para a detecção de nível. Neste artigo não falaremos sobre o tipo radar, deixando isto para um futuro artigo.

Via de regra, os tipos sonar só devem ser aplicados na medida de níveis para "líquidos ou soluções" que não gerem espuma em excesso, pois a onda de ultra-som pode ser por esta refletida, informando assim um nível "falso". A aplicação, neste caso, do tipo radar é mais recomendada, pois a onda emitida, pode ser "sintonizada" para "ultrapassar" a espuma gerada, sendo refletida apenas pelo "líquido" propriamente dito.

6 Circuito para testes.



7 Montagem do protótipo na Step Lab.



UM CIRCUITO PRÁTICO PARA TESTES

Na **figura 6** o leitor tem um circuito prático para testes. Usamos o já conhecido microcontrolador "embedded" Basic Step 1 (CI_1) e como sensor o "Módulo Sonar Tato" (CI_2), ambos da Tato Equipamentos Eletrônicos. CI_3 é um *"driver"* para comunicação RS-232. Este CI adapta os níveis TTL do microcontrolador para os níveis RS-232 presentes na porta de comunicação serial do PC. A tensão de alimentação do circuito é de 5 VDC.

Para a montagem do nosso protótipo utilizamos a placa Step Lab, que permite uma maior agilidade na montagem de protótipos com o Basic Step 1. Na **figura 7** o leitor pode ver esta montagem.

O leitor que preferir poderá montar o protótipo em uma placa-padrão, ou ainda em uma placa de circuito impresso, especialmente desenhada para esta montagem. Para ambos os casos deixamos a cargo do leitor as "tarefas" envolvidas em cada tipo de montagem.

Para compreender o funcionamento deste circuito, o leitor deverá fazer o *download* do programa em nosso *site*, **www.mecatronicafacil.com.br** na seção "Downloads". Isso facilitará a compreensão do funcionamento do circuito.

A operação do circuito é bem simples. O microcontrolador aguarda um *byte* na porta de comunicação RS-232, vindo do PC (programa LOGO). Este byte faz parte do protocolo de comunicação e nada mais é que a letra "E" maiúscula. Ao receber este byte, o microcontrolador faz três "medidas" do nível presente no "tanque" através do sonar, soma as três e tira uma média. Veja a fórmula abaixo.

$$\text{Média} = \frac{\text{Valor 1} + \text{Valor 2} + \text{Valor 3}}{3}$$

Esta "média" (distância em cm) é então enviada ao PC através do canal de comunicação RS-232. O programa rodando no PC faz a conversão do dado enviado para o "volume" presente

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

no reservatório (valor em cm^3) e toma a decisão de enviar ou não um byte para ativar o alerta (caracter "A"), caso o nível chegue próximo do considerado "crítico".

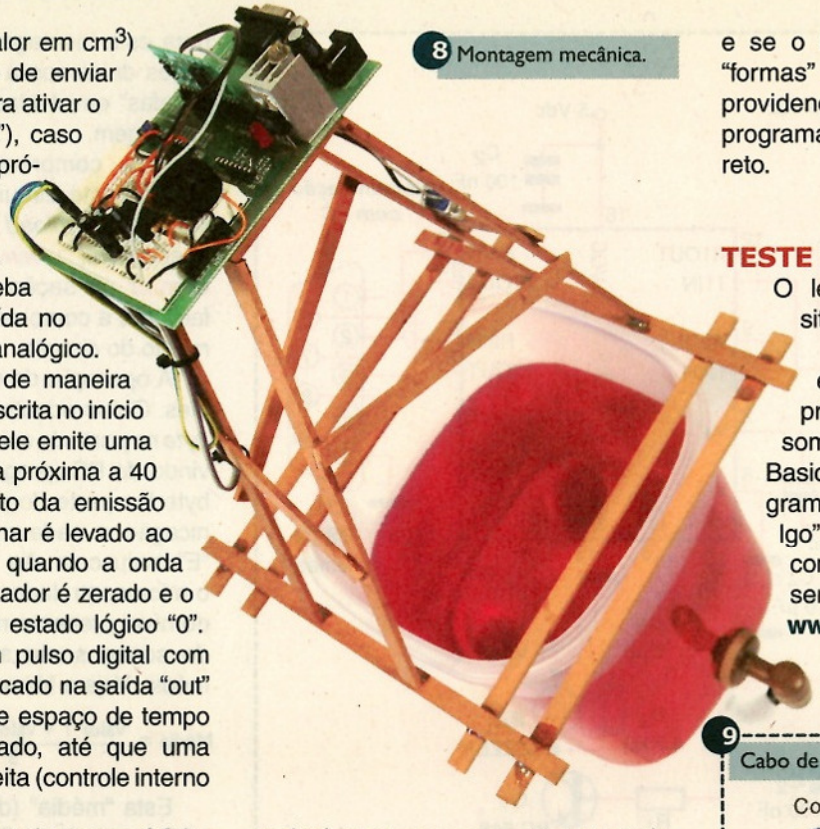
É importante que o leitor perceba que o sinal de saída no sonar Tato não é analógico. Este sonar opera de maneira muito próxima à descrita no início do artigo, ou seja, ele emite uma onda na freqüência próxima a 40 kHz e no momento da emissão o pino "out" do sonar é levado ao estado lógico "1", quando a onda retorna, o temporizador é zerado e o pino "out" volta ao estado lógico "0". Temos, assim, um pulso digital com tempo definido aplicado na saída "out" do sonar. Um breve espaço de tempo (sincronismo) é dado, até que uma nova medida seja feita (controle interno ao sonar).

A medida efetiva do tempo é feita pelo microcontrolador Basic Step 1, através da função "pulsein". Está função mede o período de um pulso em unidades de 10 µs (10 microssegundos). A função permite ainda a análise do flanco de subida ou descida do pulso. De posse deste valor basta calcular a distância percorrida, utilizando os conceitos passados no início do artigo. Observe o programa e será fácil identificar o que foi dito.

MONTAGEM MECÂNICA

Na **figura 8** o leitor pode observar nosso protótipo (mecânico) montado. Para esta montagem foram necessários: um pequeno recipiente transparente de plástico, uma pequena torneira usada em filtros de água domésticos para permitir alterar o nível presente no reservatório e um pequeno suporte construído em madeira, preso à "boca" do recipiente.

A base deste suporte deve ter largura superior ao da "boca" do recipiente e também uma altura de pelo menos 25 cm. Esta altura foi calculada assim, pois de acordo com as informações obtidas no manual do sonar Tato, o limite mínimo do sensor é de 20 cm e o máximo de 150 cm. A partir das imagens presentes neste artigo, o leitor



8 Montagem mecânica.

poderá montar seu suporte sem maiores problemas com materiais como: plástico, madeira, papelão, isopor, etc.

Para inserir a "válvula de saída" (torneira de filtro) é necessário fazer um furo na base do recipiente com as dimensões adequadas (de acordo com sua torneira).

Quando a montagem mecânica estiver pronta, o leitor terá de medir a distância do sonar à base do recipiente e também a altura do mesmo. Estas informações serão solicitadas no programa do PC durante sua inicialização. A primeira informação (distância entre o sonar e a base do recipiente) é subtraída da segunda (altura total do recipiente) para fornecer a altura exata (máxima) que o "tanque" possui.

As outras informações fornecidas ao programa dizem respeito às medidas da base do "recipiente". No caso do nosso protótipo utilizamos um recipiente em forma de "cubo". Sendo assim, o cálculo do volume do mesmo é:

Volume = (A x B) x altura

Se o mesmo tivesse a forma de um cilindro, bastaria utilizar a fórmula:

Volume do cilindro = π x raio^2 x altura

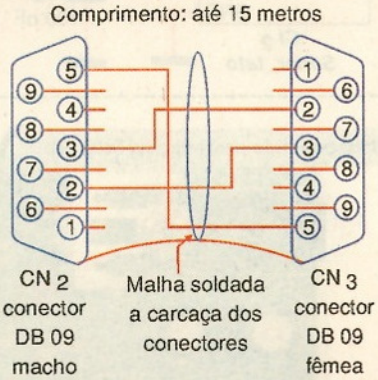
O programa está preparado para calcular o volume do primeiro caso e se o leitor desejar utilizar outras "formas" para seu recipiente, deverá providenciar as devidas alterações no programa para obter o resultado correto.

TESTE E USO

O leitor deverá acessar nosso site para obter os dois programas necessários para rodar este pequeno teste. O primeiro programa, "sensor_nível_ultra_som.bas" deve ser instalado no Basic Step 1 e o segundo programa, "sensor_nível_ultra_som.lgo", no PC, para ser rodado com o Super Logo, que pode ser obtido gratuitamente no site **www.nied.unicamp.br**.

Não entraremos em detalhes sobre como gravar o microcontrolador Basic Step e também como utilizar o ambiente Super Logo. Ambas as propostas já foram amplamente discutidas aqui nesta Revista, inclusive sob a forma de pequenas "séries". Aconselhamos a todos que, na medida do possível, completem sua coleção. Muitas informações e dicas foram inseridas nos números anteriores e infelizmente não temos espaço editorial para repeti-las a cada novo artigo. A Saber Marketing comercializa os exemplares que não mais se encontram em bancas. Consulte-os!

9 Cabo de comunicação.



Para conectar o circuito ao PC será necessária a confecção de um cabo de comunicação. Este cabo está ilustrado na **figura 9**.

Para testar o circuito (considerando que o leitor já gravou o programa no microcontrolador, finalizou

a montagem mecânica e instalou o programa para o PC no mesmo) ele deverá conectar o cabo de comunicação e ligar o circuito. Ao rodar o programa no PC, alguns parâmetros serão solicitados. Entre com os dados e em seguida observe o nível do reservatório informado na tela do PC. Altere o nível do reservatório e observe o efeito disso na tela do PC.

Inserimos um pequeno vídeo da operação do nosso protótipo em nosso site. Se algo parecer estranho com o seu conjunto durante os testes, revise toda a sua montagem, tanto eletrônica quanto mecânica, a instalação dos programas, a montagem do cabo, etc.

DICAS E SUGESTÕES PARA FEIRAS E MOSTRAS

Como o leitor pôde notar, o circuito basicamente recolhe as informações passadas pelo sonar e as repassa ao PC, para que este faça os cálculos necessários e disponibilize a informação ao usuário.

Este procedimento é muito comum no ambiente industrial. Geralmente, tem-se uma rede de sensores ligados a um controlador (CLP, por exemplo) e este repassa as informações para outro equipamento com maior capacidade de processamento e cálculos que ao final destes, retorna uma decisão ao equipamento controlador (alarme de nível baixo/alto, entre outras), se for o caso.

Em nosso circuito de testes foi previsto apenas um pequeno alerta sonoro através de um *buzzer* para alertar sobre o nível baixo do reservatório, porém o leitor poderá implementar outros controles no intuito de melhorar nossa proposta e apresentá-la em Feiras e Mostras que possa vir a participar. Veja um exemplo na **figura 10**.

Nessa figura foram dispostos três "tanques". O tanque "A" e o tanque "B" recebem dois líquidos que devem ser misturados no tanque "C". Ambos os tanques necessitam de controle de nível, controle para válvulas de saída e entrada, e o tanque "C" o controle para um misturador (um pequeno motor DC com uma pequena hélice, por exemplo). O "processo" é bem simples.

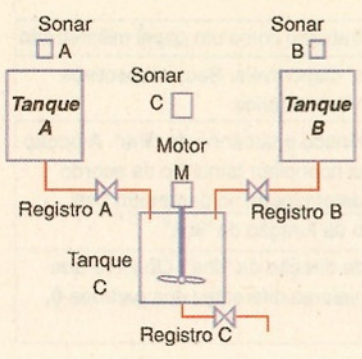
Um único "controlador" para os sensores e válvulas é necessário. Um PC pode ser usado no controle "lógico" principal do "processo". Este esquema é uma ótima sugestão para uma demonstração em Feiras e outras. Deixamos as "tarefas" necessárias para esta implementação a cargo do leitor interessado. Vamos a elas:

Os tanques "A" e "B" recebem cada um, líquidos de cores diferentes (esta operação pode ser manual, sem a necessidade de uma "válvula de entrada"). Ao pressionar o botão "Iniciar processo", as válvulas de saída dos tanques "A" e "B" são abertas. O leitor poderá prever um registro para a saída de cada um, permitindo dosar cada líquido de acordo com a necessidade do processo (fictício).

Note que os tanques "A" e "B" também possuem sensores de nível. Assim, se um deles chegar ao nível crítico, um alerta pode ser dado e o processo interrompido até que o problema seja sanado. Quando o tanque "C" estiver com o nível adequado, informado por seu sensor sonar, é iniciada a mistura através do motor "M". Ao final da mistura (temporização), a válvula de saída do tanque "C" será aberta e enquanto este não se esvaziar por completo, um novo processo não poderá ser retomado.

O exemplo é bem simples, mas pode fornecer dados importantes a todos aqueles que pretendem ingressar no ramo da Automação Industrial. Muitos processos parecidos estão presentes em um número grande de empresas.

10 Exemplo de um controle de processo.



CONCLUSÃO

O leitor deve estar atento às novas tecnologias empregadas nas indústrias e no ramo de automação em geral. Conhecê-las é fundamental para se conseguir uma boa colocação (emprego). Para aqueles que são apenas "hobistas", as informações aqui passadas podem ajudar a complementar seus conhecimentos e serem aplicadas de outras formas. A todos: bons testes e até a próxima! f

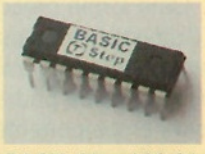
www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no *site* da revista:
- códigos-fonte dos programas utilizados.
- vídeo de demonstração de funcionamento.

TATO USB

O primeiro adaptador USB brasileiro. Coloque USB em seus projetos. Uma porta serial e uma paralela de 8 bits bidirecional. Tudo em uma pequena placa e por um preço especial.





*Preço especial de lançamento

BASIC Step 1 Light
Apenas R$ 19,00
BASIC Step 1 OEM
Apenas R$ 29,00



Novos motores com redução e roda para robótica. Muita força ebaixo custo.



Transceptor de 2.4GHz Ancance de 280 metros e antena integrada.

TATO Equipamentos Eletrônicos
Transformando idéias em realidade
Tel(11) 5506-5335 - www.tato.ind.br

Desenhando Placas de Circuito Impresso com o Eagle – Parte 6

Richard A. Weigel

Continuando o processo de criação de um novo componente utilizando módulo Library, vamos finalizar o nosso capacitor e conhecer algumas dicas para criar outros componentes com as mesmas caracteristicas.

CRIANDO O ENCAPSULAMENTO

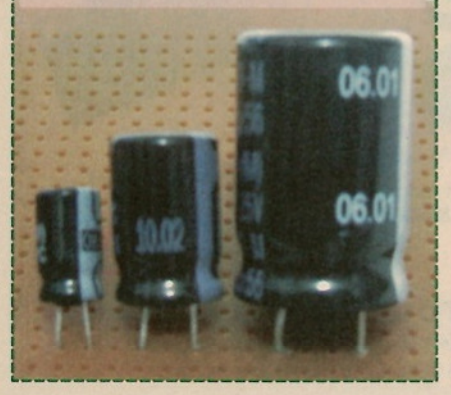
Esta etapa terá como resultado final o desenho da serigrafia, que configura os contornos dos componentes na placa e os *pads*, mais conhecidos como "ilhas", mas antes é importante que se conheçam as dimensões do componente a ser criado, principalmente a distância entre os terminais.

A maioria dos fabricantes disponibiliza esta entre outras informações na Internet através de arquivos conhecidos como *datasheets*, porém quem não tem acesso a internet pode utilizar um paquímetro ou até mesmo uma régua, e fazer o levantamento destes parâmetros, mas não espere resultados muito precisos com esta técnica, pois estas medidas, em alguns casos, podem estar em polegadas.

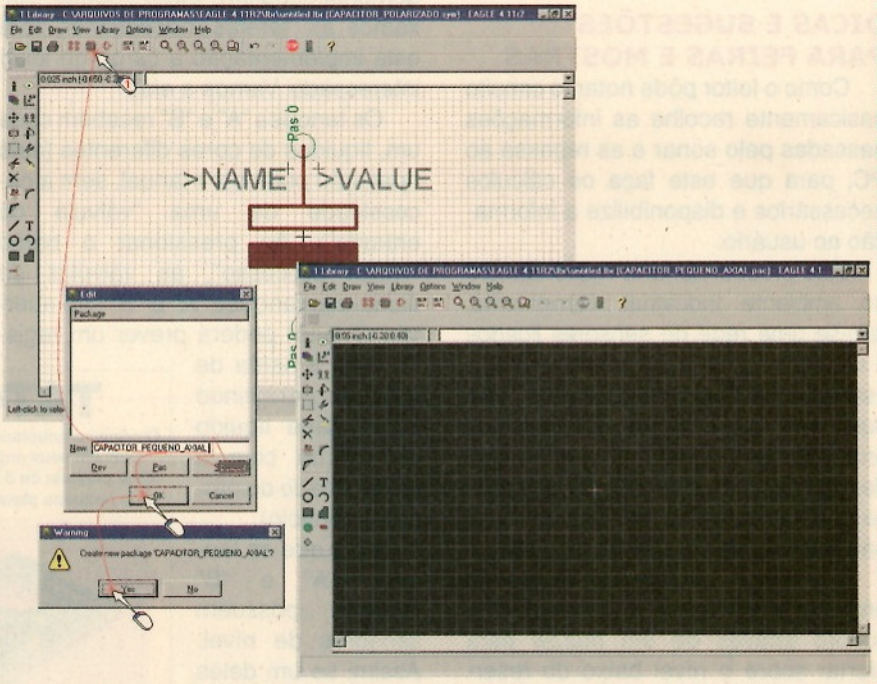
Uma forma prática para determinar a distância entre os terminais de um componente é utilizar uma placa de circuito impresso padrão. Para isto basta inserir o componente e contar quantos furos há entre um terminal e outro.

A distância entre cada furo da placa corresponde a 0,1 polegadas, que pode ser configurada facilmente no *Grid*. Na **figura 1** temos um exemplo de três capacitores com tamanhos e espaça-

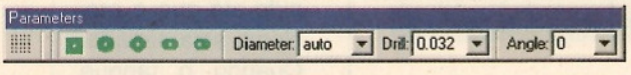
1 Maneira prática para determinar a distância entre os terminais de um componente.



2 Criando um novo encapsulamento.



T1 Descrição dos parâmetros do comando Pad.



	Grid	Configura a área de trabalho como um papel milimetrado
	Solder Pads	São os tipos de "ilhas" disponíveis. Seus respectivos desenhos dispensam comentários
Diameter: auto	***Diameter***	Aqui pode ser determinado o tamanho da "ilha". A opção "Auto" desenha a ilha no melhor tamanho de acordo com a sua furação, determinada no parâmetro *Drill*
Drill: 0.032	***Drill***	Determina o tamanho da furação da "ilha"
Angle: 0	***Angle***	Determina o ângulo de direção da "ilha". Observe que podem ser digitados valores diferentes dos padrões 0, 90, 180 e 270 graus

mentos diferentes, que servirão de modelos na biblioteca.

Seguindo a seqüência da **figura 2**, clique no atalho *Package* e digite o nome para este encapsulamento. O nome pode ser qualquer coisa que seja fácil para sua identificação posteriormente. No nosso exemplo vamos usar o nome "CAPACITOR_PEQUENO_RADIAL".

Após este procedimento, a *Command Toolbar* irá mostrar todos os comandos necessários para a criação de um encapsulamento. Os comandos são praticamente os mesmos que foram usados para a criação do símbolo, porém agora temos o *Pad*, o *SMD* e o *Hole*.

O comando *Pad* é responsável pelas "ilhas" na placa, sendo o principal comando nesta etapa, e seus parâmetros estão descritos na **tabela 1**.

Procure fazer o desenho tendo o cuidado em manter a referência (que aparece no meio da área de trabalho) como o centro do desenho, por razões já descritas na etapa anterior.

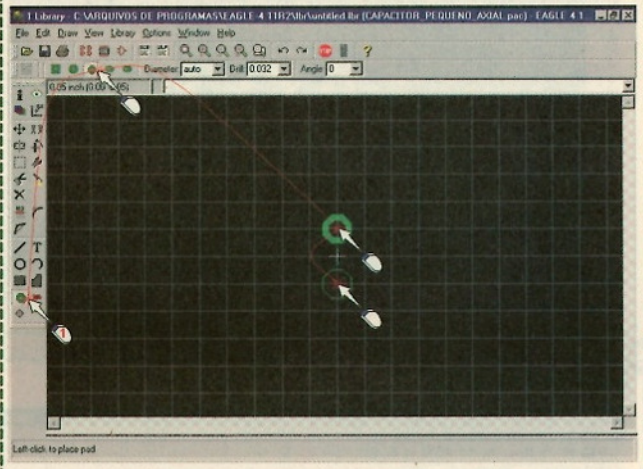
A seqüência mostrada na **figura 3** apresenta a colocação das "ilhas" onde deve ser utilizado o comando *Pad*. Neste exemplo foi empregado o parâmetro "*Octagon*".

Observe que com a utilização do *Grid* no valor padrão de "0,05" polegadas, e conhecendo a distância entre os terminais do menor capacitor (ilustrado na **figura 1**) fica fácil determinar o local para a segunda "ilha".

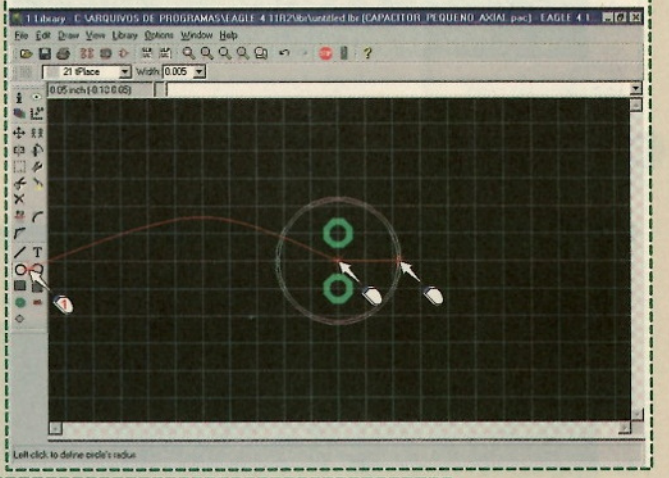
Em seguida, conforme visto na **figura 4**, foi usado o comando *Circle* para desenhar o contorno do componente, e na seqüência da **figura 5** foi utilizado o comando *Text* para digitar os textos ">NAME" e ">VALUE", observando a seleção das opções "*95 Names*" e "96 *Values*" no *Select Layer* para cada texto respectivamente.

A **figura 6** traz a inserção de mais um texto "+", onde mostrará na serigrafia a posição do pino positivo do capacitor. Observe que deve ser selecionada a opção "*21 tPlace*" para este

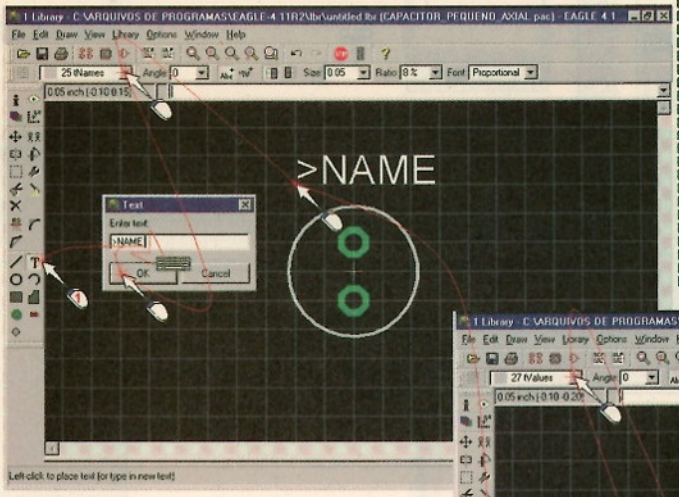
3 Colocando as "ilhas".

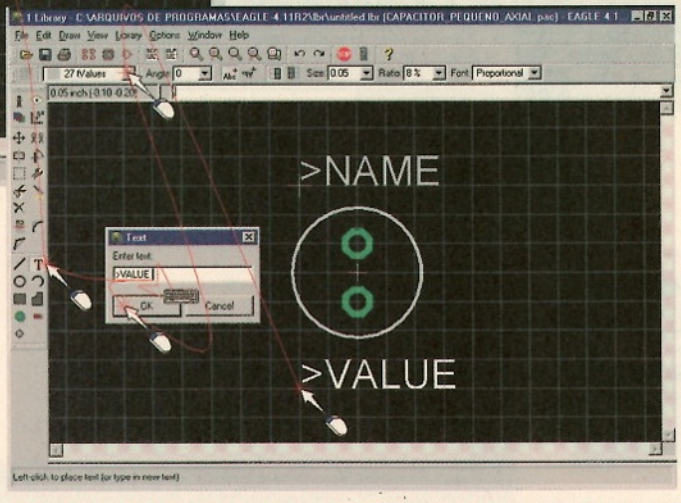


4 Desenhando o contorno do componente.



5 Inserindo os textos ">NAME" e ">VALUE", que garantem a identificação e valor do componente na serigrafia.





texto e na ultima etapa, ilustrada na seqüência da **figura 7**, foram colocados os nomes nos pinos, utilizando o comando *Name* e digitando "+" para o terminal positivo e "-" para o terminal negativo.

CRIANDO O DEVICE

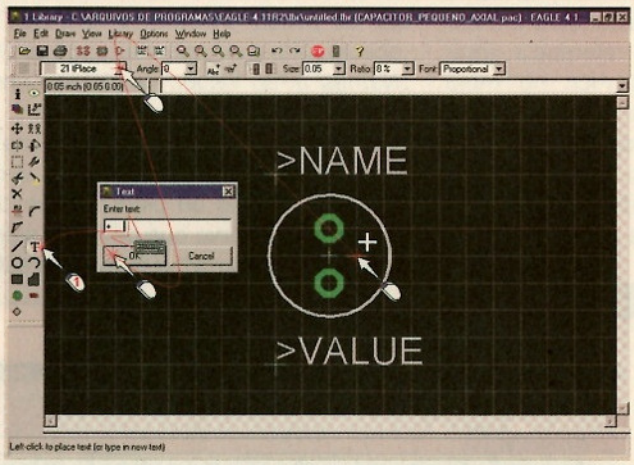
A última etapa do processo basicamente consiste em juntar as duas informações das etapas anteriores e com isso criar, de fato, o nosso componente na biblioteca.

Seguindo a seqüência dada na **figura 8**, clique no atalho *Device* e digite o nome para este componente. Observe que este será o nome que aparecerá na sua biblioteca e é como você irá procurá-lo.

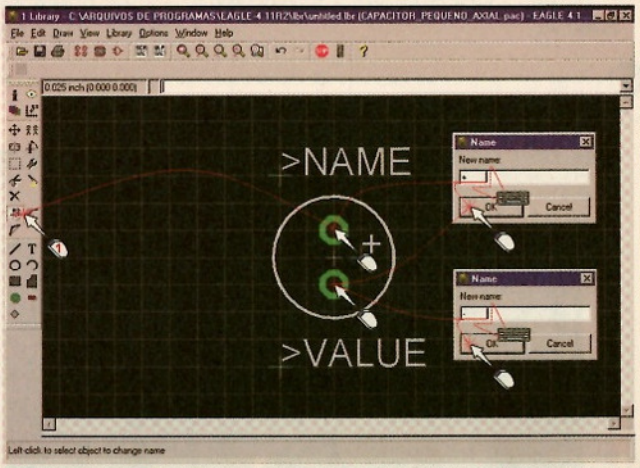
Em seguida, use o comando *Add* para inserir o símbolo deste *Device*. Como pode ser visto na **figura 9**, apesar de não ser importante, procure coincidir o centro do símbolo com o centro da área de trabalho.

Para melhor visualização, clique no atalho *Zoom to Fit* e em seguida no botão "*New*", selecionando o *Package*

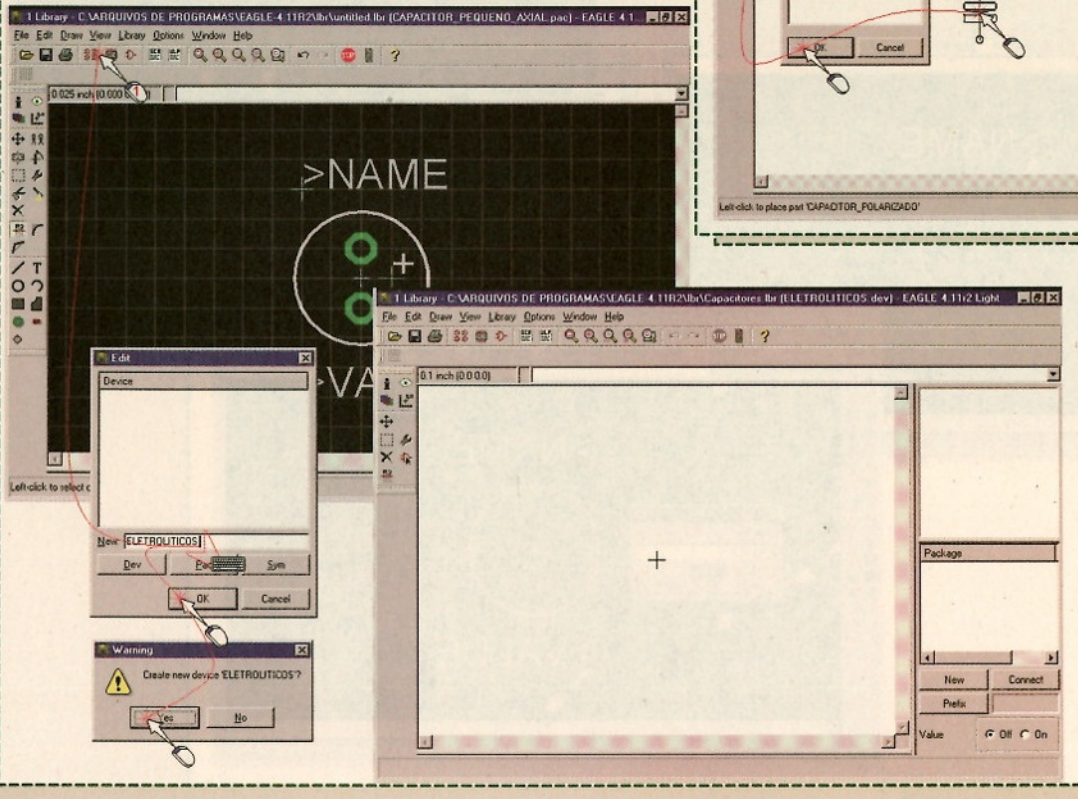
6 Inserindo o texto "+" para indicação na serigrafia do terminal positivo.



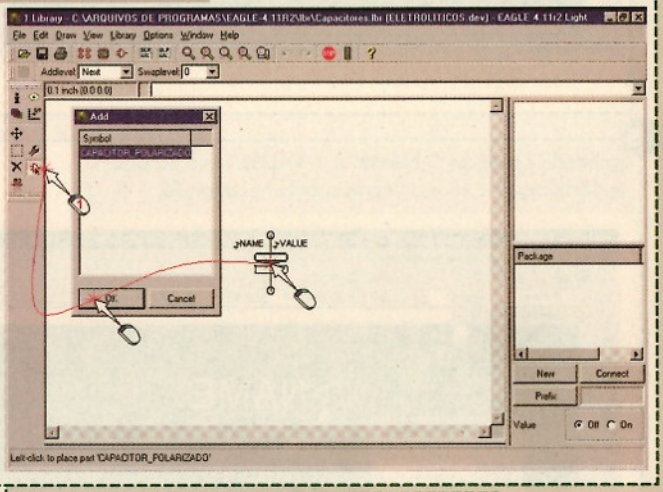
7 Definindo os pinos "+" e "-".



8 Criando o *Device*.



9 Inserindo o símbolo.



"CAPACITOR_PEQUENO_RADIAL", como exibe a seqüência da **figura 10**.

Na **figura 11**, após uma "ajeitada" para a esquerda na divisão da janela, observe o sinal "!" em amarelo ao lado do nome do *Package*. Este sinal indica que o componente não está conectado, apesar dos dois desenhos aparecerem na janela.

Para realizar a conexão, clique no botão *Connect*. Na janela *Connect* observe que existem três colunas. A coluna "*Pin*" representa os pinos definidos na primeira etapa (*Symbol*), a coluna "*Pad*" representa as "ilhas" definidas na segunda etapa (*Package*) e a terceira coluna é onde deve estar a união entra as duas colunas.

Observe que os nomes "+" e "-" definidos nas etapas anteriores aparecem aqui e, assim, fica fácil decidir qual terminal do símbolo deve ser conectado à "ilha". Para realizar a conexão, clique no pino e em seguida na "ilha" correspondente e para finalizar, clique no botão *Connect*. Este procedimento deve ser feito para todos os pinos e com este ultimo passo já temos o nosso primeiro capacitor na biblioteca.

MAIS CAPACITORES

Não é prático ter uma biblioteca com apenas um componente, normalmente uma biblioteca possui toda uma família de componentes.

Um símbolo pode ser utilizado para diversos *Devices* na mesma biblioteca, portanto, para inserir novos capacitores eletrolíticos na biblioteca, basta criar somente os novos encapsulamentos e fazer as conexões no mesmo *Device* "ELETROLITICOS".

A única observação é a mensagem de erro, mostrada na **figura 12**, quando tentamos inserir mais um encapsulamento no mesmo *Device* sem antes ter definido um "apelido" para este encapsulamento.

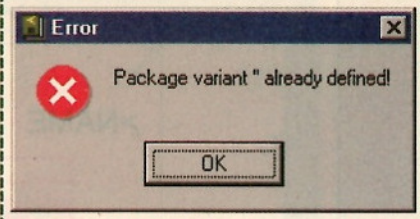
Para evitar isso, no campo "*Variant Name*" deve ser digitado outro nome que servirá de "apelido" para este *Package*, como exemplifica a **figura 13**.

Quando já tivermos um símbolo ou encapsulamento parecido com o que queremos criar, poderemos usar os comandos *Cut* e *Paste*, como visto na seqüência da **figura 14**, evitando assim começar um desenho do zero.

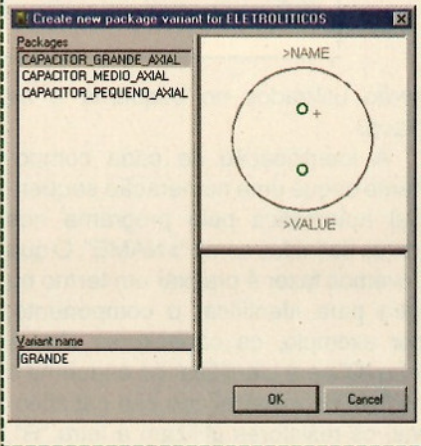
Inicialmente, selecione todo o desenho através do comando *Group* e em seguida utilize o comando *Cut* clicando com o **botão direito** do mouse sobre o desenho.

Após ter definido o nome para este novo *Package* ("CAPACITOR_NÃO_POLARIZADO"), empregue o comando *Paste* para copiar a figura que está guardada na memória do programa para este novo símbolo e modifique os detalhes que, neste caso, foram preencher o retângulo superior, alterar o *Swaplevel* para 1, já que os pinos podem ser intercambiáveis e dar novos *Names* ("1" e "2") para os pinos.

12 Mensagem de erro ao tentar inserir outro encapsulamento no mesmo *Device* sem antes ter definido um "apelido".



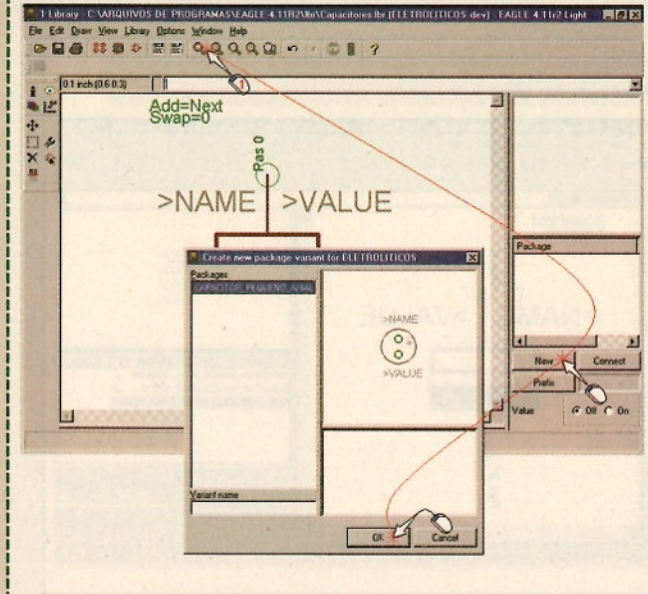
13 Definindo o "apelido" "GRANDE" para o encapsulamento do capacitor grande.



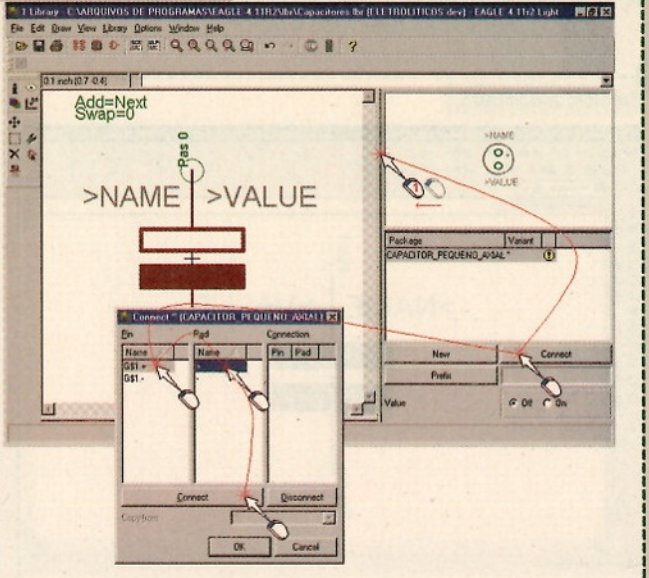
PREFIXOS E VALORES

Não podemos esquecer de inserir a identificação dos componentes que

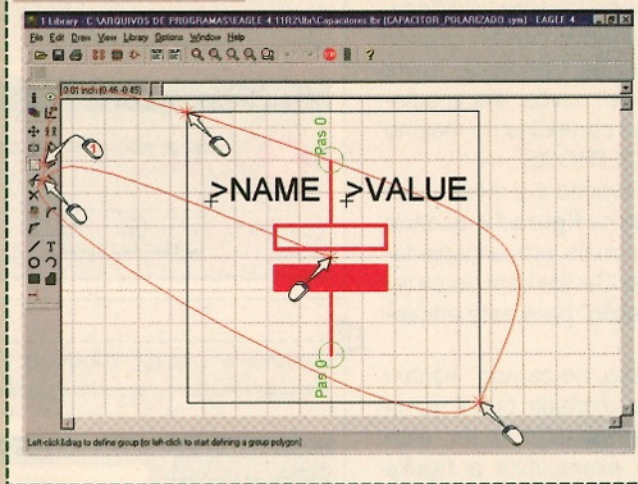
10 Inserindo o encapsulamento.



11 Fazendo as conexões.



14 Copiando um símbolo.



serão utilizados no esquema e na placa.

A identificação de cada componente segue uma numeração seqüencial automática pelo programa nos textos definidos como ">NAME". O que devemos fazer é prefixar um termo ou letra para identificar o componente, por exemplo, os capacitores têm a letra "C" para identificar no esquema e na lista de material que são capacitores, os resistores utilizam a letra "R", e assim por diante. Para inserir esta letra, basta clicar no botão "*Prefix*" situado na janela do *Device,* e digitar a letra "C".

Alguns componentes podem ter seus valores já definidos, mas a maioria não o utiliza, deixando o texto ">VALUE" como uma espécie de curinga, podendo ser digitado qualquer valor usando-se o comando *VALUE* no *Schematic*.

Porém quando não tivermos o valor do componente definido, ao inserir este componente no esquema irá aparecer algo do tipo "ELETROLITICOS PEQUENOS" no campo ">VALUE". Para evitar este pequeno inconveniente, assinale a opção "On" embaixo, no lado direito da janela, como pode ser visto na **figura 16**.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da biblioteca estar funcional, ainda temos mais alguns truques.

Por que usar polegadas e não milímetros?

Na verdade pode ser utilizado o milímetro, porém existem alguns detalhes a serem observados;

- A maioria dos componentes tem suas especificações em polegadas, e seria necessário fazer a sua conversão. Por exemplo, a distância entre um terminal e outro de um circuito integrado é de 0,1 polegadas, o que equivale 2,54 mm ou 100 MIL.
- MIL é um padrão muito utilizado em programas de circuito impresso e em algumas medidas de componentes. 1 MIL equivale a um milésimo de polegada (0.001").
- Todas (ou quase todas) as bibliotecas disponíveis são definidas em polegadas. Quando misturamos uma biblioteca de polegadas com milímetros, principalmente no módulo Schematic, corremos o risco de não fazer uma conexão "fácil" entre os símbolos.

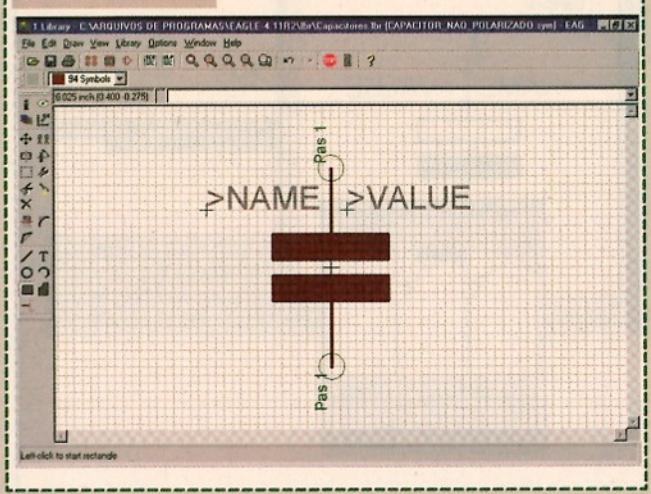
No próximo artigo iremos mostrar como personalizar alguns itens na biblioteca e aproveitar algumas coisas prontas de outras bibliotecas.

Até lá! f

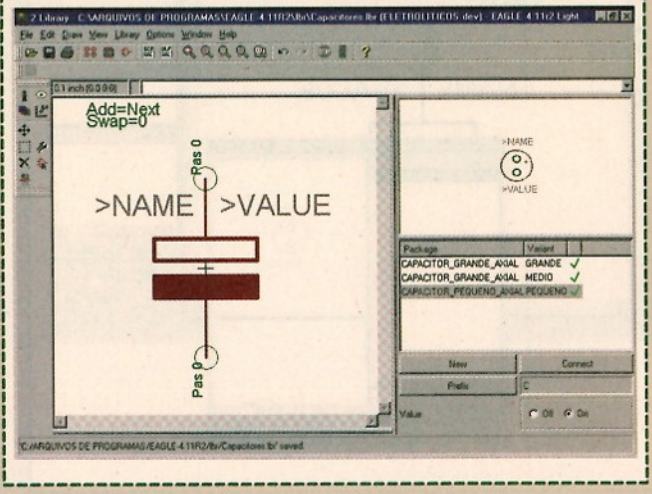
Algumas dicas

- Observe que os comandos *Cut* e *Paste* têm comportamentos diferentes dos demais programas para o *Windows*. O comando *Cut* que no *Windows* é "Recortar", aqui ele simplesmente copia e o *Paste* ("Colar") só transfere o que foi previamente copiado pelo comando *Cut*.
- O *Swaplevel* pode ser alterado através do comando *Change* > *Swaplevel*.
- Os nomes dos pinos devem ser alterados para qualquer outro nome, uma vez que não faz sentido utilizar "+" e "-" para um capacitor não polarizado. A maioria das bibliotecas usa nestes casos uma simples numeração (1 e 2).

15 Símbolo modificado.



16 Biblioteca de capacitores. Observe o prefixo "C" definido e a habilitação do "*Value*".



Airbag e ABS

Na edição anterior tratamos de sistemas importantes em um veículo, mas cuja complexidade pode ser considerada intermediária. Descrevemos os interruptores, atuadores, sistemas de iluminação externa e interna e os limpadores e lavadores dos vidros. Neste artigo trataremos de sistema mais complexos, carregados de conceitos físicos, químicos e muita, muita eletrônica embarcada.

Alexandre de A. Guimarães





Toyota/Divulgação

AIRBAG

As bolsas de ar infláveis, utilizadas no interior de um veículo para a proteção dos passageiros no momento de uma colisão, são chamadas pelos autotrônicos de *airbag*. Este é um sistema de proteção passiva, pois atua imediatamente após um acidente, procurando reduzir os danos causados aos ocupantes.

A primeira patente relacionada ao conceito *airbag* foi registrada durante a 2ª Guerra Mundial e tratava de um dispositivo inflável de proteção contra danos causados por colisões durante a aterrisagem de aviões. Entretanto, a primeira aplicação comercial foi automotiva.

Vários países no mundo possuem legislações que obrigam a utilização de *airbags* em 100% dos veículos comercializados. Nestes países, estatísticas mostram que este sistema de proteção reduz em cerca de 30% o risco de morte no momento de uma colisão frontal.

Baseadas nestes dados, as engenharias de produtos das montadoras têm aplicado recursos no desenvolvimento de novas tecnologias e aplicações deste sistema de segurança aos ocupantes.

Basicamente, este sistema é formado por quatro componentes:

Bolsa inflável: Feita de tecido de *nylon*, é instalada dentro do volante e no painel de instrumentos, para os *airbags* frontais, nas portas, nas laterais dos bancos, nas colunas ou no forro de teto para os *airbags* laterais.

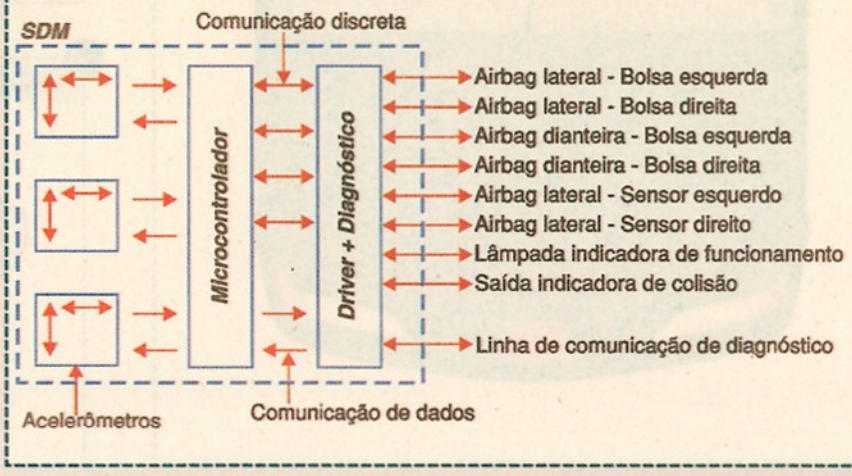
Sistema de insuflação: É baseado na reação de azida sódica (NaN_3) e nitrato de potássio (KNO_3), cujo resultado é a liberação intensa de gás nitrogênio, que infla quase que instantaneamente a bolsa. A velocidade de propagação do gás dentro da bolsa é de aproximadamente 320 km/h.

Sensores: São acelerômetros que medem a desaceleração do veículo (o decrescimento da velocidade dentro de um intervalo determinado de tempo).

Unidade de controle do airbag - SDM: É o módulo eletrônico que processa os sinais dos acelerômetros e comanda o acionamento das bolsas infláveis. Os autotrônicos chamam esta unidade de controle de SDM (*Sensing and Diagnostic Module*). A **figura 1** mostra o diagrama de conexões elétricas de uma SDM.

O sistema de *airbag* não atua isoladamente no momento de uma colisão. O cinto de segurança é fundamental para que o sistema como um todo fun-

1 Diagrama de conexões elétricas de uma SDM.



cione de maneira eficiente. Para se ter uma idéia da força exigida dos cintos de segurança, no impacto contra uma barreira rígida, a 50 km/h, os cintos devem absorver uma energia comparável à energia cinética de uma pessoa em queda livre do 4º andar de um prédio.

Para reduzir o movimento do passageiro durante a desaceleração causada por uma colisão, os cintos de segurança trabalham com os chamados sistemas pré-tensionadores. Os pré-tensionadores são instalados no sistema de retração dos cintos, puxando os mesmos no momento de uma colisão. Desta maneira os ocupantes ficam praticamente imobilizados enquanto as bolsas são infladas, reduzindo ainda mais as possibilidades de danos. Os pré-tensionadores são disparados por cargas pirotécnicas, comandadas pela unidade de controle do *airbag* - SDM. Para se ter uma idéia da capacidade de resposta de um pré-tensionador, atualmente existem sistemas que retraem 18 cm de cinto em apenas 5 ms!

AIRBAG FRONTAL

A função dos *airbags* frontais é proteger o motorista e o passageiro dianteiro de danos causados na cabeça e no peito, ao ocorrer uma colisão contra uma barreira rígida na velocidade de até 60 km/h, ou uma colisão frontal entre dois veículos na velocidade de até 100 km/h. Os *airbags* dianteiros são acionados nas colisões ocorridas nas velocidades acima de 20 a 25 km/h (considerando-se o equivalente a uma colisão contra uma barreira rígida, dentro desta faixa de velocidade). A **figura 2** ilustra os dois *airbags* frontais inflados.

As bolsas infláveis são instaladas no volante (para a proteção do motorista) e no lado direito do painel de instrumentos (para a proteção do passageiro dianteiro). Considerando um impacto de 50 km/h, o tempo que as bolsas demoram para se encher completamente é de 40 ms. A **figura 3** exibe o conteúdo de um volante equipado com *airbag*.

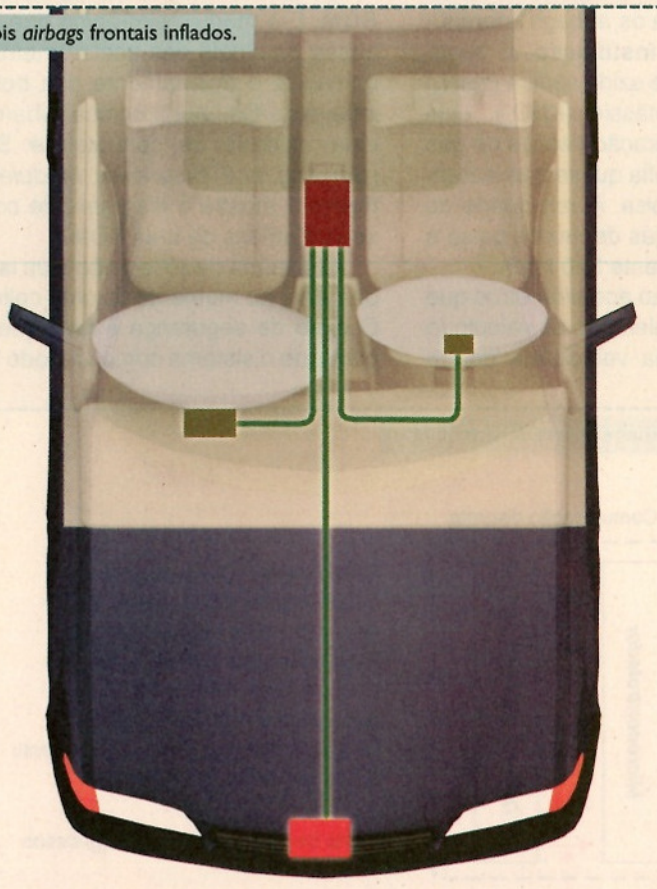
Em alguns veículos, o sistema de *airbag* frontal atua em conjunto com o chamado *airbag* de joelho (*knee airbag*), que protege os joelhos e as pernas, reduzindo ainda mais os danos causados aos ocupantes. A **figura 4** mostra o conceito de instalação do *airbag* de joelho, no painel de instrumentos.

AIRBAG LATERAL

Os impactos laterais correspondem a 20% dos acidentes ocorridos. Desta forma, proteger os ocupantes contra estas ocorrências é a segunda prioridade dos engenheiros de produtos responsáveis por *airbags*.

Há alguns tipos de *side airbag* (*airbag* lateral), basicamente responsáveis pela proteção da cabeça e da lateral do corpo dos ocupantes. Os tipos de *side airbag* normalmente encontrados são os tubulares, os de janela, os de cortina, os montados nas portas e os montados nas laterais dos bancos.

2 Dois *airbags* frontais inflados.

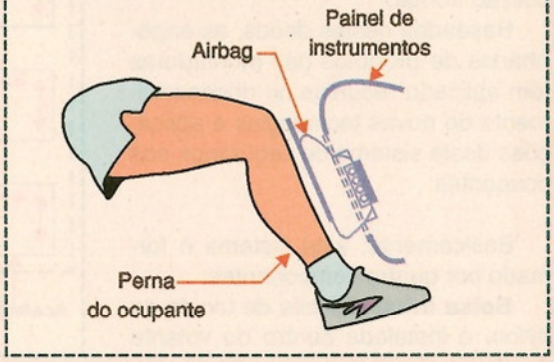


3 Conteúdo de um volante equipado com *airbag*.

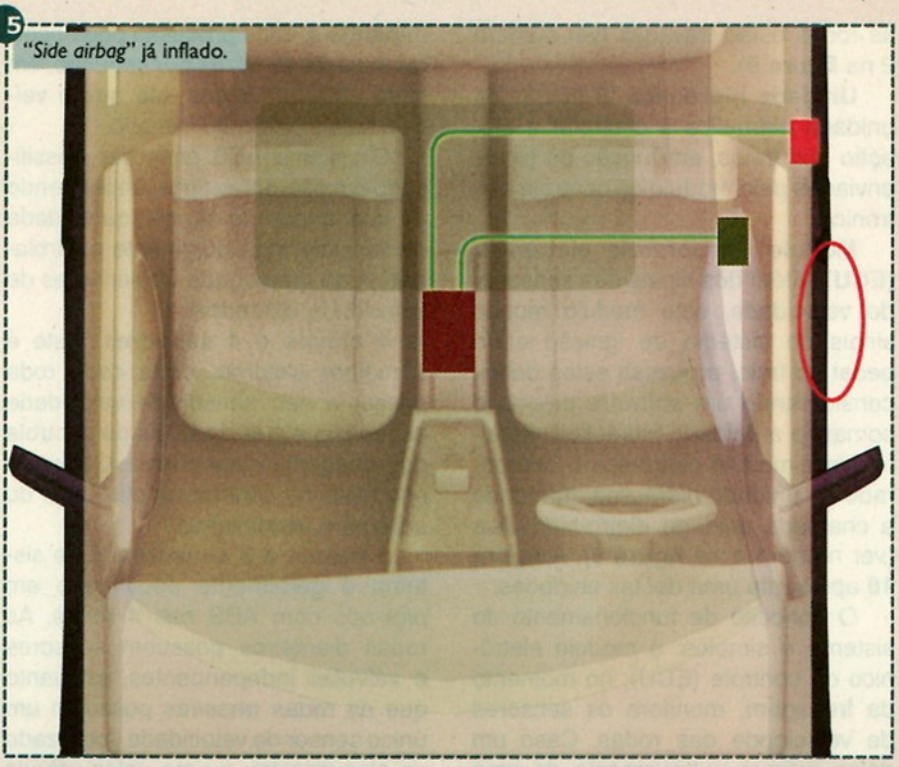


Autoliv. Inc/Divulgação

4 Conceito de instalação do *airbag* de joelho.



5 "*Side airbag*" já inflado.



Em virtude do pequeno espaço existente entre os ocupantes e as laterais do veículo, os *airbags* laterais devem ser acionados mais rapidamente, se comparados aos *airbags* frontais: 5 ms (ao invés dos 40 ms indicados anteriormente para os frontais). A **figura 5** apresenta um tipo de *side airbag* já inflado (antes mesmo do objeto que está colidindo lateralmente com o veículo afetar o compartimento dos passageiros).

CRASH TESTS

O funcionamento dos sistemas de *airbag* é regulamentado por legislações nacionais e internacionais. Para o desenvolvimento e validação dos componentes do sistema, as montadoras de veículos realizam os chamados *crash tests* (testes de colisão). Estes testes identificam o comportamento da carroçaria durante uma colisão e os impactos provocados aos ocupantes.

Durante estes testes são utilizados bonecos (equivalentes em tamanho e peso aos ocupantes reais do veículo) e equipados com dezenas de sensores para que os impactos da colisão sejam medidos e posteriormente processados. Estes bonecos são chamados de *dummies*. A **figura 6** mostra um *dummy*, utilizado em *crash tests* automotivos. As **figuras 7 e 8** ilustram um veículo antes e depois de um *crash test* frontal.

6 *Dummy.*



NHTSA.dot.gov/Divulgação

7 Veículo antes do *crash test*.



NHTSA.dot.gov/Divulgação

Todo grande projeto parte de uma idéia simples



MECATRÔNICA FÁCIL

Leitura ideal para estudantes e professores

Bimestralmente nas bancas

Acesse o site:
www.mecatronicafacil.com.br
e receba por e-mail

GRATUITAMENTE
o Informativo Mecatrônica Fácil
com notícias e artigos completos

8 Veículo depois do *crash test*.



NHTSA.dot.gov/Divulgação

ABS

O freio ABS (*Antilock Braking System*) é um dos sistemas de segurança ativa existentes em um veículo. O significado da sigla ABS expressa seu objetivo: Sistema de Freio Antitravamento. A **figura 9** exibe o sistema ABS instalado em um veículo.

Basicamente, este sistema é formado por três componentes:

Sensores de velocidade: Estes sensores estão localizados nas rodas dianteiras e traseiras e informam ao sistema se as rodas estão rodando (e qual a velocidade de cada uma) ou se as rodas estão travadas (ver número 2 na **figura 9**).

Unidade hidráulica: A função da unidade hidráulica é controlar a atuação dos freios, em função de sinais enviados pelo módulo de controle eletrônico.

Módulo de controle eletrônico (ECU): Além dos sinais dos sensores de velocidade, este módulo recebe sinais do sistema de ignição e do pedal do freio, processa estes dados considerando um *software* próprio e comanda a unidade hidráulica. Geralmente o módulo eletrônico é incorporado na unidade hidráulica, formando a chamada unidade eletro-hidráulica (ver número 1 na **figura 9**). A **figura 10** apresenta uma destas unidades.

O conceito de funcionamento do sistema é simples: o módulo eletrônico de controle (ECU), no momento da frenagem, monitora os sensores de velocidade das rodas. Caso um deles indique o travamento de uma das rodas, o ECU comanda a unidade hidráulica liberando aquela determinada roda. Quando a mesma volta a girar, o ECU comanda a unidade hidráulica novamente, só que agora frenando-a. Este processo pode ocorrer mais de 15 vezes por segundo, em cada uma das rodas, até que o veículo seja totalmente frenado.

O sistema ABS pode ser classificado em diferentes tipos, dependendo da quantidade de canais (quantidade de válvulas individualmente controladas) e da quantidade de sensores de velocidade utilizados:

4 canais e 4 sensores: Este é o melhor sistema, onde cada roda possui o seu sensor de velocidade específico e a sua válvula de controle de frenagem independente. Com este esquema de controle, a eficiência do sistema é maximizada.

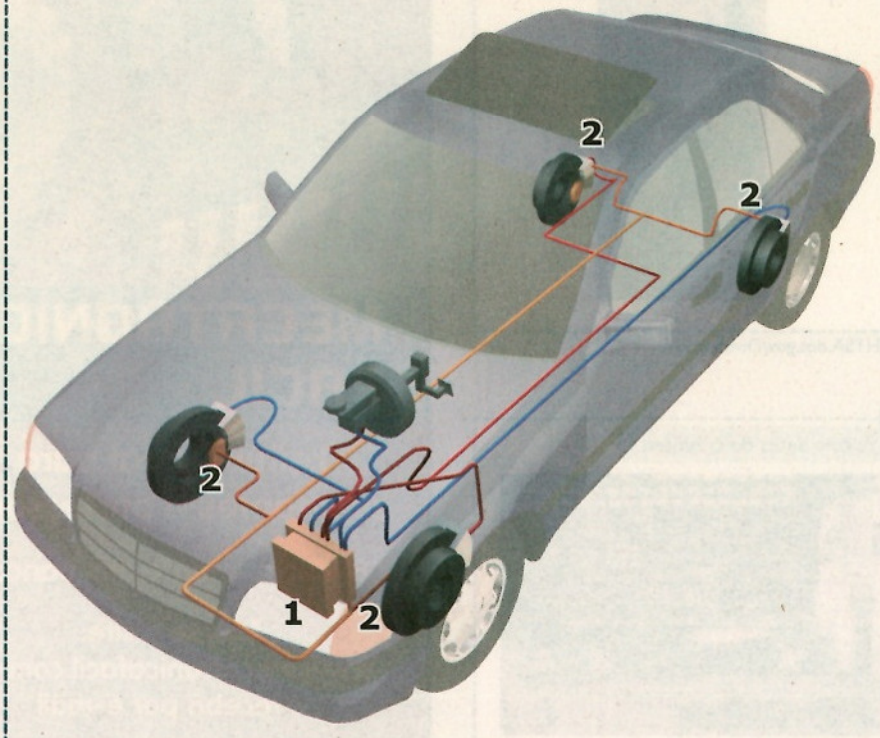
3 canais e 3 sensores: Este sistema é geralmente encontrado em *pick-ups* com ABS nas 4 rodas. As rodas dianteiras possuem sensores e válvulas independentes, enquanto que as rodas traseiras possuem um único sensor de velocidade, localizado no eixo traseiro, e uma única válvula de controle de frenagem.

1 canal e 1 sensor: Este sistema é montado geralmente em *pick-ups* com ABS nas 2 rodas traseiras. As rodas traseiras possuem um único sensor de velocidade, localizado no eixo traseiro, e uma única válvula de controle de frenagem.

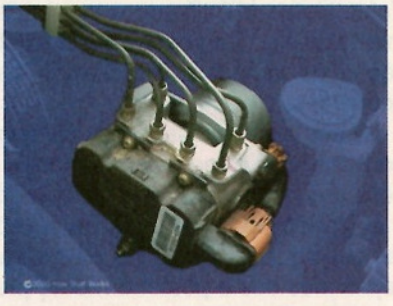
Um ponto que deve ser mencionado sobre o funcionamento do sistema ABS é que pisar e soltar o pedal do freio, repetidamente, reduz a eficiência do sistema, uma vez que o módulo de controle só atua enquanto o pedal estiver pressionado.

Outro ponto bastante interessante é o fato do ABS, além de reduzir o espaço necessário à frenagem do veículo, melhorar o nível de manobrabilidade do veículo no momento de uma

9 Sistema ABS instalado em um veículo.



10 Unidade eletro-hidráulica.



How Stuff Works/Divulgação.

frenagem, se comparado aos efeitos causados por um sistema de freio convencional.

CONTROLE DE TRAÇÃO

O controle de tração é uma das funções existentes em alguns sistemas de freios ABS. Conhecido em inglês como *Traction Control System* (TC ou TCS), este sistema pode ter seu funcionamento entendido como sendo de maneira oposta ao do ABS, evitando que o veículo perca tração durante sua movimentação.

Este sistema, que geralmente trabalha em conjunto com o sistema de gerenciamento do motor, atua em velocidades inferiores aos 40 km/h (em alguns veículos esta função pode ser desligada através de um interruptor no painel de instrumentos).

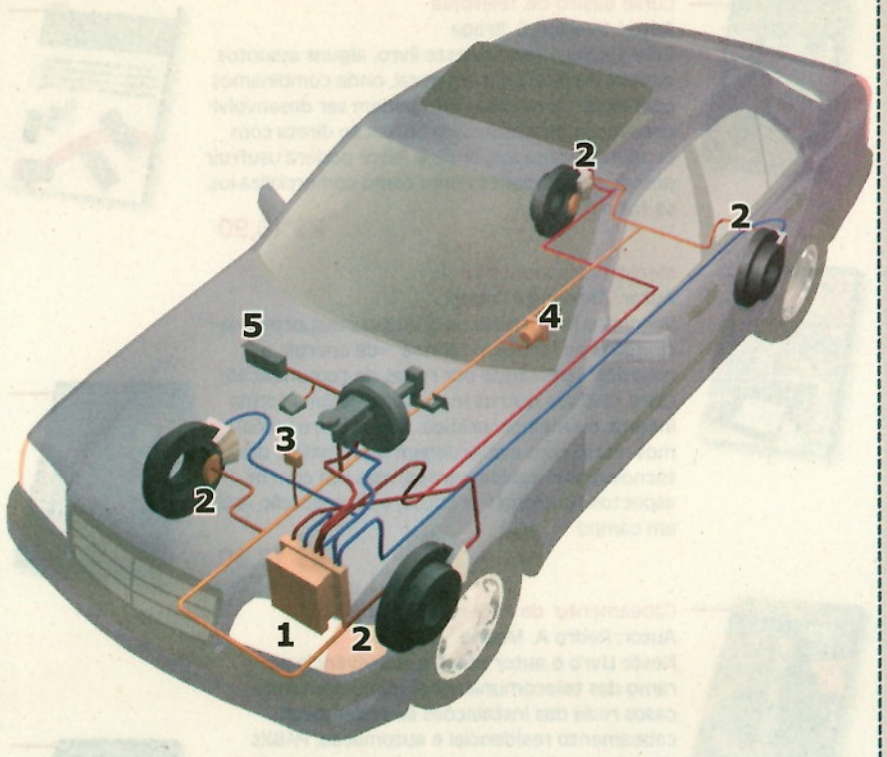
Utilizando-se dos sensores de velocidade do ABS, o veículo equipado com TC identifica o momento em que uma das rodas está patinando. Neste momento, o sistema freia esta roda e atua sobre o motor, reduzindo sua potência. O resultado final é a manutenção da tração do veículo sobre o solo.

ESP

O sistema ESP (*Electronic Stability Program*) também trabalha em conjunto com o sistema ABS (ver componentes 1 e 2 da **figura 11**). Um sensor instalado no volante de direção (*steering angle sensor*) indica para onde o veículo deve ser direcionado (ver componente 3 da **figura 11**). Outro sensor, localizado no chassi do veículo (*yaw rate sensor*) indica as forças de movimentação que estão atuando sobre o veículo: forças de giro e de aceleração lateral e longitudinal (ver componente 4 da **figura 11**).

Com estes dados, o sistema identifica as diferenças entre a direção solicitada pelo motorista e a direção real do veículo e, através da atuação no sistema de freio, freando mais ou menos uma ou mais rodas, o veículo é reposicionado ou mantido na direção correta.

11 Sistema ESP.



CONCLUSÃO

Este artigo procurou passar algumas informações básicas sobre dois sistemas de segurança importantes nos veículos. Estes sistemas estão sendo amplamente utilizados na Europa, Estados Unidos e Japão e têm sido requisitados por vários consumidores nos mercados emergentes, como é o caso do Brasil.

A utilização do sistema de *airbag* já é lei na Europa, por exemplo. No Brasil, esta condição está sendo avaliada pelos órgãos governamentais e pelas montadoras de veículos. É possível que em 10 ou 15 anos, todos os nossos veículos saiam de fábrica já equipados com, pelo menos, *airbags* frontais. Seria um grande passo na direção de se tentar reduzir o número de fatalidades nos acidentes de trânsito no Brasil.

No artigo da próxima edição trataremos do sistema de entretenimento e informação de um veículo, sistema este conhecido pelos autotrônicos como *infotainment*. Serão abordados os rádios, alto-falantes e antenas.

Até lá !



Literatura Técnica ▪ Que não pode faltar em sua biblioteca



Curso Básico de Telefonia

Autor: Newton C. Braga

Conseguimos reunir neste livro, alguns assuntos básicos da telefonia em geral, onde combinamos com algumas práticas que podem ser desenvolvidas em alguns casos para aplicação direta com produtos acabados, onde o leitor poderá usufruir desses equipamentos bem como comercializá-los, se for o caso.

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. Tudo de uma forma inédita, ou melhor: prática. Não nos preocupamos muito com a abordagem matemática das tecnologias e equipamentos, mas sim com os aspectos funcionais práticos, e de aplicação real em campo.

R$ 18,90



Cabeamento de Redes na Prática

Autor: Pedro A. Medoe

Neste Livro o autor mostra 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:

- Como dimensionar uma instalação
- A importância da ligação à terra
- A qualidade na energia
- Consumo dos eletrodomésticos fabricados no Brasil (fornecido pelo Inmetro)
- Medida do consumo – como controlar
- Reparações em instalações
- Segurança
- Instalação e reparação de eletrodomésticos
- Instalações industriais
- Uso do multímetro e de outros instrumentos

R$ 18,90



Curso Básico de Eletrônica – 5ª Edição

Autor: Newton C. Braga

Para aqueles que desejam se tornar profissionais da área, têm neste curso, os fundamentos que podem ser assimilados sem a necessidade de se freqüentar uma escola.O enfoque principal dado em nosso 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



Curso de Eletrônica Digital

Autor: Newton C. Braga

Nosso curso foi preparado visando os leitores que, possuindo um conhecimento básico de eletrônica, desejem preencher a lacuna que existe entre a eletrônica tradicional e a eletrônica digital moderna. Dessa forma, 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



Curso de Instrumentação Eletrônica Multímetros – Volume 1

Autor: Newton C. Braga

Neste 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, fotoresistores, e muito mais.

R$ 14,90



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



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

PEDIDOS - SABER MARKETING DIRETO

www.sabermarketing.com.br ou pelo telefone: (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.

www.sabermarketing.com.br

Literatura Técnica ▪ Que não pode faltar em sua biblioteca

Lançamento



Eletrônica Básica para Mecatrônica

Ao escrever esta obra, Newton C. Braga procurou usar uma abordagem bastante acessível para quem tem conhecimentos básicos de Eletrônica, facilitando, portanto, o profissional ou estudante que tenha boa formação mecânica, mas que precise reciclar, complementar ou mesmo adquirir conhecimentos específicos da eletrônica aplicada à Mecatrônica. Utilizando configurações simples como exemplos, ele permite que os leitores possam montar, experimentar e comprovar o princípio de funcionamento dos circuitos analisados nos doze capítulos que compõem esta obra.

Autor: Newton C. Braga

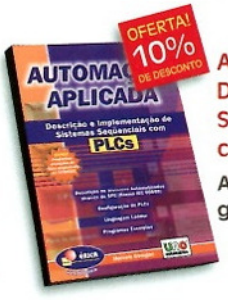
R$ 19,80



Renderização com AutoCAD 2006

Autor: Rosa Katori

de R$ ~~56,00~~
por R$ 50,40



Automação Aplicada - Desc. e Implem. de Sistemas Seqüênciais com PLCs

Autor: Marcelo Goeorginie Nicolas C. Lavinia

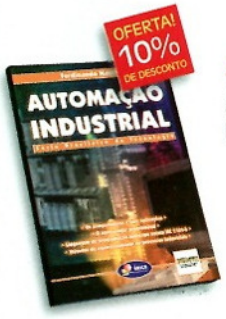
de R$ ~~61,00~~
por R$ 54,90



Automação e Controle Discreto

Autor: Paulo R. da Silveira / Winderson Santos

de R$ ~~65,00~~
por R$ 58,50



Automação Industrial

Autor: Ferdinando Natale

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



Elementos de Máquinas

Autor: Sarkis Melconian

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



Instrumentação Industrial - Conceitos, Aplicações e Análises

Autor: Arivelto Bustamante Fialho

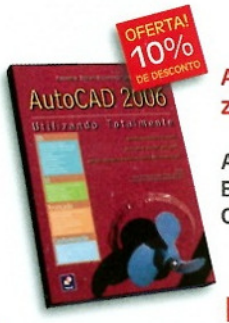
de R$ ~~72,00~~
por R$ 64,80



Metrologia na Indústria

Autor: Francisco Adval de Lira

de R$ ~~68,00~~
por R$ 54,00



AutoCAD 2006 - Utilizando Totalmente

Autor: Roquemar Baldam e Lourenço Costa

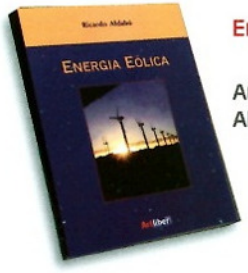
de R$ ~~117,00~~
por R$ 105,30



Energia Solar

Autor: Ricardo Albadó

R$ 33,00



Energia Eólica

Autor: Ricardo Albadó

R$ 33,00

Titulo / Autor	Preço
Manutenção de Computadores	R$ 18,90
Montagem, Configuração e Manutenção de Computadores - Vol. 1	R$ 22,90
Montagem, Configuração e Manutenção de Computadores - Vol. 2	R$ 22,90
Reparo e Manutenção de Monitores	R$ 18,90

PEDIDOS - SABER MARKETING DIRETO

www.sabermarketing.com.br ou pelo telefone: (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.

Calia



Quem vai controlar seu Motoredutor tem que ser tão avançado quanto ele.

Produtos Eletrônicos SEW
Conversores de freqüência

Precisão **Segurança** **Melhor desempenho para motores elétricos**

www.sew.com.br **0800 7700496** **SEW SERVICE 24 horas: 6489 9090**

SEW EURODRIVE
solução em movimento