www.mecatronicafacil.com.br Ano 6 - nº32 - Janeiro-Fevereiro/2007 - Europa: € 4,30 - Brasil: R$ 12,90

MECATRÔNICA FÁCIL

Teclado AD

Economize entradas/saídas do microcontrolador



E mais:

Controle de velocidade para ventilador

Introdução à visão de máquina

Temporizador múltiplo modular

Redutores para pequenos motores

Extensômetros de resistência elétrica

Microscopia de força atômica e tunelamento

Compatibilidade eletromagnética

Modelo hidráulico do transistor

Lego NXT

Conheça a nova geração de kits para robótica





Asimo

Veja o que ele fez no Brasil!

Chavetas

Conheça este elemento mecânico de fixação



ISSN 1676-0980

UMA PLATAFORMA, INFINITAS POSSIBILIDADES DE ENSINO



NI ELVIS

powered by LabVIEW

Virtual Instruments

- OSCILOSCÓPIO
- MULTÍMETRO DIGITAL
- GERADOR DE FUNÇÕES
- ANALISADOR BODE
- FONTE VARIÁVEL DE ALIMENTAÇÃO
- LEITURA DIGITAL
- ESCRITA DIGITAL
- ANALISADOR DE IMPEDÂNCIA
- ANALISADOR DE SINAIS DINÂMICOS
- ANALISADOR CORRENTE/TENSÃO DE DOIS FIOS
- ANALISADOR CORRENTE/TENSÃO TRÊS FIOS
- GERADOR DE FORMA DE ONDA ARBITRÁRIA





O Kit Laboratório Educacional de Instrumentação Virtual da National Instruments (NI ELVIS) ajuda professores e estudantes na associação da teoria com o mundo real através de uma plataforma integrada para projeto, prototipagem e medições que pode ser utilizada com o ambiente de gráfico de programação NI LabVIEW.

Características:

- Kit completo de instrumentos virtuais incluindo um osciloscópio, multímetro digital, gerador de funções, fonte variável de alimentação, analisador bode e mais
- Uma plataforma aberta baseada nos padrões industriais, o LabVIEW é um ambiente de gráfico de programação e de fácil utilização
- Projetos, prototipagens, medições e análises de dados, todos personalizáveis

Aplicações de Ensino:

- Análises e projetos de circuitos analógicos e digitais
- Aplicações de medição e instrumentação em laboratórios de física, biomédicos, elétricos e mecânicos
- Módulos adicionais da **Freescale Semicondutor** para cursos de microcontroladores, da **Quanser** para cursos de projeto de controladores e da **Analog Devices** para cursos de processamento de sinais

30 YEARS OF EXCELLENCE 1976-2006 · National Instruments 30 20 LabVIEW · 20 YEARS OF INNOVATION 1986-2006

Para saber como os estudantes das melhores universidades apreendem mais com o NI Elvis, visite **ni.com/academic**.

(11) 3262 3599

National Instruments Brasil
ni.brasil@ni.com • ni.com/brasil

NATIONAL INSTRUMENTS™

© 2006 National Instruments Corporation. Todos os direitos reservados. LabVIEW, National Instruments, NI e ni.com são marcas registradas da National Instruments. Os outros nomes de produtos e das empresas mencionadas são marcas registradas e nomes comerciais das respectivas empresas. 6812-104-181

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
Laiz Zanetti, Sérgio Vieira,
Viviane Bulbow

Auxiliar de Redação
Claudia Tozetto

Produção
Yassari Gonçalo

Design Gráfico
Diego M. Gomes,
Luis Fernando Almeida,
Jonas Ribeiro Alves

Fotografia
Bruno Terena

Gerente de Negócios da Mídia
Paulo S. Galante

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

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

Colaboradores
Alessandro F. Cunha, Alexandre Guimarães, Egidio Trambaiolli Neto, Emerson Carlos Pedrino, Fernanda de Sá Teixeira, Isaac Newton Lima da Silva, Jeff Eckert, João Carlos Pinheiro Beck, Lucas R. Trambaiolli, Luiz Alberto Cunha, Maria Cecília Salvadori, Mauro Vianna

Capa
Foto do Lego NXT - Lego/Divulagação

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.

NÃO ESPERE O FINAL DE ANO CHEGAR DE NOVO!



Estamos iniciando mais um ano cheio de expectativas e novidades, esperando tornar a revista Mecatrônica Fácil cada vez melhor!

Em 2003, enquanto publicávamos uma série sobre microcontroladores PIC, mais precisamente na edição nº 11, trouxemos um artigo que mostrava como era feita a varredura de teclados matriciais. Quem acompanha a revista Eletrônica Total deve ter conferido também, na edição nº 115, um artigo onde demonstrávamos como construir tal teclado. Apesar de muito funcional, ele depende de considerável números de entradas do microcontrolador, o que em muitos projetos pode significar a aquisição de um dispositivo com maior número de entradas e saídas. A fim de economizar estas valiosas entradas, esta edição traz o artigo "Teclado AD" onde é demonstrado como é possível implementar um teclado utilizando apenas um pino de entrada do microcontrolador.

Com o crescimento da oferta de cursos de Robótica e Mecatrônica em todos os níveis de ensino, acaba sendo natural o surgimento de ferramentas que auxiliem esta prática. E entre elas está uma nova geração de *kits* destinados a esse fim. Nesta edição trazemos um artigo apresentando o novo kit da Lego, o "NXT", que apesar de ter muitas semelhanças com os seus antecessores, mostra também significativas inovações.

E por falar em escolas, aproveito a oportunidade para dar uma dica que pode não parecer tão importante neste mês de "férias", mas que certamente poupará muitas "dores de cabeça" no final do ano. É comum muitos leitores nos procurarem no final do ano, solicitando ajuda em projetos de conclusão de curso, chegando até a nos pedirem projetos prontos para serem apresentados. E há quem ainda estipule um prazo. Já chegamos a receber solicitações 15 dias antes da entrega do trabalho! Já mencionamos anteriormente que não fornecemos projetos para este fim, pois isso seria prejudicial à formação dos futuros profissionais de Mecatrônica (embora isto acabe acontecendo também em outras áreas). Além disso, não há milagre que faça com que um trabalho de final de ano tenha o mínimo de qualidade se ele for feito "em cima da hora". Por isso a dica é esta: não deixe para a última hora! Vá pensando no que fazer desde já. Trabalhos como este não servem apenas para tirar nota, mas tirar dele o aprendizado que será necessário no mercado 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.

Seção do leitor 4

Robonews - USA 6

ISEF 2006 8

Ele esteve no Brasil! 10

Senai traz o Natal do futuro para SP 12

Gênios da tecnologia 14

Chavetas 18

Redutores para pequenos motores 22

Teclado AD 26

Conheça o Lego Mindstorms NXT 30

Microscopia de força atômica e tunelamento 34

O modelo hidráulico do transistor 38

Introdução à visão de máquina 42

Pernas, pra que te quero? - parte 2 46

Controle de velocidade para ventilador 50

Extensômetros de resistência elétrica - parte 2 52

Temporizador múltiplo modular 56

Compatibilidade eletromagnética 60

Níveis de dificuldade

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

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

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

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


Um Negócio de Futuro.
ROBÓTICA 2007
Robótica Conference & Expo
Salão de Robôs
11 a 13 de abril
Participe da maior Conferência internacional das indústrias de robótica, automação e tecnologia. Palestrantes de diversos países levarão ao mercado as informações e tendências que determinarão o futuro do setor. Você ainda terá acesso aos principais produtos e serviços do mercado em uma grande exposição simultânea.
11 a 15 de abril
Evento paralelo à Conferência onde as indústrias apresentarão produtos e serviços nas áreas de educação e entretenimento para o incentivo ao estudo de ciências e tecnologia e a formação de profissionais para o futuro. Robôs de diversos países, atividades e inúmeras competições para todas as idades. Participe!
IMIGRANTES CENTRO DE EXPOSIÇÕES
Local: Centro de Exposições Imigrantes
Rodovia dos Imigrantes, km 1,5 - São Paulo - SP
Informações: 11 2193-7740 • www.roboticaexpo.com.br
Apoio e Coordenção Técnica
manet
SENAI
Organização
wtm
www.wtmmanagement.com.br
Apoio
CIDADE DE SÃO PAULO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
FIRST
FOLHA Não dá pra não ler. www.folha.com.br
MECATRÔNICA
MECATRÔNICA FÁCIL
IPESI EDITORA IPESI LTDA
robótica
TAM
ATLANTICA HOTELS INTERNATIONAL
IPD ELETRON

Seção do Leitor





Lixeira automatizada - MF 25

"Onde posso comprar o ISD1420P do circuito gravador de voz?"
Anthony Robert Joseph Nicholl
Projetista – Sorri-Bauru
Bauru / SP

Este componente pode ser encontrado na Farnell em **www.farnell.com.br/u_Index.apw**.

Placa drive para motor DC MF 11

"Qual a vantagem de usar o PWM com Q_3/Q_{11} para alimentar o circuito? Por que não ligar diretamente a alimentação nos pares Q_4/Q_5 e Q_{12}/Q_{13}? Posso substituir os TIP112/TIP115 por transistores MOSFET (por exemplo, o IRF630 e seu complementar)? Quais modificações seriam necessárias para isso?"
Gil Oliveira
São Paulo / SP

As vantagens de usar a Modulação por Largura de Pulso (PWM) são muitas. A principal delas é a possibilidade de controlar a velocidade, com excelente rendimento. Isto foi detalhado no texto nas páginas 36 e 37. Sobre a troca de transistores bipolares, como os utilizados no circuito original, por transistores MOSFET, isso é inviável. Para viabilizar esta troca, o circuito deveria ser completamente alterado e neste caso estas deverão ser providenciadas pelo próprio leitor, pois infelizmente não temos como atender aos pedidos de alterações nos circuitos publicados.

Eagle - MF 21

"Após criar todo o *layout* do circuito usando dupla face, é necessário fazer um negativo para confeccionar a placa através do processo fotográfico. Estou utilizando o programa 'InfranView' para criar esse negativo. Mas como a placa é dupla face, o negativo aparece com as trilhas e componentes das duas faces (uma face sobre a outra). Como eu faço para separar os dois *layouts* da placa (faces) e tirar o desenho dos componentes do layout do circuito? Estou usando Windows 98, caso haja alguma variação."
Thiago Pivoko Merks
Estudante – Centro Universitário Positivo
Curitiba / PR

Para gerar dois "negativos", um para cada lado da placa, primeiro selecione apenas os "layers" que farão parte do lado inferior da placa ("bottom") e em seguida faça a exportação para um arquivo, como descrito no artigo. Para gerar o negativo da parte superior, assinale somente os "layers" que farão parte deste lado da placa e faça outra exportação do desenho. Geralmente os "layers" para o lado inferior ("Bottom") são:
16 - Bottom
17 - Pads
18 - Vias
20 - Dimension
E para o lado superior ("Top") são:
1 - Top
17 - Pads
18 - Vias
20 - Dimension

Microcontroladores

"Estou de férias em Brasília e não sei onde encontrar microcontroladores por aqui. Existe alguma loja que vocês possam indicar?"
Willian Silva Coutinho
Estudante
Muriaé / MG

Não conhecemos nenhuma loja específica de Brasília, contudo existem algumas lojas virtuais onde você pode encontrar microcontroladores de diversas marcas e eles os entregam via correio. São elas: **www.farnell.com.br**, **www.cifacil.com.br** *e* **www.tato.ind.br**.

Placa Logo Control - MF 27

"Qual programa posso utilizar para fazer a edição do programa para a Placa Logo Control?"
Eric Santos Rocha
Analista – Volkswagem
São Bernardo do Campo / SP



Conforme descrito no artigo, o programa de controle da Placa LOGO foi desenvolvido com a linguagem Super LOGO. O editor pode ser obtido gratuitamente através do site **www.nied.unicamp.br/publicacoes/pub.php?classe=software**. *Ele possui um "help" muito bem comentado que detalha amplamente o uso do editor, bem como a descrição de cada comando presente, inclusive com exemplos de uso. Sugerimos a leitura deste para uma aprendizagem mais consistente a respeito da linguagem.*

Controladores Lógicos Programáveis

"Quais as diferenças entre o CLP integrado e o CLP modular?"
Daniel Fernando Pereira da Silva
Itapecerica da Serra / SP

O CLP integrado possui as funções de entrada e saída de sinais presentes no equipamento, ou seja, você compra um CLP e, junto a ele, existe a entrada e saída de sinais (não permitem expansões, ou seja, aumentar o número de entradas e saídas). Já no CLP modular é justamente o contrário da explicação acima. Você adquire o CLP apenas com a CPU e escolhe quais "módulos" precisa integrar nele. Exemplo: colocar apenas as entradas e saídas referentes à temperatura e vazão. Nesse tipo de equipamento você pode colocar dezenas de entradas e saídas de sinais (cada fabricante tem o seu número limite).



ENVIE SUAS MENSAGENS ATRAVÉS DO:

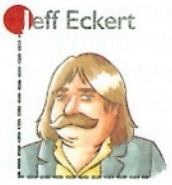
www.mecatronicafacil.com.br/contato
As mensagens devem ter nome completo, ocupação, cidade e estado. Por motivo de espaço, os textos podem ser editados por nossa equipe.

Complete sua coleção

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



Robonews USA


Jeff Eckert

Robô que lava pratos


Stanford University/Divulgação

Robô que lava pratos, feito pelos estudantes Ashutosh Saxena e Morgan Quigley, além do professor asistente Andrew Ng (da esquerda para a direita), todos parte do STAIR project

Em um nível muito abaixo do comum está a criação do Prof. Andrew Ng do Projeto STAIR (*Stanford Artificial Intelligence Robot*) da Stanford University. O sonho aqui é colocar, em uma década e em todos os lares e escritórios, robôs que vão cuidar de rotinas que você realmente não gosta de fazer, como limpar um local depois de uma festa, cuidar do lixo, lavar pratos, carregar a máquina de lavar, etc.

De acordo com Ng, um verdeiro robô-empregada precisa de áreas de inteligência artificial peculiares, incluindo processamento de voz, navegação, manipulação, planejamento, razão, aprendizado de máquina e visão, tudo num único conjunto, o que leva a um desafio considerável. No estágio atual de desenvolvimento, a equipe projetou um algoritmo que permite ao STAIR reconhecer destaques particulares em vários objetos e selecionar o modo correto de pegá-los. O robô foi treinado, num meio gerado por computador, para pegar uma xícara, lápis, um tijolo, um livro ou um copo de martini.

O algoritmo localiza o melhor lugar para o robô segurar um objeto, como a alça da xícara, ou o ponto médio de um lápis. ¨O robô colhe algumas imagens, raciocina em torno do aspecto 3-D do objeto e, baseado na computação dos lugares, pega e segura o objeto¨, diz Ng. Em testes, o braço robótico pega objetos similares àqueles para os quais ele foi treinado assim como objetos não familiares, incluindo chaves, chaves de fenda e canos.

Novas garras

Se seu robô está tendo problemas para pegar certas coisas, usando dedos cobertos de borracha ou outro material comum nos efetuadores, talvez você considere a possibilidade de ter suas garras dotadas de agulhas afiadas. Assumindo que você não vai manipular *hamsters*, a operação pode ser conseguida com as garras com agulhas GRN da SAS Automation (**www.sasgripper.com**). Essa empresa recentemente atualizou o produto para incorporar agulhas de titânio em lugar das anteriores que eram de aço, oferecendo assim uma maior durabilidade e menores custos de substituição. As agulhas se estendem de 3 a 5 mm do corpo da garra e são ativadas pneumaticamente. As garras são compatíveis com a ferramenta SAS *end-of-arm* (EOAT) e vêm tanto nos tamanhos de 14 quanto 20 mm. Dentre as aplicações comuns está a fabricação de pavios, manipulação de enchimentos na indústria automotiva, e manipulação de esponjas porosas.

SAS Automation/Divulgação


As garras GRN agora tem agulhas de titânio

Helicóptero não-tripulado decola



Boeing/Divulgação

O Demonstraor ULB da Boeing é o primeiro veículo desse tipo

No ano passado, a Boeing Co. (**www.boeing.com**) voou com o que denominou A/MH-6X, um helicóptero leve a turbina, pela primeira vez. Sob desenvolvimento desde 2004, ele é atualmente uma aeronave híbrida (tripulada/não tripulada) que combina as habilidades do A/MH-6M *Mission Enhanced Little Bird* (MELB) com a tecnologia de veículos não tripulados do *Demonstrator Little Bird* (ULB).

O segundo consiste num helicótero civil modificado MD 530F que pode ser obtido da MD Helicopters, Inc (**www.mdhelicopters.com**). Assim, o *Demonstrator* voou por aproximadamente 500 horas. No último teste, o A/MH-6X voou durante 14 minutos como uma aeronave pilotada, mas os testes futuros vão envolver tanto operações tripuladas como não tripuladas. A performance da aeronave será similar ao do *Demonstrator*, mas com uma capacidade de carga adicional de 1000 lb que pode ser usada para aumentar o alcance, resistência ou hardware da missão. O interessante é que o hardware desenvolvido nesse projeto assim como a parafernália que o acompoanha, segundo a Boeing, pode ser adaptado a qualquer helicóptero.

Jogo da cadeira

Como muitas coisas que encontramos na vida, a Cadeira Robótica, uma criação do Prof. Raffaello D´Andrea da Cornell University (**www.cornell.edu**) e do artista Max Dean, aparentemente não tem valor útil. E, como muitas pessoas que encontramos na vida, seu ¨cérebro¨ está localizado no assento...

Mas nem tudo precisa ter uma finalidade mundana, e a cadeira foi realizada em nome da arte, tendo apenas uma função: desmontar e montar-se sozinha. A operação da cadeira involve 14 motores, 2 caixas de redução e diversos outras partes mecânicas, além de um computador que usa algoritmos especiais para mostrar à cadeira como encontrar as partes que faltam e remontar-se.

Partindo para o lado filosófico, Dean nota que sua operação é ¨alguma coisa como as nossas próprias vidas. Nós nos desmontamos e depois nos recompomos¨. Talvez não tenha valor útil, mas pode ter um valor de divertimento se você colocar um par delas na mesa de jantar e convidar os parentes para sentar-se. De qualquer forma, a cadeira será exibida em shows de arte e museus em todo o mundo, e eventualmente vendida a algum colecionador.







Cornell University/Raffaello D'Andrea/Divulgação

Cadeira robótica em diferentes etapas de colapso e recuperação da forma

Lembrando ainda que a quarta cerimônia anual do Hall da Fama dos Robôs, da Carnegie Mellon, está agendada para este verão (inverno aqui no Brasil) em Pithtsburgh (data a ser anunciada). Todos estão convidados a eleger o seu robô favorito em **www.robothalloffame.org/nominate.php**. Apenas um voto é permitido por computador, e ganhadores anteriores não são elegíveis.

ISEF 2006

Conheça mais alguns trabalhos apresentados no ISEF 2006 (Feira Internacional de Ciências e Engenharia)

Egidio Trambaiolli Neto
Lucas Remoaldo Trambaiolli

Qualidade sanitária da água

Outro projeto brasileiro contemplado foi o da "Manutenção da qualidade sanitária da água através da liberação controlada de hipoclorito de sódio para comunidades de baixa renda" de Luciana Maria Arcanjo Frota, Mariana Tomaz da Cunha e Larissa Pinto de Lima, do colégio Christus de Fortaleza, Ceará.

Um dos grandes problemas regionais da população que vive no semi-árido cearense é a falta de água, por isso, muitas cisternas têm sido construídas para coletar as águas provenientes das chuvas, contudo, a garantia da potabilidade dessa água se faz necessária, o que torna um problema constante.

Pensando nesse agravante, as alunas do colégio Christus criaram um hidrogel biopolimérico a partir da goma de cajueiro e quitosana que é capaz de liberar o hipoclorito de sódio (água sanitária) gradativamente, fazendo com que o efeito da potabilidade se prolongue por mais tempo.

A iniciativa se faz necessária porque a população muitas vezes desconhece dosagens, períodos de validade e normas para a manutenção da qualidade da água. E o que é melhor, usando uma tecnologia e um produto nacional.

Smart Track II

Da Malásia temos o projeto Smart Track II do jovem Mohd Irwan Sharifuddin Mohd Aseri, do Royal Millitary College de Kuala Lumpur, que foi desenvolvido com objetivo de garantir o nivelamento adequado do piso em construções.

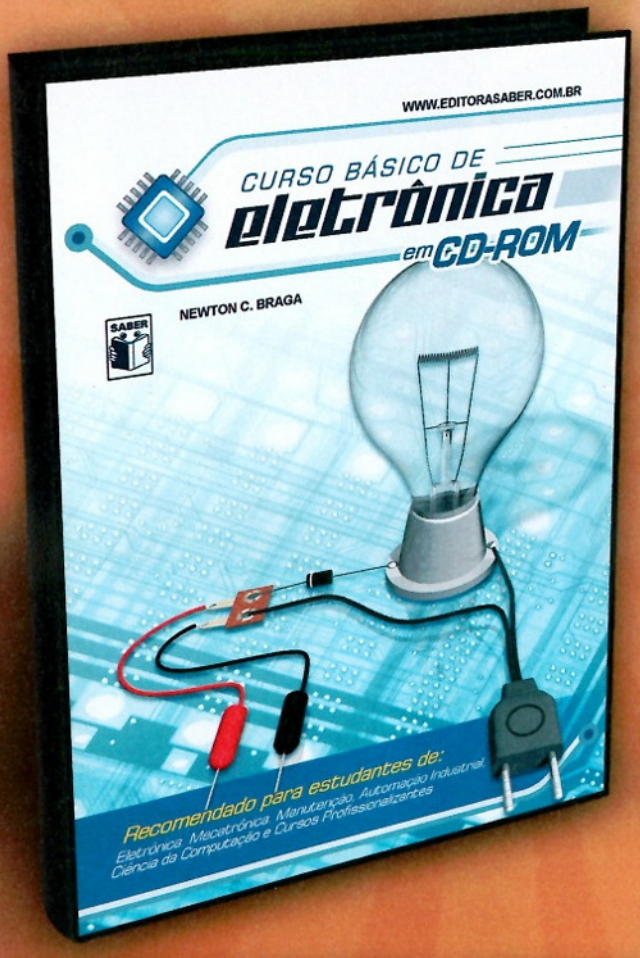
Muitas vezes compramos mobílias para casa e ficamos decepcionados com o resultado, mesas claudicantes, estantes que encostam na parte de baixo da parede mas ficam distantes alguns centímetros na parte de cima, sem falar em alguns calombos que podem ser percebidos por baixo dos tapetes. Mesmo aparentando serem regulares e planos, muitas vezes os desníveis não são percebidos, e o resultado é uma casa com piso irregular e *design* decorativo ruim.

Atento a esse problema o jovem malaio criou o Smart Track, que já está na versão II. No tempo em que pesquisou, desenvolveu e aperfeiçoou seu projeto com um dispositivo capaz de fazer varredura na superfície, detectar irregularidades e apresentar os pontos críticos bem como o percentual de diferenciação. Enquanto mapeia o local e identifica pontos com irregularidades, o Smart Track II emite sinais sonoros que se intensificam de acordo com o problema. Não obstante, o equipamento é dotado de baterias recarregáveis de 9 V e controle-remoto sem fio. Outra vantagem é que o Smart Track II é bem compacto.



ISEF/Divulgação

CHEGOU a sua chance de aprender ou rever os conceitos de eletrônica da maneira que você nunca viu



Curso Básico de Eletrônica em CD-ROM

material totalmente atualizado com mais de **1000** imagens, entre desenhos técnicos, representações de componentes e animações tridimensionais.

Recomendado para estudantes e profissionais de:
Eletrônica, Mecatrônica, Manutenção, Automação Industrial, Ciência da Computação e Cursos Profissionalizantes


Esquemas tridimensionais


Testes de conhecimento


Sistema de busca

Compre agora pelo site:

www.sabermarketing.com.br

SABER MARKETING — CRICKET DESIGN

Saber Marketing (11) 6195-5330

Para maiores informações, favor acessar o site : www.editorasaber.com.br/cursobasico

Ele esteve no Brasil!

Sérgio Viera



Quem foi até o Salão do Automóvel, em São Paulo, teve uma rara oportunidade de ficar frente a frente com a última palavra em tecnologia robótica: o Asimo. Este simpático robô, apresentado pela primeira vez no Brasil, é o resultado de 18 anos de estudos de robótica dos laboratórios da Honda no Japão.

Mesmo entendendo boa parte da mecânica e eletrônica de funcionamento de máquinas robóticas, ainda assim é impressionante ver o Asimo andar para frente, para trás, de lado, chutar uma bola e mover braços e cabeça. Visitantes do Salão do Automóvel acompanharam por um telão a forma como o Asimo captura imagens e faz enquadramento de rostos de pessoas e objetos.

Quando se está a centímetros de distância do robô mais evoluído do mundo, é difícil acreditar que por trás daquele uniforme branco existem motores, parafusos, correias e uma parafernália de fios de comunicação.

O movimento do Asimo é muito similar ao movimento humano. Quem ainda não teve a oportunidade de vê-lo pessoalmente ou em vídeo, esqueça aquele andar "robótico" tipo C-3PO do filme Guerra nas Estrelas. Existe uma coordenação de movimentos de cabeça, tronco e membros.

Em toda a apresentação no Salão do Automóvel, o Asimo chutou uma bola, apertou a mão do apresentador, subiu e desceu uma escada, ficou parado num pé só e até dançou. Os movimentos aconteciam a partir do comando de voz do apresentador. Para entreter as crianças, os organizadores das apresentações colocaram uma voz de criança no ambiente para dar a impressão que a mesma saía do robô.

Raio X do Asimo

Peso	52 kg
Altura	1200 mm
Velocidade	Atinge 1,6 km/h
Força das mãos	0,5 kg/mão
Sensor de pés	Sensor de área de 5 eixos
Sensor de torso	Sensores giroscópicos e de aceleração
Alimentação bateria	Bateria-MH de 38,4 V/10 Ah
Autonomia	30 minutos
Graus de liberdade	26
Nº de servomotores	26

Asimo em inglês significa *Advanced Step in Innovative Mobility*, ou Desenvolvimento Avançado em Inovações para Mobilidade. Através desse robô, além de fazer um bom marketing da companhia, a Honda obtém conhecimentos para melhorar a performance de seus carros, barcos, motos e aviões.

Quem quiser saber um pouco mais sobre este incrível robô pode acessar o *site* **www.asimo.com.br** que traz brincadeiras, seções de fotos de pessoas que passaram pelo estande da Honda, álbum de figurinhas e história da robótica. Também há explicações básicas sobre os 11 pontos diferentes do Asimo: cotovelo, pernas e pés, joelho, altura, olhos, pescoço, centro do corpo, mochila onde guarda o computador e material do corpo.

Dados técnicos

Um sensor de força de seis linhas em cada pé contribui para o Asimo descer e subir escadas. Cada passo no degrau da escada acontece após uma combinação de cálculos entre os dados do giroscópio e o acelerômetro, ambos instalados no torso. Algoritmos matemáticos do controlador garantem a adaptação do Asimo na tarefa de subir e descer escadas.

O Asimo obedece a comandos dados em inglês (pré-gravados na memória do controlador). Segundo a Honda, o número de comandos que podem ser armazenados na memória é ilimitado. A performance dele aumenta se obedecer a voz de apenas uma pessoa.

Na memória do controlador também são armazenados o traçado dos rostos de pessoas. Quando encontra com essas pessoas ele aguarda o tipo de cumprimento que estas irão realizar (aperto e aceno de mão, ou polegar estendido, por exemplo). É por esse motivo que durante as apresentações pelo mundo o Asimo não pula do palco e sai cumprimentando todo mundo que vê pela frente.

A tecnologia que faz o Asimo imitar o "caminhar e correr" humano chama-se I-walk. Através dela, enquanto ele caminha vai armazenando em seu banco de dados o tempo de cada passada, assim ele reduz ou aumenta cada passo conforme a necessidade. I-walk permite que o Asimo mude o ângulo e giro dos pés.

É através do I-walk que o Asimo faz movimentos muito suaves e naturais. Ela também permite que o controle do robô dê respostas rápidas a movimentos repentinos. Com a I-walk, o Asimo pode andar em superfícies irregulares e inclinadas em até 30 graus.

Em toda a estrutura, o Asimo possui 26 servomotores. Eles executam os movimentos dos 26 graus de liberdade, dos quais, um é dedicado à função de andar para direita e esquerda e descer ou levantar. Outro é utilizado para o movimento de pescoço e cada membro do corpo utiliza os demais 24 movimentos do conjunto total.



www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no site da revista um vídeo do Asimo feito no Salão do Automóvel.

Senai traz o Natal do futuro para SP



Sérgio Vieira

Quem passou pela Avenida Paulista (principal centro financeiro do país) durante o mês de dezembro teve a oportunidade de ver um Papai Noel feito de ferros e fios descendo e subindo por uma chaminé. Até aí, tudo bem e sem novidades, afinal de contas, Papai Noel que se preze precisa fazer esse tipo de serviço no Natal.

Mas este Papai Noel chamava a atenção de quem passava pela avenida porque realiza esse "sobe e desce" totalmente sozinho. O "Papai Noel Robô" era apenas um dos 20 trabalhos elaborados por alunos de várias unidades do Senai do Estado de São Paulo. Todos os trabalhos tiveram como tema: "No espírito de Natal, o olhar da tecnologia".

Assim, alunos tentaram unir os ícones do Natal com os seus conhecimentos adquiridos em sala de aula. De Campinas apareceu um aparelho que faz girar uma barra de LEDs, esta por sua vez faz uma varredura sincronizada e divulga textos e imagens pré-programadas no controlador. Na verdade, os LEDs estão piscando de forma alternada e a persistência usual da retina faz com que nós "enxerguemos" palavras e desenhos.



O Senai da Vila Mariana (da cidade de São Paulo) apresentou um teclado musical cujas teclas são acionadas por atuadores pneumáticos a partir de qualquer arquivo "midi". Um software de controle monitora o ritmo da música e faz a sincronização com lâmpadas decorativas.

Já o Senai da Vila Leopoldina (também da cidade de São Paulo) montou uma árvore de Natal em acrílico. Um robô com cinco graus de liberdade faz a retirada e colocação de bolas desta árvore. O conjunto é composto ainda por um







Araraquara também apresentou um robô que toca músicas em tubos de metal.

Uma oficina de marcenaria junto com uma floresta e um presépio foram mostrados pela Unidade de Taubaté do Senai. Um robô faz a manipulação destes espaços junto com uma seqüência de iluminação e música. No trabalho há o envolvimento dos cursos de caldeiraria, marcenaria, CNC, desenho, informática, solda elétrica, robótica, entre outros.



A árvore de Natal ecologicamente correta foi apresentada pelo Senai de Taubaté. Construída com restos de metal e madeira, a árvore toca notas musicais a partir do sopro de ar em garrafas Pets. Todo o conjunto é controlado via computador. A unidade de Santo André representou o Natal com uma árvore construída com três engrenagens iluminadas por lâmpadas e LEDs.



A árvore acionada junto com peças de presépios foi a maneira encontrada pelos alunos de Cubatão para unir tecnologia e Natal. Um botão coloca a árvore em posição vertical que aciona outro pistão e, este, faz aparecer as peças de presépio construídas em aço carbono.

O pessoal de Jundiaí usou motores e componentes eletroeletrônicos para construir um presépio acionado por sensor de presença. Quando alguém aproxima-se da obra, o sistema é acionado e os três Reis Magos dirigem-se para perto de uma manjedoura. Após uma pausa em frente ao menino Jesus, os três movem-se para trás da montanha aguardando um novo acionamento do sistema.



Foi apresentado ainda um robô que faz a retirada e colocação de CD em um aparelho. A música começa a tocar e o robô e uma árvore de Natal como companheira de dança mexem-se freneticamente em várias direções.



dispositivo eletromecânico que toca músicas natalinas em um perfil de alumínio. A unidade Senai de

Www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no site da revista o vídeo de alguns trabalhos.





Gênios da TECNOLOGIA

Alunos de diversos cantos do mundo ensinam na 21ª Mostratec como aliar tecnologia e criatividade para desenvolver soluções práticas à vida das pessoas

"A tecnologia só tem sentido se beneficiar o homem".

A frase idealizada pelo estudante Roberto André Pressi resume o espírito da 21ª Mostratec – Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia, realizada entre 7 e 10 de novembro pela Fundação Liberato, em Novo Hamburgo (RS). Dentre os 200 projetos apresentados, grande parte apresentava soluções práticas para o cotidiano das pessoas. Turquia, Cazaquistão, Namíbia, Romênia e EUA, além do Brasil, foram alguns dos países presentes na mostra.

Foram divulgados projetos em diversas áreas do conhecimento como Medicina, Eletrônica, Mecânica, Segurança do Trabalho, Ciências Sociais, entre outras, com temas que sempre partem da investigação de problemas recorrentes. Depois de encontrar um foco, a criatividade fica à solta e os alunos são auxiliados pelos professores-orientadores a encontrar soluções viáveis para resolver a questão.

Em 2006, a Fundação Liberato contou com o patrocínio de diversas empresas, entre elas a Petrobras, que investiu em uma estrutura melhor para a feira. Nos anos anteriores, a exposição dos trabalhos acontecia na área do Módulo Desportivo. Nesta edição, os cerca de 500 jovens cientistas puderam contar com uma tenda climatizada de dois mil metros quadrados. "Esta parceria foi histórica para a Mostratec", comemora João Batista Flesch, presidente da feira.

Segundo Flesch, o patrocínio da Petrobras não só ajudou com a estrutura da feira, como auxiliou na divulgação do evento em todo o Brasil e, com isso, mais estados brasileiros participaram. No total, foram 11, número superior ao de 2005. "Temos todas as condições para firmar esta parceria novamente no ano que vem", acredita Maria Inês Utzig Zulke, diretora executiva da Fundação Liberato.

CRIATIVIDADE E INOVAÇÃO

Os dois adjetivos acima marcaram presença nos projetos apresentados na 21ª Mostratec. De soluções para auxiliar deficientes visuais a equipamentos para indústrias, são muitos os projetos que merecem destaque. Para incentivar as pesquisas, a Fundação Liberato realiza, em todas as edições da mostra, a premiação dos trabalhos em cada área do conhecimento.

Além dessa premiação, diversas empresas e universidades oferecem prêmios aos destaques da feira. O projeto SOAG – Sistema de otimização do uso de aquecedores a gás, por exemplo, foi o vencedor do prêmio "Talentos Inovadores Feevale em Tecnologia", que ofereceu ao grupo de alunos uma bolsa de estudos, em qualquer curso superior da universidade. A instituição apóia a Mostratec desde 1999.

Entre os resultados mais esperados estavam o Prêmio Copesul de Tecnologia e o Prêmio Intel de Tecnologia que, juntos, deram a oportunidade a 10 projetos para participar da Intel ISEF 2007 (Feira Internacional de Ciência e Engenharia), realizada nos Estados Unidos. Estágios em empresas e credenciamento para outras feiras de tecnologia no Brasil e no mundo também foram concedidos. "Este ano os prêmios totalizaram 500 mil reais", destaca o presidente da feira.



NOVAS TECNOLOGIAS E MERCADO DE TRABALHO

Em paralelo à 21ª Mostratec, foi realizado o 13º SIET – Seminário de Educação Tecnológica, onde os alunos conheceram perspectivas das novas tecnologias para os próximos anos e participaram de palestras sobre mercado de trabalho, além de salas temáticas com oficinas ministradas por professores de diversas instituições, inclusive do exterior. "Com essas atividades os alunos adquirem melhores condições para se inserir no mercado de trabalho", acredita Maria Inês.

Destaques da MOSTRATEC 2006



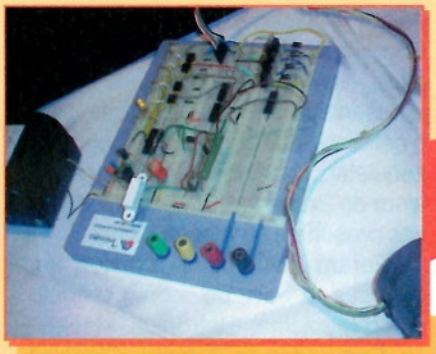
ANTICHAMAS INTELIGENTE

Dotado de sensor e sirene de alerta, a qualquer sinal de fumaça o equipamento corta a passagem de gás e energia elétrica da casa para evitar explosões e aciona um sistema de iluminação de emergência. O sensor detecta a presença de fumaça através da medição de oxigênio e hidrogênio existentes no ar e utiliza um circuito eletrônico com o CI 555, que determina a duração do alerta de emergência. Segundo o estudante Marco Aurélio Kolcheski, o mercado não possui nenhuma solução como esta. "Não há nenhum sistema antichamas específico para residências", explica. O custo estimado do equipamento é de R$ 500 - 25% do valor da versão anterior do projeto apresentado na última edição da Mostratec.



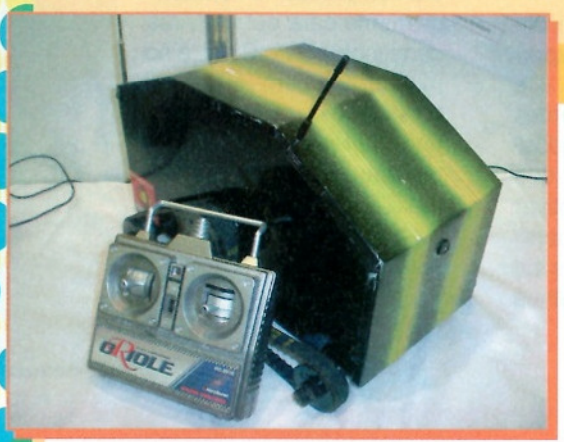
COMPACTADOR DE GARRAFAS PET

Preocupado em colaborar para que mais pessoas ajudem a preservar o meio-ambiente, o estudante Rodrigo Gonzalez desenvolveu um compactador de garrafas de refrigerante de até três litros, para uso doméstico. O equipamento, que se comercializado deverá custar o mesmo que um eletrodoméstico, possui botão liga/desliga e é acionado por um motor Weg. "Com as garrafas compactadas é possível transportar até 60 unidades dentro de um carro", conta Gonzalez.



SISMAC – SISTEMA DE AUTOMAÇÃO PARA MÁQUINAS DE COSTURA

Alunos da própria Fundação Liberato criaram um sistema bastante específico para confecções que utilizam máquinas de costura reta. "Quando a costureira tira o pé do pedal, a agulha sobe, o que atrasa seu trabalho", explica Felipe Ferreira. Dados levantados pelos alunos apontam que cerca de 2.600 horas são perdidas pelas constureiras ao arrumar a posição da agulha, considerando uma confecção com 15 máquinas. O produto desenvolvido possui um sensor magnético no pedal, outro na polia e um ímã como ponto de referência, que resolvem o problema. "Nosso sistema custa no máximo R$ 300. Para comprar uma máquina com um sistema como este, o consumidor pode pagar até R$ 14 mil", afirma Diego Perin.



ROBÔ JOAQUIM

Totalmente fabricado com sucata, o robô foi uma invenção dos alunos Mateus Rodrigues e Fernando Gallas da Sociedade Educativa Três de Maio, da cidade de mesmo nome (RS). Entre os materiais utilizados estão gabinetes de CPU, motores de limpador de pára-brisa, esteiras e engrenagens e placa de aeromodelo. Para funcionar, Joaquim utiliza também uma bateria de 12 V. De acordo com Mateus, a idéia do robô surgiu para dar mais segurança a uma rua de sua cidade que não possui iluminação. O robô capta imagens através de uma *webcam* e as envia a um terminal de segurança, o que pode facilitar o trabalho dos guardas. Segundo ele, o nome foi uma homenagem ao amigo imaginário de seu professor de Física, que o ajuda a ensinar os conceitos aos alunos. "É muito mais fácil aprender assim", conta.



SISTEMA ELETROMECÂNICO PARA SECAGEM DE GRÃOS

De acordo com os dados levantados na pesquisa de Magnus Schneider, no Alto Jacuí (RS), região agrícola, cerca de 2 a 4% da produção de soja é desperdiçada, pois durante a triagem de grãos, os que ainda estão verdes são descartados. A partir daí, Magnus desenvolveu um sistema eletromecânico que seca os grãos ainda verdes. O sistema possui um tubo com uma mola de ferro em seu interior que gira os grãos a 200 RPM, elevando-os até a extremidade e despejando-os em um rotor. Os grãos são, então, submetidos a uma temperatura de 85 ºC fornecida por um termostato. "Funcionando durante uma hora, a máquina seca 50 kg de vagem", garante o aluno. Segundo ele, o custo deste sistema de torramento é de 27 centavos/hora e três empresas se interessaram pelo projeto durante a 21ª Mostratec.



DSPIC KIT

Depois de procurar material de pesquisa em português para estudar o dsPIC, um microcontrolador fabricado pela Microchip, os estudantes Bruno Gasparotto e Leonardo Arnold criaram um *kit* didático que reúne um tutorial em português e uma placa de desenvolvimento com diversos periféricos como LCD gráfico, processamento de áudio, filtros digitais, reconhecimento de voz, entre outros. "O *kit* didático custa R$ 283, menos da metade do preço da Microchip", afirma Gasparotto.



EPA – ELEVADOR POPULAR ALTERNATIVO

A idéia deste projeto é oferecer a oportunidade aos cidadãos comuns de ter um elevador em sua casa, afinal dificilmente alguém instalaria um elevador-padrão em sua residência. No projeto uma cadeira é acoplada a um trilho no decorrer da escada, que leva a pessoa de um nível a outro da casa. O equipamento é controlado por um motor CC e opera a uma velocidade de 12 metros por segundo. "Nesta velocidade a cadeira não dá tranco", conta Roberto André Pressi, um dos estudantes.



SOAG – SISTEMA DE OTIMIZAÇÃO DO USO DE AQUECEDORES A GÁS

Preocupados com o desperdício de água fria, devido à demora no aquecimento da água em chuveiros que utilizam aquecedores a gás, os estudantes Cleiton Spaniol e Fernando Cantarelli, criaram um sistema composto de duas válvulas solenóides de duas vias que redirecionam a água que seria desperdiçada de volta para a caixa d'água. Quando ela atinge a temperatura ideal, a outra válvula permite que ela flua para o chuveiro novamente.



LINHA DE MONTAGEM ROBOTIZADA

Outro projeto que leva sucatas durante sua construção, o protótipo desta linha de montagem robotizada recolhe peças em quatro diferentes terminais. Sensores de mouse, *drives* de CD e motores de impressora foram alguns dos materiais utilizados para fazer a automação, que possui ainda um software de supervisão criado também pelos alunos. "Não tivemos nenhum custo com este projeto, todos os materiais utilizados foram reaproveitados", ressalta Jussan da Silva Bahia.

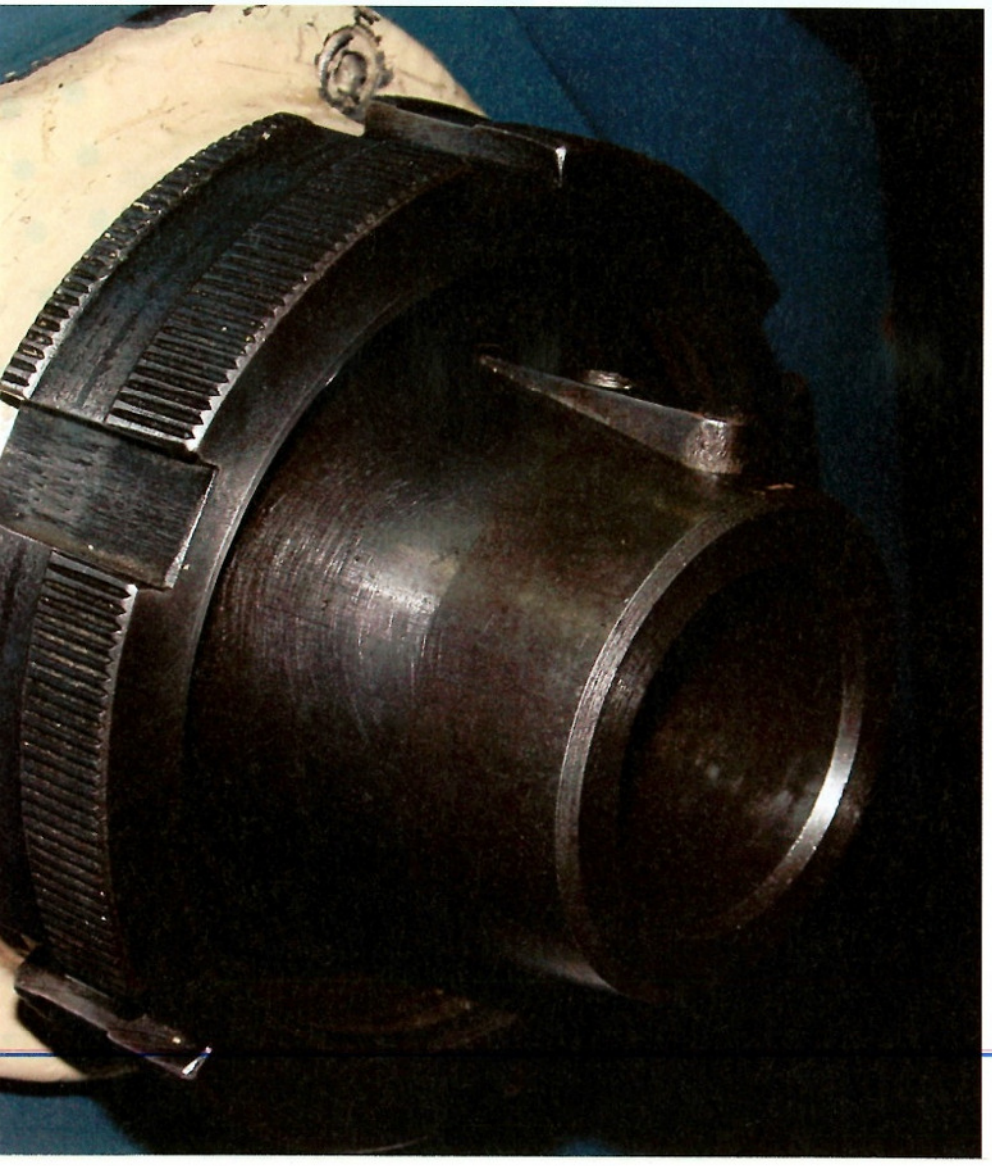
SAIBA MAIS

Regulamento e classificação dos projetos
www.liberato.com.br

Chavetas

O que são chavetas? Onde são aplicadas? E eixos ranhurados? Qual tipo de elemento de fixação devemos utilizar quando pretendemos ter uma montagem semipermanente ou permanente? Conhecer os tipos de elementos de fixação e as suas aplicações simplificam a seleção e a especificação no projeto.

Luiz Alberto Cunha



A globalização e o livre comércio internacional permitem que as empresas busquem não somente no mercado local, mas também em outros países o equipamento que melhor atenda quanto a: preço, capacidade de produção, facilidade de operação, repetibilidade e reprodutibilidade (capacidade de um equipamento de executar operações repetitivas, mantendo as mesmas características dimensionais), simplicidade de manutenção, gama de acessórios disponíveis (quando aplicável), etc.

Um equipamento possui uma série de elementos e mecanismos que através de junções ou engates realizam trabalho. São motores que acoplados a engrenagens, polias ou eixos transmitem movimento que, por sua vez, se transformam em operações como furar, rosquear, prensar, etc.

A padronização criada pelos Institutos internacionais, como SAE, DIN, JIS, ABNT e outros, permite que haja intercambiabilidade entre os componentes, bastando que na construção sejam respeitadas as normas específicas. Daí a importância de utilizar sempre elementos padronizados em cada projeto.

Vamos analisar o elemento que melhor se aplica no acoplamento de eixos, polias e engrenagens.

CHAVETAS

As chavetas são confeccionadas, normalmente, em aço carbono SAE 1045, aço inox ANSI 304, 316, 420 e tratadas ou não termicamente. São utilizadas para criar vínculo entre engrenagens, polias ou volantes ao eixo.

É efetuado um entalhe no eixo no sentido longitudinal e outro na peça que deverá a ele ser acoplada. Os rasgos são alinhados e entre eles é colocada a chaveta que os mantém firmemente unidos, impedindo o deslizamento.

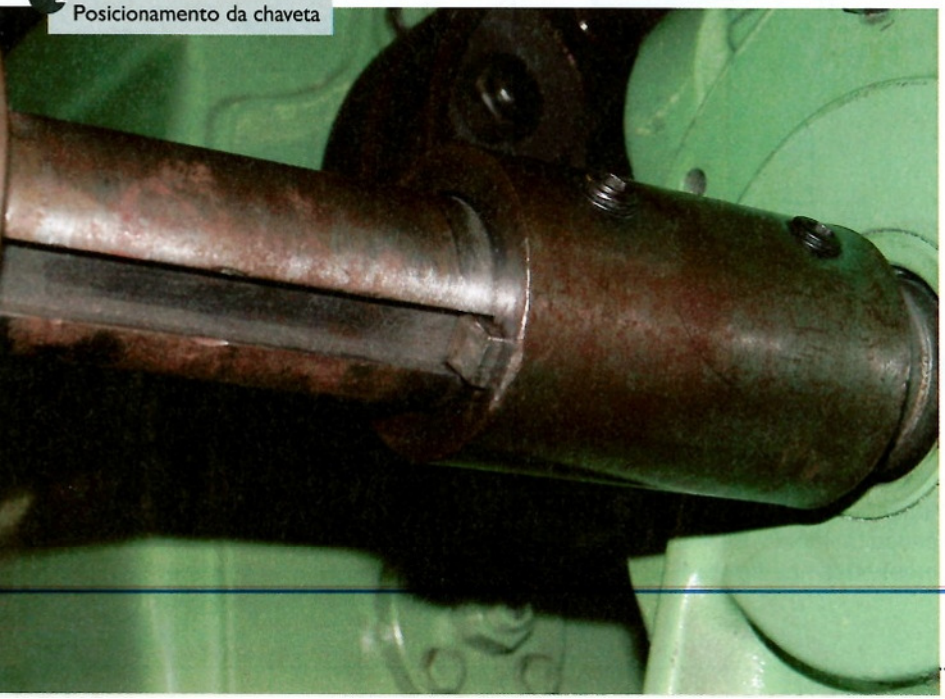
Podem apresentar ou não ressalto (cabeça) e apresentam facilidade para montagem e desmontagem (**figura 1**).

As chavetas classificam-se quanto ao formato construtivo em: chavetas paralelas, chavetas de cunha, chavetas meia-lua (*woodruff*).

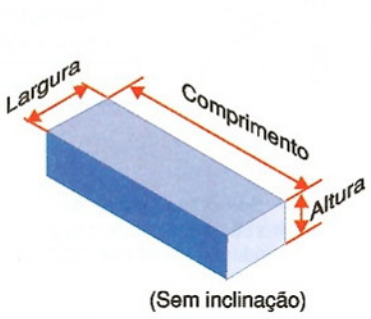
Chavetas paralelas (DIN 269)

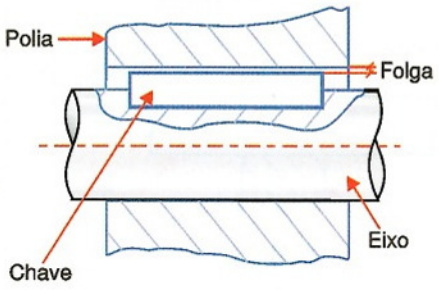
Não possuem inclinação. Suas faces são paralelas e devem ser perfeitamente ajustadas às laterais do rasgo da chaveta para, desta forma, permitir transmissão de movimento. Apresenta uma pequena folga entre a face superior da chaveta e o fundo do rasgo do elemento acoplado ao eixo (**figura 2**).

As chavetas paralelas não possuem ressaltos de trava (cabeça) e seus extremos podem ser retos ou arredondados (**figura 3**).

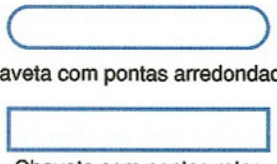


1 Posicionamento da chaveta

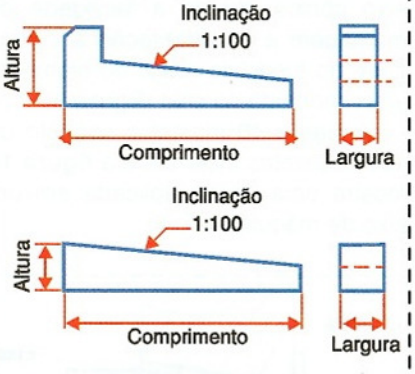




2 Chaveta paralela



3 Tipos de chavetas paralelas

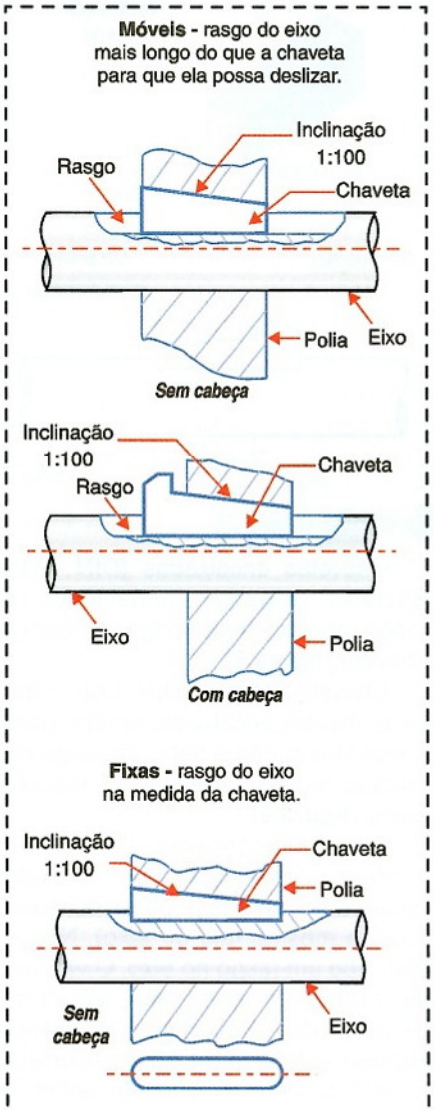


4 Chaveta de cunha

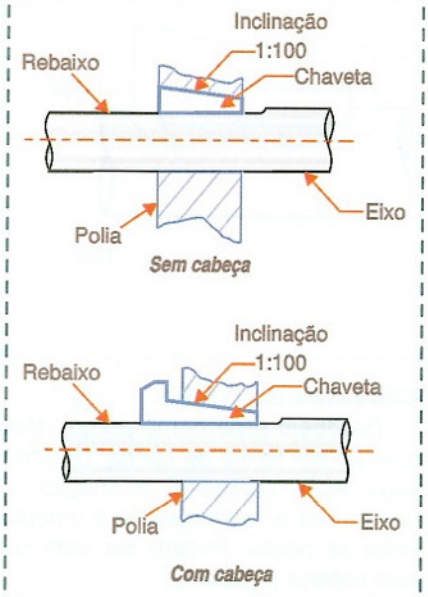
Chavetas de cunha

Recebem esse nome porque têm o corpo em forma de cunha. Uma de suas faces apresenta inclinação, o que facilita a montagem e o vínculo entre as peças. Podem ser com ou sem cabeça (**figura 4**).

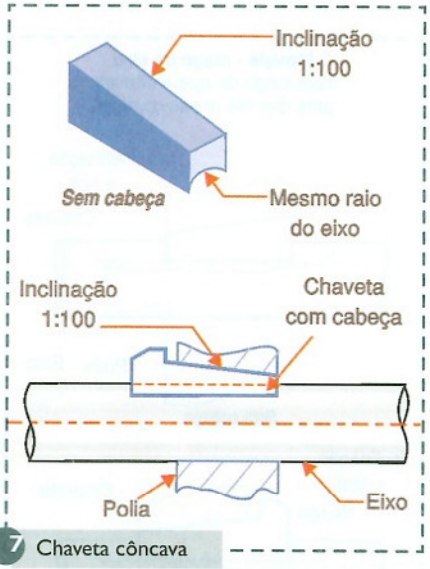
Os principais tipos de chavetas de cunha são:



5 Chaveta encaixada



6 Chaveta plana

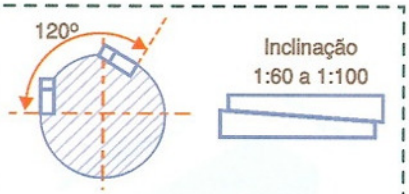


7 Chaveta côncava

Chavetas encaixadas (DIN 141): Bastante utilizadas, apresentam o rasgo do eixo mais longo do que a chaveta (**figura 5**).

Chavetas planas (DIN 142): similar à chaveta encaixada, porém, para a montagem não é feito um rasgo de encaixe no eixo, mas sim um rebaixo plano (**figura 6**).

Chavetas côncavas (DIN 143): também conhecida por chaveta meia-cana, tem sua base côncava (com o mesmo raio do eixo). Não é efetuado um rasgo no eixo. O vínculo se estabelece por efeito de atrito. Deste modo, se o esforço de arraste superar a tensão de atrito, ocorrerá o deslizamento da chaveta sobre o eixo (**figura 7**).



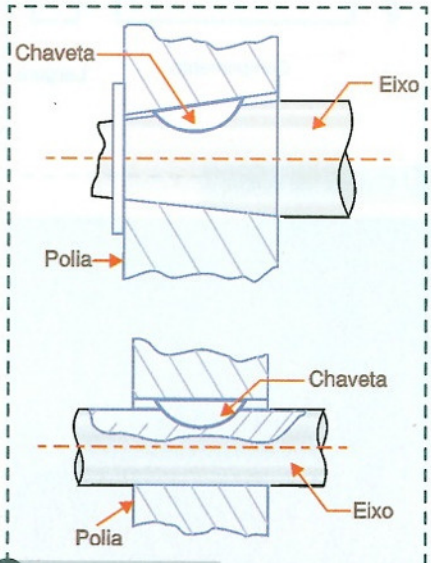
8 Chaveta tangencial

Chavetas tangenciais (DIN 268): apresentam um par de rasgos posicionados a 120° e é utilizado um par de chavetas em cada rasgo. Suportam alterações de carga ou golpes e transmitem grandes torques (**figura 8**).

Chavetas meia-lua (DIN 302 e 122)

A chaveta meia-lua tem o corpo em forma de um segmento circular e é normalmente empregada em um eixo cônico, devido a facilidade de montagem e de adaptação a conicidade do fundo do rasgo do elemento a ser montado no eixo (**figura 9**).

A **figura 10** mostra o aspecto de duas chavetas meia-lua e a **figura 11** mostra uma sendo aplicada em um eixo de máquina.



9 Chaveta meia-lua

Tolerâncias

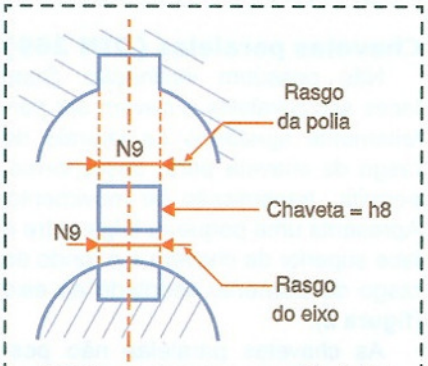
As tolerâncias dos rasgos e das chavetas devem ser definidas em função da aplicação, porém para uma consulta rápida as mais usuais são mostradas nas **figuras 12** a **14**.



10 Aspecto de duas chavetas meia-lua

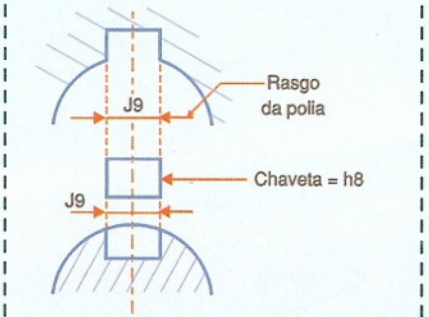


11 Chaveta meia-lua sendo aplicada em um eixo de máquina



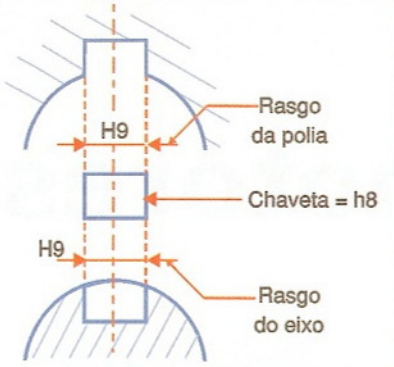
h8 N9 - montagem com auxílio de forte pressão. Permite desmontagem sem deterioração das peças.

12 Ajuste forçado duro



h8 J9 - montagem com auxílio de leve pressão (martelo leve, por exemplo).Utilizado para desmontagens freqüentes.

13 Ajuste aderente forçado leve



h8 H9 - montagem a mão, porém com esforço. Utilizados para desmontagens freqüentes, lubrificados são deslocáveis a mão.

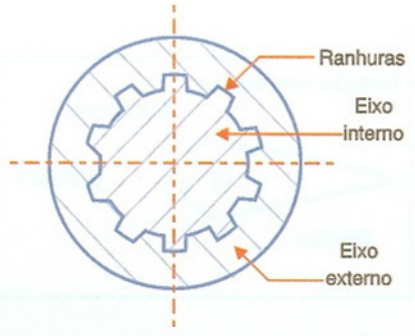
Observação: Letra minúscula designa eixo por exemplo: h8 = chaveta) Letra malúscula designa furo por exemplo: h9 = rasgo)

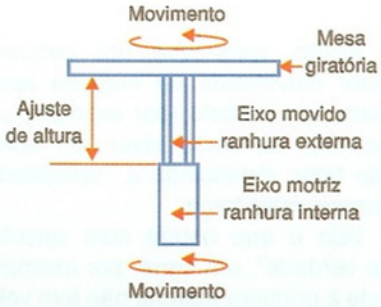
14 Ajuste deslizante justo

EIXOS RANHURADOS

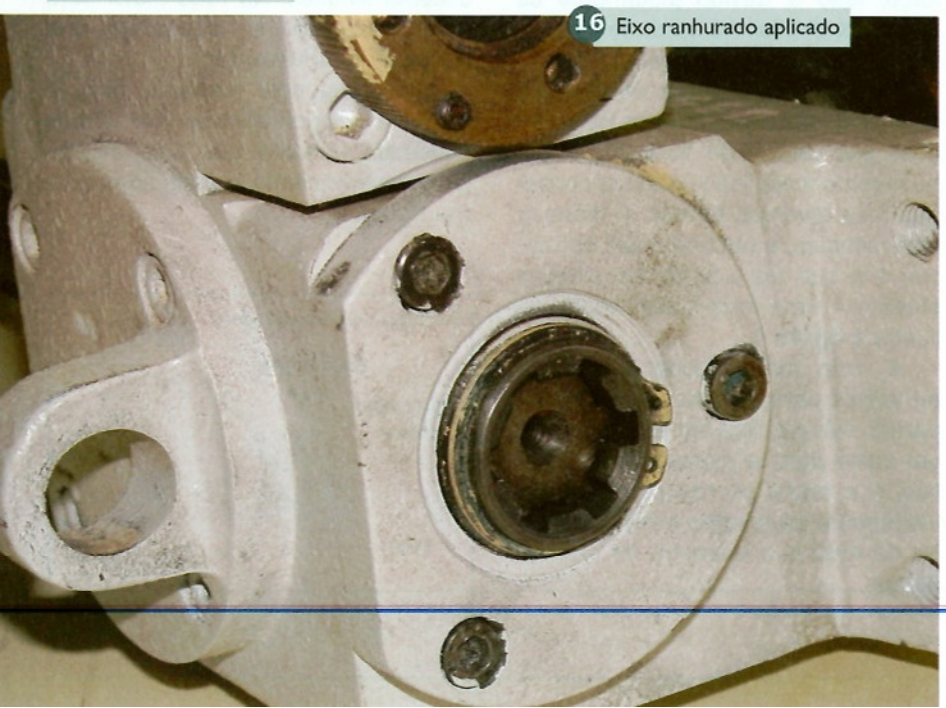
A transmissão de movimento pode ser efetuada também com a utilização de eixos ranhurados ou entalhados, o que consiste na utilização de dois eixos que se fixam entre si. Efetuam-se vários entalhes nos dois, com pequena folga de maneira a permitir a sobreposição de um contra o outro, causando um perfeito acoplamento.

É utilizada, por exemplo, para transmitir movimento de rotação a uma mesa que possua ajuste de altura. Ao utilizar uma folga conveniente, um eixo deslizará sobre o outro permitindo o ajuste da altura e promovendo a transmissão de movimento (**figuras 15** e **16**).



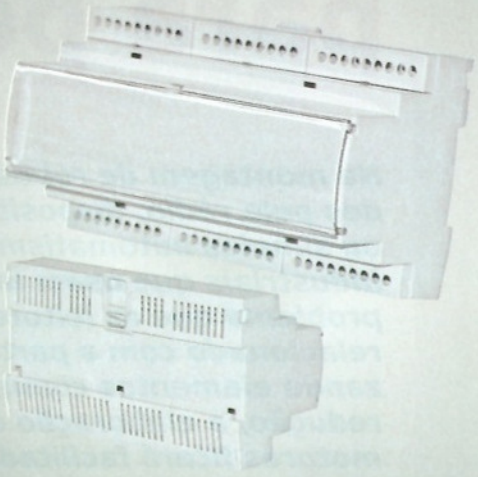


15 Eixos ranhurados



16 Eixo ranhurado aplicado

Coloque seus Projetos em CAIXAS e GABINETES de Qualidade





LANÇAMENTOS

Solução rápida e eficaz na escolha do gabinete ideal

* FOTOS SEM ESCALA

Procure nas melhores lojas

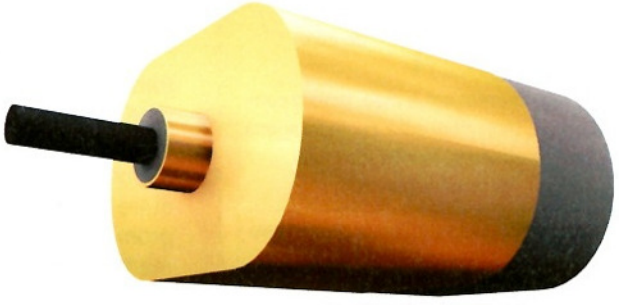
caixas para fontes e filtros de linha • caixas com tampa e abas de fixação • caixas para sensores e iluminação • caixas e acessórios norma din • caixas para sirenes e alarmes • caixas para coletor de dados • caixas para estabilizadores • caixas para sinalizadores • caixas com painel e alça • luminárias para barco • automação de portões • caixas para controles • caixas para reatores • caixas para elétrica • caixas para racks • módulo bcd • telefonia

www.patola.com.br
Fone: (11) 2193-7500

PATOLA
Tudo em caixa com qualidade e precisão

Redutores
para pequenos motores

Na montagem de robôs, modelos controlados pelo rádio, dispositivos mecatrônicos, ou simples automatismos residenciais e industriais que usam motores, o principal problema que os leitores encontram está relacionado com a parte mecânica. Utilizando elementos comuns ou módulos de redução, a elaboração de projetos com motores ficará facilitada, mas para isso é preciso conhecer alguns fatores que explicaremos nesse artigo.



Newton C. Braga



Os pequenos motores de corrente contínua, alimentados por pilhas ou bateria, apresentam um inconveniente – possuem rotação elevada demais para a maioria das aplicações, e nestas rotações seu torque não é grande. Não devemos acoplar diretamente nos eixos dos motores rodas propulsoras e outros dispositivos para movimentar os modelos que queremos.

A única possibilidade que ainda existe para esse acoplamento direto é no caso de barcos e aviões, onde a hélice realmente deve movimentar-se em regime de alta rotação e tanto a resistência do ar como da água não exigem um torque elevado.

Para a movimentação de modelos em terra ou estáticos como robôs, carros, mecanismos de um guindaste, ou mesmo de abertura de portas ou acionamento de mecanismos, temos que utilizar recursos adicionais.

A força que podemos obter de um pequeno motor depende tanto da sua potência quanto da redução de sua velocidade através de mecanismos. Se dividirmos a velocidade por 10, teremos um aumento da força de igual proporção.

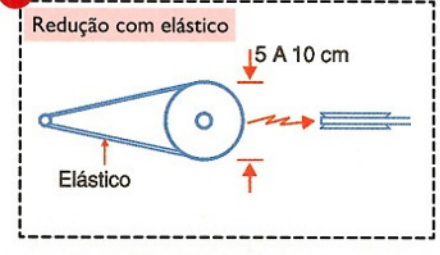
Assim, para que um pequeno motor movimente de maneira apropriada um modelo (por exemplo, um carrinho) devemos levar em conta este fator: diminuindo a velocidade, teremos mais força.

Veja o que ocorre com veículos "de verdade", um carro, por exemplo, onde a primeira marcha não tem velocidade, mas sim força! Na quarta marcha temos velocidade, mas não força. Isso é devido justamente às reduções obtidas na caixa de mudanças através de engrenagens.

Para a movimentação de modelos ou mecanismos precisamos de reduções que variam de 10 a 200 vezes ou mesmo mais. Isso pode ser conseguido de diversas formas. A maneira mais simples, e também mais acessível, é a que faz uso de um simples elástico e uma roda maior, conforme ilustra a **figura 1**.

A roda maior (pode ser obtida de velhos equipamentos que tenham partes móveis, fora de uso) deve ter um sulco para a passagem do elástico, e a razão de redução depende justamente da relação entre o diâmetro da roda e o diâmetro do eixo do motor.

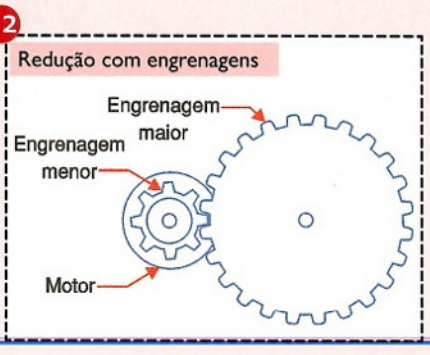
1



É possível conseguir reduções na faixa de 20 a 200 vezes com este sistema simples. Na roda maior será então acoplado o dispositivo que desejamos movimentar.

Uma segunda maneira, que já exige a disponibilidade de peças especiais, consiste em uma montagem mais eficiente e mais compacta (na **figura 2**).

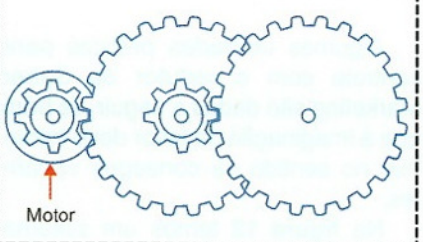
2



São empregadas engrenagens que tanto podem ser de plástico (aproveitadas de brinquedos, por exemplo) quanto de metal. A razão da redução é calculada pelo número de dentes das engrenagens. Portanto, se a maior tiver 100 dentes e a menor 10, a redução será de 100 dividido por 10, ou seja, 10 vezes.

A vantagem deste sistema em relação ao elático é que não ocorre a "derrapagem", pois as engrenagens não escorregam. Se um par de engrenagens não for suficiente para obter à redução desejada, deve-se utilizar o sistema da **figura 3**.

3
Redução com três engrenagens

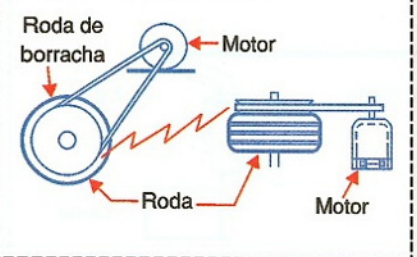


Neste caso, pode-se ir acoplando engrenagens sucessivamente, sendo esse sistema muito empregado nas chamadas caixas de redução, onde se exige muita redução e muita força. Cada redução multiplica a força e diminui a velocidade na mesma razão que o quociente dos dentes da engrenagem maior pela menor.

O acoplamento de um motor a uma roda propulsora é um outro problema que aflige muitos leitores que desejam fabricar seus modelos. Uma solução interessante e simples faz uso do elástico e duas rodas, observe a **figura 4**.

Uma roda menor é colada ou presa de modo firme a uma roda maior, de borracha, que é a propulsora. Na roda menor há um sulco por onde passa o elástico que vai ao pequeno motor.

4
Acoplamento de um motor

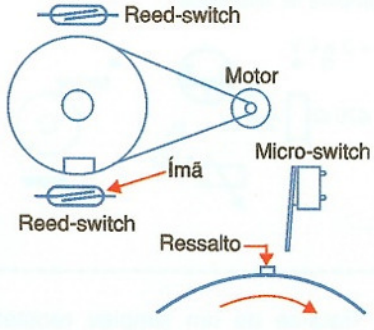


A roda menor pode ser feita com três folhas de plástico, CDs e outros materiais de fácil trabalho, sendo uma de menor diâmetro. Dessa forma, temos um "sanduíche" em que a menor, no meio, forma o sulco para a passagem do elástico.

Em certas aplicações, como o controle de direção, é preciso que o sistema tenha a possibilidade de reverter rapidamente sua direção e isso em posições bem definidas. O que pode ser conseguido tanto com a ajuda de "*microswitches*" como também de "*reed-switches*".

Os *reed-switches* são pequenos interruptores vedados com lâminas que podem ser acionados pelo campo magnético de um ímã. Desse modo, se prendermos um ímã no elemento que deve girar, a fixação dos *reed-switches* em pontos apropriados permitirá seu acionamento nas posições certas (**figura 5**).

5
Controle de direção

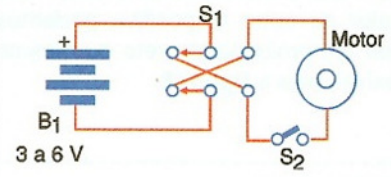


Nessas condições, o acionamento dos *reed-switches* pode ativar um relé de reversão da rotação do motor. O circuito para isso será dado mais adiante.

Já os *microswitches* são interruptores miniaturizados delicados, que seriam fixados perto do elemento móvel e acionados por um ressalto.

A reversão de um motor de corrente contínua é feita de maneira muito fácil: basta inverter a polaridade de sua alimentação. Um processo mecânico simples de fazer isso é através de uma chave de 2 pólos x 2 posições ou H, ligada conforme a indicação na **figura 6**.

6
Reversão do motor



Com a chave numa posição (S_1) temos a movimentação do motor em um sentido, e enquanto na outra ele inverte o sentido de rotação. A chave S_2 serve para ligar e desligar. Um redutor com um carretel e esse sistema podem resultar num projeto de um guindaste que sobe e desce mercadorias.

REDUTORES COMERCIAIS

É claro que a disponibilidade de um sistema redutor eficiente e compacto pronto facilitará a construção de qualquer modelo. Um desses redutores é o vendido pela Saber Marketing (**www.sabermarketing.com.br**) que pode servir de base para infinitos projetos mecatrônicos.

Essa caixa de redução, exibida na **figura 7**, usa um motor de 6 V e gira a 35 rpm sem carga. O torque é de 1,2 kgf.cm e a potência de 1,8 W.

7
Exemplo de caixa de redução

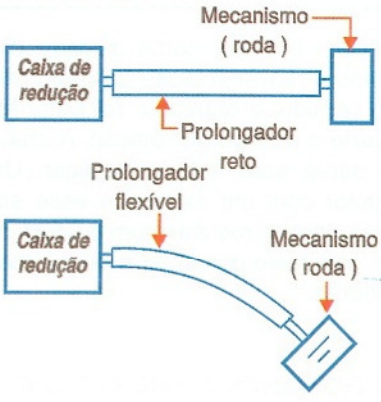


Na verdade, quando especificamos um motor de corrente contínua para 6 V, isso significa que ele girará com tensões entre 4 e 6 V e até um pouco mais normalmente, apenas apresentando alterações de velocidade e torque.

Esse redutor tem recursos que possibilitam sua fixação fácil, e o acesso ao eixo com velocidade redu-

zida pode ser feito de diversas maneiras. Para a transmissão a uma roda maior ou outro dispositivo podemos usar um prolongador, reto ou mesmo flexível, veja a **figura 8**.

8
Prolongadores



Um circuito prático para controle deste motor é visto na **figura 9**, o qual permite a mudança de sentido de rotação com um simples pulso de controle.

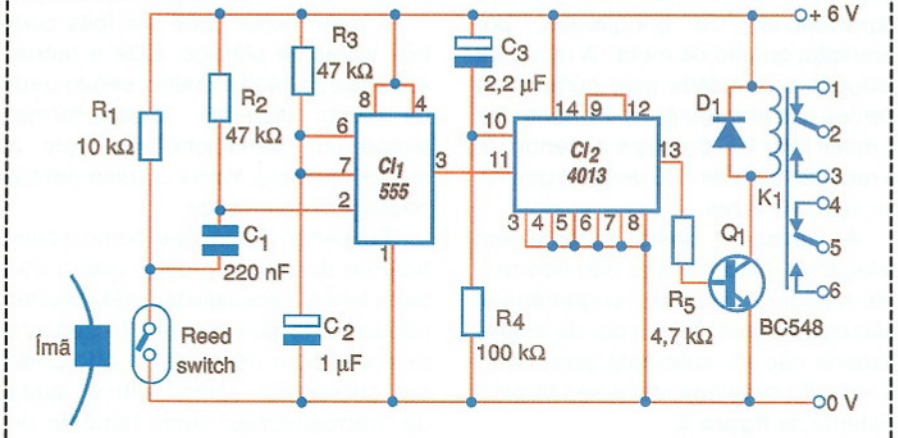
Quando o ímã passa perto do *reed-switch*, um pulso é gerado disparando o circuito integrado 555 que funciona como um *monoestável*. O pulso de saída do 555 é então levado a partir do pino 3 ao pino 11 de um *flip-flop* com o circuito integrado 4013. Este *flip-flop* muda de estado. Se o relé estava desativado, ele é ativado, e vice-versa.

Ligando os contatos do relé a um motor, conforme mostra a **figura 10**, temos a inversão do sentido de rotação.

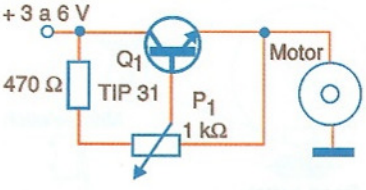
Observe que podemos utilizar este circuito em conjunto com um sistema de controle para evitar que se atinja o fim de curso, quando então, automaticamente o motor, inverte sua rotação. Para abertura de portas, de sistemas de guindastes e controles diversos, este circuito é um recurso importante.

Na **figura 11** temos um controle eletrônico que, inclusive, pode ser usado com o redutor para controlar sua velocidade em certa faixa de valores.

9
Circuito de controle



11
Controle de velocidade



Trata-se de um simples reostato eletrônico, em que o potenciômetro controla a corrente do motor de zero até o ponto de máximo. Este dispositivo funciona com motores de 3 a 12 V com correntes até 1 A. O transistor deve ser dotado de um radiador de calor e o potenciômetro admite valores na faixa de 4,7 kΩ a 22 kΩ.

UTILIZAÇÃO DA CAIXA DE REDUÇÃO

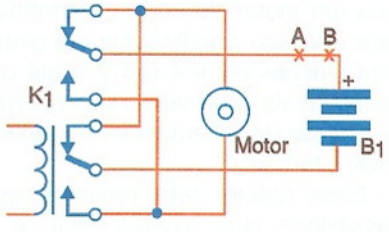
Algumas utilidades práticas para controle com o redutor da Saber Marketing são dadas a seguir, se bem que a imaginação do leitor deve trabalhar no sentido de conseguir variantes.

Na **figura 12** temos um sistema de arame rígido para controle do leme de um barco. O pino fixado à roda do redutor deverá estar distante do eixo numa relação que permita o movimento do leme em todo seu curso.

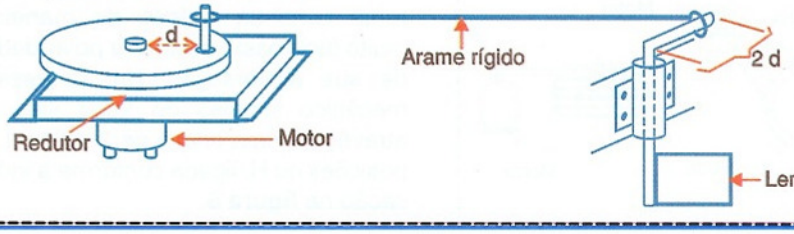
O sistema de conexão do arame ao eixo, (para maior movimentação) pode ser feito de diversas formas. Na **figura 13** mostramos a utilização do sistema no controle de um carrinho, da maneira mais simples, movimentando todo o eixo dianteiro (o sistema tem bastante força para isso).

Nesse caso, a haste que determina o ângulo de giro deve ter limitadores com *micro-switches* para fazer a inversão de fim de curso, e o motor será ativado por controle remoto, com ou sem fio. A atuação sobre as rodas de forma independente exige menos força.

10
Ligação de relé ao motor

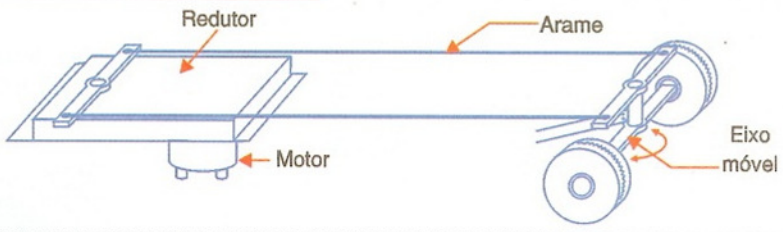


12
Sistema de controle de um leme



13

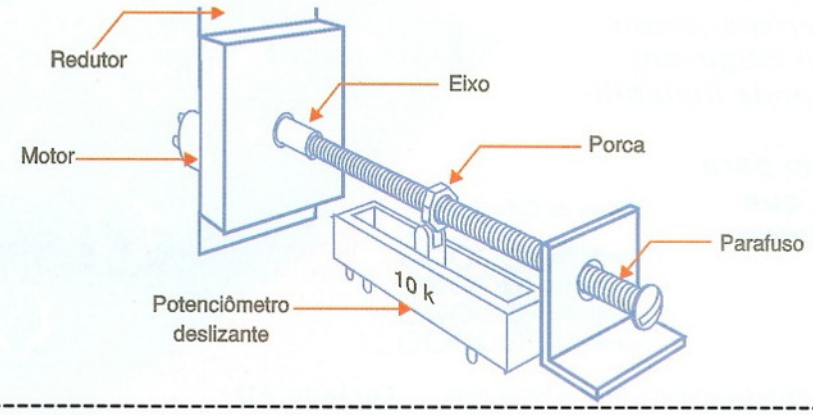
Sistema de controle de um carrinho



Finalmente, na **figura 14** vemos um sistema "sem fim" que movimenta uma porca fixa no cursor de um potenciômetro para frente e para trás, conforme o sentido de rotação do motor.

14

Aplicação de rosca "sem fim"



Uma aplicação interessante para este circuito é num controle remoto de volume ou intensidade de luz (*dimmer*), em que o potenciômetro está ligado ao circuito controlado. No fim do percurso da porca devem ser colocados *reed-switches* ou *micro-switches* para fazer a reversão como no circuito proposto no decorrer do artigo.

CONCLUSÃO

A disponibilidade de redutores desse tipo e semelhantes poderá gerar inúmeros projetos interessantes! Em diversos artigos que publicados já abordamos essas aplicações.

Os leitores dotados de imaginação certamente não se limitarão ao que explicamos neste artigo, criando seus próprios projetos, e se forem realmente bons, podem enviá-los à nossa Redação, pois eles poderão resultar em um interessante artigo. f





Otimização de pinos em µCs

Teclado AD

Alessandro F. Cunha

Ao projetar circuitos microcontrolados quantas vezes você já teve que enfrentar o problema de dispor de uma menor quantidade de pinos de entrada e saída do que a sua aplicação requeria? Escolher um dispositivo com maior número de pinos geralmente acrescentará um custo indesejável ao seu projeto, além de necessitar de uma área maior da PCI. Alguns periféricos, como um teclado, por exemplo, podem exigir um grande número de pinos, o que pode inviabilizar um projeto.

Neste artigo veremos um artifício para otimizar a utilização de pinos, o que gera uma grande redução no número de pinos necessários.



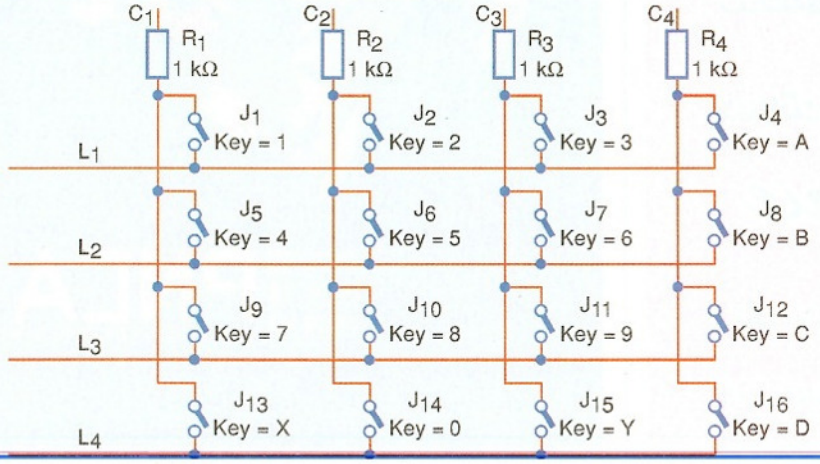


Teclado matricial

A grande maioria dos teclados disponíveis comercialmente é do tipo matricial, como pode ser visto na **figura 1**. O seu funcionamento se baseia na varredura de linhas (**L**) e colunas (**C**). Para saber se uma tecla foi pressionada, tecla 5, por exemplo, basta verificar se há condução de corrente entre a coluna dois ($\mathbf{C_2}$) e a linha dois ($\mathbf{L_2}$). Se nos conectores das colunas são ligados pinos do µC em nível alto (**1**), bastará verificar qual dos conectores das linhas recebe este nível alto e então se descobrirá qual tecla foi pressionada. Mas a linha dois está conectada às quatro colunas disponíveis. Como saber qual é a coluna correta? Basta fazer uma varredura das colunas, ao longo do tempo, e aí será possível determinar qual tecla foi pressionada.

Este método é funcional e muito utilizado nos projetos com microcontroladores, mas tem um inconveniente: necessita de 8 pinos de um µC para realizar a varredura completa. Ou seja, praticamente uma porta inteira de 8 bits é "perdida" para fazer a varredura do teclado.

1 Diagrama típico de um teclado matricial de 16 teclas



Teclado AD

O que sugerimos aqui é um teclado que funciona como um seletor de divisores de tensão, onde cada tecla a ser pressionada represente um valor de tensão diferente. O µC fará a leitura deste valor de tensão analógica e associará o valor a um correspondente digital, identificando assim a tecla correspondente pressionada. Este teclado apenas é viável nos casos onde somente uma tecla é pressionada de cada vez.

É claro que para conseguir fazer esta conversão será necessário que o µC tenha um conversor A/D interno. Exatamente aí que está a vantagem: ao consultar o preço de µCs de diversos fabricantes percebe-se que não há uma diferença significativa entre µCs com um número maior de pinos (e por conseqüência uma maior quantidade de entradas e saídas) e um µC com número de pinos reduzidos mas com mais funcionalidades embutidas, como um conversor A/D.

Outra opção é utilizar um conversor A/D externo para esta função. Mas isto deve ser muito bem avaliado, uma vez que será um componente a mais

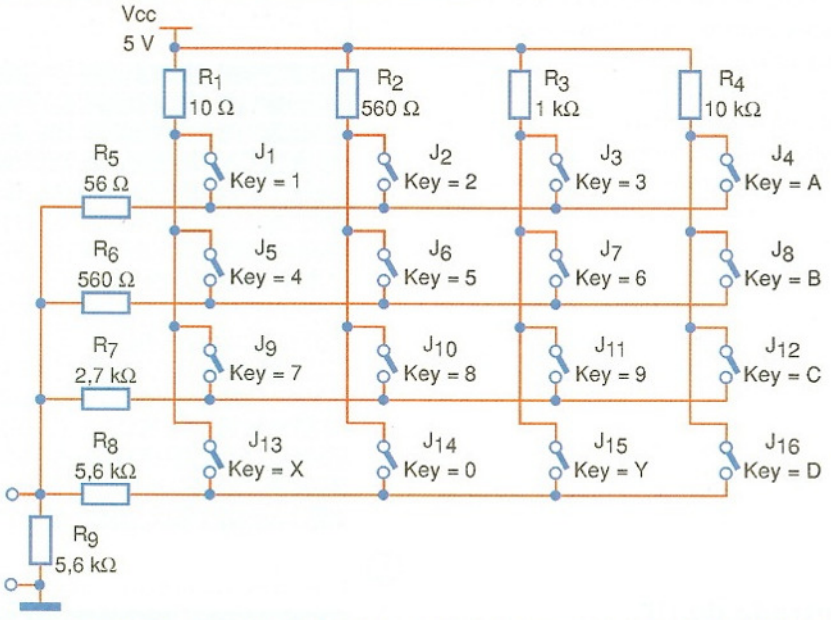
no circuito e a chance de aumentar os "defeitos" de fabricação aumenta proporcionalmente ao número de componentes na PCI.

Já um projeto com apenas um dispositivo e que tenha um menor número de pinos proporciona um maior grau de miniaturização da placa de circuito impresso, o que é extremamente desejável atualmente. A configuração do módulo A/D é feita apenas via software, o que pode virar uma sub-rotina de leitura de teclado, facilmente implementada dentro do código de programa.



O hardware sugerido para o teclado é mostrado na **figura 2**. Note que ao pressionar qualquer tecla, será fechada uma malha composta por três resistores em série, como pode ser visto na **figura 3**. O primeiro será o que está na coluna da matriz, o segundo será o que está na linha da matriz e por último um localizado na base da matriz. É a queda de tensão em cima deste resistor de base que é utilizada para fazer a conversão A/D.

2 Esquema elétrico do teclado AD com 16 teclas



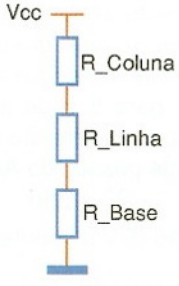
Deste modo, os valores das resistências de coluna e de linha devem ser estipulados de modo que gerem valores de queda de tensão sobre o resistor de base com diferenças suficientes para ser identificadas pelo A/D, permitindo assim a diferenciação entre cada uma das teclas.

Na **tabela 1** são mostrados valores sugeridos para cada um destes resistores e os respectivos valores de tensão obtidos sobre o resistor de base, para uma alimentação de 5 V, típica dos circuitos microcontrolados.

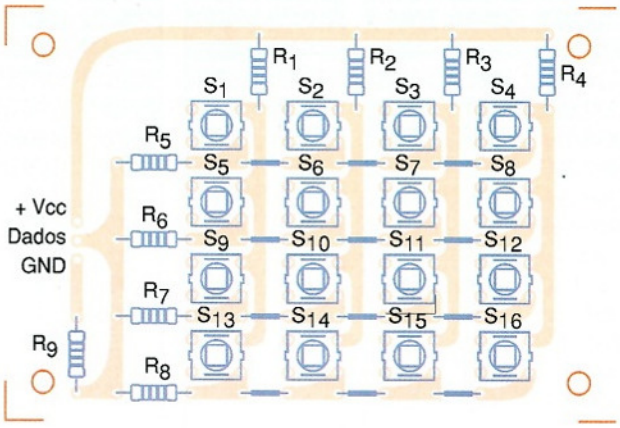
Estes valores podem ser alterados, de modo a obter outros valores de tensão, mas tudo irá depender da resolução do conversor A/D, como explicaremos no próximo item.

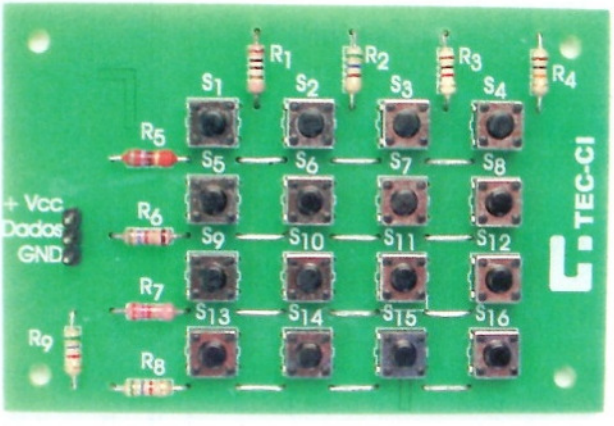
O *layout* da placa é exibido na **figura 4**.

3 Malha resistiva existente ao pressionar uma tecla



4 Layout da placa do teclado AD





Testes

Com a placa montada fizemos os testes práticos do hardware. Procuramos utilizar resistores com os valores mais próximos possíveis dos valores utilizados no cálculo. Veja que esse cuidado é necessário, pois a variação de valores de tensão entre uma tecla e outra é muito pequena e caso os resistores utilizados tenham seus valores no limite da tolerância admitida (geralmente 5%), o resultado final pode ser comprometido, fazendo com que uma tecla seja confundida com a outra.

Note que os valores medidos, apresentados na **tabela 2**, apresentam, em sua grande maioria, erro menor que 0,5%, o que é perfeitamente aceitável.

T1 Valores de tensão calculados sobre o resistor de base

Tecla	R_Coluna (Ω)	R_Linha (Ω)	R_Base (Ω)	Vcc (V)	V_{Rbase} (V)
1	10	56	5600	5	4,942
2	560	56	5600	5	4,505
3	1000	56	5600	5	4,207
A	10000	56	5600	5	1,788
4	10	560	5600	5	4,538
5	560	560	5600	5	4,167
6	1000	560	5600	5	3,911
B	10000	560	5600	5	1,733
7	10	2700	5600	5	3,369
8	560	2700	5600	5	3,160
9	1000	2700	5600	5	3,011
C	10000	2700	5600	5	1,530
*	10	5600	5600	5	2,498
0	560	5600	5600	5	2,381
#	1000	5600	5600	5	2,295
D	10000	5600	5600	5	1,321

Entrada do µC

Enquanto em um teclado matricial são necessários 8 pinos para fazer a leitura, com o teclado AD apenas um pino é utilizado, já que o terra do teclado será o mesmo do µC. A variação da tensão é convertida em um bit e este associado a uma determinada tecla.

Evidentemente, quanto maior o número de bits disponíveis na conversão A/D, melhor será a precisão do teclado. Um µC que tenha conversor A/D de 8 bits conseguirá a máxima resolução, para 5 V de alimentação, calculada pela expressão abaixo:

- Número de passos do A/D (8 bits)

$$2^8 = 256$$

- Resolução (5 V alimentação)

$$\frac{5V}{256} = 0{,}01953125 \cong 20\text{mV}$$

Isto significa que a diferença mínima de tensão entre uma tecla e outra deve ser de 20 mV.

Já um µC que tenha conversor A/D de 10 bits conseguirá a máxima resolução, para 5 V de alimentação, como mostra a expressão abaixo:

- Número de passos do A/D (10 bits)

$$2^{10} = 1024$$

- Resolução (5 V alimentação)

$$\frac{5V}{1024} = 0{,}0048828 \cong 5\text{mV}$$

Neste caso a diferença mínima de tensão entre uma tecla e outra pode ser de até 5 mV.

T2 Valores de tensão medidos no resistor de base

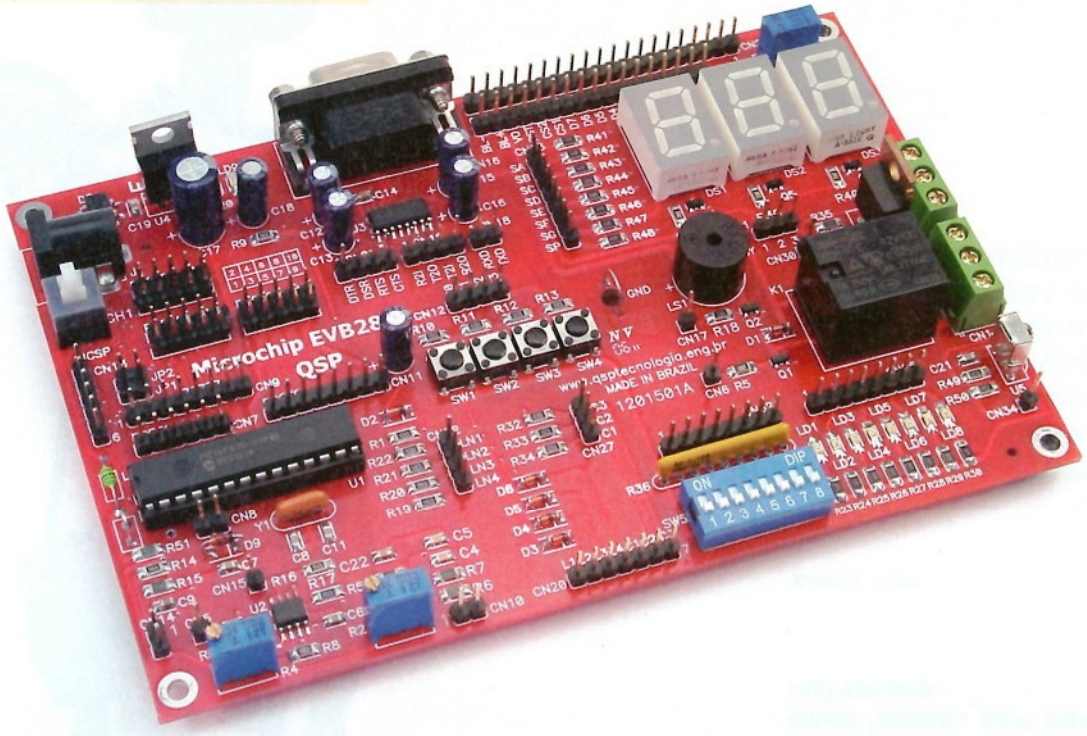
Tecla	Cálculo (V)	Medido (V)	Diferença (V)	Erro (%)
1	4,942	4,97	0,028	0,57%
2	4,505	4,52	0,015	0,33%
3	4,207	4,22	0,013	0,31%
A	1,788	1,75	0,038	2,13%
4	4,538	4,56	0,022	0,48%
5	4,167	4,18	0,013	0,31%
6	3,911	3,92	0,009	0,23%
B	1,733	1,70	0,033	1,90%
7	3,369	3,37	0,001	0,03%
8	3,160	3,15	0,010	0,32%
9	3,011	3,00	0,011	0,37%
C	1,530	1,49	0,040	2,61%
*	2,498	2,47	0,028	1,12%
0	2,381	2,36	0,021	0,88%
#	2,295	2,27	0,025	1,09%
D	1,321	1,28	0,041	3,10%

T3 Valores obtidos após a conversão do A/D

Vcc	5	Bits	10	Resolução	0,0048281			

Tecla	Medido (V)	Posição no AD		Hexa	Justificado à direita		Justificado à esquerda	
					Reg.H	Reg.L	Reg.H	Reg.L
1	4,97	1017,856	1018	3FA	03	FA	FE	40
2	4,52	925,696	926	39E	03	9E	E7	40
3	4,22	864,256	864	360	01	60	D8	00
A	1,75	358,4	358	166	01	66	59	80
4	4,56	933,888	934	3A6	03	A6	E9	40
5	4,18	856,064	856	358	03	58	D7	00
6	3,92	802,816	803	323	03	23	C8	80
B	1,7	348,16	348	15C	01	5C	57	00
7	3,37	690,176	690	2B2	02	B2	AC	80
8	3,15	645,12	645	285	02	85	A1	40
9	3	614,4	614	266	02	66	99	80
C	1,49	305,152	305	131	03	31	4C	40
*	2,47	505,856	506	1FA	01	FA	7E	40
0	2,36	483,328	483	1E3	01	E3	78	C0
#	2,27	464,896	465	1D1	01	D1	74	00
D	1,28	262,144	262	106	01	06	41	80

5 Kit didático da QSP Tecnologia



A rotina de leitura deste teclado terá que associar o valor de tensão de cada tecla, já convertido para um correspondente binário, ao seu valor numérico. Por exemplo, a tecla 5, que tem um valor de tensão de 4,167 V, terá um correspondente na posição 213 do A/D de 8 bits, posição 813 para A/D de 10 bits ou posição 3413 para A/D de 12 bits, e assim por diante.

Uma margem de segurança deve ser prevista na elaboração do software de leitura, uma vez que a tensão pode ser modificada com a variação de temperatura e tolerância de cada resistor.

Rotina de leitura do µC

Para este exemplo utilizaremos um *kit* didático desenvolvido pela QSP Tecnologia (**www.qsptecnologia.eng.br**), mostrado na **figura 5**. Este kit utiliza o PIC 16F870, da Microchip. Este chip tem um conversor A/D com resolução de 10 bits e cinco pinos de entrada, o que é suficiente para nosso projeto.

Como o barramento interno de dados do µC é de 8 bits, o resultado da conversão (10 bits) deve ser armazenado em dois registradores de 8 bits, o ADRESH e o ADRESL. O resultado pode ser justificado à direita (2 bits mais significativos no registrador ADRESH e os 8 bits restantes no registrador ADRESL) ou à esquerda (8 bits mais significativos no registrador ADRESH e os 2 bits restantes no registrador ADRESL).

As técnicas de programação devem ser diferentes para os dois arranjos de justificação de dados do A/D, pois os valores obtidos serão bem diferentes. Veja na **tabela 3** o comparativo entre os valores esperados nos registradores ADRESH e ADRESL quando justificado à direita e quando justificado à esquerda.

Um programa que espere a melhor precisão do teclado deve adotar a solução de justificar à direita, pois nesta solução o registrador ADRESL conterá o valor exato esperado na conversão A/D.

Já um programa que trabalhe com uma margem de erro nas tensões do teclado deve adotar a solução de justificar à esquerda quando o registrador ADRESH contém a maior parte da informação, mas o dois bits menos significativos do ADRESL são desprezados, dando uma margem de pelo menos 4 medições de tolerância.

No *site* da revista (**www.mecatronicafacil.com.br**) o leitor encontrará duas versões de software para este teclado. Uma com maior precisão (justificado à direita) e outra com maior tolerância a erro (justificado à esquerda).

Caso o ambiente onde o leitor fará a montagem do teclado seja muito susceptível a ruídos externos ou haja a necessidade de utilizar fios com mais de 10 cm de comprimento do teclado até µC, é aconselhável utilizar o programa justificado à esquerda, por ter uma melhor tolerância a erros de leitura.

Conclusão

A maximização de uso de pinos nos µCs é um tema atual, porque cada vez mais recursos são alocados a um mesmo pino. Neste artigo exploramos a possibilidade de redução de uso de 8 pinos para apenas 1, através de um dispositivo com conversor A/D, o que é fácil de conseguir nos µCs disponíveis no mercado e não aumenta significativamente o custo do projeto.

Em artigos futuros serão apresentadas outras formas de maximização de uso, como um pino fazer as funções de entrada e saída ao mesmo tempo, a conexão de dois dispositivos diferentes (como um *display* e um teclado) nos mesmos pinos, etc. f

Conheça o Lego Mindstorms NXT



Lego/Divulgação

Dando continuidade à série de produtos voltados à Robótica, a Lego lançou neste ano o Lego Mindstorms NXT. Neste artigo abordaremos as principais características deste kit, comparando-as com a versão anterior.

Mauro Vianna

A Lego já teve diversos produtos voltados para robótica, sendo destinados tanto a sua tradicional linha de brinquedos, quanto para a sua linha educacional. O principal representante desta linha até recentemente era o *Lego Robotics Invention System*, que passou pelas versões 1.0, 1.5 e 2.0, mas que basicamente se fundamentavam no mesmo microcontrolador, o RCX, e nos mesmos tipos de motores e sensores.

Com o lançamento do NXT, algumas mudanças significativas foram feitas.

Principais componentes

Na **figura 1** vemos os principais componentes do *kit*. O maior deles é o NXT, que é o novo microcontrolador, substituindo o antigo RCX. Ligados à parte superior do NXT, temos três novos motores. Conectados à parte inferior temos quatro sensores: toque, som, luz e ultra-som.



1 Componentes principais

Lego/Divulgação

Microcontrolador NXT

O microcontrolador NXT traz algumas novidades. Para começar, não é mais preciso usar uma torre infravermelha como no RCX. Na verdade, o NXT sequer tem interface infravermelha. A conexão com o PC pode ser feita através de um cabo USB, incluso no *kit*, ou através de interface *bluetooth*. O NXT já vem com suporte *bluetooth* interno, porém se o seu PC não possuir este recurso, será necessário adquirir um adaptador. É conveniente consultar o *site* da Lego (**http://mindstorms.lego.com**) antes de comprar o mesmo para selecionar um modelo compatível com o software.

O uso de *bluetooth* apresenta várias vantagens, pois permite comunicação sem fio sem as limitações de linha de visada, comum ao infravermelho. O alcance depende de vários fatores, inclusive do adaptador utilizado. Dez metros costumam ser a distância nominal.

O NXT também oferece mais recursos para sensores. Ele contém quatro portas para sensores, ao contrário das três anteriores do RCX. Além disso, temos a interface *bluetooth*, que pode ser empregada para se comunicar com outro NXT, seu PC ou até dispositivos como

celulares e PDAs. Os quatro botões na frente do NXT podem inclusive ser usados como sensores na programação, permitindo interação ou até como sensores externos.

Outra novidade é o *display LCD*, que nesta versão é gráfico, permitindo a apresentação de imagens monocromáticas. Uma possível aplicação seria apresentar rostos com expressões para simular um Tamagochi. Os arquivos de imagens têm a extensão RIC.

A geração de sons também é mais flexível. Ao contrário dos simples tons do RCX, agora é possível carregar arquivos de sons, o que permite ao NXT falar, cantar, emitir sons mecânicos, etc. Os arquivos de som têm a extensão RSO.

Do ponto de vista de montagem, a disposição de furos para conexão de rebites está muito melhor distribuída do que no RCX, o que possilita montagens mais firmes e com mais flexibilidade.

Motores

Os novos motores, em detalhe na **figura 2**, já vêm com caixa de redução, como seus antecessores. A novidade é que eles agora também contêm *encoders* embutidos, o que permite serem usados como servos ou sensores de rotação, dependendo da aplicação desejada.

O formato destes motores é bem mais robusto que os anteriores e eles também possuem poucos pontos de conexão às demais peças da Lego. Isto demanda algum cuidado na construção do robô. Antes, com o RCX, era comum construirmos o chassi e depois posicionar os motores. Agora o posicionamento dos motores deve ser pensado no início, pois eles costumam fazer parte do chassi. Isto não é verdade para modelos maiores, porém para modelos menores, em especial aos que se limitam às peças do *kit* original, esta será a situação mais comum.

Por outro lado, a relação de potência e velocidade deste motor foi projetada de forma que possa ser ligado diretamente a uma roda motora, sem a necessidade de construir caixas de redução com engrenagens.

Do lado da programação, a existência dos *encoders* internos reduz bastante o problema de andar em linha reta em configuração de tração diferencial (um motor por roda). De fato, esta característica já é levada em consideração no ambiente de programação do NXT, o que permite que seja fácil dar comandos do tipo "mover o robô 10 cm para a frente" com precisão. Basta comandar que os dois motores girem em um determinado sentido por N voltas, que o software se encarregará de sincronizar as defasagens e sincronizará os motores.

Assim como os servos, estes motores podem inclusive ser comandados para girar N graus. A resolução é de 1 grau.

Da mesma forma que seus antecessores, os motores podem funcionar nos modos "ligado", "parado" e "giro livre" (*coast*). No modo parado, ele funciona como um freio.

Sensores

Os sensores de toque e de luz funcionam de forma semelhante aos seus antecessores. O primeiro informa se o botão está pressionado ou não. O segundo mede a quantidade de luz recebida, com a opção de usar um LED como "lanterna".

A novidades são os sensores de som e de ultra-som. O sensor de som pode ser ajustado para detectar um nível de volume, o que permite programar um robô que dance ao ouvir música, ou que responda a palmas ou voz (sem identificação). Já o sensor de ultra-som permite medir a distância a um obstáculo através da emissão de ultra-sons e medição do tempo do eco. Este recurso é útil para identificar aproximação de objetos, podendo assim evitar obstáculos ou interagir com pessoas que se aproximem.

Construção de modelos

Fora os componentes principais, a composição das peças no *kit* NXT difere bastante do anterior, mas segue uma tendência dos demais kits mais recentes da Lego. Ao contrário das tradicionais vigas com pinos e placas que acompanham o RCX, os componentes estruturais principais são as vigas lisas (*liftarms*) retas ou em ângulos. Embora a diferença pareça ser sutil, as técnicas de montagens mudam consideravelmente e por isso é sugerido montar os modelos indicados no kit e no *site* da Lego como aprendizado, mesmo que já tenha experiência anterior em montagem com Lego.

Basicamente, a montagem se resume no uso das vigas que devem ser conectadas com peças do tipo rebites, que conectam as vigas firmemente ou com eixos, que per-



MOTORES

mitem a conexão ou movimentação livre, se for desejado. Há uma boa variedade de novas peças para conexão de vigas em ângulos diferentes.

Na prática, esta tendência promove montagens mais rápidas e com menos peças. Como resultado, o kit tem um menor número de peças disponíveis, se comparado com o RCX. Em especial, a quantidade de engrenagens, polias e rodas é bem menor, porém elas também são menos necessárias no kit básico. Para aqueles que gostam de montar os mínimos detalhes, a sugestão é complementar com outros kits, em especial os da linha *technic*, preferencialmente os mais antigos. No site **www.lugnet.com** existe um catálogo dos kits por número com fotos e lista individual de peças.

O modelo escolhido como exemplo foi o Tribot, que é o primeiro modelo sugerido pelo kit. A versão básica é apresentada na **figura 3**. Este modelo usa dois motores para tações nas duas rodas laterais e um terceiro motor para uso diverso. Existe um terceiro ponto de apoio na parte traseira formada por uma roda boba.

Seguindo a linha de construção modular, dois componentes básicos foram adicionados resultando no Tribot completo da **figura 4**. O primeiro componente é formado por uma garra acionada pelo terceiro motor. Ele aloja três sensores:

- Ultra-som, que detecta se algum objeto está próximo;
- Toque, ligado a um pára-choque, que detecta se algum objeto está dentro da garra;
- Luz, voltado para o chão, usado para navegação através da detecção de mudanças de cor no chão.

O segundo componente, posicionado na parte superior do NXT, é um suporte para o sensor de som, permitindo interagir com o robô por palmas, por exemplo.

No software incluso estão presentes todas as etapas de montagem deste robô, assim como instruções de programação, passo a passo, facilitando o aprendizado do ambiente de programação.

Com este simples robô, montamos um programa que faculta reproduzir o seguinte comportamento:

1. Ao ser ligado, ele espera que algum objeto (bola vermelha) seja posicionado na plataforma a sua frente, usando o sensor de ultra-som;
2. Ao detectar o objeto, ele anda para a frente até tocar o objeto;
3. Ao ouvir um som, ele fecha a garra pegando a bola, recua, dá meia volta e anda para a frente;
4. Ao detectar uma linha preta (sensor de luz), ele pára e solta a bola.

Esta seqüência é apresentada na **figura 5** e no vídeo disponível no *site* da revista.



3 TRIBOT BÁSICO

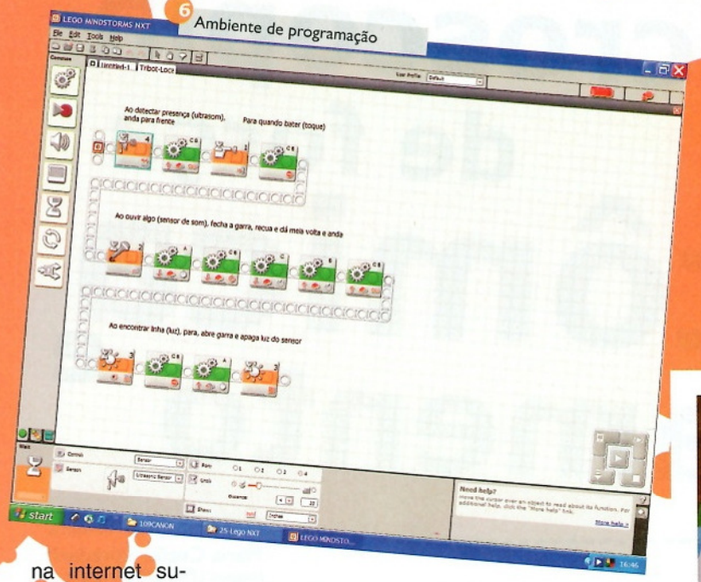
Programação

O ambiente de programação é apresentado na **figura 6**. Assim como no seu antecessor, ele segue o padrão visual da Lego e permite a programação simplesmente arrastando blocos e configurando os mesmos. Porém a semelhança acaba por aí.

Esta versão é baseada no *engine* do software da Labview, da National Instruments. O resultado é que, ao contrário do seu antecessor que era bastante limitado, esta versão oferece bastante flexibilidade na programação do NXT, inclusive no uso de variáveis, comandos multitarefa, estruturas de controle de fluxo e sub-rotinas. Até cálculos matemáticos podem ser feitos neste ambiente. Porém, neste caso, uma linguagem textual pode levar vantagem.

Como é de praxe, já existem alguns ambientes de terceiros com linguagens alternativas. Como o kit é novo, temos menos opções do que no RCX. Porém a tendência é que isto mude, pois a própria Lego esta facilitando este processo disponibilizando SDKs desde antes do lançamento oficial. Esta estratégia reflete o reconhecimento da Lego da contribuição de diversas pessoas que expandiram o kit anterior e ajudaram a popularizar o mesmo.

Como sugestão de pesquisa na internet sugiro os *sites* **www.lugnet.com** (seção robotics) e **http://thenxtstep.blogspot.com**. Neles é possível encontrar referências de linguagens alternativas, programas para PDAs para controlar o NXT e ferramentas para criar imagens e sons personalizados. Outros sensores e expansões não oficiais também podem ser encontrados.



6 Ambiente de programação

Conclusão

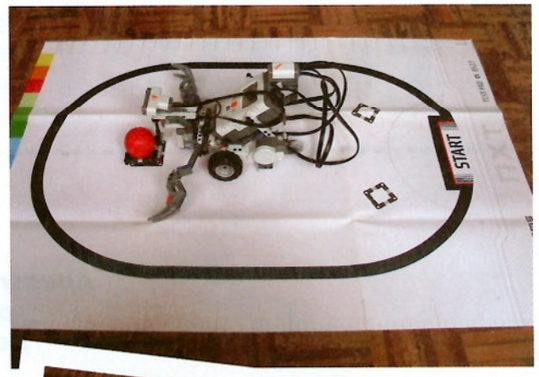
O novo *kit* de robótica da Lego, o NXT, representa uma melhoria de peso na fa-mília Mindstorms. Ele é recomendado para aqueles que buscam um kit fácil de usar, com boa capacidade de expansão e dispostos a investir um pouco. Lá fora ele custa em torno de US$ 250.00. No momento da edição deste artigo ele ainda não estava disponível em lojas, porém alguns importadores têm oferecido no Brasil. Embora pareça caro inicialmente, a durabilidade e reutilização de peças de kits costumam compensar o investimento.

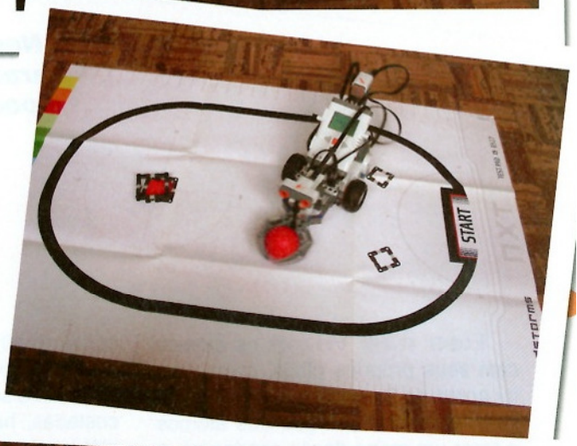


Lego/ Divulgação

4 Tribot completo









5 Seqüência de movimentos do Tribot

www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no *site* da Revista, um vídeo de demonstração do robô Tribot.

Microscopia de força atômica e tunelamento

Fernanda de Sá Teixeira*
Maria Cecília Salvadori*
Imagens: LFF/IFUSP/Divulgação

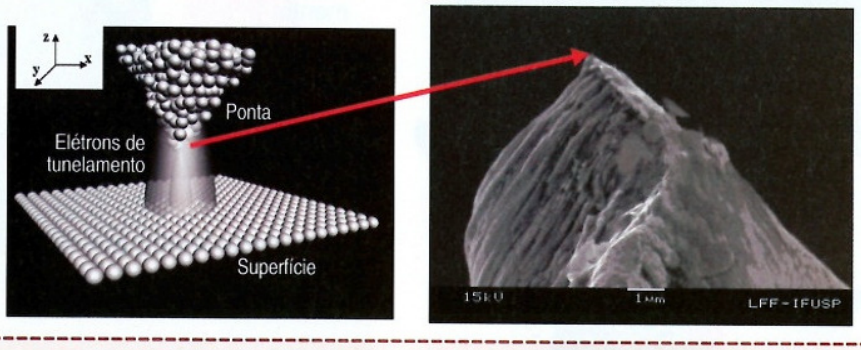
Apesar das idéias sobre átomos, elétrons e seu comportamento terem sido bastante amadurecidas pelo trabalho de muitos cientistas do século XX, ninguém tinha visto nenhum deles até 1982. Nesse ano Gerd Binning e Heinrich Rohrer estrearam sua invenção financiada pela IBM, um novo e poderoso microscópio, o STM (*Scanning Tunneling Microscope*), ou Microscópio de Tunelamento.

Eles não viram os átomos com seus próprios olhos, claro, mas foi como se fosse isso. O STM é capaz de sentir a posição dos átomos e fazer um mapa dessa sondagem, a imagem da superfície de um material com resolução atômica. O invento foi tão importante que rendeu aos pesquisadores o prêmio Nobel de Física de 1986.

O princípio de funcionamento é baseado no efeito de tunelamento que ocorre entre a sonda, ou ponta, e a superfície, ambas condutoras (**figura 1**) (na verdade a amostra pode ser semicondutora também). Uma diferença de potencial elétrico da ordem de centenas de milivolts (mV) é aplicada entre elas, enquanto são aproximadas. Quando sua distância é cerca de 10 Å, uma corrente elétrica é estabelecida. Isso mesmo, apesar de ponta e superfície não estarem encostadas, há passagem de corrente elétrica de **tunelamento** da ordem de nanoampères (nA).

A falta de contato físico pode ser entendida como uma barreira de energia alta demais para o elétron vencer, mas pelas explicações do efeito quântico de tunelamento, parte dos elétrons consegue, não pular,

1 Tunelamento entre ponta de liga platina-irídio e superfície x,y,z



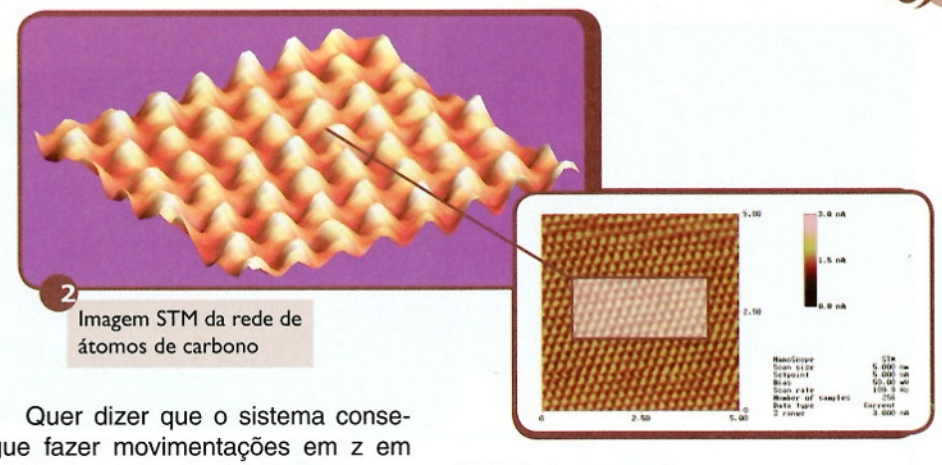
mas penetrar esta barreira. A aplicação de potencial viabiliza este efeito, pois ela cria níveis desocupados de energia na superfície compatíveis com a energia dos elétrons da ponta.

A corrente de tunelamento depende exponencialmente da distância entre ponta e amostra. Portanto, pequenas variações nessa distância são suficientemente perceptíveis na corrente de tunelamento. Se a ponta varrer uma região da superfície a uma altura constante, o sistema é capaz de registrar a corrente de tunelamento para cada coordenada x,y, a qual depende exponencialmente das posições em z que os átomos ocupam na superfície.

Assim foi formada a imagem vista na **figura 2** referente à rede de átomos do grafite pirolítico altamente orientado, onde o contraste representa diferenças de correntes de tunelamento, em nanoampères (nA). Nestas imagens, na verdade, estamos vendo apenas metade dos átomos presentes na superfície. As depressões foram formadas quando a ponta passou por átomos de carbono que possuem outro átomo de carbono embaixo, enquanto que as protuberâncias correspondem aos átomos de carbono sem outro átomo logo abaixo. Isto porque a distribuição eletrônica dos átomos é sentida. Sendo assim, as posições dos átomos entre si também influenciam na formação das imagens.

Qual é aumento desta imagem? É o tamanho da imagem nesta folha (2,6 cm) dividido pelo seu valor real, na superfície da amostra, 5 nm, respeitando-se as conversões de unidades. Mais de dez milhões de vezes (5.200.000 X)!

Para a geração de imagens topográficas, o microscópio usa a corrente de tunelamento como parâmetro constante. Conforme a ponta passa por pontos de diferentes alturas na superfície, a corrente de tunelamento tende a mudar. O sistema trata logo de movimentar a amostra (ou a ponta) no eixo z para mantê-la constante e armazena na memória a coordenada (x,y) e a correção de altura z. No final da varredura da região, a coleção de pontos x,y,z forma a imagem na qual o contraste representa diretamente a diferença nas alturas. A resolução para o eixo z é subatômica, diferenças de décimo de ângstron podem ser detectadas.



2 Imagem STM da rede de átomos de carbono

Quer dizer que o sistema consegue fazer movimentações em z em distâncias sub-atômicas? Consegue sim, e claro que nenhum motor pode fazer isso. Para tal é usado o *scanner* piezelétrico (acoplado à ponta ou à amostra, dependendo do modelo do microscópio), que com aplicação de tensão elétrica em seus eletrodos faz movimentos extremamente precisos em x, y e z.

Mas a maioria dos materiais não é formada por redes atômicas perfeitas, e ampliações mais modestas podem ser necessárias para caracterizá-los de forma útil. Na **figura 3** é mostrada a topografia de um filme de platina de 125 nm de espessura, depositado por plasma. A imagem revela com nitidez detalhes da nanoestrutura da superfície do filme, importantes no entendimento de muitas de suas propriedades, como resistividade elétrica e módulo de Young. É possível perceber assim porque o STM é tão útil à pesquisa em nanotecnologia.

Pelas capacidades de amplificação eletrônica e malha de controle do sistema talvez se imagine uma máquina enorme e extremamente complexa, montada nos laboratórios mais bem financiados do mundo. Existem STMs deste tipo com pressão e temperatura controladas. Porém, algo que impressiona bastante é como, em menos de dez anos após o seu desenvolvimento, o STM já estava popularizado no meio científico em modelos customizados, mas poderosos.

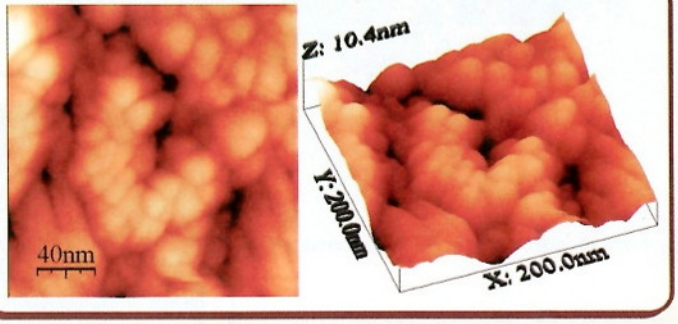
O Nanoscope IIIa (**figura 4**) da Digital Instruments, cujos modelos estão entre os mais comercializados, é um exemplo. O sistema é formado pelo microscópio, um *hardware* de controle do tamanho de uma CPU e um computador munido de *software* de aquisição e processamento de imagens. Este modelo é responsável por todas as imagens de microscopia de tunelamento e força atômica, em atmosfera ambiente, deste artigo.

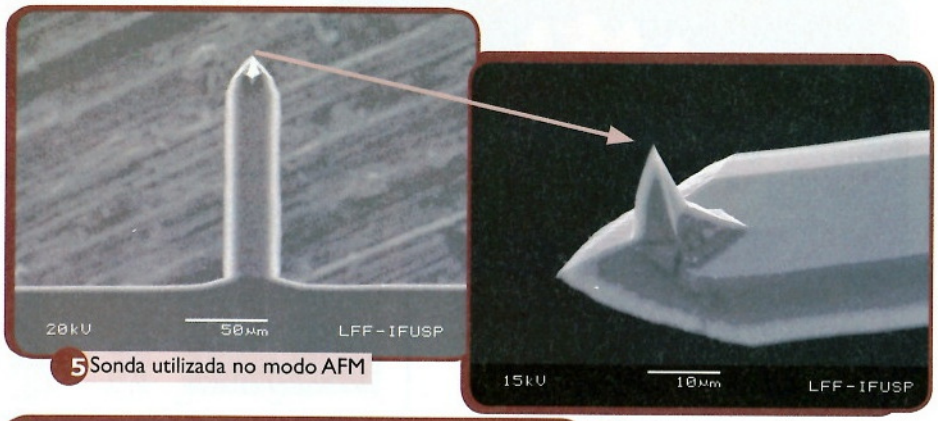


4 Nanoscope IIIa, da Digital Instruments

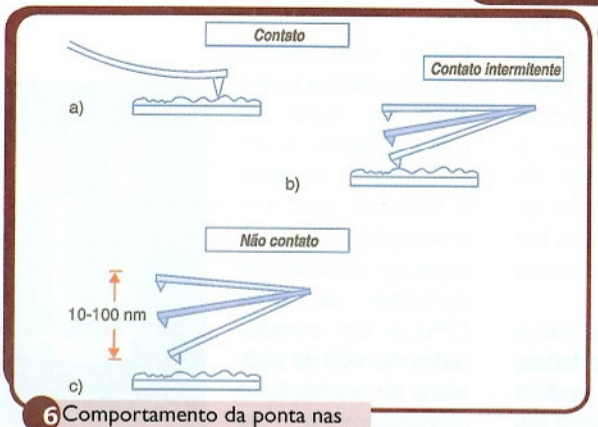
Para caracterizar superfícies isolantes, Gerd Binning e outros colegas tiveram que trabalhar um pouco mais. A idéia tinha que ser a mesma, registrar uma interação física, comum a todos os materiais, entre uma sonda e os átomos de uma superfície comum a todos os materiais. Surgiu então o AFM (*Atomic Force Microscope*), onde a força atômica, de Van der Waals, é detectada por uma ponta muito fina localizada na extremidade

3 Nanoestruturas de filme de platina depositadas por plasma





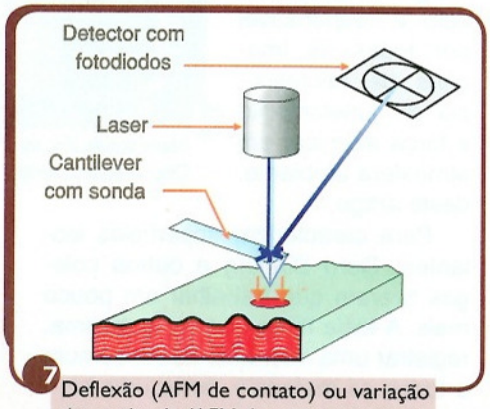
5 Sonda utilizada no modo AFM



6 Comportamento da ponta nas diferentes modalidades do AFM

de um *cantilever* (**figura 5**).

Quando esta ponta é colocada em contato com a superfície, sofre força atômica repulsiva, a qual deflete o *cantilever* (**figura 6a**). Esta deflexão, que deve ser mantida constante, é monitorada através de um feixe de laser refletido no *cantilever* e incidente em um conjunto de fotodiodos (**figura 7**). Durante a varredura, a ponta passa por pontos x,y de alturas diferentes, o que faz com que o *scanner* piezelétrico prontamente faça movimentos em z para corrigir a deflexão. Assim como no STM, o conjunto de (x,y,z) formam a topografia da região varrida.



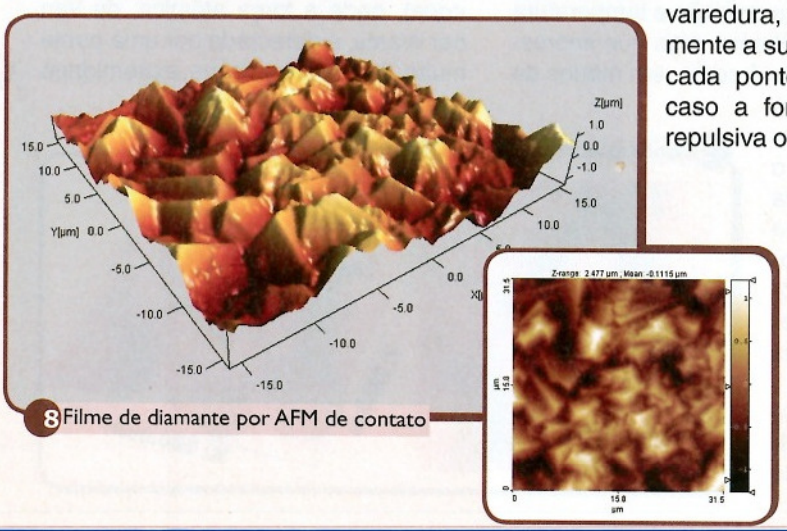
7 Deflexão (AFM de contato) ou variação de amplitude (AFM de contato intermitente) detectadas através de um laser refletido na extremidade do cantilever

Visto que existem superfícies frágeis que podem ser riscadas pelo AFM de contato, como polímeros, e também amostras agressivas para a ponta, como o diamante, foi aplicada a idéia do AFM de contato intermitente (**figura 6b**). Neste modo, o cantilever oscila na sua freqüência de ressonância em uma amplitude que deve ser mantida constante durante a varredura, e toca gentilmente a superfície para cada ponto x,y. Neste caso a força atômica, repulsiva ou atrativa, influencia na oscilação da ponta. Quando a ponta passa por pontos de altura diferentes, a amplitude de oscilação muda e o *scanner* faz seu movimento no eixo z para corrigir a variação. Analogamente às outras situações, a imagem topográfica é formada. É possível ainda realizar AFM de não contato, em que o cantilever oscila a uma distância maior. A ponta não chega a tocar a amostra, mas sonda a superfície que exerce força atômica atrativa (**figura 6c**),

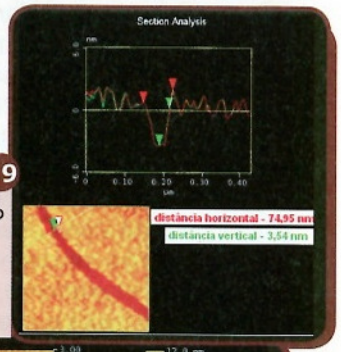
As imagens obtidas em STM e AFM retêm muitas informações sobre a superfície. Da imagem por AFM de contato de um filme de diamante (**figura 8**), produzido por CVD (*Chemical Vapour Deposition*) pode-se determinar a rugosidade média da superfície, no caso desta figura: RMS = 369,4 nm.

Observe que na representação tridimensional da **figura 8**, a escala em z está expandida duas vezes em relação a x,y, artifício comum usado neste tipo de microscopia para deixar as imagens mais claras, porém ele pode levar a interpretações enganosas quando não considerado.

Outra ferramenta importante é a determinação de distâncias lineares, as quais podem ser medidas inclusive no eixo z através de uma análise de seção. Na imagem de AFM de contato intermitente de um polímero (**figura 9**), onde foi feita nanolitografia por feixe de elétrons (ver Mecatrônica



8 Filme de diamante por AFM de contato



9 Imagem em AFM de contato intermitente de filme de polímero com nanolitografia

Fácil nº 31) pode-se medir a largura de uma das linhas e também a sua profundidade, 74,5 nm e 3,54 nm, respectivamente.

Muitas outras medidas e processamentos de imagem podem ser realizados, como estatística de partículas (contagem de quantidade de grãos por faixas de tamanho), análise de fractalidade, transformadas de Fourier e até mesmo determinação quantitativa das forças atômicas, geradas pela superfície na ponta, através de gráficos dinâmicos.

* Maria Cecília Salvadori é Professora Associada do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) e pesquisadora do Laboratório de Filmes Finos (LFF). Fernanda de Sá Teixeira é técnica do LFF e estudante de pós-graduação da Escola Politécnica da USP.

Referências

1. S.H. Cohen, M.T. Bray, M.L. Lightbody - **"Atomic Force Microscopy / Scanning Tunneling Microscopy".** Plenum Press (1994)
2. R.Wiesendanger - **"Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy".** Cambridge University Press (1994)
3. Yves Martin, B.J.Thompson - **"Selected Papers on Scanning Probe Microscopy Design and Applications".** SPIE Optical Engineering Press (1995).
4. R.J. Colton, A. Engel, J.E. Frommer, H.E. Gaub, A.A. Gewirth, R. Guckenberger, J. Rabe, W.M. Heckl, B. Parkinson - **"Procedures in Scanning Probe Microscopies".** John Wiley & Sons (1998).
5. C.J.Chen - **"Introduction to Scanning Tunneling Microscopy".** Oxford University Press (1993).
6. C. Bai - **"Scanning Tunneling Microscopy and Its Applications".** Spriger (2000).
7. **Manual de operação do Nanoscope** IIIa, da Digital Instruments.

Referências

Laboratório de Filmes Finos do Instituto de Física da USP:
http://fap01.if.usp.br/~lff
Download gratuito do software WSxM para processamento de imagens de STM e AFM:
http://www.nanotec.es/

ELETRÔNICA TOTAL

Faltando Informação? Complete sua coleção

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



105



106



107



108



109



110



111



112



113



114



115



116



117



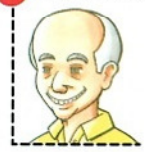
118



119

O modelo hidráulico do transistor

Newton C. Braga



Todos sabemos que atualmente a eletrônica se baseia nos transistores. Esses pequenos componentes, que são formados por um pequeno cristal de silício (ou de germânio nos tipos antigos!) funcionam como amplificadores ou chaves eletrônicas. No entanto, o seu princípio de funcionamento pode ser muito melhor entendido se usarmos um modelo hidrálico. Sim, da mesma forma que é possível montar circuitos eletrônicos amplificadores e comutadores com transistores é possível fazer o mesmo com modelos hidráulicos. É justamente isso que veremos neste artigo.



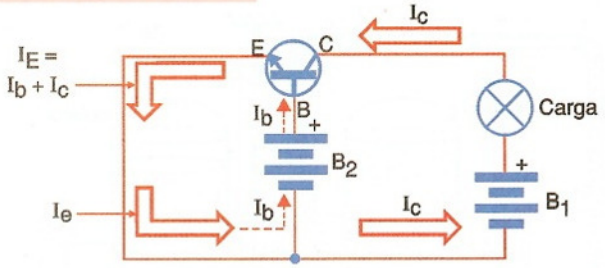
Para entendermos como é possível simular um transistor a partir de um modelo hidráulico, será interessante partirmos do modelo eletrônico que tem a estrutura e o circuito básico de funcionamento mostrados na **figura 1**.

Conforme podemos ver, uma fonte de alimentação (B_1) é ligada entre o coletor e o emissor desse componente, tendo ainda uma carga que pode ser uma pequena lâmpada.

Uma bateria secundária é ligada entre o emissor e a base (B_2) de modo a poder forçar pela base do componente uma certa corrente.

O que a corrente de base faz é controlar a corrente principal de coletor do transistor. Assim, uma corrente muito pequena na base do transistor pode fazer com que uma corrente muito maior flua pelo coletor acendendo a lâmpada.

1 Funcionamento do transistor



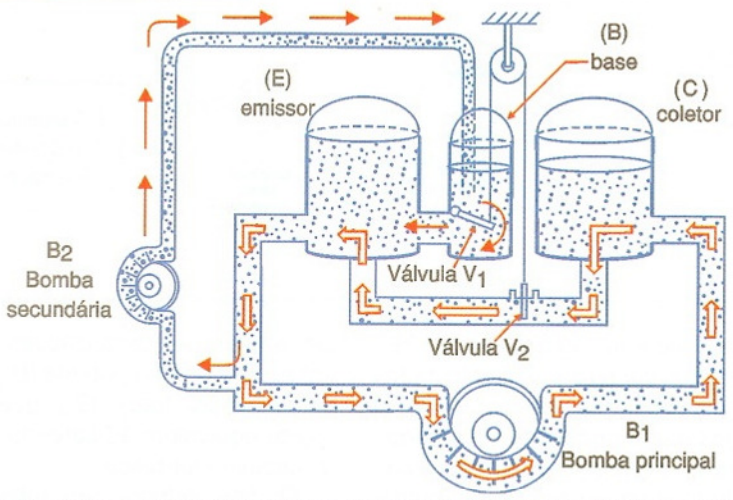
Essa diferença entre as correntes é que caracteriza a capacidade de amplificação do transistor: com correntes muito pequenas circulando pela base, podemos controlar uma corrente muito maior circulando entre o coletor e o emissor.

Para um modelo hidráulico, substituímos as baterias por bombas capazes de "empurrar" um líquido, a água por exemplo, através de canalizações. Temos então uma bomba potente (B_1) e uma bomba mais fraca (B_2) que justamente equivalem às baterias B_1 e B_2 do circuito eletrônico.

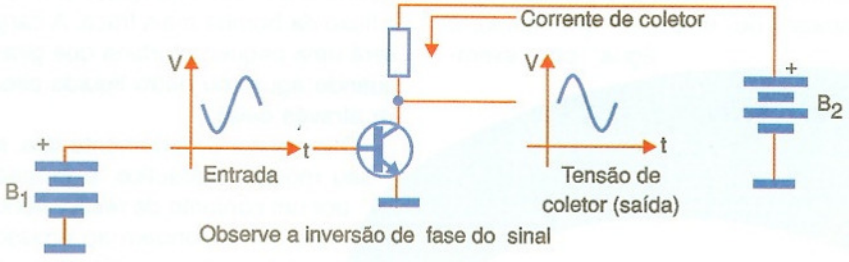
Os fios elétricos são substituídos por canalizações, sendo as mais grossas para conduzir o fluxo principal de líquido e as mais finas para conduzir o fluxo da bomba mais fraca. A carga será uma pequena turbina que girará quando água (ou outro líquido circular através dela).

O transistor propriamente dito, no seu modelo hidráulico, é formado por um conjunto de reservatórios que correspondem ao emissor, coletor e base e algumas válvulas que são acionadas por um sistema de polias, conforme ilustra a **figura 2**.

2 Modelo hidráulico do transistor



3 Transistor amplificando sinais



Quando a bomba pequena (B_2) não está funcionando, não há líquido entrando no reservatório B (base) e, com isso, a válvula V_1 se mantém fechada e através da polia também mantém a válvula secundária (V_2) fechada. Dessa forma não pode circular nenhum líquido entre o reservatório C (coletor) e o reservatório (E). Em linguagem técnica dizemos que quando o transistor não está conduzindo, ele está no "corte".

Quando um pequeno fluxo de líquido se estabelece no cano mais fino (base), ele aciona a válvula de passagem em B e ao mesmo tempo abre a válvula V_2, permitindo que um fluxo maior de líquido se estabeleça entre o coletor e o emissor (C e E).

Veja que a corrente nesse condutor principal é maior do que a pequena corrente que se estabelece na base, o que caracteriza a amplificação do dispositivo. Como a corrente pequena controla toda a corrente principal de líquido dizemos que o dispositivo está saturado.

Nesse modo de funcionamento, o transistor tanto na sua versão eletrônica quanto hidráulica funciona como uma chave, ligando e desligando uma grande corrente a partir de uma pequena corrente.

O transistor também pode funcionar como amplificador, o que é visto na **figura 3**, para a versão eletrônica.

Nela, a variação de uma pequena corrente na base do transistor se traduz numa variação de muito maior amplitude na corrente que circula entre o coletor e o emissor. Em outras palavras, o sinal aplicado à base do transistor é amplificado.

Para a versão hidráulica, exibida na **figura 4,** temos o mesmo: variações da corrente que flui pelo condutor de base se traduzem em variações proporcionais do líquido que flui pelo condutor de coletor. Isso significa que o transistor em sua versão hidráulica também pode ser usado como um dispositivo amplificador do fluxo de líquido que circula por sua base.

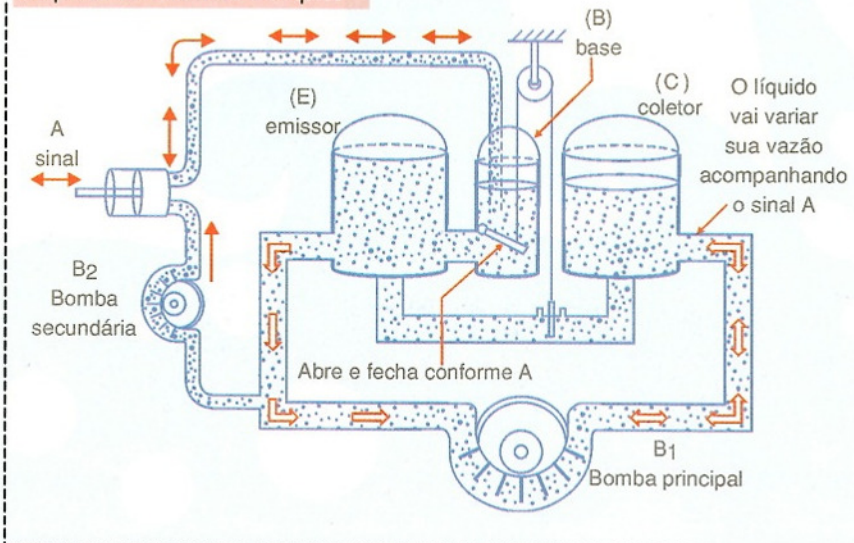
CONCLUSÃO

A idéia de um dispositivo amplificador baseado totalmente nas propriedades elétricas dos materiais semicondutores nos levou ao transistor, componente que é a base de praticamente tudo que existe em eletrônica.

No entanto, conforme vimos, não se trata de idéia exclusiva pois podemos ter o modelo hidráulico e, com ele, podemos elaborar "circuitos hidráulicos" importantes que podem ser empregados em automação e muitas outras aplicações.

Da mesma forma, podemos ter equivalentes do transistor utilizando recursos mecânicos, pneumáticos e até ópticos. Os leitores seriam capazes de imaginá-los? F

4 Amplificando o fluxo de um líquido



Loja Virtual

www.sabermarketing.com.br

SUEKIT - KP-1

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



R$ 25,00

KIT - CK10

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



R$ 45,00

Matriz de contatos PRONT-O-LABOR

A ferramenta indispensável para protótipos.

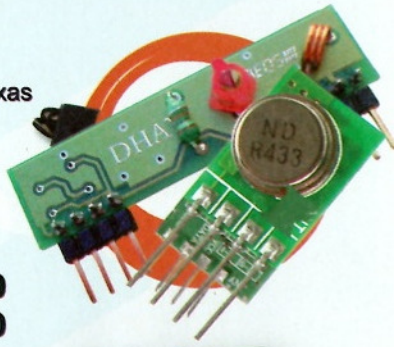
PL-551M: 2 barramentos, 550 pontos.....**R$ 21,70**
PL-551: 2 barramentos, 2 bornes, 550 pontos.....**R$ 24,70**
PL-552: 4 barramentos, 3 bornes, 1 100 pontos.....**R$ 43,80**
PL-553: 6 barramentos, 3 bornes, 1 650 pontos.....**R$ 69,80**



R$ 69,80

Módulos híbridos de RF Mini-Furadeira

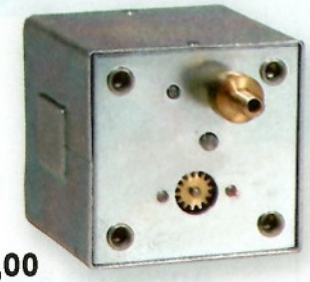
Ideal para links de dados de baixas velocidades, controle remoto de portões, alarmes, automatismos, telemetria, áreas de segurança, etc.
Faixa: 433 MHz



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

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

Novidade no site da Saber Marketing!

Venha conferir os novos produtos na área de instrumentação

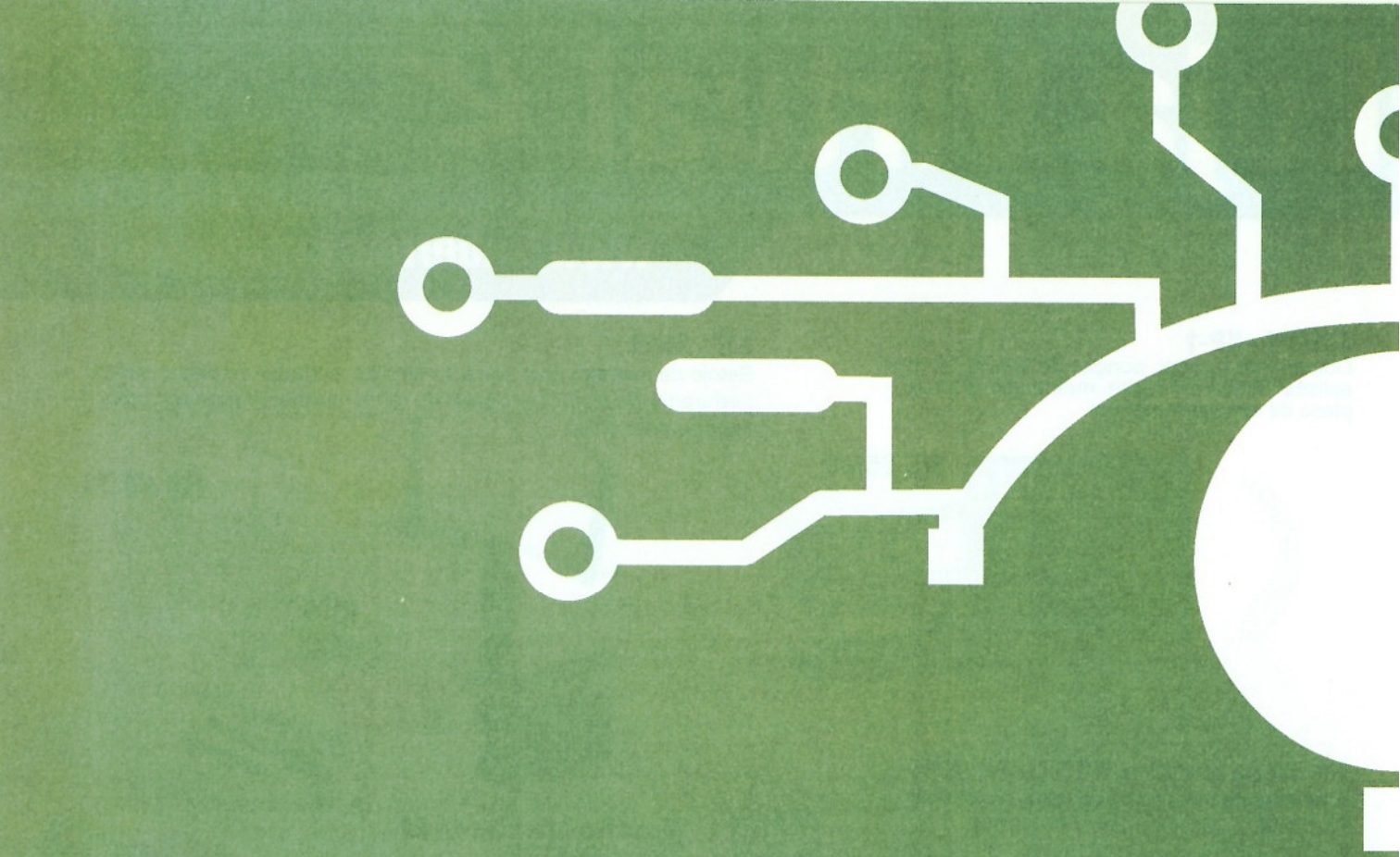
+ de 260 livros técnicos

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.



Introdução à visão de

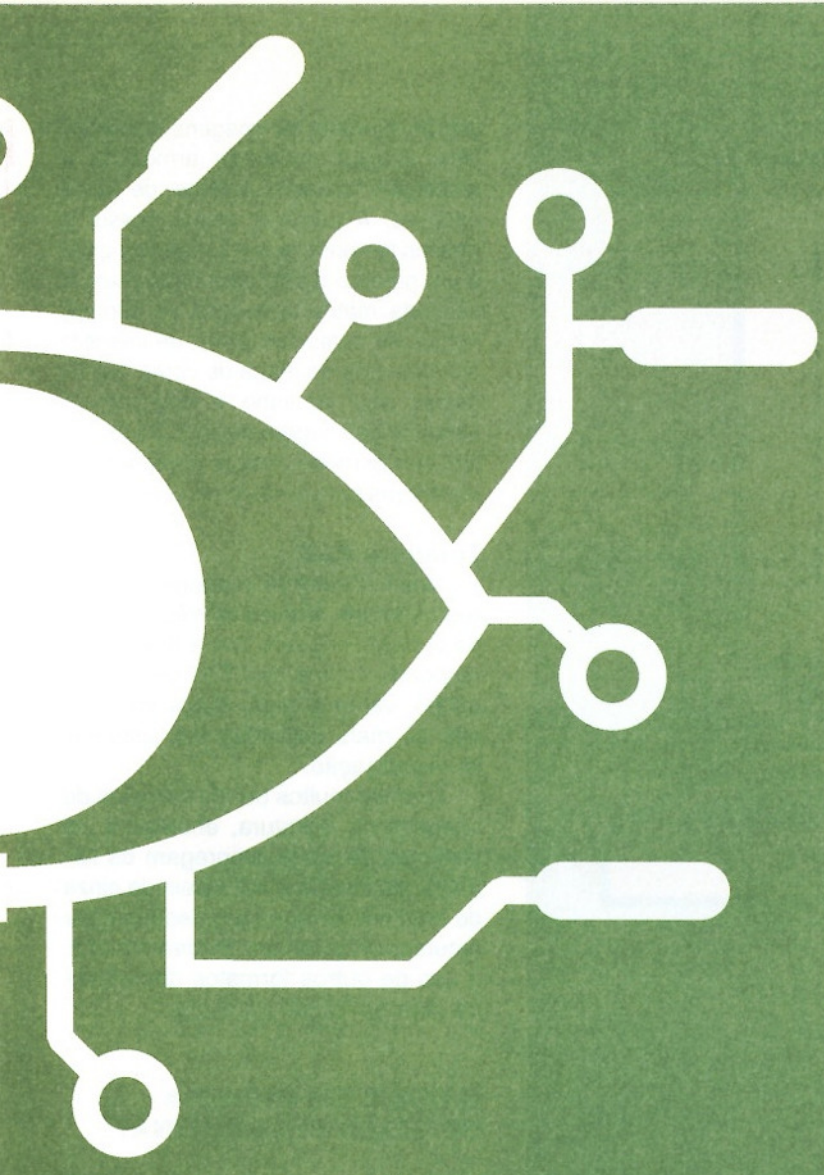
Antes de abordar a visão de máquina, é importante conhecer um pouco mais sobre a estrutura de imagens digitais. Assim, de forma simples, uma imagem digital é composta de *pixels* (*picture elements*), que podem ser pensados como pequenos pontos na tela de vídeo.

Se a imagem considerada for monocromática (níveis de cinza), então cada *pixel* possuirá um número digital que será proporcional ao valor de brilho da imagem naquele ponto. Caso a imagem seja colorida, seus *pixels* serão representados por três componentes de cor: vermelho, verde e azul.

Geralmente, cada componente de cor pode exibir 256 tons diferentes (resolução radiométrica de 8 bits). Logo, através da combinação das três componentes de cor será possível ter um sistema de vídeo com 16 milhões de possibilidades de cores.

Em aplicações de visão de máquina, usualmente se utilizam imagens de 512x512 *pixels* (resolução espacial), dessa maneira, podemos perceber que essas dimensões são potências de 2. Por exemplo, $2^9=512$.

De maneira geral, diz-se que uma imagem de tamanho *mxn* é composta de *m pixels* na direção vertical e *n pixels* na horizontal. Para imagens de 512x512 *pixels*, haverá 262144 *pixels*, fazendo com que o sistema de visão lide com uma demanda computacional grande de dados a cada momento e também exigindo uma quantidade grande de memória para armazenamento temporário dos dados. Portanto, a compressão de imagens é um passo importante para qualquer sistema de processamento de imagens em tempo real.



Este artigo aborda os principais conceitos envolvidos em visão computacional ou visão de máquina. A tarefa de dotar máquinas com capacidade visual semelhante à dos seres humanos ainda permanece um desafio nos dias de hoje. As máquinas atuais são capazes de processar informações a taxas extremamente elevadas e possuem um poder muito grande para armazenamento de dados. Entretanto, diferentemente dos seres humanos, os sistemas de visão artificial ainda são inflexíveis sob diversas condições de trabalho e adaptação, realizando de forma eficiente somente à tarefa para a qual foi projetado.

Emerson Carlos Pedrino*

Visão de Máquina

FORMATOS DE IMAGENS

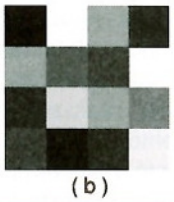
Imagens em níveis de cinza

Neste tipo de imagem tem-se uma matriz *mxn* de *pixels* onde cada elemento possui um valor numérico que corresponde ao nível de intensidade naquele ponto. Se, por exemplo, a imagem for de 8 bits, haverá 2^8(=256) possibilidades de níveis de cinza, o que é comum em sistemas de visão de máquina. Assim, o valor 0 corresponderá ao nível de preto e o valor 255 ao nível de branco, ficando os demais valores distribuídos entre os níveis de cinza intermediários.

Na **figura 1**, podemos ver um exemplo deste tipo de imagem. Na **figura 1a** é apresentada a matriz numérica de intensidades da imagem e na **figura 1b** sua matriz correspondente de níveis de cinza.

0	255	127	20
127	57	48	255
20	200	120	110
10	1	6	220

(a)



(b)

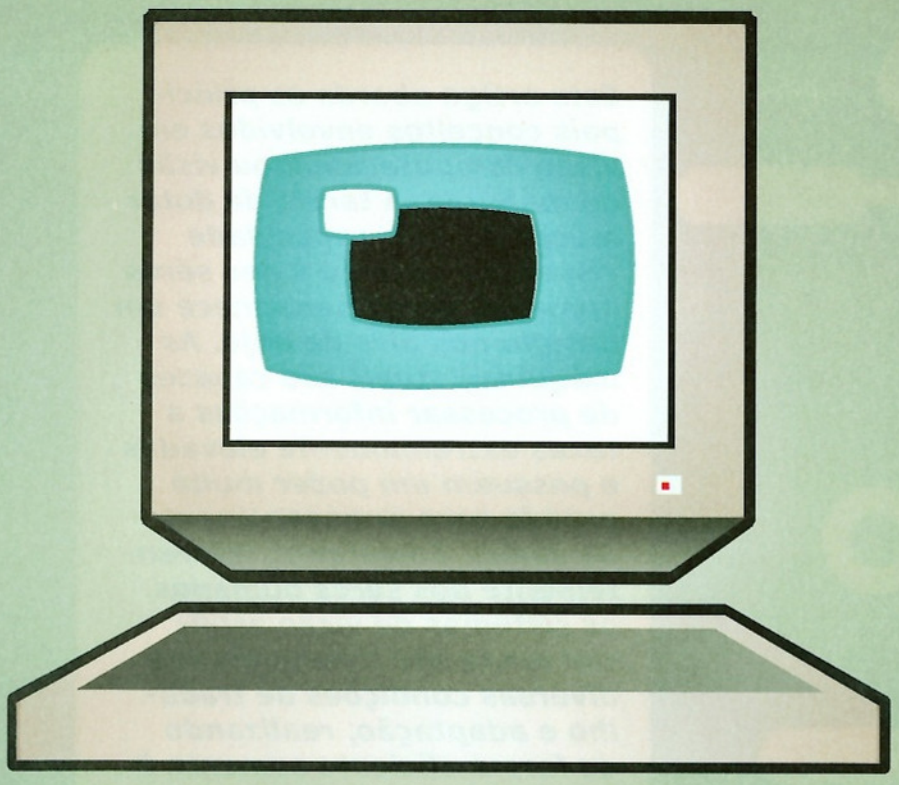
1 (a) Matriz Numérica de Intensidades. (b) Matriz de Níveis de Cinza equivalente

Imagens binárias

Neste caso existirão somente dois valores presentes na imagem, o valor 0 para os *pixels* pretos e o valor 1 para os *pixels* brancos. Este formato simplifica bastante o processamento dos dados, permitindo desenvolver aplicações simples de vídeo em tempo real.

Imagens indexadas

Este formato possui um modo prá-



"Enquanto os computadores são surpreendentemente bons na elaboração de cálculos a altas velocidades, ainda são muito primitivos quando se trata de julgamento."

tico de representar imagens coloridas. Uma imagem indexada armazena a respectiva imagem através de duas matrizes. A primeira matriz possui o mesmo tamanho que a imagem original e um número digital para cada *pixel*. A segunda matriz armazena as componentes de cores dos *pixels* de imagem e é chamada de mapa de cores. Geralmente, seu tamanho é diferente do tamanho da imagem original. Os números na primeira matriz representam endereços para o mapa de cores.

Imagem RGB

Neste formato, a imagem original é representada através de três matrizes de tamanhos iguais. Cada matriz corresponde a uma das três cores: vermelho, verde e azul. Estas imagens são as mais utilizadas em sistemas de visualização.

Existem muitos outros formatos de imagens na literatura, entretanto, os sistemas de visão empregam os formatos de imagens em níveis de cinza ou imagens binárias para economizar recursos de hardware. Evidentemente, o uso de outros formatos dependerá de cada aplicação particular.

O QUE É UM SISTEMA DE VISÃO DE MÁQUINA?

Para que possamos ter uma idéia básica do funcionamento de um sistema de visão artificial e o que ele pode fazer por nós, primeiramente é necessário fazermos algumas comparações com o sistema visual humano. As pessoas e os animais visualizam as imagens através do processo de recepção da luz, que é transmitida ou refletida por algum objeto do ambiente em um sensor: a retina do olho. Em sistemas de visão computacional, este sensor normalmente é um chip CCD ou CMOS em uma câmera de vídeo industrial.

Primeiramente, nossos olhos realizam um pré-processamento na imagem recebida, como, por exemplo, enfatizar detalhes pequenos. A maioria das câmeras comerciais também pode realizar algum pré-processamento, como a adaptação de contraste, por exemplo.

Nossos olhos enviam as imagens recebidas ao cérebro para serem

processadas, analisadas e interpretadas. Baseando-se nos resultados dos passos anteriores, nós podemos tomar decisões em relação às imagens processadas. Uma câmera envia estas imagens a um computador, que é programado para realizar análises, interpretações e tomar decisões em relação às imagens recebidas.

O cérebro humano é experiente em comparar novas imagens com observações prévias, usando para esta finalidade um conhecimento anterior sobre seu ambiente. Um algoritmo padrão de visão de máquina compara imagens de itens passando em uma linha de produção com uma imagem ideal armazenada do mesmo item. Se possível, somente algumas características da imagem de entrada do sistema são utilizadas no processo de reconhecimento para sua simplificação.

Recentemente, os sistemas de visão computacional utilizam inteligência artificial para melhorar sua flexibilidade e incrementar seu conhecimento prévio. A taxa de processamento destes sistemas é da ordem de 100 bilhões de operações complexas por segundo. Estes sistemas estão avançando muito rapidamente tecnologicamente, entretanto, ainda é necessário que um ser humano os programe.

VANTAGENS DOS SISTEMAS DE VISÃO DE MÁQUINA

Comparando-se a uma pessoa, uma máquina sempre faz a mesma tarefa com a mesma precisão, nunca tem fadiga ou indisposição, não para, não tira férias e não recebe salários. Assim, estes sistemas oferecem repetibilidade, objetividade, alta precisão e baixo custo. Além do mais, uma câmera pode ser instalada em lugares onde as pessoas não podem realizar seus trabalhos ou em lugares em que estas não sobreviveriam devido a diversas condições hostis. O computador que é conectado à câmera pode ser colocado em um ambiente normal.

Finalmente, um sistema de visão de máquina pode ser estendido para enxergar além da capacidade visual humana, como defeitos em produtos que só podem ser detectados com o auxílio de raios X ou por meio de raios ultravioletas ou infravermelhos.

APLICAÇÕES DOS SISTEMAS DE VISÃO DE MÁQUINA

Estes sistemas obtêm informações úteis sobre objetos físicos através de um processo de análise das imagens digitais tiradas destes objetos. Esta é uma das mais desafiadoras aplicações em tecnologia de computadores. Há duas grandes razões para isto: quase todas as tarefas de visão requerem ao menos algum julgamento realizado pelo sistema e a quantidade de tempo para completar uma tarefa usualmente é muito limitada.

Enquanto os computadores são surpreendentemente bons na elaboração de cálculos a altas velocidades, ainda são muito primitivos quando se trata de julgamento. Algumas aplicações envolvendo o uso destes sistemas seriam: checagem de peças através de suas formas, dimensões, cores, presença de componentes específicos, entre outras.

COMPONENTES DE UM SISTEMA DE VISÃO

Na **figura 2**, podemos ver um esquema simplificado de um sistema de visão de máquina. Este sistema possui basicamente cinco componentes:

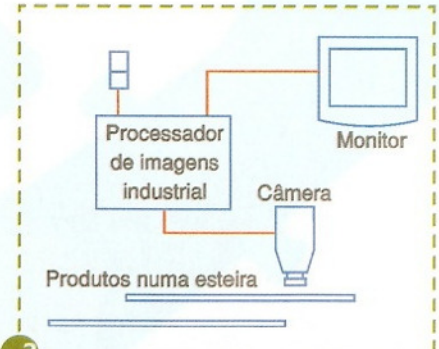
Iluminação: Assim como um fotógrafo profissional utiliza a iluminação para controlar a aparência dos objetos, um sistema de visão deve considerar a cor, direção e forma da iluminação utilizada numa dada aplicação.

Câmera: Por muitos anos, a câmera-padrão de um sistema de visão artificial tem sido a câmera monocromática. Sua saída possui 256 níveis de cinza de resolução radiométrica e fornece cerca de 640x480 *pixels* de resolução espacial. Também, sua varredura vertical é de 30 quadros por segundo. Geralmente, estas utilizam sensores CCDs e geram um sinal analógico de vídeo em sua saída compatível com padrões de televisão convencionais. Sensores CMOS estão disponíveis a custos menores que sensores CCDs, só que com menos qualidade de imagem. Câmeras digitais estão se tornando comuns e geralmente produzem altas qualidades de imagens.

Frame grabber: Uma *frame grabber* realiza a interface da câmera de vídeo ao computador e normalmente é utilizada para processamento de imagens.

Computador: Freqüentemente se utiliza um PC (computador pessoal), mas algumas vezes um dispositivo dedicado especificamente para análise de imagens é preferido. O computador utiliza a *frame grabber* para capturar as imagens, e um software especializado para análises é responsável pela comunicação dos resultados a um equipamento de automação e interfaceamento com operadores humanos para configurações, monitoramento e controle.

Software: A chave do sucesso de desempenho de um sistema de visão de máquina é o software de análise de imagens.



2 Esquema simplificado de um sistema de visão computacional

Atualmente, está se tornando comum a integração destes componentes num único componente integrado. Esses sistemas são conhecidos como sensores de visão de máquina para serem distinguidos dos sistemas mais tradicionais onde cada componente é formado por um módulo discreto. Enquanto os sistemas tradicionais são mais versáteis, os sensores geralmente são mais baratos e fáceis de usar. f

*Emerson Carlos Pedrino é doutorando em Engenharia Elétrica pelo Departamento de Engenharia Elétrica de São Carlos – USP e professor de Engenharia Elétrica da Universidade Central Paulista – UNICEP – São Carlos.

Pernas, pra que te quero?

Parte 2

Mauro Vianna

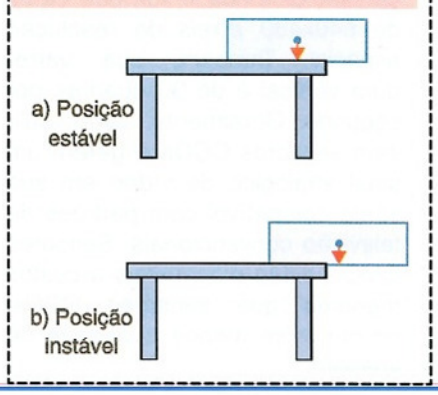


No artigo anterior mostramos alguns modelos de robôs com pernas e discutimos alguns conceitos de equilíbrio. Neste artigo aprofundaremos um pouco mais estes conceitos, descrevendo outros modelos e, utilizando Lego como material de prototipação.

Para que um robô com pernas mantenha o equilíbrio, é preciso que o mesmo tenha uma base estável. Para simplificar a física utilizada, vamos desprezar os efeitos da dinâmica e considerar apenas o equilíbrio estático. Conforme abordamos no artigo anterior, todo corpo tem um centro de massa, que é um ponto médio com relação à distribuição da massa do objeto.

Para que este corpo esteja em posição estável numa superfície horizontal, é necessário que a projeção do centro de massa na superfície esteja dentro da superfície de apoio do objeto. A **figura 1** mostra este conceito com uma caixa posicionada próxima à beirada de uma mesa. Dependendo da posição, a caixa irá ficar equilibrada ou cair.

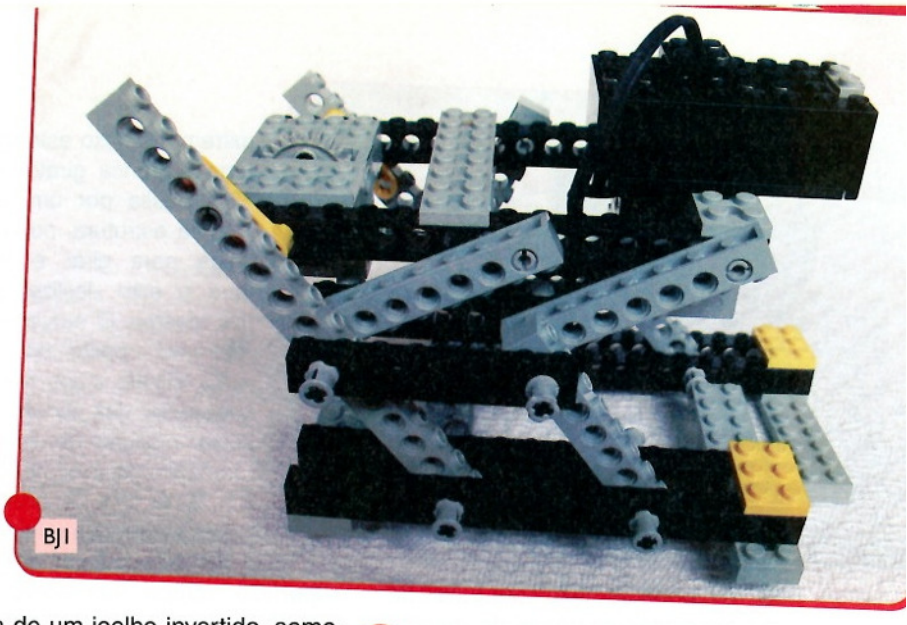
1 Estabilidade de uma caixa sobre uma mesa



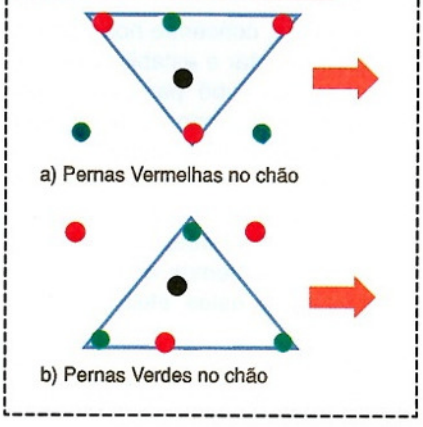
Mas, e nos robôs com pernas? O mesmo se aplica, se considerarmos a base de apoio formada pelos pés. Para entender melhor, vamos considerar uma visão de cima de um robô de 6 pernas. Para facilitar o entendimento, vamos batizar de "pegada" a área contida pelo perímetro formado por todos os pés que estão no chão, representado por um triângulo azul.

Na **figura 2**, as bolas vermelhas e verde representam os dois conjuntos de pernas sincronizadas que estão no chão em um determinado momento. A bola preta representa a projeção do centro de massa no chão. Percebam que o tamanho da pegada depende basicamente do posicionamento dos pés, e não do tamanho dos mesmos. Por isso robôs com 6 ou mais pernas são mais fáceis de estabilizar.

No caso de um bípede, a situação é um pouco diferente. Como na maior parte do tempo somente um dos pés está no chão, existe a necessidade de mover a projeção do centro de massa


BJ1

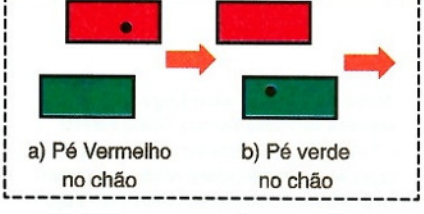
2 Pegada de um robô de seis pernas



ao trocar o pé de apoio. Neste caso, a pegada é o próprio pé. Por isso bípedes precisam de pés grandes. É preciso ter uma certa folga para considerar as variações que ocorrem em função da mudança de geometria e inércia do robô (**figura 3**).

Estes dois casos representam os princípios dos robôs do artigo anterior. Vamos explorar mais estes conceitos nos modelos a seguir.

3 Mudança de projeção do centro de massa



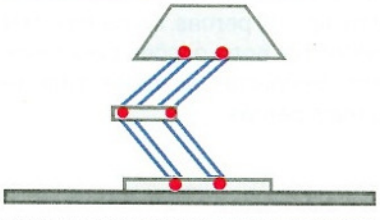
BJ1 - BÍPEDE COM JOELHO

Na edição passada apresentamos um modelo bípede. Este robô tinha a capacidade de mudar o centro de equilíbrio entre os pés, o que era feito através de uma articulação de tornozelo, que inclinava o corpo do robô de um lado para o outro.

O nosso novo bípede, batizado de BJ1, tem como principal característica a introdução de um joelho. O bípede anterior não mantinha os pés paralelos e por isso ele balançava bastante de um lado para o outro na troca de pés no chão. A adição de um joelho permite manter os pés sempre paralelos, o que proporciona uma transição suave de um pé para o outro.

O princípio de construção da perna é relativamente simples e usa a idéia de um joelho invertido, semelhante ao das aves e felinos (**figura 4**). Basicamente o corpo, o joelho e o pé são 3 retas paralelas. Para mantê-las assim, a perna, composta de perna e canela, é formada por pares de vigas paralelas (azul claro) e de mesmo tamanho. As articulações necessárias são representadas pelos pontos vermelhos.

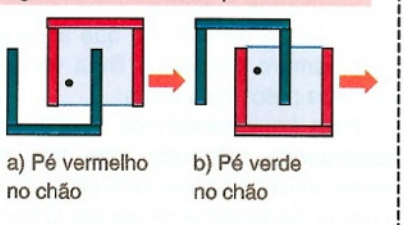
4 Projeto de uma perna com joelho



Tal construção tem o seu preço. A quantidade de peças móveis gera uma certa folga e distorções na arquitetura do robô. Em função disso, como queremos manter o robô simples, abdicamos do deslocamento de centro de massa. Por isso foram usados pés em formato de U para manter o equilíbrio. Observando a pegada deste robô, vemos que esta é uma forma simples de manter um bípede em equilíbrio (**figura 5**).

Para movimentar as pernas, uma das vigas foi estendida até uma alavanca ligada a um eixo giratório. Ambas as alavancas estão em fase invertida, garantindo o movimento das pernas em formato próximo a uma elipse sem baterem. Desta forma conseguimos movimentar o robô com apenas um motor DC, evitando assim a complexidade de reproduzir "músculos" em todas as juntas.

5 Pegada de um robô com pernas em "U"



Observações do BJ1

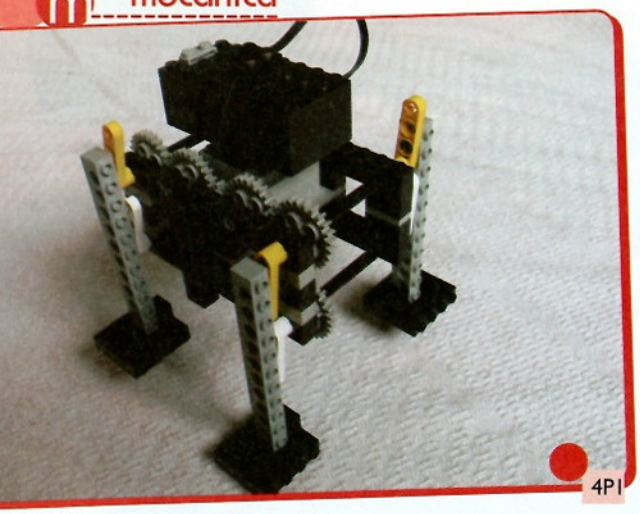
O andar do BJ1 depende de alguns fatores e "macetes". Já mencionamos que a montagem das pernas tem uma certa folga. Em função disso, o corpo do robô se inclina um pouco em direção à perna que está no ar. Esta inclinação foi compensada com pequenos calços nos na parte interior dos pés (extremos do "U").

Outro ponto é o comprimento das vigas que formam a perna, assim como a extensão. O leitor é incentivado a experimentar estas variáveis, que podem resultar em robôs com andares mais suaves, agressivos e em alguns casos, engraçados. O uso de *kits* facilita esta experimentação, porém o mesmo resultado pode ser obtido com vigas com diversos furos.

Deve ser dada especial atenção às juntas. Elas devem ser firmes o suficiente para reduzir folgas, mas permitir que girem livremente.

4P1 - QUADRÚPEDE COM PERNA VERTICAL

Uma outra maneira de manter os pés sempre paralelos ao chão é usar uma perna simples, formada por uma única viga, e mantê-la sempre na ver-



4P1

tical. Isto pode ser feito com o uso de duas alavancas giratórias de mesmo tamanho, acionadas por dois eixos sincronizados e alinhados na vertical. Desta forma garantimos que a perna está sempre paralela à linha vertical formada pelos dois eixos.

Para implementarmos o 4P1, um quadrúpede utilizando este tipo de perna, sincronizamos cada perna com a perna diagonalmente oposta. O comportamento do centro de massa pode ser visto na **figura 6**.

Visto que temos dois pés no chão, é importante que estes pés tenham uma certa área para garantir a estabilidade. Porém os pés podem ser bem menores que os dos bípedes, ainda mais neste caso, onde os pés estão sempre paralelos ao chão e garantem área de contato em todo o pé, evitando assim que o robô balance. O movimento circular das pernas também garante que a velocidade das mesmas é vertical no momento da troca de pés, o que reduz oscilações da projeção do centro de massa.

4P2 - QUADRÚPEDE COM PERNA AXIAL

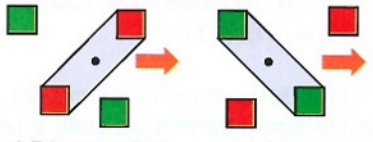
Uma outra construção para pernas seria o modelo de perna axial. Como o próprio nome sugere, este tipo de perna é formado por um eixo. Um extremo do eixo está ligado a uma alavanca giratória. Este eixo passa por um suporte fixo na estrutura, porém com folga para girar e permitir que o eixo deslize através do mesmo. O movimento do extremo oposto do eixo é uma elipse, cujos raios vão depender das dimensões do eixo, posição do suporte e tamanho da alavanca.

Este tipo de perna não está sempre na vertical, logo um pé fixo não está com sua superfície sempre em contato com o chão. Por isso, ela seria mais adequada para a construção de robôs com seis ou mais pernas. Mesmo assim, o 4P2 foi montado como um quadrúpede utilizando este tipo de perna. O andar dele não é muito estável, pois algumas vezes tende a virar e se apoiar numa terceira perna. Foram utilizadas rodas de borracha para os pés, o que não ajuda na estabilidade, mas amortece e agarra mais no chão.

Embora este modelo seja inferior ao 4P1, ele não inviabiliza o uso deste tipo de pernas. As pernas axiais podem ser boas opções para montagens compactas de robôs com seis ou mais pernas.

6

Pegada de um quadrúpede



a) Pés vermelhos no chão

b) Pés verdes no chão

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os conceitos sejam importantes, ficam as seguintes sugestões para o leitor que deseje reproduzir estes modelos com *kits* ou qualquer outro material:

1. Construa de forma a permitir a experimentação. Os tamanhos das pernas, alavancas dos eixos, pés, podem variar o comportamento e devem ser experimentados.
2. O posicionamento dos motores e baterias são importantes, pois estes são os elementos mais pesados e podem deslocar o centro de massa consideravelmente.
3. Mantenha as pernas o mais leve possível. Pernas pesadas exigem motores e baterias mais pesadas, assim como aumentam a deformação e deslocamento do centro de gravidade.
4. Se for necessário colocar peso nas pernas, concentre nos pés. Isto pode aumentar a estabilidade, mas o andar do robô parecerá o dos antigos mergulhadores de escafandro com botas de chumbo...
5. Tenha em mente que a estabilidade depende também de fatores dinâmicos, que desprezamos aqui. Quanto mais lentos e maiores os pés, menos estes efeitos influenciam.
6. O uso de kits facilita o aprendizado, pois facilita a experimentação para consolidar os conceitos.

CONCLUSÃO

Vimos neste artigo mais três modelos de robôs com pernas, cada um introduzindo um novo tipo de perna. Abordamos também o conceito de equilíbrio estático destes modelos, assim como o dos modelos do artigo anterior.

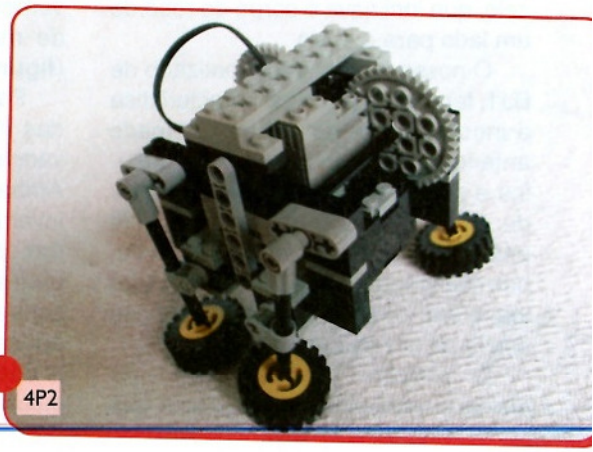
Os modelos apresentados são meras sugestões, ficando ao leitor a opção de reproduzir as arquiteturas vistas com qualquer material desejado. f

Mais informações

Building Robots with Lego Mindstorms de Mario Ferrari, Giulio Ferrari e Ralph Hempel. Este livro apresenta um capítulo excelente sobre robôs que andam, além de vários outros modelos com Lego.

www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no *site* da revista:
- Fotos com detalhes das montagens;
- Vídeos de demonstração de funcionamento;
- Uma série de *links* referentes ao assunto.



4P2

Saber Marketing



Fácil - Rápido - Seguro

ACESSE JÁ

www.sabermarketing.com.br

Controle de velocidade para ventilador



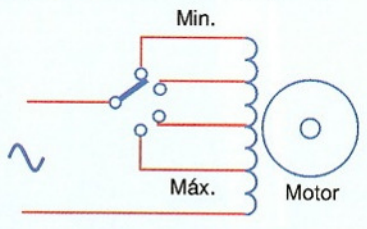
Um dos problemas de muitos ventiladores domésticos comerciais é que o controle da velocidade é feito aos saltos. Esse tipo de controle nem sempre é conveniente, o que leva à idéia de se ter um controle contínuo, com muito mais facilidade para ajuste da velocidade ideal. Neste artigo mostramos como implementar de forma simples esse controle.

Newton Braga



Os ventiladores domésticos comuns têm um controle de velocidade baseado na comutação de tomadas do enrolamento do motor, conforme mostra a **figura 1**.

1 Comutação de tomadas



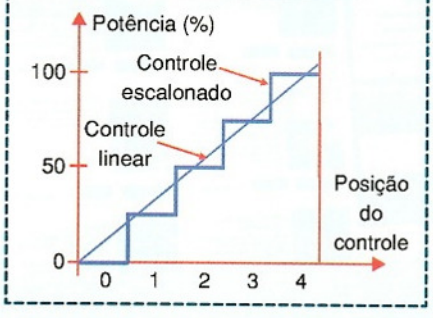
Uma chave no painel seleciona duas ou mais velocidades de acordo com a tomada do motor conectada à rede, variando-se desta forma a potência aplicada aos enrolamentos.

Esse tipo de controle tem desvantagens: alguns ventiladores na velocidade mais baixa são ineficientes não ventilando o suficiente, e quando passamos para a segunda velocidade o vento se torna excessivo e ele muito barulhento.

Uma velocidade intermediária seria bem interessante em muitos casos e isso não é possível com o controle normal.

O que propomos neste artigo é um controle de velocidade linear para ventiladores comuns, que permite justamente obter pontos intermediários de velocidade conforme ilustra a **figura 2**.

2 Controle linear



Colocando o controle do ventilador na posição 2, por exemplo, podemos ajustar a velocidade para qualquer valor entre 0 e a velocidade normal do ponto 2.

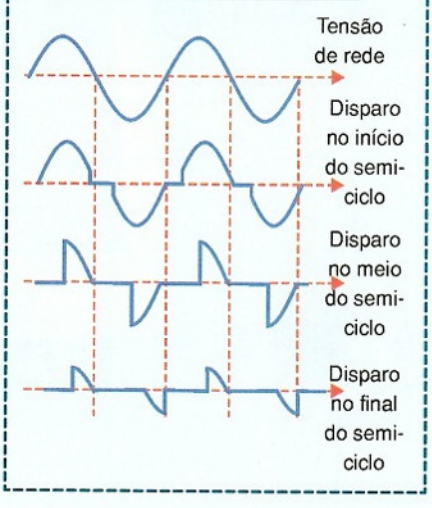
O circuito que apresentamos funciona nas redes de 110 V e 220 V com ventiladores até 200 W ou mesmo mais, dependendo apenas de um bom dissipador no TRIAC usado.

Como funciona

O controle de velocidade apresentado nada mais é do que um *dimmer* com um TRIAC TIC226B ou D, conforme a rede de energia.

Neste circuito, controlando o ponto de disparo através de uma rede de retardo formada pelo potenciômetro, R_1 e C_1, determinamos quanto dos semiciclos da alimentação de corrente alternada é aplicado ao ventilador. Na **figura 3** indicamos a potência aplicada para diversos ângulos de disparo.

3 Ângulos de disparo



O DIAC determina a tensão em que o TRIAC dispara.

Um ponto importante deste tipo de circuito, quando se controla cargas indutivas comutadas como um motor de ventilador, é proteger o TRIAC das altas contratensões que são induzidas.

Isso é feito pelo circuito "snubber" formado por R_2 e C_2. Esse circuito tem por finalidade amortecer os pulsos da alta tensão, evitando que eles apareçam com toda sua intensidade sobre

o TRIAC, o que poderia causar sua queima.

O circuito funciona bem tanto na rede de 110 V como 220 V e eventualmente alterações de valores no capacitor C_1 devem ser feitas, se não forem conseguidas as velocidades mínimas ou máximas. Isso se deve à tolerância natural deste tipo de componente.

O circuito é simplesmente intercalado entre a rede e o ventilador, conforme exibe a **figura 4**.

É importante observar que ele também opera satisfatoriamente com outros eletrodomésticos de potência até uns 200 W que funcionem com motores como furadeiras, liquidificadores, batedeiras, etc. Não o use entretanto, com aparelhos eletrônicos.

Montagem

Na **figura 5** damos o diagrama completo do controle de velocidade para ventiladores.

A montagem do controle numa placa de circuito impresso é mostrada na **figura 6**. Observe as trilhas mais largas que conduzem as correntes mais intensas.

O TRIAC deve ter sufixo B se a rede for de 110 V, ou sufixo D se a rede for de 220 V. Um TRIAC sufixo D, entretanto, funcionará bem nas duas redes. Esse componente deve ser montado num radiador de calor.

O capacitor C_1 deve ter uma tensão mínima de trabalho de 100 V e para C_2 recomendamos um capacitor de poliéster com pelo menos 400 V de tensão de trabalho.

O fusível de proteção é muito importante nesse circuito.

Prova e uso

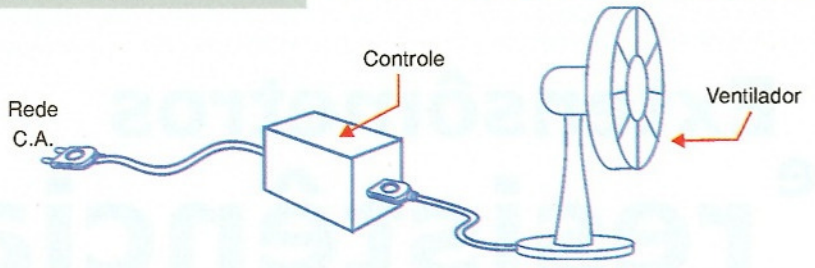
Para provar o aparelho basta ligar o ventilador na saída (X_1) e o plugue na rede de energia. Colocando o ventilador em qualquer velocidade e ajustando P_1 teremos o controle da velocidade na faixa programada.

Para usar, basta determinar a melhor velocidade para o momento, ajustando-a em P_1.

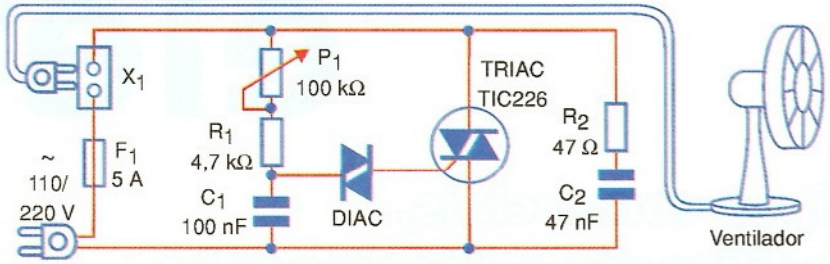
Montagem alternativa

Se o leitor não quiser montar o circuito proposto, poderá encontrá-lo pronto em muitas casas de material elétrico na forma de um "*dimmer*" veja a **figura 7**.

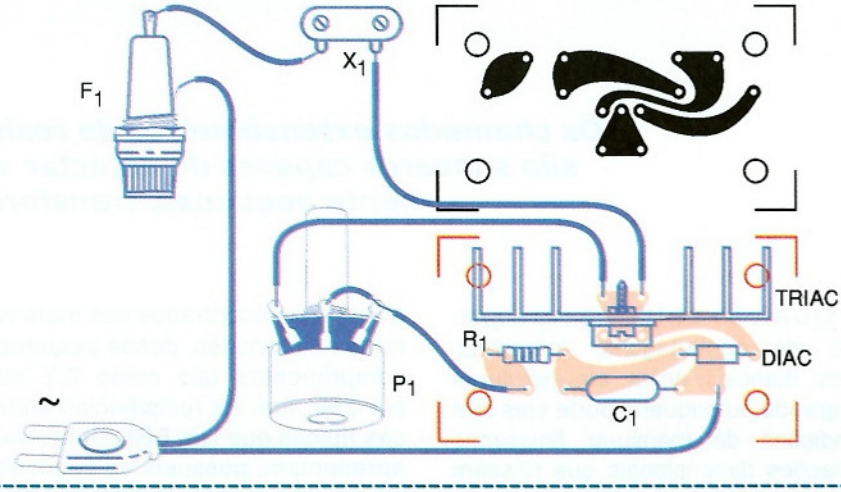
4 Posição do circuito



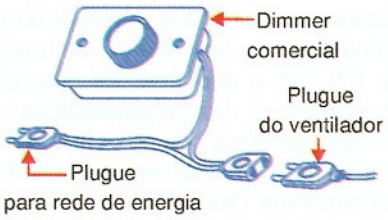
5 Esquema elétrico



6 Layout de placa de circuito impresso



7 *Dimmer* comercial



A mesma figura mostra que é suficiente intercalá-lo entre a rede de energia e o ventilador para obter o controle de velocidade desejado. Apenas, cuide para que o dimmer usado esteja de acordo com a rede de energia e com a potência de seu ventilador.

Lista de material:

TRIAC TIC226B ou D – TRIAC para 110 ou 220 V
DIAC – qualquer diac comum
P_1 – 100 k Ω – potenciômetro comum
R_1 – 4,7 k Ω x 1/8 W – resistor - amarelo, violeta, vermelho
R_2 – 47 Ω x ½ W – resistor - amarelo, violeta, preto
C_1 – 100 nF x 100 V – capacitor de poliéster
C_2 – 47 nF x 400 V – capacitor de poliéster
F_1 – 5 A – fusível
X_1 – Tomada de força AC de embutir

Diversos:
Radiador de calor para o TRIAC, cabo de força, suporte para o fusível, fios, solda, caixa para montagem, fios, solda, etc.

Extensômetros de resistência elétrica

Tipos comerciais, codificação e desempenho

Parte 2

João Carlos Pinheiro Beck*
Isaac Newton Lima da Silva*

Os chamados extensômetros de resistência elétrica (strain gauges) são sensores capazes de detectar variações mecânicas extremamente pequenas, transformando-as em sinais elétricos.

Quando colados na superfície de engrenagens, máquinas, eixos, mancais, enfim, em estruturas de grande ou pequeno porte eles têm condições de mensurar finíssimas variações dimensionais que possam ocorrer; variações estas, conhecidas como deformações mecânicas. Determinando-se as *deformações* na estrutura, é possível estimar o grau de tensão a que ela foi submetida. Então, o conhecimento da amplitude da deformação é um fator de fundamental importância na determinação da força e preservação da segurança na execução de projetos científicos nas mais diferentes áreas do conhecimento humano.

Comercialmente encontra-se ampla variedade de extensômetros de resistência elétrica (ERE), que são sensores cuja resistência elétrica varia segundo a deformação por eles sofrida (conforme já abordado na revista Mecatrônica Fácil nº 31).

Em engenharia os ERE mais utilizados são os do tipo *folha*, os quais são encontrados nas mais variadas dimensões, desde pequenos comprimentos tais como 0,2 mm até 250 mm. As resistências elétricas típicas que tais ERE comerciais apresentam, possuem os seguintes valores: 60 Ω, 120 Ω, 350 Ω, 500 Ω e 1000 Ω.

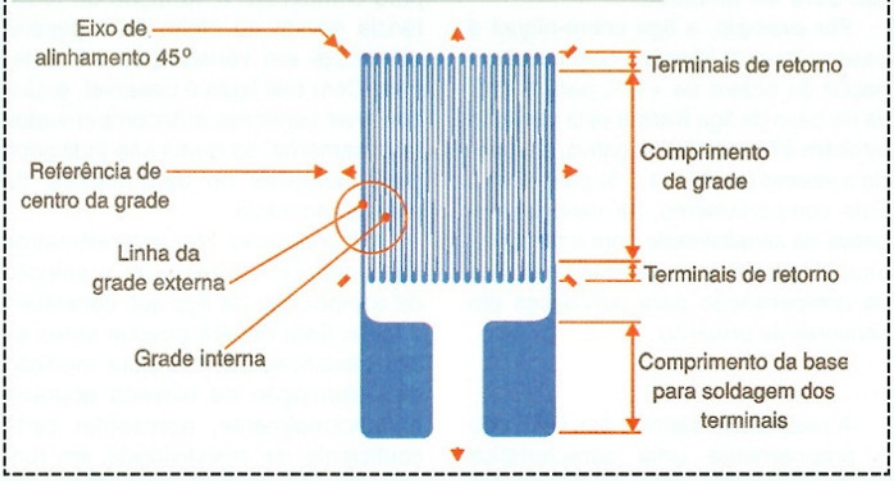
Uma das vantagens dos ERE do tipo folha é a pequena espessura. A espessura típica dos extensômetros comerciais do tipo folha é da ordem de 0,5 mm a depender da natureza do suporte e das características do encapsulamento. Outra vantagem é que os terminais de retorno dos fios constituintes das grades podem ser espessados, reduzindo sua resistência e fazendo com que a grade seja menos sensível às deformações transversais.

Também de grande importância é a porção eletricamente inativa e espessa, melhorando a área para colagem e aliviando tensões nos terminais da grade. O resultado disto é que grades de pequeno comprimento podem ser produzidas no formato de folha sem a perda da transmissão de deformação que ocorreria em grades de fios de mesmo comprimento permitindo, ainda, maior intimidade de contato com a base.

Desde que o termo *comprimento de grade* é entendido como o comprimento sobre o qual a grade mede a deformação sofrida, é prática comum usar o comprimento entre os terminais de retorno como sendo o verdadeiro comprimento da grade sensora. Algumas características básicas da configuração de um extensômetro do tipo folha são mostradas na **figura 1**. Nesta figura são mostradas as indicações de referência de alinhamento a quarenta e cinco graus, os terminais de retorno da grade, os referenciais de centro de grade, a configuração da grade interna, a delimitação do comprimento da grade, o comprimento da base para a soldagem dos terminais e a linha da grade externa.

A seguir são apresentados alguns tipos de extensômetros de resistência

1 Características de um ERE tipo folha, com grade sensora longitudinal



elétrica comerciais tipo folha, onde é possível ver as várias configurações e acoplamentos de grade, assim como as respectivas direções às quais, tais grades são sensíveis.

No caso de sensores de pressão, quando se utiliza um diafragma circular como elemento de mola, as deformações são, principalmente, radiais e tangenciais. Com o propósito de determinar tais deformações uma configuração de grade típica apresenta orientações nestas direções. A **figura 2** ilustra um extensômetro tipo folha comercial com esta configuração, destinado às aplicações em sensores de pressão providos de diafragma circular.

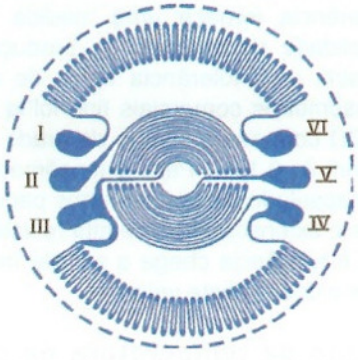
Para a medição de torque, um tipo característico de extensômetro comercial tipo folha é chamado de *biaxial* com dois elementos, que apresenta no mesmo corpo duas grades sensoras em ângulo de noventa graus, veja a **figura 3**.

Caso o objetivo seja mensurar deformações longitudinais (0°), perpendiculares (90°), ou a quarenta e cinco graus (45°), um extensômetro comercial à disposição é o *triaxial* a três elementos 0° /90°/ 45°, que apresenta a configuração vista na **figura 4**.

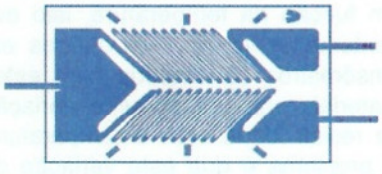
Para mensurar deformações decorrentes de esforços de cisalhamento, um extensômetro comercial típico apresenta a configuração exibida na **figura 5**.

Caso se pretenda mensurar deformações em três direções, outro extensômetro comercial à disposição é o chamado de *roseta empilhada triaxial* de três elementos 0° /90°/ 45° (**figura 6**).

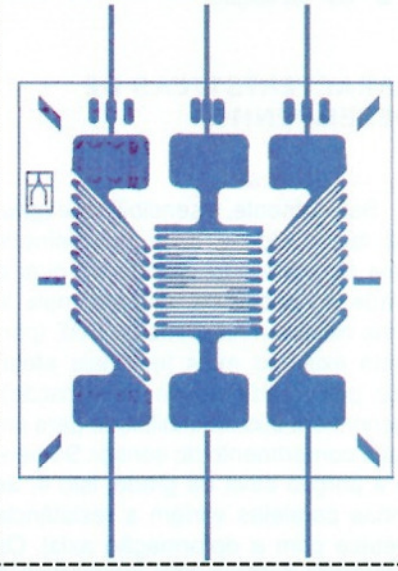
2 ERE para sensores de pressão



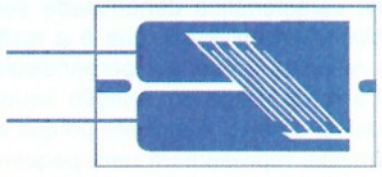
3 ERE biaxial composto de dois elementos



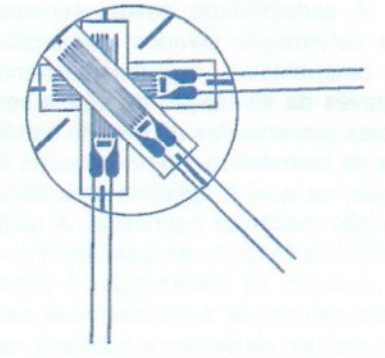
4 ERE tipo folha triaxial de três elementos 0° /90°/ 45°



5 ERE uniaxial para medição de deformações de cisalhamento



6 Roseta empilhada triaxial, 0° /90°/ 45°



CODIFICAÇÃO

O sistema de codificação dos extensômetros de resistência elétrica abrange as características do sensor desenvolvido, no que se refere às seguintes grandezas: resistência elétrica, comprimento de grade, designação, modelo do sensor, compensação de temperatura e fiação. Um exemplo de codificação comercial é:

KFG-5-350-C1-11 L 30C 2 S

Nesta codificação os dígitos alfanuméricos apresentam a seguinte significação:

KFG - indica a designação (para uso geral, ou alta temperatura, ou a prova d'água);

5 - comprimento ativo da grade em mm (5 mm);

350 - resistência elétrica em ohms (350 Ω);

C1 - modelo, tipo de grade;

11 - autocompensação de temperatura (para aço, ou cobre, ou alumínio);

L - tipo de isolamento (vinil, ou poliéster);

30C - comprimento da fiação (30 cm);

2 - número de condutores de ligação (2 ou 3);
S - cor da fiação.

CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

Sensibilidade

Basicamente, a sensibilidade (*gauge factor*) dos ERE é determinada pela sensibilidade da liga do qual a grade é construída. Quanto mais linhas existirem na grade do ERE (portanto existirão mais terminais afetados pelo gradiente de deformação), menor será sua sensibilidade para um dado comprimento do sensor. Somente a porção ativa da grade, isto é, as linhas paralelas variam a resistência elétrica com a deformação axial. Os terminais, embora não respondam à deformação axial, ainda assim possuem uma resistência elétrica finita.

Estes terminais são responsáveis pela característica denominada *sensibilidade transversal*, que é a razão da resposta do sensor perpendicular ao eixo da grade em relação àquela paralela ao eixo. Ela existe porque os terminais representam uma pequena quantidade de condutor sensível à deformação em ângulo reto em relação à grade principal.

A sensibilidade destes sensores de deformação colados (comerciais) é determinada, experimentalmente, através da instalação de vários sensores provenientes da mesma batelada de manufatura, numa bancada de teste, na qual é aplicada uma deformação mecânica conhecida. A razão média da variação da resistência para a variação na deformação é obtida para determinar a sensibilidade para aquele tipo de sensor e batelada particular de ERE construídos:

$$K = (\Delta R/R)/(\Delta L/L)$$

Variação da sensibilidade com a temperatura

As ligas metálicas utilizadas na confecção dos ERE exibem uma variação da sensibilidade com a temperatura. Em alguns casos, o erro devido a este efeito é bastante pequeno e pode ser ignorado. Em outras situações, dependendo da liga envolvida, da temperatura do teste e da acurácia pretendida, uma correção nesta variação deve ser efetuada.

Por exemplo, a liga cobre-níquel é essencialmente linear e possui uma variação da ordem de +1 % para 100°C. Já no caso da liga Karma esta variação também é linear, mas negativa, chegando a valores de até – 1,3 % para 100°C. Este comportamento, de variação negativa da sensibilidade com a temperatura, é utilizado para produzir módulos de compensação para aplicações em sensores de precisão.

Resistência elétrica

A resistência elétrica dos ERE não é propriamente uma característica de desempenho, mas as tolerâncias definidas quando da produção dos sensores em relação a um valor de referência fornece uma medida da qualidade de controle da produção. Assim, uma tolerância típica de extensômetros comerciais tipo folha de 120Ω com comprimento de grade de 6 mm é 0,15%. Para extensômetros encapsulados, extensômetros pequenos e extensômetros de alta resistência a tolerância chega a ser até mais que o dobro deste valor.

Efeito da temperatura na resistência dos extensômetros

Todos os condutores apresentam um coeficiente de resistência elétrica em função da temperatura, isto evidentemente implica em que os extensômetros construídos com estes materiais apresentam uma variação da resistividade com a temperatura. O problema é que esta variação de resistência é interpretada no extensômetro como sendo uma deformação mecânica, ou seja, a temperatura induz a uma *deformação aparente*. Esta é uma das mais sérias fontes de incertezas na prática de medição de deformações estáticas com extensômetros de resistência elétrica.

Alguns tipos de ligas metálicas utilizadas na construção de extensômetros exibem elevados erros de deformação aparente, no entanto, outras ligas podem ser processadas de tal forma a produzirem pequenas variações de resistência com a temperatura. Ligas metálicas como cobre-níquel e níquel-cromo podem ser processadas e tratadas termicamente de forma a se ajustar o coeficiente de resistência em função da temperatura para compensar a variação de resistência devido ao efeito da expansão diferencial em vários tipos de materiais. Com tais ligas é possível, então, construir sensores autocompensados termicamente, os quais são indicados para medições de deformações de elevada acurácia.

A construção de extensômetros deste tipo tem início com a seleção da composição da liga que constituirá a folha. Esta deverá possuir todas as características básicas para medição de deformação de elevada acurácia e, adicionalmente, apresentar certo coeficiente de resistividade em função da temperatura específica nas condições de laminado. Como exemplo pode-se citar a liga de constantã (45%Ni-55%Cu) que, nas condições de autocompensação, apresenta pequeníssima *deformação aparente* na faixa de 0°C a 200°C. Caso esta mesma liga seja tratada termicamente (totalmente endurecida, ou recozida) as *deformações aparentes*, para a mesma faixa de temperaturas, poderão chegar a valores tão altos como da ordem de ±1200 microdeformações.

Capacidade de deformação elástica

Todos os extensômetros de resistência elétrica colados apresentam condições de operação limitadas a um nível máximo de deformação para que continuem operando no regime elástico e, conseqüentemente, não apresentem deformações permanentes. Tal nível máximo de deformação se deve: às características próprias da grade, à natureza da liga do qual é composto, do constituinte da base e do tipo de adesivo. Extensômetros de alto desempenho com base reforçada em fibra de vidro, usualmente, são limitados a uma deformação máxima de 2%. Extensômetros autocompensados, de uso geral, com grades de cobre-níquel, normalmente, são capazes de mensurar deformações de até 5%.

Resistência à fadiga

Da mesma maneira que os metais em geral, as grades dos ERE se fadigam devido às deformações cíclicas em razoavelmente altos níveis de deformação impostos. A depender

1 Relações entre a constituição da grade, composição da base, regime de operação e temperaturas limites admissíveis

Grade	Base	Elástico	Dinâmico
Cobre-níquel	Poliamida	- 75 até + 175ºC	- 195 até + 205ºC
Cobre-níquel	Epoxi	- 45 até + 99ºC	- 195 até + 175ºC
Isoelástica Ni-Cr-Fe-Mo	Poliamida	- 195 até + 205ºC	- 195 até + 205ºC
Karma Ni-Cr-Fe-Al	Fibra de vidro reforçada	- 269 até + 290ºC	- 269 até + 400ºC
Níquel-cromo	Lâminas	- 269 até + 425ºC	- 269 até + 425ºC

da amplitude da deformação, extensômetros do tipo folha usualmente não sofrem alterações mesmo em vários milhares de ciclos. Na prática se tem observado que antes de ocorrer a ruptura total, iniciam-se fraturas transversais que avançam progressivamente através da largura do sensor. Esta primeira manifestação tem início com um aumento irreversível na resistência elétrica, produzindo um desvio de zero que aumenta com o aumento de ciclos de operação.

A presença destas fraturas na grade também produz um aparente aumento na sensibilidade. Isto ocorre porque a abertura e o fechamento das fraturas produzem variações na resistência elétrica, as quais não são proporcionais às variações normais de resistência devido às deformações somente. Este fenômeno é referido como super-sensibilidade.

Segundo estas considerações, o limite de fadiga para os extensômetros do tipo folha, é normalmente definido como o ponto em que o desvio de zero tem um valor máximo de 300 microdeformações, a depender da acurácia requerida do teste.

O tempo requerido para ocorrer a fadiga não depende somente do material que constitui o extensômetro e nível da deformação, mas também do tamanho do ERE, da direção de colagem e da uniformidade da deformação sobre a área sensora.

Temperaturas de operação

A amplitude da temperatura de operação é uma função da liga constituinte do ERE, constituintes da base e do adesivo, e da definição de outras limitações de desempenho associados com a temperatura, tais como a estabilidade. Na **tabela 1** são mostrados alguns limites de operação segundo alguns extensômetros tipo folha comerciais.

Os limites superiores de temperatura dependem de vários fatores, incluindo o tempo de operação naquela temperatura. Para situações extremas de temperaturas os fabricantes indicam um tempo de duração de poucos minutos. f

*João Carlos Pinheiro Beck e Lima da Silva são professores do Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica da PUCRS

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

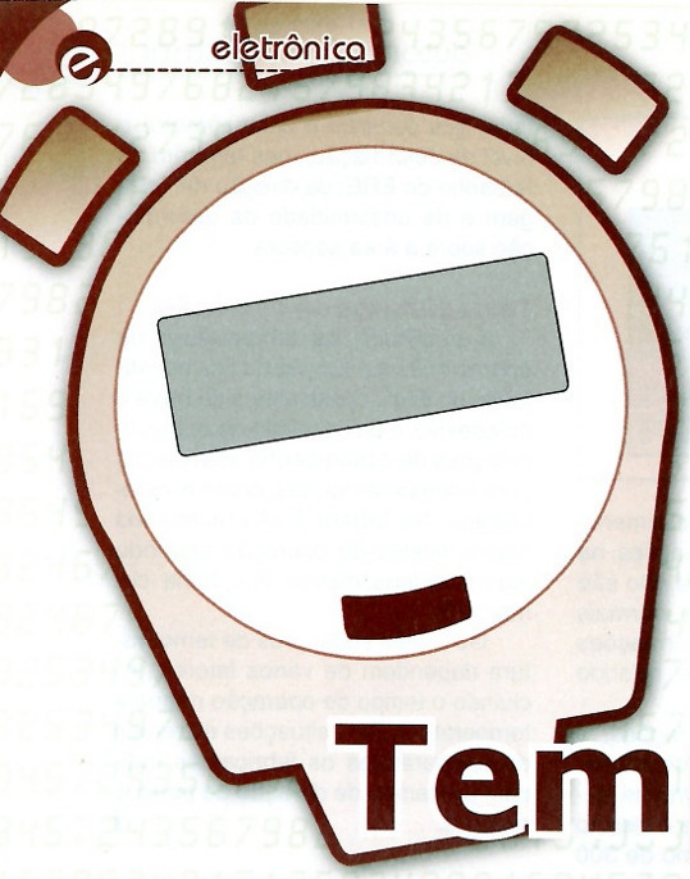
Buscando informações para seu aperfeiçoamento profissional em Automação Industrial?

Encontre-as na revista:

MECATRÔNICA Atual
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS E MANUFATURA

Bimestralmente nas bancas

www.mecatronicaatual.com.br



Temporizadores podem ser projetados para funcionar de muitas maneiras: simples, duplos, triplos, múltiplos, ligando ou desligando cargas com as mais diversas combinações. A idéia básica explorada neste artigo é de um módulo que pode ser reproduzido tantas vezes quantas sejam as temporizações necessárias, e em configurações que permitam acionamentos paralelos. Isso possibilita que o leitor crie seu temporizador para uma aplicação específica com facilidade, baseado em blocos básicos.

Newton C. Braga

Temporizador múltiplo modular

Os temporizadores podem admitir as mais diversas configurações, ligando ou desligando uma ou mais cargas no final de um intervalo, ou ainda acionando novos blocos de temporização em sistemas múltiplos.

Fazer um projeto único de temporizador pode ser interessante em muitos casos, mas atende a um grupo particular de usuários.

Uma idéia que exploramos neste artigo, conforme informamos na introdução, consiste em criar um bloco básico que, pela quantidade e modo de ligação, possibilitará que o projetista monte qualquer tipo de temporizador.

Cada bloco admite uma temporização máxima da ordem de 1 hora, e sua associação pode ser feita em quantidades ilimitadas.

Os blocos de acionamento possuem relés que podem acionar cargas, cuja potência máxima depende apenas de seus contatos.

Podemos considerar o circuito como um verdadeiro CLP (Controle Lógico Programável), mas que opere exclusivamente com tempos.

O projetista pode criar seu próprio projeto de controle temporizado com os módulos indicados.

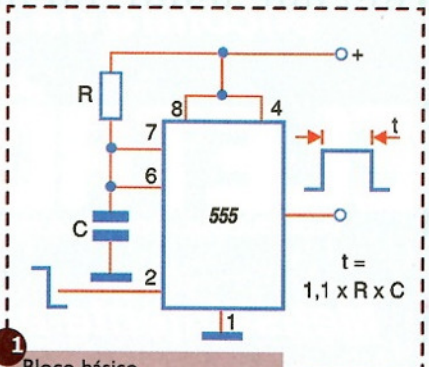
A alimentação do circuito é feita com uma tensão de 12 V e o consumo total dependerá apenas da quantidade de blocos e dos relés que devem ser acionados.

Cada bloco consome em média 5 mA, enquanto o relé do tipo indicado exige uma corrente de 50 mA a 100 mA conforme a tensão de alimentação.

A partir da análise do princípio de funcionamento, com os exemplos de aplicação que vamos dar, ficará fácil para o leitor criar seu próprio temporizador com múltiplas cargas e tempos.

COMO FUNCIONA

O bloco básico do temporizador é o conhecido circuito integrado 555 na configuração monoestável mostrada na **figura 1**.



1 Bloco básico

Quando o pino 2 de disparo é aterrado por um instante (transição do nível alto para o nível baixo), a saída do circuito integrado (pino 3) vai ao

nível alto por um tempo que depende de R e C no circuito.

O valor aproximado da temporização é dado pela fórmula:

$$t = 1{,}1 \times R \times C$$

O capacitor está limitado a um valor máximo que depende de sua qualidade, pois eventuais fugas podem afetar o funcionamento do circuito.

Na prática, não recomendamos que capacitores de mais de 2 200 µF sejam usados e, mesmo assim, especial cuidado deve ser tomado com sua escolha.

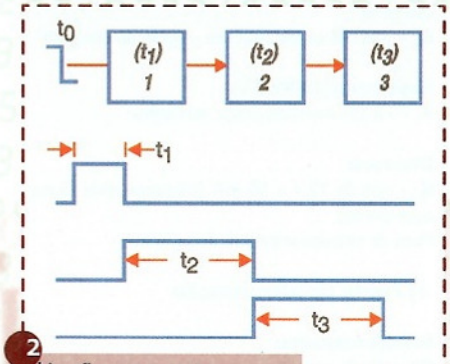
O resistor (R) está limitado a algo em torno de 2,2 MΩ, pelo mesmo motivo. Se a fuga do capacitor tiver esta mesma ordem de valor, a tensão do circuito não atingirá o ponto de comutação e o circuito não temporizará.

Com estes valores limites podemos obter uma temporização máxima da ordem de 1 hora por bloco.

Pois bem, podemos ligar estes blocos em cascata, conforme ilustra a **figura 2**, de modo que no final da temporização do primeiro, o segundo entra em funcionamento começando sua temporização.

Da mesma forma, no final da temporização do segundo bloco, entra em funcionamento o terceiro e assim por diante, cada qual com ajuste independente de tempo.

Podemos ainda ligar blocos em paralelo, de acordo com a **figura 3**.



2 Ligação em cascata

Neste caso, no final da temporização do primeiro, os dois segundos blocos entram em funcionamento, cada qual com uma temporização independente.

O acionamento final será feito por um bloco que contém um relé.

Alternativas para este bloco consistem no uso de acionadores de corrente contínua, tais como transistores bipolares de potência ou ainda Power-FETs conforme exibe a **figura 4**.

Com o transistor TIP31 podemos controlar cargas de até uns 2 ampères aproximadamente, e com Power-FETs as cargas podem ser maiores dependendo do transistor usado.

Também podem ser utilizados Darlingtons de potência e SCRs. No entanto, no caso do SCR deve ser considerado o isolamento da rede de energia.

MONTAGEM

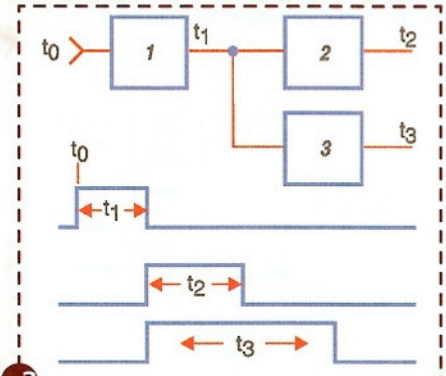
Na **figura 5** damos o diagrama completo de um módulo de temporização.

A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é mostrada na **figura 6**.

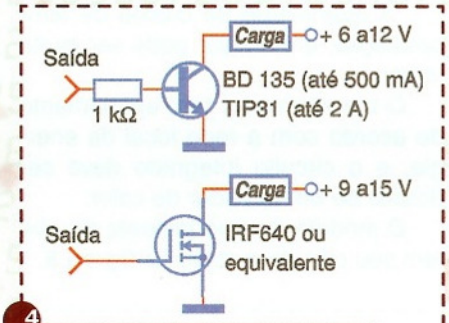
O capacitor C deverá ser dimensionado de acordo com a temporização desejada, podendo variar entre 1 e 2200 µF tipicamente. O *trimpot* serve para fazer um ajuste fino da temporização.

Para interligação dos diversos módulos podem ser usados terminais de encaixe, o que facilita bastante o projeto.

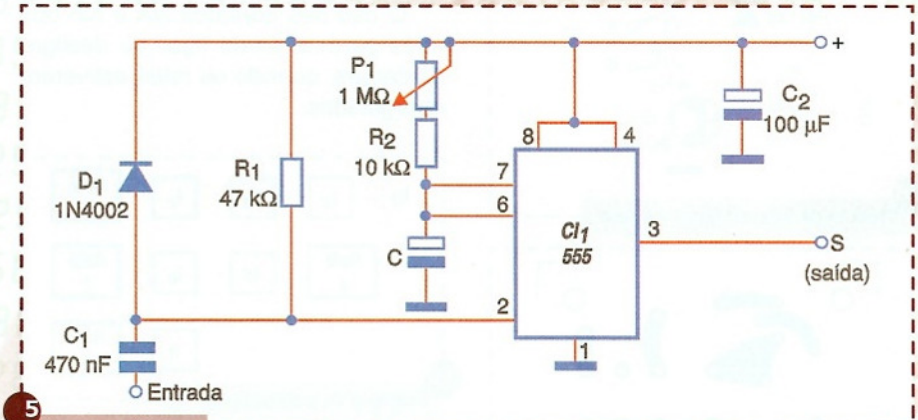
Na realidade, há também a possibilidade de modificar o desenho da placa do módulo de modo que ela possa ser encaixada em *slots* e assim



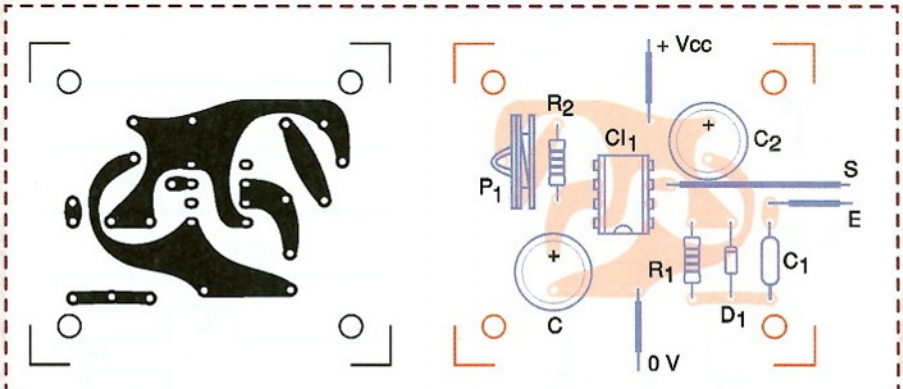
3 Ligação em paralelo



4 Acionadores de conrrente contínua



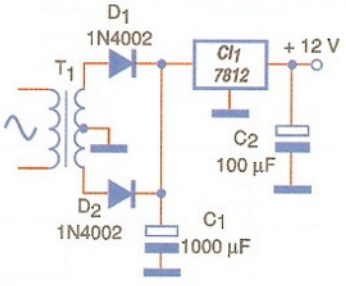
5 Esquema elétrico



6 *Layout* da placa de circuito impresso

termos um *timer* múltiplo onde a programação seja feita externamente num barramento único.

A fonte de alimentação para o circuito, admitindo até 10 blocos de relés, é a ilustrada na **figura 7**.

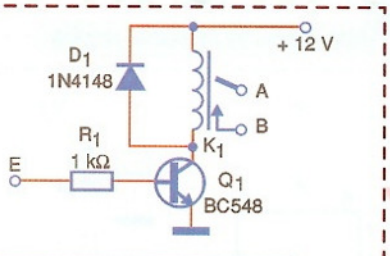


7 Fonte de alimentação

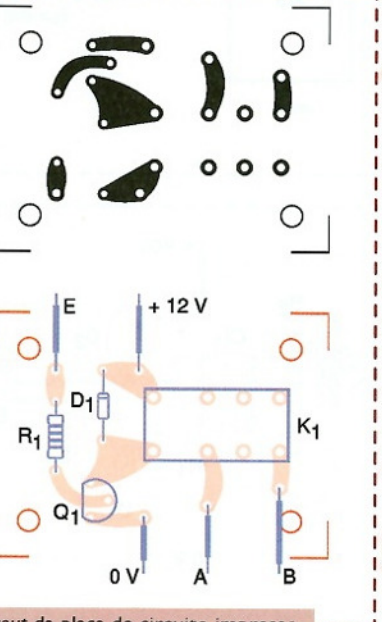
A quantidade de blocos de temporização, entretanto, pode ser muito maior.

O transformador tem enrolamento de acordo com a rede local de energia, e o circuito integrado deve ser dotado de um radiador de calor.

O módulo de acionamento do relé tem seu circuito exibido na **figura 8**.



8 Módulo de acionamento do relé



9 *Layout* da placa de circuito impresso

Na **figura 9** temos a disposição dos componentes deste módulo numa placa de circuito impresso.

O relé é do tipo universal (Série G da Metaltex, por exemplo), com corrente de bobina de até 50 mA.

Se outros tipos de relé forem utilizados, modificações no desenho da placa deverão ser feitas. Este tipo de relé pode controlar cargas de até 10 ampères.

PROVA E USO

Para provar cada módulo basta alimentá-lo com 12 V e ligar na saída um voltímetro (multímetro na escala de tensões que permita ler 12 V).

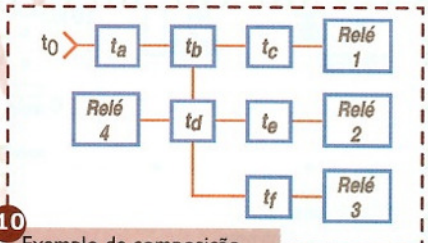
Aterrando por um instante a entrada E, a saída deve apresentar uma tensão de 12 V durante um intervalo de tempo que dependerá do valor de C e do ajuste do trimpot.

Na **figura 10** vemos um exemplo de composição de um sistema temporizador múltiplo com 4 relés e 6 blocos de tempo.

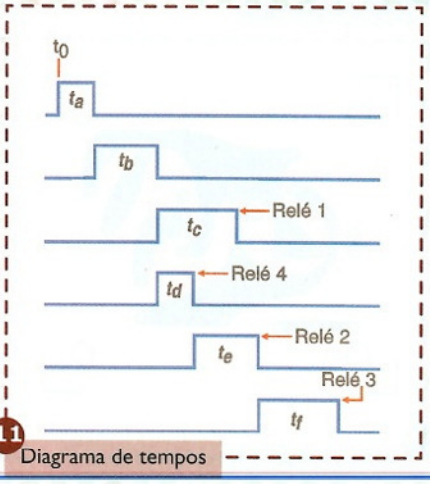
O diagrama de tempos deste circuito é apresentado na **figura 11**.

Os relés serão acionados obedecendo a **tabela 1**.

O uso dos contatos NA e NF dos relés permite ainda ligar ou desligar as cargas, quando os relés estiverem energizados.



10 Exemplo de composição



11 Diagrama de tempos

Bloco de Temporização Acionado	Relé correspondente
Módulo Tc	Módulo Relé 1
Módulo Te	Módulo Relé 2
Módulo Td	Módulo Relé 4
Módulo Tf	Módulo Relé 3

T1 Acionamento dos relés

Uma possibilidade interessante a ser considerada neste circuito é a realimentação: quando o último relé for acionado, o primeiro bloco de temporização será redisparado, obtendo-se assim um funcionamento cíclico do sistema.

Esta configuração pode ser útil para um sistema simulador de presença.

Lista de materiais

a) Módulo de tempo

Semicondutores:
CI$_1$ - 555 - circuito integrado
D$_1$ - 1N4002 ou equivalente - diodo de uso geral
Resistores: (1/8W, 5%)
R$_1$ - 47 k Ω – amarelo, violeta, laranja
R$_2$, R$_3$ - 10 k Ω – marrom, preto, laranja
P$_1$ - 1 M Ω ou 2,2 M Ω (ver texto)

Capacitores:
C$_1$ - 470 nF - cerâmico ou poliéster
C$_2$ - 100 nF - cerâmico ou poliéster
C - eletrolítico de 1 a 2200 µF, conforme temporização desejada
C$_2$ - 100 µF x 16 V - eletrolítico

Diversos:
Placa de circuito impresso, terminais de ligação

b) Módulo de Relé

Semicondutores:
Q$_1$ - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
D$_1$ - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral

Resistores: (1/8W, 5%)
R$_1$ - 1 k Ω– marrom, preto, vermelho

Diversos:
K$_1$ - relé de 12 V x 50 mA (Metaltex série G ou equivalente)
Placa de circuito impresso, fios, solda,

c) Fonte de alimentação

Semicondutores:
CI$_1$ - 7812 - circuito integrado regulador de tensão
D$_1$, D$_2$ - 1N4002 ou equivalente - diodos retificadores de silício
Capacitores:
C$_1$ - 1 000 µF x 25 V - eletrolítico
C$_2$ - 100 µF x 16 V - eletrolítico

Diversos:
T$_1$ - Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 12 + 12 V x 1 A
Cabo de força, fusível de 1 A com suporte, caixa para montagem, fios, solda, etc.



AMBIENTES



OBJETOS



PRODUTOS



PERSONAGENS

WEB SITES
MODELOS 3D
CD-ROM
FOLDERS

CRICKETDESIGN.COM.BR
TEL: (11) 2296-5598

CRICKET DESIGN

Compatibilidade eletro-magnética

Compatibilidade eletromagnética pode ser considerada a capacidade que um componente ou sistema tem de funcionar em um ambiente qualquer, sem que sofra ou provoque perturbações eletromagnéticas nesse mesmo ambiente.

Alexandre de A. Guimarães



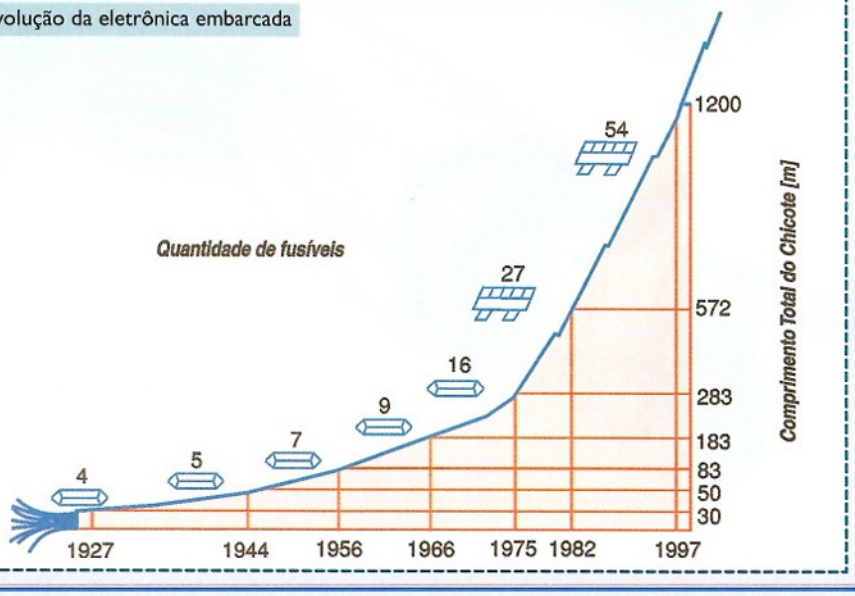
Percebe-se atualmente que existe uma preocupação crescente quanto ao monitoramento desta capacidade e isto está sendo praticado com extremo rigor pelas montadoras de veículos automotivos.

A compatibilidade eletromagnética tem sido controlada nos componentes e sistemas dos veículos, de forma isolada, e no veículo como um todo, já montado com seus inúmeros equipamentos elétricos e eletrônicos. A razão básica para esta crescente preocupação é o também crescente aumento da eletrônica embarcada nos automóveis. A **figura 1** mostra a evolução do comprimento dos chicotes elétricos e da quantidade de fusíveis (diretamente proporcional à quantidade de módulos eletrônicos instalados) nos veículos da marca Volvo. Esta tendência é similar em todas as marcas e seus modelos de veículos.

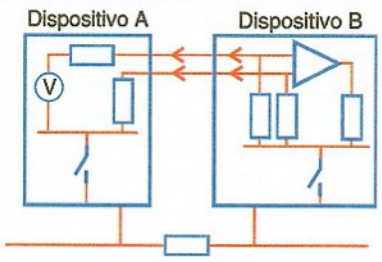
Antes de prosseguirmos com a discussão, vamos definir duas siglas que serão muito utilizadas ao longo deste artigo: EMC e CEM.

EMC (*Electromagnetic Compatibility*) é a sigla em Inglês para o termo

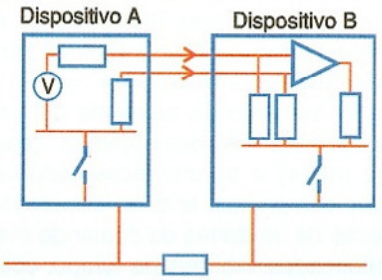
1 Evolução da eletrônica embarcada



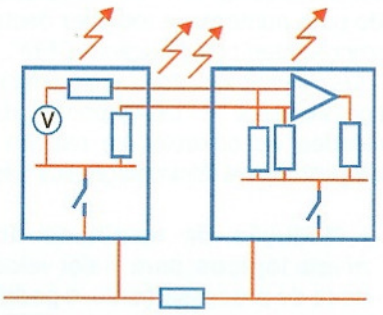
2 Emissão conduzida



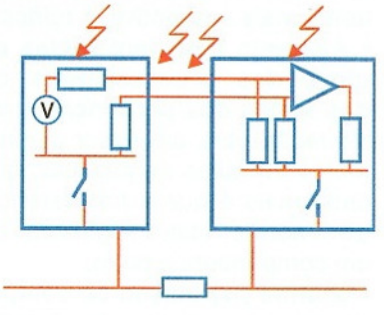
3 Imunidade conduzida



4 Emissão radiada



5 Imunidade à irradiação



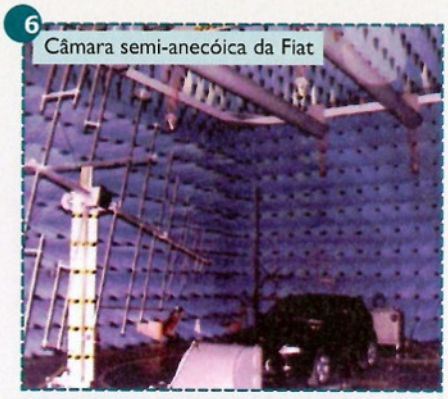
Compatibilidade Eletromagnética, enquanto que **CEM** (Compatibilidade Eletromagnética) é a sigla já traduzida para o Português.

Agora, como podem ocorrer as interações eletromagnéticas entre o veículo (ou seus componentes) e o ambiente? Existem quatro formas:

- **Emissão conduzida**: Ocorrerá a emissão conduzida a partir do dispositivo B quando as interferências geradas por ele atingirem, por exemplo, o dispositivo A através dos condutores elétricos que conectam os dois dispositivos. Existe um limite em relação ao nível das interferências geradas pelos dispositivos, exatamente para que um não interfira na operação dos demais (**figura 2**).
- **Imunidade conduzida**: É a capacidade de um dispositivo suportar as interferências geradas por outro dispositivo. Neste exemplo temos "B" recebendo interferências de "A". Existem também níveis mínimos de tolerância às interferências recebidas por condução, que devem ser respeitados no momento de se projetar um dispositivo eletrônico (**figura 3**).
- **Emissão radiada**: É toda interferência que um ou mais dispositivos geram e que são transmitidas pelo ar ao ambiente (**figura 4**).
- **Imunidade à irradiação**: É toda interferência recebida pelos dispositivos através do ar ambiente (**figura 5**).

Todos os quatro fenômenos apresentados podem e devem ser controlados em cada um dos sistemas eletro-eletrônicos de um automóvel durante o seu projeto e desenvolvimento. Em cada etapa do projeto, amostras devem ser testadas e os resultados comparados com os valores especificados pelo engenheiro de produtos da montadora.

6 Câmara semi-anecóica da Fiat



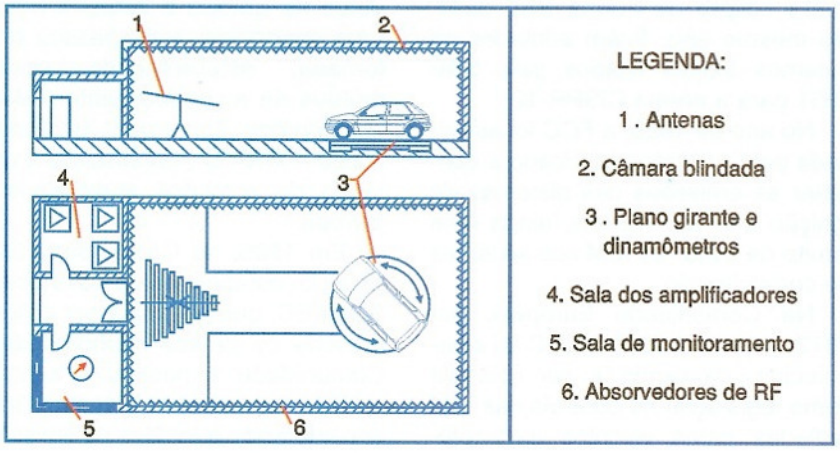
O local onde os testes relativos a CEM são realizados é chamado de **câmara** e uma câmara de testes de CEM pode ser do tipo **semi-anecóica (figura 6)** ou **anecóica (figura 7)**. A diferença entre elas é que a segunda é equipada com os cones absorvedores de RF (radiofreqüência) também em seu assoalho.

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE CEM NO SETOR AUTOMOTIVO

Sobre o tema, um excelente levantamento histórico foi apresentado pelo Eng. Glaucio Santos, da DaimlerChrysler, no "VIII Seminário sobre a Eletro-Eletrônica Aplicada à Mobilidade" (promovido pela Associação Brasileira de Engenharia Automotiva em junho de 2006). Vamos aos fatos:

"Entre as décadas de 1930 e 1940 alguns trabalhos de redução dos

7 Câmara semi-anecóica conforme ISO11451-2



ruídos causados pelos sistemas de ignição, nos equipamentos de radiocomunicação dos veículos de combate e em navios, foram desenvolvidos. Com base nestas necessidades, algumas recomendações de CEM, para este tipo de veículo, foram criadas. Porém, com o aumento na utilização dos diversos sistemas de radiocomunicação da época, principalmente durante a década de 1940, estas recomendações se tornaram ineficientes. Desta forma, como uma primeira abordagem sobre este tema, algumas recomendações dedicadas aos equipamentos militares foram criadas.

Até a metade do século passado, os esforços das atividades de CEM se concentravam no controle das emissões conduzidas e radiadas. A partir da década de 1950, as pesquisas e trabalhos referentes às condições de imunidade passaram a ser, também, enfatizados. Com relação à indústria automobilística comercial, após a II Guerra Mundial, a SAE (*Society of Automotive Engineers*) iniciou estudos direcionados às análises das IEM (interferências eletromagnéticas) radiadas pelos sistemas de ignição.

Em 1952, outras fontes de IEM, tais como geradores, motores elétricos e transientes gerados pela comutação de componentes indutivos, passaram a ser analisadas com determinada importância, principalmente, devido à utilização de indicadores elétricos (galvanômetros) e à popularização do uso de radioreceptores.

Em 1958, devido às evoluções satisfatórias nos sistemas de medição, foi possível a publicação da primeira edição da norma SAE J551. No mesmo ano, foram adotados os mesmos limites fixados pela SAE J551 para a norma CISPR-12.

No ano de 1968, a FCC foi autorizada pelo governo americano a controlar as emissões dos sistemas de ignição dos automóveis, ainda com intuito de evitar as IEM nos sistemas de comunicação.

Na Comunidade Européia, em 1972, a diretiva 72/245/EEC foi estabelecida, passando a ser utilizada como legislação no controle das IEM radiadas pelos veículos automotores.

Ainda na década de 70, as instituições tais como a FCC, continuaram a desenvolver regulamentações para controle dos sistemas de ignição, que continuavam a interferir nos equipamentos de telecomunicações. Estas atividades consideraram tanto as iniciativas voluntárias de controle das IEM, quanto as recomendações publicadas pela SAE, tais como a SAE J551 e SAE J1113, que, até então, não eram exigidas legalmente.

Já na década de 1980, novos conceitos de CEM foram estabelecidos, como, por exemplo, ações de prevenção contra IEM em fases iniciais de projeto, que objetivavam a otimização dos custos necessários ao atendimento dos pré-requisitos de CEM. Assim, experiências com simulação numérica passaram a ser apresentadas, algumas delas já incluindo análises dos efeitos do *crosstalk* através de técnicas de elementos finitos. Futuramente, estas técnicas de simulação passariam a ser largamente empregadas nas diversas atividades de CEM, principalmente devido a sua capacidade de antecipar resultados e ao nível de confiabilidade aprimorado.

Em 1987, com o emprego de técnicas digitais nos sistemas eletrônicos embarcados e com a necessidade de controlar suas novas características de emissão, foi editada a norma SAE J1816, que agregava as técnicas já desenvolvidas pelas normas SAE J551, CISPR 12, ANSI C63.12 e FCC.

Na década de 1990, devido às diferenças consideráveis entre as exigências para certificação de produtos na Europa e Estados Unidos, uma importante ação passou a ser tomada, estabelecendo acordos mútuos de reconhecimento ("*Mutual Recognition Agreement for Product Sales* – MRA's)", objetivando a aceitação de produtos americanos na Europa.

Em 1995, na Comunidade Européia, foi estabelecida a nova diretiva 95/54/EC, que passou a ser aplicada a todos os países membros dessa Comunidade e passou a controlar a CEM na indústria automobilística, considerando questões de emissão e de imunidade.

Atualmente, as normas ISO11451 e ISO11452 contemplam as metodologias para as medições de susceptibilidade mais abrangentes no mercado internacional. Para as medições de emissão, as normas CISPR 12, CISPR 16 e CISPR 25 são utilizadas. A maioria dos métodos de ensaios referencia estas normas."

CEM NOS SISTEMAS AUTOMOTIVOS

Como mencionado pelos engenheiros da empresa Robert Bosch no "VIII Seminário sobre a Eletro-Eletrônica Aplicada à Mobilidade":

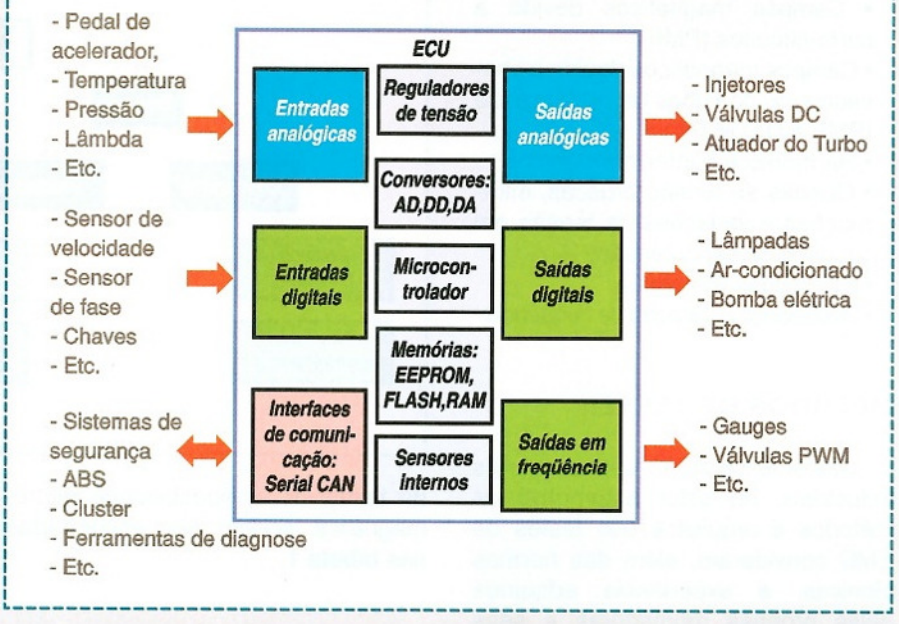
"O aumento da demanda por processadores de desempenho (cada vez maior) e de interfaces cada vez mais complexas, leva ao desenvolvimento de unidades de comando mais sofisticadas. Ao mesmo tempo, estas unidades são mais susceptíveis aos campos eletromagnéticos. Por esta razão, parte do *hardware* interno de uma unidade de controle é desenvolvido para aumentar a robustez destes componentes com relação à CEM".

Os principais itens que afetam negativamente o desempenho das unidades de controle em relação a Compatibilidade Eletromagnética são:

- **Redução da amplitude dos níveis lógicos**: para maior velocidade de processamento, o padrão TTL foi substituído pelo CMOS. Esta menor distância entre o valor máximo e mínimo do nível lógico torna o sistema mais veloz, entretanto, mais susceptível a ruídos.
- **Aumento das freqüências de *clock* dos processadores ou dos sinais dos periféricos**: esta alteração gera um maior acoplamento em altas freqüências, que nada mais é que a transferência de energia eletromagnética de um componente a outro.
- **Grande população de componentes nas placas de circuito impresso**: gera a necessidade de muitas trilhas que são implementadas em camadas da placa de circuito impresso. Estas funcionam, em último caso, como antenas captadoras de campos eletromagnéticos.

A **figura 8** mostra o diagrama interno de uma ECU (Unidade Eletrônica de Controle) automotiva, suas entradas e saídas. Este exemplo foi apresentado pelos engenheiros da Bosch no "VIII Seminário sobre a Eletro-Eletrônica Aplicada à Mobilidade".

8 Diagrama interno de uma ECU, suas entradas e saídas



Algumas formas de minimizar os efeitos de interferências eletromagnéticas são:

- Para sinais em modo diferencial com uma linha de alta impedância: utilizar um capacitor *shunt* conectado entre as duas linhas do modo diferencial;
- Para sinais em modo diferencial com uma linha de baixa impedância: usar um indutor em série, em cada linha do modo diferencial;
- Para sinais em modo comum com uma linha de alta impedância: colocar um capacitor *shunt* conectado em cada uma das linhas, para o aterramento;
- Para sinais em modo comum com uma linha de baixa impedância: utilizar um indutor em série, em cada linha do modo diferencial;
- Para a redução do acoplamento indutivo: empregar par trançado nos condutores elétricos;
- Para prevenir que campos de baixa e alta freqüência se acoplem em áreas definidas do sistema: usar blindagem nos condutores;
- Para evitar interferências elevadas em regiões definidas do veículo: utilizar blindagem de sistema completo (placas metálicas ao redor de unidades de controle e seus condutores);
- Para evitar os efeitos causados pela condução de ruídos gerados pelo motor de partida ou ventiladores de refrigeração em sistemas sensíveis: utilizar cabo exclusivo, conectado diretamente à bateria;
- Para evitar os efeitos causados pela indução de ruídos gerados por válvulas e outros atuadores em sistemas sensíveis: separar os cabos dos atuadores dos cabos usados em sensores e protocolos de comunicação;
- Para evitar os efeitos causados pela indução de ruídos gerados por válvulas e outros atuadores em sinais de sensores: rotear os cabos dos sensores próximo aos condutores de aterramento.

NORMAS DE CEM EM AUTOMÓVEIS

As principais normas utilizadas atualmente são as ISO11451 e ISO11452 (para as medições de susceptibilidade) e as CISPR 12, CISPR 16 e CISPR 25 (para as medições de emissão).

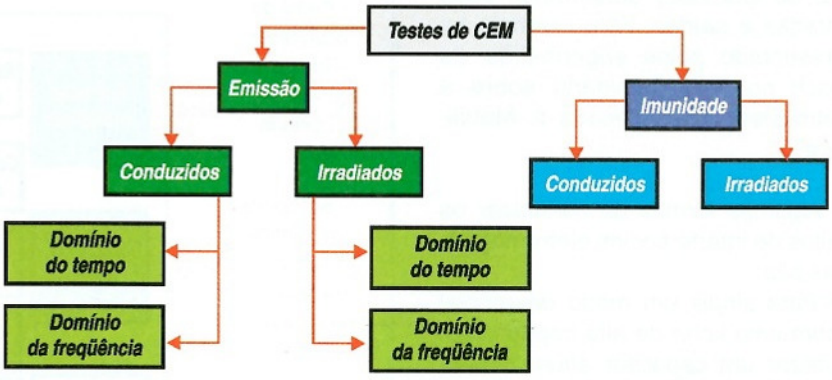
Diversas características e fenômenos eletromagnéticos são considerados atualmente pelas normas relacionadas à CEM. As principais são:

- Campos eletromagnéticos irradiados (30 MHz – 1 GHz);
- Distúrbios em meios condutores contínuos (a 150 kHz);
- Distúrbios em meios condutores (150 kHz a 30 MHz);
- Descargas eletrostáticas "ESD";
- Transientes rápidos "EFT/*Burst*";
- Sobretensões devido a descargas atmosféricas e chaveamentos;
- Campos magnéticos em freqüência industrial;



- Campos magnéticos devido a descargas atmosféricas (PMF);
- Campos magnéticos devido a curto-circuitos (PMF);
- Campos magnéticos devido a chaveamento de linhas de transmissão (PMF e D.O.M.F);
- Harmônicos e inter-harmônicos;
- Quedas de tensão bruscas, interrupções e variações de tensão em circuitos de baixa tensão;
- Flutuações de tensão;
- Desbalanço e variação de freqüência.

9 Tipos de testes de EMC



MÉTODOS DE TESTES

Diferentemente de outros setores industriais, no setor automotivo os métodos e requisitos dos testes de EMC consideram, além das normas técnicas, a experiência adquirida pelas próprias montadoras e seus fornecedores, ao longo dos anos. Em inúmeras ocasiões, os requisitos determinados pelas montadoras é superior aos requisitos descritos nas normas técnicas, nacionais e internacionais.

Independentemente dos requisitos e dos métodos utilizados, os testes em geral podem ser subdivididos seguindo o diagrama da **figura 9**.

As principais variáveis que devem ser observadas em cada um dos tipos de testes de compatibilidade eletromagnética podem ser encontradas nas **tabela 1**.

CONCLUSÃO

Este artigo procurou apresentar algumas informações sobre um dos mais importantes tópicos em discussão atualmente nas engenharias de produtos das montadoras de veículos. Aproveitamos esta oportunidade para parabenizar o excelente trabalho realizado pelos Srs. Sartori, Benjamin, Clemente, Glaucio, Leonardo e Oswaldo, palestrantes no "VIII Seminário sobre a Eletro-Eletrônica Aplicada à Mobilidade (Compatibilidade Eletromagnética)", promovido pela Associação Brasileira de Engenharia Automotiva em junho deste ano. Os trabalhos apresentados por estes engenheiros englobam grande parte do conhecimento atualmente disponível sobre o tema – compatibilidade eletromagnética.

f

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

T1 Principais variáveis a serem observadas

Emissão conduzida	Emissão irradiada	Imunidade conduzida	Imunidade irradiada
- Limite de emissão - Amplitude dos transientes - Faixa de freqüência - Largura de faixa do receptor de medição - Métodos de medição - Dispositivos utilizados - Tipo de detector	- Limite de emissão - Faixa de freqüência - Largura de faixa dos receptores - Métodos de medição - Dispositivos medição e antenas - Tipo de detector - Distância de medição	- Níveis de injeção - Formas de números de pulsos - Tempo de aplicação - Tempo de injeção em cada freqüência - Faixa de freqüência - Passo de freqüência - Formas de aplicação (direta, por acoplamento ou pelo ar) - Tipo de modulação e Parâmetros associados - Formas de monitoramento - Métodos de calibração e de injeção	- Amplitude de campo - Faixa de freqüência - Passo de freqüência - Tipo de modulação - Tempo de aplicação - Forma de monitoramento de campo (por eixo, valor total RMS) - Distância de antena - Tipo de antena - Formas de monitoramento - Posição de radiação - Forma de calibração - Estado de funcionamento do automóvel

METALTEX

OTIMIZANDO RESULTADOS

CLPs

CONTROLADORES LÓGICO - PROGRAMÁVEIS

Panasonic

FP2



FP0



FPE





FPΣ

A Metaltex oferece ao mercado os avançados e compactos Controladores Lógico-Programáveis da linha Panasonic. Estes CLPs possuem inúmeras funções de alto nível, solucionando as mais diversas aplicações.
Os Nano CLPs FP0 e FPS podem ser aplicados desde máquinas de pequeno e médio porte até aquelas que exigem operações complexas.
Os CLPs de grande porte FP2 e FP10 proporcionam inúmeras possibilidades de modularidade, permitindo selecionar diversas placas (expansões) de acordo com a necessidade da aplicação.

IHMs

INTERFACES HOMEM - MÁQUINA

GT30



GT11



GT01



Panasonic



Dispomos de uma completa linha de IHMs com tela tipo touch screen. Os modelos são:
- **GT01** com 3 pol, backlight de LED 3 cores (vermelho, amarelo e azul);
- **GT11** com 4 pol, backlight de LED 3 cores (vermelho, amarelo e azul);
- **GT21** com 4,7 pol. colorida com 256 cores;
- **GT30** com tela de 5,7pol. monocromática ou colorida.

Todas possuem recursos de fontes true type, gráfico de tendências, multilinguagem, receitas e lista de alarmes. Incorporam tambem driver para CLPs de diversos fabricantes.

VENHA VISITAR NOSSA FÁBRICA

São Paulo (Matriz) Tel.: (11)5683-5706

BAHIA Tel.: (71) 3356-1287
CAMPINAS Tel.: (19) 3227-9814
GOIÁS Tel.: (62) 3092-1565
MINAS GERAIS Tel.: (31) 3384-9476
PARANÁ Tel.: (41) 3357-3370
RIO DE JANEIRO Tel.: (21) 3872-3227
RIO GRANDE DO SUL Tel.: (51) 3362-3652
SANTA CATARINA Tel.: (47) 3435-0439

www.metaltex.com.br



TEMPERATURA



MOVIMENTO



PROTEÇÃO E SEGURANÇA



SINALIZAÇÃO



SENSORES



COMANDO E ACIONAMENTO



CONTAGEM E TEMPORIZAÇÃO



FONTES CHAVEADAS

Placas estanhadas sem chumbo ("Lead-free")

Furação e contorno por CNC

Transferência fotográfica de imagem

Máscara Photoimageable

Hot Air Levelling

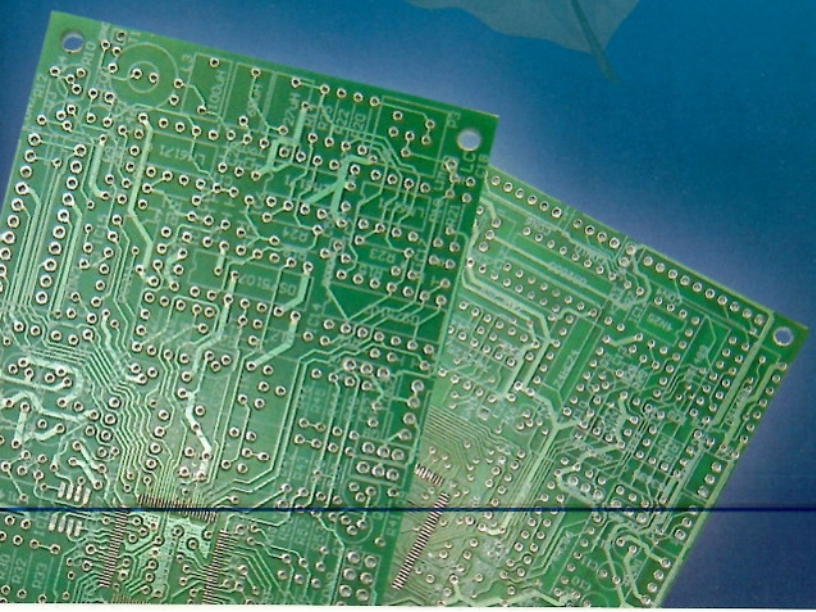
Fotoplotagem a laser

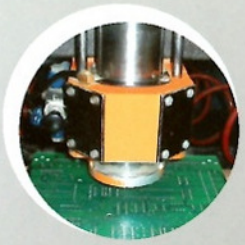
CIRCUITOS IMPRESSOS TEC-CI.

A ESCOLHA É SUA. A RESPONSABILIDADE, NOSSA.

A TEC-CI sabe que oferecer tecnologia e rapidez na entrega dos seus produtos são condições indispensáveis para quem está comprometido com os seus clientes.
Mas a TEC-CI foi além. Saiu na frente na produção de placas de circuito impresso "Lead-free" (livres de chumbo) diminuindo seus impactos ambientais.
É com essa visão, de crescer com responsabilidade, de investir em tecnologia, de qualificar seus profissionais e de respeitar o meio ambiente que garantimos um grande diferencial e conquistamos a cada dia maior participação de mercado.

Quem ganha é você.





TECNOLOGIA

Investimentos contínuos em equipamentos de ponta e na formação profissional garantem aos nossos clientes um produto de qualidade reconhecida com preços altamente competitivos.



VELOCIDADE

Agilidade nos prazos de entrega. Este é um dos grandes diferenciais TEC-CI. Proporcionar aos nossos clientes atendimento individual, oferecendo soluções para cada caso, com o máximo de rapidez.



RESPONSABILIDADE

Esta é a palavra-chave de uma empresa comprometida com o futuro de nosso planeta. E a TEC-CI saiu na frente produzindo as suas placas livres de chumbo **("Lead-free")**, tão danoso à natureza. Uma opção sem custo para o seu bolso e para o meio ambiente.

TEC-CI

CIRCUITOS IMPRESSOS

Tecnologia com responsabilidade

tel. 11 6192 2144
tec-ci@tec-ci.com.br
www.tec-ci.com.br

ZAX DESIGN