www.mecatronicafacil.com.br

Ano 5 - nº28 - Maio-Junho/2006 - Europa: € 4,30 - Brasil: R$ 12,90

MECATRÔNICA FÁCIL

Relés de estado sólido

Entenda o funcionamento deste componente industrial

Placa de desenvolvimento

de projetos para Basic Step

Termômetro experimental

Indicado para iniciantes

SILF

Conheça este notável andróide japonês

Construa um Robô Manipulador

com kit de montagem

E mais:

Parada temporizada para motores DC - Sumô de robôs - Febrace - Mini baja
Eletrônica embarcada na aviação - Placa de controle de motor DC ou servomotor

ISSN 1676-0980

9 771676 098004 28

METALTEX

OTIMIZANDO RESULTADOS

CHAVES E BOTÕES



+ CONTROLE E SEGURANÇA PARA SEU PAINEL

Quais são os fatores de maior importância na montagem de seu painel? Com certeza a resposta é segurança e controle. Nós da Metaltex, tomando por base essa verdade, oferecemos uma linha completa de comando e sinalização tendo sempre como preocupação básica a qualidade e confiabilidade de nossos produtos. Essa linha é formada por:

Botões de comando 22mm (metálicos e plásticos); Botões de comando iluminados 16mm; Chaves Comutadoras de até 200A; Chaves gangorra iluminadas; Pedais; Sinalizadores LED; Sinalizadores miniatura; Torres de sinalização; Sinalizadores rotativos e Sinalizadores sonoros.



SINALIZADORES



Consulte-nos e obtenha maiores informações sobre estes ou demais produtos de nossa linha.

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



CONTAGEM E TEMPORIZAÇÃO



SENSORES



COMANDO E ACIONAMENTO



CLPs e IHMs



FONTES CHAVEADAS

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, Diogo Shiraiwa,
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

Coordenadora Administrativa
Ana Paula Abrucio

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

Colaboradores
Afonso F. Miguel, Alexandre Guimarães,
Jeff Eckert, Marcelo G. Damasceno,
Mauro Vianna

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.

CUIDADOS COM A FORMAÇÃO PROFISSIONAL



A capacitação de profissionais para atuarem em áreas tecnológicas é um tema que está sendo cada vez mais discutido, visto que a tecnologia vem se expandindo com uma velocidade surpreendente exigindo cada vez mais profissionais conscientes e voltados para as reais necessidades do país. E um dos principais problemas apontados pelos estudiosos do setor é que existe ainda uma discrepância muito grande entre os conteúdos que um aluno aprende em um curso superior e aqueles de que ele realmente precisará no mercado de trabalho.

As universidades, indústrias e o governo parecem atentos a esta questão, porém a solução aparentemente virá em longo prazo, tempo que os futuros profissionais das áreas tecnológicas não têm o luxo de perder. Daí a importância dos estudantes se preocuparem com a sua formação profissional e não se restringirem meramente ao que vêm nas escolas. É preciso completar sua formação através de cursos de extensão e pesquisas por meio da Internet, livros e revistas. É nesse ponto que entramos, trazendo aos futuros profissionais as informações que eles necessitam para complementar sua formação, com matérias onde o leitor pode aprender e imediatamente colocar em prática os seus conhecimentos.

Para aqueles que buscam aperfeiçoamento no uso de microcontroladores, trazemos nesta edição o projeto "Placa Step Lab Mecatrônica Fácil" onde poderão desenvolver seus projetos utilizando um dos mais famosos e acessíveis microcontroladores do mercado, o *Basic Step*. Para os que preferem o PIC, trazemos uma placa para controle de motor DC ou servomotor. Para alguém deseje um dia trabalhar com automação industrial, o artigo "Relés de estado sólido" fornece importantes informações sobre este componente, amplamente utilizado em vários tipos de máquinas.

E, para aqueles que estão iniciando, o artigo "Termômetro experimental" é muito interessante pois, através de uma montagem relativamente simples o leitor aprenderá a lidar com uma variável importante em muitos projetos mecatrônicos, especialmente os industriais: a temperatura.

Isso tudo sem mencionar das reportagens elaboradas por nossa equipe de jornalistas trazendo os destaques do que acontece nas escolas e universidades do país. Com o destaque, a estréia do colaborador Jeff Eckert, nosso correspondente nos Estados Unidos, que já colaborou durante muito tempo na revista Saber Eletrônica e que, agora, nos traz o que há de mais recente em tecnologia.

E, após inúmeros pedidos, a revista Mecatrônica Fácil volta a ser impressa num papel de melhor qualidade. Gostaríamos de ter feito isso sem aumentar o custo da revista, mas não foi possível dado que este papel é bem mais caro. Contamos mais uma vez com a compreensão dos leitores enfatizando que buscamos atender, na medida do possível, a solicitação da maior parte dos leitores. Portanto, nem é preciso dizer quão importante é a opinião de cada leitor, para definirmos os rumos da revista.

Paulo Gomes dos Santos

Atendimento ao leitor: **www.mecatronicafacil.com.br/contato**

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou idéias oriundas dos textos mencionados, sob pena de sanções legais. São tomados todos os cuidados razoáveis na preparação do conteúdo desta Revista, mas não assumimos a responsabilidade legal por eventuais erros. Caso haja enganos em texto ou desenho, será publicada errata na primeira oportunidade. Preços e dados publicados em anúncios são por nós aceitos de boa fé, como corretos na data do fechamento da edição. Não assumimos a responsabilidade por alterações nos preços e na disponibilidade dos produtos ocorridas após o fechamento.

índice

Seção do leitor 4

Robonews - USA 6

Combate de sumô no ABC 11

Engenheiros da poeira 14

Usina de idéias 16

SILF: o notável andróide que vem do Japão 20

Placa Step Lab Mecatrônica Fácil 24

Robô Manipulador 32

Parada temporizada para motores DC 37

Sistemas modulares - 2ª parte 40

Placa para controle de motor DC ou servomotor 44

Relés de estado sólido 50

Termômetro experimental 56

Eletrônica embarcada e protocolos de comunicação na aviação 58

Níveis de dificuldade

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

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

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

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

Loja Virtual

www.sabermarketing.com.br

SUEKIT - KP-1

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



R$ 25,00

KIT - CK10

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

R$ 45,00



Matriz de contatos PRONT-O-LABOR

A ferramenta indispensável para protótipos.

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

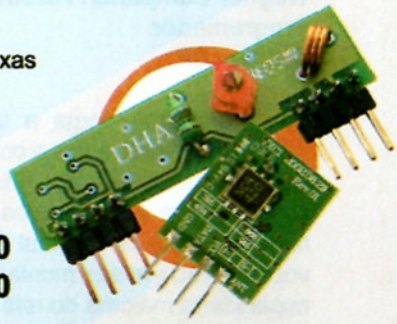


R$ 69,80

Módulos híbridos de RF

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

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



SPYFONE - micro-transmissor

Um micro-transmissor secreto de FM, com microfone ultra-sensível e uma etapa amplificadora que o torna o mais eficiente do mercado para ouvir conversas à distância. De grande autonomia funciona com 4 pilhas comuns e pode ser escondido em objetos como vasos, livros falsos, gavetas, etc. Você recebe ou grava conversas à distância, usando um rádio FM, de carro ou aparelho de som.

R$ 49,50

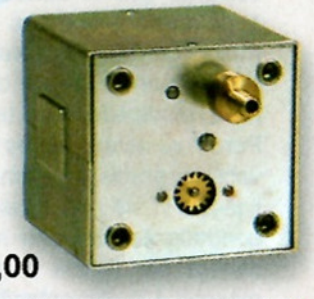


Confira novo modelo em nosso site

Mini caixa de redução

Para movimentar antenas internas, cortinas, robôs e objetos leves em geral. Alimentação 6 V, 35 rpm (sem carga), torque de 1,2 kgf.cm e potência de 1,8 W

R$ 56,00



+ de 260 livros técnicos

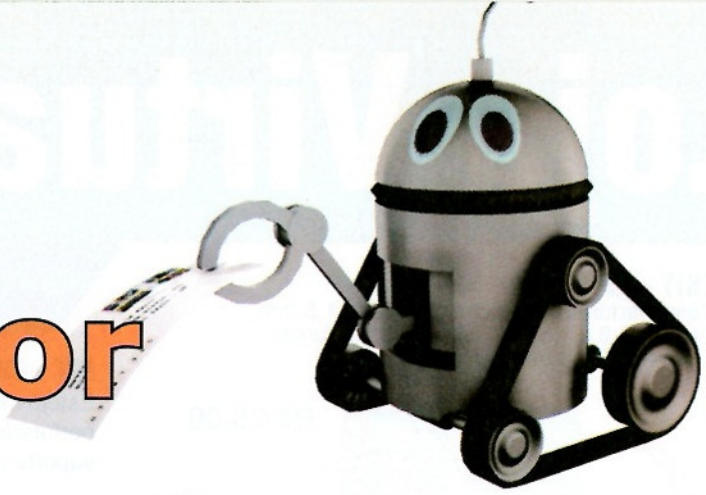
Kits - Produtos - Revistas

Compre pelo site www.sabermarketing.com.br

ou fone (11) 6195-5330

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

Seção do Leitor



Placa Logo Control – MF 27

"Posso ligar um motor de 220 / 110 V? Qual seria o relé ideal para executar a tarefa? Como eu faço para calcular a capacidade de corrente do relé e a do motor do equipamento a que eu irei conectá-lo? Como eu posso adaptar a placa para utilizar o maior número de saídas de relés?"

Wagner Campanari Pereira
Programador
Marília / SP

Para ligar uma carga a um relé, é necessário saber antes a corrente total de consumo desta carga. Todo relé tem uma corrente limite para os seus contatos. Verifique no manual do relé que você utilizou em sua montagem qual a capacidade máxima do relé tanto para corrente quanto também para tensão e compare-a com os dados do seu motor (carga). Se os valores constatados estiverem dentro dos limites, não há a necessidade de um relé externo. Porém se estes valores forem menores você irá precisar de um relé externo. A ligação deste relé é bem simples. Nos contatos de um dos relés da placa, deverá ser ligada a bobina do relé externo e a alimentação deste (fonte) deverá ser externa. Basta configurar o sistema de maneira que os contatos do relé substituam os contatos de uma chave liga/desliga para o relé externo. Lembre-se que uma das pontas da bobina do relé externo deverá ser ligada ao terra da fonte externa. Não é necessário qualquer ligação com o terra da placa e/ou alimentação da mesma. Assim a isolação do relé de maior potência será melhor. Para compreender melhor o que foi dito, observe a figura 5 na página 17 do referido



artigo. Onde você tem a entrada da "rede elétrica" na figura ficará sua fonte (com tensão igual a da bobina do relé externo) e onde fica a "carga" na figura você ligará a bobina de seu novo relé. As observações feitas sobre o uso dos contatos NA-C-NF no artigo também são válidas para sua nova ligação.

Fonte para Bancada – MF 16

"Gostaria de saber se eu consigo adaptar a fonte para atender também a tensão de 0 a 24 V ajustável."

Márcio Tavares de Sousa
Eletroeletrônico – Saint-Gobain
Santo André / SP

A fonte FMF-1 foi desenvolvida para ter suas tensões fixas em 5VDC, 12VDC e -12VDC, não admitindo qualquer modificação sobre estas. Porém, na edição 20 publicamos uma segunda fonte com tensão variável entre 1,5 VDC e 25 VDC com corrente máxima de 3 A. Nesta mesma edição também publicamos um interessante Voltímetro que pode ser utilizado com esta mesma fonte..

"No projeto, o capacitor C_4 associado ao regulador de tensão LM7912 está especificado como eletrolítico de 2,2 µF, porém a folha de dados do fabricante do regulador especifica o uso de capacitor de tântalo com a mesma capacitância. No caso de uso de capacitor eletrolítico, este deverá apresentar capacitância de 25 µF. Além disso, os demais capacitores associados aos reguladores de voltagem (C_3, C_5, C_6, C_7 e C_8) são indicados como sendo de poliéster, ao passo que os fabricantes indicam que sejam de tântalo. Gostaria de saber quais as especificações que devo seguir: as dos fabricantes ou as da revista?"

Odmar Miranda
Brasília / DF

A fonte FMF-1 é funcional e está em uso na bancada do autor desde o seu desenvolvimento, um ano antes da sua publicação. Os capacitores de tântalo não foram utilizados, pois é sabido que estes são mais difíceis de encontrar em algumas regiões do país, em relação aos eletrolíticos. A não observância da nota que sugere o valor 10 vezes maior para os outros capacitores também não afetou o funcionamento dos reguladores de tensão de maneira alguma, pois está já havia sido experimentada pelo autor ao longo de sua vida profissional. Montar a fonte com os valores recomendados em nossa lista de materiais ou o recomendado pelo fabricante, não afetará o funcionamento do projeto. Deixaremos esta escolha por sua conta.

Robôs Jogadores de Futebol – MF 26

"Gostaria de saber se haverá mais artigos sobre o tema. Estou fazendo um trabalho baseado nele e dependerei das próximas informações."
Wilker Silva de Oliveira
Estudante – Centro Universitário do Triângulo (UNITRI)
Uberlândia / MG

Certamente publicaremos mais artigos sobre o tema, mas ainda não temos uma previsão em qual edição isso irá acontecer. O Futebol de Robôs tem grande importância para o aprendizado dos alunos, e existem muitas universidades no país que já participam e promovem campeonatos. Na feira da Robótica, em São Paulo (SP), existe uma competição interna que envolve diversas faculdades. No Brasil, já existem empresas como a Cientistas Associados que vendem módulos para esses robôs. Para entrar em contato com a empresa acesse **www.cientistasassociados.com.br**.

Robô Inteligente – MF 18

"Estou com dúvidas na explicação sobre os motores servos. Depois de transformá-lo em uma caixa de redução, não sei como prender a roda à ele. Como posso fazer isso?"
Diogo Henrique e Silva Zamonel
Rio Claro / SP

Sua dúvida é bastante comum entre nossos leitores. Na edição 17, quando houve a publicação do projeto Robô LixoBô, o autor Márcio José Soares desenvolveu o desenho para um pequeno suporte que poderá ser feito nos mais diversos materiais, como madeira por exemplo. O link direto para este desenho é **http://www.mecatronicafacil.com.br/downloads/ed_17/suporte_para_servo_parabolica.PDF**.

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**

































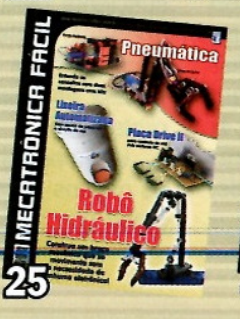
















Robo news USA

Jeff Eckert



RoboNews - USA é a nova coluna de notícias da revista Mecatrônica Fácil. Elaborada por nosso correspondente nos Estados Unidos, Jeff Eckert, ela também é publicada na Revista Servo, a principal revista de Robótica desse país. Jeff Eckert também foi correspondente da Revista Saber Eletrônica, sendo responsável por vários anos pela coluna de notícias. Jeff agora volta com notícias quentes de Robótica e Mecatrônica, contando ao leitor o que de mais recente acontece naquele país nesse setor.



O robô da ChiBots está agora disponível para o público em geral na forma de kit.

Cortesia:BudgetBot.com/Divulgação

Kit de robô com preço abaixo dos 100 dólares

Se a sua conta bancária está parecendo muito pequena mas você deseja começar a montar um bichinho mecânico, o *Chicago Area Robotics Group* (**www.chibots.org**) tem a solução. O seu robô ChiBots Alpha (CBA) que está sendo desenvolvido e testado pelos membros do clube há pelo menos dois anos, está disponível agora por Mike Davey em BudgetBots.com. Mike descreve a si próprio como "um rapaz em sua garagem que, com muita ajuda de outros, tem uma missão a cumprir".

Concebido como uma plataforma padronizada de baixo custo para ajudar os membros do clube a uma iniciação em Robótica, o *kit* é projetado para ser apropriado para iniciantes, mas é flexível e expansível o suficiente para um construtor e programador mais experiente. O robô é controlado por um BASIC Stamp® 2e ou 2sx *on-board*, e possui linhas I/O protegidas.

Um manual de 60 páginas fornece os passos para: soldagem e teste da placa principal, conversão de servos RC para rotação contínua além de montar o chassi, e tudo que você precisa de básico em eletricidade e ferramentas. Inclui também uma seção de programação, e você pode obter programas de amostra em CDs.

Encoders rotatórios e um módulo para seguir-a-linha estão disponíveis na forma de kit, além de outros módulos que podem ser adicionados. O kit básico custa US$ 95. Descontos são obtidos para compra em quantidade. Mais informações em **www.budgetbot.com**.

Literatura Técnica

Que não pode faltar em sua biblioteca

www.sabermarketing.com.br



Curso Básico de Telefonia

Autor: Pedro Medoe

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

R$ 18,90



Curso de Eletrônica Digital

Autor: Newton C. Braga

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

R$ 18,90



Mecatrônica Industrial

Autor: Alexandre Capelli

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

R$ 18,90



Cabeamento de Redes na Prática

Autor: Pedro A. Medoe

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

R$ 18,90



Instalações Elétricas sem Mistérios

Autor: Newton C. Braga

Destacamos os seguintes itens importantes neste livro:

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

R$ 18,90



Curso de Instrumentação Eletrônica Multímetros – Volume 2

Autor: Newton C. Braga

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

R$ 14,90



Eletrônica para Eletricistas

Autor: Newton C. Braga

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

R$ 18,90



Guia de Consertos Eletroeletrônicos

Autor: Newton C. Braga e José Luiz de Mello

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

R$ 18,90



Curso Básico de Eletrônica – 5ª Edição

Autor: Newton C. Braga

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

R$ 18,90



Reparo e Manutenção de Monitores

Autor: Autor: Newton C. Braga

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

R$ 18,90



Montagem, Configuração e Manutenção de Computadores – Vol. I

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

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

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

R$ 22,90



Montagem, Configuração e Manutenção de Computadores - volume II

Autores: Daniel Santoro, Edgard Hideyuki Shine, Fernando R. da Silva, Leonardo Andreozi, Luiz Fernando Aizawa, Marcos B. de Moura, Newton C. Braga, Paulo Couto, Pedro Henrique da Silva, Ricardo Copriva, Roberto Luiz Cunha

Dando continuidade ao primeiro volume, neste segundo o leitor encontrará entre outros, os seguintes temas:

- Como construir um laboratório para montagem e manutenção e saiba o quanto cobrar por seu serviço;
- Como monitorar e baixar a temperatura dos HDs, aumentando usa vida útil;
- Conheça e saiba como usar as placas e os softwares profissionais usados na manutenção de PC, que resolvem problemas de dias em alguns minutos.

R$ 22,90

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

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

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

DARPA procura robôs insetos

Se você está pensando em um projeto sério, por favor anote que a *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) divulgou há pouco uma nota (veja em **www.darpa.mil/bass/bass06-22.html**) na qual solicita propostas de pesquisa na área de insetos híbridos MEMS. A agência exclui especificamente qualquer coisa que seja baseada em equivalentes que já existam no estado da arte, por isso faça algo original.

Basicamente, o que eles querem são "cyborgs-insetos" que sejam criados pela integração de micro-sistemas em insetos durante seus estágios iniciais de desenvolvimento. O objetivo é obter uma "interface bio-eletromecânica mais confiável com os insetos, quando comparada com os sistemas ligados por adesivos em insetos adultos. Uma vez que essas plataformas são integradas, diversos micro-sistemas podem ser montados nelas, com a finalidade de controlar o movimento do inseto, sensoriar o ambiente em torno, e recolher energia".

Enquanto a DARPA prefere insetos voadores, pode-se pensar em alguma coisa que salte. Mas deve ser "algo que seja capaz de transmitir dados de sensores relevantes DOD, colhendo informações sobre o ambiente local. Esses sensores podem incluir sensores de gás, microfones, vídeo, etc." A meta final é desenvolver um conjunto de *cyberbugs* que possam descer a 5 m de um alvo específico, a partir de uma distância de 100 metros. A imaginação do leitor poderá visualizar as possíveis aplicações. (*)

(*) O tradutor lembra o livro de Dan Brown, Ponto de Impacto, em que são descritos insetos-robôs que vigiam pessoas e até as matam, com uma "picada letal". Parece que isso está mais próximo da realidade do que muitos possam imaginar.

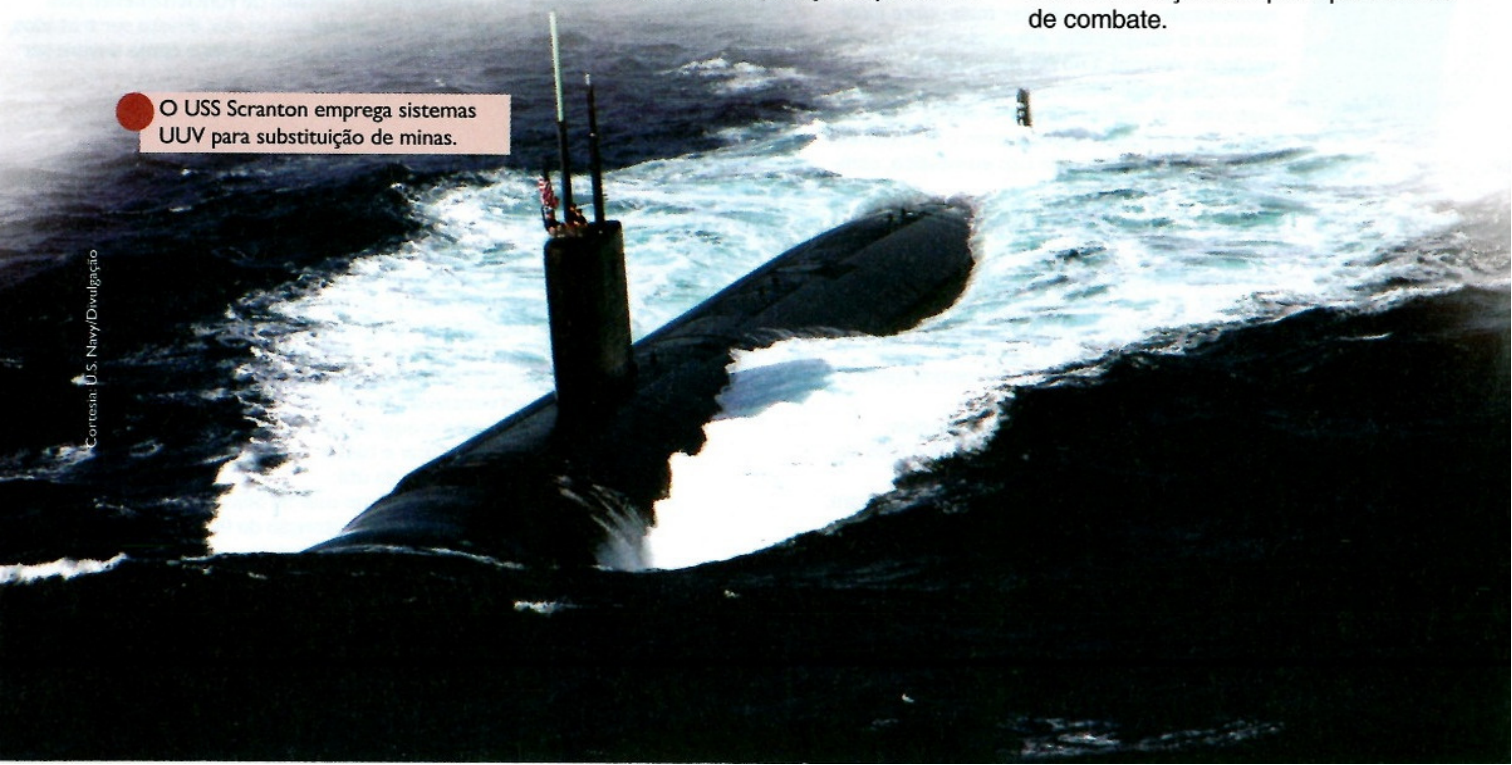
UUV lançado e recuperado por submarino

No início deste ano, o submarino de ataque rápido "USS Scranton" demonstrou o abrigo e atracação de um "unmanned undersea vehicle" ou UUV (Veículo Submarino não Tripulado) em um teste em mar aberto. Os dois UUVs usados no teste fazem parte do sistema de longo termo AN/BLQ-11 para reconhecimento de minas (LMRS), que foi projetado para habilitar submarinos a realizar buscas submarinas clandestinas para localizar minas.

Os UUVs foram lançados do tubo de torpedos dos submarinos, após o que eles passaram a ser controlados por um sistema de comunicação acústica submarina. Depois de lançados pelo tubo de torpedos dos submarinos eles transitaram por uma série de pontos programados. Enquanto isso, o submarino manobrava para encontrar o UUV.

O sistema de atração e abrigo por sonar guia o UUV em direção a um braço de recuperação, que é um mecanismo único que sai do submarino através do próprio tubo de lançamento de torpedos. Depois que o UUV é capturado, o braço de recuperação o traz de volta ao submarino puxando-o através do tubo de torpedos.

Em última análise, a meta é criar uma versão que possa funcionar de modo autônomo e ainda como uma ferramenta para operações de espionagem, segurança e reconhecimento (ISR), proporcionando então uma informação completa para áreas de combate.



O USS Scranton emprega sistemas UUV para substituição de minas.

Cortesia: U.S. Navy/Divulgação

Literatura Técnica

Que não pode faltar em sua biblioteca

www.sabermarketing.com.br

NOVIDADE

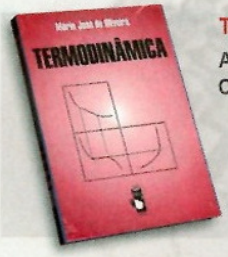


Eletrônica Básica para Mecatrônica

Esta obra tem como objetivo ensinar os princípios básicos da eletrônica utilizados em projetos mecatrônicos, de uma forma simples e didática com diversos projetos.

Autor: Newton C. Braga

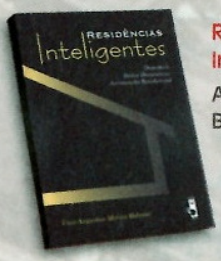
R$ 19,80



Termodinâmica

Autor: Mário José de Oliveira

R$ 45,00



Residências Inteligentes

Autor: Caio Augustus M. Bolzani

R$ 50,00



Mecânica Analítica

Autor: Nivaldo A. Lemos

R$ 55,00



Materiais e dispositivos Eletrônicos

Autor: Sérgio Rezende

R$ 75,00



Introdução ao Magnetismo dos Materiais

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

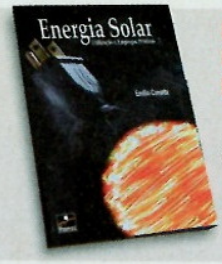
R$ 35,00



Fontes de Alimentação

Autor: Newton C. Braga

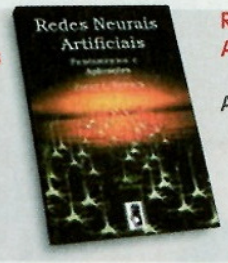
R$ 19,80



Energia Solar - Utilização e Empregos Práticos

Autor: Emílio Cometta

R$ 32,00



Redes Neurais Artificiais

Autor: Zsolt L. Kovács

R$ 30,00



Pneumática & Hidráulica

Autor: Harry L. Stewart

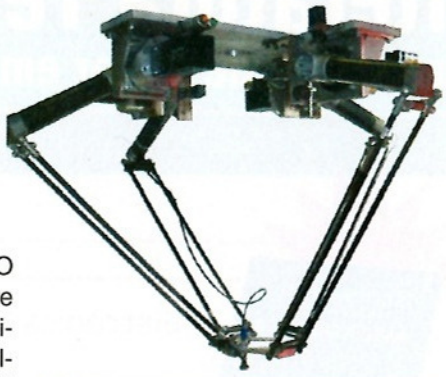
R$ 98,00

Compre pelo site www.sabermarketing.com.br

ou fone (11) 6195-5330

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

O mais rápido pegador do mundo?



Cortesia: Fatronik/ Divulgação

O robô "Quickplacer bot" é considerado o mais rápido do mundo.

Foi apresentado recentemente na *International Machine-Tool Biennial*, em Bilbao (Espanha) o robô Quickplacer, construído pela Fatronik. Ele é considerado o mais rápido do mundo, se bem que não estejamos tratando de velocidade no chão, pois ele consiste realmente em uma máquina industrial de manuseio estacionário, sendo formado por quatro atuadores coordenados.

Ele tem quatro graus de liberdade com deslocamentos através de três direções e, além disso, roda em seu eixo vertical. Ele consiste basicamente num cilindro com um diâmetro de 1.200 mm e uma altura de 250 mm. O capacidade rotacional do robô cobre aproximadamente 200º , o que o habilita a posicionar um objeto em qualquer orientação. Além disso, ele é guiado por um sistema de visão (tanto em branco e preto como cores).

O robô é capaz de puxar um objeto com 15 G de aceleração, e pegar mais de 200 itens por minuto, e mais ainda: retirá-los ou colocá-los em uma esteira sem fio. O *quickplacer* é projetado para manusear itens de diversos tamanhos e formatos com pesos até 2 kg.

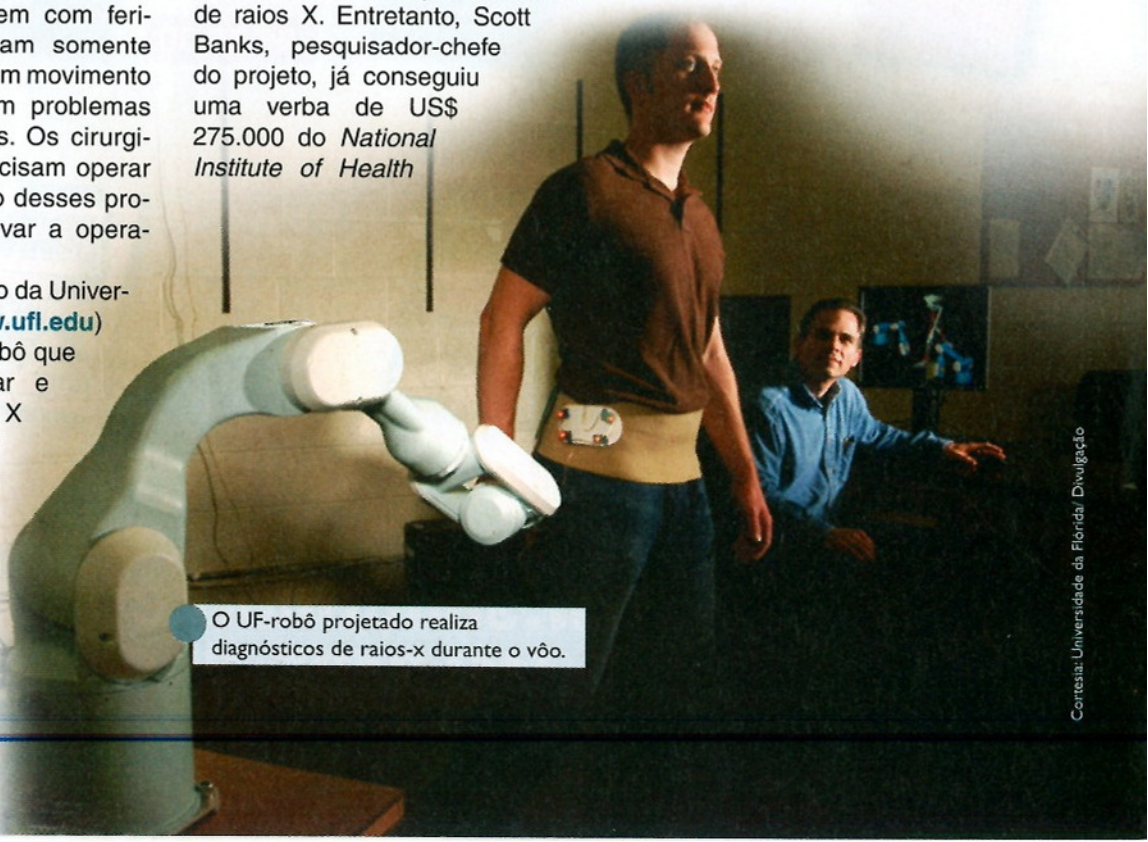
Aplicações sugeridas incluem a colocação de chocolates em caixas, controle de qualidade em processamento de vegetais, embalagem de batões e colocação de diversos outros em máquinas de embalagens. Mais informações sobre a empresa e este produto em **www.fatronik.com**, em espanhol.

Robô de raios X em desenvolvimento

Algo em torno de 8 milhões de pessoas por ano são hospitalizadas por problemas de músculos ou ferimentos, e a maioria desses casos é diagnosticada através do uso de raios X, MRI ou varredura CT. Apesar dessas técnicas serem eficientes, elas não funcionam bem com ferimentos que se mostram somente quando uma junta está em movimento como, por exemplo, em problemas de joelhos ou cotovelos. Os cirurgiões algumas vezes precisam operar para fazer o diagnóstico desses problemas, o que pode levar a operações desnecessárias.

Agora, um engenheiro da Universidade da Flórida (**www.ufl.edu**) está trabalhando num robô que se destina a sombrear e tirar vídeos de raios X de pessoas afetadas por problemas quando elas caminham, sobem escadas ou permanecem sentadas, ou ainda realizam outras atividades. A foto mostra como o robô é destinado a seguir os movimentos do paciente, acompanhando um LED fixado na sua coxa.

Nessa demonstração a mão robótica está justamente segurando uma câmera de vídeo, mas realmente ainda não tem a precisão desejada para gerar uma imagem utilizável de raios X. Entretanto, Scott Banks, pesquisador-chefe do projeto, já conseguiu uma verba de US$ 275.000 do *National Institute of Health* para permitir que ele aperfeiçoe o conceito. A UF entrou com um pedido de patente da nova técnica e obtenção de imagens, e Banks diz que no futuro isso poderá se tornar um equipamento-padrão nos hospitais.



Cortesia: Universidade da Flórida/ Divulgação

O UF-robô projetado realiza diagnósticos de raios-x durante o vôo.

Combate de Sumô no ABC

Sérgio Vieira



Caro leitor, você perdeu seu tempo caso tenha lido o título acima, impressionou-se com a ilustração abaixo e acha que vamos falar de combates entre robôs e seres humanos. O desenho do gigante com alguns "quilinhos" a mais junto ao robô foi apenas você reparar numa nova modalidade de competição entre robôs que ainda é novidade no Brasil. Os robôs não usam aqueles "fraldões" dos lutadores, nem jogam sal no ringue como sinal de boa sorte.

Mas então de onde vem a associação "Robô Sumô"? Os dois termos têm origem no Japão por dois motivos óbvios: é o país da robótica e do Sumô. Embora possam parecer áreas distintas, da união delas criou-se o hábito no Japão de desenvolver robôs que absorvem as mesmas regras do Sumô, ou seja, o objetivo é empurrar o oponente totalmente para fora do ringue.

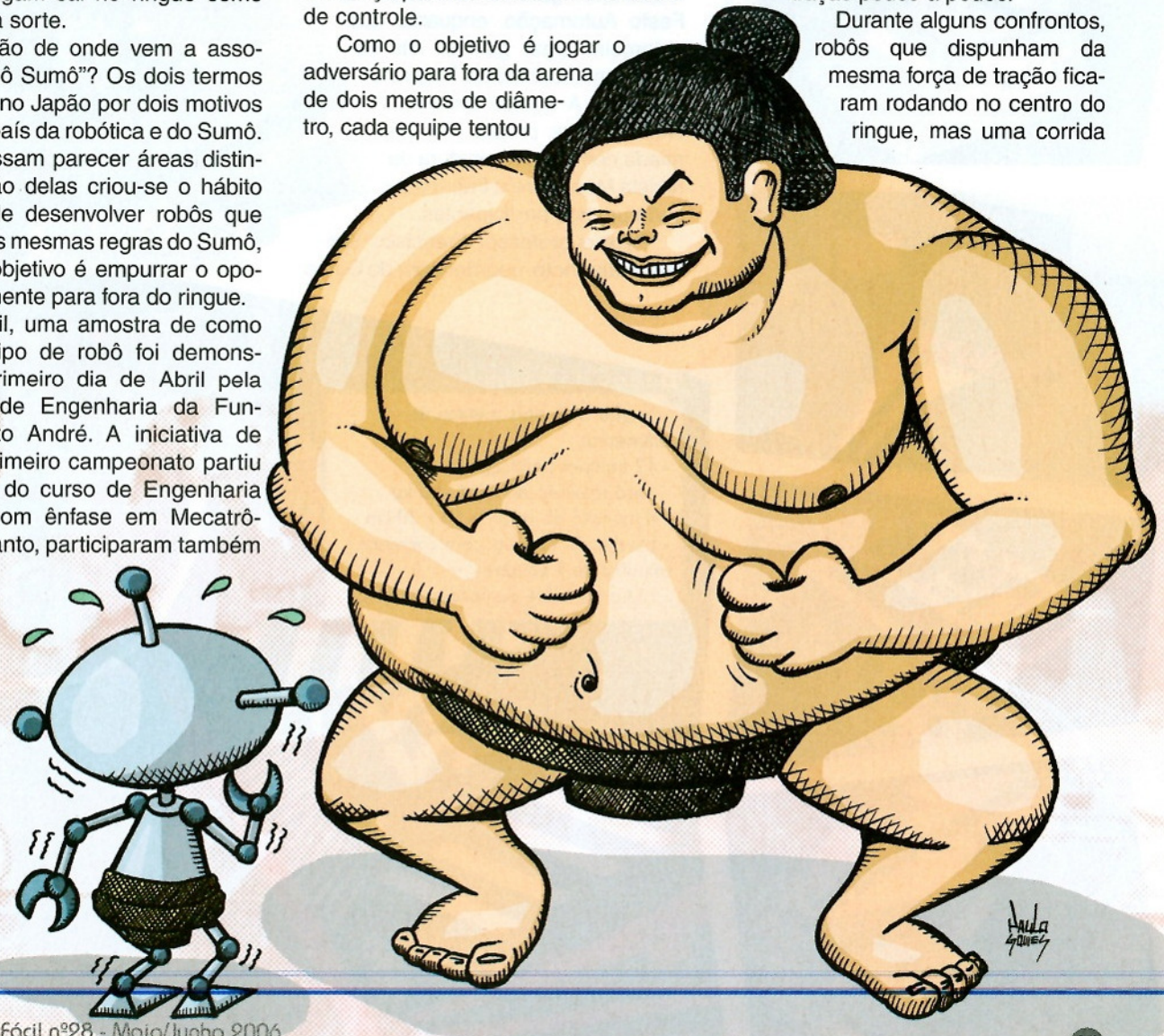
No Brasil, uma amostra de como age esse tipo de robô foi demonstrada no primeiro dia de Abril pela Faculdade de Engenharia da Fundação Santo André. A iniciativa de montar o primeiro campeonato partiu dos alunos do curso de Engenharia Mecânica com ênfase em Mecatrônica, entretanto, participaram também alunos da eletrônica, engenharia de materiais e, inclusive, da Física.

Durante uma volta pelos estandes dos competidores, antes do combate, percebe-se que a vocação do curso tem influência direta na confecção do robô. Segundo os estudantes de eletrônica, a parte mais difícil para a montagem do seu "lutador" foi a parte mecânica, já os estudantes de mecânica por sua vez quebraram a cabeça para desenvolver o módulo de controle.

Como o objetivo é jogar o adversário para fora da arena de dois metros de diâmetro, cada equipe tentou desenvolver a carenagem no seu robô o mais rente possível ao chão. Algumas equipes, entretanto, abusaram da carenagem pesada na intenção de colocar mais estabilidade no robô, mas tiveram problemas em obedecer ao peso máximo de 5 kg. A solução foi deixar os robôs lutarem sem a tampa de proteção, ou pior, com a bateria apoiada em mochilas, no chão, ao lado da arena ou nas mãos de algum amigo da equipe.

O robô da Equipe Lepton, desenvolvidos por alunos do curso de Física, tinha um diferencial interessante. Uma roda articulada na parte traseira conseguia dar dribles nos adversários. Até que ele encontrou pelo caminho o robô da equipe Enemec 7 que o tirou da competição. O Enemec 7 foi eleito por professores e patrocinadores como o "Melhor Projeto". Os integrantes da equipe tiveram que deixar as "baladas" de lado para aperfeiçoar as engrenagens e a tração pouco a pouco.

Durante alguns confrontos, robôs que dispunham da mesma força de tração ficaram rodando no centro do ringue, mas uma corrida















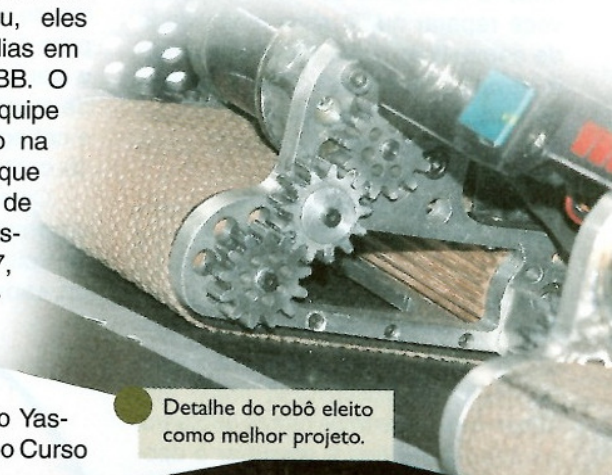
de 5 metros entre alguns competidores serviu para desempatar alguns confrontos. Nessa competição, a equipe Zeus levou a melhor.

Alguns competidores optaram por desenvolver robôs mais rápidos e conseguiram dar vários empurrões na parte lateral dos robôs mais lerdos, área de pouca ou nenhuma estabilidade. Foi o que aconteceu no confronto Equipe Zeus X Equipe Enmec 7.

No final de mais de dez embates, vitória da equipe "Zeus" formada pelos alunos Leandro Miranda Silva, Leonardo Adeodato Pires, Marcelo Aramaqui Valente, Rafael Boffo Mataran e Osvaldo Zotini Junior do curso de Engenharia Mecânica com ênfase em Mecatrônica. Além do troféu, eles ganharam um curso de três dias em robótica patrocinado pela ABB. O segundo lugar, obtido pela equipe Mecanave, ganhou um curso na Festo Automação, enquanto que o terceiro lugar ganhou kits de microcontroladores da Texas Instruments. A equipe Enemec 7, eleita melhor projeto, foi premiada com uma assinatura da revista Mecatrônica Fácil para cada um dos participantes.

Para o professor Francisco Yastami Nakamoto, coordenador do Curso de Engenharia Mecânica com ênfase em Mecatrônica (e coordenador do evento), a participação dos alunos foi decisiva para a realização do campeonato. Além disso, ele destaca algo raro de se ver em algumas universidades "Alunos de vários engenharias participaram do evento o que trouxe um clima de muita amizade e companheirismo para a competição", aponta.

O combate de robôs-sumô na Faeng fez parte da "Semana de Engenharia", evento que envolveu também um ciclo de palestras de empresas como Festo, ABB, Texas Instrument, Micropress, Kalatec Automação, World Pass, Mosaico Engenharia, IST Sistemas, Atlas Copco e DaimlerChrysler.

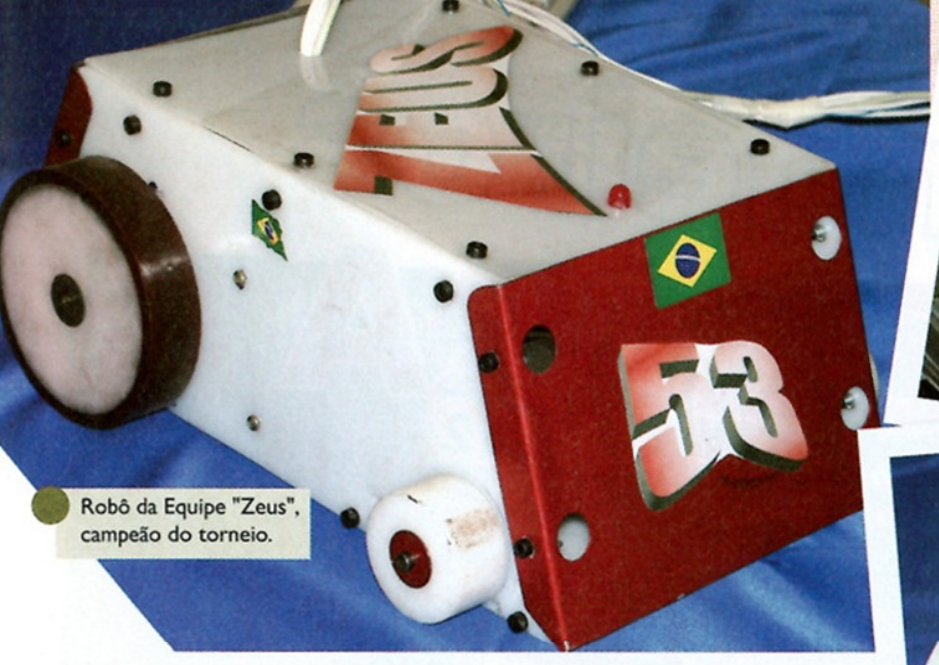


Detalhe do robô eleito como melhor projeto.

Dados do combate:

- ringue com dois metros de diâmetro;
- 12 equipes participantes
- peso máximo do robô = 5 kg
- dimensão do robô = 50 x 30 cm
- bateria de 12 volts com corrente máxima de 7 ampères
- rádio controle ou cordão umbilical





Robô da Equipe "Zeus", campeão do torneio.



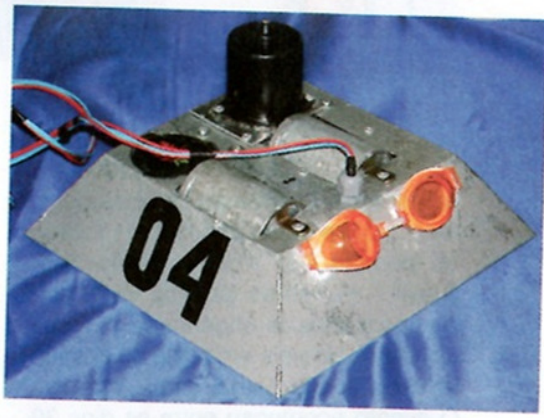


Fenge quer atrair projetos

Apesar de ser uma área ainda nova dentro do campus da Fundação Santo André, a Faculdade de Engenharia (Faeng) já conta atualmente com 1.700 alunos. Segundo o reitor da instituição, Odair Bermelho, a primeira turma de engenharia ainda não chegou ao quinto ano de estudos, mas a fundação já está colhendo bons frutos desse investimento.

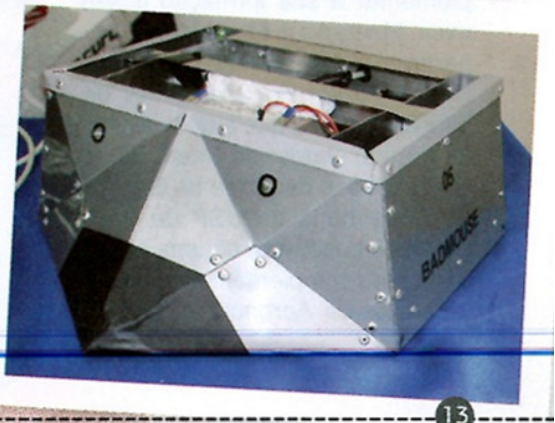
Um deles é a criação de um Centro Tecnológico dentro do campus da engenharia. Através dele, pretende-se trazer para a cidade de Santo André os projetos que as automobilísticas do ABC enviam atualmente para serem desenvolvidos na cidade de São Carlos. Outra iniciativa é desenvolver uma parceria com o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas – para a criação de uma unidade móvel que possa atender as necessidades das empresas da região.

De acordo com o reitor, o interesse pela área de engenharia no ABC está ligado ao avanço tecnológico que passa pelo país. Ele cita como exemplo os investimentos da área automobilística e as criações brasileiras em parceria com empresas estrangeiras. "A engenharia está ganhando novo impulso no país", comentou.









Engenheiros da POEIRA

Alunos transformam teoria em prática durante competição de Mini Baja



Marcelo Basso - Divulgação

Claudia Tozetto



Sol escaldante, estudantes de diversas universidades, tecnologia e muita poeira. O resultado só poderia ser a Competição SAE Brasil – Petrobras de Mini Baja, que agrupa alunos de engenharia de todos os cantos do país em torno do desafio de projetar e construir carros *off-road*. O evento aconteceu entre os dias 30 de março e 2 de abril, no ECPA – Esporte Clube Piracicabano de Automobilismo e reuniu 57 equipes.

A competição chegou ao Brasil em 1994 e foi inspirada no SAE *Midwest* Mini Baja *Competition*, que é realizada há mais de 40 anos pela SAE *International* nos Estados Unidos. A proposta do evento é estimular futuros engenheiros a desenvolver veículos fora-de-estrada, para complementar a sua formação acadêmica. **Massami Murakami**, que participou da primeira edição e hoje é diretor do SAE Brasil de Mini Baja, conta que antes mesmo do torneio chegar ao Brasil, ele e seus colegas de turma da Escola de Engenharia da USP de São Carlos já buscavam alguma atividade para complementar o curso de Mecânica Aeronáutica. "Procurávamos algo que nos trouxesse experiência e que fosse mais completo do que o estágio", diz.

Os projetos apresentados no SAE Brasil – Petrobras de Mini Baja podem ser totalmente novos ou mesmo os apresentados no ano anterior, desde que tenham alguma melhoria significativa. O limite de tempo para aproveitar o mesmo projeto é de, no máximo, dois anos. Massami explica que, geralmente, os projetos são modificados para o ano seguinte. "Fora o vencedor, a maioria altera o carro para se tornar mais competitivo", afirma. Os carros devem seguir uma padronização imposta pelo regulamento do evento para que sejam classificados como aptos para competir. É necessário que tenham quatro ou mais rodas, capacidade para transportar pessoas com até 1,90 m de altura e pesando 113,4 kg, além de usarem os motores Briggs & Stratton, de quatro tempos, com potência de 10 HP e refrigeração a ar, entre outros.



Depois de seguir as especificações técnicas, os alunos têm total liberdade para usar a criatividade. Daniel Marobin da UFU – Universidade Federal de Uberlândia conta que sua equipe desenvolveu um sistema de direção próprio para o mini baja. "Enxergamos essa necessidade depois de adaptar sistemas de direção comuns", afirma. Para desenvolver adaptações, os alunos utilizam os recursos da simulação computacional onde são feitos os cálculos e os desenhos que garantem o sucesso das peças desenvolvidas. Hugo Oliveira também da UFU, diz que a equipe sempre leva em conta quesitos como resistência, rapidez e segurança. "O custo também é uma preocupação, pois na engenharia tudo tem solução, o que falta é dinheiro", relata.





Companhia de Imprensa Divulgação

Uma outra preocupação, cada vez maior entre os competidores, é a monitoração dos dados do carro. A equipe "Uiraçu" da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, desenvolveu um **painel de aquisição de dados** interno ao veículo que fornece informações ao piloto como aceleração, velocidade máxima e distância percorrida, que auxiliam bastante no desempenho nas provas. "No próximo ano pretendemos usar telemetria, que é mais eficiente", conta o capitão da equipe Antonio Guimarães Neto.

A corrida contra o tempo começa logo após o término da competição, quando os alunos já começam a trabalhar no projeto do próximo ano. É necessário desenvolver o projeto desde sua concepção e enviar um relatório para a organização do evento até final de janeiro do ano seguinte, além de pagar a taxa de inscrição que é de R$ 350. Depois de entregue o projeto, os alunos têm que trabalhar na construção dos carros. "Todos os anos verificamos quais são os pontos fracos do projeto e tentamos melhorá-los", conta Michel Ventura, da equipe Mauá II do Instituto Mauá de Tecnologia, que terminou a competição em 2º lugar.

Nos anos anteriores, a primeira e segunda equipe que conseguissem maior pontuação ganhavam a oportunidade de representar o Brasil no SAE *Midwest* Mini Baja. Em 2006, algumas mudanças foram feitas no regulamento da competição e a premiação agora é oferecida às duas universidades que tiverem a maior pontuação na classificação geral. De acordo com a organização do evento, a medida busca proporcionar ao maior número de universidades o contato com a competição norte-americana, aumentando assim a competitividade e o interesse dos estudantes pelo projeto. Além de representar o Brasil lá fora, as duas primeiras escolas recebem três passagens aéreas. A terceira e quarta instituições classificadas, apesar de não participarem da competição nos Estados Unidos, ganham duas passagens aéreas cada.

Quatro dias de muito suor

Nos quatro dias de competição, são realizadas diversas provas dinâmicas e estáticas que buscam aferir o veículo antes da prova de resistência, um enduro de quatro horas. A grande vencedora do SAE Brasil – Petrobras de Mini Baja em 2006, foi a equipe **EESC – USP 123**, da Escola de Engenharia da USP – São Carlos. Everson Alves, um dos pilotos, conta que o projeto deste ano trouxe diversas tecnologias de ponta. "Fizemos o projeto de um amortecedor de alumínio que pesa em média 450 g. Bem mais leve que o tradicional de ferro", explica. Considerado o carro mais leve da competição, os alunos desenvolveram ainda o sistema de freio em alumínio.

A equipe da USP São Carlos, uma das pioneiras da competição no Brasil, está investindo também na telemetria, uma tecnologia de transmissão de dados já usada na Fórmula 1. "Com a telemetria, podemos acompanhar do Box, tudo o que acontece no carro durante o enduro", explica Everson. Entre os quesitos monitorados pela telemetria está a velocidade máxima do veículo, rotação do motor, pastilhas e fluído de freio.

Segundo a equipe, cerca de R$ 30 mil foram gastos na construção do carro, fora o apoio dos patrocinadores, como NSK e Monroe Amortecedores. Everson calcula que o gasto total da equipe por temporada (que envolve a etapa nacional e internacional) chega a 40 mil dólares, em média.

Outra equipe que vem investindo forte em eletrônica embarcada é a do centro Universitário da FEI (Fundação Educacional Inaciana). A equipe era tida como favorita, mas não conseguiu uma boa colocação na competição neste ano, ficando com o 26º lugar. Segundo Guilherme Ferreira, um dos integrantes, o problema ocorreu devido a um acidente durante o enduro, onde o carro capotou e sofreu um problema na armação de ferro do veículo, chamada gaiola. "Ficamos cerca de uma hora e meia nos boxes para resolver os danos. Quando voltamos já estávamos entre os últimos colocados", diz. Certamente não foi uma boa participação para a universidade, que já não havia ido bem nas provas dinâmicas.

No entanto, todas as equipes entram em um consenso quando o assunto é o aprendizado. Massami acredita que competição foi bem-vinda para todos, pois é uma atividade completa que exige do aluno uso de todas as áreas de conhecimento. Além disso, os projetos ficam a mostra para o mercado, facilitando contatos profissionais. Ao participar do SAE Brasil – Petrobras de Mini Baja, os alunos têm oportunidade de conhecer as diversas etapas da produção de um automóvel, desde o projeto até a questão do marketing junto aos patrocinadores. "Aprendi mais engenharia do que nos cinco anos dentro da universidade", destaca Everson, da EESC-USP 123.

Saiba MAIS

Regulamento e História da Competição
www.saebrasil.org.br

Site da Equipe da UFSC
www.minibaja.ufsc.br

Site da Equipe da Mauá
www2.maua.br/ceun/mini-baja.htm

Vídeos da Competição
www.editorasaber.com.br/downloads



Leonardo: "tecnologia de ponta é muito cara".

como os jovens pretendem guiar as tecnologias futuras ?

Sérgio Vieira



Seja dentro do aparelho celular, no acesso à Internet, ou no simples ato de comprar um refrigerante em uma máquina inteligente, as tecnologias eletrônicas estão presentes em vários momentos da vida de adolescentes. Para eles, usar esses dispositivos significa estar interado num meio-social, ou ter mais prazer para acessar informações ou comprar produtos. E como esses jovens pretendem direcionar as tecnologias que, um dia, estarão sob suas responsabilidades?

"Quanta mais a tecnologia entender o ser humano mais vai poder interagir com ele. Um celular de comando voz, por exemplo, é muito mais eficiente que o convencional de discagem", analisa o estudante carioca Marcel Vital França Muniz (16 anos) da Escola Técnica Rezende Rammel. Ele, que propôs na Febrace mais realismo no cinema brasileiro através de efeitos especiais "mais convincentes", acredita que a tecnologia deve caminhar para, cada vez mais, entender o ser humano.

Se depender da vontade da estudante de Brasília, Manuela Honório de Sena (16 anos), estudante do Colégio Marista de Brasília, essa interação da tecnologia com o ser humano irá atender a um público que tem pouquíssima participação no mercado. "A tecnologia deve explicar coisas mais simples para os mais pobres, não deve voltar-se somente para a classe média e alta", comenta a estudante que reclama da desigualdade social existente na sua cidade.

Essa diferença social poderia ser reduzida, na sua opinião, com a aplicação da energia solar em favelas. Ao mesmo tempo em que ela vê a escassez de combustíveis fósseis no mundo (como o petróleo), vê o desenvolvimento de tecnologias renováveis (como a solar) servindo apenas às classes mais afortunadas economicamente. No momento que essa escassez chegar num ponto crítico, quem vai pagar a conta?

Leonardo Santos Ferreira, estudante da Escola Técnica de Eletrônica Francisco Moreira da Costa (Santa Rita do Sapucaí – MG), faz coro com sua colega de Brasília. Para ele, a tecnologia de ponta é muito cara e é bem pouco provável que um dia ela reduza o seu preço. Ele acredita que o desenvolvimento de tecnologia já chegou no limite e, agora, o ser humano deve pensar em como aplicar as soluções já existentes para resolver o problema de desigualdade social. Leonardo, por exemplo, usou sensores, fones e display já existentes para aproximar deficientes visuais dos que possuem deficiência auditiva e, estes, de pessoas que não possuem conhecimento na linguagem Braile ou surdo-mudo.

Seja para pobre ou para rico, pensar na natureza antes de produzir qualquer que seja o produto é a proposta de Camila Serra Souza (17 anos), estudante do Complexo Educacional Dom Bosco (Imperatriz – MA). "É preciso pensar como a natureza vai reagir àquele produto antes de produzi-lo. A tecnologia precisa agir com responsabilidade", acredita Camila que apresentou na Febrace uma proposta para reutilizar óleos de fritura (que normalmente são descartáveis) para a fabricação de sabão.

Mas não é necessário pensar apenas no futuro para falar sobre os comportamentos da tecnologia. Alguns dos seus efeitos já acontecem no presente. "O sedentarismo é um problema que vem crescendo no mundo. Essas mordomias têm feito mal à saúde. A tecnologia tem que ser criada para colaborar com o ser humano e não para prejudicá-lo", comenta Maicon Klauk (17 anos) estudante da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha (Novo Hamburgo, RS).



Camila: "pensar na natureza antes de produzir".

Claudia Tozetto



USINA DE IDÉIAS

FEBRACE 2006 instiga estudantes a desenvolverem soluções para um mundo melhor.

Quando éramos crianças, quem nunca sonhou em ser astronauta, cientista ou coisa parecida? No entanto, quando crescemos enxergamos esses sonhos muito distantes de nós. Há pessoas que desistem porque pensam ser muito complicado, outras por não ter condições financeiras, e geralmente acabam fazendo o que é mais cômodo e que oferece mais dinheiro. Contudo, a viagem ao espaço de Marcos Pontes, o primeiro astronauta brasileiro, acende nos corações das crianças a chama de um dia se tornar um ídolo nacional pelos feitos científicos.

Ainda não tão famosos assim, os estudantes que participaram da Febrace – Feira Brasileira de Ciência e Engenharia mostraram todo o potencial brasileiro através do desenvolvimento de novas soluções em diversas áreas do conhecimento como ciências agrárias, biológicas, da saúde, exatas e da terra, humanas, sociais e engenharia. A feira aconteceu entre 21 e 25 de março e reuniu 207 projetos de 22 estados brasileiros, número significativamente maior que o da primeira edição em 2003, onde participaram 93 trabalhos. "Neste ano tivemos 200 inscrições a mais do que no ano passado", afirma Roseli de Deus Lopes, coordenadora geral da Febrace.

Seguindo a tendência dos anos anteriores, é difícil ver projetos utilizando *kits* de montagem e cada vez mais são encontrados projetos utilizando sucata como matéria-prima. Essa postura entre os alunos mostra que além da vocação para criar soluções que melhorem a vida das pessoas, eles estão preocupados com a manutenção dos recursos naturais do mundo. O interessante é que para chegar a esse resultado é preciso que os estudantes entendam o processo e as saídas disponíveis. "Nosso maior propósito é instigar os alunos à observação para que eles entendam o fenômeno e identifiquem as alternativas de solução", conta Roseli.

"ACESSO À INFORMAÇÃO NÃO É PROBLEMA"

Atualmente, a Internet é uma grande fonte de informação usada pelos estudantes, mas é preciso saber usá-la. O grande desafio é explorar o senso crítico dos alunos. Roseli conta que muitos dos alunos são autodidatas e o aprendizado acontece através de revistas especializadas e do volume de informações disponível da Internet. "Acesso a informação não é problema", diz.

A Intel, maior patrocinadora da Febrace, também estava presente no evento. Ruy Castro, gerente de treinamento, conta que a Intel se empenha para despertar o interesse dos estudantes pelas áreas de exatas, como ciências e matemática. "Feiras como a Febrace estimulam os alunos a seguir carreira profissional na área de tecnologia", diz ele. Através da experiência "na prática" proporcionada pelo desenvolvimento do projeto, os estudantes ficam mais bem preparados para o mercado de trabalho. Ruy acredita que dessa forma a Intel está ajudando para a melhoria do ensino. "Eles serão os futuros funcionários das empresas, precisamos de mão-de-obra especializada", ressalta.

Quem vai para o ISEF em 2006?

Em parceria com a Petrobrás e o Ministério de Ciência e Tecnologia, a Intel custeará a viagem dos alunos selecionados para expor seus projetos no ISEF - *Intel International Science and Engineering Fair*, em Indianápolis (EUA). Neste ano, foram selecionados nove projetos, em sua maioria das áreas de exatas e engenharia.

Entre os projetos individuais selecionados estão: "Fabricação de Sabão a partir de Óleos Vegetais nativos da região e Óleo de Fritura", do Complexo Educacional Dom Bosco (MA), "Projeto Aram", do Colégio Particular Opção de Ensino (BA), "Água quente por baixo custo", da Escola Brasileira Israelita Chaim Nachman Bialik (SP), "Cadeira de Rodas Multifuncional", do Colégio Mater Amabilis (SP), "Robô cortador de grama - RCG-1", da Fundação Educacional Unificada Campograndense (RJ) e "Cultivo de Pleurotus Ostreatus a partir de Biossólidos Agroindustriais", da Escola Interativa (PR).

Os projetos em grupo selecionados foram: "Manutenção da Qualidade Sanitária da Água através da liberação controlada de Hipoclorito de Sódio para comunidades de baixa renda", do Colégio Christus (CE), ErgOrelh@o, do Colégio Santo Américo (SP) e "SisDiMo - Sistema de Dimensionamento de Motores", da Fundação Liberato (RS).

PRÊMIO ELETRÔNICA TOTAL

Os projetos apresentados a seguir foram uma bela amostra da Febrace 2006, mas também premiamos nove projetos que consideramos mais voltados à eletrônica, e esses você pode ver na edição nº 115 Revista Eletrônica Total.

Prêmio MECATRÔNICA FÁCIL

Todos os anos a Mecatrônica Fácil se faz presente durante a Febrace, e apóia iniciativas como essa que possam contribuir para a disseminação do conhecimento. O "Prêmio Mecatrônica Fácil" surgiu na terceira edição da feira para prestigiar os projetos que mais se aproximam do "espírito" da revista. Como requisito o projeto deve buscar sempre a criatividade e desenvolver o projeto de maneira simples, muitas vezes através da utilização de materiais alternativos. Neste ano, foram premiados nove projetos. Há também o "Prêmio Especial Mecatrônica Fácil", onde o projeto mais interessante segundo a Redação da revista é homenageado. Veja a seguir os premiados.

Joaninha 5.0



Mesmo sem apoio da Prefeitura de São Paulo, os alunos Felipe Crusco e Felipe Mazzoleni da EMEF "Jackson de Figueiredo" desenvolveram uma plantadora automática feita totalmente em sucata. O carro possui, em sua parte dianteira, uma chapa de metal fixa em forma de V para abrir a fenda no solo. Há também um dispositivo que retira as sementes do reservatório em forma de funil e as deposita na fenda e ainda um pequeno rodo na parte traseira que é incumbido de cobrir a fenda novamente. Para fazer o projeto, os alunos utilizaram soluções bastante criativas, como as engrenagens usadas em videocassetes e ainda CDs para ajudar na tração do carro.

A placa usada para controlar o equipamento é a Gogoboard e um motor DC é responsável pelo movimento do carrinho. O professor-orientador Luís Gimenez conta que os alunos não estudam mais na escola, mas continuam investindo no projeto "A cidade que a gente quer", uma iniciativa da Prefeitura. "Atualmente não temos mais nenhum tipo de apoio do governo, mas continuamos trabalhando nos horários fora do período de aula", conta Luís.

Braço mecânico: prótese de braço humano com material reciclado



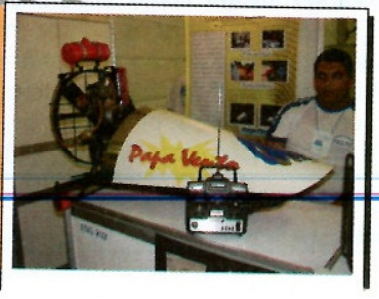
Mesmo sem possuir o nível técnico, os alunos do Colégio Estadual Marechal Castelo Branco (Primeiro de Maio – PR) aceitaram o desafio de uma professora para desenvolver um protótipo de braço mecânico. "Queríamos provar que é possível fazer um projeto assim utilizando materiais alternativos", conta Laísne Chiareli, uma das alunas participantes. A falta de ferramentas adequadas também foi uma dificuldade encontrada pelo grupo. "Tínhamos apenas furadeira, morsa, serra, alicate e chave de fenda", explica Alex Pulici, que projetou e fabricou as peças. Para movimentar o braço são utilizados seis motores de vidro elétrico de carro, e em cada um são ligados dois cabos de aço usados em bicicletas.

Terminator



Com R$ 500 os alunos do Clube de Ciência Quark de São José dos Campos (SP) criaram algo bastante complexo e atual. O projeto consiste em um sistema automático que capta o movimento realizado por um braço humano e o reproduz em um braço robótico. "Esse sistema diminui os problemas por lesão de esforço repetitivo", conta Rafael Vila, integrante do grupo. A captação dos movimentos se dá através de sensores acoplados às articulações do braço de uma pessoa, e os alunos responsáveis pelo projeto afirmam que a maior dificuldade está em adaptá-los para captar os movimentos corretamente. Segundo os alunos, tecnologias como essas já vem sendo desenvolvidas pela NASA para aplicação durante a manutenção de naves e estações espaciais.

Papa-vento: o uso de sucata na confecção de novas tecnologias



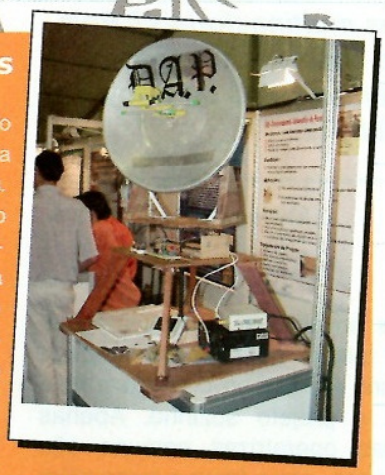
Sucata. Essa foi a palavra de ordem quando Thiago Matta teve a idéia de desenvolver o "Papa-vento". O desafio foi transformar peças velhas de equipamentos quebrados em alternativas ao uso de peças caras e muitas vezes difíceis de encontrar. O protótipo possui motor a gasolina e propulsão a ar, além de ser controlado remotamente. "Podemos dizer que o objetivo foi cumprido, afinal 90% do carro é feito de sucata", explica Thiago.

Sistema de monitoramento do ponto cego para retrovisor

Os acidentes de trânsito provocados devido ao ponto cego foram a inspiração do projeto do estudante Gabriel Mineiro, da Escola Técnica Estadual Monteiro Lobato (RS). O sistema é dotado de sensores localizados nas laterais do pára-choque traseiro do carro que mandam um sinal de proximidade para uma placa de controle. Luzes no painel do carro avisam o condutor e o sistema movimenta automaticamente o retrovisor de modo que o motorista consiga visualizar o local. "O custo do projeto é de apenas R$ 70", explica Gabriel. Segundo ele, uma empresa de transportes e turismo está interessada em aplicar o projeto em sua frota de ônibus. O projeto obedece a resolução nº 636/84 do Contran.

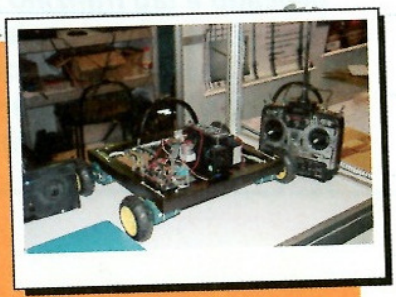


DAP - Direcionador Automático de Parabólicas



Como o próprio nome sugere, esse projeto do Centro Educacional de Pedreira (SP) visa facilitar ainda mais a vida dos telespectadores. Ao perceber que a imagem de sua televisão não está com qualidade satisfatória, é possível reposicionar sua antena parabólica sem a necessidade de sair de casa. A estrutura de madeira do projeto é movimentada por motores de passo ligados a uma placa de controle onde os estudantes utilizaram o microcontrolador HC908QY4. Para a transmissão de dados a distância, o grupo utilizou módulos híbridos de RF. Já prevendo as interferências geradas por outros projetos na feira, eles elaboraram o circuito de forma que pudessem modificar a codificação do sinal enviado através de *jumpers* e assim encontrar uma faixa "livre" para operação.

Robô Cortador de Grama - RCG-1



Trata-se de um veículo controlado por radiofreqüência com um diferencial interessante: além dos servomotores adaptados para rotação utilizados para sua locomoção, um outro motor DC é destinado a movimentar uma lâmina situada abaixo de sua base cujo objetivo é cortar grama. Além disso, foi instalada uma câmera de vídeo a fim de o operador poder controlá-lo mesmo que o robô não esteja ao alcance de sua visão, e ainda pode ser controlado por um controle remoto convencional. Isso também pode ser feito através da porta paralela de um PC, utilizando um software desenvolvido em Visual Basic pelos estudantes da Fundação Educacional Unificada Campograndense (RJ), autores do projeto.

Gamatron

Um robô que ouve, fala e vê. O projeto da Escola Técnica de Eletrônica "Francisco Moreira da Costa" (MG) mostrou que é possível ter por perto uma tecnologia como essa e que ela pode ser uma ferramenta de entretenimento. Uma pessoa na "central de controle" pode acionar comandos, ver imagens e ouvir sons do ambiente onde o robô está, e vice-versa. A transmissão de dados acontece via satélite e a estrutura do robô é feita a partir de materiais alternativos. "A estrutura do robô é de madeira e nós utilizamos um motor de pára-brisa para movimentá-lo", ressalta Israel Machado, um dos integrantes.



Planetário



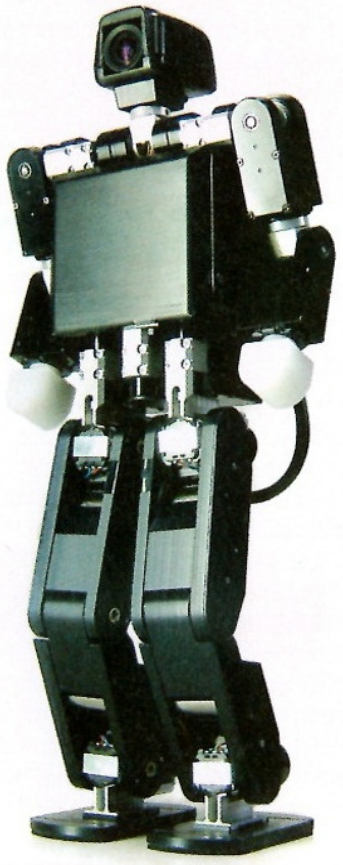
Apesar do objetivo dos estudantes da ETEP ser elaborar um modelo para visualizar o movimento interativo entre o Sol, a Terra e a Lua, a solução mecatrônica encontrada pelos autores foi bastante curiosa. Este planetário é capaz de simular os movimentos de rotação, translação e revolução da Terra, bem como as fases da Lua, as estações do ano e os eclipses solares e lunares. O movimento rotatório foi obtido através de motores DC e de passo e foi distribuído ao sistema através de um engenhoso sistema de polias e correias.

Estudo para modernização de ponte rolante instalada no laboratório de fundição do CEFET-MG



A proposta do trabalho é automatizar a ponte rolante que hoje tem seu acionamento feito através de correntes. Durante o desenvolvimento, os alunos visitaram outras empresas onde o acionamento da ponte é automático e perceberam que isso otimizou o processo. "Para fazer a modernização da ponte são necessários R$ 8 mil", conta Sabrina Alves. Segundo o grupo, o acionamento eletromecânico com moto-redutores elimina a necessidade de esforço humano. Os alunos fabricaram um protótipo em menor escala para melhor compreensão do projeto.

SILF: O notável andróide que vem do Japão



Quem diria que, também na robótica, um ser tão pequeno, tão delicado e tão franzino pudesse "derrubar" andróides caríssimos dos grandes projetos das indústrias multinacionais? Pois há um andróide no Japão que consegue chamar a atenção do público e se posicionar ao lado dos gigantes QRIO da Sony e ASIMO da Honda: conheçam agora o SILF-H2.

Carlos Ferreira da Silva

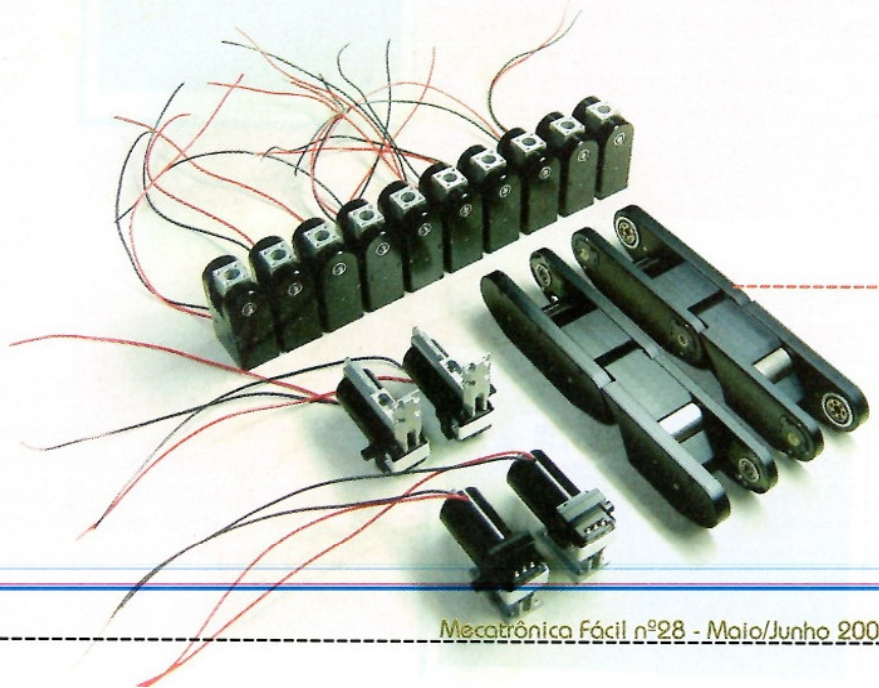
Quando estes três andróides apareceram lado a lado na capa da Revista "**Industrial Automation Asia**", um *frisson* aconteceu entre o público da robótica. Todos queriam saber com detalhes quem construiu aquele ser intruso e desconhecido. Como ele foi feito? Que empresa o fabricou? Qual seu preço no mercado? Quais suas funções e demais características?

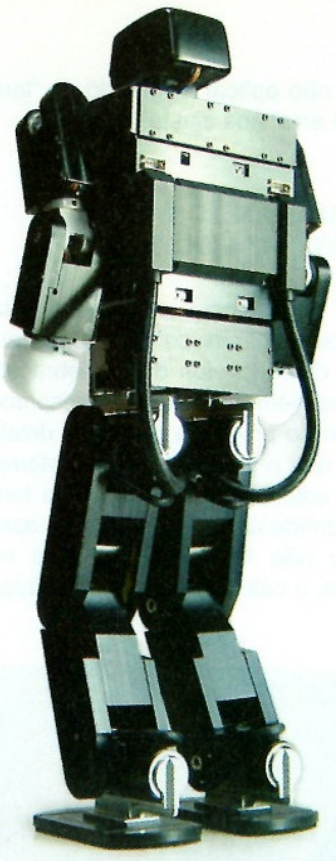
Trata-se do SILF, um andróide que começou a ser construído em 1998 e passou por várias transformações. Pode-se dizer que é um projeto bem econômico, considerando que poucas pessoas participaram de sua realização que tem a coordenação de Katsuhisa Ito, engenheiro de controles da Sony. Apenas por paixão e *hobby* o projeto foi conduzido. Não houve marca ou empresa na sua concepção.

Este é o andróide que a **Mecatrônica Fácil** traz nesta edição aos seus leitores. Vimos em edições anteriores os temas relacionados a andróides, abordando questões de projeto e construção. Apresentamos também o método de avaliação pelo "Fator Silva" além de dissecar alguns projetos de andróides para os leitores da revista. Agora, analisaremos o SILF-H2, cuja sigla foi extraída da frase "***S**uper **I**ntelli**L**igent **Li**f**e***". A notação H2 se refere a "Humanoid 2", considerando que se trata do segundo projeto do humanóide reformulado.

Para produzir o SILF não foi necessário nenhum projeto faraônico com equipes envolvidas e custos elevados. O criador contou com a ajuda de alguns amigos no começo e hoje conduz o projeto sozinho. Apenas máquinas operatrizes comuns são necessárias, como fresa e torno além de algumas ferramentas manuais, sobretudo para a montagem do conjunto mecânico. A maior dificuldade encontrada pela equipe foi justamente financiar os custos do projeto, considerando-se que não há uma indústria no custeio e sim pessoas com a paixão pela robótica.

Apesar de já ter recebido várias ofertas de produção em escala industrial para o SILF, o Sr. Ito tem recusado todas com a convicção de que ainda há muito que desenvolver no projeto para que ele fique maduro. Ele tem a sensação de que vender o projeto hoje, da forma em que se encontra, o deixaria estagnado sem as devidas evoluções que estão em sua cabeça para o protótipo.





CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS E ELETRÔNICAS

O SILF é provavelmente o mais leve e menor andróide andador no mundo. Nestas condições, é de supor que as engrenagens da transmissão sejam minúsculas e de alta precisão. E assim foram executadas: para alta eficiência e de alta precisão. Na aparência lembra os projetos SDR da Sony ou o HOAP da Fujitsu, mas sua flexibilidade é notável.

A precisão com a qual cada peça do SILF foi fabricada é impressionante, principalmente considerando-se tratar de um protótipo. Ao analisar as peças que compõem o conjunto mecânico é fácil conferir desde os detalhes de usinagem de peças, formato e encaixes até os acabamentos aplicados. Várias peças são de alumínio anodizado na cor preta. Outras chapas receberam tratamento de zincagem. Sem contar as microengrenagens com dentes usinados com precisão de mecânica fina.

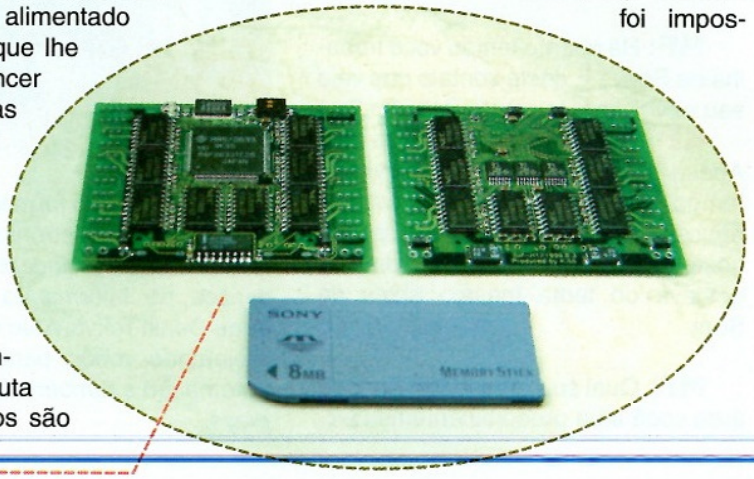
O circuito eletrônico do SILF é muito simples. Possui 21 acionadores (*drivers*) de motor e dois microprocessadores controlam o conjunto. Na cabeça do SILF há um sensor de imagens (CCD – 100 kpixels) do mesmo tipo que é utilizado em telefones celulares. No entanto, o sistema de processamento de imagens foi projetado exclusivamente para o SILF, o que lhe permite detectar cores em tempo real. As decisões que o SILF toma em função deste recurso ainda são rudimentares, contudo o criador pretende tornar este recurso mais inteligente fazendo melhor uso desta capacidade com atitudes apenas via software.

SISTEMA DE COMUNICAÇÃO E POTÊNCIA

Para o sistema de comando utiliza apenas três microprocessadores de 16 bits (Renesas H8S). A capacidade destes microprocessadores é muito baixa, mas considerando-se que o SILF é um robô pequeno, nem seria possível montá-lo com um processador de alta velocidade. Para compensar esta falta, o mecanismo do robô e o software tiveram que ser otimizados. O software foi codificado em linguagem C. O sistema operacional nem é carregado para melhorar a performance e velocidade.

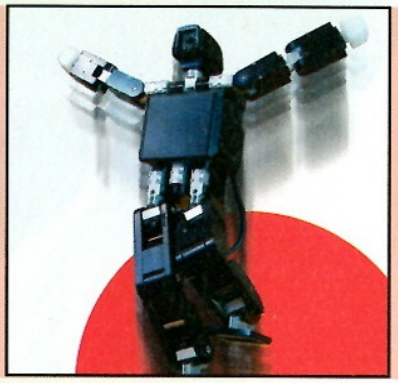
O SILF possui dois modos de operação. Na operação manual utiliza-se um controle remoto e os movimentos serão realizados daquela forma ordenada no controle, com instruções como: "mova para frente", "rotacione", "chute", "erga o braço". Neste caso, os olhos do SILF são os olhos do operador do controle remoto. Na modalidade autônoma, ele tem que tomar algumas decisões. Por exemplo, ao detectar uma bola, ele se aproxima e chuta. Claro que estes procedimentos e atitudes são pré-programadas, são poucas e ainda rudimentares.

O robô é alimentado por baterias que lhe permitem vencer com sobras as pequenas resistências oferecidas pelo corpo reduzido. Ele consegue até pular. Os movimentos que executa com os braços são dignos de um praticante de Tai-Chi-Chuan, demonstrando suas habilidades.



SILF - H2

Japão



Coeficiente Físico (CF)	0,0780
Coeficiente Sentimental (CS)	0,0000
Coeficiente Intelectual (CI)	0,0075
Coeficiente Espiritual (CE)	0,0000

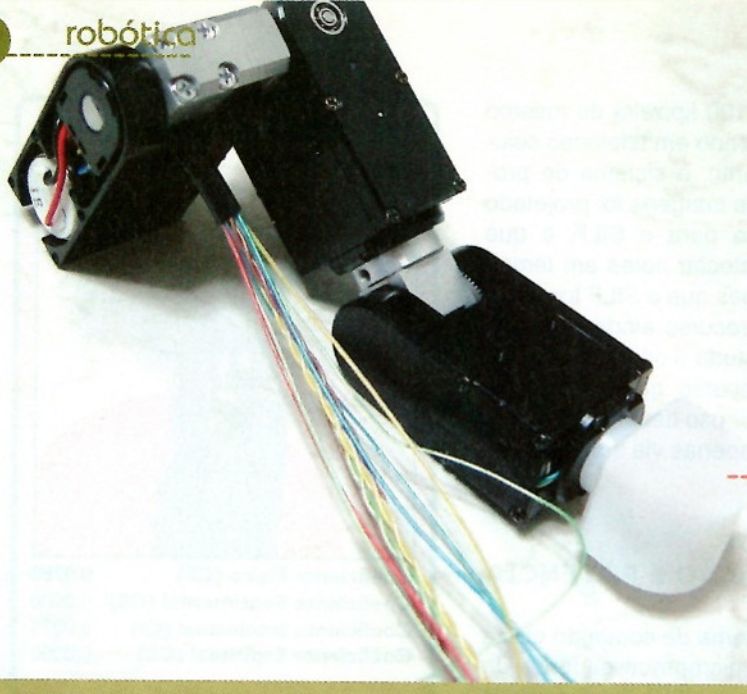
Fator Silva (FS) - 0,0855

Especificações Técnicas

Altura: 252 mm
Largura: 95 mm
Espessura: 50 mm
Atuadores: 21 motores de corrente contínua
Graus de Liberdade: Pernas: 12
Braços: 6
Cabeça: 2
Cintura: 1
Fonte de potência: baterias NI-MH – 7,2V / 2100 mAh

SISTEMA BIOMECÂNICO

O sistema de controle necessário para manter o equilíbrio do SILF é explicado e documentado pela aplicação de todos os cálculos científicos de que dispomos na engenharia moderna, contudo foi impos-



sível não aplicar o método de "tentativa e erro" nos ajustes finais.

ANALISANDO A ANATOMIA DO SILF

O SILF possui mãos muito distantes das humanas, com formato apenas para diferenciá-las dos antebraços e braços, demonstrando uma despreocupação do projetista com este detalhe, visto que o principal foco de interesse foi o equilíbrio e a façanha de tornar o andróide um andador. Sendo assim, como não há mãos definidas nem dedos, o cálculo do Fator Silva força a

ENTREVISTANDO O CRIADOR DA CRIATURA: KATSUHISA ITO

A Mecatrônica Fácil foi além das informações técnicas e descritivo operacional do andróide SILF. Quis saber também um pouco da vida pessoal e modo de viver daquele que projetou um andróide notável que arrebata títulos nos campeonatos do Japão.

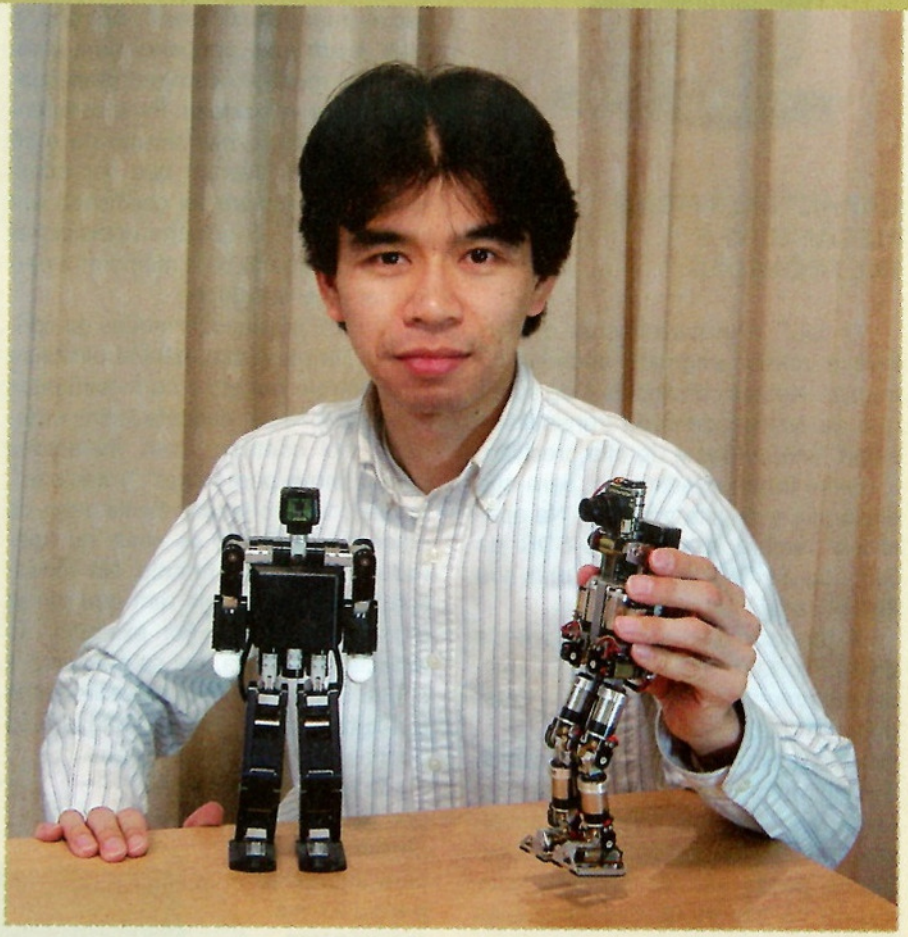
MF: Olhando a partir do Japão, que imagem tem um cidadão como você sobre o Brasil? Quais áreas e quais impressões você poderia mencionar aos leitores de MECATRÔNICA FÁCIL?

KI: Temos imagens pacíficas e simpáticas acerca do Brasil. Claro que o futebol vem sempre à mente, admiramos e curtimos. Também é famoso por aqui o café brasileiro. Lembro das notícias sobre o famoso carnaval do Rio, enfim é um país muito atraente aos meus olhos e gostaria de visitá-lo.

MF: Há quanto tempo você trabalha na Sony? É deste contato que veio seu envolvimento com a Robótica?

KI: Trabalho na Sony há 12 anos. Apesar de ter participado por algum tempo no projeto do AIBO (o cachorrinho-robô), não posso dizer que meu gosto pelos andróides veio daí. Já gostava do tema mesmo antes da Sony.

MF: Qual sua formação? Em que área você atua predominantemente?



KI: Eu tenho formação em Engenharia. Estudei eletrônica, engenharia de controles e engenharia de processos de informação na Universidade Denki Tokyo. Atuo na Sony Corp. projetando robôs para indústria de automação e também desenvolvo *displays*.

MF: Como é o engenheiro no lar? Como você está se saindo como pai?

KI: Eu tenho um bebê de 1 ano. Criar uma criança não é tarefa fácil, afinal não há botão "desliga" na hora do choro. No entanto, considerando todas as descobertas torna-se uma experiência muito boa. Claro que os

perder muitos pontos neste quesito.

O mesmo ocorre com os pés. Considerando que não há um formato semelhante aos pés humanos, mas apenas uma plataforma para facilitar o equilíbrio, então os pontos foram também aqui subtraídos no cálculo do Fator Silva.

No entanto, observe que o projetista se preocupou em definir com peças distintas as coxas e antecoxas, assim como os braços e antebraços. Neste particular, aumentaram consideravelmente os graus de liberdade do andróide, recebendo os respectivos pontos pertinentes no cálculo do Fator Silva.

INTEGRAÇÃO DOS CONHECIMENTOS DE ROBÓTICA PARA ANDRÓIDES

O andróide ideal seria a soma de todos os focos de desenvolvimento de cada andróide existente, já que um projetista se preocupa com o equilíbrio, outro com os dedos e mãos, outro com a face e assim percebemos as idéias sendo frutificadas em todos os cantos do planeta. Bom seria juntar todos os conhecimentos já desenvolvidos.

Pensando nisto, por iniciativa do projetista do SILF, o Sr Katsuhisa Ito, está sendo criada no Japão uma espécie de fórum onde os projetistas que tem algo a oferecer se reúnem virtualmente para troca de conhecimentos visando a integração de projetos. Não será tarefa fácil, mas a comunidade tecnológica torce para este sucesso.

www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no *site* da revista:
- Planilha completa do cálculo do Fator Silva;
- Vídeos do robô em funcionamento.

Mais informações

Em japonês:
www02.so-net.ne.jp/~itou/Silf-H2.html
Fator Silva – em português:
www.seeger.com.br/robotica
Fator Silva – em inglês:
www.humansversusandroids.com

robôs da atualidade são muito pobres se comparados mesmo com um bebê. Agora sei mais do que nunca que o "sistema da vida" humana é muito, muito maravilhoso.

MF: Como você imagina os andróides no futuro? Quais são seus planos sobre os andróides?

KI: Tenho um sonho pacífico para os andróides, apenas tornando-os parceiros para o homem. Quanto aos planos prefiro trabalhar em projetos de robôs que ajudem as pessoas, por exemplo, em robôs de tamanho grande para resgates. No entanto, estou desenvolvendo uma plataforma aberta padrão para robôs em cooperação com diversos pesquisadores do mundo.

Particularmente, o método de avaliação de andróides pelo Fator Silva, pode ser um marco na qualificação padronizada. Mesmo sabendo avaliar, temos muito que avançar e padronizar no projeto dos robôs com plataformas nos níveis mecânicos, eletrônicos, etc.

MF: Você passará a ler Mecatrônica Fácil?

KI: Falo meu idioma e tenho dificuldades em me expressar em inglês, que dirá em português. Mas será um prazer receber a revista com meu projeto avaliado, mesmo reconhecendo apenas as imagens. Torço para que MECATRÔNICA FÁCIL tenha muito sucesso.

Premiações Vencidas pelo SILF

Copa dos Robôs 2004
Japão – Liga Humanóides
- A mais alta premiação da Sociedade Robótica do Japão.



Copa dos Robôs 2003
Japão – Liga Humanóides
- Categ. Andadores: Campeão
- Categ. Estilo Livre: Campeão

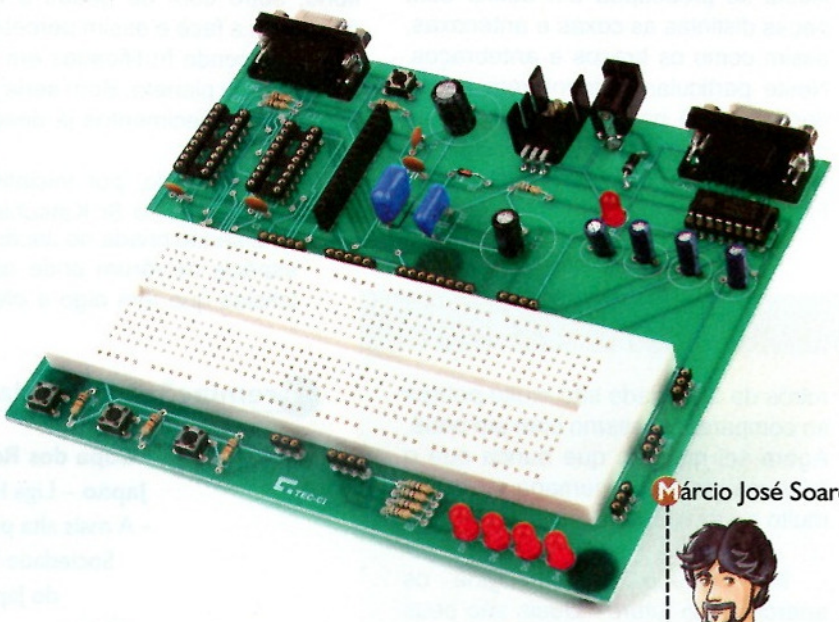
Copa dos Robôs 2000
Japão – Liga Tamanho Pequeno
- A mais alta premiação da Sociedade Robótica do Japão.

Placa Step Lab
Mecatrônica Fácil

Níveis de Dificuldade

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

O leitor já deve ter visto em nossas páginas vários projetos com o microcontrolador "embedded" Basic Step 1. Trata-se do microcontrolador mais versátil e fácil de usar existente no mercado. Devido a estas e outras vantagens, seu uso se difundiu entre os "amantes" do mundo microcontrolado. A placa que estamos propondo neste artigo é uma excelente plataforma de desenvolvimento para os microcontroladores da linha Basic Step 1, pois aceita as suas três versões: "Embedded", OEM e LT.



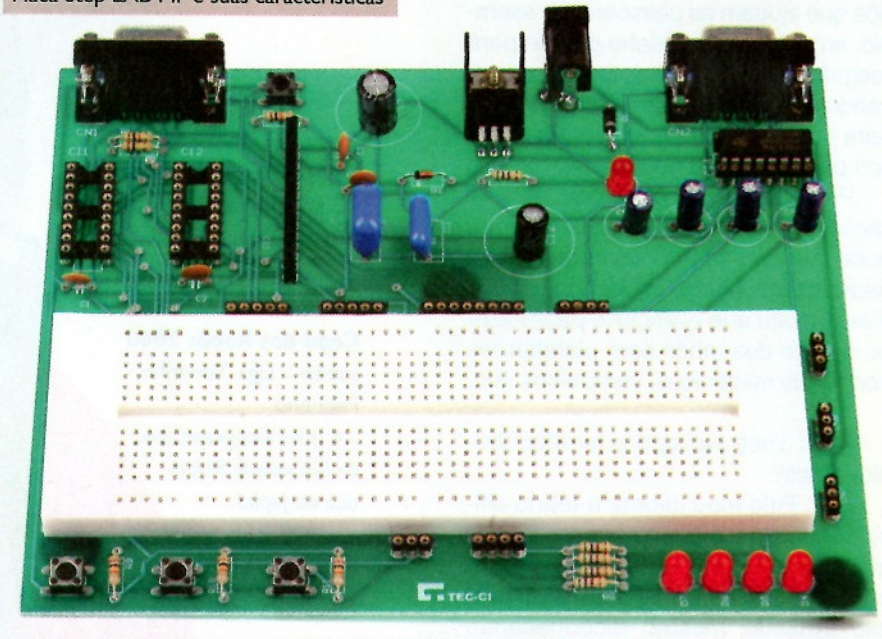
Márcio José Soares

A Placa Step LAB MF é na verdade uma plataforma para desenvolvimento e estudos com os microcontroladores Basic Step 1 da Tato Equipamentos Eletrônicos. Ela permite a inserção dos três modelos comercializados pela empresa e descritos na **tabela 1**.

As principais características da placa (**figura 1**) são:

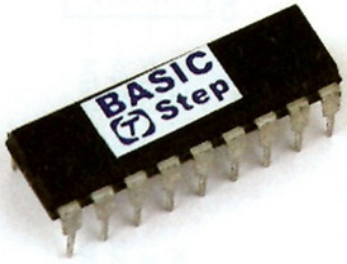
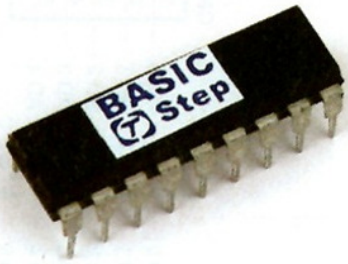
- Conector para gravação dos microcontroladores;
- Suporte para Basic Step "Embedded";
- Suporte para Basic Step "OEM";
- Suporte para Basic Step "LT";
- *Reset* manual na placa;
- Pontos compartilhados para conexão dos I/Os;
- Conversor RS-232/TTL para comunicação serial (TX, RX, CTS, RTS);
- Quatro LEDs para testes;
- Três chaves NA para testes;
- Proto-área disponível (com possibilidade da instalação de uma matriz de contatos sobre a mesma);

1 Placa Step LAB MF e suas características



Nota: Esta placa foi desenvolvida com a autorização do sr. Octávio Nogueira, proprietário da Tato Equipamentos Eletrônicos, fabricante da linha de microcontroladores Basic Step 1.

T1 Família Basic Step 1 e suas características

Basic Step 1 "Enbedded"	Basic Step 1 "OEM"	Basic Step 1 LT
		
• Encapsulamento SIP (módulo de 14 pinos em linha) • 8 linhas de I/O bidirecionais programáveis independentemente • 256 bytes de memória de programa EEPROM • 80 a 100 linhas de instruções máximas • 16 bytes de memória RAM (2 para I/O's e 14 para variáveis) • clock de 8MHz (5.000 instruções por segundo) • Comunicação RS-232 até 2400 bps em qualquer pino • 5 entradas analógicas (conversores AD) • PWM de 30 kHz no pino de I/O P2 • Timer 16 bits com resolução de resolução de 0,1s ou 100ms • Faixa de alimentação entre 5VDC a 15VDC máximos • Usa interpretador TBASIC (Windows), com comandos em inglês e português • Possui suporte técnico nacional com fórum em língua portuguesa • O programa TBASIC, assim como exemplos de uso são fornecidos gratuitamente pelo fabricante • Compatível com o Basic Stamp I da Parallax Inc • Custo: R$59,00 (tomada de preço feita em 01/04/2006)	• Encapsulamento DIP 18 • 8 linhas de I/O bidirecionais programáveis independentemente • 256 bytes de memória de programa EEPROM • 80 a 100 linhas de instruções máximas • 16 bytes de memória RAM (2 para I/O's e 14 para variáveis) • Clock de 8MHz (aproximadamente 5.000 instruções por segundo) • Comunicação RS-232 até 2400 bps em qualquer pino • 5 entradas analógicas (conversores AD) • PWM de 30 kHz no pino de I/O P2 • Timer 16 bits com resolução de resolução de 0,1s ou 100ms • Alimentação de 5VDC+/- 5% (nível TTL) • Usa interpretador TBASIC (Windows), com comandos em inglês e português • Possui suporte técnico nacional com fórum em língua portuguesa • O programa TBASIC, assim como exemplos de uso são fornecidos gratuitamente pelo fabricante • Compatibilidade total com o Basic Step 1 versão em encapsulamento SIP • Custo: R$29,00 (tomada de preço feita em 01/04/2006)	• Encapsulamento DIP 18 • 8 linhas de I/O bidirecionais programáveis independentemente • 128 bytes de memória de programa EEPROM • 40 a 50 linhas de instruções máximas • 16 bytes de memória RAM (2 para I/O's e 14 para variáveis) • Clock de 4MHz (aproximadamente 2.500 instruções por segundo) • Comunicação RS-232 até 2400 bps em qualquer pino • Alimentação de 5VDC +/- 5% (nível TTL) • Usa interpretador TBASIC (Windows), com comandos em inglês e português • Possui suporte técnico nacional com fórum em língua portuguesa • O programa TBASIC, assim como exemplos de uso são fornecidos gratuitamente pelo fabricante • Custo: R$19,00 (tomada de preço feita em 01/04/2006)

- Regulador de tensão 5VDC;
- Conectores para tensões de entrada 12 VDC (V_{in}) e saída 5 VDC (V_{out}), além do GND para uso com a proto-área.

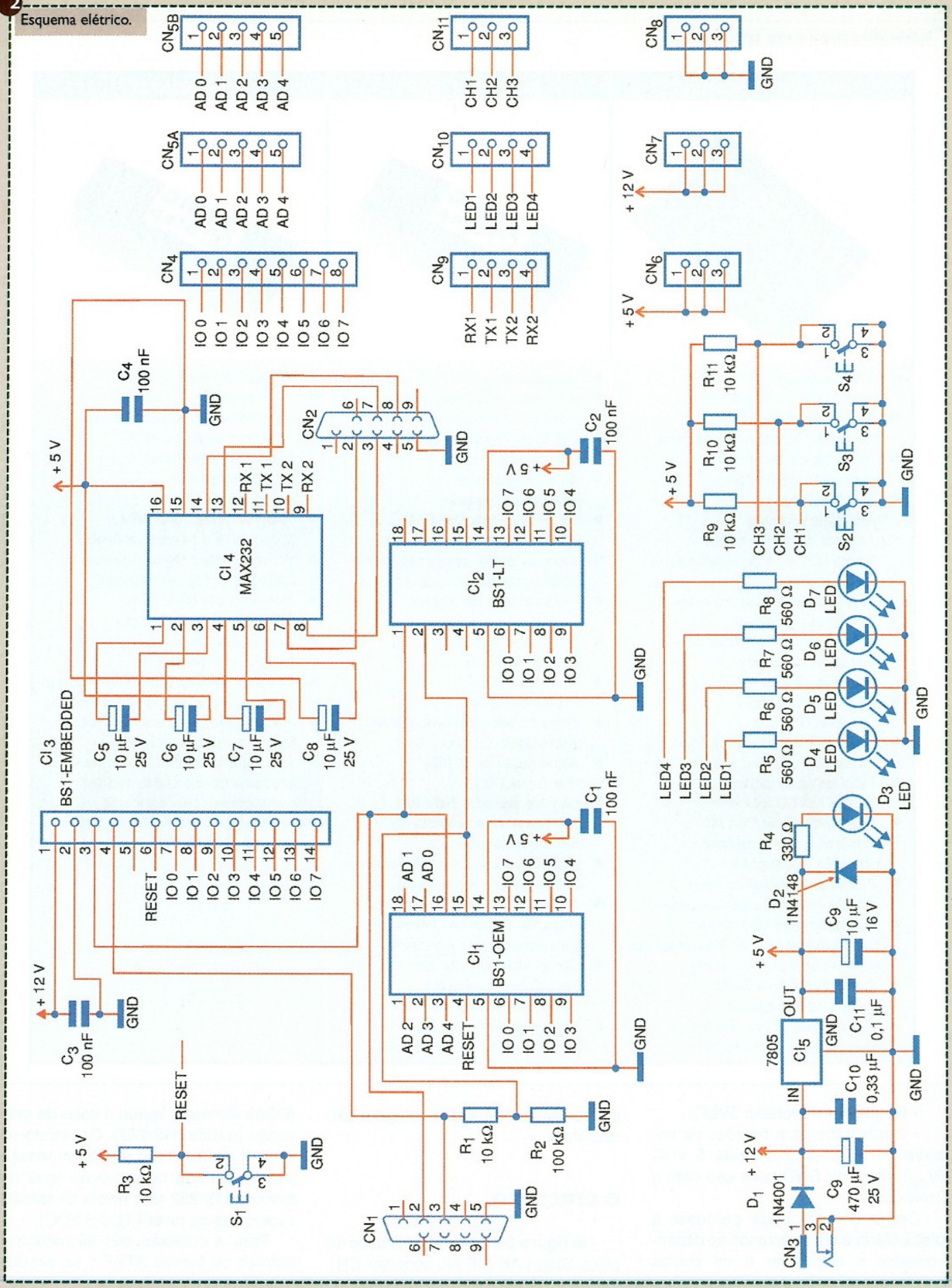
Como o leitor pode perceber a placa oferece bons recursos ao desenvolvedor e estudante e os custos envolvidos com a sua montagem não são altos.

O CIRCUITO

Na **figura 2** o leitor tem o circuito da placa Step LAB MF. No conector CN1 (DB09 fêmea) é ligado o cabo de gravação (padrão RS-232). Os resistores R_1 e R_2 formam um divisor de tensão para a entrada de gravação (que no formato RS-232 tem níveis de tensão superiores ao nível TTL 0-5 VDC).

Para a conexão dos microcontroladores da família STEP 1 ao circuito

2 Esquema elétrico.



foram previstos "suportes" para CI. "CI_1" é na verdade um suporte DIP 18 pinos para um Basic Step 1 versão OEM, CI_2 é outro suporte DIP 18 a versão LT e CI3 um suporte SIP 14 pinos para a versão "Embedded". A idéia de se usar suportes para os microcontroladores permite que os mesmos possam ser inseridos e retirados do circuito quando necessário.

Observando atentamente o circuito, o leitor perceberá que as linhas de gravação de cada CI (suporte) estão interligadas. Desta forma, não é possível instalar na placa as três versões ao mesmo tempo. Apenas uma versão por vez poderá ser utilizada. Para trocar de versão, basta retirar a presente na placa e inserir a desejada, no suporte indicado.

A diferença básica entre o suporte para a versão OEM e a versão LT é que os pinos de gravação são diferentes, além das ligações para os pinos com as entradas ADs presentes na versão OEM, que não existem na versão LT.

O resistor R_3 e a chave S_1 formam o circuito de "reset" manual para o microcontrolador e C_1, C_2 e C_3 são capacitores de desacoplamento (filtro) para os microcontroladores.

CI_4 (MAX232) é um "conversor" RS-232 para TTL (e vice-versa). Desta forma o leitor poderá ligar um pino de I/O do Basic Step a porta RS-232 do PC em aplicações que requeiram este tipo de comunicação (serial assíncrona padrão RS-232). A entrada/saída para a comunicação RS-232 "externa" é feita através de CN_2 com a presença dos sinais TX, RX, RTS e CTS.

D_4 a D_7 são LEDs para livre uso por parte do leitor durante seus testes com o Basic Step 1. S_2 a S_4 são chaves também de uso livre, para que o leitor possa fazer testes com o Basic Step 1.

A placa prevê ainda um regulador de tensão para 5 VDC (requerida para as versões "OEM" e "LT"). Os capacitores C_9, C_{10}, C_{11} e C_{12} atuam como filtro e o diodo retificador D_1 impede que o circuito se danifique caso a tensão de alimentação externa seja ligada invertida. O diodo D_2 atua como proteção para o regulador de tensão e o LED D_3 em conjunto com seu resistor limitador de corrente R_4, permitem ao usuário reconhecer a presença da tensão 5 VDC no circuito (placa ligada).

A alimentação do circuito deve ser fornecida por uma fonte externa com 12 VDC de tensão de saída e corrente de 1 A.

Tanto a comunicação RS-232, chaves e LEDs podem ser acessados através de conectores. Deste modo o leitor poderá montar um circuito, selecionando em que pino de I/O do microcontrolador será ligado cada periférico. Este formato já foi utilizado pelo autor em outros projetos e também é adotado por muitas empresas que desenvolvem placas de avaliação. A liberdade de conexão permite ao leitor uma maior flexibilidade durante o desenvolvimento ou teste de um determinado circuito.

Na **tabela 2** temos a descrição da pinagem de cada um dos conectores presentes na placa. O leitor deverá orientar-se por esta tabela para realizar suas conexões, quando usar a placa.

MONTAGEM

Na **figura 3** o leitor tem nossa sugestão do *layout* para a confecção do circuito impresso. O mesmo tem duas faces, mas o número de trilhas não é grande e o espaço (isolação) entre as mesmas é adequado inclusive para a sua confecção de forma "manual".

Comece por soldar os conectores DB09 e resistores (use a lista de materiais para se orientar com relação a seus valores e assim encaixá-los na posição adequada).

Diodos, capacitores eletrolíticos, LEDs e o regulador são componentes polarizados e requerem atenção durante a sua montagem na placa.

O soquete para o Basic Step 1 versão "Embedded" pode ser construído a partir de um soquete para CI com 28 pinos. Basta separar um dos lados do suporte e usá-lo. Também é possível o uso de uma barra de pinos "fêmea", que confere melhor acaba-

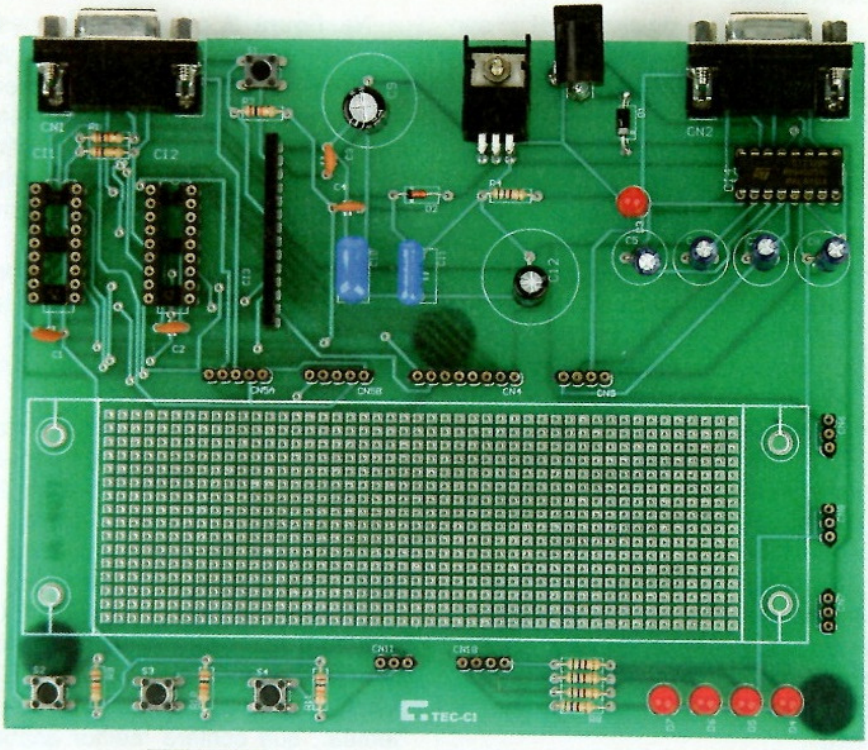
T2 Descrição da pinagem para os conectores.

Conector	Descrição	Pinos								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
CN1	Gravação	NC	PC-IN	PC OUT	NC	GND	NC	NC	NC	NC
CN2	Comunicação	NC	PC-RX	PC-TX	NC	GND	NC	PC-RTS	PC-CTS	NC
CN3	Alimentação	12 VDC	GND	GND	NE	NE	NE	NE	NE	NE
CN4	Pinos de I/O	IO_0	IO_1	IO_2	IO_3	IO_4	IO_5	IO_6	IO_7	NE
CN5A	Entrada para ligações AD versão "Embedded"	AD_0	AD_1	AD_2	AD_3	AD_4	NE	NE	NE	NE
CN5B	Saída para ADS versão OEM e "embedded"	AD_0	AD_1	AD_2	AD_3	AD_4	NE	NE	NE	NE
CN6	Tensão 1 do usuário	5 VDC	5 VDC	5 VDC	NE	NE	NE	NE	NE	NE
CN7	Tensão 2 do usuário	12 VDC	12 VDC	12 VDC	NE	NE	NE	NE	NE	NE
CN8	GND	GND	GND	GND	NE	NE	NE	NE	NE	NE
CN9	Entrada/Saída TTL para MAX232	STEP-RTS	STEP-CTS	STEP-TX	STEP-RX	NE	NE	NE	NE	NE
CN10	LEDs do usuário	LED1	LED2	LED3	LED4	NE	NE	NE	NE	NE
CN11	Chaves do usuário	CH1	CH2	CH 3	NE	NE	NE	NE	NE	NE

NC – Não Conectado
NE – Não existe

3

Layout para circuito impresso



mento e um menor desgaste durante o encaixe do microcontrolador.

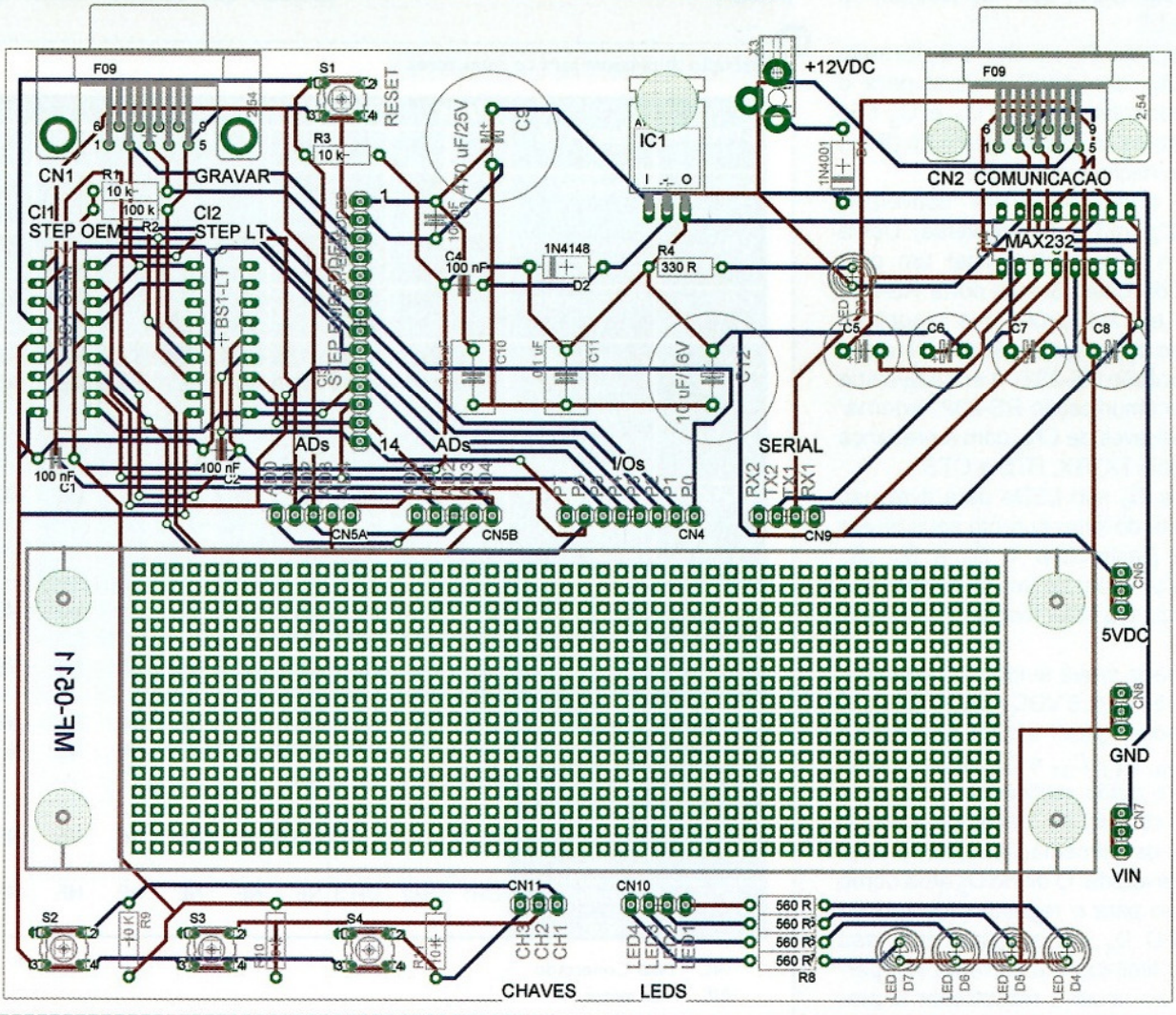
Consideramos que o uso de soquetes torneados para receber os microcontroladores Basic Step 1, versões OEM e LT, são a melhor opção. Estes são mais resistentes que os suportes mais baratos.

A escolha de um tipo ou outro é livre e o leitor deverá realizar a sua montagem de acordo com o material presente em sua bancada e/ou presente nas lojas de sua região.

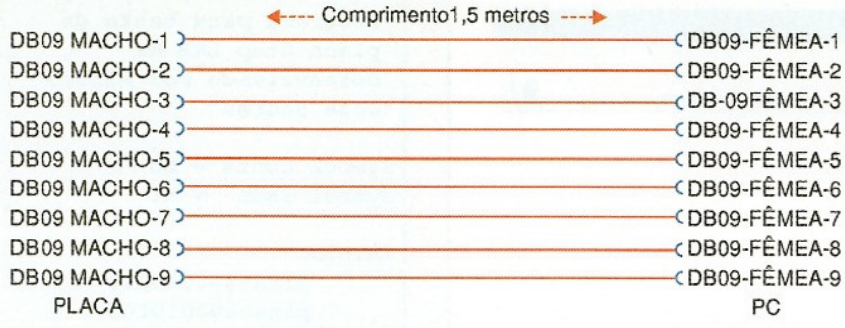
As chaves para "reset" (S_1) e "usuário" (S_2 a S_4) são do tipo "push-buttons" normalmente abertos (mini) com quatro terminais, para solda na placa.

Os LEDs (D_1 a D_5) podem ser de qualquer tipo, desde que sua tensão de trabalho não exceda os 2 VDC.

Para fazer as ligações entre os pinos de I/O e ADs do Basic Step 1



4 Cabo de comunicação.



com os periféricos da placa (MAX232, LEDs, chaves e a proto-área ou matriz de contatos) o leitor poderá utilizar pedaços de suportes de CIs ou ainda outros tipos de conectores (como os que podem ser vistos em nosso protótipo).

O uso de um radiador de calor para CI_5 é recomendado. O conector CN_3 utilizado em nosso protótipo é do tipo P4 fêmea. Este conector é padrão e está presente em muitas fontes de alimentação (porém no formato macho). Use o que melhor lhe convier, de acordo com a saída da fonte de alimentação a ser utilizada em conjunto com a placa.

O leitor não deve esquecer que é necessário soldar cada ponto onde exista ligação com ambos os lados da placa (ilhas). Sem isso não haverá conexão e o circuito não funcionará!

TESTE E USO

Após a montagem, é conveniente realizar uma verificação na placa. Reveja todas as ligações entre trilhas e ilhas (em ambas as faces), a solda, posições dos componentes, etc. Gaste alguns minutos nesta tarefa. Não tenha pressa em ligar o circuito. Alguns minutos gastos em uma boa averiguação podem representar a diferença entre o sucesso e o fracasso nesta montagem. Somente com tudo conferido, é que o leitor deve partir para o teste da mesma.

Para fazer o teste, o leitor precisará de um Basic Step 1 (qualquer versão) e um cabo de gravação (comunicação RS-232). O cabo pode ser adquirido no mercado especializado em produtos de informática/eletrônica, ou ainda poderá ser montado pelo próprio leitor. A **figura 4** mostra o diagrama interno deste cabo.

Instale em seu PC o compilador TBASIC, fornecido gratuitamente no *site* da Tato Equipamento Eletrônicos (www.tato.ind.br). O procedimento de instalação é padrão para aplicativos Windows. Siga as instruções do aplicativo de instalação para obter sucesso com a mesma.

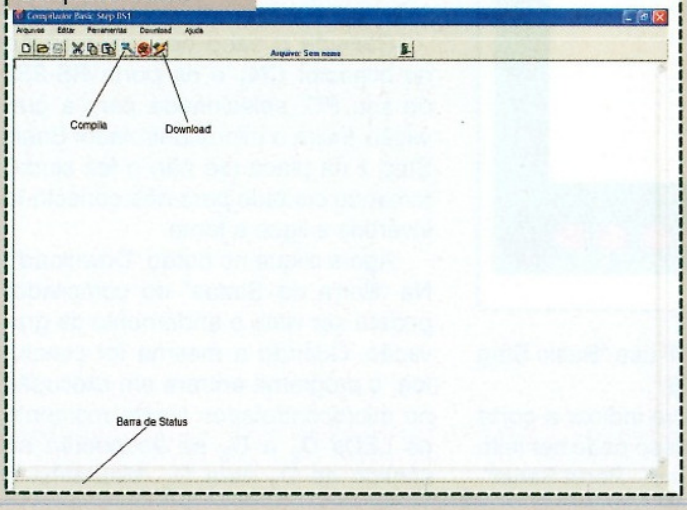
Após a instalação do compilador, usando fios, faça as seguintes ligações entre os conectores e pinos dos mesmos, conforme indicado a seguir:

- Pino 1 do conector CN_4 no pino 1 do conector CN_{10}
- Pino 2 do conector CN_4 no pino 2 do conector CN_{10}
- Pino 3 do conector CN_4 no pino 3 do conector CN_{10}
- Pino 4 do conector CN_4 no pino 4 do conector CN_{10}
- Pino 5 do conector CN_4 no pino 1 do conector CN_{11}

Em seguida, execute o compilador TBASIC (**figura 5**) para configurá-lo. Estas configurações serão feitas apenas uma única vez, ou então, sempre que necessário modificá-las.

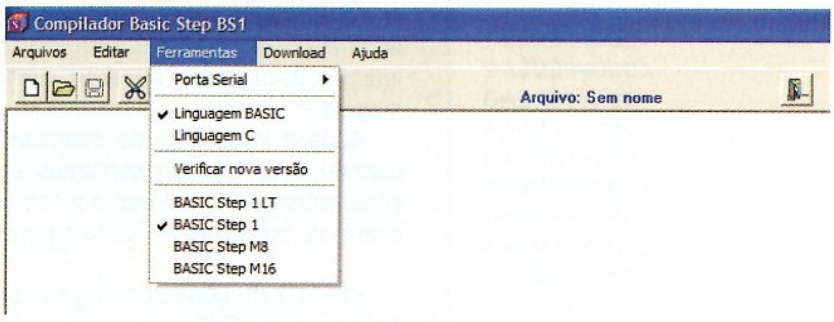
Vá ao *menu* "Ferramentas", selecione "Linguagem BASIC" e a versão do seu Basic Step 1. Para as versões OEM e "Embedded" use "Basic Step

5 Compilador TBasic

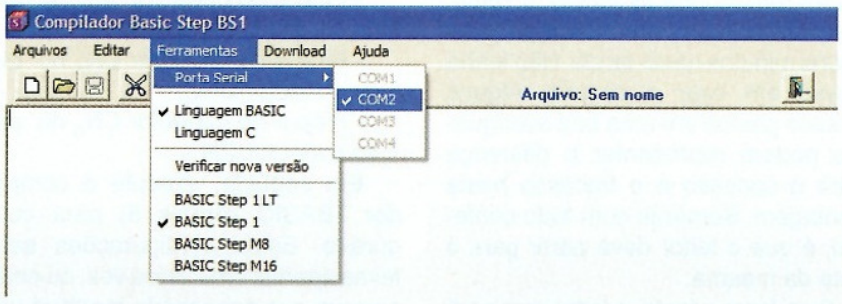




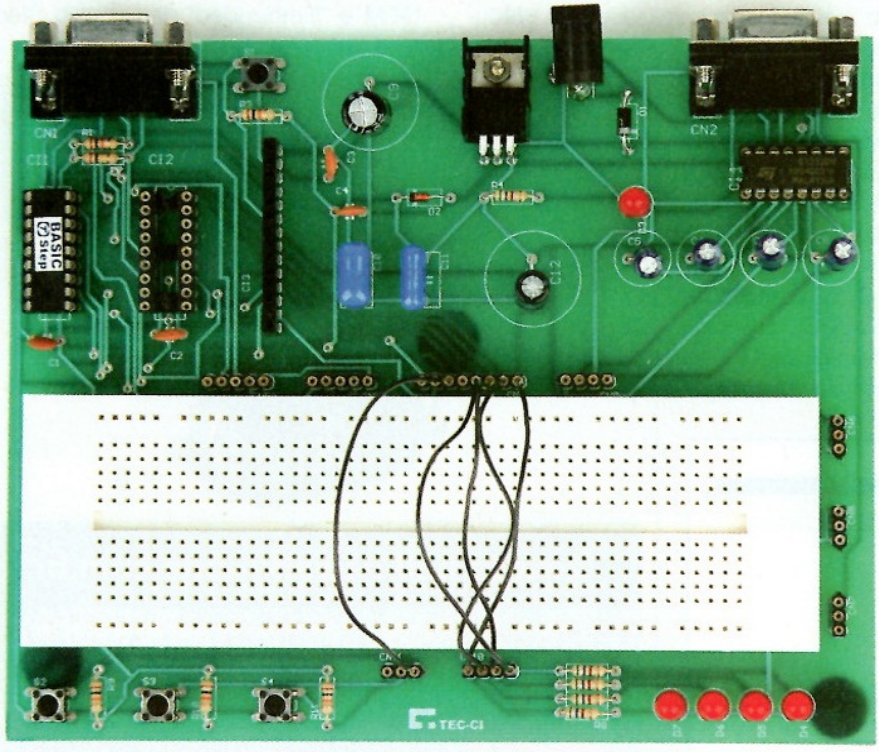
6 Configurando a linguagem e a versão



7 Configurando a porta de gravação



8 Placa utilizada nos testes



Código-Fonte

```
'Programa para teste da
'placa Step LAB MF
'Desenvolvido por Márcio
'José Soares

Symbol conta = b0
Symbol leds  = b1

inicio:
      dirs=%00010000
      pins=%00010000

loop:
      if pin5=0 then inverte

      leds=0
      for conta = 1 to 4
         pins=leds
         leds=leds * 2
      next conta

      goto loop

inverte:

      leds=8
      for conta = 1 to 4
         pins=leds
         leds=leds / 2
      next conta

      goto loop
```

www.mecatronicafacil.com.br

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

1" e para a versão LT use "Basic Step 1 LT". Veja a **figura 6**.

Agora o leitor deve indicar a porta de gravação no PC. Isso pode ser feito no *menu* "Ferramentas – Porta Serial". Escolha a porta RS-232 que estiver disponível em seu PC (que pode ser COM1 ou COM2). Veja a **figura 7**.

Então, digite o programa a seguir (**código-fonte 1**). Quando pronto, use o botão "Compile" (use a **figura 4** para se orientar). Na "Barra de Status" do compilador será grafado quantos *bytes* o programa usou.

Conecte o cabo de comunicação no conector CN_1 e na porta RS-232 do seu PC, selecionada para a gravação. Insira o microcontrolador Basic Step 1 na placa (se não o fez ainda) tomando cuidado para não conectá-lo invertido e ligue a fonte.

Agora clique no botão "Download". Na "Barra de Status" do compilador poderá ser visto o andamento da gravação. Quando a mesma for concluída, o programa entrará em execução no microcontrolador. Neste momento os LEDs D_2 a D_5 se acenderão no sentido de D_2 para D_5. Mantenha a

chave do usuário S_2 pressionada e o sentido se inverterá. Libere-a e o sentido voltará como começou.

Este programa foi testado com todas as versões dos Basic Step 1 e não apresentou qualquer problema. Na **figura 8** o leitor pode ver uma imagem da placa montada pelo autor e utilizada nos testes. Um Basic Step 1 versão OEM está presente na mesma.

O circuito é funcional e não apresentou qualquer problema durante os testes no laboratório do autor. Caso a sua placa não funcione adequadamente, você deverá verificar sua montagem novamente. Reveja todas as etapas. Observe se não existem erros na confecção da placa, se não há soldas frias ou pequenos curtos provocados por pontos muito próximos, etc. A verificação do cabo e/ou a confirmação do seu tipo (no caso de um cabo comercial) de acordo com a **figura 5** também deve ser feita. Reveja os passos do "setup" do compilador e se você usou a porta de comunicação adequada.

Toda verificação deve ser feita com muita calma, e preferencialmente com a ajuda de um amigo ou ainda professor (no caso da montagem realizada para um trabalho escolar, por exemplo). Geralmente um "terceiro" tem mais chance de encontrar um erro que passou despercebido pelo montador.

CONCLUSÃO

Montar uma "ferramenta" para usá-la na bancada, seja ela qual for, sempre proporciona um grande prazer. O aprendizado obtido com a montagem da mesma é sempre gratificante, pois traz informações importantes não só sobre o uso de um determinado dispositivo (no caso um microcontrolador), mas também sobre o seu funcionamento e outros detalhes. Esperamos que esta placa possa ser útil de alguma maneira para nossos leitores. Boa montagem e até a próxima!

Lista de materiais:

Semicondutores
CI_1, CI_2 ou **CI_3** - micrcontrolador Basic Step 1 (veja texto)
CI_4 - MAX232 – *drive* para RS-232/TTL
CI_5 - LM7805 - regulador de tensão 5VDC
D_1 - 1N4001 – diodo retificador
D_2 - 1N4148 – diodo de sinal
D_3 - LED comum Ø5 mm
D_4 a **D_7** - LED comum Ø5 mm

Resistores (1/8 Watt)
R_1 - 10 kΩ (marrom, preto, laranja)
R_2 - 100 kΩ (marrom, preto, amarelo)
R_3 - 10 kΩ (marrom, preto, laranja)
R_4 - 560 Ω (verde, azul, marrom)
R_5 a **R_8** - 560 Ω (verde, azul, marrom)
R_9 a **R_{11}** - 10 kΩ (marrom, preto, laranja)

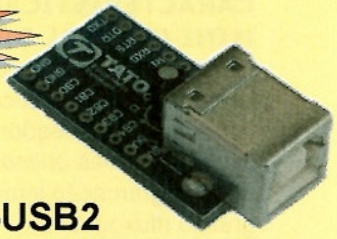
Capacitores
C_1 a **C_4** - 100 nF (104) – capacitor cerâmico
C_5 a **C_8** - 10 µF/25 V – capacitor eletrolítico
C_9 - 470 µF/25 V – capacitor eletrolítico
C_{10} - 0,33 µF – capacitor de poliéster
C_{11} - 0,1 µF – capacitor de poliéster
C_{12} - 100 µF/25 V – capacitor eletrolítico

Diversos
S_1 a **S_5** - chave "push-button" mini para solda placa
CN_1, CN_2 - conector DB09 90° (solda na placa)
CN_3 - conector P4 fêmea
CN_4 a **CN_{11}** - conectores para ligação entre os pinos de I/O e periféricos (veja texto)
2 - suportes 18 pinos DIP tipo torneados
1 - suporte 16 pinos DIP
1 - suporte 14 pinos SIP (veja texto)
Placa de circuito impresso, solda, fios finos encapados para conexões futuras, etc.

Placa StepLab Fácil
Placa de laboratório para BASIC Step. Ótima para todos os projetos publicados na Mecatrônica Fácil.

LANÇAMENTOS





TATO-USB2
Adaptador USB-Serial de alta velocidade (até 3Mbaud) com buffer de 256 bytes.
USB 2.0 full speed. Driver para Windows, Linux e MAC

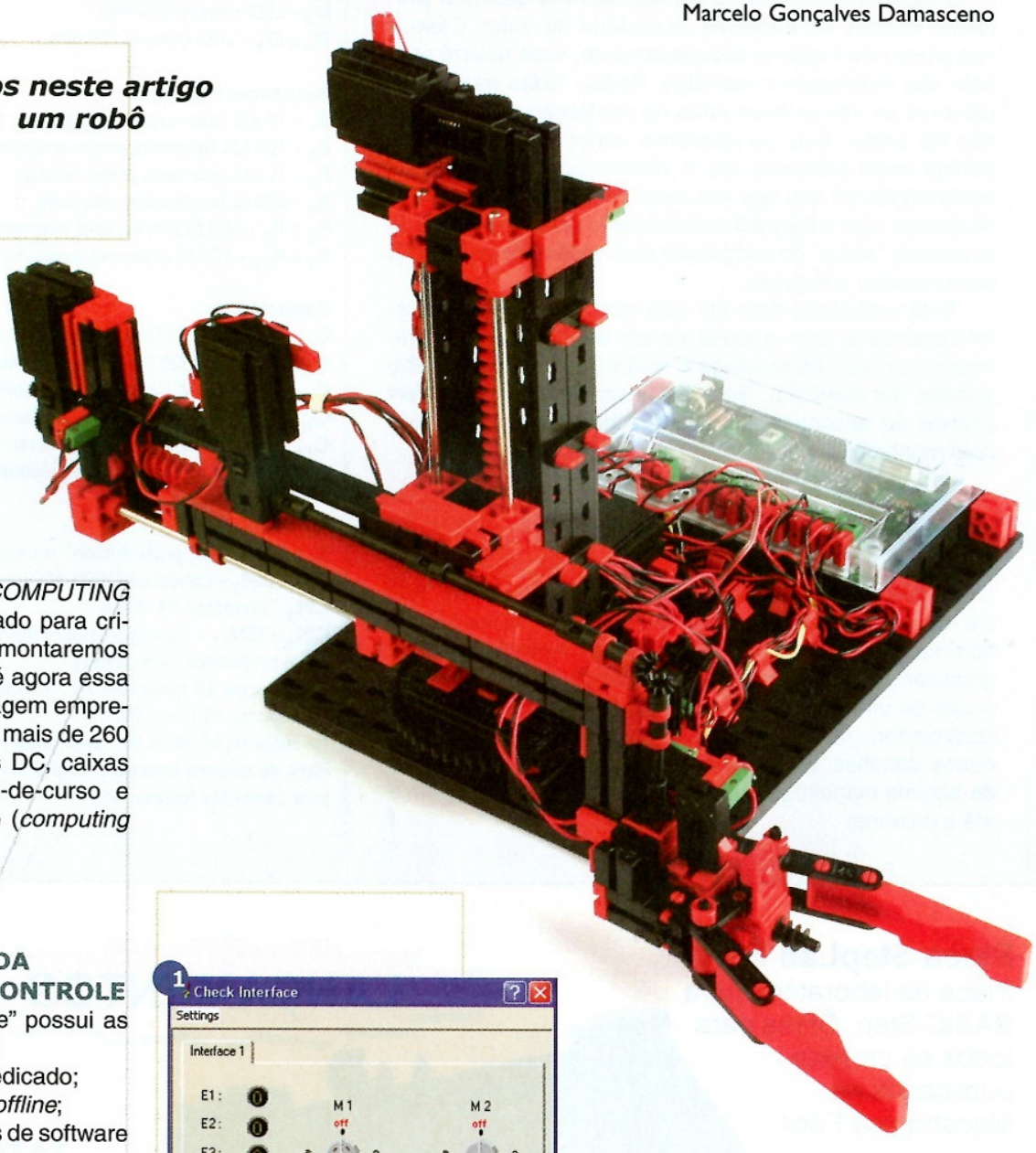
Promoção de lançamento:
Compre a placa e ganhe um BASIC Step LT

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

Robô Manipulador Cartesiano

Marcelo Gonçalves Damasceno

Demonstraremos neste artigo a construção de um robô manipulador.



Utilizando o kit *COMPUTING Starter Pack* que é indicado para crianças acima de 12 anos, montaremos um robô manipulador. Até agora essa é a mais avançada montagem empregando esse *kit*, usaremos mais de 260 peças, incluindo motores DC, caixas de redução, chaves fim-de-curso e a minicentral de controle (*computing interface*).

RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DA MINI CENTRAL DE CONTROLE

A "Interface Inteligente" possui as seguintes características:

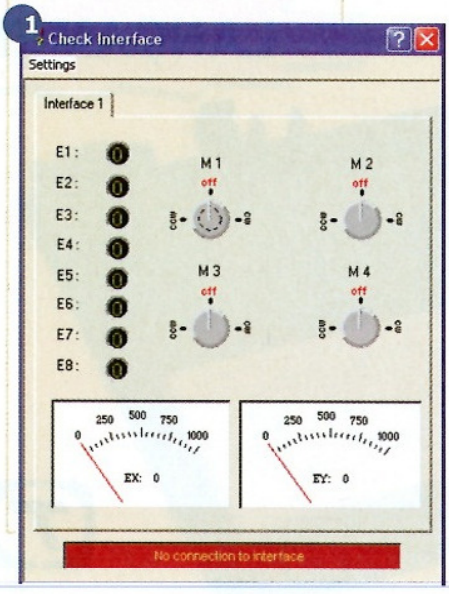
- Microprocessador dedicado;
- Operações *online* e *offline*;
- Programação através de software gráfico (fluxograma);
- Comunicação serial;
- 8 entradas digitais;
- 4 saídas digitais;
- 2 entradas analógicas;
- Alimentação através de fonte (não inclusa) ou bateria de 9V.

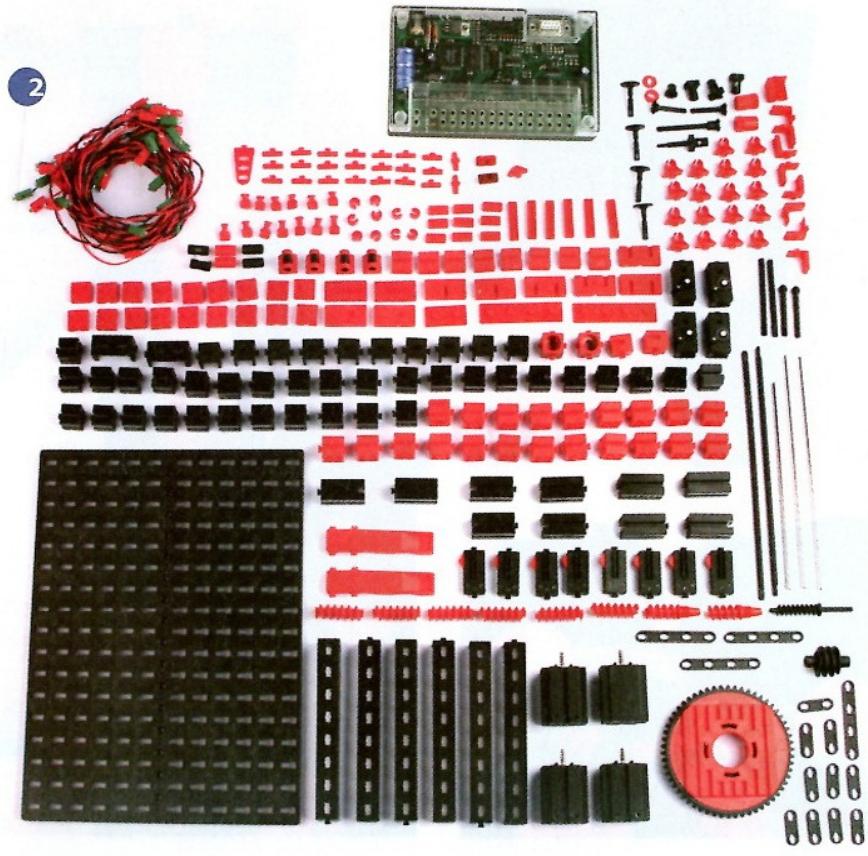
SOFTWARE

O software utilizado é o LLWin3.03, que possibilita a programação através de fluxogramas. Isso facilita a construção de um programa de controle, pois a forma clássica de desenvolvimento tem início a partir do fluxograma que depois se traduz em códigos.

O LLWin tem ainda um módulo que ajuda a diagnosticar a conexão e a funcionalidade da central de controle. Esse módulo de diagnósticos pode ser visto na **figura 1**.

1





MONTAGEM

Vamos dar início à montagem do robô manipulador. O leitor pode vê-lo montado na figura de abertura do artigo.

Na **figura 2** observamos o conjunto de peças empregadas na montagem. Notem a grande quantidade de peças que foram usadas.

Na base vamos inserir as primeiras peças, que servem de suporte para a inserção da minicentral de controle, e aproveitamos também para inserir as peças de apoio para a passagem dos fios. Observe o procedimento na **figura 3**.

Na **figura 4** vemos a inserção do primeiro motor DC.

A **figura 5** ilustra a colocação da chave fim-de-curso e também o conjunto de eixo e engrenagem que é responsável pelo giro do robô (base giratória). Notem também que aqui já foi inserida a caixa de redução do motor DC.

A montagem da base giratória pode ser vista na **figura 6**.

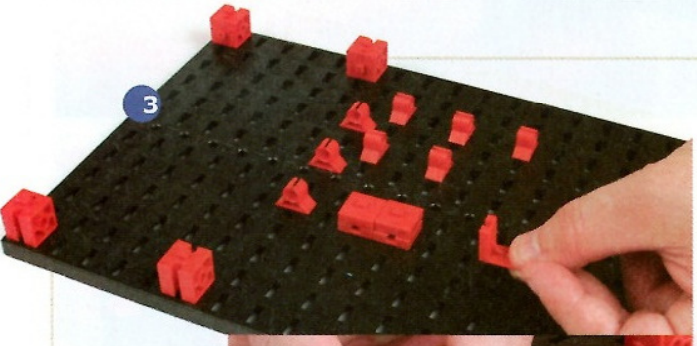
Observe o início da montagem da torre de sustentação do nosso robô na **figura 7**. Pose-se visualizar a base da torre e uma das barras laterais. Na **figura 8** nota-se como as barras são fixadas através de travas horizontais.

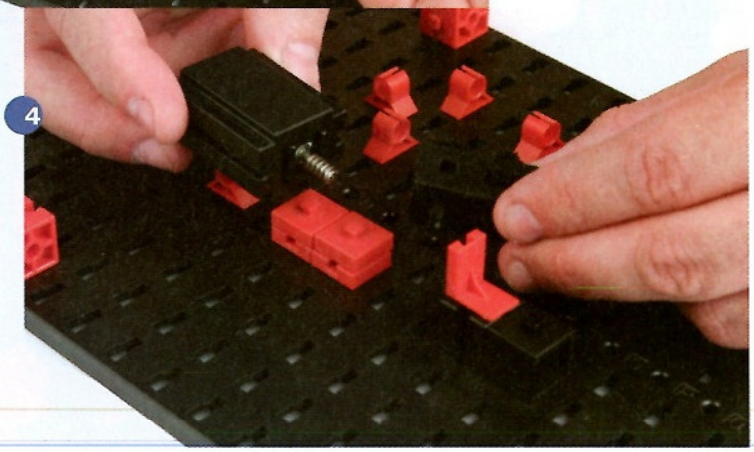
Já na **figura 9** temos a torre pronta e estamos inserindo nela o "fuso" responsável pelo movimento z. O leitor pode observar na **figura 10** a inserção do motor DC 2, e aqui consegue-se ver com mais detalhes como a sua respectiva caixa de redução é acoplada.

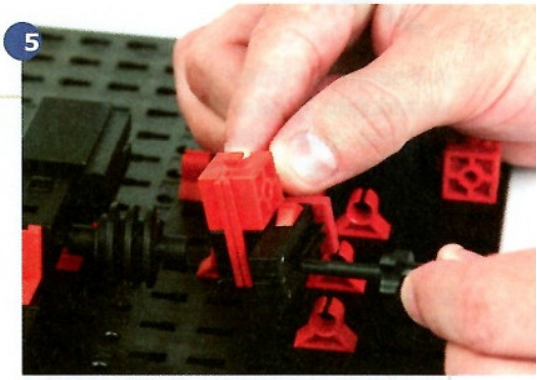
Na **figura 11** vemos a colocação do "came" de fim-de-curso da base giratória, e em detalhes na **figura 12**, como é montado o segundo "fuso". Este será responsável pelo movimento **y** no nosso robô.

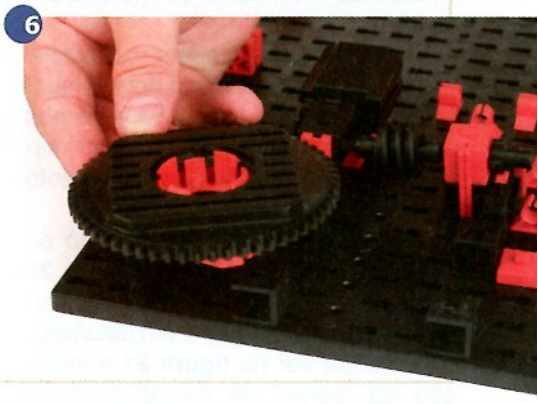
A **figura 13** ilustra a mostagem do "fuso" **y** em sua respectiva guia.

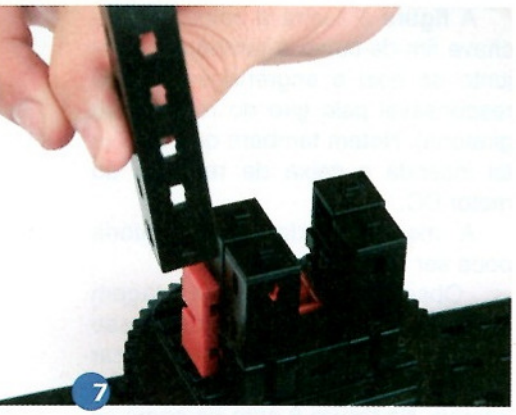
Prosseguimos inserindo esta guia na lateral da torre. Observem que aqui



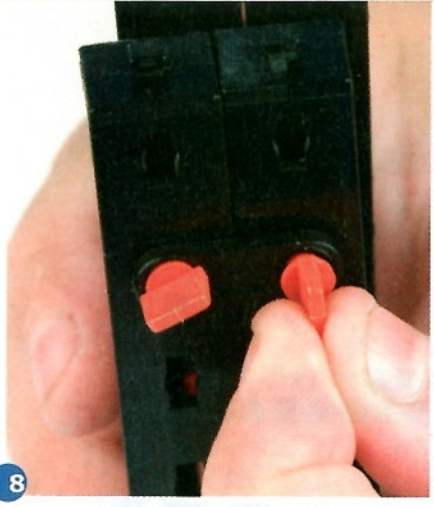








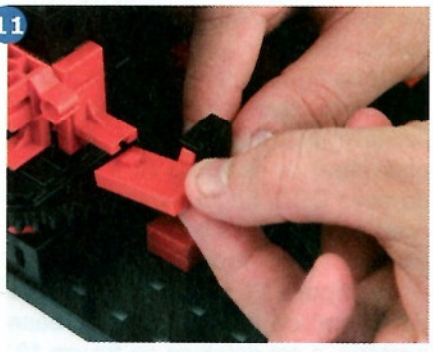
7



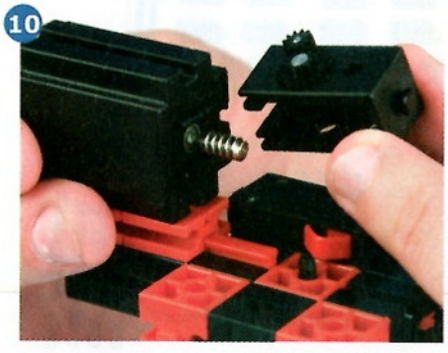
8



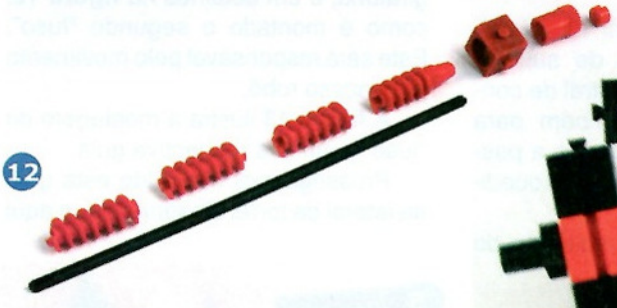
9



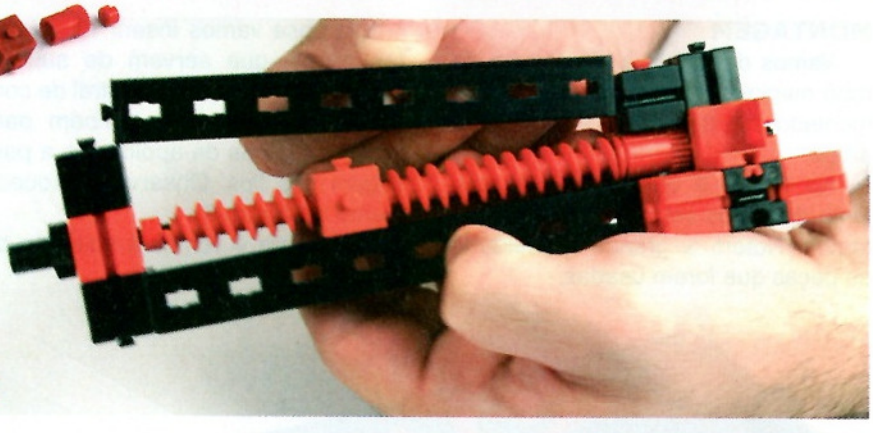
11



10



12



13

já inserimos o motor DC 3 e sua caixa de redução. (**figura 14**).

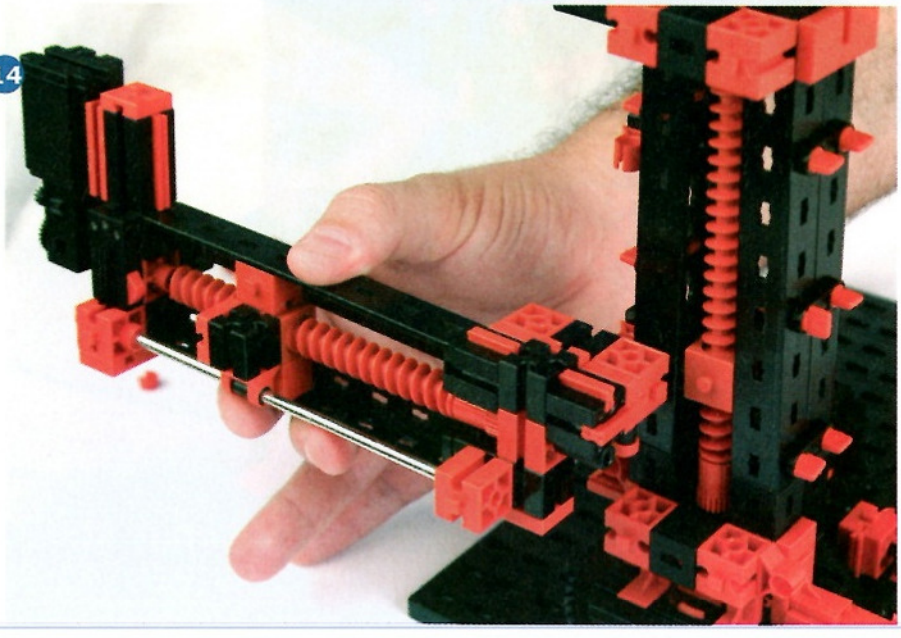
Essa guia horizontal é suportada por eixos de aço, nos quais ela desliza para cima e para baixo. Observe a **figura 15**.

Agora vamos montar mais uma guia horizontal, desta vez responsável por suportar a garra do robô. Vemos na **figura 16** detalhes da transmissão de movimento do motor DC 4 à garra.

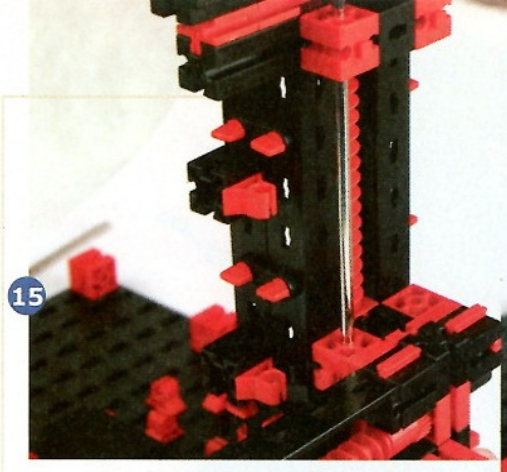
O leitor pode conferir o encaixe desta última guia em seu devido lugar através da **figura 17**. Visualizamos também detalhes do mecanismo responsável pela abertura e fechamento da garra na **figura 18**.

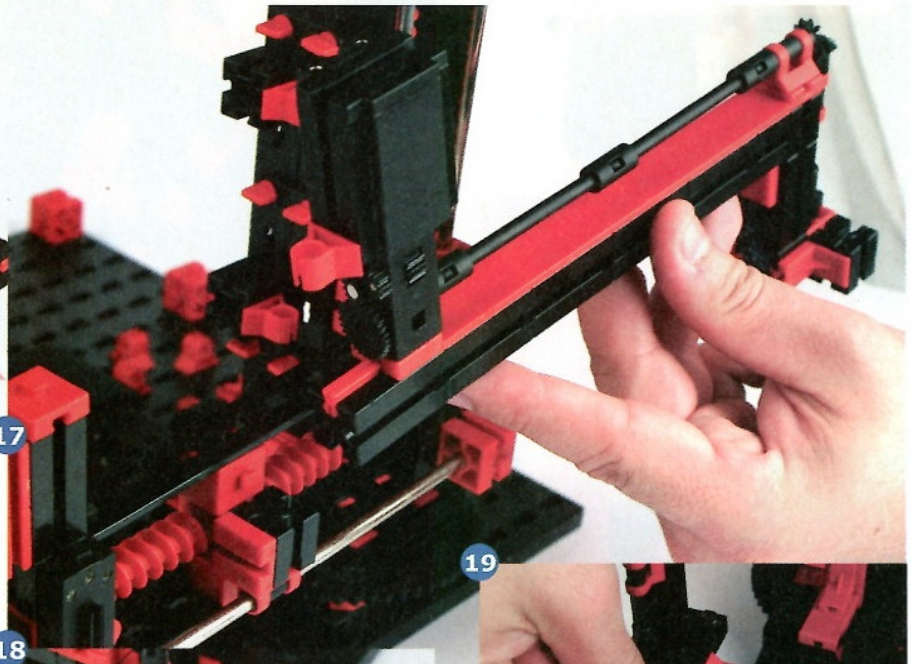
A **figura 19** ilustra a conexão de um dos dedos da garra. Na **figura 20** pode-se observar o sistema de fixação dos dedos da garra em detalhes.

Pode-se ver na **figura 21** a inserção do "came" de fim-de-curso da

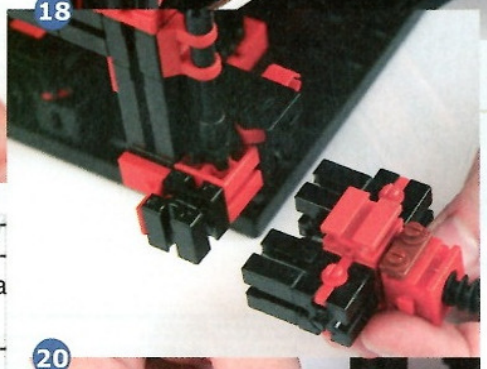


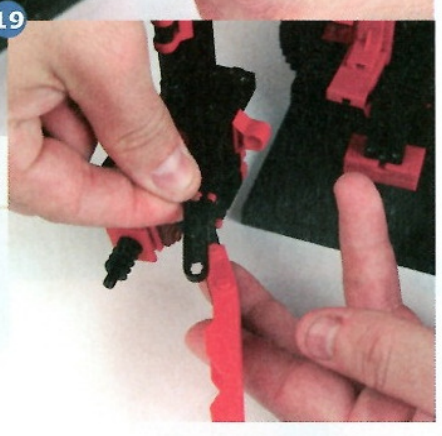
14











garra e na **figura 22** o início da colocação dos conectores elétricos dos motores (estes também são usados para conectar as chaves fim-de-curso).

A passagem dos fios é feita utilizando-se as guias dedicadas a este fim, acompanhe o processo na **figura 23**. Veja também a inserção da minicentral de controle mostrada na **figura 24**.

Muito bem, vamos agora conectar todos os conectores elétricos em seus devidos bornes na minicentral. Acompanhe este procedimento na **figura 25**. Finalizamos esta montagem fazendo a amarração dos fios de forma a termos uma boa apresentação, o *kit* contém os fitilhos para este fim.





TESTE E USO

Pode-se ver o programa principal na **figura 26**, e na **figura 27** uma das sub-rotinas (*position*) que faz o controle do posicionamento dos motores principais. Após os mesmos terem sido criados e transferidos para a minicentral de controle podemos desconectar o cabo da central e começarmos a utilizar o nosso robô manipulador.

Ele funciona da seguinte forma:

Ao ser iniciado, o robô posiciona todos os seus mecanismos na posi-

PCL1001

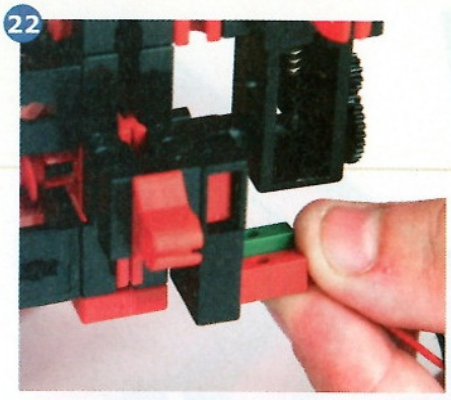
Placa Ideal para Robótica Educacional, Mecatrônica e Automação



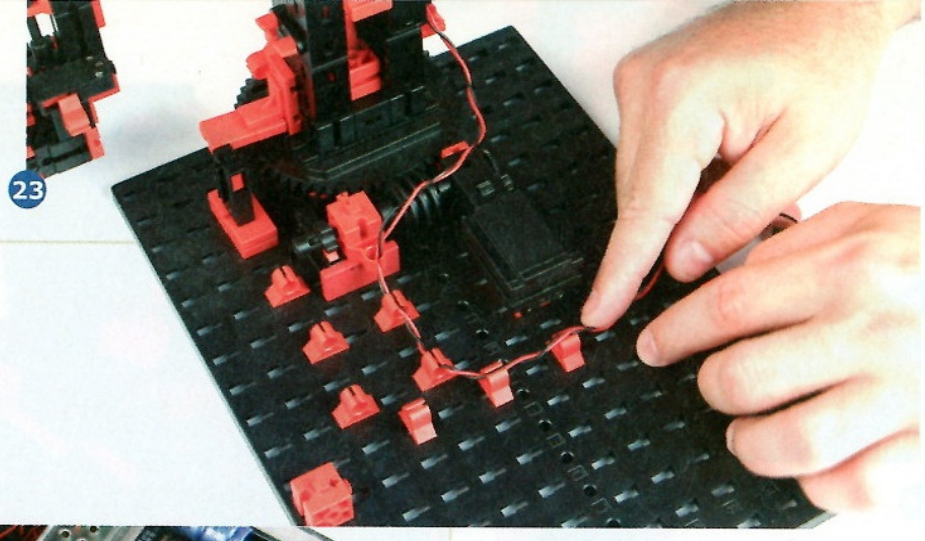
- 6 Entradas;
- 5 Saídas com três estados (Ligado, Desligado e Invertido);
- 1 Saída de contato seco (NA);
- Porta Serial de Comunicação;
- Serve de Interface e pode ser programada pela linguagem Logo;
- Display LCD;
- Linguagem de Programação (Linguagem Natural) em Inglês e Português;
- Conversor AD e DA;
- Módulo PWM para controle de velocidade.

Cerne
Conhecimento para o Desenvolvimento
www.cerne-tec.com.br
(21) 2657-6882

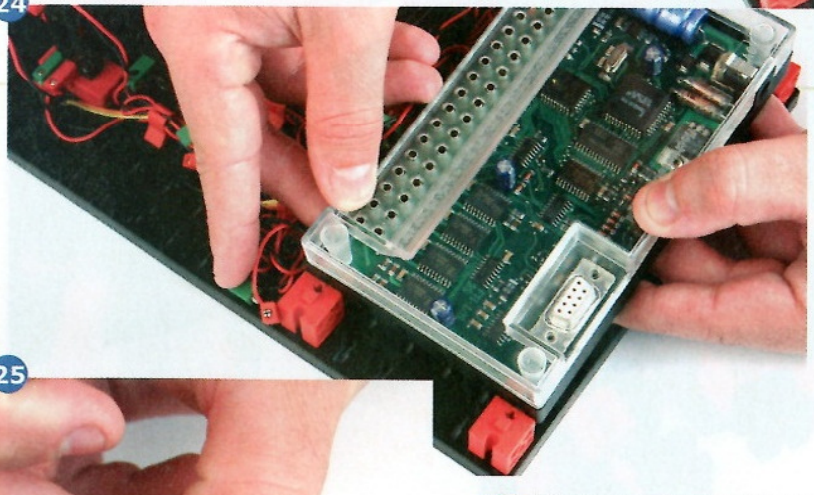
22



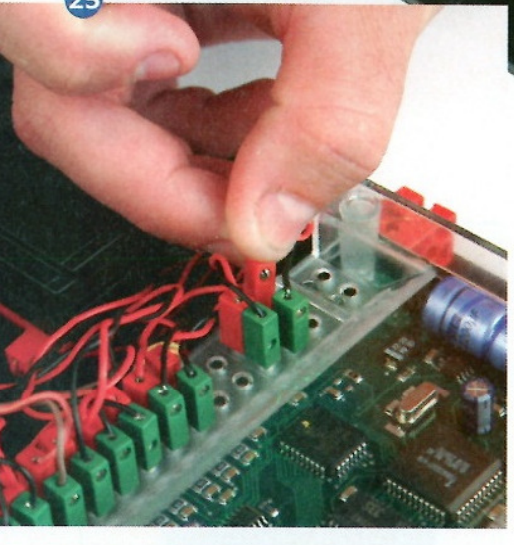
23



24



25

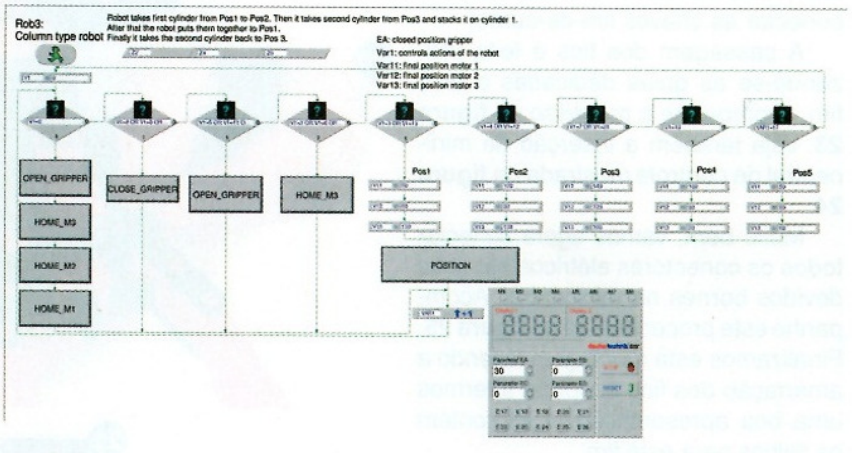


CONCLUSÃO

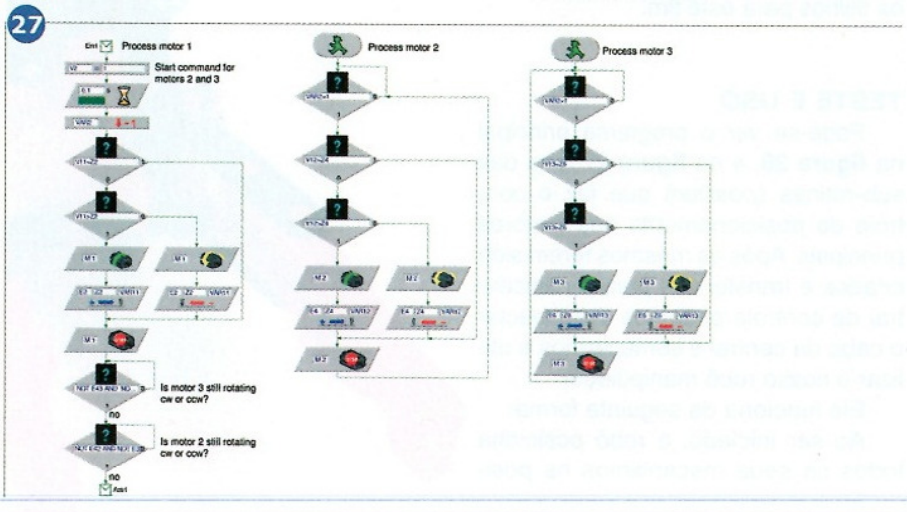
Voltamos a afirmar o poder que este *kit* possui, mesclando a facilidade e o poder da programação em forma de fluxograma. Sem sombra de dúvida um robô deste porte chamaria muito a atenção em uma feira escolar de Ciências, Eletrônica, Mecatrônica ou Robótica. Fica aí uma sugestão. Um grande abraço e até a próxima.

ção inicial (*home*). E então inicia um movimento cíclico de pegar um minitambor (plástico) na lateral esquerda do robô e o posicionar no meio; após isso ele pega um outro tambor na lateral direita e o posiciona no meio (em cima do primeiro tambor), então o robô pega os dois tambores de uma só vez e os posiciona na lateral esquerda (no mesmo lugar de onde ele tirou o primeiro tambor). Depois, ele retira o tambor que está em cima do primeiro e o recoloca na lateral direita. Com isso completou-se um ciclo e o robô repete esses movimentos infinitamente.

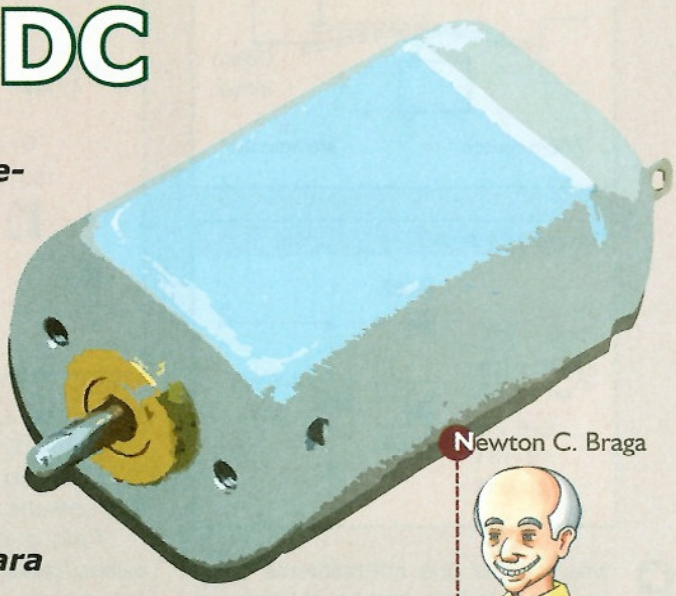
26



27



Parada Temporizada para Motores DC



Newton C. Braga

Com o projeto que apresentamos aqui, um elevador experimental pode parar num andar por tempo determinado, para depois sair e continuar seu percurso; podemos também fazer um automatismo parar numa posição qualquer em tempo determinado, para depois continuar sua ação da mesma forma. Poderemos utilizar tantos circuitos semelhantes a estes quantas forem as paradas, dependendo apenas do projeto. Ele consiste em um módulo bastante simples que usa componentes comuns, sendo ideal para implementação de projetos de Mecatrônica.

A automação de modelos de elevadores, mecanismos diversos e linhas ferroviárias (ferromodelismo) é algo que interessa muito aos nossos leitores. Assim, damos um interessante projeto que torna automática a parada e saída de um motor de corrente contínua. Evidentemente, o projeto pode ser usado em aplicações que não se limitam às que sugerimos na introdução.

Para uma maquete em que tenhamos diversos motores que devam ser acionados ao mesmo tempo e somente um controlado pelo operador, a automação dos demais tornará o funcionamento do sistema mais real.

O projeto que descrevemos consiste em um temporizador que é acionado automaticamente quando o mecanismo atinge uma determinada posição, quando então a alimentação de seu motor é cortada. Depois do tempo previsto para a parada, a alimentação do motor é restabelecida e ele segue com seu funcionamento normal até uma nova parada programada, realizada pelo comando de sensores ou controlada pelo operador externo.

Uma característica importante deste projeto é a possibilidade de termos a habilitação externa do circuito, ou seja, poderemos ativar ou desativar o circuito por meio do pino 4 de controle do CI. Isso torna possível ligar o sistema a uma lógica de controle, por exemplo, um microprocessador ou mesmo um microcomputador (PC) via interface pela porta paralela.

A adaptação no mecanismo dos elementos necessários a operação do circuito é bastante simples.

Características:

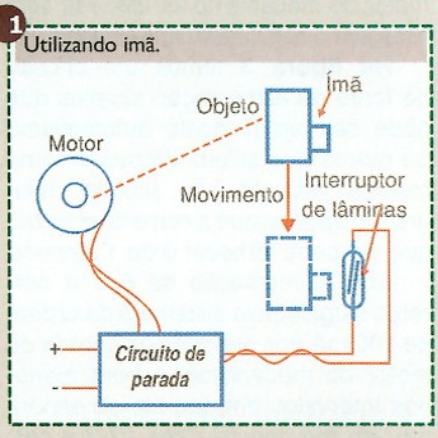
- Tensão de alimentação: 6 ou 12 V, conforme o relé;
- Carga máxima controlada: depende dos contatos do relé usado;
- Temporização de parada: 1 segundo a 2 minutos;
- Tipo de acionamento: magnético (com eventual alteração para outros tipos de sensores).

COMO FUNCIONA

No mecanismo, em qualquer parte móvel, prendemos um pequeno ímã de modo que ao chegar na posição de parada, ele provoque o fechamento momentâneo dos contatos de um interruptor de lâminas. Este interruptor de lâminas é responsável pelo disparo do circuito temporizador, conforme mostra a **figura 1**.

Ao disparar o monoestável, o circuito integrado 555 tem sua saída levada ao nível alto, causando com isso a polarização do transistor Q_1 no sentido de saturá-lo. Com isso, o relé é energizado.

1



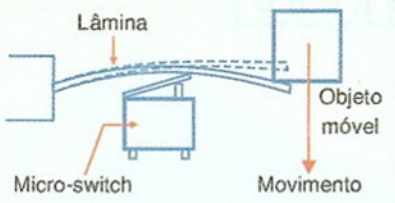
Com o relé fechado, como são os contatos NF (normalmente fechados) os usados, a alimentação é cortada para o ponto de parada defronte ao sensor e, com isso, o mecanismo tem sua parada obrigatória.

O motor do mecanismo permanecerá sem alimentação pelo tempo determinado pelo ajuste de P_1 e pelo valor de C_1. No final da temporização o relé será desenergizado e a alimentação voltará ao motor com a movimentação do mecanismo.

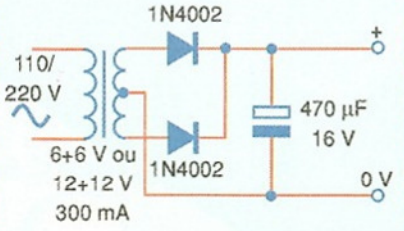
Evidentemente, outros tipos de sensores podem ser usados no disparo do sistema, a exemplo de uma pequena alavanca acoplada a um *micro-switch*, conforme ilustra a **figura 2**.

A alimentação para o circuito eletrônico pode ser obtida de uma fonte separada de 6 ou 12 V conforme o tipo de relé usado, o que é importante para

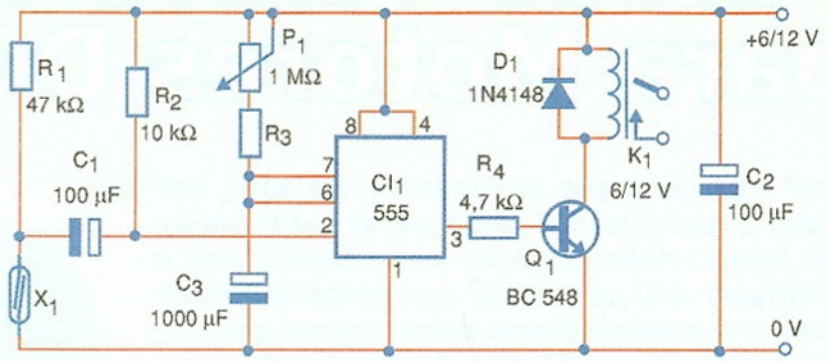
2 Utilizando micro-switch.



3 Sugestão de fonte.



4 Esquema elétrico do circuito.



evitar ruídos que normalmente ocorrem se a própria tensão aplicada ao motor do mecanismo for utilizada sem filtragem e regulagem apropriadas.

Na **figura 3** temos um circuito de fonte de alimentação simples que pode ser usado neste automatismo ou outros que sejam utilizados numa mesma maquete ou projeto, lembrando apenas que a corrente máxima que ela pode fornecer é de 1 ampère.

Com alimentação de 6 V a corrente exigida pelo sistema é da ordem de 100 mA nos períodos de parada do motor do mecanismo, e bem menor nos intervalos em que ele se encontrar em movimento. Com 12 V a corrente máxima será de 50 mA.

MONTAGEM

Na **figura 4** temos o diagrama completo do sistema.

Na **figura 5** mostramos a disposição dos componentes na placa de circuito impresso.

Tanto o relé como o circuito integrado devem ser instalados em soquetes para maior facilidade de manuseio e segurança.

Os capacitores eletrolíticos têm uma tensão mínima de trabalho de 16 V e os resistores são todos de 1/8W com 5% ou mais de tolerância.

O sensor X_1 é um interruptor de lâmina comum ou *reed-switch*. O transistor admite equivalentes e o relé depende da tensão de alimentação.

Podem ser usados relés de 6 V com correntes de até 100 mA ou relés de 12 V com correntes de até 50 mA que são comuns no nosso mercado.

Todo o conjunto cabe numa pequena caixa plástica para instalação externa ao sistema de controle, ou ainda pode ser colocado dentro do automatismo.

Em alguns casos existe a possibilidade de controlar diretamente o motor sem a necessidade do relé. Isso pode ser conseguido com a ajuda de um Darlington de potência ou de um *Power FET* nos circuitos ilustrados na **figura 6**.

Para os Darlingtons, dependendo da sua corrente de coletor, motores de até alguns ampères podem ser controlados, o mesmo ocorrendo em relação aos FETs de potência. Em ambos os casos, os transistores devem ser montados em radiadores de calor dimensionados de acordo com a potência do motor controlado.

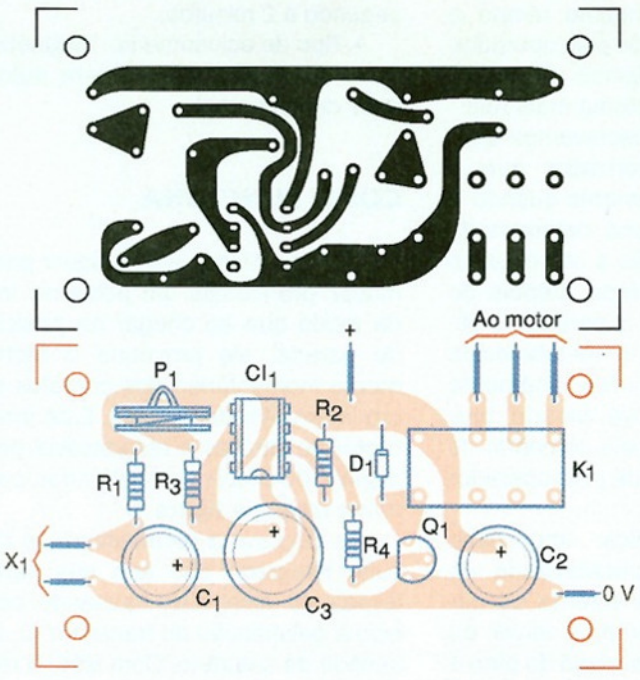
PROVA E USO

A prova de funcionamento é fácil, podendo ser feita na bancada simplesmente com a alimentação do circuito com a tensão correspondente ao relé usado. Aproximando um ímã do sensor, o relé deve fechar seus contatos para abrir automaticamente depois do tempo ajustado em P_1.

Na **figura 7** temos o modo de realizar a instalação do circuito em um elevador experimental para fazer a parada nos andares programados pelo tempo ajustado em P_1.

A posição exata do sensor deve ser obtida experimentalmente para que, considerando-se a inércia do mecanismo, ele não passe do ponto desejado em que a alimenta-

5 Layout de placa de circuito impresso.



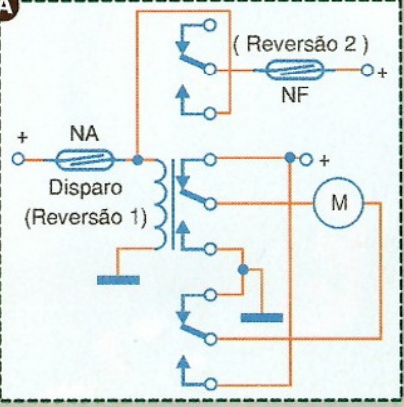
REVERSÃO DO MOTOR

No final do curso, quando fazemos um mecanismo funcionar de modo automático, é preciso fazer a reversão do sentido de rotação do motor. Para um motor de corrente contínua isso pode ser feito pela simples inversão do sentido de circulação da corrente e existem diversas possibilidades.

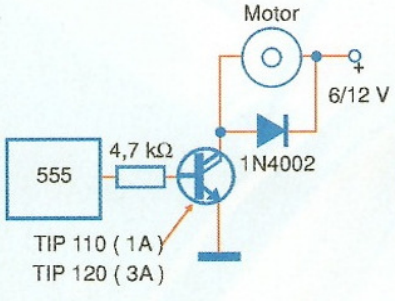
A mais simples é mostrada com o circuito da **figura A,** onde usamos um relé acionado por um sensor e que possui contatos reversíveis.

Quando o relé fecha os contatos e trava a corrente no motor, inverte seu sentido de circulação e o movimento do mecanismo também muda de sentido. Neste circuito o relé trava pela própria ação de seus contatos, devendo então ser prevista uma nova desativação que desinverta a corrente desligando o relé quando o mecanismo chegar ao outro ponto extremo de seu movimento.

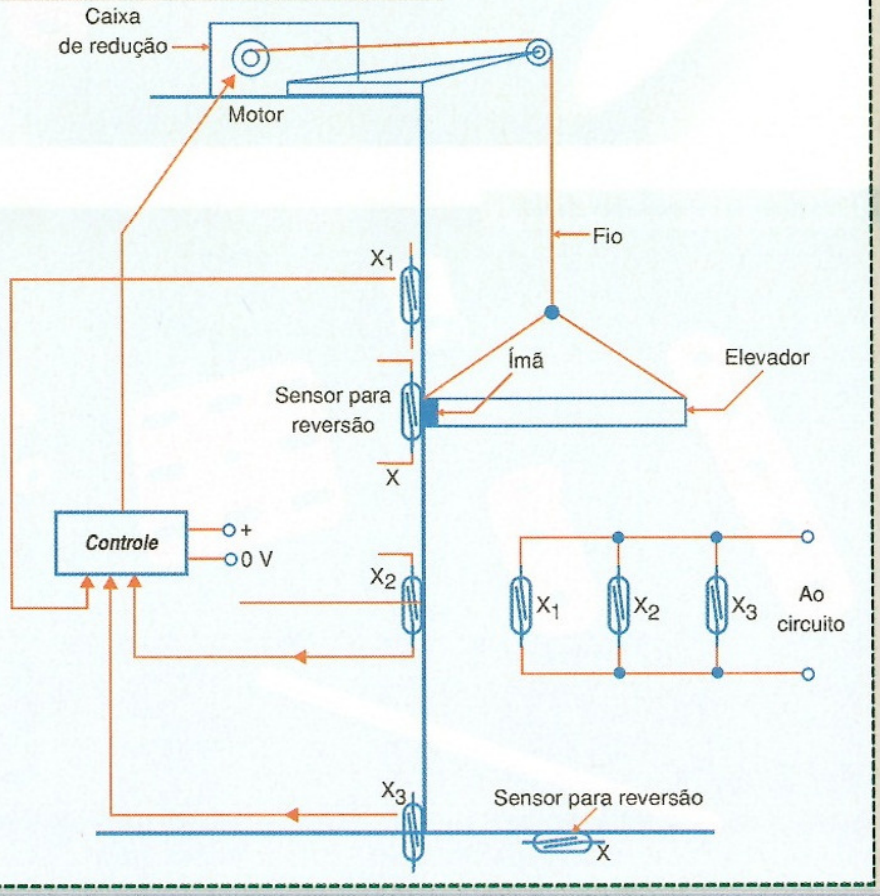
A



6 Controle direto.



7 Sugestão de instalação.



ção é cortada e volte com isso a acelerar sem parar no local desejado. f

Lista de material:

Semicondutores:
CI_1 - 555 – circuito integrado, *timer*
Q_1 - BC548 ou equivalente – Transistor NPN de uso geral
D_1 - 1N4148 ou equivalente – diodo de silício

Resistores: (1/8W, 5%)
R_1 - 47 kΩ (amarelo, violeta, laranja)
R_2 - 10 kΩ (marrom, preto, laranja)
R_4 , R_3 - 4,7 kΩ (marrom, preto, vermelho)
P_1 - 1 M Ω - trim pot ou potenciômetro

Capacitores:
C_1, C_2 - 100 µF/16V – eletrolítico
C_3 - 1 000 µF/16V – eletrolítico

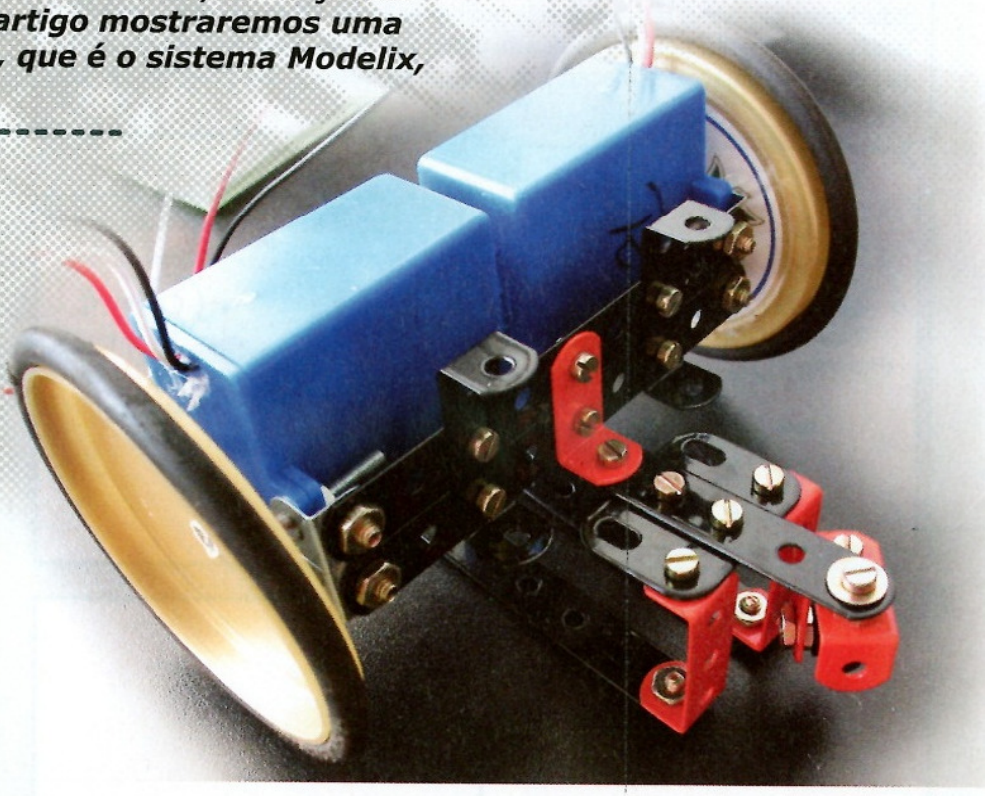
Diversos:
K_1 - relé de 6 ou 12V – ver texto
X_1 - *Reed-switch*
Placa de circuito impresso, soquetes para os circuitos integrados, ímã pequeno, caixa para montagem, material para fonte de alimentação, fios, solda, etc.



Sistemas Modulares -parte 2

Mauro Vianna

No artigo anterior iniciamos o assunto de sistemas modulares para montagens mecânicas, começando pelo sistema Lego. Neste artigo mostraremos uma alternativa mais acessível, que é o sistema Modelix, de fabricação nacional.



No processo de construção de protótipos de robôs, a montagem mecânica é a parte mais palpável e, às vezes, a mais divertida. Quando não usamos um sistema modular, isto inevitavelmente implica na fabricação de peças, sejam de metal, plástico ou madeira.

Este processo pode ser facilitado através do uso de sistemas modulares, permitindo experimentar diversas alternativas sem a necessidade de reconstruir os elementos mecânicos a cada tentativa.

SISTEMA MODELIX

O sistema Modelix foi criado como um brinquedo, mais precisamente um jogo de armar. Ele é composto de peças metálicas, que são unidas por parafusos e porcas para a montagem dos modelos. Os *kits* da Modelix variam de tamanho e quantidade de peças e são acompanhados de duas ferramentas: chave de parafusos e chave de porca. Todos os componentes estruturais têm furos para a passagem dos parafusos (**figura 1**).

A característica mais interessante destes kits é a sua simplicidade. Não existe uma grande variedade de tipos de peças, mas eles estão disponíveis em vários tamanhos. Esta característica nos permite criar estruturas bem interessantes e rígidas. As peças podem ser classificadas nos tipos mostrados na **tabela 1**.

Uma lista mais completa das peças pode ser consultada no *site* do fabricante, na seção de "Peças Extras". Nele também são disponibilizados os manuais para consulta para aqueles



1 Conjunto de componentes Modelix.

T1 Classificação das peças.

Componente	Função
Viga	Usada para montar estruturas longas, como quadros;
Viga em U	Semelhante à viga, só que com as extremidades viradas em ângulo reto. Útil para conectar outras vigas ou passar eixos;
Junção em L, junção em U	Úteis para ligar vigas e placas em ângulos retos;
Placas	Úteis para montagem de pequenas plataformas de suporte ou para estética.

que quiserem saber sobre as peças que compõem os kits antes de decidir qual comprar.

NOSSO MODELO

O modelo apresentado neste artigo é uma proposta do uso de peças Modelix para a montagem de um pequeno robô. Foram utilizados 2 *kits* da Modelix para este modelo: "Caminhão Bimodelo" e "Avião Bimodelo". Estes kits foram escolhidos por serem os mais baratos. É importante ressaltar também que foram usados os 2 kits devido a variedade de peças e não pela quantidade.

Ambos os modelos fazem parte da coleção Minis Bimodelo, disponíveis em embalagens de caixa e cartela. Sugiro ao leitor adquirir a embalagem em cartela sempre que possível, por ser mais barata. Para a montagem em questão sobraram diversas peças, que podem ser usadas para incrementar a estrutura básica.

COMPONENTES

Como os *kits* da Modelix usados não são voltados para robótica, é necessário adicionar alguns componentes externos. Para isso utilizaremos alguns componentes já bem conhecidos dos leitores da revista: servomotores de parabólica (**figura 2**), microcontrolador Basic Step 1 e suporte de pilhas. Dado que a proposta é a montagem de uma plataforma flexível para experimentação, usaremos uma matriz de contatos para a montagem da parte eletrônica. O kit já foi projetado para o uso de parafusos, o que facilita a conexão dos motores.

A estrutura do nosso robô é bastante minimalista. Ele é composto de 2 servomotores **adaptados para rotação**. Cada um destes motores aciona

2 Servomotor utilizado.



diretamente uma roda, criando assim um robô do tipo cadeira de rodas, ou de mobilidade diferencial, como também é conhecido. Um terceiro ponto de apoio, formado por uma "roda boba", foi criado com uma pequena roda e peças do kit. Algumas vigas foram colocadas para montar o chassi básico, unindo os motores e ligando a roda boba.

MONTAGEM

Chassi

O chassi é composto por duas vigas conectadas por duas "vigas em U" para rigidez. Nas extremidades das vigas estão junções em L que são aparafusadas nos motores. No meio existe uma viga em L (vermelha) para conexão da estrutura da roda boba (**figura 3**).

Para maior rigidez, outra estrutura com uma viga e duas "junções em L" foi aparafusada do outro lado dos motores. Deste modo temos os motores formando a parte central do chassi, com vigas conectando ambos (**figura 4**).

É importante ressaltar que existe uma certa folga dos parafusos nos furos das peças, logo é preciso posicioná-las bem antes e durante o aperto das porcas para evitar que a montagem fique torta. Embora esta característica possa parecer um defeito no início, na verdade é muito interessante, pois permite que pequenos ajustes sejam feitos, principalmente quando conectamos componentes externos que podem não respeitar exatamente as dimensões do sistema. As junções em L têm furos que são uma faixa, permitindo posicionar o parafuso ao longo da mesma.

Rodas

As rodas principais foram criadas usando tampas de caixas de pastilhas. Como pneus, foram colocadas borrachas de vedação de tubos de esgoto, disponíveis em vários tamanhos em casas de material de construção. Esta combinação me pareceu uma excelente alternativa por ser barata e funcional, bastando ao leitor encontrar uma tampa que se ajuste a um dos tamanhos de borrachas diferentes (**figura 5**).

Os servomotores vêm acompanhados de um extensor (peça branca)

3 Vigas principais.





4 Viga auxiliar.



5 Roda.

que é aparafusado ao mesmo. As rodas foram conectadas aos extensores com cola e fita *contact*, recortada em formato redondo do tamanho da tampa com um furo no meio, de forma a encaixar no extensor. A roda foi furada no meio para permitir espaço para a cabeça do parafuso do extensor.

Uma opção que não foi utilizada seria a de furar o extensor e as rodas em 3 ou 4 pontos de maneira que ambas pudessem ser aparafusadas, de forma semelhante a rodas de carro. Desta forma, o modelo seria mais flexível no que tange à troca de rodas.

Recomendo ao leitor cuidado ao aparafusar o extensor ao motor, pois como a rosca do lado do motor é de plástico, ela se danifica facilmente, em especial se for empregado parafusadeira elétrica, mesmo com tração mínima.

Roda boba

A roda boba (**figura 6**) foi montada a partir de uma roda pequena do *kit* do avião da Metalmix. Esta roda é frágil, logo outras opções podem ser consideradas. A montagem da roda boba utiliza uma viga em L como estrutura. Esta viga em L é conectada a uma viga principal (preta) por meio de um parafuso, arruelas e duas porcas. O detalhe é que como a viga em L deve girar livremente, a pressão é feita entre as duas porcas e não entre a porca e o parafuso. As arruelas evitam que a parte móvel fique frouxa.

A viga principal é aparafusada ao chassi principal, finalizando assim o corpo principal do robô.

Eletrônica

Para finalizar, basta adicionar o suporte de quatro pilhas AA (6 V) e uma pequena matriz de contatos. O mesmo resultado poderia ser obtido cortando-se uma matriz de contatos padrão ou até mesmo modificando-se um pouco o chassi para acomodá-la acima ou atrás das rodas. A miniatura foi usada para que o modelo ficasse mais fotogênico (**figura 7**).

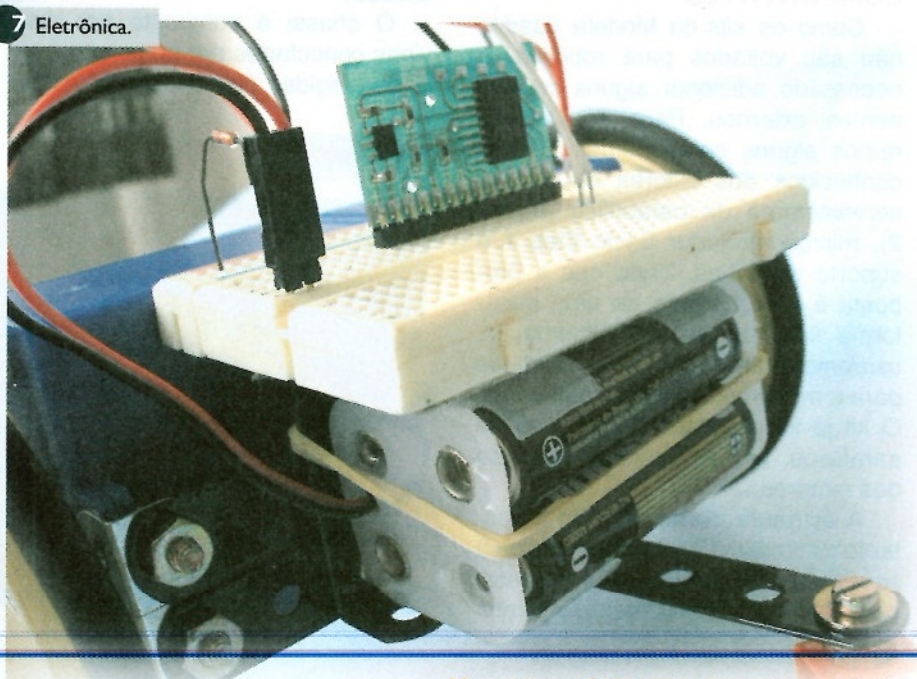
Bancada

Uma questão importante para o *hobbista* ou estudante de Robótica é



6 Roda-boba.

7 Eletrônica.



a bancada. No meu caso, que tenho espaço limitado, minha bancada se resume a um pedaço da minha mesa de computador e tem caráter móvel, ou seja, preciso desmontá-la ao terminar as montagens. Como tal, seguem algumas sugestões.

As peças do *kit* e parafusos podem ser facilmente armazenadas em organizadores plásticos, o que facilita achar a peça adequada quando necessário. É importante organizar as peças ao desmontar um modelo. Embora seja uma tarefa fácil, ela se paga depois.

Na montagem com Modelix, apenas duas ferramentas são necessárias: chave de parafuso e chave de porca, incluídas no kit. Porém, o uso de parafusadeira elétrica é recomendado para quem for trabalhar com estas peças com freqüência. O tempo de montagem e a firmeza são melhores. Contudo, ao aparafusar peças frágeis, como os motores, pode ser necessário finalizar manualmente. A **figura 8** mostra um exemplo de organizador e ferramentas.

Para testes é comum usar a eletrônica externa ao robô. No meu caso, utilizei durante os testes uma placa Steplab conectada aos motores. Algumas peças Modelix foram usadas para servir como um "macaco" para o robô, de maneira que as rodas giram no ar durante os testes (**figura 9**).

T2 Comparação entre as características das peças Lego e Modelix.

Característica	Modelix	Lego
Variedade de peças	Baixa	Alta
Custo	Médio	Alto
Completo para robótica?	Não	Sim
Facilidade de extensibilidade	Alta (parafusos)	Média (necessita adaptação)
Resistência	Alta (metal)	Média (plástico)
Curva de aprendizado	Baixa (simplicidade)	Alta (muitas peças e necessidade de técnicas)
Disponibilidade no mercado	Média	Baixa

COMPARAÇÃO PARCIAL

Analisando o *kit* da Modelix com o da Lego, mencionado no artigo anterior, é possível estabelecer uma comparação, veja a **tabela 2**.

É importante ressaltar que apesar da Modelix ainda não ter kits voltados para robótica quando este artigo foi escrito, o *site* da empresa menciona que está sendo preparada uma solução para robótica.

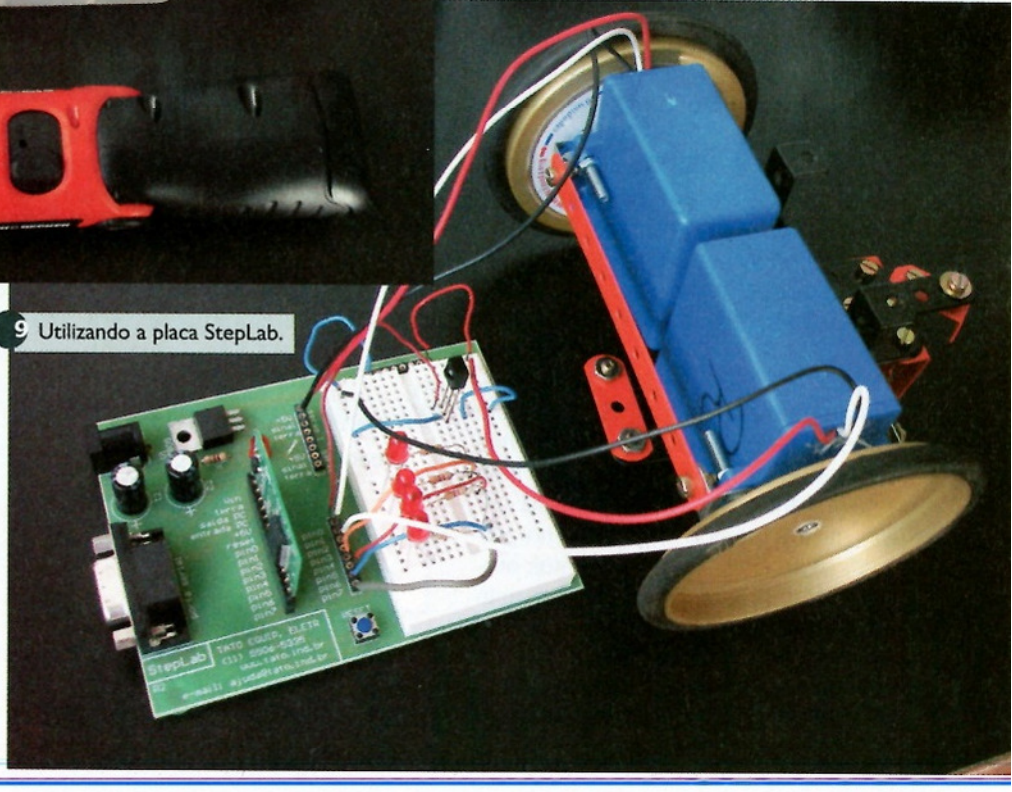
CONCLUSÃO

Neste artigo vimos uma segunda proposta de solução para montagem mecânica de robôs usando peças dos *kits* Modelix. Foram utilizados dois *kits* dos mais baratos, porém existe uma boa variedade deles, inclusive de peças avulsas. Adicionando alguns elementos externos, conseguimos montar uma boa plataforma para experimentação em robótica sem necessidade de construção de qualquer peça ou circuito impresso, o que é atrativo para iniciantes e *hobbistas*.

8 Organizador e ferramenta.



9 Utilizando a placa StepLab.



Sistema DAD - Parte 3

Placa para controle de motor DC ou servomotor



Continuando a série das edições anteriores, propomos agora módulos de aquisição integrados que permitem o controle e monitoramento de dispositivos eletro-eletrônicos remotos a partir de um computador pessoal. Com os módulos descritos nestes artigos, é possível controlar LEDs, solenóides, relés, motores de passo, motores DC, servomotores, gerar sinais analógicos, e também monitorar potenciômetros, sensores, chaves, e tudo que sua criatividade imaginar.

Afonso F. Miguel*

Como foi visto na edição nº 25, o sistema DAD é composto de módulos integrados que permitem monitorar e controlar diversos tipos de sinais:

- **M0 -** Controladora de motor de passo: módulo capaz de controlar um motor de passo;
- **M1 -** Controladora PWM: módulo capaz de controlar um motor DC ou servomotor (como os utilizados em radiocontrole);
- **M2 -** Controladora E/S: módulo capaz de atuar em chaves, LEDs, solenóides, relés, motores DC, bem como monitorar chaves, sinais digitais, e grandezas analógicas (potenciômetros, sensores, tensão, etc).

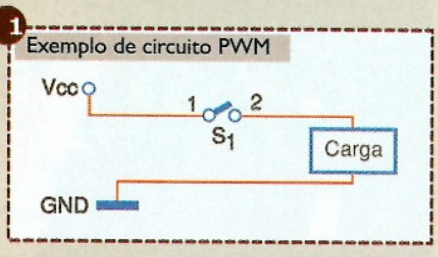
Nas edições nºs 25 e 26, apresentamos o conversor RS-232-TTL e o módulo M0. Nesta edição, iremos apresentar o módulo M1. No item 1 (Referências) você encontrará um *link* para a página "Projetos Integrados", onde são exibidos diversos projetos (alguns dos quais utilizam este módulo).

Como mencionado anteriormente, o módulo de aquisição M1 tem como objetivo gerar saídas PWM. Antes de avançarmos, vamos compreender como funciona a modulação de largura de pulso aplicada a motores DC, servomotores e conversão digital-analógica.

PWM - Pulse Width Modulation

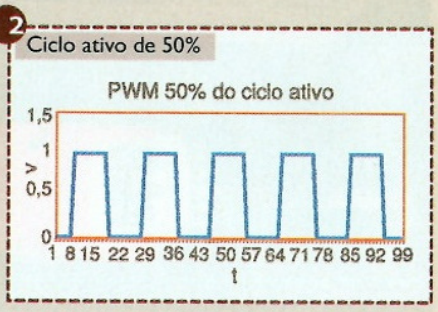
Modulação de largura de pulso é grandemente utilizada em controles de potência, fontes chaveadas, servomotores e muitos outros circuitos. Neste tipo de modulação controlamos a potência entregue a uma carga através do chaveamento da tensão e corrente em freqüências elevadas. No diagrama da **figura 1** vemos uma carga sendo controlada pela chave S_1.

1



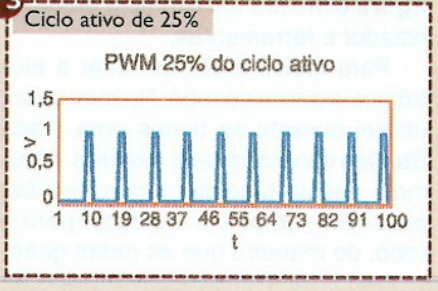
Na **figura 2** temos um gráfico da tensão aplicada a esta carga. Visto que o ciclo ativo da tensão é de apenas 50% do total, a tensão média aplicada à carga também é de 50% da total. Nesta situação, se esta carga tiver natureza resistiva, a corrente média entregue também será de 50% da total. Assim, neste caso temos como potência entregue apenas 25% da total.

2



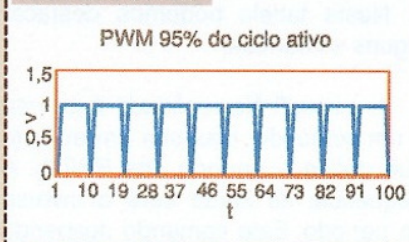
Porém, se o ciclo ativo for de 25% (**figura 3**), a tensão e corrente médias entregues à carga serão também de 25%, resultando em uma potência média igual 6,25% da potência total.

3



Por fim, se o ciclo ativo for de 95% (**figura 4**), a potência média entregue à carga será de 90,25% da potência total.

4 Ciclo ativo de 95%



Desta forma, controlando o tempo do ciclo ativo, podemos controlar a potência entregue à carga.

PWM e Motores DC

Para nossas aplicações a carga será geralmente uma lâmpada ou um motor, permitindo controlar sua velocidade de rotação. Quanto maior for o ciclo ativo, maior será a velocidade do motor. Para evitar que o motor trepide na freqüência do PWM, temos que colocar esta modulação sobre um sinal em freqüência alta o suficiente para que a inércia do eixo torne as vibrações imperceptíveis.

Porém, freqüências altas demais não são muito bem toleradas pelos transistores de potência, pois geralmente não têm uma freqüência de trabalho muito alta. Além disso, a cada comutação eles saem da região de corte/saturação passando momentaneamente pela sua região linear, podendo gerar excessivas perdas de potência.

PWM e Servomotores

Outra aplicação importante para as saídas PWM é a de controlar servomotores.

Servomotores (**figura 5**) são pequenos dispositivos posicionadores. Pela sua simplicidade de operação e mecânica, são largamente utilizados em modelos e micro-robótica.

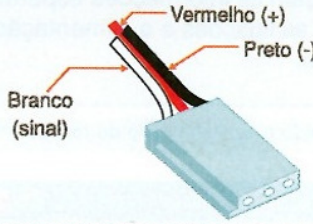
Geralmente estes pequenos motores permitem o posicionamento angular dentro de uma faixa de 180º, dependendo do ciclo de trabalho de um sinal PWM aplicado em sua entrada. Este sinal deve ter um período total de 20 ms, com um ciclo ativo de 5 a 10% (0 a 180º respectivamente).

Como entrada o servo geralmente possui apenas 3 fios, sendo o vermelho ligado à alimentação positiva, o preto ligado ao terra e o último ligado ao sinal PWM (**figura 6**). A tensão de alimentação do servo deve ser respeitada e observada na hora da aquisição.

5 Servomotor Futaba



6 Detalhe do conector do servomotor



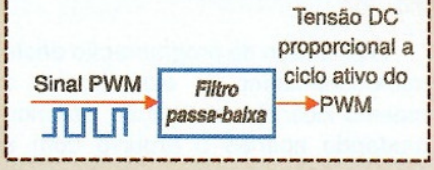
PWM como conversor digital-analógico

Quando submetemos o valor de saída de um PWM (com mínimo de 0 volts) a um filtro do tipo passa-baixa, a resposta na saída é uma tensão proporcional ao ciclo ativo do PWM (**figura 7**). Isto porque o filtro passa-baixa elimina as componentes de alta freqüência deste sinal, deixando passar apenas o valor médio da tensão do PWM. Como este valor é proporcional ao ciclo ativo, a saída é uma tensão DC também proporcional ao ciclo ativo do PWM. Desta forma, se o ciclo ativo de um PWM for ajustado para 50%, a tensão de saída será também 50% do seu valor máximo.

Nesta aplicação tome cuidado na escolha e cálculo do filtro, pois tanto o *ripple* (oscilação) como o tempo de resposta (tempo de estabilização) do sinal de saída dependem da ordem do filtro e da freqüência de corte (que sempre deve ser inferior a freqüência do PWM).

Se fixarmos o fator de qualidade, quanto menor a freqüência de corte, menor será o *ripple* e maior será o tempo necessário para a estabilização do sinal de saída. Se fixarmos a freqüência de corte, quanto maior o fator de qualidade, menor serão tanto o *ripple* como o tempo de estabilização.

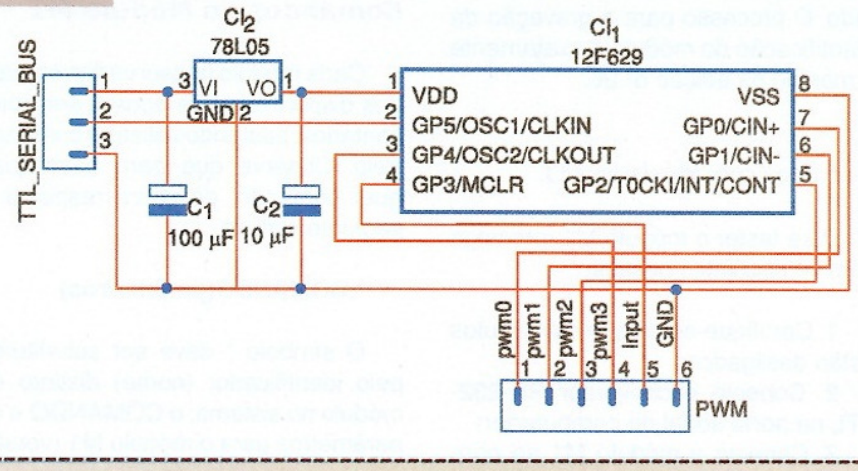
7 PWM utilizado como conversor AD



O módulo M1

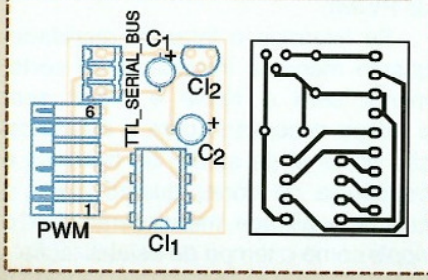
A construção do módulo M1 é baseada em um microcontrolador PIC12F629 que processa a comunicação serial da linha TTL_SERIAL_BUS, reconhece comandos específicos do dispositivo e atua em 4 saídas PWM. A **figura 8** mostra o diagrama esquemático do módulo M1.

8 Módulo M1



Nesta figura podemos ver também uma entrada chamada "Input", que pode ser utilizada para qualquer finalidade. Na **figura 9** temos uma sugestão de placa de circuito impresso. É recomendado ter os componentes antes de fazer a placa, pois ligeiras mudanças no tamanho podem ocorrer. Para ajustar a proporção da imagem, confira o tamanho do microcontrolador ou imprima na escala 1:1 diretamente do arquivo original disponível no *site* da revista.

9 Sugestão de PCI para M1



Programando o microcontrolador PIC12F629

O processo de programação deste microcontrolador é exatamente o mesmo descrito na edição anterior, mudando apenas o arquivo com a extensão "**.hex**" para o módulo apropriado.

Gravando a identificação (ID) de um módulo

Antes de testar o módulo montado, precisamos gravar uma identificação (ID) na memória do microcontrolador PIC12F629.

A identificação é o nome distinto do módulo em um sistema implementado. O processo para a gravação da identificação do módulo é exatamente o mesmo da edição nº 26.

Testando o Módulo M1

Para testar o módulo M1, prossiga com os seguintes passos:

1. Certifique-se de que os módulos estão desligados;
2. Conecte o conversor RS-232-TTL na porta serial do computador;
3. Conecte o módulo M1 ao conversor RS-232-TTL através do conector TTL_SERIAL_BUS;

4. Ligue a alimentação dos módulos;
5. Abra o software *HyperTerminal* que geralmente está no menu *Acessórios/Comunicações*;
6. Configure uma conexão com a porta serial utilizada conforme os parâmetros da edição anterior e pressione OK;
7. No *HyperTerminal* digite o identificador deste módulo em teste seguindo de:

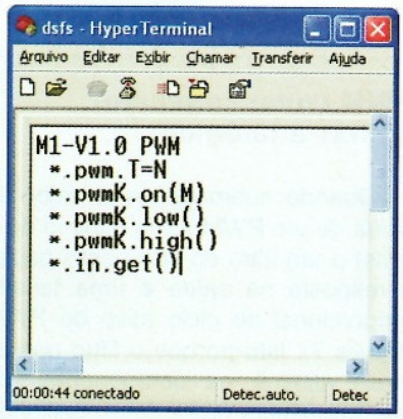
.help()

Exemplo: se o identificador fosse servo, os caracteres digitados seriam:

servo.help()

8. Pressione <ENTER>;
9. Neste instante, o módulo deve responder com a lista dos comandos disponíveis (**figura 10**). Caso não apareçam as informações esperadas, revise as ligações e a alimentação do circuito.

10 Testando o comando help do módulo M1



Comandos do Módulo M1

Cada módulo possui vários comandos disponíveis que podem ser apresentados, bastando utilizar o comando *help*. Observe que para usar qualquer comando, devemos respeitar a seguinte sintaxe:

***.COMANDO(parâmetros)**

O símbolo * deve ser substituído pelo identificador (nome) distinto do módulo no sistema; o COMANDO e os parâmetros para o módulo M1 (versão 1.0) são os listados no comando *help* e explicados na **tabela 1**. Nestes comandos, não devemos utilizar espaço em branco e a altura da letra (maiúscula e minúscula) deve ser respeitada.

Nesta tabela podemos destacar alguns comandos:

1. ***pwm.T***: Na realidade este não é um comando, mas sim um atributo que define o período dos PWMs. A freqüência de saída será o inverso do período. Este comando suspende o funcionamento de todos os PWM ativos.
2. ***pwmK.on(M)***: Este comando liga o PWM com um específico ciclo ativo, dependendo do valor de ***M***. Observe que se ***M***=0, o sinal permanecerá totalmente em nível baixo. Se ***M=N***/2, a saída do PWM ficará com um ciclo ativo igual a 50%. Se ***M>N***, a saída do PWM permanecerá totalmente em nível alto. Para calcular o valor de ***M*** a partir do ciclo ativo desejado, podemos utilizar a seguinte equação:

M = *(**CA***N/100)*

onde:
CA é o ciclo ativo em %

3. **pwm*K*.low()**: Este comando força a saída do PWM para nível baixo, permanecendo até que outro comando ordene sua mudança. Tem especial importância para desligar os motores das etapas DPM0, DPM1 e DPM2 (veja adiante);
4. **pwm*K*.high()**: Este comando força a saída do PWM para nível alto, permanecendo até que outro comando ordene sua mudança. Tem especial importância para ligar os motores das etapas DPM0, DPM1 e DPM2 (veja adiante);
5. ***in.get()***: Este comando apenas retorna o estado lógico (0 ou 1) da entrada "Input" (**figura 8**).

Conectando um Motor DC

Com o módulo M1, podemos controlar até 4 motores DC. O esquema básico de ligação é mostrado na **figura 11**. Nesta figura, vemos 4 etapas de potência DPM (DC POWER MODULE) responsáveis por amplificar a corrente e tensão para os motores.

T1 Comandos do módulo M1

Comando	Descrição
*.pwm.T=N	Configura o período de todos os PWMs deste módulo, conforme a seguinte fórmula: N=4800 x período-1 onde: período: em segundos; N: inteiro decimal entre 0 e 65535
*.PwmK.On(M)	Liga o PWM onde: K:é o número do PWM a ser ativado; M: é o tempo em que o sinal de PWM ficará alto;
*.PwmK. low( )	Desliga o PWM colocando sua saída em nível baixo, onde: K:é o número do PWM;
*.PwmK.high( )	Desliga o PWM colocando sua saída em nível alto, onde: K:é o número do PWM;
*.in.get( )	Lê o estado lógico da entrada "input" (**figura 8**);

A especificação de cada etapa de potência depende dos requisitos do motor conforme a **tabela 2**. Nesta tabela, vemos quatro modelos (DPM0, .., DPM3) e as características de cada um. A coluna "Imáx" indica o valor máximo de corrente que esta etapa pode controlar. A coluna "DC/AC" indica se a etapa é capaz de controlar motores de corrente contínua ou alternada. A coluna "Controle de velocidade" indica se a etapa pode não apenas ligar e desligar o motor, mas também controlar sua velocidade. Por fim, a coluna "Dupla direção" indica se a etapa pode inverter o sentido de rotação do motor (horário e anti-horário).

A etapa DPM0 é destinada a motores DC com corrente superior a 2 A DC ou AC. Na realidade, este modelo pode ligar não apenas motores, mas também qualquer tipo de dispositivo elétrico. Sua restrição está em não permitir o controle de velocidade e tampouco inverter seu sentido de rotação.

T2 Modelos de etapa de potência

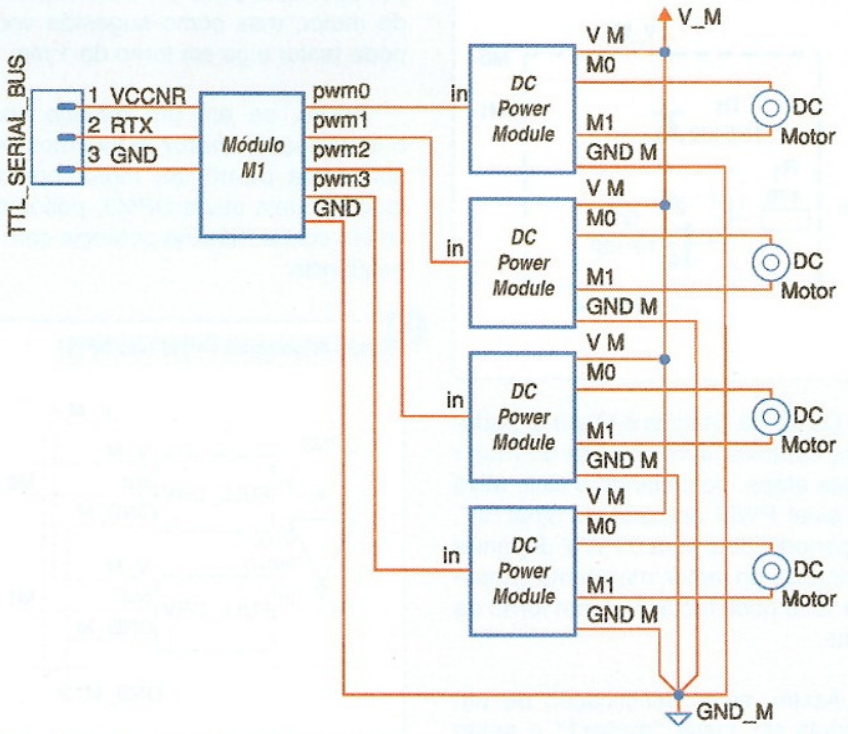
Modelo	Imáx	DC/AC	Controle de velocidade	Dupla Direção
DPM0	>2A	DC/AC		
DPM1	<0,5A	DC	•	
DPM2	<2A	DC	•	
DPM3	<2A	DC	•	•

A etapa DPM1 pode controlar a velocidade de motores até 0,5 A (corrente contínua). Sua restrição está em não permitir controlar o sentido de rotação.

A etapa DPM2 é semelhante a DPM1, permitindo controlar motores de maior corrente (até 2 A).

Finalmente, a etapa DPM3 é a mais completa (e complicada), permitindo controlar a velocidade de motores até 2 A, permitindo também controlar o sentido de rotação.

11 Módulo M1 controlando 4 motores DC



Etapa de potência DPM0

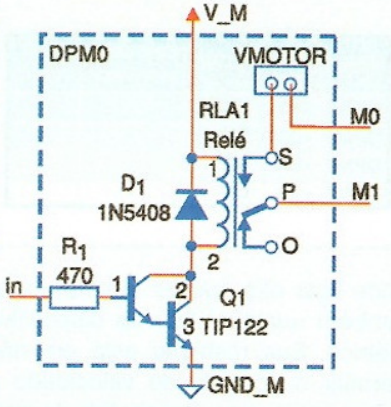
O diagrama elétrico desta etapa é mostrado na **figura 12**. Nesta figura vemos o conector VMOTOR onde deve ser aplicada a tensão necessária para ativar o motor (pode ser DC ou AC). A tensão e a corrente do motor são limitadas pela máxima tensão e corrente de contato do relé.

Os sinais V_M e GND_M são respectivamente a tensões contínuas compatíveis com a tensão da bobina do relé e seu terra. Visto que o transistor Q_1 e o diodo D_1 servem apenas para ativá-la, estes podem ser substituídos por outros transistores e diodos compatíveis.

Nesta etapa, podemos apenas ligar e desligar o dispositivo colocando os níveis lógicos 1 e 0 no sinal "in" respectivamente.

Assim, se a identificação de um módulo M1 fosse **"motor1"** e neste módulo houvesse na saída pwm0 uma etapa de potência do tipo DPM0, poderíamos ligar ou desligar o dispositivo a ela conectada com os comandos:

12 Etapa de potência DPM0



CUIDADO!
Caso você esteja trabalhando com a rede elétrica aplicada ao conector VMOTOR, tome cuidado redobrado, pois além do risco de choque elétrico, há também o risco de queimaduras causadas por curto-circuito.

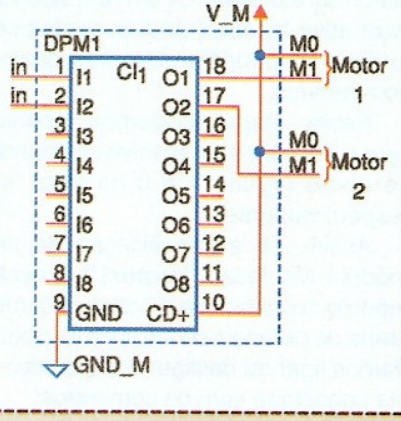
motor1.pwm0.high() <ENTER>
motor1.pwm0.low() <ENTER>

Etapa de Potência DPM1

Esta etapa utiliza o circuito integrado ULN2803 já visto na aplicação do módulo 0 (motor de passo). Na **figura 13** temos o diagrama desta etapa. Nesta figura podemos ver dois motores sendo controlados por apenas um LM2803. Visto que este CI possui 8 entradas/saídas de potência, é possível conectar até 8 motores DC.

Os sinais V_M e GND_M são respectivamente a tensão do motor (não deve exceder 50V) e o seu terra.

13 Etapa de potência DPM1



Nesta etapa podemos controlar a velocidade do motor, controlando o ciclo ativo do sinal PWM aplicado no sinal "in". O período ideal para o PWM depende da inércia do motor, mas como sugestão você pode tentar algo em torno de 1 ms.

Assim, se a identificação de um módulo M1 fosse "motor1" e neste módulo houvesse na saída pwm0 uma etapa de potência do tipo DPM1, poderíamos ligar, desligar ou controlar a velocidade de um motor a ela conectada com os comandos:

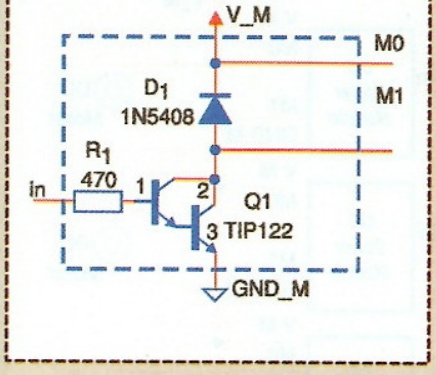
motor1.pwm0.high() <ENTER>
motor1.pwm0.low() <ENTER>

motor1.pwm.T=100 <ENTER>
motor1.pwm0.on(30) <ENTER>
motor1.pwm0.on(50) <ENTER>

Etapa de potência DPM2

A etapa de potência DPM2 é construída com um transistor Darlington e um diodo como ilustra a **figura 14**. Novamente, os sinais V_M e GND_M são respectivamente a tensão do motor (não deve exceder 50 V) e o seu terra.

14 Etapa de potência DPM2



De forma análoga à etapa 1, podemos controlar a velocidade do motor desta etapa, controlando o ciclo ativo do sinal PWM aplicado no sinal "in". O período ideal para o PWM depende da inércia do motor, mas como sugestão você pode tentar algo em torno de 1 ms.

Assim, se a identificação de um módulo M1 fosse **"motor1"** e neste módulo houvesse na saída pwm0 uma etapa de potência do tipo DPM2, poderíamos ligar, desligar ou controlar a velocidade de um motor a ela conectada com os comandos:

motor1.pwm0.high() <ENTER>
motor1.pwm0.low() <ENTER>

motor1.pwm.T=100 <ENTER>
motor1.pwm0.on(30) <ENTER>
motor1.pwm0.on(50) <ENTER>

Etapa de Potência DPM3

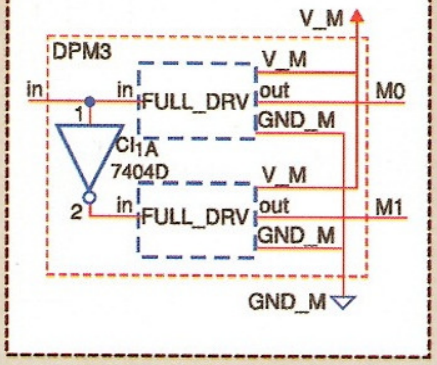
A **Figura 15** exibe a etapa de potência DPM3 que é construída com dois módulos FULL_DRV. Observe nesta figura que as saídas M0 e M1 são complementares, ou seja, quando uma está ativada, outra está desativada. Neste circuito, o motor ficará parado caso a saída do PWM fique com o ciclo ativo igual a 50%. Aumentando este valor, o motor irá girar em um sentido. Reduzindo este valor, o motor girará no sentido contrário.

Na **figura 16** vemos o módulo FULL_DRV, observe que o valor do resistor é função da tensão V_M. Os sinais V_M e GND_M são respectivamente a tensão do motor (não deve exceder 30 V) e o seu terra.

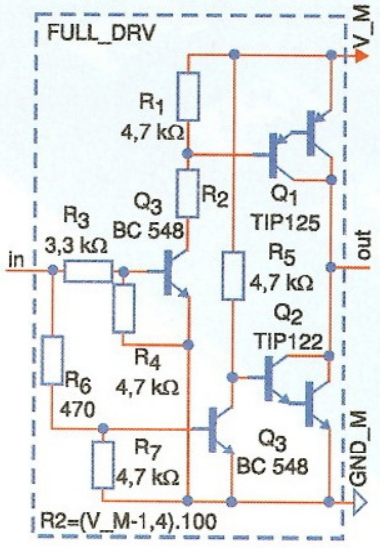
Assim como as etapas 1 e 2, o período ideal para o PWM depende do motor, mas como sugestão você pode tentar algo em torno de 1 ms.

Assim, se em um módulo com o identificador ***motor_p*** tivermos em sua saída pwm0 um motor controlado por uma etapa DPM3, podemos ligá-lo com a máxima potência com a seqüência:

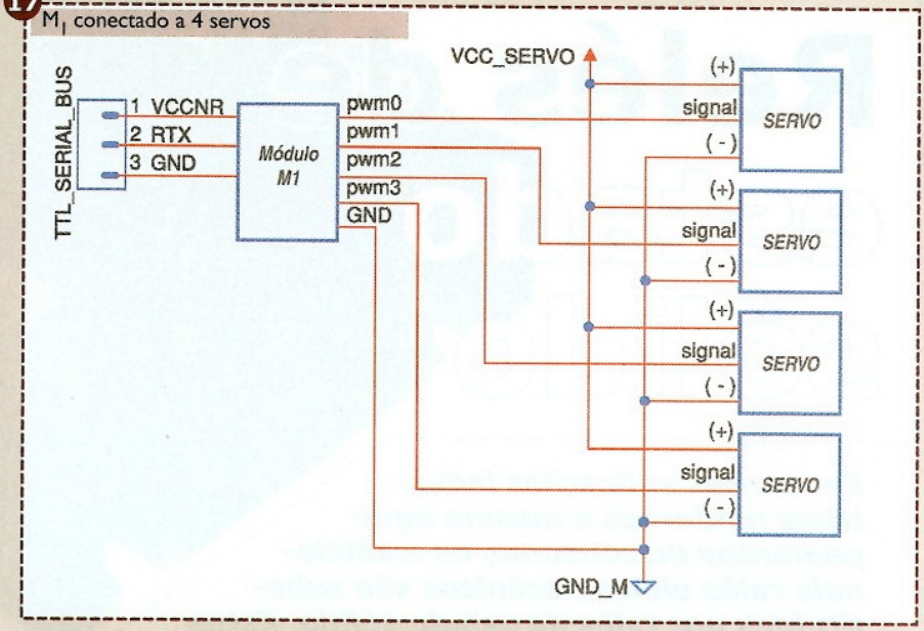
15 Etapa de potência DPM3 (até 30 V)



16 Módulo FULL_DRV (até 30 V)



17 M_1 conectado a 4 servos



motor_p.pwm.T=100 <ENTER>
motor_p.pwm0.on(0) <ENTER>
ou
motor_p.pwm0.low() <ENTER>

Para inverter sua direção, podemos utilizar:

motor_p.pwm0.on(100) <ENTER>
ou
motor_p.pwm0.high() <ENTER>

Para diminuir sua rotação podemos utilizar o comando:

motor_p.pwm0.on(75) <ENTER>

E para pará-lo totalmente:

motor_p.pwm0.on(50) <ENTER>

CONECTANDO UM SERVO

A conexão de um servo ao módulo M1 é ilustrada na **figura 17**.

Para esta ligação, utilizar preferencialmente servos com tensão de alimentação (VCC_SERVO) igual a 5 V. Para servos com tensão superior a 5 V, usar entre o pino ***pwmN*** e ***signal*** um módulo FULL_DRV (***figura 16***).

Tome também o cuidado de verificar a corrente necessária para o sinal *signal*, que não deve ultrapassar o valor de 20 mA (limitação técnica do PIC).

Apesar da **figura 17** exibir 4 servos, podemos combinar saídas PWM controlando servos e motores.

Se a identificação de um módulo M1 fosse **"servo1"** e neste módulo houvesse na saída pwm0 um servo, poderíamos inicializá-lo com o seguinte comando:

servo1.pwm0.T=96 <ENTER>

Para posicioná-lo em 0º, poderia utilizar o seguinte comando:

servo1.pwm0.on(3) <ENTER>

E para posicioná-lo no seu ângulo máximo, poderíamos utilizar o seguinte comando:

servo1.pwm0.on(22) <ENTER>

Observe que estes valores podem variar entre modelos de servo. Você poderá descobrir os corretos valores de forma empírica.

CONCLUSÃO

Neste artigo, abordamos o módulo de controle M1 que permite controlar motores, servos e outros dispositivos através de saídas PWM, podendo ser associado com vários outros módulos formando um sistema maior. Nas próximas edições, mostraremos o módulo M2 e daremos algumas dicas para a implementação de programas em Visual Basic que controlem estes módulos. Até lá! f

*Afonso Ferreira Miguel é professor das disciplinas de Sistemas Digitais e Microprocessadores do Curso de Engenharia de Computação na PUC-PR.

Lista de materiais:

Módulo M1
CI_1 – Circuito Integrado – PIC12F629
CI_2 – Regulador de tensão – 78L05;
C_1 – Capacitor Eletrolítico – 100 µF x 16V;
C_2 – Capacitor Eletrolítico – 10 µF x 16V.

www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no *site* da Revista o *layout* da placa de circuito impresso sugerida.

Referências

• MIGUEL, Afonso F. Projetos Integrados. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.icet.pucpr.br/afonso/Graduacao/ProjetosIntegrados/projetosintegrados.htm. Arquivo capturado em 04 de novembro de 2005.
• FUTABA. Futaba Servos. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.futaba-rc.com/servos. Arquivo capturado em 22 de outubro de 2003.
• CADSOFT. Eagle freeware. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: http://www.cadsoft.de/freeware.htm. Arquivo capturado em 04 de novembro de 2005.

Relés de estado sólido



Metaltex/Divulgação

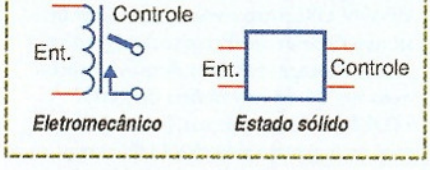
Em muitas aplicações industriais modernas e mesmo equipamentos de consumo, os tradicionais relés eletromecânicos são substituídos por relés de estado sólido. Estes são componentes semicondutores capazes de manusear correntes elevadas a partir de pequenos sinais, e sendo componentes de alta potência sensíveis à luz podem resultar em excelentes opções de relés que substituem as versões tradicionais mecânicas. Os relés de estado sólido, por suas vantagens, são cada vez mais utilizados aparecendo em configurações as mais diversas. Neste artigo focalizaremos os principais tipos de relés de estado sólido assim como suas principais características e aplicações.

Newton C. Braga



Os relés de estado sólido, ou se adotarmos o nome em inglês *Solid-State Relays*, com a sigla SSR, são dispositivos semicondutores que têm as mesmas funções dos relés eletromecânicos convencionais: comutar circuitos de potências elevadas a partir de sinais de pequenas intensidades, conforme mostra a **figura 1**.

1 Relés eletromecânico e de estado sólido



Nessa figura comparamos os relés eletromecânicos tradicionais com os relés de estado sólido.

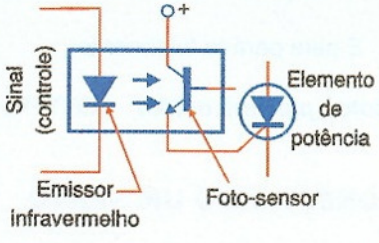
Os relés de estado sólido, em sua maioria, derivam dos conhecidos opto-acopladores, acopladores ópticos ou "opto-couplers" que consistem em um emissor de luz (normalmente um LED infravermelho) e um foto-sensor que pode ser um fototransistor, foto-DIAC, fotodiodo, ou quaisquer outros dispositivos sensíveis à luz.

Originalmente usados para transferir sinais, os opto-acopladores, podem também ser empregados para comutar cargas a partir de pequenos sinais, e daí temos o que se denomina de relé de estado sólido.

No tipo comum de relé de estado sólido a bobina é substituída por um foto-emissor, normalmente um LED infravermelho, e os contatos são substituídos por um dispositivo semicondutor sensível à luz como um fototransistor, fotodiodo, foto-DIAC, etc.

O elemento sensível pode então ser utilizado para comutar um dispositivo de maior potência como, por exemplo, um TRIAC, um SCR ou ainda um MOSFET de potência, observe a **figura 2**.

2 Estrutura do SSR



Em muitos tipos de uso industrial, no mesmo invólucro encontramos tanto o dispositivo sensor como também o circuito de potência que controla a carga externa.

Os relés de estado sólido possuem características elétricas importantes dadas tanto pela velocidade de comutação quanto pelo isolamento, mas também possuem suas desvantagens em relação aos tipos tradicionais.

Assim, se compararmos os relés de estado sólido com os relés eletromecânicos tradicionais, veremos que eles têm as seguintes vantagens:

- Não possuem partes móveis;
- Não existem contatos que podem provocar arcos;
- Não há materiais que se desgastam com o uso;
- Não existe o problema do repique dos contatos (*bouncing*);
- Não existe ruído acústico;
- Não há produção de EMI na comutação;
- A velocidade de comutação é maior;
- A vida útil é maior;
- Possuem uma faixa de tensões e correntes de operação maior.

No entanto, existem as desvantagens a serem consideradas tais como:

- O circuito de saída é sensível, podendo ser danificado por sobretensões;
- A saída precisa de uma tensão e corrente mínima para operar;
- Em alguns casos podem ser mais caros que os relés convencionais;
- Normalmente está restrito à operação com um único pólo;
- A resistência ON é maior do que a dos relés convencionais;
- A capacitância de saída é maior;
- É mais sensível a transientes;
- Há aquecimento quando correntes elevadas são controladas;
- A corrente de fuga no estado OFF é maior.

No uso dos relés de estado sólido, devido às suas características, é preciso tomar cuidado quando certos tipos de carga são comutados. Isso ocorre, por exemplo, com cargas indutivas, quando há o perigo de correntes e tensões de surto serem produzidas no circuito comutado, ou ainda quando cargas dinâmicas tais como motores e solenóides são controlados.

É preciso também tomar cuidado quando lâmpadas incandescentes e elementos de aquecimento são controlados devido à maior corrente inicial, quando estão ainda frios. O uso com lâmpadas de mercúrio, fluorescentes e outros circuitos chaveados com altas indutâncias deve ser evitado.

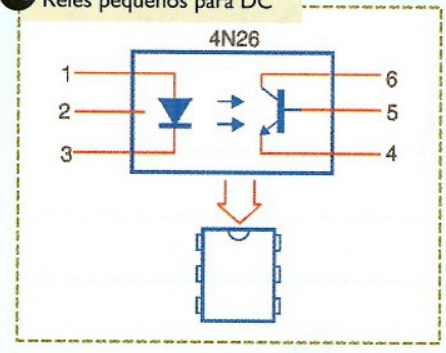
TIPOS DE RELÉS DE ESTADO SÓLIDO

Há basicamente dois tipos de relés de estado sólido que são especificados de acordo com a aplicação.

a) Relés pequenos para DC

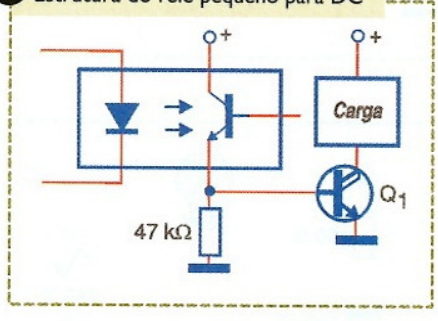
Os relés de pequena corrente para DC normalmente são fornecidos em invólucros DIP de 6 pinos, conforme o exemplificado na **figura 3**.

3 Relés pequenos para DC



Nesses relés temos como emissor um LED infravermelho e a saída é tipicamente acoplada a um transistor de potência ou outro dispositivo semicondutor, veja a **figura 4**.

4 Estrutura do relé pequeno para DC



Existem casos em que o elemento de potência já está embutido no próprio relé, não havendo assim a necessidade de elementos externos de controle.

Nos circuitos em que a saída contém um MOSFET, a resistência no estado ON pode ser da ordem de 10 ohms ou menor. As tensões de saída podem chegar aos 200 ou 300 V e as correntes entre 100 e 200 mA DC.

Como o emissor e o receptor são acoplados opticamente, a resistência de isolamento é extremamente elevada chegando a mais de 500 M ohms com tensões da ordem de 2.000 volts ou mais.

b) Relés AC para controle de energia a partir da rede

Os relés de estado sólido para aplicações em AC normalmente possuem opto-DIACS para serem ligados a um TRIAC externo. Na **figura 5** temos um dispositivo desse tipo. Em alguns casos, o TRIAC já pode estar embutido no próprio dispositivo.

A etapa de saída, quando possui um TRIAC embutido, normalmente pode manusear tensões de 24 a 250 V com correntes da ordem de 1 a 4 ampères.

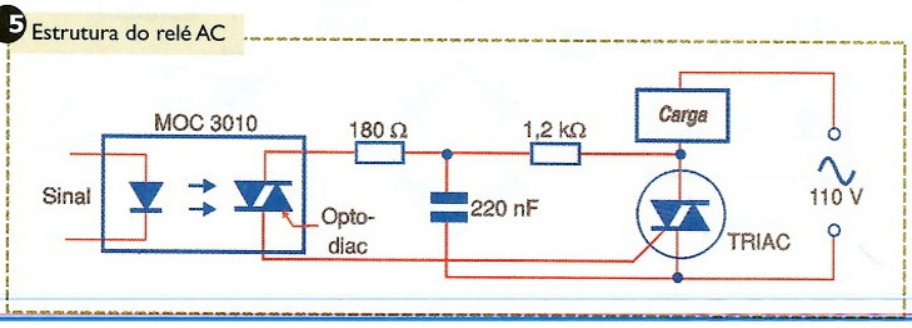
Nos tipos em que temos o TRIAC embutido, deve ser levada em conta que existe uma queda de tensão de 1 a 1,5 V nesse componente quando em condução. Esse fato é importante para determinar o calor gerado no dispositivo ao controlar uma carga. Para efeitos de cálculo pode-se considerar uma potência de 1,2 W para cada ampère de corrente conduzida.

A tensão de controle para esses relés varia tipicamente entre 3 e 30 V dependendo dessa tensão a escolha do resistor limitador de corrente, observe a **figura 6**.

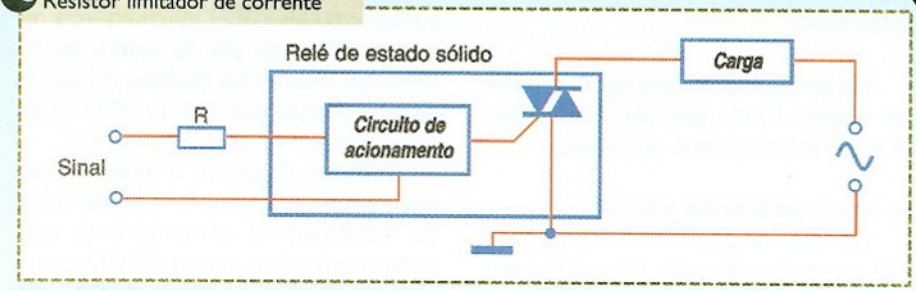
A corrente de acionamento está entre 8 e 16 mA, tipicamente.

Da mesma forma que nos relés DC, como o acoplamento entre o emissor e o receptor é feito por luz, temos uma tensão de isolamento extrema-

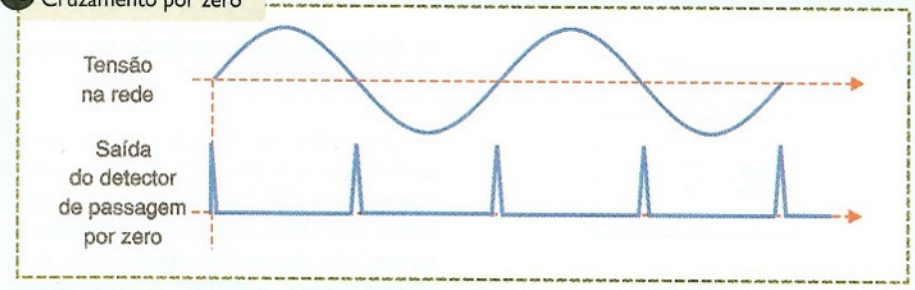
5 Estrutura do relé AC



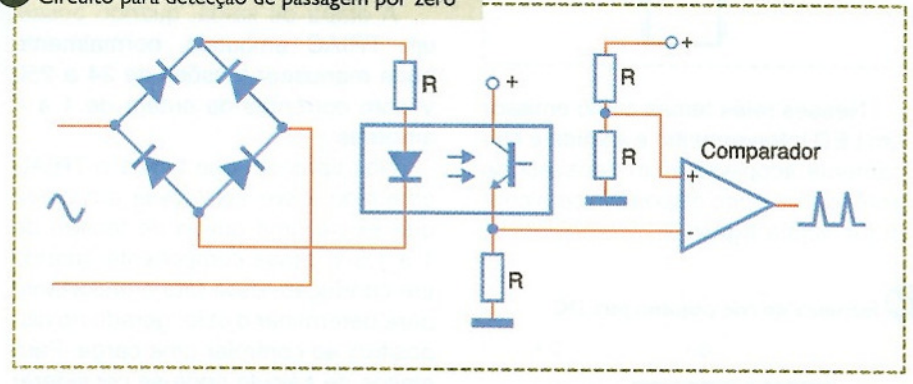
6 Resistor limitador de corrente



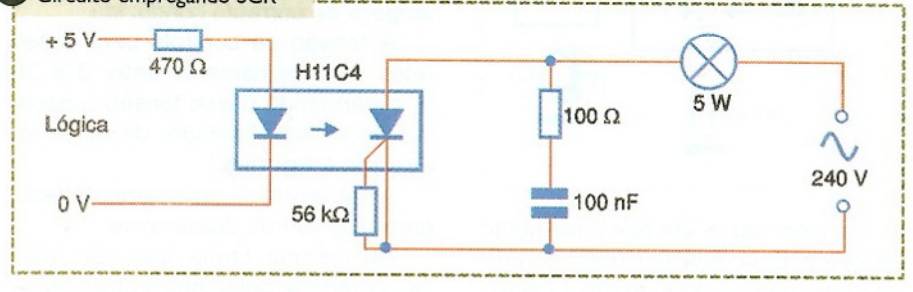
7 Cruzamento por zero



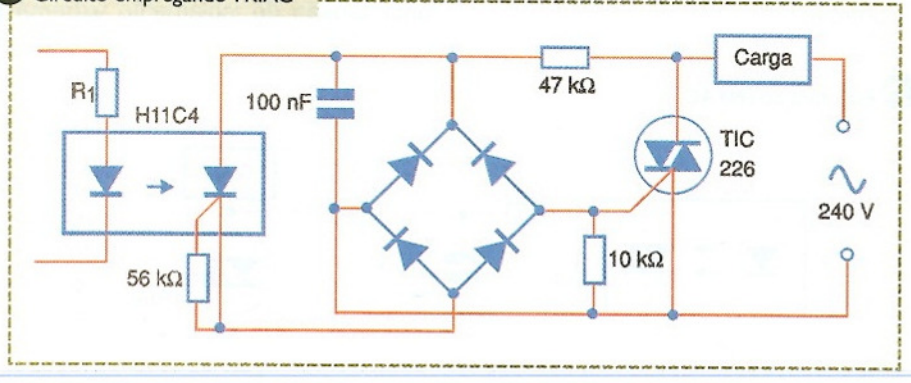
8 Circuito para detecção de passagem por zero



9 Circuito empregando SCR



10 Circuito empregando TRIAC



mente alta que pode ser da ordem de 2.000 volts ou mais.

DETECTOR DE PASSAGEM POR ZERO

Quando trabalhamos com controles de potência ligados à rede de energia (AC), um fator importante no projeto é o instante em que a tensão passa por zero. Trata-se do ponto de "zero crossing" ou cruzamento por zero, mostrado na **figura 7**.

A detecção desse instante é importante porque ele serve de referência para a medida do ângulo de retardo ou ângulo de fase para o disparo para o TRIAC ou outro elemento de controle. Em um controle de potência, a passagem por zero é a referência para o ajuste do circuito.

Os relés eletromecânicos não conseguem fazer essa detecção, mas para um relé de estado sólido isso é perfeitamente possível, observe o simples circuito da **figura 8**.

SCR E TRIAC COMO RELÉS

Os SCRs e TRIACs podem ser usados como relés controlando correntes alternadas mais intensas a partir de acopladores que possuam os elementos apropriados internamente, ou diretamente a partir de sinais aplicados a suas comportas (*gates*). Para o caso dos SCRs, como eles conduzem a corrente num único sentido temos de usar um artifício para o controle dos dois semiciclos.

Assim, na **figura 9** temos um circuito de relé semicondutor empregando um SCR na configuração de meia onda e outro de onda completa.

Para o caso do TRIAC temos um circuito de aplicação típico ilustrado na **figura 10**.

O tempo de comutação do circuito com TRIAC é extremamente rápido, menor que alguns microssegundos para cargas AC comuns. O valor de R_1 deve ser calculado de tal forma a se obter a corrente de disparo do TRIAC no início do semiciclo.

O TRIAC utilizado nesse circuito deve ter uma tensão de pico de pelo menos 200 V se a rede for de 110 V, e pelo menos 350 V se a rede for de 220 V.

CIRCUITOS PRÁTICOS COM OPTO-ACOPLADORES

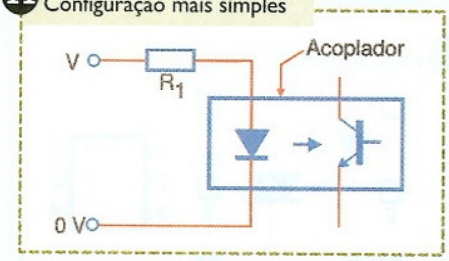
No circuito anterior não existe um isolamento do componente controlado do circuito de controle, como ocorre com um relé comum.

Para obtermos esse isolamento é importante o uso do opto-acoplador.

Portanto, um primeiro cuidado para se projetar um relé de estado sólido é saber como o opto-acoplador deve ser excitado.

A configuração mais simples para essa excitação é a exibida na **figura 11**.

11 Configuração mais simples



Levando-se em conta que a queda de tensão no LED emissor interno é da ordem de 1,5 V, o resistor R_1 é calculado pela seguinte fórmula:

$$R_1 = (V - 1,5)/I$$

Onde:

R_1 é o valor de R_1, em ohms

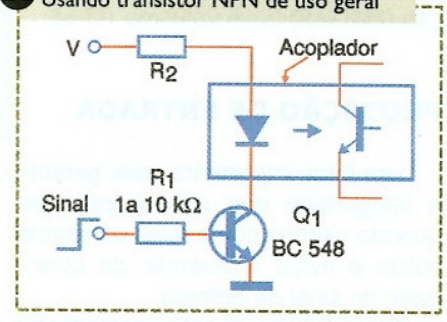
V é a tensão de entrada

I é a corrente necessária à excitação do foto-sensor do opto-acoplador

Veja que nesta aplicação é preciso que o sinal de controle (V) seja fixo, uma vez que uma variação muito grande pode implicar na não excitação do relé ou ainda numa sobrecarga do LED emissor.

O ideal, para permitir que o emissor trabalhe com uma faixa mais ampla de tensões de entrada, consiste em se ter um circuito excitador que forneça uma corrente constante. Para isso, existem diversas possibilidades. A primeira delas é a mostrada na **figura 12** e faz uso de um transistor NPN de uso geral como o BC548.

12 Usando transistor NPN de uso geral



Neste circuito o resistor R_2 determina a intensidade da corrente, o que significa que seu valor deve ser determinado a partir das características do emissor do opto-acoplador. R_2 é calculado pela seguinte fórmula:

$$R_2 = 0,7/I$$

Onde:

R_2 é a resistência em ohms desse componente

I é a intensidade da corrente no LED emissor

Uma outra configuração de fonte de corrente constante usando um transistor bipolar é apresentada na **figura 13**.

O resistor R_2, que determina a intensidade da corrente no emissor é calculado da mesma forma que no caso anterior. Uma vantagem deste circuito é que ele pode ser usado com tensões de entrada que variam entre 3 e 30 V. Uma outra maneira de conseguir uma

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?

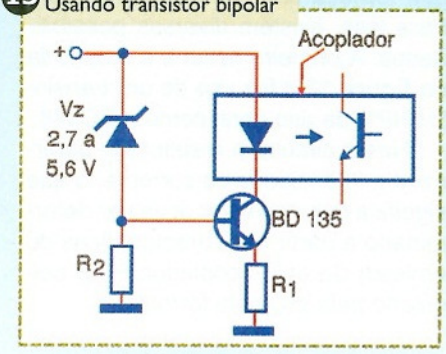
Encontre-as na revista:

MECATRÔNICA Atual
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS E MANUFATURA

Bimestralmente nas bancas

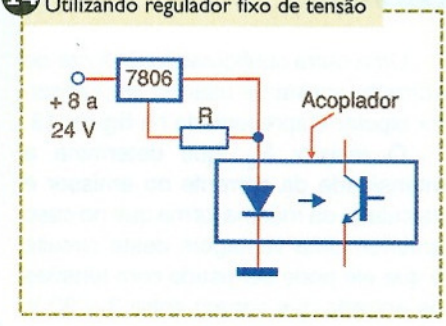
www.mecatronicaatual.com.br

13 Usando transistor bipolar



corrente constante para o LED emissor é utilizando um regulador fixo de tensão como o 7805 ou 7806, conforme vemos na **figura 14**.

14 Utilizando regulador fixo de tensão



Neste circuito o resistor R é calculado para fornecer, com a tensão de saída do regulador, a corrente que o LED emissor precisa para excitar o receptor. A tensão de entrada estará entre 2 V a mais que a tensão de saída do regulador e tipicamente 30 V.

Observamos que nesse cálculo deve ser considerada a queda de tensão de 1,3 a 1,5 V que acontece no LED emissor. Assim, a fórmula para o cálculo de R será:

$$R = (Vs - 1,5)/I$$

Onde:

R é o valor do resistor limitador, em ohms

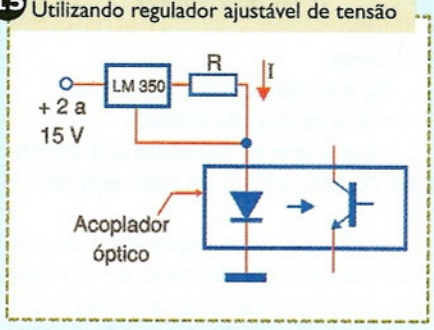
Vs é a tensão de saída do regulador de tensão, em volts

I é a corrente de excitação do LED, em ampères

Contudo, com um regulador ajustável de tensão, podemos elaborar uma fonte de corrente constante para o LED excitador com mais facilidade e precisão, veja a **figura 15**.

Neste circuito, o valor de R é dado por:

15 Utilizando regulador ajustável de tensão



$$R = 1,2/I$$

Onde:

R é o resistor limitador, em ohms

I é a corrente desejada no LED emissor, em ampères

Podem ser usadas versões do LM317 ou LM350 de menor dissipação (200 mA) em invólucros TO-54.

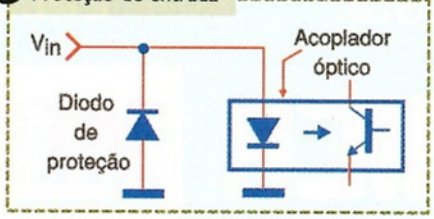
PROTEÇÃO DE ENTRADA

Um fator importante para garantir a integridade dos opto-acopladores quando usados como relés de estado sólido é evitar a inversão da polaridade do sinal de entrada.

Se o LED de um opto-acoplador for submetido a uma tensão inversa de mais de 3 V, ele poderá queimar-se. Para isso, é sempre interessante utilizar um circuito de proteção que pode ser um diodo invertido, em paralelo, conforme ilustra a **figura 16**.

Diodos de uso geral como o 1N4148, 1N914 ou mesmo diodos retificadores como o 1N4002, 1N4004 servem para esta finalidade.

16 Proteção de entrada

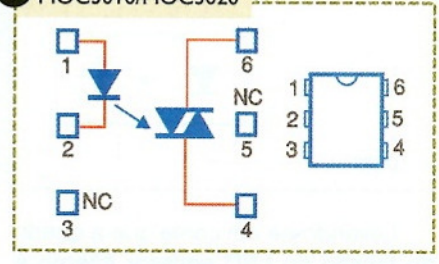


MOC3010/MOC3020

Dois opto-acopladores, especialmente indicados para aplicações como relés de estado sólido comutando diretamente TRIACs de alta potência são os MOC3010 e MOC3020.

O MOC3010 é indicado para aplicações na rede de 110 V, enquanto que o MOC3020 é sugerido para a rede de 220 V. Esses componentes, cuja pinagem e circuitos equivalentes são exibidos na **figura 17** possuem algumas variações (3009, 3011, 3012, 3021, 3022, 3023) que se diferenciam apenas pela corrente no LED para a excitação.

17 MOC3010/MOC3020



Conforme podemos ver, esses componentes possuem opto-DIACS que são disparados diretamente pela luz emitida pelo LED infravermelho. O MOC3010 precisa de uma corrente de 8 mA para produzir o disparo (os de números mais altos são mais sensíveis, chegando a 3 mA para o MOC3012). Para o MOC3020 a corrente é 15 mA (o 3021 tem uma corrente de 8 mA).

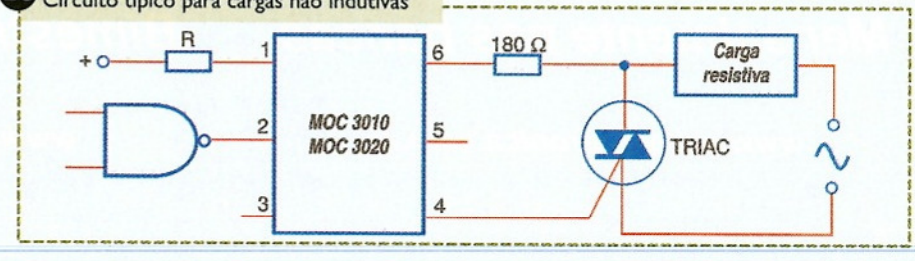
Para o MOC3010 e para o MOC3020 temos o circuito típico para cargas não indutivas ilustrado na **figura 18**.

Se a carga for indutiva, deverá ser empregado o circuito da **figura 19**.

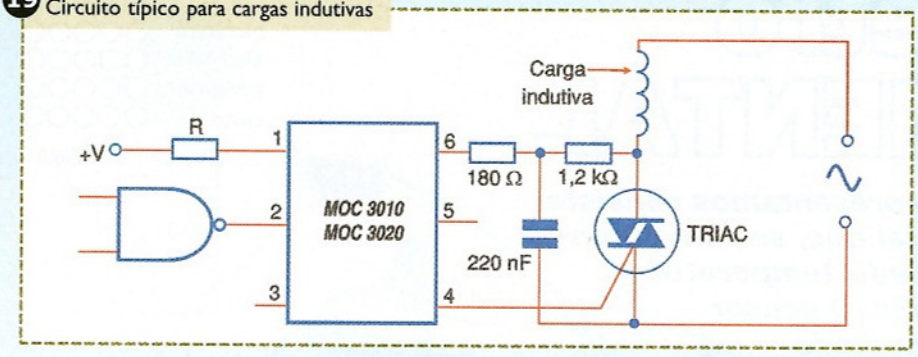
CONFIGURAÇÕES COM SEMICONDUTORES COMUNS

Opto-isoladores como o 4N27 que usam em seu interior como elemento

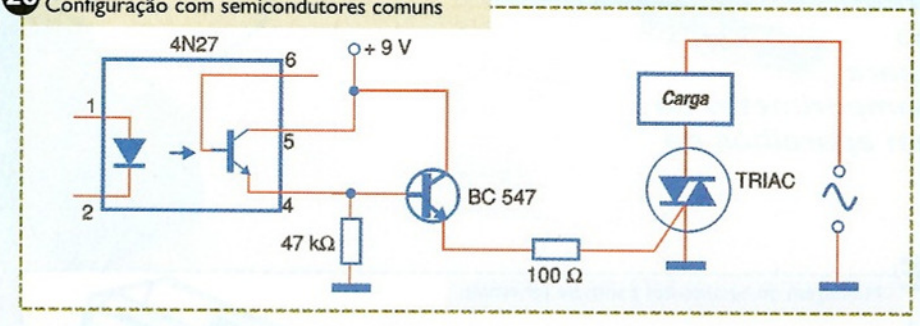
18 Circuito típico para cargas não indutivas



19 Circuito típico para cargas indutivas



20 Configuração com semicondutores comuns



receptor um transistor comum também podem ser utilizados em relés de estado sólido.

Na **figura 20** temos um circuito típico em que um BC547 é usado para amplificar o sinal do fototransistor e disparar um TRIAC ligado na rede de 220 V. Veja que este circuito precisa de uma tensão auxiliar de 9 V para alimentar o circuito excitador. O circuito precisa de uma corrente da ordem de 60 mA para disparar o TRIAC.

CONCLUSÃO

Os relés de estado sólido estão em uso cada vez maior nos equipamentos industriais e de todos os tipos. Conhecendo suas configurações básicas, o profissional não só pode saber como fazer o diagnóstico de seus circuitos, mas também projetar um relé para uma aplicação mais específica. Mais do que isso, o profissional será capaz de substituir um relé convencional por um relé de estado sólido com vantagens quando isso for possível.

Pudemos ver neste artigo apenas algumas das configurações possíveis com que esses úteis relés podem ser encontrados. O leitor deverá se manter atento aos novos artigos que abordam configurações de relés de estado sólido. f

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

Então você precisa de um provedor de verdade !

Hospedagem Profissional

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

Revenda de Hospedagem

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

Consulte Valores

SILICOM
INTERNET PROVIDER

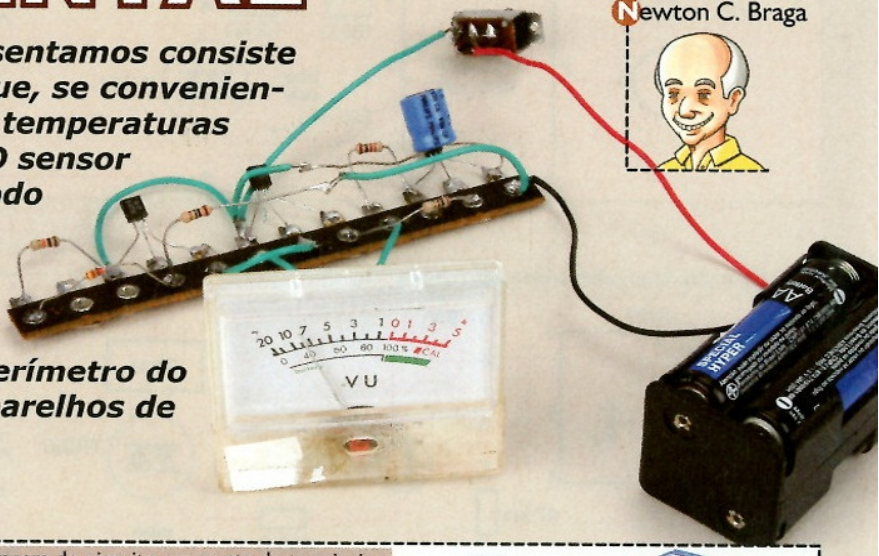
www.silicom.com.br - 0xx11 6197-7454
info@silicom.com.br

Termômetro EXPERIMENTAL

Níveis de Dificuldade

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

Newton C. Braga



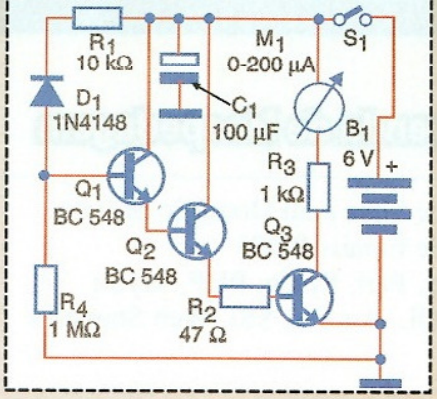
Na realidade, o circuito que apresentamos consiste num termômetro experimental que, se convenientemente calibrado, poderá medir temperaturas entre -20 e +120 graus Celsius. O sensor usado nada mais é do que um diodo de silício comum, e os demais componentes são de fácil obtenção e baixo custo. Até mesmo o instrumento indicador M_1, para maior economia, é um microamperímetro do tipo usado como VU-meter em aparelhos de som.

Além do leitor poder aprender alguma coisa sobre o funcionamento do circuito, experimentos interessantes com finalidade escolar podem ser programados usando-este aparelho.

A alimentação do circuito é feita com 4 pilhas comuns. O circuito também pode ser alimentado por uma fonte comum de 6 V.

Na **figura 1** ilustramos o diagrama completo do aparelho.

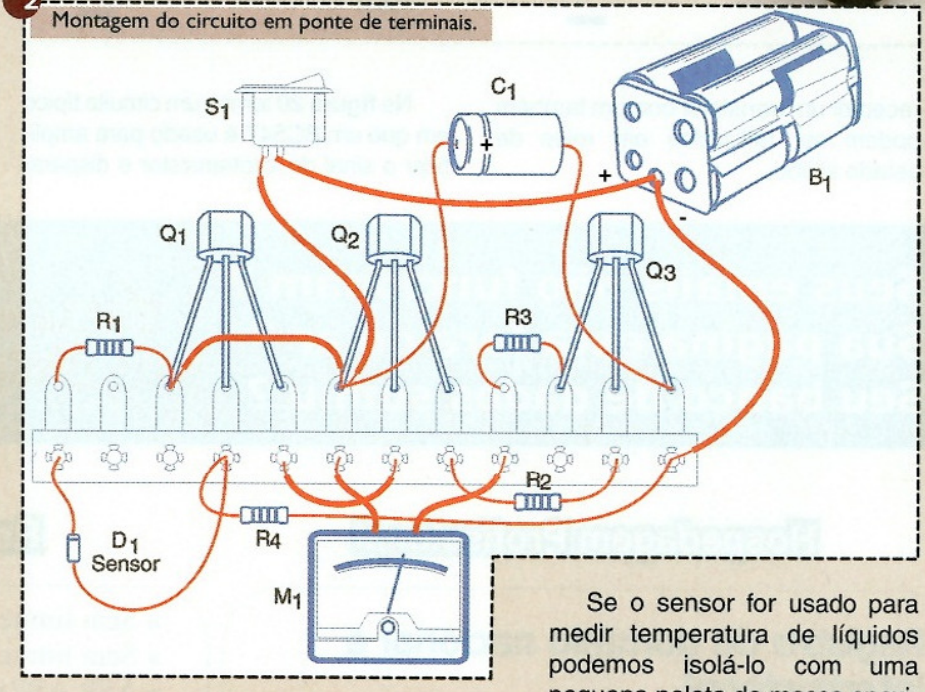
1 Esquema elétrico.



Na **figura 2** temos a disposição dos componentes que são soldados em uma ponte de terminais. Esta ponte deve ser fixada numa base de plástico ou madeira para maior facilidade de manuseio do aparelho.

Uma outra possibilidade de montagem é mostrada na **figura 3**, consistindo no uso de uma matriz de contatos.

2 Montagem do circuito em ponte de terminais.



O sensor pode ser qualquer diodo de silício comum como o 1N4148, 1N914 ou mesmo 1N4002.

Se o leitor tiver recursos e desejar uma montagem definitiva com melhor aspecto, para uso constante em experiências de laboratório, poderá elaborar uma placa de circuito impresso com o padrão sugerido na **figura 4**.

O leitor deverá ter cuidado apenas em observar a polaridade deste componente e isolar bem seus terminais para que, ao segurá-lo, o contacto com os dedos não afete a medida.

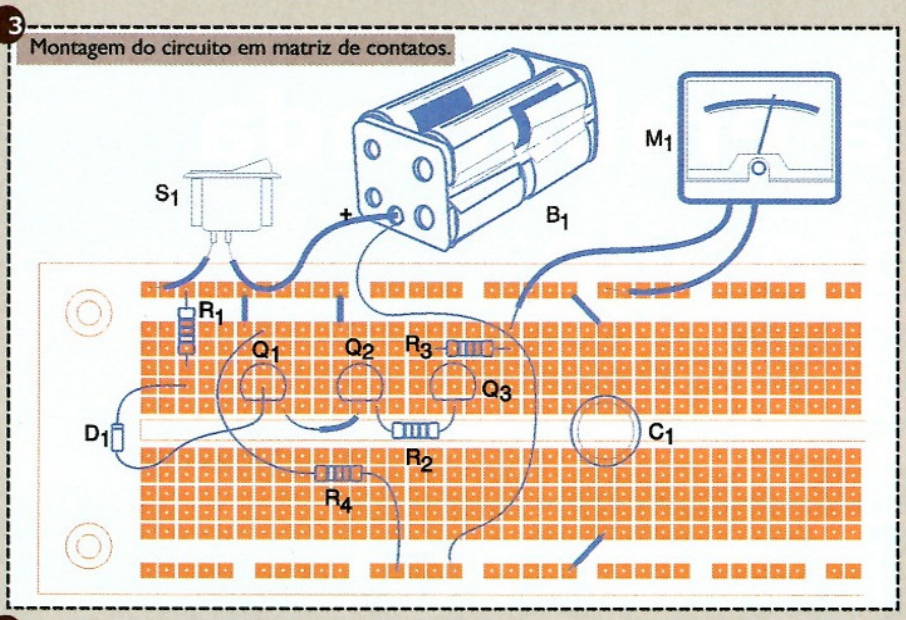
Se o sensor for usado para medir temperatura de líquidos podemos isolá-lo com uma pequena pelota de massa epoxi.

Os resistores são de 1/8 W ou maiores, e o instrumento é um microamperímetro do tipo usado como VU com fundo de escala de 200 µA ou próximo disso.

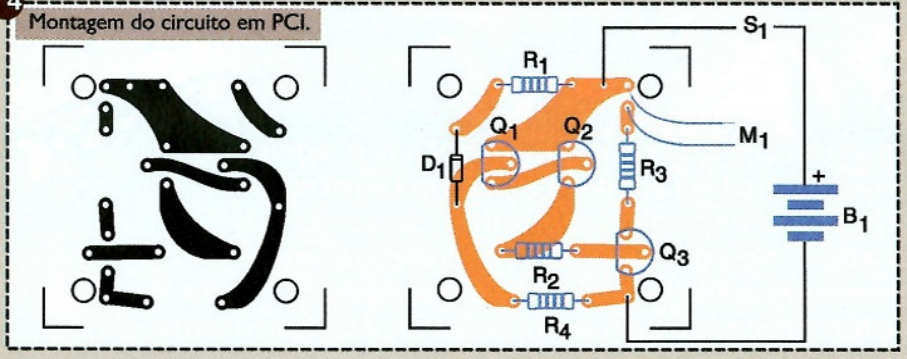
Se houver necessidade, em função das características do instrumento, poderá ser ligado em série com R_3 um *trimpot* de ajuste de 47k ohms.

A prova de funcionamento é muito simples: basta dar uma baforada (ar quente) no sensor e a temperatura dele se elevará, sendo acusada pelo aumento da corrente no instrumento.

3 Montagem do circuito em matriz de contatos.



4 Montagem do circuito em PCI.



Aproximando o sensor de um ferro de soldar aquecido (sem encostar) também será possível observar a movimentação da agulha do instrumento indicador.

Para se ter uma escala de temperaturas precisa com a possibilidade de calibração ligue um trimpot de 1 M ohms entre o emissor de Q_1 e o pólo negativo da alimentação.

Se o ponteiro do instrumento tender a deflexionar para a esquerda quando a temperatura se elevar, inverta a ligação do instrumento.

Se o ponteiro for todo para a direita e não houver indicação alguma de variações de temperatura, verifique se algum transistor se encontra com problemas ou ainda se o diodo sensor está invertido.

O QUE EXPLICAR?

Em uma demonstração científica, o leitor pode explicar que a corrente de fuga ou corrente que circula pelo diodo quando polarizado no sentido inverso, depende da temperatura. Essa corrente aumenta quando a temperatura se eleva, permitindo o uso deste componente como sensor.

Os transistores amplificam a corrente, pois ela é muito fraca para excitar diretamente o instrumento indicador.

Muitos termômetros de uso industrial ou mesmo médico usam o mesmo princípio de funcionamento, com componentes cuja corrente depende da temperatura sendo utilizados como sensores.

O leitor também pode explicar que o sensor só pode operar numa faixa determinada de temperatura, pois fora dela, as propriedades não são válidas: abaixo de certa temperatura ele não funciona, e acima ele pode queimar-se.

SUGESTÕES DE TRABALHOS ESCOLARES OU EXPERIÊNCIAS ESCOLARES USANDO O APARELHO

- Use o circuito para demonstrar a produção de calor em certas reações químicas, as chamadas reações exotérmicas. A dissolução de certos sais como o percloreto em água libera calor, fazendo com que aumente a temperatura da mistura.
- O mesmo circuito pode ser utilizado para mostrar que certos processos de decomposição de matéria orgânica ou ainda fenômenos de digestão como a fermentação ou o apodrecimento fazem com que seja liberado calor.
- O atrito é outro modo de obter calor para a elevação da temperatura. Um trabalho de Física envolvendo termologia e termometria pode ser programado para empregar este aparelho.
- Tente usar outros tipos de sensores como, por exemplo, transistores, aproveitando a corrente de fuga entre o coletor e o emissor.
- Coloque o sensor sobre uma folha de papel branco e depois sobre papel preto, submetendo-o pelo mesmo intervalo de tempo à luz do sol. Veja em qual caso a elevação da temperatura é maior. Explique.

Lista de materiais

Semicondutores
Q_1, Q_2, Q_3 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
D_1 - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral - ver texto

Resistores: (1/8W, 5%)
R_1 - 10k Ω- marrom, preto, laranja
R_2 - 47 Ω- amarelo, violeta, preto
R_3 - 1 k Ω- marrom, preto, vermelho
R_4 – 1 MΩ – marrom, preto, verde

Diversos
M_1 - 0-200 µA - microamperímetro - ver texto
S_1 - Interruptor simples
B_1 - 6 V - 4 pilhas pequenas
C1 – 100 µF - eletrolítico

Ponte de terminais, suporte de pilhas, caixa para montagem, fios, solda, isolante plástico (tipo espaguete) para o sensor, etc.

Eletrônica embarcada e protocolos de comunicação na AVIAÇÃO

Alexandre de A. Guimarães



Assim como nos setores automotivo e agrícola, na aviação a utilização de sistemas eletrônicos tem crescido exponencialmente. Sistemas de segurança, de conforto, de controle de vôo e de armamentos são largamente empregados. Toda esta eletrônica embarcada, na aviação, tem nome próprio: Aviônicos (do Inglês Avionics).

1 Cockpit do Airbus A340



Airbus / Divulgação

A figura 1 mostra o *cockpit* de um dos mais avançados aviões da atualidade. *Cockpit* é o nome dado à cabine onde piloto e co-piloto permanecem durante o vôo. Pela imagem fica fácil perceber a quantidade de dispositivos empregados nestes *cockpits*. São dezenas de interruptores, LEDs de sinalização e *displays* com as mais variadas informações. Listamos a seguir alguns dos sistemas embarcados do conhecido AirBus A380.

- **CDS - *Control and Display System:*** Permite ao piloto a inserção de dados e a seleção de informações como mapas de navegação e o status dos sistemas, entre outros. Trata-se de um conjunto de oito telas e dois teclados.
- **HUD - *Head-Up Display:*** As informações fundamentais à condução da aeronave são projetadas em uma superfície transparente, localizada na frente do piloto. Esta superfície não impede a visualização de obje-


Lockheed Martin / Divulgação

tos fora da aeronave e facilita a leitura das informações.

• **IMA - *Integrated Modular Avionics:*** Cerca de 18 módulos eletrônicos interligados, responsáveis por funções diversas na aeronave, compartilhando informações.

• **FCU - *Flight Control Unit:*** Unidade de Controle de Vôo.

• **DRA - *Digital Radio Altimeter:*** Altímetro por Rádio Digital, composto por três unidades associadas às antenas espalhadas pela aeronave.

• **BSCF - *Braking and Steering Control Function:*** Sistema responsável pelas funções de frenagem e direção da aeronave.

• **SFCC - *Slat/Flap Control Computer:*** Sistema formado por dois computadores, responsáveis pelo controle de nível da aeronave.

• **DSMS - *Doors and Slides Management System:*** Sistema de Gerenciamento das Portas de acesso à aeronave.

• **IFE - *In-Flight Entertainment:*** Sistema de entretenimento interativo, com funções multimídia e acesso à Internet (para mais de 500 poltronas).

Para viabilizar a troca de dados entre estes sistemas eletrônicos, diversos protocolos de comunicação são utilizados. A aplicação de protocolos na aviação foi iniciada nos anos 70. O primeiro barramento usado em larga escala na aviação civil foi o ARINC 429. A necessidade foi gerada devido ao aumento da utilização de sistemas eletrônicos destinados ao controle de sistemas de segurança e pela exigência de reduzir a massa das aeronaves, melhorando principalmente o consumo de combustível.

Já na aviação militar, o protocolo aplicado no primeiro momento em que o conceito de redes de comunicação de dados foi utilizado, foi o MIL-STD-1553. A primeira aeronave a receber este protocolo, foi o F-16 (**figura 2**), em 1973.

Sem a utilização de protocolos de comunicação, uma grande quantidade de fios seria necessária para viabilizar a interligação dos sistemas. O emprego de um protocolo de comunicação facilita a atualização tecnológica do sistema ao longo do tempo e, também, a sua manutenção (**figura 3**).

Com o aumento do uso da eletrônica embarcada e, conseqüentemente, dos protocolos de comunicação, em poucos anos, cada avião poderá ser considerado um nó de uma rede global que controlará o tráfego aéreo mundial, aumentando o conforto dos passageiros e melhorando a segurança dos vôos. As **tabelas 1 e 2** relacionam alguns aviões civis e militares e os protocolos de comunicação empregados.

Nestas tabelas estão relacionados os principais protocolos usados na aviação comercial como, por exemplo, o ARINC 429, o ARINC 629, o CSDB e o ASCB. Sobre a aviação militar, o protocolo mais utilizado é o MIL-STD-1553. A seguir serão mencionadas algumas informações adicionais sobre os principais protocolos de comunicação aplicados em aviões e helicópteros.

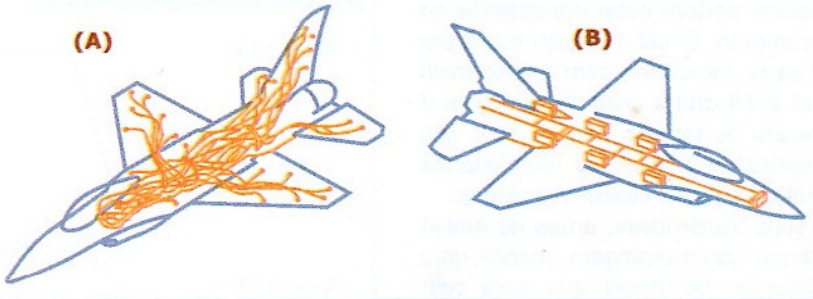
2 Avião F-16


Lockheed Martin / Divulgação

ARINC 429

Desenvolvido no início dos anos 70, o ARINC 429 (*Aeronautical Radio*

3 Conexões ponto-a-ponto (a) e conexões via protocolos de comunicação (b).



T1 Aviação civil e seus protocolos

Aeronave \ Protocolos	ARINC 429	ARINC 629	CSDB	ASDB	AFDX
Airbus A310	X				
Airbus A320	X				
Airbus A330	X	X			
Airbus A340	X	X			
Airbus A380					X
Boeing B-737	X	X	X		
Boeing B-747	X				
Boeing B-757	X				
Boeing B-767	X				
Boeing B-777		X			
MD-11	X				
Cessna Citation				X	
Bell Helicopters	X				
Merlin Helicopters	X				

T2 Aviação militar e seus protocolos

Aeronave \ Protocolos	MIL-STD 1553	STANAG 3910 EFABus
ALX Super Tucano	X	
B-52	X	
F-15	X	
F-16	X	
C-17	X	
B-2 Bomber	X	
KC-135	X	
AH-64A Apache	X	
Eurofighter EF 2000		X
Rafale		X
International Space Station	X	
Space Shuttle Programs	X	

Incorporation) tem sido o protocolo mais utilizado no segmento da aviação civil. Trabalha de forma unidirecional, oferecendo duas taxas de transmissão, de 12 a 14 kbps ou 100 kbps (taxas que não podem ser combinadas no mesmo barramento ao mesmo tempo). É um barramento assíncrono, onde cada transmissor precisa estar conectado a cada receptor por um fio específico (conceito ponto a ponto).

As mensagens são transmitidas em regime broadcast, onde até 20 módulos podem estar conectados ao barramento. O cabo usado é um par trançado blindado, com impedância igual a 78 ohms, trabalhando com o conceito de tensão diferencial, o que minimiza os problemas relacionados às interferências eletromagnéticas.

Todo transmissor, antes de enviar determinada mensagem, manda uma solicitação de envio que será respondida pelo receptor caso o mesmo esteja disponível (ou pronto). O tamanho de uma palavra no ARINC 429 é de 32 bits, dos quais apenas 19 são bits de dados (**figura 4**).

ARINC 629 (DATAC)

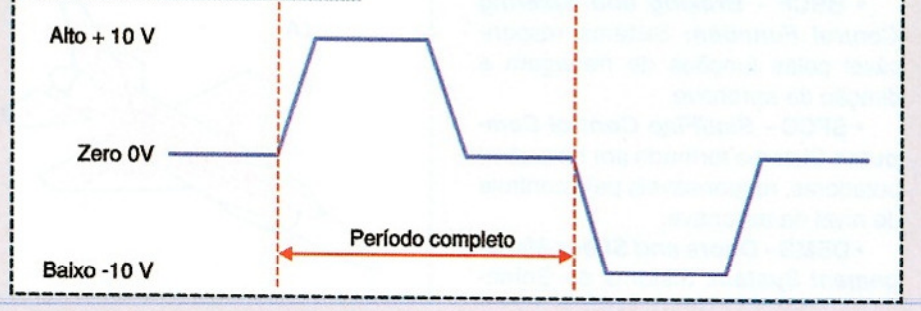
DATAC (*Digital Autonomous Terminal Access Communication*) foi desenvolvido pela NASA em 1983, buscando a redução de massa, volume e tempo de instalação dos sistemas embarcados em aeronaves experimentais, neste caso, um Boeing 737.

Após ficar tecnicamente comprovada a sua eficiência, em 1989, o DATAC foi transformado em padrão aberto e, imediatamente, considerado no projeto do Boeing 777. Naquele momento, o ARINC 629 pareceu ser o sucessor imediato do ARINC 429. Entretanto, considerando-se os elevados custos de substituição de um protocolo por outro nas aeronaves já em produção, e o fato de que, naquela ocasião, o único projeto em desenvolvimento era o do próprio Boeing 777, a adoção do ARINC 629 foi descartada. Atualmente os Boeing 777 são equipados com uma arquitetura híbrida, baseada no 429 e no 629.

É permitida a conexão de até 120 módulos à rede DATAC, onde todos podem ser receptores e transmissores (rede multi-mestre). O protocolo trabalha no conceito CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*) e opera em dois modos: BP (protocolo básico) e CP (protocolo combinado). No modo básico, dados periódicos ou aperiódicos podem ser enviados e o barramento tem condições de alternar entre eles. Já no modo combinado, o barramento pode enviar os dois tipos de dados dentro do mesmo quadro de mensagem. Cada mensagem possui 32 bits, dos quais 16 são de dados.

A taxa de transmissão recomendada no ARINC 629 é de 2 Mbps, com possibilidade de ser aumentada caso a tecnologia do cabeamento e de alguns componentes eletrônicos dos módulos seja melhorada. O cabeamento é constituído por um par trançado não blindado, apenas isolado, podendo alcançar o comprimento

4 Nível do Sinal no ARINC 429



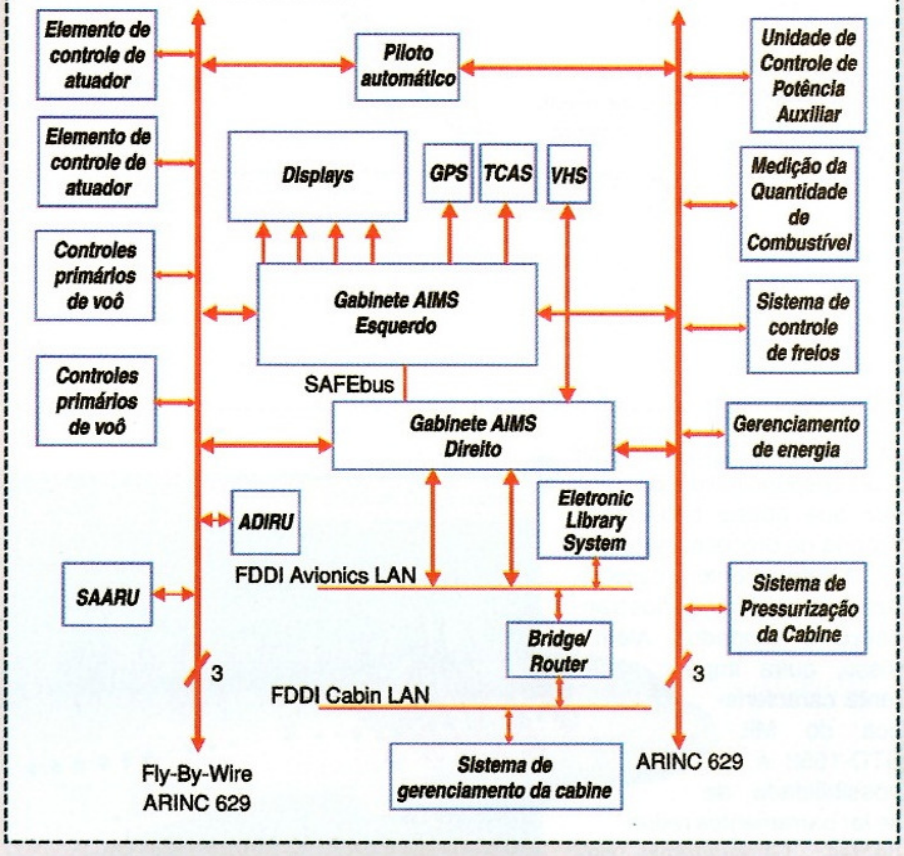
máximo de 100 metros. A transmissão é assíncrona.

SAFEBUS

Desenvolvido pela Honeywell e designado como ARINC 659, foi basicamente criado por requisitos colocados pelo Boeing 777. O objetivo principal era aplicar um protocolo que permitisse o funcionamento normal do sistema, mesmo diante de uma condição de falha. Para tanto, utilizou-se o conceito de protocolo determinístico. O protocolo garante que o processamento de uma mensagem dure o suficiente para que outras mensagens não tenham seu processamento prejudicado. Como o protocolo é determinístico, as mensagens possuem somente bits de dados, variando de 1 a 256 palavras de 32 bits cada.

A **figura 5** apresenta a arquitetura do Boeing 777. Percebe-se que esta arquitetura considera vários protocolos diferentes. O SAFEbus, neste caso, está sendo utilizado entre as cabines AIMS (*Airplane Information Management System*), esquerda e direita.

5 Arquitetura do Boeing 777



ASCB

O ASCB (*Avionics Standard Communication Bus*) foi originalmente desenvolvido pela empresa Honeywell e aprimorado pela Associação dos Fabricantes da Aviação Geral (GAMA). O objetivo principal deste protocolo é ser empregado em jatos comerciais de pequeno porte, os quais usam componentes comerciais de baixo custo para o interfaceamento do barramento.

Pode ser considerado um protocolo de alta velocidade, com taxa de transmissão de 670 kbps. O sistema de comunicação é bidirecional com barramentos redundantes e mensagens transmitidas em regime broadcast. Suporta até 48 módulos conectados à rede, com mensagens de até 256 palavras de 16 *bits* cada.

CSDB

O CSDB (*Commercial Standard Digital Bus*) foi desenvolvido originalmente pela Collins e também aprimorado pela Associação dos Fabricantes da Aviação Geral (GAMA).

A conexão dos módulos eletrônicos é feita ponto a ponto, com mensagens transmitidas em regime broadcast e de maneira assíncrona. O cabo é formado por um par de fios trançados e blindados, podendo alcançar até 50 m de extensão e permitindo a conexão de até 10 módulos à rede. Um barramento CSDB pode operar em 12,5 kbps ou em 50 kbps, com dados sendo transmitidos através do modo NRZ (*Non-Return to Zero*), dentro de um grupo de 11 *bits*, dos quais 8 são especificamente dados.

AFDX

As redes Ethernet são muito interessantes às aplicações aeroespaciais, podendo elevar a taxa de transmissão de 1 Mbps para até 100 Mbps, com uma série de dispositivos já validados e qualificados à certificação de sistemas críticos de segurança.

Algumas aplicações já estão considerando o AFDX como protocolo base, dentre as quais pode-se destacar o Boeing 767-400ER, o Boeing 777 e o AirBus A380.

As normas correspondentes ao AFDX são: ARINC 664 (*Aircraft Data Network*) e IEEE 802.3. O sistema é baseado no conceito CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*) e com mensagens enviadas em regime *broadcast*.

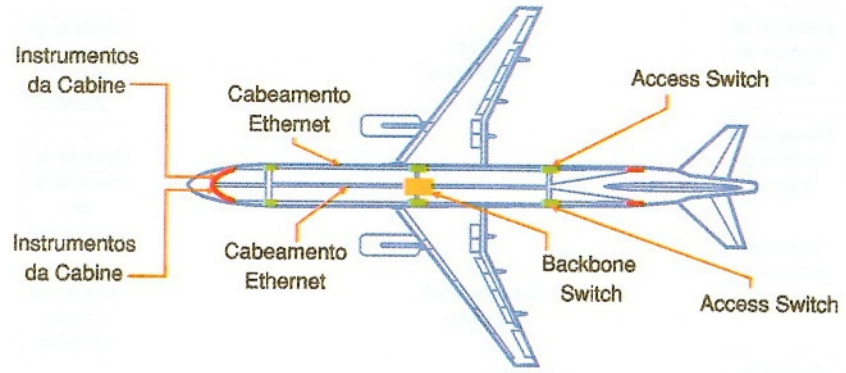
As **figuras 6** e **7** ilustram, respectivamente a arquitetura e o aspecto do Airbus A320.

MIL-STD-1553

Com taxa de transmissão de 1 Mbps, o 1553 é utilizado em aplicações militares, integrando os sistemas de armas aos demais aviônicos da aeronave.

Neste protocolo, o principal componente é o chamado BC, Controlador de Barramento, o qual controla o fluxo dos dados de todas as transmissões realizadas. Outro elemento básico neste protocolo é o Terminal Remoto, RT, que conduz os dados dos subsistemas ao BC. Em caso de falha

6 Arquitetura do Airbus A320



do BC, o RT pode assumir suas responsabilidades, uma vez que possui capacidade própria de processamento.

O cabeamento é caracterizado por um par de fios trançados e blindados. Além disso, outra importante característica do MIL-STD-1553 é a possibilidade de se ter barramentos redundantes, fundamentais nas aplicações militares.

As mensagens contêm três tipos de palavras - comando, status e dados - cada qual com 20 *bits* específicos, dos quais quatro são de sincronização. A **figura 8** exibe a arquitetura típica do caça F-16, que utiliza o protocolo MIL-STD-1553.

7 Airbus A320 da TAM



Airbus / Divulgação

EUROFIGHTER EFABUS

O EFABus, também conhecido como STANAG 3910, foi considerado no desenvolvimento da aeronave Eurofighter EF2000 Typhoon, pois o MIL-STD-1553 não teria capacidade de transmissão de dados suficiente para atender os requisitos dos sistemas embarcados desta nova aeronave.

De qualquer forma, o EFABus é fortemente baseado no MIL-STD-1553B, com duas redes de fibra ótica redundantes, podendo operar em até 20 Mbps, em uma topologia tipo estrela.

O protocolo EFABus suporta até 31 módulos conectados à rede, cada qual podendo trabalhar em até duas redes distintas, uma de baixa e outra de alta velocidade. Nas redes de alta velocidade baseadas no EFABus, as mensagens podem ter de 624 a 65.548 *bits*.

A tecnologia ótica foi selecionada para o barramento do EFABus, especialmente por eliminar as interferências eletromagnéticas e por reduzir a sensibilidade às descargas elétricas, radiação e pulsos eletromagnéticos nucleares (NEMP).

CONCLUSÕES

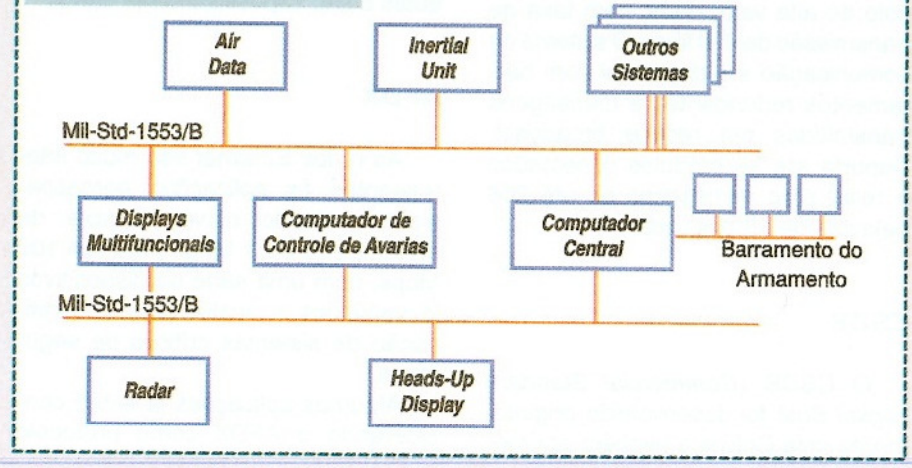
Apesar de haver dois segmentos distintos classificando as aplicações aeroespaciais - a civil e a militar - os requisitos técnicos entre eles são extremamente similares. A principal diferença está no fato das aplicações militares, pelo próprio propósito das aeronaves, demandarem sistemas redundantes. Neste sentido, alguns protocolos destacam-se dos demais por já terem sido concebidos considerando tais conceitos de robustez.

A tendência é que os protocolos aplicados à aviação civil tenham taxas de transmissão de dados cada vez maiores, especialmente pela demanda de sistemas de conforto e entretenimento das aeronaves. Neste sentido, o protocolo AFDX se destaca dos demais.

Já na aviação militar, além das mencionadas redes redundantes, barramentos baseados em fibra ótica devem monopolizar os desenvolvimentos, especialmente por garantirem robustez elevada em ambiente magneticamente nocivos.

A gráfico da **figura 9** apresenta os modelos e a quantidade de aeronaves militares dos Estados Unidos da América, de 1991 a 2020. A faixa branca do gráfico mostra os mais modernos aviões de combate atualmente em utilização (F-22) e em desenvolvimento (JSF - *Joint Strike Fighter*). Estes aviões fazem demasiado uso da Ele-

8 Arquitetura típica do caça F-16



Principais siglas utilizadas na aviação

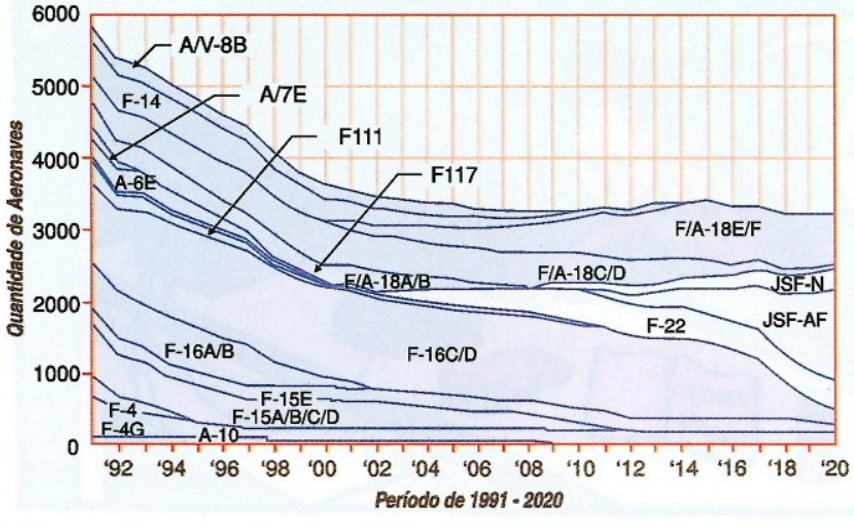
ADIRU - *Air Data Inertial Reference Unit*
AFDX - *Avionics Full Duplex Ethernet*
AIMS - *Airplane Information Management System*
ARINC - *Aeronautical Radio, Incorporated*
ASCB - *Avionics Standard Communication Bus*
CAN - *Controller Area Network*
CDA - *Common Digital Architecture*
CDS - *Common Display System*
COTS - *Commercial Off-The-Shelf*
CSDB - *Commercial Standard Digital Bus*
Def Stan - *Defense Standard*
FAA - *Federal Aviation Administration*
FCC - *Flight Control Computer*
FDDI - *Fiber Distributed Data Interface*
GPS - *Global Positioning System*
HUD - *Head-Up Display*
IFF - *Identification Friend or Foe*
INS - *Inertial Navigation System*
MFD - *Multi-Function Display*
MIL-STD - *Military Standard*
MUX - *Multiplexer*
NASA - *National Aeronautics and Space Administration*
NATO - *North Atlantic Treaty Organization*
NAV - *Navigation*
SAARU - *Secondary Attitude/Air data Reference Unit*
SAHRS - *Standard Attitude Heading Reference System*
STANAG - *Standardization Agreement*
TCAS - *Traffic Alert and Collision Avoidance System*
USAF - *United States Air Force*
VHF - *Very High Frequency*

trônica Embarcada e dos Protocolos de Comunicação.

Para os leitores que tenham em mente o protocolo automotivo CAN Bus, especulando uma possível aplicação dele na aviação, o autor considera tecnicamente viável a sua utilização em arquiteturas onde hoje se emprega o ARINC 429. O CAN possui velocidade e mecanismos de contenção de falhas equivalentes ao do protocolo ARINC. De qualquer maneira, a história mostra que as tecnologias somente migram para a aviação, após muitos anos de uso em aplicações de baixo risco, como é o caso da automotiva. Neste sentido e considerando que o CAN Bus é um protocolo ainda "jovem", pouco deve se esperar sobre o seu emprego em aviões para os próximos 5 ou mesmo 10 anos.

*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.

9 Modelos e quantidade de aeronaves militares dos Estados Unidos da América, de 1991 a 2020



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







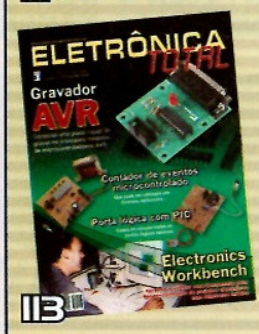















OBA! ACABEI DE MONTAR MINHA PLACA CONTROLADORA DE DISPOSITIVOS!
COM ELA PODEREI COLETAR DADOS COMO TEMPERATURA E UMIDADE,...
CONTROLAR DISPOSITIVOS DOMÉSTICOS,...
BRAÇOS MECÂNICOS, ROBÔS,...
ENFIM, QUALQUER COISA!
JOÃO ALBERTO!
POF!
NÃO ACREDITO QUE VOCÊ DEIXOU DE IR NO NOSSO ENCONTRO PARA MONTAR ESSA #¢!5@ DE PROJETO MECATRÔNICO!
ALÔ? SUPORTE? ESSA PLACA CONTROLADORA DE DISPOSITIVOS CONTROLA O HUMOR DE NAMORADAS TAMBÉM?
SUPORTE TÉCNICO

UMA PLATAFORMA, INFINITAS POSSIBILIDADES DE ENSINO



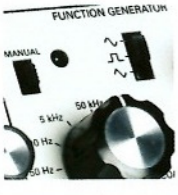
NI ELVIS

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 · 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

Placas estanhadas sem chumbo ("Lead-free")

Furação e contorno por CNC

Transferência fotográfica de imagem

Máscara Photoimageable

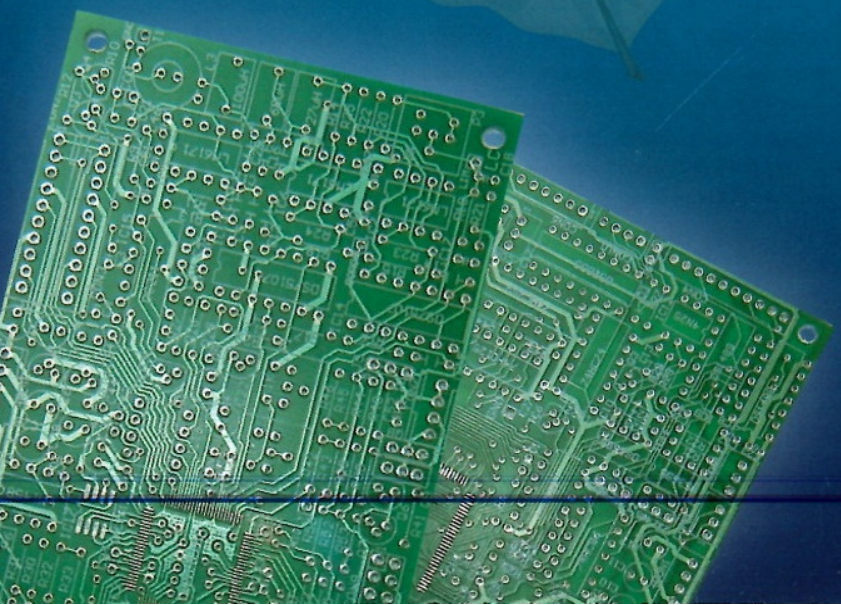
Hot Air Levelling

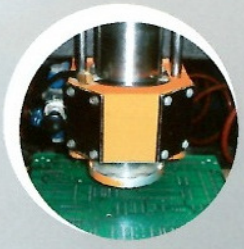
Fotoplotagem a laser

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